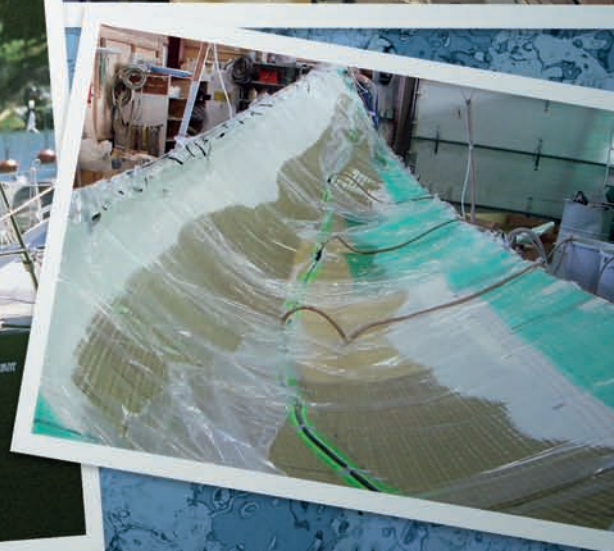
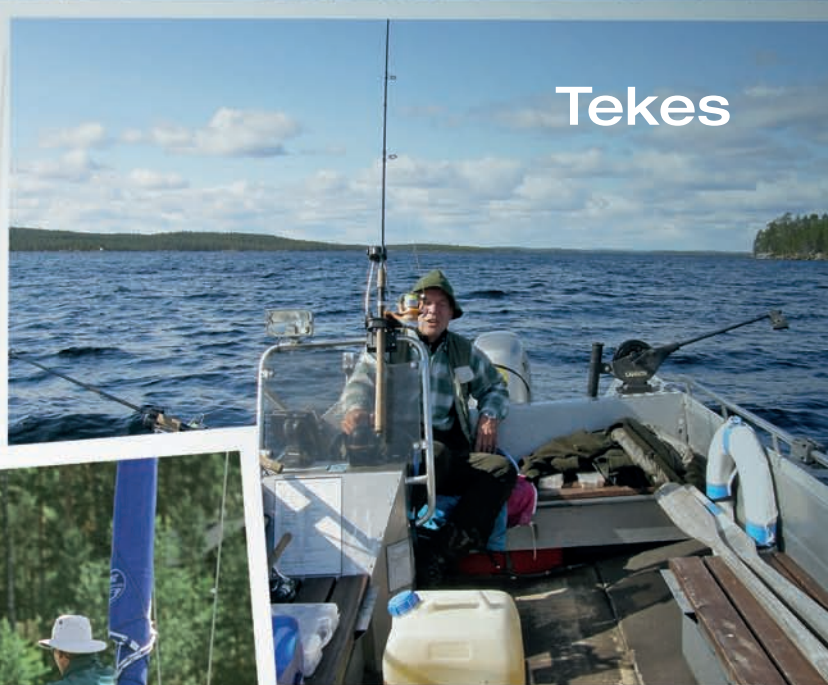
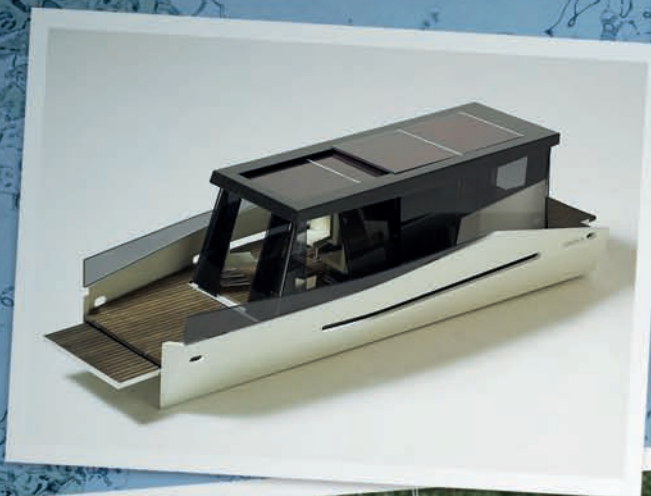


Tekes



Vene-ohjelma 2007–2011

Båt-programmet 2007–2011

Parempia veneitä ja palveluja
Bättre båtar och tjänster

Markku Hentinen, Sirpa Posti ja Kari Wilén (toim.)

Markku Hentinen, Sirpa Posti ja Kari Wilén (toim.)

Vene-ohjelma 2007–2011

Båt-programmet 2007–2011

Parempia veneitä ja palveluja
Bättre båtar och tjänster

Loppuraportti
Slutrapport



Tekesin ohjelmaraportti 3/2012
Helsinki 2012



Tekes – rahoitusta ja asiantuntemusta

Tekes on tutkimus- ja kehitystyön ja innovaatiotoiminnan rahoittaja ja asiantuntija. Tekesin toiminta auttaa yrityksiä, tutkimuslaitoksia, yliopistoja ja korkeakouluja luomaan uutta tietoa ja osaamista ja lisäämään verkottumista. Tekes jakaa rahoituksellaan teollisuuden ja palvelualojen tutkimus- ja kehitystyön riskejä. Toiminnallaan Tekes vaikuttaa liiketoiminnan kehittymiseen, elinkeinoelämän uudistumiseen, kansantalouden kasvuun, työllisyyden vahvistumiseen ja yhteiskunnan hyvinvointiin. Tekesillä on vuosittain käytettävissä avustuksina ja lainoina lähes 600 miljoonaa euroa tutkimus- ja kehitysprojektien rahoitukseen.

Tekesin ohjelmat – valintoja suomalaisen osaamisen kehittämiseksi

Tekesin ohjelmat ovat laajoja monivuotisia kokonaisuuksia, jotka on suunnattu elinkeinoelämän ja yhteiskunnan tulevaisuuden kannalta tärkeille alueille. Ohjelmilla luodaan uutta osaamista ja yhteistyöverkostoja. Ohjelmien aiheiden valinnat perustuvat Tekesin strategian sisältölinjauksiin.

Copyright Tekes 2012. Kaikki oikeudet pidätetään.

Tämä julkaisu sisältää tekijänoikeudella suojattua aineistoa, jonka tekijänoikeus kuuluu

Tekesille tai kolmansille osapuolille. Aineistoa ei saa käyttää kaupallisiin tarkoituksiin.

Julkaisun sisältö on tekijöiden näkemys, eikä edusta Tekesin virallista kantaa.

Tekes ei vastaa mistään aineiston käytön mahdollisesti aiheuttamista vahingoista.

Lainattaessa on lähde mainittava.

ISSN 1797-7347

ISBN 978-952-457-542-3

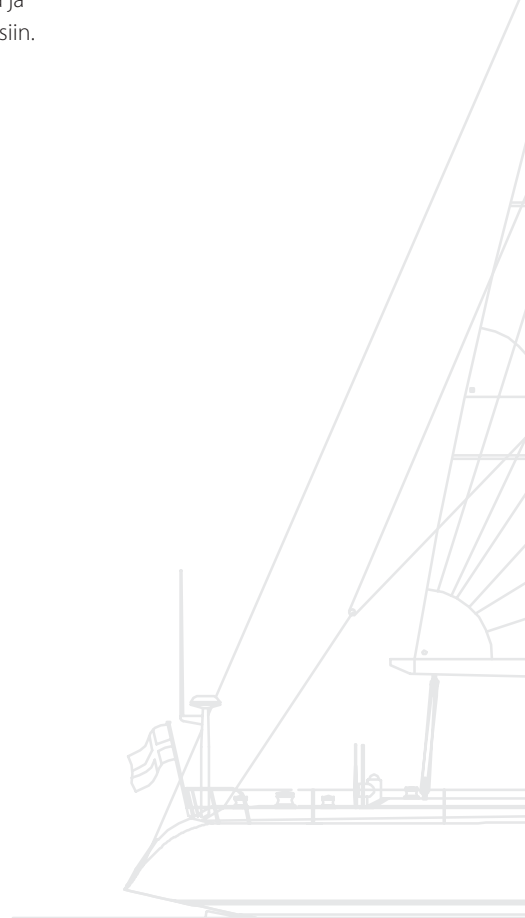
Kannen kuva: Kalleheikki Kannisto

Kuvat: Tutkimushankkeet; Kari Wilén, Oy Sea-Kari Ab/Finnboat ry;

Maestro Boats Oy; Eeva Anundi, Tekes ja Sirpa Posti, VTT

Taitto: DTPage Oy

Paino: Erweko Oy, Helsinki 2012



Tekesin Vene-ohjelma on kannustanut alan yrityksiä kehittämään liiketoimintojaan ja soveltamaan parasta saatavilla olevaa osaamista. Ohjelmassa on luotu suuri määrä uutta tutkimustietoa venealan tuotteiden ja palvelujen kehittämisen avuksi. Yhtä tärkeä tulos on kuitenkin aiemmasta moninkertaistunut yhteistyö alan yritysten, tutkijoiden ja Tekesin välillä. Tämä tuottaa hedelmää vielä vuosia Vene-ohjelman päättymisen jälkeen.

Vene-ohjelma käynnistettiin aivan erilaisessa markkinatilanteessa kuin jossa nyt elämme. Vuoden 2007 lopulla haasteena olivat työvoima- ja hallikapasiteetin riittävyys vastaamaan nopeasti kasvanutta kysyntää. Jo vuonna 2009 oli kuitenkin sopeuduttava myynnin nopeaan hiljenemiseen sekä vienti- että kotimarkkinoilla. Nousun taas alkaessa menestyvät parhaiten ne yritykset, jotka ovat taantumankin aikana pystyneet kehittämään tuotteitaan, palvelujaan ja toimintatapojaan. Tähän Tekesin Vene-ohjelma on tarjonnut sekä rahoitusta että yhteistyöfoorumia.

Ohjelman päätavoite – toimialan uudistaminen kilpailukyvyyn säilyttämiseksi ja lisäämiseksi muuttuvassa markkinaympäristössä – on nyt entistäkin ajankohtaisempi. Vene-ohjelma on antanut toimialalle mahdollisuuksia kehittää toimintatapojaan paremmiksi kuin koskaan aiemmin. Aikaansaatu panostus on kansainvälisestäkin katsoen merkittävä ja herättänyt huomiota alan ulkomaisten toimijoiden keskuudessa.

Neljän ohjelmavuoden aikana ohjelman kokonaisrahoitus on ollut 22,2 milj. euroa, josta Tekesin osuus 11,9 milj. euroa ja loput yritysten ja tutkimustahojen omia panoksia. Yrityshankkeita ohjelmassa on ollut 44, ja niiden kokonaisvolyymi on ollut 15,0 milj. euroa. Tästä Tekesin osuus on ollut 7,1 milj. euroa. Yksittäisten yrityshankkeiden keskimääräinen koko on siis ollut pieni, mikä kuvastaa alan pk-valtaisuutta. Julkisia tutkimushankkeita Vene-ohjelmassa on ollut yhteensä 31 (näistä 9 saman aiheen rinnakkaishankkeita). Niiden kokonaisvolyymi on ollut 7,2 milj. euroa, josta Tekesin osuus on ollut 4,7 milj. euroa.

Ohjelman tiedotusta on hoidettu www-sivujen, vuosijulkaisujen, uutiskirjeiden, Finnboat News:n ja yhteensä 15 eri seminaarin avulla. Seminaareissa keskityttiin aluksi yritysten aktivointiin ja informointiin Vene-ohjelman tarjoamista mahdollisuuksista. Myöhemmin seminaarien painopiste siirtyi julkisten tutkimustulosten esittelyyn ja jalkauttamiseen. Useat tutkimusprojektit järjestivät myös omia, kaikille avoimia loppuseminarejaan.

Veneala on aina ollut kansainvälistä. Veneala nousi merkittäväksi suomalaiseksi pk-toimialaksi nimenomaan viennin nopean kasvun ansiosta. Oppia ja vaikutteita on perinteisesti haettu ulkomaisilta messuilta ja Finnboatin järjestämillä tutustumismatkoilta. Myös Vene-ohjelma järjesti opintomatkia mm. Southamptonin yliopistoon ja USA:han IBEX-ammattimessuille.



Matti Evola



Markku Hentinen



Jouko Huju

Tämä loppuraportti sisältää tiivistelmät kaikista ohjelmassa rahoitusta saaneista julkisista tutkimushankkeista. Tiivistelmien tarkoituksena on antaa alan yrityksille tieto kunkin hankkeen aihealueesta, keskeisistä tuloksista ja niiden hyödyntämisestä sellaisessa muodossa, että lukija voi nopeasti päätellä tulosten soveltamismahdollisuudet omassa toiminnassaan.

Tutkimushankkeissa syntyneet raportit ovat ainakin vuoden 2012 ajan saatavilla Tekesin [www-sivuilta](#) ja tutkimusten tekijöiltä, mutta sen jälkeen Venealan Keskusliitto Finnboat ry ylläpitää tulosten säilyttämistä. Ohjelman koordinaattorina on toiminut VTT kiinteässä yhteistyössä Finnboatin kanssa.

Matti Evola, Tekes, ohjelman päällikkö

Markku Hentinen, VTT Expert Services Oy, ohjelman koordinaattori

Jouko Huju, Venealan Keskusliitto Finnboat ry, ohjelman johtoryhmän puheenjohtaja

Esipuhe	5
Tutkimushankkeet	9
Palvelut ja liiketoiminta	9
Visio 2025 – Suomalainen venepalveluliiketoiminta.....	9
VETOMO – Venealan toimialatutkimus.....	11
Ympäristömyötävyyden kehittäminen venealalla.....	13
FixBoat – Veneiden komposiittirakenteiden vaurioiden analysointi ja korjaaminen.....	16
Suunnittelu ja tuotekehitys	19
WAVE – Venealan tuotteiden ja palveluiden visiointi.....	19
Open Wave – Avoin innovointi venealalla.....	22
TULVA – Tulevaisuuden veneala.....	24
Better Products In Time – Prosessi venealan yritysten tuotekehitykseen.....	27
Hiljaiset veneet – Moottoriveneiden ohjaamomelun hallinta.....	29
Veneen peräpeiliin kohdistuvat kuormat.....	31
Proboat – Tulevaisuuden konseptit ja materiaalit veneiden valmistusprosesseissa.....	33
Valmistus ja materiaalit	36
ALVene – Alumiiniveneen hitsauksen automatisointi.....	36
Moduva – Modulaarisuudella tehokkuutta alumiinisten venerunkojen valmistukseen.....	39
LM-palkki – Lujitemuovisten jäykistepalkkien rakennesuunnittelu sarjatuotannossa.....	41
Liimatun lujitemuovipalkiston vaatimukset ja tarkastusmenetelmät.....	44
VeKe – Alipaineinjektio ja RTM-valmistusmenetelmät veneteollisuudessa.....	46
WiND – Langaton anturitekniikka ja NDT-menetelmät muovikomposiittien laadunvarmistuksessa.....	49
Greenline 2012 – Kierrätettävien ja ympäristöystävällisten materiaalien mahdollisuuksia veneenvalmistuksessa.....	51



Laitteet ja järjestelmät	53
iBoats – Älykkäät veneet	53
ePropulsion – Energiatehokkaat propulsiokäytöt.....	56
Vene-ENE – Veneiden uudet energiajärjestelmät.....	59
BoatMGT – Nestemäisillä biopolttoaineilla toimiva mikroaasuturbiini- generaattori veneilykäyttöön.....	62
Yrityshankkeet	65
2011 käynnistyneet yrityshankkeet.....	65
2010 käynnistyneet yrityshankkeet.....	65
2009 käynnistyneet yrityshankkeet.....	66
2008 käynnistyneet yrityshankkeet.....	67
Båt-programmet 2007–2011	
Bättre båtar och tjänster.....	69
Förord	69
Forskningsprojekt, resume	71
Tjänster och affärsverksamhet.....	71
Planering och produktutveckling.....	73
Tillverkning och material	73
Urustning och system.....	75
Företagsprojekt	76
2011 påbörjade företagsprojekt.....	76
2010 påbörjade företagsprojekt.....	77
2009 påbörjade företagsprojekt.....	78
2008 påbörjade företagsprojekt.....	79
Yhteystiedot	80
Kontaktuppgifter	81
Tekesin ohjelmaraportteja	82

Palvelut ja liiketoiminta

VISIO 2025 – Suomalainen venepalveluliiketoiminta

Suomalainen veneilyala on murroksessa. Globaali kilpailu ja ihmisten vapaa-ajan harrastustoiminnan pirstaloituminen ovat muuttaneet merkittävästi venealan yritysten toimintakenttää asettaen uusia haasteita koko toimialan tulevaisuudelle. Sitoutumisaste ja investointihalukkuus yksittäiseen harrastukseen ovat vähentyneet asteittain, ja trendi tulee kasvamaan myös jatkossa. Samaan aikaan veneily on kerännyt mielenkiintoa uusien ostovoimaisten asiakasryhmien parissa, mutta nykyinen veneilyn malli vanhoine tuotteineen ja puutteellisine palveluineen ei vastaa modernien asiakkaiden tarpeeseen, jolloin harrastus jää valitettavan usein aloittamatta. Visio 2025 -hanke pyrkii tarjoamaan suomalaiselle veneteollisuudelle, venepalveluyrityksille ja uusille yrittäjille polkuja innovatiiviseen, asiakaslähtöiseen liiketoimintaan. Se tarjoaa välineitä liiketoiminnan kasvattamiseen palvelemalla paremmin nykyisiä ja uusia asiakasryhmiä.

Aihepiiri ja soveltaminen

Kirstyvä kansainvälinen kilpailu ja ihmisten vapaa-ajan muutokset ovat asettaneet suomalaiset venealan yritykset haasteellisen tilanteen eteen. Koska globaalissa kustannuskilpailukyvyssä on tuskin mahdollista pärjätä, on keskityttävä uuden liikevaihdon luomiseen palvelemalla paremmin ja laajemmin asiakkaita. Valitettavan harva yritys kuitenkaan todella ymmärtää, millaisia ovat asiakkaiden todelliset veneilytavat, -tarpeet ja -preferenssit, ja osaavat tarjota tähän parhaiten sopivia tuotteita ja palveluita. Liikevaihtoa ei voi kasvattaa, jos tarjotaan asiakkaille vain vaihtoehtoja, joita he eivät suurimmaksi osaksi

halua tai eivät ole valmiita maksamaan ylimääräistä kilpaileviin tuotteisiin ja palveluihin nähden.

Aalto-yliopiston, Turun yliopiston sekä Venealan keskusliitto Finnboat ry:n yhteinen kaksivaiheinen Visio 2025 -tutkimus pyrkii vastaamaan haasteeseen kuvaamalla nykyisten veneilijöiden, tulevaisuuden veneilijöiden sekä venealan yritysten muutoshaasteita, tarjoten uusia liiketoimintamalleja ja kasvunlähteitä, joilla suomalainen veneala voisi toimintatapoja ja asiakasfokusta terävöittämällä siirtää harrastustrendin kasvusuuntaan. Tutkimuksen tavoitteena on tarjota suomalaiselle venealalle ja uusille yrittäjille tuoretta näkökulmaa liiketoiminnan päivittämiseen, lopullisena tavoitteena parantaa suomalaisen veneharrastuksen asiakaslähtöisyyttä. Tavoite on siis luoda uutta kasvualaa veneilylle palvelemalla nykyisiä ja uusia asiakasryhmiä paremmin.

Visio 2025 -hanke koostuu kahdesta osasta: vuonna 2009 toteutetusta nykyis-

Kuva 1. Veneiden kerrossäilytys on Suomessa vielä uutta.



tä veneilyä ja saatavilla olevaa veneilypalvelutarjontaa kartoittavasta tutkimushankkeesta, sekä vuosina 2010–2011 toteutetusta uusien veneilijäryhmien ja toimintamalleja metsästävistä hankkeista, jonka analyysi ja raportointi valmistuvat alkukevään 2012 aikana. Molemmissa tutkimuksissa kerättiin ja kartoitettiin tietoa yrityskehittäjästä ja kuluttajilta laadullisin ja määrällisin menetelmin.

Ensimmäinen vaihe saatiin päätökseen vuoden 2009 aikana ja sen julkinen loppuraportti löytyy Tekesin Vene-ohjelman sivuilta. Siinä pureuduttiin etenkin nykyisiin venealan yrityksiin ja nykyiseen järjestäytyneeseen veneilijäkenttään eli suomalaisten veneuseurojen jäseniin. Finnboatin jäsenyrityksille lähetettiin laaja kysely, jossa tutkittiin yritysten nykyistä palvelutarjontaa, tulevaisuuden kehityssuuntaa sekä liiketoiminnan muutoshasteita. Vastaavasti aktiiviveneilijöiltä kysyttiin veneilytottumuksista, nykytarpeista, palvelutarpeesta, ostovoimasta ja pal-

velutarjonnan riittävydestä.

Hankkeen toisen vaiheen fokuksessa olivat toistaiseksi unohtuneet asiakasryhmät ja uudet innovatiiviset liiketoimintamallit maailmalla. Tutkimuksessa kerättiin noin tuhannen veneilemättömän kuluttajan aineisto, jossa kuvautuu laajasti vapaa-ajan harrastuksiin liittyviä tarpeita, veneilyyn liittyviä mielikuvia, kiinnostusaste nykymuotoiseen veneilyyn ja suurimpia veneilyharrastuksen aloittamisen esteitä. Ajatuksena oli kartoittaa paitsi veneilystä kiinnostuneiden, myös harrastusta karsastavien kuluttajien näkemyksiä, ennakkoluuloja sekä motiiveja yleisesti vapaa-ajan harrastuksille. Uusien liiketoimintamallien kehittämiseksi tutkittiin maailmanlaajuisesti erilaisia innovatiivisia palvelukonsepteja ja kehityspolkuja, joilla perinteisiä veneilyyn liittyviä rasitteita ja harrastusesteitä on poistettu ja näin luotu uutta liiketoimintaa keräämällä täysin uusia asiakkaita harrastuksen pariin ja vähennetty poistumaa.

Keskeisimmät tulokset

Ensimmäisen vaiheen kyselyihin saatiin vastauksia noin 60 venealan yritykseltä ja 360 aktiiviveneilijältä. Aineisto analysoitiin tilastollisesti useasta erikulttuurista, ja siihen käytettiin kehittyneitä markkinatutkimusanalytiikan metodeja erilaisten kuluttajaryhmien ja yritysten toimintatapojen erottelemiseksi toisistaan. Lopputuloksena luotiin kolmeen ryhmään jakautuva malli suomalaisista nykyveneilijöistä sekä kuvaus kunkin ryhmän tarpeista, suhtautumisesta veneharrastukseen ja venepalveluiden ostovoimasta nyt ja tulevaisuudessa.

Toisen vaiheen tutkimuksen aineiston tulosten analysointi on tätä kirjoitettaessa vielä kesken, mutta sen keskeisenä teemana on eritellä kaksi merkityksellistä ryhmää: Nykymuotoisesta veneilystä kiinnostuneet ihmiset, joilla on usein rahallinen tai ajallinen este perinteiseen veneilyharrastukseen, sekä täysin unohtunut ryhmä, joille nykyveneily ei edes

Kuva 2. Vierassatamien palveluja tulisi edelleen parantaa.



ajatustasolla tarjoa sopivia puitteita harrastamiseen. Toisen vaiheen tutkimuksessa kerättiin myös korkeasti koulutettujen urbaanien nuorten aikuisten näkemyksiä veneharrastuksesta ryhmähaastatteluin. Lähtökohtana oli tiedustella veneilyä harrastamattomien ihmisten mielipiteitä veneilyn imagoon, esteisiin ja houkuttelevuuteen liittyen. Keskeisinä teemoina toisessa vaiheessa nousee esiin omistamisen vaikeus, aloittamisen vaikeus, ajatus, että veneily periytyy ja että veneharrastukseen pitää upottaa suurin osa vapaa-ajasta. Tutkimuksessa tehtiin myös katsaus siihen, mistä veneilyharrastusta aloittava ihminen löytää tietoa ja mitä ylipäänsä on tarjolla.

Tulosten hyödyntäminen

Projektin tutkijat toivovat, että tulokset saadaan aidosti jalkautettua myös yrityksiin suomalaisen veneilyharrastuksen kehittämiseksi, kilpailukyvyyn turvaamiseksi ja veneilijöiden palvelun parantamiseksi. Tutkimusryhmä vastaa mielellään tutkimukseen, sen aineiston hyödyntämiseen ja tulosten soveltamiseen liittyviin kysymyksiin. Keskustelemme myös mielellämme yritysten kanssa yhteistyöstä ja tulosten tarkemmasta yrityskohtaisesta hyödyntämisestä.

Yhteystiedot

Helsingin kaupakorkeakoulu,
markkinoinnin ja johtamisen laitos
Paavo Häppölä
paavo.happola@aalto.fi

Turun yliopiston innovaatiot ja
yrityskehitys (BID) -keskus
Kaapo Seppälä
kaapo.seppala@utu.fi

Venealan Keskusliitto Finnboat ry
Jouko Huju
jouko@finnboat.fi

VETOMO – Venealan toimialatutkimus

Vaasan yliopiston hankkeessa tutkittiin, miten Suomen venealalla toimitaan ja miten ala toimisi kannattavammin. Työssä haastateltiin noin 50 venealan yritystä tai alalla toimivaa järjestöä. Mukana on muun muassa venevalmistajia, alihankkijoita, jälleenmyyjä, venevuokraajia, matkailualan yrityksiä ja satamien pitäjiä. Projektissa tarkasteltiin myös yritysten taloudellisia tunnuslukuja sekä Suomessa että ulkomailla. Kuluttajakysely tehtiin noin 200 vastaajalle ja tarkasteltiin ulkomaisten yritysten toimintaa. Raportti perustuu haastatteluiden antiin, taloudellisiin lukuihin, kuluttajien mielipiteisiin, aiempien tutkimusten löydöksiin, ulkomaisten yritysten toiminnan tarkasteluun sekä tutkijaryhmän omaan pohdintaan alan toiminnasta ja kehittämismahdollisuuksista.

Aihepiiri ja soveltaminen

Työn tavoitteena oli saada aikaan aiempaa syvällisempi kuvaus Suomen venealasta analysoimalla venetoimialaa ja alalla toimivia yrityksiä. Tutkimus tarkastelee toimialan prosesseja sekä tuotantoon että kaupalliseen prosessiin liittyen ja vertaa kotimaista toimintaa ulkomaalaisiin esimerkkeihin.

Tarkastelu kattaa laajasti alaan liittyvät toimijat mukaan lukien valmistajat, alihankkijat, matkailu- ja harrastealojen toimijat, huolto- ja korjauspalvelut sekä satamarakentajat. Toimialan prosessien tutkimiseen liittyy keskeisesti alan työnjako alihankintakäytäntöineen sekä alan yleinen verkostoitumiskehitys. Verkostoitumisessa on keskeistä yhteistoiminnan ja tuotteiden valmistuksen kehittäminen mahdollisimman sujuvaksi. Tässä kehityksessä tuotteiden modulaarisuudella on keskeinen rooli. VETOMO-hankkeen modulaarisuuden tutkimuksen osiosta vastasi pääosin Åbo Akademi.

Työssä oli tarkoitus hyödyntää sekä numeerista että laadullista aineistoa. Numeerisen aineiston keruusta luovuttiin alan toimijoiden huomattavan he-

terogeenisuuden ja eri vastaajaryhmien pienen koon takia.

Keskittyminen pelkkiin toisiaan muistuttaviin päähankkijoiden strategioihin, esimerkiksi yritysten strategioiden analysoinnissa, ei kenties antaisi tarpeeksi rikasta informaatiota. Siksi eri toimijaryhmien osuutta tutkimuksessa on korostettu. Tutkimuksen vastaajaryhmät on jaoteltu seuraavasti:

- Ryhmä 1. Venevalmistajat
- Ryhmä 2. Alihankkijat
- Ryhmä 3. Jälleenmyynti
- Ryhmä 4. Matkailu- ja harrastealojen toimijat
- Ryhmä 5. Satamarakentaminen, huolto- ja korjaustoiminta
- Ryhmä 5. Kuluttajat
- Ryhmä 6. Ulkomaiset yritykset
- Ryhmä 7. Järjestöt ja muut alaa kehittävät tahot

On olennaista huomata, että usein esimerkiksi jälleenmyyjät tarjoavat myös huoltopalveluja tai saattavat toimia myös maahantuojina. Ryhmien jako ei ole siten yksiselitteinen. Ryhmien 1–5 sisällä tutkimuksessa kiinnosti erityisesti se, mitä kukin ryhmä odottaa muilta ryhmiltä, miten alalla nyt toimitaan ja



Kuva 1. Alan yhteistyötä tehdään mm. Finnboat Floating Show:ssa.

miten alalla voitaisiin toimijoiden mielestä toimia. Erityisesti matkailupalvelut veneilyä tukevana elementtinä on alkanut kiinnostaa aiempaakin enemmän.

Poiketen alkuperäisestä ajatuksesta, mukaan on otettu suppeassa mitta-kaavassa myös kuluttajapuolen haastatteluja (ryhmä 5). Tavoitteena on kartoit-

taa ensisijaisesti kuluttajien asenteita veneilyharrastusta kohtaan, erityisesti tutkimuksessa kiinnostaa se, miten veneily nähdään suhteessa esim. moottoripyöräilyyn ja caravan-harrastukseen.

Ulkomaisten yritysten palvelukonseptia tarkastelemalla voimme saada ideoita Suomen toimintamallien kehittämiseen (ryhmä 6). Kiinnostuksen kohteeksi on nostettu erityisesti jälleenmyynnin ja jälleenmyynnin tukipalveluiden (matkailu, satamat, huolto, säilytys, markkinointi) toteuttamistavat teknologisen ja tuotannollisen vertailun sijaan.

Keskeisimmät tulokset

Yhteenvetona suomalaisen venealan tilanteesta voidaan todeta tämän tutkimuksen perusteella seuraavaa:

Suomalaisen venevalmistuksen tuotteiden ja tuotantoresurssien tulee erikoistua pidemmälle. Ilman merkittävämpää erikoistumista toiminta tulee jäämään puhtaasti paikallisia asiakkaita palvelevaksi. Toiminnan vaatimien resurssien, kuten osaamisten, valmistustekniikoiden tai asiakassuhteiden hallinnan erikoistumisella voidaan suojautua kansainväliseltä kilpailulta.

Venealan alihankintatoiminnan tulee rajata teknistä tuotantoa ja monipuolistaa palvelua. Teknisen tuotannon rajaamisella ja toiminnan keskittämisellä voidaan edistää kysyntää myös Suomen ulkopuolelta. Vastaavasti erilaisten,

pääomaa vähemmän sitovien, palveluiden lisäämisellä voidaan tasapainottaa toiminnan kannattavuutta eri suhdanteissa.

Jälleenmyyjien palvelun laatua ja toiminnan monipuolisuutta on nostettava. Tämä tarkoittaa samalla myös todennäköistä myyjien määrän vähentämistä. Jälleenmyyjien karsiminen auttaa myyjäkohtaisten volyymien nostamisessa, mikä puolestaan mahdollistaa laadun, kuten työntekijöiden osaamisen ja valmistajayhteistyön parantamisen sekä toiminnan monipuolisuuden, kuten huoltojen, korjausten, talvisäilytyksen ja varustemyynnin kehittämisen. Avain jälleenmyynnin kehittämiseen on valmistajilla, joiden tulee ottaa tiukempi ote jälleenmyyjäkentän ohjaamiseen.

Veneala tarvitsee tuekseen toimivia matkailu- ja harrastepalveluita. Venealaan liittyvien matkailupalveluiden markkinointi ei nykyisellään ole kovin korkealla tasolla; esimerkiksi alan yrittäjien internet-markkinointi on vasta lähtökuopissa. Samoin markkinoinnin tukena ei juurikaan hyödynnetä selkeitä palvelutuotteita, kiinnostavia tarinoita tai mielikuvamarkkinointia. Harrastuksilla, erityisesti kalastuksella, voisi olla paljon nykyistä suurempi rooli alan toiminnassa. Harrastustoiminnan kasvu tuo alalle liikevaihtoa sekä tuotteiden että palveluiden muodossa. Lisäksi harrastukset voivat tasapainottaa alan suhdanteita. Myytävien tuotteiden ja palveluiden uudenaikaisella konseptoinnilla voitaisiin myös edesauttaa alan kehitystä erityisesti matkailupuolella. Mökki- tai veneosakkeet, erilaiset osamistujärjestelyt tai tuotteen myyntitiheksellä asiakkaan kanssa tehtävät vuokraussopimukset ovat kaikki mahdollisia keinoja asiakkaan ostokynnyksen laskemiseksi ja alan yrittäjien in-

vestointien nopeammaksi kattamiseksi. Kokonaisuutena harrastukset ja matkailu voisivat olla paljon keskeisemmässä roolissa venealan kehittämisessä.

Satamarakentamiseen käytetään nykyisin julkista rahaa. Alan kehittämisen kannalta tuki voitaisiin kohdistaa paremmin antamalla sitä myös alan yrityksille, ei pelkästään kaupungeille ja kunnille. Satamapalvelut ovat oleellinen osa alan kehittämistä ja erityisesti kansainvälisyyden lisäämistä. Huolto- ja korjauspalvelut ovat sekä suhdanteiden tasaajia alan yrittäjille että elinehto alan toiminnalle varsinkin uusien veneilijöiden tavoittelussa. Palvelutason nosto ja palveluiden integrointi paremmin jälleenmyyntiin on siksi varsin oleellista.

Tulosten hyödyntäminen

Suomen venealalla on selkeitä vahvuuksia. Vahvuuksiin keskittymällä ja niitä kehittämällä sekä samalla heikkoudet tiedostamalla Suomen venealalle voi ennustaa hyvää tulevaisuutta. Tietyistä alalla itsestäänselvyyksinä pidettävistä toimintatavoista joudutaan tulevaisuudessa varmasti luopumaan. Samalla alalle saattaa syntyä persoonallisia, juuri Suomen venealalle sopivia toimintatapoja, tuotteita ja palveluita. Tällä tiellä edeten Suomen veneala voi tulevaisuudessa olla vielä nykyistä kilpailukykyisempi.

Yhteystiedot

Vaasan yliopisto
Tero Vuorinen
tero.vuorinen@uwasa.fi

Yrityskumppanit

Marino Oy
Finn Gulf Yachts Oy
Fiskars Oy Inhan tehtaat

Ympäristömyötävyyden kehittäminen venealalla

Tutkimus tuo esiin kestäväen kehityksen luomia mahdollisuuksia ja haasteita venealalla. Elinkaariarviointimenetelmän avulla on laskettu huviveneiden elinkaarenaikaiset ympäristövaikutukset ympäristömyötävyyden kehittämisen lähtökohdiksi. Lisäksi esitetään malli toimialalle ympäristötiedon siirtoon lähisosryhmien välillä.

Aihepiiri ja soveltaminen

Sekä veneiden valmistus- että käyttövaiheeseen liittyy erinäisiä ympäristön hyvinvointiin tähtääviä haasteita ja vaatimuksia. Osa vaatimuksista on lain-säädännöllisesti sitovia ja osa perustuu vapaaehtoiisiin sopimuksiin tai muihin suosituksiin. Veneiden markkinoinnissa ja veneilyn imagossa ympäristömyötävyyden nousee jatkuvasti tärkeämmäksi tekijäksi.

Työssä on tuotu esiin kestäväen kehityksen luomia mahdollisuuksia ja haasteita venealalla yleisesti, selvitetty elinkaariarvioinnin menetelmän avulla Suomessa yleisimpien huvivenetyyppien elinkaarenaikaiset ympäristövaikutukset sekä esitetty malli toimialalle ympäristötiedon siirtoon. Elinkaariarviointi tehtiin pienehköille moottoriveneille (4–7 m) sekä suurille purjeveneille (n. 15 m). Tutkimuksessa käytetyt tiedot ovat peräisin yhdeltätoista suomalaiselta venevalmistajalta. Tehdyn mallinnuksen ja tiedonsaannin ulkopuolelle jäivät siis esimerkiksi suuret moottoriveneet ja pienemmät purjeveneet.

Keskeisimmät tulokset

Elinkaariarviointimenetelmä on standardoitu (ISO 14040:2006 ja ISO:14044:2006) menetelmä eri toimintojen ympäristövaikutusten arviointiin. Elinkaari-

ajattelussa huomioidaan tuotteen koko elinkaaren vaiheet aina kehdestä hautaan, käsittäen raaka-aineiden ja energian hankinnan ja jalostuksen, tuotteen valmistuksen, kuljetukset, käytön sekä käytöstä poiston vaiheet.

Elinkaariarvioinnissa tulokset suhteutetaan toiminnalliseen yksikköön. Huviveneilyssä se voi olla esimerkiksi veneilyyn käytetty aika tai veneellä taitettu matka. Koska tutkimuksen tavoitteena oli tuottaa ympäristötietoa pääasiassa venealan yritysten käyttöön, päädyttiin suhteuttamaan tulokset veneen painoon ja valittiin toiminnalliseksi yksiköksi venekilo.

Elinkaariarviointi jaetaan neljään osaan: tavoitteiden ja soveltamisalan määrittely, inventaarioanalyysi, vaikutusarviointi sekä tulosten tulkinta. Inventaarioanalyysissa tuotetaan, kerätään ja dokumentoidaan tarvittava data sekä lasketaan kvantitatiivinen ympäristötase toiminnalliselle yksikölle. Tiedonhankinta on paitsi työläin vaihe elinkaarimallinnuksessa, myös ratkaisevin vaihe tulosten laadun ja tutkimuksen uskottavuuden kannalta. Vaikutusarviointi on eniten kriittistä keskustelua aiheuttava vaihe elinkaariarvioinnissa, sillä se perustuu osittain subjektiivisiin valintoihin. Eri vaikutusarviointimenetelmissä korostetaan eri ympäristövaikutuksia.

Hiilijalanjälki ja Eco-indicator 99 -vaikutusarviointimenetelmä

Projektissa päädyttiin käyttämään Eco-indicator 99 (EI99) -vaikutusarviointimenetelmää. EI99:ssä kukin ympäristöhaitta (luonnonvarojen hyödyntäminen, päästö tai elintilan muutos) jaotellaan kolmeen luokkaan: ihmisterveyteen, ekosysteemiin ja luonnonvaroihin. Menetelmässä elinkaariarvioinnin tulos voidaan tiivistää yksinkertaisimmallaan yhteen toiminnan ympäristövaikutuksia kuvaavaan haittapistelukuun. Tuhat EI99-haittapistettä vastaa yhden eurooppalaisen ihmisen keskimäärin vuodessa aiheuttamaa ympäristöärsitettä.

Lisäksi tutkimuksessa raportoidaan tuotejärjestelmän ilmastovaikutus eli hiilijalanjälki. Hiilijalanjälkilaskennassa tarkastellaan vain yhtä elinkaariarvioinnin ympäristövaikutusluokkaa, vaikutusta ilmastomuutokseen.

Esimerkkilaskelmat

Tarkasteltavien huviveneiden tuotejärjestelmä jaettiin kuuteen elinkaaren vaiheeseen: raaka-aineiden valmistus, komponenttien valmistus, veneen valmistus, kuljetukset, käyttö ja käytöstä poisto. Valmistuksen inventaariodata perustuu suoraan suomalaisilta huviveneiden valmistajilta kerättyihin tietoihin. Valmistuksessa tarvittavien materiaalien, komponenttien ja energian tuotantoon sekä käytöstä poiston jälkeisiin toimiin liittyvät tiedot on poimittu elinkaaritietokannoista (mm. Ecoinvent ja Idemat).

Sekä Eco-indicator 99 -haittapisteet että hiilijalanjälki osoittavat, että selvästi merkittävin ympäristökuormitus syntyy moottoriveneiden käytöstä, eli polttoaineen valmistuksesta ja pakokaasupäästöistä. Käyttövaihe aiheuttaa

esimerkiksi perämoottoriveneen koko elinkaaren ajalta lasketusta hiilijalanjäljestä (85 %). Seuraavaksi merkittävin on raaka-aineiden valmistus (9 %). Veneen valmistuksen, komponenttien (moottorit ja akut) valmistuksen sekä kuljetusten osuudet hiilijalanjäljestä jäävät pieniksi, niistä kukin kattaa alle 5 %.

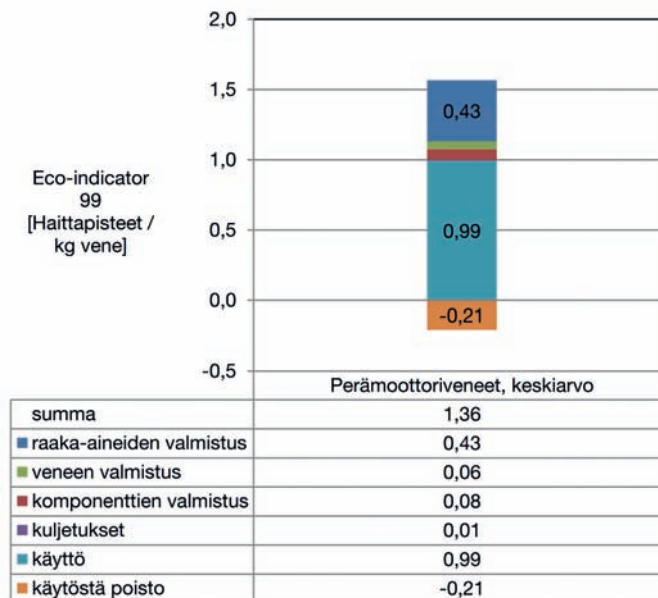
Purjeveneiden käyttövaiheen ympäristökuormitus on selvästi pienempi. Muista elinkaaren vaiheiden ympäristövaikutuksista korostui valmistuksen suhteellinen osuus, koska saadussa aineistossa oli vain suuria, asuttavia purjeveneitä.

Veneen suunnittelija ja valmistaja voivat vaikuttaa konetehtoon ja polttoaineenkulutuksen kautta käytön aikai-

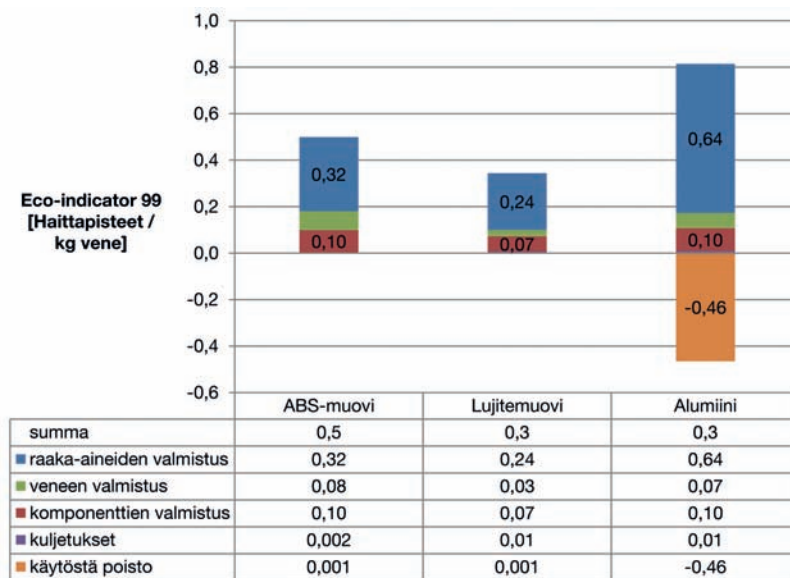
seen ympäristökuormitukseen. Veneen materiaalivalinnalla on myös merkitystä, mutta erot yleisimpien materiaalien välillä eivät ole kovin suuria. Kuvassa 2 on näytetty perämoottoriveneiden EI99-haittapistetulokset keskiarvona samasta materiaalista valmistetuille veneille. Kuva on laadittu venevalmistajan näkökulmasta jättäen käyttövaihe huomioimatta.

Alumiinirungon oletetaan päätyvän kierrätykseen, mikä kompensoi raaka-aineen valmistuksen suurta energiantarvetta. ABS-muovirungon ja luji-temuovirungon taas oletetaan loppusijoitettavaksi kaatopaikalle. Oletukset ovat Suomessa tällä hetkellä vallitsevan tilanteen mukaisia.

Kuva 1. Eco-indicator 99 -pisteet [haittapisteet] veneen painoa [kg vene] kohti keskiarvona kaikista tutkimuksen perämoottoriveneistä (9 kpl). Negatiiviset luvut kuvaavat kierrätyksen avulla vältettyä kuormitusta.



Kuva 2. Eri materiaaleista valmistettujen perämoottoriveneiden keskimääräiset EI99-haittapistetulokset ilman käyttövaihetta.



Ympäristömerkit ja ympäristöselosteet

Ympäristömerkkien ja -selosteiden avulla välitetään sidosryhmille tietoa tuotteen tai palvelun aiheuttamasta ympäristökuormituksesta, usein erityisesti sen pienuudesta. Ympäristömerkeistä ja -selosteista on olemassa ISO 14020 -standardisarja. Tyypin III ympäristöselosteen todettiin sopivan huviveneeteollisuuden ympäristövaikutusten tiedonvälitysmalliksi. Selosteen tietojen tulee perustua riippumattomasti todennettuihin elinkaariarviointitietoihin, inventaarioanalyysitietoihin tai standardisarjan ISO 14040 mukaisiin informaatiomodulleihin. Tyypin III ym-

päristöselosteille ei välttämättä edellytetä kolmannen osapuolen sertifiointia lukuun ottamatta tapauksia, joissa selosteen kohderyhmänä ovat kuluttajat. Tulokset on esitetty tarkemmin VTT:n tutkimusraportissa VTT-R-02928-10.

Tulosten hyödyntäminen

Jotta veneala voisi vastata kestäväen kehityksen luomiin mahdollisuuksiin ja haasteisiin, täytyy ympäristötiedon välittämistä eri sidosryhmille kehittää. Tiedonsiirto edellyttää vakiintunutta ympäristötiedon keräysjärjestelmää ja elinkaariarvioinnin toteuttamista.

Ympäristöselosteisiin tulisi liittää toimialalla yhteisesti sovitulla tavalla lasketut ympäristövaikutukset, energian ja luonnonvarojen kulumisen ja päästöt sekä kuvaus suositellusta tavasta käsitellä huvivene elinkaaren loppuvaiheessa. Veneilyn elinkaaren aikaisten ympäristövaikutusten arvioinnin vakiinnuttaminen luo toimialalle valmiudet sekä yrityksen sisäiseen tiedonsiirtoon esim. hankinnassa ja tuotesuunnittelussa, että yritysten väliseen tiedonsiirtoon ympäristövaikutuksista. Samalla luodaan valmiudet, joilla veneilijälle pystytään tuottamaan tietoa veneen ja veneilyn ympäristövaikutuksista selkeässä muodossa, että veneilijä pystyy hyödyntämään sitä omissa valinnoissaan.

Lisätietoja

VTT
Hannele Tonteri
hannele.tonteri@vtt.fi

Yhteistyökumppani

Venealan Keskusliitto Finnboat ry
Jouko Huju
jouko@finnboat.fi

FixBoat – Veneiden komposiittirakenteiden vaurioiden analysointi ja korjaaminen

Kymenlaakson ja Mikkelin ammattikorkeakoulujen yhteisessä FixBoat-projektissa tutkitaan komposiittikorjauksiin liittyvää vaurion tarkastusta, korjaamista ja korjattujen rakenteiden arviointia. Projektissa on mukana seitsemän venekorjaamoa, hartsintoimittajia ja vakuutusyhtiö.

Aihepiiri ja soveltaminen

Veneiden korjaus ja telakointi on tasaisesti kasvava toimiala lähinnä kahdesta syystä. Ensinnäkin vene on usein iso investointi, ja hankitusta veneestä halutaan pitää huolta. Toiseksi tee-se-itse-kulttuuri on väistymässä, ja uusi venesukupolvi on aiempia halukkaampi maksamaan laadukkaista palveluista.

Suurin osa veneistä on lujitemuovisia, tyypillisesti lasikuidusta ja polyesterihartsista valmistettuja, kansankielellä ”lasikuituveneitä”. Yleinen harhakäsitys on, että lujitemuoviveneiden sovelias

korjaus olisi rannalla tapahtuvaa ”matolla” ja hartsilla korjailua. Todellisudessa kuitenkin veneiden koko kasvaa ja rakenteet sekä laitteistot käyvät jatkuvasti entistä teknisemmiksi. Lisäksi polttoaineen hinnan kallistuminen ja ekologisempi ajattelu pakottavat kehittämään entistä kevyempiä rakenteita myös moottorivenupuolelle. Lopputuloksena materiaalihokkaammat veneenrakennustavat ja -materiaalit ovat iso haaste myös korjauspuolelle. FixBoat-projektissa tutkitaan vaurion korjauksessa käytettyjen materiaalien ja menetelmien vaikutusta korjauksen lopputuloksen laatuun.

Keskeisimmät tutkimuskohteet

Korjaustekniikat

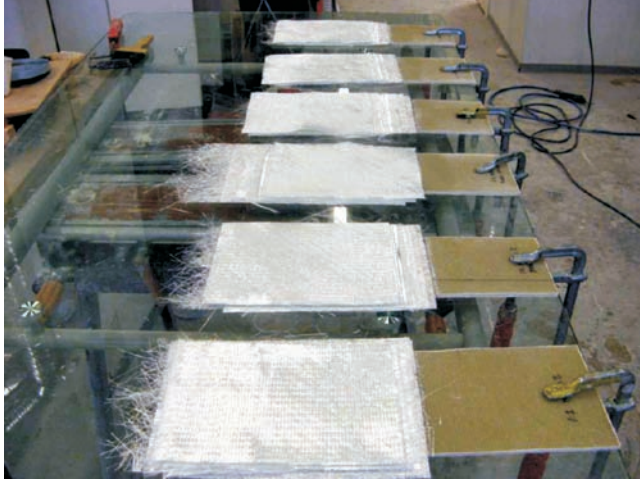
Komposiiteilla on monia muista perinteisistä materiaaleista poikkeavia ominaisuuksia. Komposiittirakenteille on tyypillistä suuret yhtenäiset muotista valmistetut kappaleet. Autokorjaamolta tuttu osien vaihtaminen uusiin on harvoin mahdollista veneissä. Lujitemuoviveneiden valmistuksessa pyritään minimoimaan osien määrää valmistamalla mahdollisimman suuria yhtenäisiä kokonaisuuksia. Veneen runko, palkisto ja kansi syntyvät muotista laminoimalla isoina yhtenäisinä rakenteina, jotka liimataan yhteen. Rakenne on luja, kevyt ja helppohoitoinen mutta korjaaminen ei aina olekaan helppoa.

Komposiittirakenteet korjataan pääasiassa poistamalla vaurioitunut materiaali ja laminoimalla korjausvanhan paikalle. Uutta rakennetta valmistettaessa lujitemuovikappaleen kiiltävä pinta syntyy muotista mutta korjaamol-

Kuva 1. Pohjakosketusvaurion kärsinyt huvijhti.



Kuva 2. Vasemmallalla on kuvattuna laminaattien korjaus ja oikealla koessaiavan vetotestaus.



la vastaava rakenne on saatava aikaan käsityönä ilman valmiita muotteja. Kokeneeltakin korjaajalta tämä vie aikaa ja on kallista. Korjatun rakenteen on kestävä samaa käyttöä kuin alkuperäisenkin, lisäksi korjaus ei mitenkään saa vaikuttaa veneen ulkonäköön, jotta veneen jälleenmyyntiarvo ei laskisi.

Projektin State of the art -osuuksessa on käyty läpi nykyisin käytössä olevat korjausmenetelmät vene- ja ilmailuteollisuudesta. Kerätyn tiedon pohjalta suoritettiin tartuntatestejä, joissa verrataan kymmenkunta erilaista hartsivaihtoehtoa, tutkitaan lujitteiden ladontajärjestyksen, korjausviisteen, hiontakarheuden sekä esikäsitteilyaineiden merkitystä korjatun laminaatin lujuuteen. Korjattuja laminaatteja on testattu veto- ja taivutuskokeissa.

Tarttuvuus- eli adheesiomittausten lisäksi on tutkittu Gelcoat-korjausten tekniikoita ja saatavilla olevia tuotteita. Eri tuotteilla ja tekniikoilla tehtyjä testilaminaatteja kuormitetaan auringon valoa jäljittelevässä testikaapissa. Testien tarkoituksena on löytää parhaat tekniikat ja tuotteet korjatun pinnan

värin ja kiillon säilymiseksi. Erillisinä testeinä on tähän mennessä tutkittu myös polttoöljykyllästyneiden laminaattien alipainepuhdistusta sekä laminaattien pintaenergioiden ja hartsien pintajäntysten vaikutusta pinnan kostutuskykyyn. Korjaustekniikoista on tarkoituksena luoda selkeä ohjeistus erityyppisiin korjauksiin rakennusteollisuuden RT-kortiston tapaan.

Vaurioiden kartoitus

Komposiittikorjauksiin ja vaurion tarkastukseen on perehdytty kirjallisuuden ja internetin avulla sekä vieraillemalla yhteistyökorjaamoilla, veneenrakenus ja komposiittialan messuilla. Tutkimuksessa on keskitytty materiaalia rikkomattomaan vaurion tarkastukseen, NDT (Non Destructive Testing). Tässä vaurion tarkastusmenetelmässä ennen rakenteen avaamista pyritään mahdollisuuksien mukaan selvittämään korjaustarvetta ja korjauksen laajuutta. Vankka kokemus veneiden rakenteista ja niiden korjaamisesta auttaa suoriutumaan tästä tehtävästä vähäisilläkin työkaluilla. Visuaalinen tarkastus, ko-

puttelu ja kosteusmittari yhdistettynä pitkäaikaiseen kokemukseen riittävät yleensä korjaussuunnitelman tekoon, mutta päätösten tekoa helpottaa, jos rakenteiden tarkastukseen löydetään uusia apulaitteita. Testilaitteet hyödyntävät mm. ultraääntä, mikroaaltoja, röntgeniä, kolmiulotteista laserkuvausta ja lämpökuvaa. Menetelmien soveltuvuuden selvittämiseksi projektissa tehtiin omia testilaminaatteja eri tarkastusmenetelmillä tutkittaviksi. Testilaminaatteja on tutkittu yhteistyössä eurooppalaisten ja amerikkalaisten NDT-menettelmiin erikoistuneiden yritysten kanssa. NDT-menettelmien kehittämistä komposiittisovelluksiin nopeuttaa komposiittimateriaalien käytön lisääntyminen teollisissa soveluksissa, tuulivoimaloissa ja muissa ajoneuvoissa. Monet menetelmistä onkin kehitetty lentokoneiden komposiittiosien tai esimerkiksi kemianteollisuuden putkistojen ja säiliöiden kunnonvalvontaan. Veneissä NDT-menettelmien käyttöä vaikeuttaa puutteellinen tieto alkuperäisestä rakenteesta ja laminaattien vaihteleva laatu.

Vaurion tarkastukseen käytettävissä olevien laitteiden kehitys on nopeaa. Erityisesti laitteiden, joiden käyttäjäkunta on laaja, ominaisuudet kehittyvät nopeasti ja samalla hinta kuitenkin laskee. Tästä yhtenä esimerkkinä on lämpökamera, joka hintansa vuoksi oli vielä joitain vuosia sitten vain tutkimuslaitosten erikoiskalustoa. Nykyisin lämpökamera on mahdollista hankkia venekorjaajankin työkalupakkiin. Lämpökuvauksen eli termografian avulla voidaan havaita pienetkin erot materiaalien pintalämpötiloissa. Lämpötilaerojen avulla voidaan päätellä esimerkiksi vesivahingon tai delaminaation laajuutta rakenteessa.

Tulosten hyödyntäminen

Tutkimuksissa saavutetut tulokset on jaettu suoraan analysoinnin jälkeen aiheita koskevien yhteistyöyritysten tietoon ja kaikkien projektin yhteistyökumppaneiden tietoon puolivuositain järjestetyissä johtoryhmän kokouksissa. Projektitulokset kootaan projektin lopussa loppuraporttiin. Projektin tuloksista kerrotaan myös Finnboat ry:n korjaamopäivillä. Projekti alkoi 1.9.2010 ja päättyi 31.12.2012.

Yhteystiedot

Mikkelin ammattikorkeakoulu

Martti Kempainen

martti.kempainen@mamk.fi

Kymenlaakson ammattikorkeakoulu

Mikko Pitkäaho

mikko.pitkaaho@kyamk.fi

Yrityskumppanit

Veleiro Oy

Leevene Oy

Airisto Marine Oy

Suomen Soodapuhallus Oy

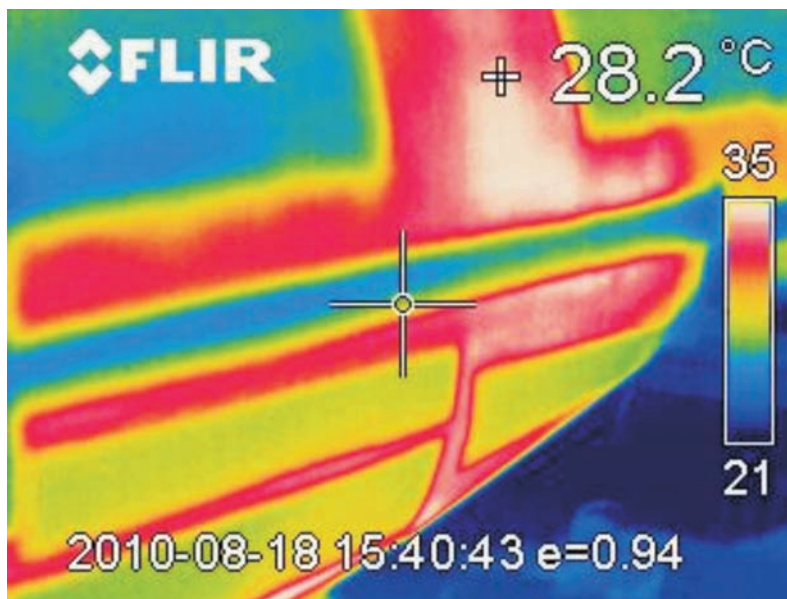
Keskinäinen vakuutusyhtiö Tapiola

Oy Kotka Yacht Store Ltd

Jouko Lindgren Oy

Bang & Bonsomer Oy

Kuva 3. Katamaraanin rungon jäykistepalkistoa lämpökameralla kuvattuna.



Suunnittelu ja tuotekehitys

WAVE – Venealan tuotteiden ja palveluiden visiointi

Veneilyn ja yleisemmin vapaa-ajankäytön sosiaalisten muutostekijöiden ymmärtäminen ja jalostaminen uusiksi tuotteiksi ja palveluiksi nousee tulevaisuudessa entistä tärkeämmäksi menestymisen edellytykseksi. Wave-projektissa tunnistettiin kuluttajakäyttäytymiseen liittyvistä trendeistä keskeisimmät huviveneilyyn vaikuttavat suuntaukset ja kiteytettiin käyttäjiä, markkinoita ja trendejä käsittelevä laaja aineisto suunnittelua ohjaavien työkalujen muotoon.

Aalto-yliopiston taideteollisen korkeakoulun, Länsi-Suomen muotoilukeskus Muovan 'WAVE – venealan palveluiden ja tuotteiden visiointi' -projekti kuuluu Turun ammattikorkeakoulun koordinoimaan hankekokonaisuuteen 'Better products in time – Effective Product Creation Process for Boat Industry'. Tässä tiivistelmässä kuvataan Wave-projektin tuloksia.

Aihepiiri ja soveltaminen

Menestystuotteiden ja -palveluiden kehittäminen ja kaupallistaminen edellyttää yrityksiltä aktiivista toimintaympäristön muutosten ja asiakastarpeiden ennakointia. Yritysten on tunnistettava tuote- ja palvelumahdollisuuksia sekä kehitettävä liiketaloudellisesti kestäviä ratkaisuja tunnistettuihin tarpeisiin. Kansainvälistyvä kilpailuympäristö vaatii entistä innovatiivisempia tuoteratkaisuja yhä nopeammin.

Merkittävimmät venealan tuotteiden kehitystä tulevaisuudessa ohjaavat tekijät nousevat ihmisten arkipäivässä tapahtuvista muutoksista. Nämä muu-

tokset vaikuttavat merkittävästi veneilyn tapoihin ja asiakaskäyttäytymiseen. Yritykset, jotka pystyvät tehokkaimmin hyödyntämään asiakkaiden muuttuvat tarpeet ja toiveet, tulevat menestymään kilpailussa.

Koska veneily kilpailee käyttäjien ajasta muiden vapaa-ajan harrastusten kanssa, tulisi veneilyä tarkastella osana laajempaa kulutuksen ja vapaa-ajan vieton tavoissa tapahtuvien muutokset heijastuvat myös veneilyyn, sen tapoihin ja käytäntöihin. Puhuttaessa ihmisten arkipäivässä tapahtuvista muutoksista, puhutaan yleisesti sosiokulttuurisista trendeistä. Näiden veneilyn ja yleisemmin vapaa-ajankäytön sosiaalisten muutostekijöiden ymmärtäminen ja jalostaminen tuotekehityksen avulla uusiksi tuotteiksi ja palveluiksi nousee tulevaisuudessa entistä tärkeämmäksi menestymisen edellytykseksi.

Wave-projektissa venealan tuotteiden visioinnin tavoitteena on tuottaa uusia vene- ja palvelukonsepteja, jotka konkreettisella tasolla havainnollistavat, millaisia venealan tuotteet ja palvelut

voisivat olla, jos tietyt muutostekijät ovat vallitsevia. Tuotevisiointi helpottaa tuotteiston ja markkinoiden hallintaa ja ennakointia, ja sen avulla on mahdollista löytää uusia tuote- ja liiketoiminta-alueita.

Keskeisimmät tulokset

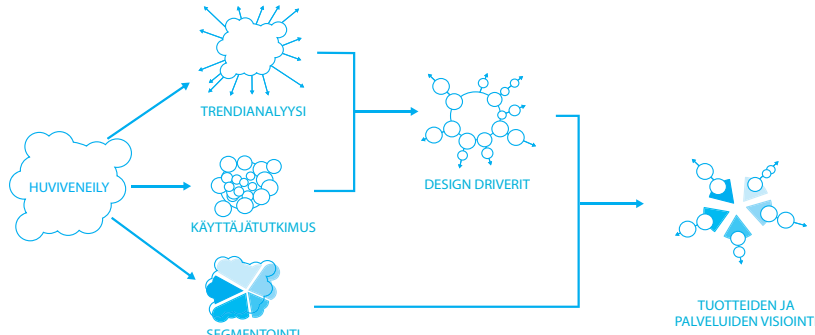
Trendi- ja käyttäjätiedon soveltamiseen kehitettiin **toimintamalli uusien tuotteiden ja palveluiden kehittämiseen**. Toimintamalli kiteyttää vaiheet, joiden kautta käyttäjiltä kerättävä motiiveihin, tarpeisiin ja käyttöön liittyvä informaatio voidaan sitoa trenditietoon. Toimintamalli on esitetty kuvassa 1.

Trendianalyyssissä tunnistettiin vapaa-ajanviettoon ja kuluttajakäyttäytymiseen liittyvistä trendeistä keskeisimmät **huviveneilyyn vaikuttavat trendit**. Nämä trendit korostuivat koska veneily nähtiin osana laajempaa veneilijöiden elämänpiiriä, jossa se kilpailee vapaa-ajasta ja taloudellisista resursseista muiden vapaa-ajanviettotapojen kanssa.

Huviveneilyilmiön ymmärtämiseksi nähtiin tärkeänä selvittää millaisia veneilijäryhmiä suomalaisten moottoriveneilijöiden keskuudesta voidaan tunnistaa. Wave-projektissa **nykyiset huviveneilijät segmentoitiin** veneilyn liittyvien motiivien, asenteiden ja arvostusten perusteella. Segmentoinnin tuloksena huviveneilijät jaettiin viiteen segmenttiin, jotka nimettiin seuraavasti: *veneessä viihtyjät, kalastaen rentoutujat, välimatkaa veneilevät ja veneilylle omistautujat*. Veneilylle



Kuva 1. Toimintamalli uusien tuotteiden ja palveluiden kehittämiseen.



omistautujien segmentti jaettiin vielä kahteen alaryhmään, jotka nimettiin Veneilylle omistautuneiksi edelläkävijöiksi ja Merkkitietoisiksi veneilylle omistautujiksi. Segmentit kuvattiin havainnollisina, segmentin keskeisimmät tekijät kiteyttävänä persoonina, mikä helpottaa tiedon käyttöä tuotteiden ja palveluiden kehittämisessä.

Wave-projektissa kehitettiin tule-

vaisuuden huviveneiden ja niihin liittyvien palveluiden suunnittelua ohjaavia **design driveriteita**. Design driverit kiteyttivät käyttäjiä, markkinoita ja trendejä käsittelevän laajan aineiston suunnittelua ohjaavaan muotoon. Design driverit ja niiden taustalla vaikuttavat veneilyn teemat on koostettu kuvaan 3.

Sosio-kulttuurisiin trendeihin ja käyttäjätietoon pohjautuen konsep-

toitiin useita tuote- ja palveluvisionioita, jotka ilmentävät suomalaisen venealan tuote- ja palvelumahdollisuuksia tulevaisuudessa. Tuote- ja palveluvisioniot konkretisoivat ja kiteyttivät abstraktia trenditietoa sekä laajaa käyttäjätietoaineistoa. Tuote- ja palveluvisioniot on kuvattu eritellysti Länsi-Suomen muotoilukeskus Muovan Wave-projektista julkaisemassa tutkimusraportissa.

Tulosten hyödyntäminen

Wave-projektin tavoitteena on ollut uudistaa veneteollisuutta pitkällä tähtäimellä lisäämällä tuotekehityksen käyttäjä- ja markkinalähtöisyyttä sekä kannustaa yrityksiä pidentämään tuotekehityksen tähtäintä kauemmas tulevaisuuteen. Tähän pyrittiin mm. tarjoamalla venealan yrityksille **työkaluja megatrendien ja käyttäjätiedon integroimiseen tuotekehitykseen**. Wave-projektissa luodussa toimintamallissa korostuvat erityisesti asiakassegmenttien tarkastelu nykyistä analyttisemmin sekä trendi- ja käyttäjätiedon

Kuva 2. Suomalaisen huviveneilijöiden (moottoriveneilijät) segmentit.

VENEILYLLE OMISTAUTUNEET

"Käytän suuren osan vapaa-ajastani veneilyyn ja veneen kanssa puuhasteluun."
 "Olen spontaani ja aktiivinen ihminen, ja tylistyn helposti viikkoiden puuttuessa."
 "Veneeni tulee olla nopea, suorituskykyinen ja sopivan monipuoliseen käyttöön."

EDELLÄKÄVIJÄT

OLEN ENNAKKOLUULOTON TUOTELUUKUNNAN KOKKELIA.
 OLEN MELIPEJOHTAJAA TUTUUSPIIRISSÄNI.
 VENEILYSSÄ TUTUSTUN LUSIIN IHMIISIIN.
 VENEILYSSÄ SAAN RIIPPUMATTOMUUDEN JA ITSENSÄ TOTEUTTAMISEN KOKEMUKSIA.

MERKKITIE TOISET

HALLUAN, ETTÄ VENEENI ON TUNNETUN VALMISTAJAN TEKEMÄ.
 ARVOSTAN IHMISSUUTEITA, JOKSIEN VÄLTTÄMISTÄ, TAKAISTA JA TURVALLISTA ELÄMÄÄ.

VENEISSÄ VIIHTYJÄT

VIETÄMME PALJON AIKAA VENEISSÄ, JOTKIN ARVOSTAMME MIKÄVÄ YÖPÄMISTÄÄ SEKÄ MUKAVUUSVARUSTEITA.
 VENEENI ON OIVA PAIKKA VIETTÄÄ AIKAA PERHEEN KANSSA.
 VENEILYSSÄ MEILLÄ EI OLE KIIRE MINNEKÄÄN.

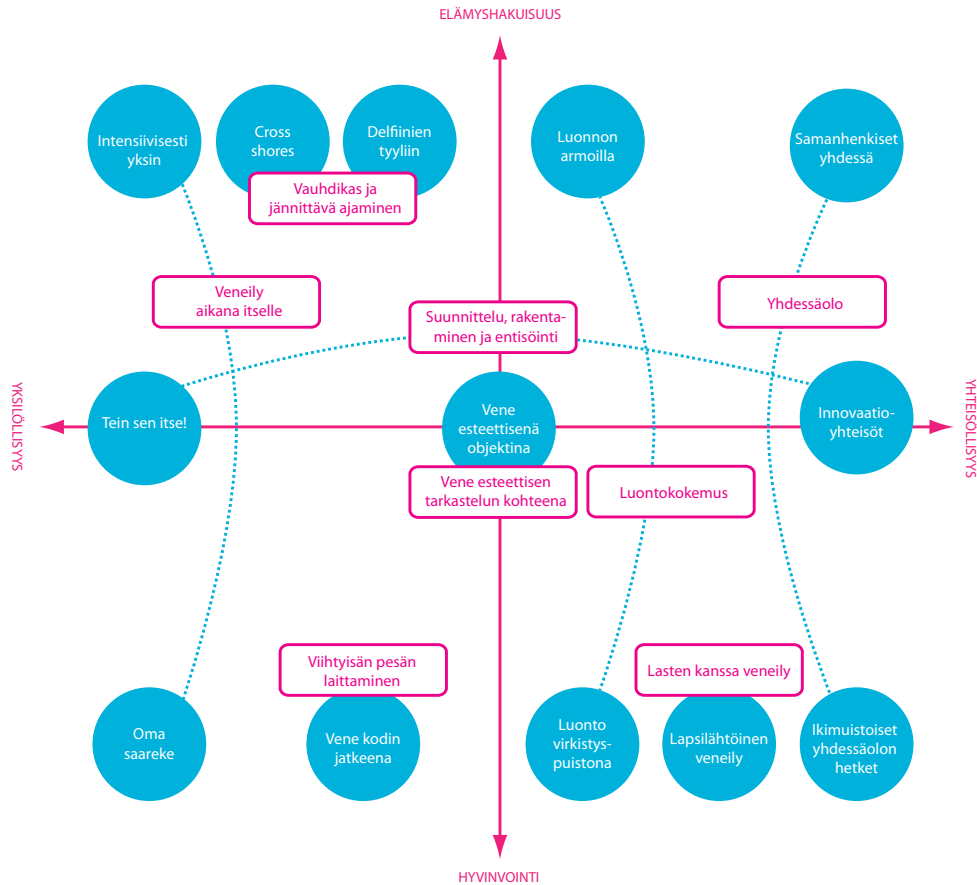
KALASTAEN RENTOUTUJAT

VENE ON OIVA PAIKKA VIETTÄÄ AIKAA YKSIN JA POHTIA MAAILMAN MENOÄ.
 VENE ON VAIN KALASTUKSEN VÄLINE.

VÄLIMATKAA VENEILEVÄT

VENE ON MERELLE LÄHINÄ SIIRTYMISEN VÄLINE.
 VENEILEMME TUTUILLA VESILLÄ.

Kuva 3. Wave-projektin design driverit taustalla vaikuttavine teemoineen.



tuominen osaksi tuotekehitystä. Wave-projektissa tuotettujen työkalun ja mallien avulla venealan yritysten toivotaan saavan eväitä suunnata tuotekehitystään tulevaisuuteen ja markkinalähtöisempään suuntaan. Tavoitteena on, että venealan yritykset soveltaisivat tässä projektissa kehitettyjä työkaluja sekä projektissa tuotettua segmentointi- ja trendiaineistoa. Projektissa luotu trendi- ja käyttäjäinformaation hyödyntämiseen tähtäävä toimintamalli on sovellettavissa venealan ohella myös muilla toimialoilla. Wave-projektin tuloksena tuotettiin osuus Turun ammattikorke-

koulun julkaisemaan venealan yrityksille suunnattuun tuotekehityksen käsikirjaan, joka koostaa yksiin kansiin Better Products in Time -hankekokonaisuuden keskeisimmät tulokset.

Yhteystiedot

Aalto-yliopiston taideteollinen korkeakoulu, Länsi-Suomen muotoilukeskus Muova (www.muova.fi)
 Janne Pekkala
janne.pekkala@aalto.fi
 Sanna Peltonen
sanna.peltonen@aalto.fi

Yrityskumppanit

Oy Marino Ab
 Process Flow Ltd Oy
 Teknologiakeskus Oy Merinova Ab
 Suomen Hopealinja Oy
 Uudenkaupungin Työvene Oy
 Astrum Vene Oy
 Suomen Meripelastusseura ry
 Kuopion matkailupalvelu Oy
 Kewatec Aluboat
 Plastweld
 Venealan Tutkimus- ja Kehittämiskeskus
 VTKK Oy

Open Wave – Avoin innovointi venealalla

Open Wave -projektin avulla pyritään tukemaan yritysten käyttäjä- ja markkinalähtöisyyttä sekä muotoilun ja teknologiaennakoinnin hyödyntämistä tuotekehityksessä. Venealan tulevaisuuden kilpailukyvyyn vahvistaminen edellyttää keinoja ennakoida tulevaisuuden muutossuuntia. Näin yritykset voivat suunnata toimintaansa vastaamaan muutosten tuomiin mahdollisuuksiin ja haasteisiin. Keskeisenä tuloksena on avoimen innovoinnin toimintamalli tulevaisuuden tuote- ja palvelumahdollisuuksien tunnistamiseen venealalla.

‘Open Wave – Avoin innovointi venealalla’ -projekti on Aalto-yliopiston taiteiden ja suunnittelun korkeakoulun Länsi-Suomen muotoilukeskuksen Muovan koordinoima hanke, jonka Muova toteuttaa yhdessä VTT:n kanssa.

Projekti päättyy 31.10.2012 ja tässä esitetään kuvausta tähänastisista tuloksista sekä tulevista toimenpiteistä.

Aihepiiri ja soveltaminen

Open Wave-projektin tavoitteena on tutkia avoimen innovoinnin menetelmiä tulevaisuuden tuote- ja palvelumahdollisuuksien tunnistamisessa venealalla. Projektin avulla pyritään myös tukemaan yritysten käyttäjä- ja markkinalähtöisyyttä sekä muotoilun ja teknologiaennakoinnin hyödyntämistä tuotekehityksessä. Venealan tulevaisuuden kilpailukyvyyn vahvistaminen edellyttää keinoja ennakoida tulevaisuuden muutossuuntia, jotta yritykset voivat suunnata omaa toimintaansa vastaamaan muutosten tuomiin mahdollisuuksiin ja haasteisiin.

Innovaatioiden edellyttämiä osajia tarvitaan yhä useammin myös yritysten ulkopuolelta. Innovaatioiden kehittyminen tapahtuu entistä enemmän epämuodollisissa verkostoissa, joissa on mukana useita yrityksiä, käyttäjiä,

alihankkijoita, asiakkaita tai asiantuntijoita. Avoin innovointi kokoaa yhteen menetelmiä, toimintatapoja ja osaamista jotka avaavat yrityksen ja sen toimintaympäristön rajapintaa.

Venealalle on nähty tarpeelliseksi kehittää avoimen innovoinnin mallia, jossa yhdistetään ennakointityöskentelyä, käyttäjätietoa sekä tuotekonseptoinnin keinoja. Malli kuvaa sekä tiedon keräämisen että sen hyödyntämisen tapoja uusien venealan tuotteiden ja palvelujen kehitystyössä.

Keskeisimmät tulokset

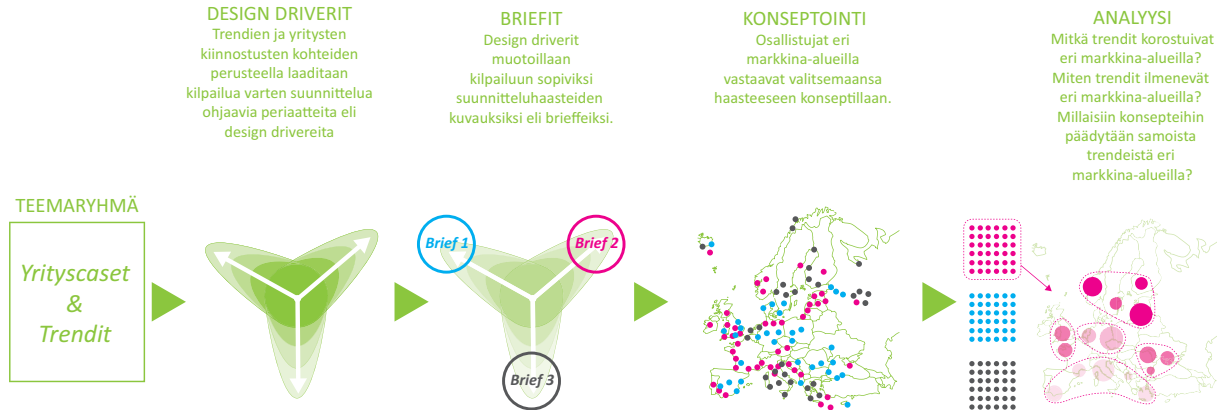
Edelläkävijäveneilijöitä pyrittiin tunnistamaan aktiivisten, veneseurojen jäsenten joukosta. Käyttäjistä juuri edelläkävijäkäyttäjät (lead users) ovat erityisen tärkeä ryhmä, koska heillä on syvällistä tuntemusta ja kiinnostusta aiheesta, ja näin ollen oletettavasti myös kykyä ja halua osallistua alan kehitystyöhön. Edelläkävijäkäyttäjää osallistetaan hankkeessa venealan kehitykseen. Osallistamista pilotoitiin teemaryhmätyöskentelyssä, johon kutsuttiin mukaan sopivan kiinnostuksen kohteen omaavia edelläkävijäveneilijöitä, venetoimialan yritysten edustajia sekä VTT:n teknologia-asiantuntijoita monialaisesti. Teemaryhmät ovat keskeinen foorumi, jossa venealan

toimijat, kuten yritykset, asiantuntijat ja käyttäjät voivat jakaa tietoa, ennakoida ja ideoida ratkaisuja yhteisesti kiinnostavasta aiheesta. Tämän hankkeen puitteissa pilotoitiin kolmea teemaryhmää – vaivaton veneily, elämyksellinen veneily ja ympäristömyötäinen veneily. Kyseiset kolme teemaa on tunnustettu kiinnostaviksi tutkimushankkeen aiemmissa vaiheissa, joissa on tarkasteltu kuluttaja- ja markkinatrendejä sekä veneilyn kannalta relevanttia teknologiakehitystä (mm. energia-, ICT-, materiaali- ja valmistusteknologiat). Työpajan tavoitteena oli erityisesti asiantuntevan palautteen saaminen alustaviin teknologiatiekarttoihin, uusien innovatiivisten ratkaisujen ideoiminen valittujen teemojen osalta sekä venetoimialaa palvelevan teemaryhmätyön pilotointi.

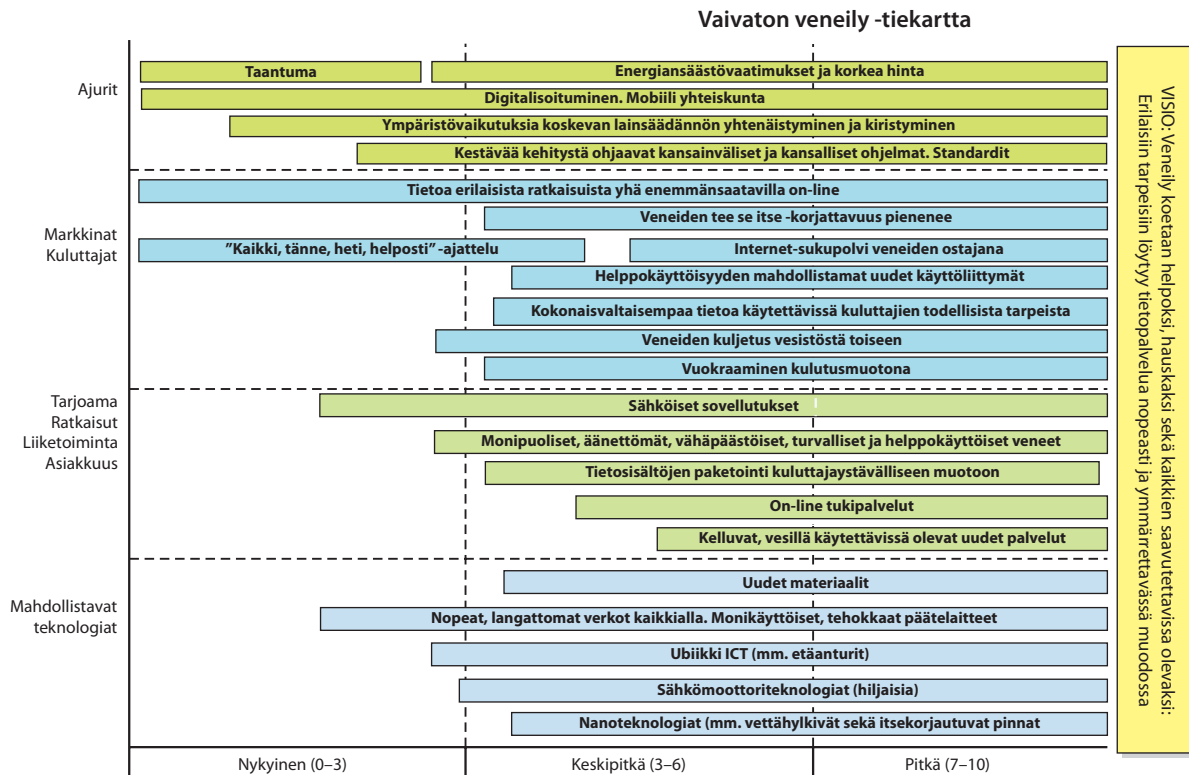
Pohdittaessa venealan tulevaa käyttäjäkuntaa tärkeään asemaan nousevat myös ei-veneilijät. Hankkeessa pyritään selvittämään millaisia tarpeita, toiveita ja ongelmia ei-käyttäjillä on liittyen veneilyyn sekä veneilyalan tuotteisiin ja palveluihin. Tarkoituksena on saada tietoa veneilyn esteistä sekä tulevaisuuden käyttäjän tarpeista ja konseptoinnin keinoin esittää, miten veneilyn esteitä voitaisiin vähentää. Ei-veneilijätietoa on kerätty myös Ruotsista ja Italiasta, ja näin saadaan myös kansainvälistä näkökulmaa ei-veneilyyn. Analyysi ja konseptointi valmistuvat loppuun loppuun mennessä.

Projektissa pilotoitiin myös avoimen periaatteen konseptointimenetelmää, jolla oli kaksi tavoitetta: tuottaa ideoita tuote- ja palvelumahdollisuuksista sekä toimia kansainvälisen trenditiedon keräämisen välineenä. Pilotointi toteutettiin suunnittelukilpailuna, jonka tulokset julkaistiin tammikuussa 2012. Alustavat tulokset osoittavat, että avoi-

Kuva 1. Vaivaton veneily -hankkeessa tuotettu alustava teknologiatiekartta.



Kuva 2. Avoimen periaatteen konseptointimenetelmä trenditiedon tuottamisen keinona.



mella konseptointimenetelmällä voidaan tuottaa relevantteja ideoita venealan tuotemahdollisuuksista. Kilpailun tehtävänantoa suuntaamalla voidaan tarkentaa konseptoinnin fokusta. Avoin konseptointimenetelmä on toistettavissa koko venealan, teemaryhmän tai yksittäisen yrityksen toimeksiannosta.

Veneilyalan yritykselle suunnattavassa kyselyssä selvitetään avoimen innovoinnin nyky- ja tavoitetilaa yrityksissä, sekä millaisia haasteita ja mahdollisuuksia avoimen innovoinnin toimintatavoissa nähdään. Lisäksi selvitetään yritysten kiinnostusta osallistua yhteisesti venealan kehittämiseen. Kysely toteutetaan kevään 2012 kuluessa.

Projektin keskeisenä tuloksena on avoimen innovoinnin toimintamalli tulevaisuuden tuote- ja palvelumahdollisuuksien tunnistamiseen veneilyalalla. Toimintamallissa yhdistyvät muotoilun, erityisesti konseptisuunnittelun, sekä markkinoinnin ja teknologiaennakoinnin näkökulmat.

Tulosten hyödyntäminen

Open Wave -projektin tavoitteena on ollut vahvistaa venealan tulevaisuuden kilpailukykyä tarjoamalla keinoja tulevaisuuden tuote- ja palvelumahdollisuuksien tunnistamiseen avoimen innovoinnin keinoin. Tähän pyritään kehittämällä venealalle tarpeisiin soveltuva avoimen innovoinnin toimintamalli sekä pilotoimalla menetelmiä käyttäjä- ja ennakoititiedon tuottamiseen ja hyödyntämiseen sekä tuote- ja palvelumahdollisuuksien tunnistamiseen.

Tavoitteena on, että venealan toimijat hyödyntäisivät tässä projektissa kehitteillä olevaa avoimen innovoinnin toimintamallia. Hyödyntämällä projektissa toteutettuja teknologiakatsauksia

ja tiekarttoja sekä kuvauksia tulevaisuuden veneilijöistä ja tuote- ja palvelumahdollisuuksista, yritykset voivat kehitystyössään ennakoida tulevaisuuden mahdollisuuksia ja uhkia.

Yhteystiedot

Aalto-korkeakoulusäätiön
Länsi-Suomen muotoilukeskus Muova
Annika Hissa
annika.hissa@aalto.fi
www.muova.fi
Janne Pekkala
janne.pekkala@aalto.fi

Minna Jakobsson
minna.jakobsson@aalto.fi

VTT
Annele Eerola
annele.eerola@vtt.fi

Yrityskumppanit

Venealan Keskusliitto Finnboat ry
Marino Oy
Hydrolink Oy
Marinetek Oy
Vmax Oy
Merinova Oy

TULVA – Tulevaisuuden veneala

Kymenlaakson AMK:n hankkeessa tutkittiin uusia tuulia venealalle uusien venekonseptien ja uusien veneilytapojen ennustamisen kautta. Tutkimusaiheita ovat olleet konkreettisesti uudet venekonseptit, kerroslevyrakenteet, sisustusratkaisut ja valmistettavuuteen liittyvät muottiratkaisut sekä robotiikan hyödyntäminen. Aistiergonomisessa suunnittelussa huomioidaan visuaalisen ulkonäön lisäksi muutkin aistit.

Veneiden valmistus on muuttunut radikaalisti viime vuosina. Se teollistuu ja perinteiset veneveistämöt muuttuvat tuotantolinjoiksi. Käytössä olevat tuotantomenetelmät ovat kuitenkin edelleen pitkälti käsityövaltaisia. Tuotantomenetelmien kehittämisen, suunnittelun ja materiaalivalintojen kautta pyritään löytämään uusia ratkaisuja, joilla saavutetaan parempi ja tasaisempi laatu entistä kustannustehokkaammin. Uusilla ratkaisuilla voidaan parantaa merkittävästi myös valmistuksen aikaisia työoloja ja saavuttaa edistystä valmiiden tuotteiden koko elinkaaren ympäristövaikutusten kannalta.

Veneiden suunnittelu ei ole vain runkolinjojen piirtämistä. Nykyaikainen

venesuunnittelu on monimutkainen prosessi, jossa yhdistyy monien eri alojen osaamista. Vene on teknisesti ja rakenteellisesti vaativa kokonaisuus. Uudet materiaalit, valmistusmenetelmät ja laitteistot mahdollistavat entistä suorituskykyisempien ja monipuolisempien veneiden toteuttamisen. Toisaalta muotoilusta on tullut vähintään yhtä merkittävä osa venesuunnittelua ja jopa teknistä suorituskykyä merkittävämpi kilpailutekijä.

Veneily muuttuu. Tulevaisuudessa ei välttämättä arvosteta samoja asioita kuin nyt. Asiakasryhmät muuttuvat ja harrastuksen pariin tulee yhä enemmän veneilijöitä, joilla ei ole aiempaa veneilykokemusta. On tärkeää tietää, mitä asiakkaat haluavat, mutta myös

rohkeasti visioida uusia konsepteja, joita asiakas ei vielä edes osaa haluta. Markkinatilannetta muuttavia tekijöitä voivat olla myös ilmastonmuutos, kulttuurilliset, kulutus- ja vapaa-ajan tottumuksien muutokset. Hyvä esimerkki tulevaisuuden visiosta, joka tavoittaa uuden asiakasryhmän perinteisten veneilijöiden lisäksi, ovat asuttavat veneet, asuntolaivat ja kelluvat asunnot.

Tuote toimii ja näyttää hyvältä, kaikki kunnossa?

Seuraava askel on **aistiergonomia**. Aistiergonomisessa suunnittelussa siirrytään vielä askel eteenpäin ja huomioidaan visuaalisen ulkonäön lisäksi muutkin aistit (haju, maku, kuulo, tunto ja sisäaistimus). Hankkeessa avataan aistiergonomisen suunnittelun käsitettä venesuunnittelun kannalta. Kokonaisvaltaisen erilaisia osajia sisältävän suunnittelun koordinoiminen on vaativa prosessi, jotta kaikki suunnittelun osa-alueet tulevat tasapainoisesti huomioiduksi.

Keskeiset tulokset

Tutkimuksen pääpaino oli yritysten kautta tulleiden osaprojektien tekeminen, omien konseptien luominen ja materiaali- ja valmistusmenetelmätutkimus lujitemuovisten komposiittirakenteiden osalta. Aiheet ovat liikkuneet muotoiluun ja valmistustekniikan välillä ja rakennelaskennasta ja uusien rakenteiden konseptointiin. Aiheita ovat olleet konkreettisesti uudet venekonseptit, kerroslevyrakenteet, sisustusratkaisut ja valmistettavuuteen liittyvät muottiratkaisut ja robotiikan hyödyntäminen.

Hankkeessa tutkittiin uusia tuulia venealalle uusien venekonseptien ja uusien veneilytapojen ennustamisen



Kuva 1. Asuttavan Evoya 80 -konseptiveneen salongin mallinnus.

kautta. Pohjana ennustuksille toimivat keskustelut alan toimijoiden kanssa sekä muiden toimialojen visiot tulevaisuuden näkymistä, unohtamatta tämän hetken trendejä ja megatrendejä. Samanaikaisesti tutkittiin komposiittimateriaaleja ja niiden valmistustekniikoita. Perusajatuksiksi otettiin "low price – high tech" eli tutkittiin edullisia tapoja hyödyntää uutta tekniikkaa mm. protokappaleita valmistettaessa. Lisäksi tutkittiin, kuinka robotiikkaa voitaisiin hyödyntää lujitemuovituotannossa. Vaihe jäi osittain kesken, koska aikataulu ei enää riittänyt uusimman ohjelmiston tutustumiseen ja testaukseen.

Tuotekehitystä ja -konseptointia ohjasivat tällä hetkellä pinnalla olevat trendit/ megatrendit, joiden vaikutusta arvioitiin venealalle. Venealaa eniten ohjaavat trendit lähitulevaisuudessa tulevat olemaan veneiden käytön aikainen energian kulutus sekä talous- että ympäristönäkökohdista. Toinen merkittävä tekijä on ajallinen resurssi, joka tulee pääsääntöisesti vähenemään. Tästä voidaan päätellä, että tietyt veneilyryhmät eivät halua käyttää aikaansa siirtymisiin paikasta toiseen, vaan haluavat olla perillä heti, kun saapuvat veneelle eli meidän käyttämämme termi "laituriveneily" tulee tulevaisuudessa

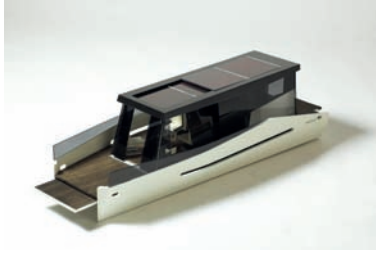
hyvinkin todennäköisesti lisääntymään. Projektin aikana onkin noussut yksi iso kysymys esiin, onko asuntoveneily tulevaisuudessa myös Suomessa merkittävä bisnes?

Veneenvalmistus on muuttunut melko paljon viimevuosikymmeninä. Suurimmat muutokset liittyvät suunnitteluun, teolliseen sarjatuotantoon ja veneiden teknisten järjestelmien lisääntymiseen ja monimutkaistumiseen. Veneenvalmistus on hyvin erilaista riippuen sekä valmistusmateriaaleista että tuotantomääristä.

Projektissa tutkittiin osaltaan myös aistiergonomia käsitettä ja pyrittiin luomaan määritelmä, mitä kyseinen termi tarkoittaa sekä yleisesti että venealan tuotteissa. Päädyttiin seuraavanlaiseen määritelmään aistiergonomia käsitteestä:

"Aistiergonomia on ympäristöämme aistien kautta suodattavaa tietoa ja vuorovaikutusta, jonka tutkimisen sekä tulkinnan kautta voidaan minimoida ja kontrolloida haitallisia stressitekijöitä, parantaa turvallisuutta ja viihtyvyyttä sekä parhaimmillaan edistää hyvinvointia." Johanna Kauppinen tiivistämä määritelmä, Merimuseon Tulevaisuuden vene-seminariaineistosta.

Kuva 2. Uusille potentiaalisille veneilijäryhmille kehitettyjä konsepteja.



Vikunja 40 -konsepti
Hans-Tobias Shicktzanz
Tom Mudra

Asuntoveneily/laituriveneily ovat olleet teemoina uusia konsepteja suunniteltaessa ja ideoitaessa. Aistiergonomiamääritelmää hyödynnettiin myös venekonsepteja tehtäessä. Teimme kolme erilaista konseptia, jossa konsepteja kehiteltiin uusille potentiaalisille veneilijäryhmille.

Ensimmäinen Vikunja 40 -konsepti perustuu ajanviettoon päiväretkien merkeissä veden äärellä. Konseptissa lähdettiin liikkeelle helppokulkuisuuden ja tilan avaruuden näkökulmasta yhdistettynä taloudelliseen liikkumiseen paikasta toiseen. Konseptissa hyödynnetään osittain aurinkoenergiaa tuottamaan sähköä veneeseen. Runkoratkaisussa päädyttiin katamaraanirunkoiseen alustyyppiin, joka rakennetaan lauttatyyppiseksi. Kannelle voidaan täten käyttötarkoitusta muuttamalla modifoida tarpeen mukainen hyttirakennelma. Alus sopii myös charterkäyttöön.

Toisessa Skovel 27 -konseptissa lähdettiin liikkeelle myös ajanvietosta ja hauskanpidosta veden äärellä. Alustyyppi on osittain suunniteltu tukialustyyppiseksi ratkaisuksi, jolloin mukaan voidaan ottaa vaikkapa vesileluja, kuten vesijetti, vesihiihtovälineet ja auringonottovälineet.



Skovel 27 -konsepti
Pasi Korhonen
Ari Haapanen

Muutoin veneen sisätilat ovat suunniteltu sellaiseksi, että siellä voidaan tilapäisesti viettää aikaa esim. elokuvan parissa sadekuuron aikana ja yöpyä satunnaisesti.

Kolmannessa Evoya 80 -konseptissa lähdettiin liikkeelle teknisestä näkökulmasta, jossa kartoitettiin mahdollisuuksia rakentaa vene, joka pystyy tietyllä nopeusalueella toimimaan täysin omavaraisesti aurinkoenergiaa hyödyntäen. Toinen näkemys oli myös se, että veneessä huomioitiin ekologisuutta kaikilla muillakin osa-alueilla, esimerkiksi jätevesien ja jätteiden käsittely sekä kompostointi. Veneeseen sijoitettiin vielä oma kasvihuone vihanneksien ja hedelmien kasvattamiseksi.

Omien konseptien lisäksi tehtiin yhteistyötä hankkeeseen osallistuneiden yritysten kanssa, joille ideoitiin myös uusia venekonsepteja, sisustusratkaisuja, materiaali- ja valmistustekimusta. Yritysprojekteihin liittyi aina venealan ja muotoilun opiskelijoiden opinnäytetyö tai muu opintoihin liittynyt syventävä harjoitustyö.

Lisää hankkeen tuloksista voi lukea Ari Haapasen ylemmän amk-tutkinnon opinnäytetyöstä. <https://publications.theseus.fi/handle/10024/33449>



Evoya 80 -konsepti
Pasi Korhonen
Ari Haapanen

Tulosten hyödyntäminen

Hankkeen tuloksia hyödynnetään suoraan mukana olleiden yritysten toiminnassa, Kymenlaakson ammattikorkeakoulun opetustoiminnassa ja muilta osin herättämään keskustelua venealan tulevaisuuden näkymistä. Saavutettua tuloksia tullaan jatkossa hyödyntämään aihealueeseen liittyvissä hankkeissa.

Hanke auttaa venealan kehittäjiä tarkastelemaan tuotteitaan ja uusia ideoita laaja-alaisemmin huomioiden tulevaisuuden tuomat haasteet ja mahdollisuudet alalle. Esimerkkinä on ympäristönäköt huomioiden, käytön aikainen energiatalous, muotoilu ja viihtyvyys.

Lisätietoja

Kymenlaakson ammattikorkeakoulu
Ari Haapanen
ari.haapanen@kyamk.fi

Yrityskumppanit

Bella-Veneet Oy
BHB marine Oy
Finn Gulf Yachts Oy
KajakSport Oy
Lummelautta Oy
Kevra Oy
Khimaira Oy
Red Sky Oy

Better Products In Time – Prosessi venealan yritysten tuotekehitykseen

Oikein määritellyt tuotteet ovat yrityksen menestymisen edellytys. Oikein määriteltyjen tuotteiden takana on ymmärrys asiakkaan tarpeista ja systemaattinen, strategialähtöinen ja dokumentoitu tuotekehitysprosessi. Harvalle venealan yrityksellä on tehtynä tämä tuotekehitysprosessin kuvaus. Ilman prosessin kuvausta yrityksessä otetaan merkittäviä riskejä ja ajaututaan systemaattisuuden ja strategialähtöisyyden sijasta ad hoc -perusteiseen tulipalojen sammuttamiseen sekä tunnepohjaiseen päätösten tekoon. BPIT-projektissa on kuvattu venealan tuotekehitysprosessi yrityksille soveltuvalla tavalla. Projektin tuloksena on käsikirjamainen ja helppokäyttöinen venealan tuotekehityksen etenemismalli, jota voidaan soveltaa yrityksissä.

Aihepiiri ja soveltaminen

Projektissa kuvattu tuotekehitysprosessimalli perustuu yleisiin tunnettuihin liiketoiminta- ja prosessikehitysmalleihin. Prosessikuvauksen perustana on ns. Cooperin porttimalli sekä simultaanisuunnittelu (rinnakkaissuunnittelu). Porttimallin mukaan edetään vaiheesta toiseen siten, että portin läpi päästäkseen työn on oltava niin valmis, että takaisin ei tarvitse palata. Simultaanisunnittelun mukaan tuotekehityksessä otetaan mukaan kaikki tarvittavat yrityksen toiminnot (markkinointi, suunnittelu, tuotanto, hankinta jne.), ja varmistetaan tuotteen soveltuvuus kaikista näkökulmista. Porttimallilla ja simultaanisuunnittelulla virtaviivaistetaan tuotekehitysprosessia, varmistetaan aikataulun pitävyys sekä kokonaisuuden optimointi osaoptimoinnin sijaan. Prosessin kuvaus toimii toimintatavan visualisoimisena, jolloin yhtenäinen ja tehokas toimintatapa varmistetaan kaikilla tasoilla ja kaikissa tuotekehitysprojeekteissa.

Tuloksena syntyvän käsikirjamaisen julkaisun tarkoituksena ei ole toi-

mia kaikkea huomioonottavana prosessimallina, joka toimii jokaisessa yrityksessä, vaan antaa runko ja esimerkkejä yritysten omille prosessimalleille. Julkaisun materiaali perustuu yleisesti hyväksytyjen ja toimiviksi todettujen teorioiden ja mallien hyödyntämiseen venealalla. Tarkoituksena on laajentaa venealan yritysten näkökulmaa tuotekehityksestä ja esittämään usein vaikeina ja abstrakteina pidettyjä asioita selkeästi ja yksinkertaisesti ja lukijalle tutussa kontekstissa.

Keskeisimmät tulokset

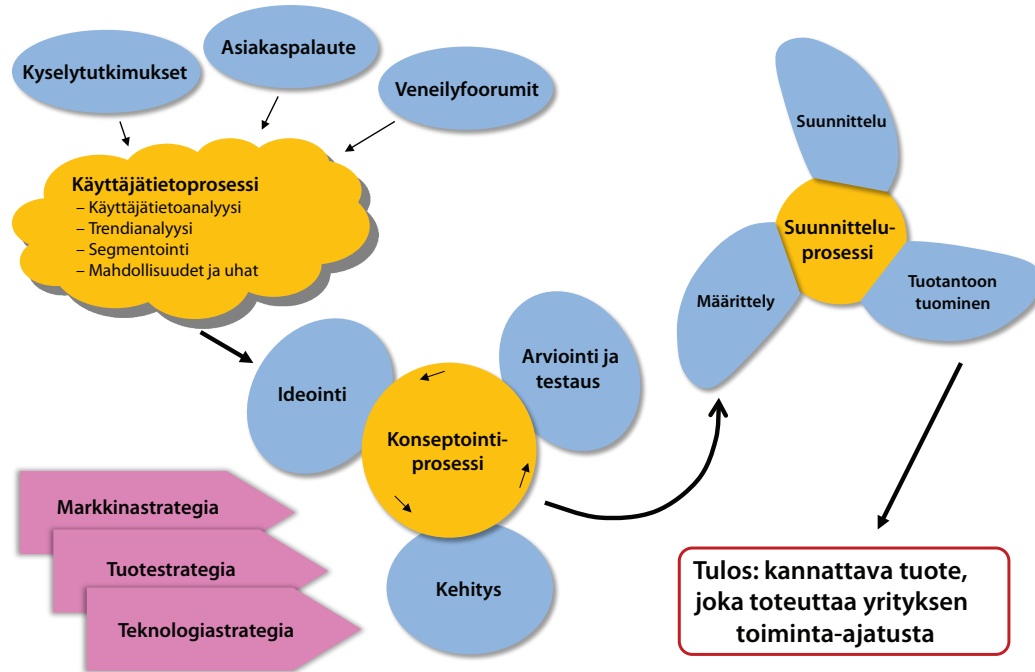
Kuvassa 1 prosessimalli on kuvattuna päätasoiltaan. Mallissa edetään käyttäjätietoprosessista konseptointi- ja suunnitteluprosessiin siten, että pääprosessista ei siirrytä enää edelliseen prosessiin. Pääprosessit itsessään voivat olla iteratiivisia, kuten konseptointiprosessi, tai porttimallilla toimivia, kuten suunnitteluprosessi. Tuotekehitysprosessia ohjaavat yrityksen eri strategiat. Yritysten menestys riippuu ratkaisevasti yritysten tuotteiden asiakassuosioista. Tästä joh-

tuen kolmesta mainitusta funktionaalisesta strategiasta voidaan ohjaavana pitää markkinastrategiaa. Markkinastrategia pitää kuitenkin olla johdettu yrityksen kilpailustrategiasta, ja sen pitää olla tarkoin määritetty. Tähän määrittelyyn voidaan käyttää order qualifier ja order winner -analyysia. Tällöin yritys selvittää haluttujen markkinoiden asiakastarpeet ja analysoi asiakkaiden arvot sekä selvittää, millä tuotteilla ja tekijöillä yritys voittaa markkinoita.

Käyttäjätietoprosessiosuudessa tutustutetaan lukija asiakkaiden segmentointiin, trendianalyysiin sekä käyttäjätiedon keräämiseen ja hyödyntämiseen. Osuudessa esitetään esimerkkinä hankkeessa tehty tutkimus huviveneilystä sen trendeistä sekä veneilijöiden segmenteistä. Konseptointiprosessiosuudessa käydään läpi konseptoinnin vaiheet: ideointi, kehitys sekä arviointi ja testaus. Osuudessa annetaan esimerkkejä ja esitellään muun muassa ideointi- ja arviointityökaluja. Suunnitteluprosessiosuudessa käydään läpi venesuunnittelun määrittelemistä, varsinaista suunnittelua sekä tuotteen tuotantoon tuomista. Osuudessa esitetään esimerkkejä ja esitellään toiminnan työkaluja. Prosessimalli antaa kuvan koko tuotekehitysprosessista asiakastarpeen ymmärtämisestä ja markkinoiden valitsemisesta aina tuotteen tuotantoon tuomiseen ja testaukseen asti. Tämän lisäksi julkaisussa käsitellään esimerkinomaisesti myös tuotannon järjestelyjä ja eräitä tuotantotekniikoita, kuten rotaatiovalua ja alumiinin hitsausta.

Julkaisun alussa käydään askel askeleelta läpi koko prosessi ja jokainen askel on esitetty omana tehtävänään. Tämä osuus julkaisusta toimii navigointikarttana, ja julkaisun hyödyntäjät voivat nopeasti tarkastella itseään kiin-

Kuva 1. Prosessimallin päätasot.



nostavia asioita. Jokaisesta askeleesta on myös viittaukset julkaisun vastavaan kirjalliseen osuuteen, josta löytyy esimerkkejä ja taustatietoa kyseisestä askeleesta. Tarkoituksena on mahdollistaa projektin tulosten hyödyntäminen helposti ja nopeasti, mutta tarjota myös mahdollisuus tutustua syvemmin tutkimusten tuloksiin. Rakenteella parannetaan julkaisun käytettävyyttä yrittäjien tarpeita ajatellen.

Tulosten hyödyntäminen

Yrityksissä ja tutkimuslaitoksissa tehtävät ponnistelut valuvat hukkaan, mikäli toiminnalla ei ole selkeitä suuntaviivoja ja systemaattisuutta. Useat hienot ja suurella ammattitaidolla tehdyt tutkimukset ja tuotekehitysprojektit eivät saavuta yritykselle kilpailuetua, mikäli toimilla ei

ole vastattu johonkin näkyvään tai piilevään asiakastarpeeseen. Kehitystoimissa hukataan yritysten resursseja, mikäli tehdään vääriä toimia tai toimet tehdään tehottomasti. Projektin tuloksia voivat hyödyntää kaikki venealan yritykset, oppilaitokset tai muut toimijat, jotka haluavat kehittää tuotekehitysprosessiaan tai saada uusia näkökulmia tuotekehitykseen. Tämän lisäksi tuloksia voidaan hyödyntää muun muassa veneilijöiden segmentoinnissa, esimerkiksi veneiden jälleenmyyjien keskuudessa.

Lisätietoja

Turun ammattikorkeakoulu
Jussi Riihiranta
jussi.riihiranta@turkuamk.fi

Länsi-Suomen Muotoilukeskus MUOVA
Annika Hissa
Annika.hissa@aalto.fi

Vaasan yliopisto
Petri Helo
petri.helo@uwasa.fi

Yrityskumppanit

Oy Marino Ab
Process Flow Ltd Oy
Teknologiakeskus Oy Merinova Ab
Suomen Hopealinja Oy
Uudenkaupungin Työvene Oy
Astrum Vene Oy
Suomen Meripelastusseura ry
Kuopion matkailupalvelu Oy
Kewatec Aluboot Oy
Plastweld Oy
Venealan Tutkimus- ja Kehittämiskeskus
VTKK Oy

Hiljaiset veneet – moottoriveneiden ohjaamomelun hallinta

Ohjaamon hiljaisuus on noussut yhä tärkeämmäksi kilpailutekijäksi moottoriveneissä. VTT:n ja Kuopion yliopiston tutkimusprojektissa selvitettiin 6–14 m pituisten sisäperämoottorilla varustettujen veneiden ohjaamomelun syntyä ja siirtotiemekanismeja. Melutason lisäksi tutkittiin ohjaamomelun luonnetta ja siihen vaikuttavia tekijöitä. Työssä selvitettiin erityisesti, millaisiin tuloksiin ohjaamomelun tason ja häiritsevien piirteiden vähentämisessä päästään nopeasti ja helposti toteutettavilla toimenpiteillä.

Aihepiiri ja soveltaminen

Hiljaiset veneet (HILVE) -tutkimusprojektin yleistavoitteena oli kehittää Suomessa valmistettavien veneiden ohjaamoäänien hallintaa alentamalla veneiden ohjaamoon syntyvän melun tasoa, ja tekemällä ohjaamon ääniympäristö miellyttävämmäksi ja vähemmän häiritseväksi. Kohteina olivat sul-

jettavalla ohjaamolla varustetut, 6–14 metriä pitkät sisäperämoottorilliset liukuvat veneet.

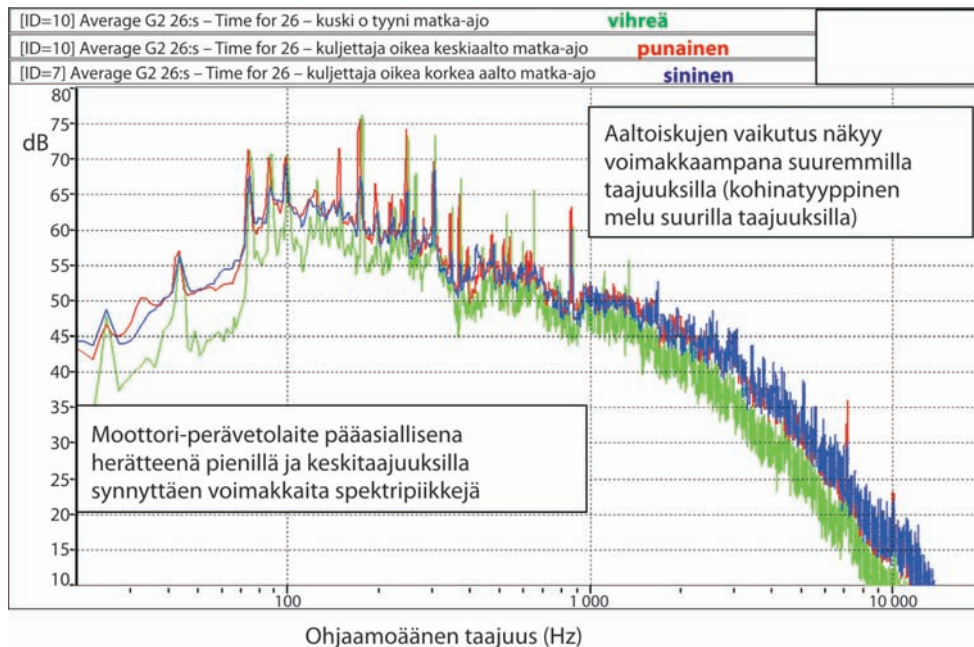
Hankkeessa mukana olleiden veneveistämöiden valitsemien referenssiveneiden ohjaamo- ja matkustamotilojen melutasot, äänenlaatu ja puheen ymmärrettävyys analysoitiin eri ajonopeuksilla ja aallonkorkeuksilla.

Ohjaamomelun lähteenä toimivista herätetekonaisuuksista (moottori, perävetolaitteen vaihteet ja potkurit) tehtiin yksityiskohtainen analyysi. Lisäksi niitä verrattiin tärkeimmissä ajotilanteissa sekä keskenään että muihin herätteisiin, lähinnä aaltoiskuihin. Yhden venetyypin matkustamotiloista laadittiin akustinen malli, jonka avulla laskettiin ohjaamon ominaistaajuudet sekä äänenvaimennusmateriaalien ja pintojen värähtelyn vaikutus ohjaamomeluun pienillä taajuuksilla.

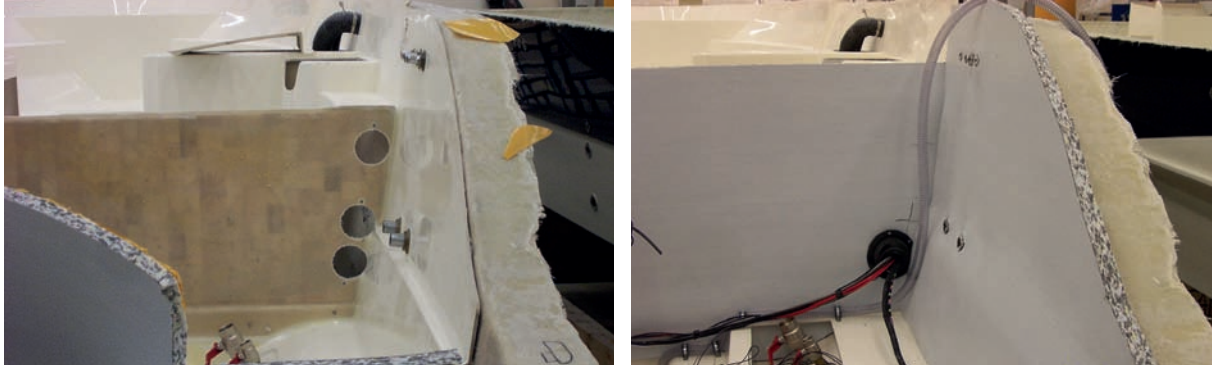
Keskeisimmät tulokset

Tutkittujen referenssiveneiden melutasot vaihtelivat melko paljon. Meluisimmissa veneissä A-painotettu ohjaamomelu oli luokkaa 85 dB ja hiljaisimmissa yli 10 dB vähemmän. Myös ohjaamoäänien häiritsevyys vaihteli paljon. Häiritse-

Kuva 1. Esimerkki mittaustuloksista – aallokon vaikutus meluun: A-painotettu kapeakaistainen spektri erään veneen ohjaamossa.



Kuva 2. Läpivientien keskittäminen helpottaa tiivistämistä.



vyysindeksi oli hiljaisimmissa veneissä puolet meluisimpien veneiden indeksistä. Sama koski normaalilla puheen voimakkuudella käytävän keskustelun ymmärrettävyyttä. Meluisimmassa veneessä keskustelu normaalilla puheen voimakkuudella oli käytännössä mahdotonta; hiljaisimmassa veneessä puheen ymmärrettävyys oli jo lähtötilanteessa tyydyttävällä tasolla.

Nopeasti toteutettavia meluntorjuntatoimenpiteitä tehtiin kahdelle eri venetyypille, joista toisessa tosin oli referenssiveneettä pienempitehoinen moottori. Veneiden melutasoa saatiin pudotettua parhaimmillaan runsaat 5 dB koteloimalla moottori akustiseen koteloon. Myös yksittäisen venetyypin ohjaamoäänen häiritsevyyttä onnistuttiin vähentämään parhaimmillaan kolmanneksella ja puheen ymmärrettävyyttä parantamaan heikokosta välttäväksi.

Lisäksi kevään 2009 aikana VTT teutti veneissä käytettävien lujitemuovisten sandwich-paneelien värähtelynvaimennuksen ja ääneneristävyyden testisarjan. Testien avulla arvioitiin Bella-Veneet Oy:n toimittamien paneelien sekä hankkeen ulkopuolisten

materiaalitoimittajien (Meluton Oy ja Oy Noisetek Ab) toimittamien meluntorjuntamateriaalien käyttökelpoisuutta ja tehokkuutta.

Tulosten hyödyntäminen

Tutkimushankkeessa julkaistun raportin (Nykänen, H., Lankila, A., Keinänen, J., Simonaho, S-P: Hiljaiset veneet; Yhteenveto ja johtopäätökset. VTT Tiedotteita 2516, VTT 2009) lopussa on esitetty tiivistetyt toimenpide-ehdotukset veneiden meluntorjuntaan sekä ilma- että runkoäänen osalta. Tulokset ovat kaikkien hytillisiä, liukuvia moottoriveneitä valmistavien tahojen hyödynnettävissä.

Tutkimusprojektin yritysosallistajat ovat tämän lisäksi saaneet yksityiskohtaista tietoa referenssiveneidensä melu- ja värähtelyherätteistä ja siirtoteistä sekä niiden merkittävyydestä ohjaamomelun lähteenä, tietoa referenssiveneiden ohjaamomelun tasoista ja melun häiritsevistä piirteistä. Lisäksi he ovat saaneet ymmärryksen referenssiveneissä käytettyjen meluntorjuntakeinojen toimivuudesta, sekä välittömästi toteutettavia toimenpiteitä ohjaamo-

melutason alentamiseksi ja häiritsevien meluominaisuuksien poistamiseksi. Yritykset voivat hyödyntää projektin pidemmän tähtäimen suunnitelmia veneiden ohjaamomelutasojen alentamiseksi ja ohjaamoiden äänen laadullisten ominaisuuksien parantamiseksi.

Lisätietoja

VTT

Hannu Nykänen

hannu.nykanen@vtt.fi

Kuopion yliopisto

Simo-Pekka Simonaho

simo-pekka.simonaho@uku.fi

Yrityskumppanit

Bella-Veneet Oy

Oy Botnia Marin Ab

Tristan Boats Oy

Volvo Penta Finland Ab

Veneen peräpeiliin kohdistuvat kuormat

Valtaosa Suomessa valmistettavista moottoriveneistä varustetaan perämoottorilla. Perämoottorin koko työntövoima ja hitausvoimat kohdistuvat veneen peräpeiliin. Moottorikoon jatkuvasti kasvaessa ei vanha kokemusperäinen tieto riittävän kestävästä rakennustavasta enää riitä. Peräpeili-projektissa mitattiin veneen peräpeiliin kohdistuvia maksimikuormia täysmittakaavakokeiden avulla ja luotiin menetelmä kuormien ennustamiseksi.

Aihepiiri ja soveltaminen

Perämoottoriveneiden peräpeili on lujuuskriittinen osa, johon kohdistuu huomattavia rasituksia erityisesti aallokkoajossa. Markkinoille on tullut jatkuvasti uusia, suurempia perämootteoreita, jotka korvaavat sisä- ja sisäperämootteoreita melko suurissakin veneissä. Tällä hetkellä suurin yhden perämoottorin teho on 350 hv (257 kW). Peräpeiliin kohdistuvien kuormien tuntemus on kuitenkin edelleen matalalla tasolla. Vanha kokemusperäinen tieto riittävän kestävästä rakennustavasta ei enää riitä. Mitoitusmenetelmät, kuten standardin ISO 12215-6 kaavat, ovat liian karkealla tasolla, eivätkä niiden pätevyysalueet kata nykyisiä moottoritehoja. Tämä vaikeuttaa paino-, lujuus- ja tuotanto-

optimoitujen veneiden suunnittelua ja aiheuttaa usein ongelmia uusissa venetyypeissä.

VTT:n tutkimusprojektissa kehitettiin mittausjärjestelmä, jolla perämoottorin aiheuttama kuorma voidaan mitata. Tämän jälkeen tehtiin täysmittakaavakokeita käyttäen kokeellinen tutkimus eri parametrien vaikutuksesta peräpeiliin kohdistuviin maksimikuormiin.

Työssä saadut tulokset soveltuvat tyypillisten yksirunkoisten, liukuvien perämoottoriveneiden rakennesuunnittelun lähtötiedoksi, kun asennettava perämoottori on teholtaan n. 50–260 kW (70–350 hv). Työssä ei ole analysoitu rakenteen jännityksiä eikä otettu kantaa eri veneiden peräpeili- tai jäykisteraken-

teisiin ja materiaaleihin, vaan keskitytty kuormien määrittämiseen.

Peräpeiliin kohdistuva suurin rasitus arvioitiin ensin puhtaasti laskennallisesti. Peräpeilivoiman oletettiin muodostuvan propulsiovoiman ja perämoottorin kiihtyvyyksistä johtuvien massavoimien yhteisvaikutuksesta. Tällöin oletettiin seuraava tapahtumasarja: Vene ajaa suurella nopeudella aallokossa hyppien aallonharjalta toiselle, jolloin potkuri saa hypyn aikana ilmaa ja koneen kierrosluku ryntää rajoittimeen saakka. Hypystä alustulossa potkuri saa otteen vedestä huippukierroksin laskennallisella maksimiyönöllään. Veneeseen ja perämoottoriin kohdistuu samanaikaisesti aallokon aiheuttama pystykiihtyvyys, jonka huippuarvoja perämoottorin joustava kiinnitys olkaimiinsa osin vaimentaa. Propulsiovoiman maksimi ennustettiin kavitoivan potkurin kaavojen avulla, ja suurin pystykiihtyvyys standardiin ISO 12215-5 perustuen.

Täysmittakaavakokeissa käytettiin projektin yritysollistujien veneitä. Voimien mittaamiseen käytettiin aluksi priikka-antureita, jotka asennettiin perämoottorin kiinnityspultteihin. Myöhem-

Kuva 1. Monikomponenttivaaka peräpeilin ja perämoottorin välissä.



Kuva 2. Maksimikuormat haettiin hypyistä aallokossa.



min kehitettiin monikomponenttivaaka, joka asennettiin mitattavan veneen peräpeiliin. Tämän avulla voitiin mitata kaikki voimat ja momentit, joita perämoottori kohdistaa peräpeiliin. Mittaukset tehtiin aallokossa, jossa vene lähti hyppyyn ja potkurin ote vedestä irtosi. Samanaikaisesti mitattiin kiihtyvyyksiä veneen painopisteessä, peräpeilissä ja moottorissa, sekä moottorin kierroslukua.

Keskeisimmät tulokset

Ensimmäisissä mittauksissa kokeillut priikka-anturit perämoottorien kiinnityspulteissa osoittautuivat liian epäherkiksi. Sen sijaan monikomponenttivaaka toimi moitteettomasti. Mitatut voimat olivat kuitenkin odotettua suurempia, joten suurempia (>150 hv) ja painavampia perämoottoreita varten jouduttiin rakentamaan toinen, lujempi ja jäykempi versio vaa'asta.

Mittaukset osoittivat, että hajonta eri hyppyjen kesken on suurta. Tämän todettiin johtuvan lähinnä siitä, että pystykiihtyvyydestä aiheutuvalla massavoimalla on odotettua suurempi merkitys perämoottorin peräpeiliin

Taulukko 1. Suurimmat puhtaasti laskennalliset voimat mittauksissa mukana olleille veneille.

Suurin momentti ja voima laskennallisella menetelmällä		
Vene	Momentti [kNm]	Työntö (X-voima) [kN]
Boomeranger [per 350 hv kone]	8,9	8,6
Buster + 70 hv	3,2	2,8
Silver + 90 hv	3,8	3,5
Yamarin + 350 hv	12,5	8,0

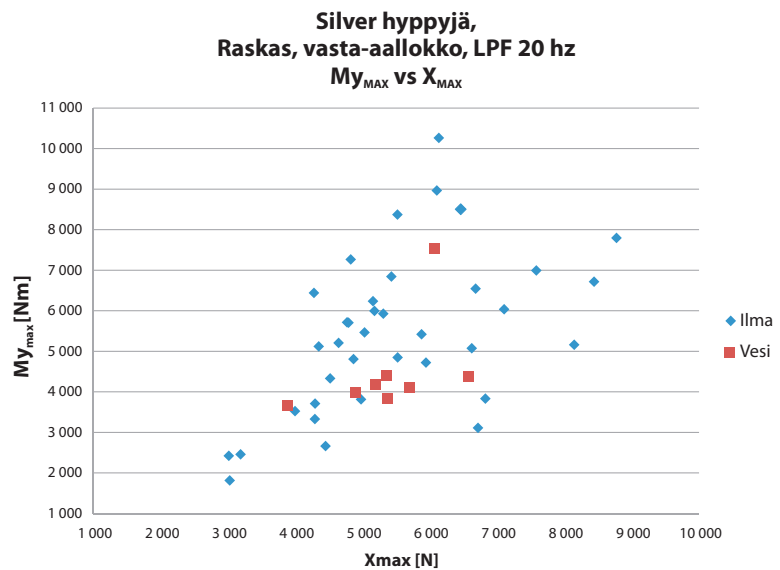
kohdistamissa kuormituksissa. Koska kiihtyvyyksien hajonta eri hyppyjen välillä on voimakasta, kuvastuu tämä myös voimissa ja momenteissa.

Suurimmat mitatut voimat Buster, Silver, ja Yamarin-veneille on esitetty taulukossa 2. Maksimivoimien lisäksi on esitetty eri hyppyistä mitattujen maksimien merkitsevät arvot (suurimman kolmanneksen keskiarvo). Merkitsevät maksimivoimat ja -momentit olivat n.

50–100 % suurempia kuin lasketut, ja yksittäiset maksimit vielä selvästi suurempia.

Peräpeiliukuormien ennustamisen todettiin olevan arvioitua monimutkaisempaa, koska pystykiihtyvyydellä on yllättävän suuri vaikutus kuormiin. Ennustemenetelmässä joudutaan siten käyttämään kaavoja, jotka sisältävät suurimman pystykiihtyvyyden arvioinnin.

Kuva 3. Yhden mitatun veneen peräpeiliin kohdistuva normaalivoima X_{max} ja peräpeiliä taivuttava momentti My_{max} yhden ajon eri hyppyissä.



Taulukko 2. Suurimmat mitatut voimat ja momentit mittauksissa mukana olleille veneille.

	Buster kevyt	Buster raskas	Silver kevyt	Silver raskas	Yamarin
Mitattu X_{max} (kN)	4,45	4,01	8,24	8,77	15,00
Mitattu My_{max} (kNm)	4,22	4,30	12,07	10,26	19,45
Mitattu merkitsevä X_{max} (kN)	3,41	3,54	5,41	6,95	11,59
Mitattu merkitsevä My_{max} (kNm)	3,53	3,57	5,92	7,37	13,12

Tulosten hyödyntäminen

Tutkimuksen tuloksia voivat hyödyntää kaikki perämoottoriveneitä suunnittelevat ja valmistavat tahot. Kuormien parempi tuntemus mahdollistaa veneen peräosan rakennesuunnittelun huomattavasti tarkemmin kuin nykyisin. Näiden tietojen selvittämisen jälkeen on myös mahdollista tehdä entistä realistisempia koejärjestelyjä (esim. väsytysoikeet), joilla varmistetaan että peräpeili on suunniteltu oikein.

Tuloksia voidaan hyödyntää myös antamalla ohjeita ajotavalle, kun halutaan välttää suurimmat kuormat ja kiihtyvyydet.

Työn tuloksena myös VTT:lle syntyi uutta vahvaa osaamista erityisesti suurten ja keskisuurten perämoottorien kiinnitysten, peräpeilien lujuuden ja veneen koko peräosan analysoinnissa. Tämä osaaminen on yritysten käytettävissä ostopalveluna. Projektin laajemat tulokset on esitetty raportissa VTT-S-07579-11.

Lisätietoja

VTT

Jukka Vuorio

jukka.vuorio@vtt.fi

VTT Expert Services Oy

Max Johansson

max.johansson@vtt.fi

Yrityskumppanit

Boomeranger Boats Oy

Fiskars Oy Inhan tehtaat

Konekesko Oy Marine

Terhitec Oy Silver boats

Rajavartiolaitoksen esikunta

Proboat – Tulevaisuuden konseptit ja materiaalit veneiden valmistusprosesseissa

Veneteollisuuden haasteina ovat kiristynvä globaali kilpailu ja kestävän kehityksen vaatimukset. Menestyminen edellyttää toimintatapojen ja teknologioiden jatkuva kehittämistä sekä uusiutuvien materiaalien käyttöä. Proboat-projektissa tutkittiin ja kehitettiin uusia vaihtoehtoisia tuotekonsepteja sekä ympäristöystävällisten materiaalien ja valmistusprosessien soveltamismahdollisuuksia venealalla. Hankkeessa keskityttiin veneiden sisustuksen ja osakomponenttien kehittämiseen.

Hanke toteutettiin Keski-Pohjanmaan ammattikorkeakoulun, CENTRIAn tutkimus- ja kehitysyksikön sekä Lahden ammattikorkeakoulun Muotoiluinstituutin kanssa 2008–2010. Projektiin osallistuivat moottorivenevalmistaja sekä venetoimialan keskeisimmät puu-, metalli-, muovi- ja tekstiilipohjaisia osatuotteita valmistavat kärkialihankkijat ja sopimusvalmistajat.

Aihepiiri ja soveltaminen

Lisääntynyt kilpailu on asettanut uusia vaatimuksia tuotteiden muotoilulle, käyttömukavuudelle ja käytettäville materiaaleille. Voimakkaasti kasvava asiakasvaatimustrendi on tuotteiden ympäristöystävällisyys ja niiden valmistus eettisesti kestäväällä tavalla. Jatkuvasti kasvavat työvoimakustannukset pakottavat yritykset tehostamaan tuotantomenetelmiä ja kehittämään tuotteitaan tuotantoystävällisemmäksi. Komponentti- ja osavalmistajien tuotteilla ja palveluilla on ratkaiseva merkitys venevalmistajien lopputuotteiden laatuun ja kilpailukykyyn.

Projektin yhtenä päämääränä oli luoda uusia ja uudistaa olemassa olevia tuotteita ja palvelukonsepteja venealan kärkialihankkijoille sekä sopimusvalmistajille, ja sitä kautta myös nostaa lopputuotteiden laatua ja kilpailukykyä.

Yritysten kannalta keskeisintä oli saada tietoa omaan tuotesegmenttiin liittyvien tuotekonseptien, materiaalien ja valmistusmenetelmien tuotteistamis-

mahdollisuuksista, ja niiden tuomasta lisäarvosta liiketoimintaan. Hankkeen kautta saatiin uutta osaamista projektin tutkimusorganisaatioille venealan tuotettiin liittyvistä vaatimuksista, suunnittelusta, uusista materiaaleista ja valmistusprosesseista.

Keskeisimmät tulokset

Projektissa keskityttiin veneiden sisustuksen ja osakomponenttien kehittämiseen. Muotoiluinstituutin painopiste projektin aikana suuntautui muotoilukonsepteihin ja CENTRIAn uusiin ja vaihtoehtoisin tekstiilituotekonsepteihin. Materiaalien kartoituksien, testauksien ja tutkimuksien kautta löydettiin uusia ympäristöystävällisiä materiaaleja ja soveltamismahdollisuuksia.

Soveltavissa tutkimuksissa testattiin muun muassa vaihtelevien sääolosuhteiden vaikutusta tekstiileihin ja värin valonkesto. Materiaaleille tehtiin myös käyttötarkoituksen mukaisia fyysikaalisia tutkimuksia. Olosuhdetesteissä materiaaleille tehtiin lämpötila-kosteus-

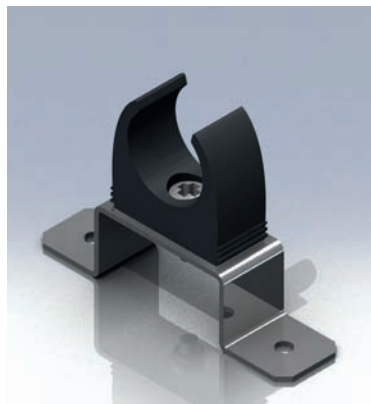
Kuvat 1 ja 2. Materiaalien kartoituksien, testausten ja tutkimisten kautta löydettiin uusia venekäyttöön sopivia materiaaleja ja soveltamismahdollisuuksia.



kokeita ja ne altistettiin keinovalolle ksenonvalokokeessa sekä auringonvalolle käyttöympäristössä. Tekstiilimateriaaleille tehtiin standardien mukaisia fysikaalisia testejä, mm. kankaiden nöyhtäytymis- ja nypyyntymisalituden määrittäminen, värinmuutoksen arviointi värinmittauslaitteella harmaasteikon arvosanan määrittämiseksi sekä kankaiden lujuusominaisuudet: suurimman murtovoiman ja murtovenymän määrittäminen liuskamenetelmällä. Eri tekstiilimateriaaleille tehtiin myös vertailevia fysikaalisia testejä ja testattiin osallistujayritysten materiaaleja ja valmiita tuotteita.

Projektin aikana syntyi BodyTex-laboratorioon materiaalikirjasto, jonka tarkoituksena on laajentaa yritysten materiaaliosaamista ja palvelua jatkossa myös venealaa. Veneteollisuudelle so-

Kuva 3. Komponenttikirjastossa on dwg-kuvat mittatietoineen ja näköiskuvat komponenteista.

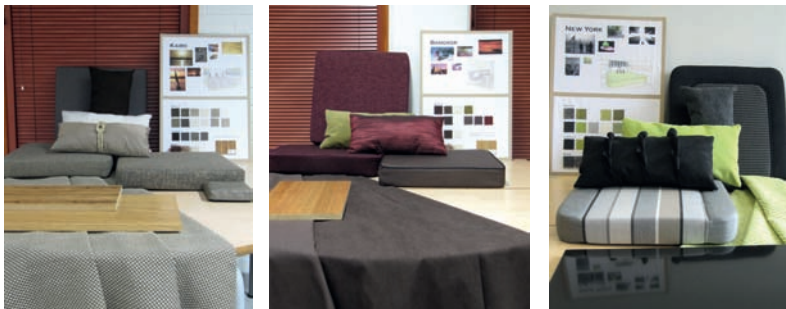


pivia tekstiilimateriaaleja kartoitettiin ja niitä etsittiin kansainvälisiltä sisustus- ja teknisten tekstiilien messuilta sekä alan tarvikemessuilta. Projektin aikana toiminnan ympärille syntyi myös materiaalitointijaverkosto, uusia ideoita ja yhteistyökuvioita, joita tullaan jatkamaan ja ylläpitämään.

CENTRIAassa luotiin pilottina komponenttikirjasto osallistujayritykselle. Yrityksissä pidettiin tärkeänä tuoda tarjolla olevat vakio-komponentit asiakkaiden käytettäväksi jo tuotteen suunnitteluprosessin aikana. Vakio-osista koostuvan komponenttikirjaston tiedot ovat asiakkaan käytettävissä sähköisesti verkon välityksellä. Kirjastosta löytyvät näköiskuvat komponenteista, dwg-kuvat mittatietoineen sekä erilaisia 3D-tallennusformaatteja lisättäviksi suunnittelijan 3D-kokoonpanoon. Komponenttikirjastosta löytyy myös kuva- ja mittatiedot pdf-muodossa. Formaattia voi hyödyntää erilaisten komponenttikirjastojen rakentamisessa.

Tutkimusten ja materiaalikartoitusten pohjalta suunniteltiin ja toteutettiin projektille kuusi erilaista värisuunnittelmakonseptia veneiden sisustussuun-

Kuva 4. Muotoilija Veera Nisulan sisustuskonsepteja veneteollisuuden hyödynnettäväksi.



Kuva 5. HPB X800, opinnäytetyö, Vesa Korjus, 2009.



nitelmien pohjaksi. Konseptit jaettiin yritysten käyttöön, ja niitä on hyödynnetty uusissa veneen sisustusmateriaalisuunnitelmissa. Konseptit esitellään myös erillisessä projektiraportissa, projektin nettisivuilla sekä eri tapahtumien postereilla.

Muotoiluinstituutissa toteutettiin 9 konseptointijaksoa ja yksi opinnäytetyö. (HPB X800, Vesa Korjus, 2009). Tuotettu materiaali jaettiin jaksojen päätteeksi mukana olleille yrityksille.

Projektin jälkeen valmistui yksi opinnäytetyö, joka sai alkunsa projektin aikaisen yritysyhteistyön kautta (eCat Hybrid, Juri Karinen, 2011). Työtä esitellään tekijän omilla sivuilla: <http://jurikarinen.com/#903437/eCat-hybrid>.

Tulosten hyödyntäminen

Tutkimustuloksia ja konsepteja esitellään muun muassa projektin verkkosivustolla www.proboat.org sekä erillisessä, painetussa PROBOAT Tulevaisuuden konseptit ja materiaalit veneiden valmistusprosesseissa (ISBN 978-952-6602-15-8) projektikirjassa koko veneiteollisuuden hyödynnettäväksi.

Lisätietoja

Centria
Asta Aikkila-Vatanen
asta.aikkila-vatanen@cou.fi
Lahden Ammattikorkeakoulu
Juha Lätti
juha.latti@lamk.fi

Yrityskumpanit

Oy Finn-Marin Ltd
Ab Ess-Ma Oy
Joros Oy
RMJ Saksman Oy
VA-Varuste Oy
Muoviura Oy



Valmistus ja materiaalit

ALVene – Alumiiniveneen hitsauksen automatisointi

Tutkimuksessa kartoitettiin nykyisen venevalmistuksen tuotantoteknologia ja käytössä olevat hitsaustyön toimintatavat. Erityisesti arvioitiin nykyisten konstruktioiden robottihitsattavuutta. Käytännön robottihitsauskokein testattiin tyypillisiä alumiiniveneissä käytettäviä liitosmuotoja ja venekonstruktioita. Arvioitiin robottihitsauksella saavutettavat edut ja testattiin modernin anturitekniikan mahdollisuudet ja rajoitukset veneiden hitsauksessa. Alumiinirakenteiden hitsauksen alueella täydentäviä tutkimuksia tehtiin alumiinisten pursoteprofiilien kuumahalkeilutaipumukseen vaikuttavien tekijöiden selvittämiseksi.

Aihepiiri ja soveltaminen

Alumiinivene on tyypillinen tuote, jossa alumiinin edut ovat merkittävät. Keveys ja korroosionkestävyys yhdistettynä elinkaaren aikaiseen ympäristömyötäisyyteen ovat asioita, jotka painavat vaaka alumiini käytölle. Alumiiniveneiden valmistus Suomessa tapahtuu tänä päivänä täysin käsinhitsauksena. Teräksen hitsauksen osaamista ei ole pystytty siirtämään alumiinin hitsaukseen. Käsinhitsaus ei ole kuitenkaan kilpailukykyistä pidemmällä tähtäimellä. Automatisointia on pakko eri muodoissaan ottaa käyttöön, mikäli Suomessa halutaan säilyttää veneteollisuutta teollisessa mielessä.

Alumiinivene on peruslähtökohdiltaan haasteellinen kohde automatisoidulle hitsaukselle. Osien puutteelliset mittatarkkuudet, ahtaat rakenteet ja esimerkiksi hitsausjärjestyksestä johtuvat osittain hallitsemattomat muodonmuutokset hitsauksen aikana pakottavat tänä päivänä käsinhitsaukseen.

Tutkimushankkeessa kartoitettiin alumiinisessa vapaa-ajanveneessä tyypillisesti käytettävät materiaalit ja liitosmuodot. Vastaaville liitoksille pienemmillä koekappaleilla tehdyillä robottihitsauskokeilla selvitettiin robottihitsauksen mahdollisuudet ja rajoitukset. Koekappaleisiin tehdyillä sovitevirheillä simuloitiin todellisissa rakenteissa esiintyviä hitsausmuodonmuutoksista ja valmistusepätkäyksistä johtuvia virheitä. Projektityössä hahmoteltiin robotisoidun hitsaustyöaseman kokoonpanoa ja varustusta.

Alumiiniin pursoteprofiileihin (6000-sarja) on käytännössä todettu hitsauksessa syntyvän helposti halkeamia. Nämä ns. sulamishalkeamat esiintyvät hitsausliitoksen osittain sulaneella vyöhykkeellä, kun matalissa lämpötiloissa jähmettyvät yhdisteet sulavat raerajoilla ja halkeamat syntyvät jännitysten vaikutuksesta. Projektissa tutkittiin, mitkä tekijät vaikuttavat sulamishalkeamien syntymiseen ja miten niitä voidaan ehkäistä.

Keskeisimmät tulokset

Alumiiniveneen robottihitsattavuus

Hitsattavuustarkastelussa kartoitettiin veneessä käytettävät liitosmuodot. Selvästi yleisin liitosmuoto on pienaliitos, joka on erinomainen lähtökohalta robottihitsausta ajatellen. Onhan pienaliitos paras liitosmuoto hitsausrobotille. Pienaliitoksia esiintyy erityisesti sisäpuolisessa tukirakenteessa ja pitkittäisjäykisteissä. Päällekkäisliitoksia esiintyy seuraavaksi yleisimmin. Veneen pohjan ulkopuoliset pituushitsit ovat tyypillisiä päällekkäishitsattavia hitsejä ja robottihitsausta ajatellen lähes yhtä hyvä liitosmuoto. Rakenteessa esiintyy jonkin verran myös nurkka- ja päittäisliitoksia.

Hitsianalysissä todettiin, että nykyisessä konstruktiossa on veneen rungon hitseistä hitsattavissa robotilla n. 70 %. Näitä ovat veneen ulkopuoliset pituushitsit, nousulistojen katkoshitsit sekä esivalmistellut sisäpuoliset osakokoonpanot. Siltahitsit ja loput kiinnitys- ja varusteluhitsit on hitsattava käsin. Tyypillisessä vapaa-ajanveneessä on hitsien yhteenlaskettu pituus n. 90 m. Nykyisellä käsivaraisella hitsaustavalla kuluu yhden rungon hitsaukseen aikaa n. 14 tuntia. Kun robottia voidaan käyttää n. 70 %:iin hitseistä ja loput 30 % hitsataan käsin, tulee robotisoidun hitsauksen kokonaistyökiertoajaksi 5,5 h. Hitsaus robotisoidusti on siis n. 2,5 kertaa tehokkaampaa kuin käsinhitsaus.

Hitsityyppikartoitusta varten haettiin optimaaliset hitsausparametrit robotisoituun MIG-hitsaukseen, joita hyödynnettiin hitsausrobotiaseman työkiertoarvioinnissa. Tyypillisillä arvoilla hitsattaessa käytettiin kuljetusnopeutta 0,9–1,3 m/min. Hitsattavuusarvioinnissa on erittäin tärkeää määrittää, missä rajoissa liitettävien kappaleiden asetusvirhe sallitaan, jotta syntyy laadullisesti kelvollinen hitsausliitos. Ns. rakokokeiden perusteella 3 mm paksulla AW 5754 -levyllä tämä sovittevirhe saa olla n. 1 mm.

Optinen railonhaku ja -seuranta

Hitsausroboti ohjelmoidaan joko opettamalla robotihitsausasemassa tai etäohjelmoimalla tietokoneen simuloimallilla. Perinteisessä opettamalla tapahtuvassa ohjelmoinnissa robotin liikeradan paikoituspisteet määräytyvät todellisen kappaleen railojen sijainnin mukaan robotihitsausasemassa. Etäohjelmoinnissa simulointiohjelmistossa on käytettävissä hitsattavasta veneestä 3D-malli, jonka pintojen muotojen mukaan liikeradan paikoituspisteet muodostuvat.

Hitsattavissa rakenteissa esiintyy aina muoto- ja mittavirheitä, joiden vuoksi kertaalleen robotille tehty liikerata ei sijaitsekaan täsmälleen hitsattavassa railossa. Tavallisin ratkaisu ongelmaan on anturoida hitsausroboti railonhaku- ja railoseurantatoiminnoilla. Hakutapana hitsauspolttimen sähköiseen kontaktiin perustuva tekniikka on yleisin. Perinteinen railonseurantatekniikka on valokaarianturointi. Alumiinin MIG-hitsauksessa valokaaren sähköiset ominaisuudet ovat kuitenkin niin epävakaita, että valokaarianturointi ei toimi. Näin ollen railonseurantaan on käytettävä esim. optista railonseurantatekniikkaa.

Projektissa konstruointiin todellisen veneen rakenteita simuloiva osakoonpano, jonka hitsauksessa optisen anturoinnin toimivuutta testattiin. Samalla pystyttiin arvioimaan veneen sisäpuolisten hitsien luoksepäästävyyttä tukirakenteen hitsauksessa.

Optisen anturoinnin käyttäminen rungon ulkopuolisten hitsien hitsaamisessa toimii erinomaisesti. Anturin laserteho oli kokeissa tosin säädettävä lähes maksi-

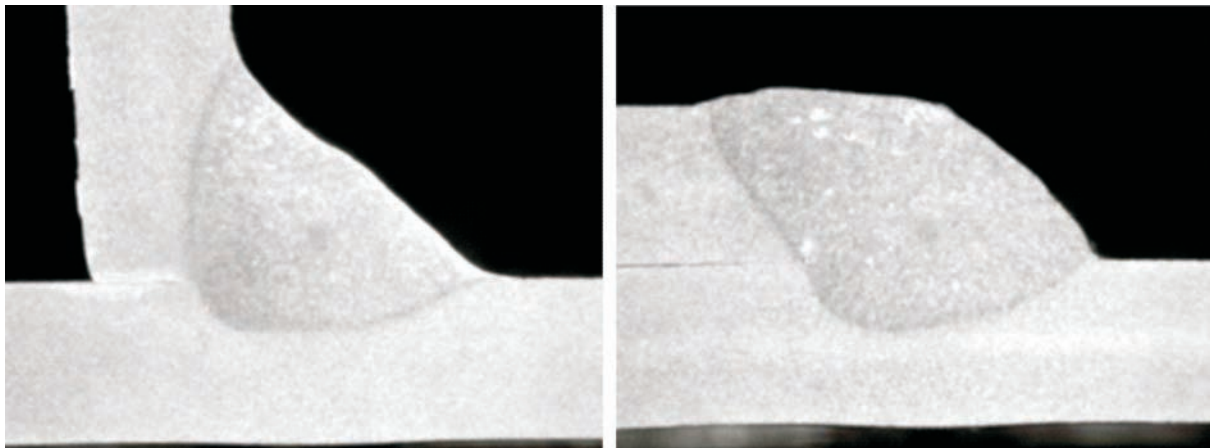
mille alumiinilevyn voimakkaiden heijastusominaisuuksien vuoksi. Ongelmaksi muodostuu sisäpuoleisen tukirakenteen hitsaus, koska tilaa ei ole riittävästi. Rakente on niin ahdas, ettei suurikokoisella anturilla varustettu hitsauspolttin mahdu osien välisiin nurkkauksiin.

Käytännössä optisen anturoinnin hyödyntäminen veneen hitsauksessa on toteutettava railonhaun avulla. Markkinoilla on robotin ranteeseen kiinnitettäviä anturimalleja, jotka kykenevät tekemään railonsijaintimääritykset riittävällä tarkkuudella ja erittäin nopeasti. Pelkän railonhaun huono puoli on luonnollisesti se, että sillä ei kyetä reagoimaan hitsauksen aikaisiin muodonmuutoksiin.

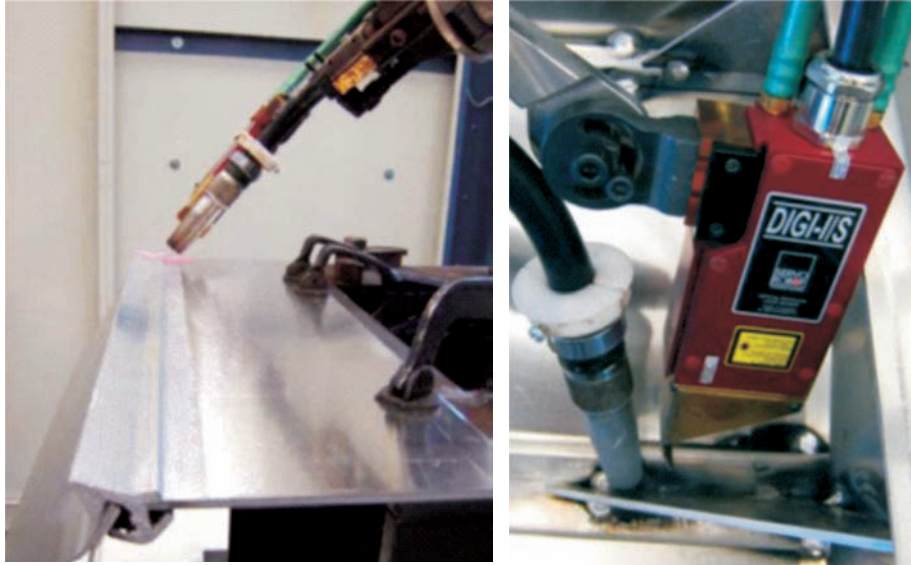
Pursoteprofiilien kuumahalkeilu

Tutkimusprojektissa tehtiin laaja hitsauskoeohjelma pursoteprofiilien kuumahalkeamien syntymiseen vaikuttavien tekijöiden selvittämiseksi. Varioitavia tekijöitä olivat: hitsausprosessi (MIG tai TIG) ja esilämmityksen käyttö (esilämmitys/ei esilämmitystä).

Kuva 1. a) Robotihitsattu pienaliitos ja b) päällekkäisliitos. Levynpaksuus 3 mm (AW 5754).



Kuva 2. Hitsauskokeissa käytettiin todellisen veneen rakenteita simuloivia osakokoonpanoja.



Tehtyjen prosessi- ja parametrivertailujen johtopäätökset:

- Hitsauksessa on käytettävä mahdollisimman vähäistä lämmöntuontia (mieluummin MIG-, kuin TIG-hitsaus),
- Esilämmityksellä saavutetaan edullinen vaikutus, etenkin TIG-hitsauksessa,
- Perusaineista seos AW6082 on vähemmän herkkä halkeilulle kuin AW6005 ja
- Hitsauksen jälkeinen anodisointi on merkittävä kappaleen pinnalle syntyviä halkeamia lisäävä tekijä.

Tulosten hyödyntäminen

Alumiiniveneiden hitsauksen automatisoinnin esteitä kartoitettaessa havaittiin, että suurimpana esteenä ei suinkaan voida pitää teknologian puutetta. Nykyaikaiset robotit oikeilla lisävarusteilla varustettuina kykenevät suoriutumaan

valtaosasta tyypillisen vapaa-ajanveneen hitsauksista. Tutkimushankkeessa osoitettiin, että anturitekniikassa voidaan menestyksekkäästi käyttää joko sähkömekaanisia tai optisia menetelmiä. Molemmilla on omat rajoitteensa, jotka tulee huomioida robotisoitua hitsausta suunniteltaessa.

Hitsaustyökierron kesto aika on lyhennettävissä jopa puoleen siirtymällä käsinhitsauksesta robotisoituun hitsaukseen. Tutkimushankkeessa tehtyjen robottihitsauskokeiden ja työkiertolaskelmien mukaan on osoitettu, mitkä venerungon liitokset voidaan hitsata robotisoidusti ja mitkä liitokset on suositeltava jätettävä käsinhitsaukseen.

Alumiinisten pursoteprofilien hitsaustutkimuksessa saatujen tulosten avulla voidaan ennakoita kuumahalkeamariskin todennäköisyyttä, ja annettujen suositusten perusteella ne ovat tietyissä tapauksissa kokonaan vältettävissä.

Lisätietoja

Lappeenrannan teknillinen yliopisto
Esa Hiltunen
esa.hiltunen@lut.fi

Jukka Martikainen
jukka.martikainen@lut.fi

Yrityskumppanit

HT Engineering Oy Ltd
SITE Oy
KMT Group
Terhitec Oy/Silver Boats
Merinova Oy

Moduva – Modulaarisuudella tehokkuutta alumiinisten venerunkojen valmistukseen

Alumiinisten veneiden hitsauksen automatisointiaste on ollut matala. Suurimmat esteet automatisoinnin ja robotisoinnin hyödyntämiselle ovat veneiden konstruktiovatavassa. Projektissa kehitettiin venekonstruktiota valmistusystävällisempään suuntaan luomalla hitsausta varten moduuliosakoonpanoja, kehittämällä modulaarista ja joustavaa kiinnitintekniikkaa ja kartoittamalla hitsausmuodonmuutosten syntyminen vaikuttavia tekijöitä.

Aihepiiri ja soveltaminen

Alumiinisten tai alumiinirunkoisten vapaa-ajanveneiden hitsaustyö tehdään lähes poikkeuksetta käsivaraisesti, eikä hitsausautomaatiota sovelleta. Veneen runko kasataan useissa vaiheissa ja niin, että erillisinä valmistettavia osakoonpanoja ei juurikaan hyödynnetä. Valmistajilla on runsas venemallivalikoima ja eri mallien rungot ovat kaikki yksilöitä. Aiemmassa ALVENE-projektissa todettiin, että hitsauksen automatisoinnilla olisi saavutettavissa huomattavia kustannussäästöjä, mutta veneiden konstruktiovatavaikeuttaa robotin käyttöä.

Tässä tutkimusprojektissa ideointiin erikseen kokoonpantava ja hitsattava jäykistemuoduli-konsepti. Uusi avoi-

mampi jäykisterakenne mahdollistaa hyvän luokse päästävyden hitsausrobotille. Jäykistemuodulille ideointiin joustava modulaarinen robotihitsauskiinnitin, joka pienin asetusmuutoksin soveltuu käytettäväksi usean venemallin hitsaukseen.

Keskeisimmät tulokset

Alumiiniveneen rungon modulointi

Perinteisesti vapaa-ajanveneiden valmistuksessa ei käytetä kylkikoteloita ja mahdollisesti peräpeiliä lukuun ottamatta osakoonpanoja, vaan liitettävät osat silloitetaan ja hitsataan loppukokoonpanoon eri vaiheissa. Tällaisen jäykisterakenteen hitsaaminen, ja varsinkin sen automatisointi, on hyvin

haasteellista muun muassa tilanpuutteen takia (kuva 1a).

Tutkimusprojektissa ideointiin erikseen kokoonpantava ja hitsattava jäykistemuoduli-konsepti (kuva 1b). Moduulin rajapintoina ovat veneen pohjaan hitsatut pituusjäykisteet sekä laidan profiiliin/pohjalevyyn hitsatut laserilla muotoon leikatut paikoituslevyt (itsepaikoittuvat liitokset).

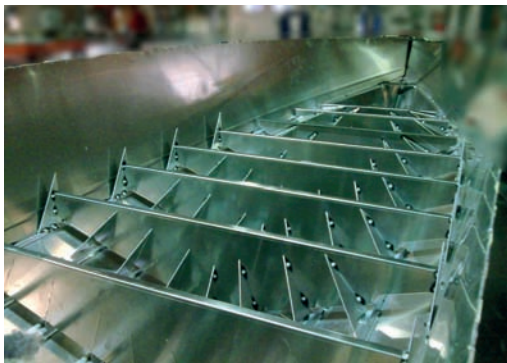
Uuden rakenteen myötä saavutetaan seuraavat edut:

- enemmän tilaa hitsauspolttimelle
- pitkittäinen jäykisterakenne voidaan hitsata robotilla kasaan erillään
- jäykistemuoduli silloitetaan kiinni runkoon, jonka jälkeen se on robotihitsattavissa
- hitsit pääasiassa pienahitseejä
- osien lukumäärä vähenee huomattavasti (ns. kolmiopalat jäävät pois)
- sama jäykistemuoduli soveltuu vähisillä muutoksilla eri malleihin.

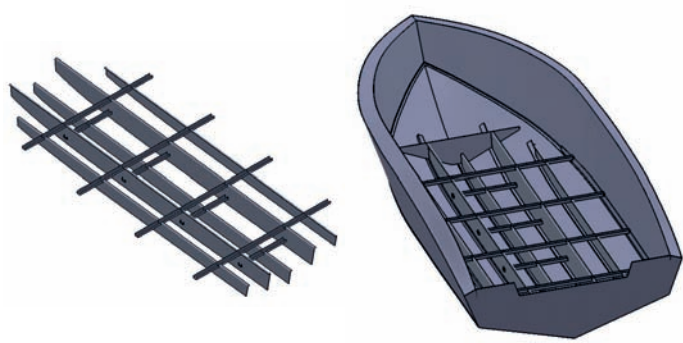
Kehittynyt modulaarinen kiinnitintekniikka alumiiniveneiden robotihitsauksessa

Robotihitsauksessa on kiinnitin- ja jigitekniikka tärkeä prosessin onnistumiseen ja investoinnin kannattavuus-

Kuva 1. a) Käsin hitsaukseen suunniteltu sisäjäykisterakenne b) Uusi, erikseen hitsattava jäykistemuoduli.

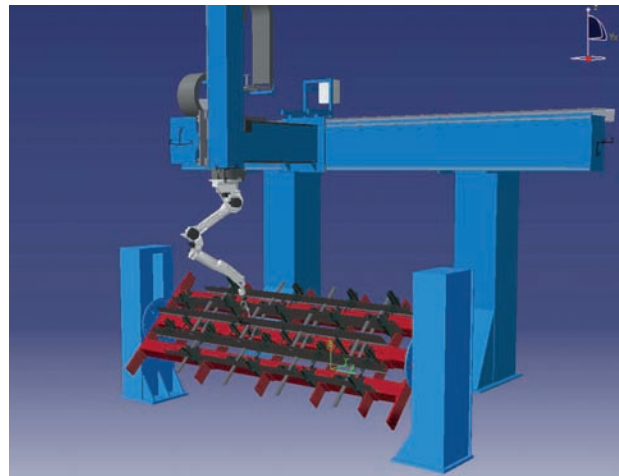
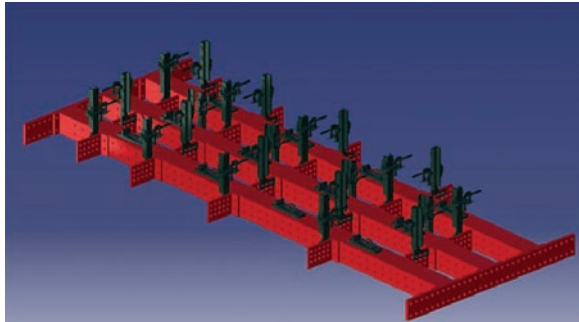


a)



b)

Kuva 2. joustava modulaarinen hitsauskiinnitin.



teen vaikuttava tekijä. Tuotekohtaisten kiinnittimien vaihtoehtona ovat modulaariset hitsauskiinnittimet. Modulaariset kiinnittimet soveltuvat parhaiten käytettäväksi pienille ja keskikokoisille valmistussarjoille. Samaa kiinnintä voidaan muokata ja asetuksia vaihtaa nopeasti seuraavalle tuotteelle sopivaksi. Investointina se on kalliimpi kuin yksittäinen tuotekohtainen kiinnitin, mutta selvästi halvempi kuin jokaiselle tuotteelle hankittu kiinnitin.

Tutkimusprojektissa suunniteltiin robottihitsaukseen soveltuva joustava modulaarinen hitsauskiinnitin samanaikaisesti uuden sisäjäykisterakenteen konseptoinnin kanssa. Näin päästään pienillä tuotantomäärillä hyödyntämään suuruuden ekonomiaa, kun modulaarisiin tuotteisiin yhdistetään modulaarinen kiinnitintekniikka.

Esimerkinomaisen robottihitsausaseman simuloineilla varmistettiin robotin ulottuvuus kaikkiin hitseihin ja ettei hitsauskiinnitin ollut robottityökierrossa tiellä. Tarkastelussa kävi tosin ilmi, että kaikissa tilanteissa ei hitsausasento ollut täysin optimaalinen.

Hitsauksen aiheuttamat muodonmuutokset ja niiden hallinta alumiiniveneiden rakenteissa

Alumiinin hitsausmuodonmuutosten tutkimuksissa suoritettiin käytännön hitsauskokeita, joiden kohteina olivat alumiiniveneissä käytetyt rakenneratkaisut ja liitostyypit. Tutkimustulosten perusteella pyrittiin esittämään ratkaisuja alumiiniveneiden rakenteisiin aiheutuvien hitsausmuodonmuutosten vähentämiseksi ja hallitsemiseksi.

Suosituksia pituussuuntaisen kaareutumisen ja kulmavetäymän hallitsemiseksi:

- hitseissä tulisi suosia n. 100–100 katkositsejä tai täysin jatkuvia hitsejä
- a-mitta tulee saada hallintaan varsinkin kiinnityslitoksissa
- jäykisteille saadaan maksimaalinen lujuusvaikutus, kun käytetään pientä a-mittaa yhdistettynä jatkuvaan taka-askelhitsaukseen
- taka-askelhitsaus muodonmuutosten kannalta hyvä tapa; ei vaikuta kulmavetäymän suuruuteen, mutta johtaa vain vähäiseen kaareutumiseen
- katkositseillä silloitukset eri kohtiin kuin varsinaiset hitsit.

Alumiinisen veneenrungon muodonmuutosten hallitseminen suunnittelullisin keinoin

Muodonmuutoksien syntyyn on mahdollista vaikuttaa jo tuotteen suunnitteluvaiheessa ja sen kautta parantaa sekä tuotteen laatua että kokoonpanoystävällisyyttä. Suunnitteluvaiheessa käytettäviä keinoja muodonmuutosten vähentämiseksi:

- hitsien määrän vähentäminen on paras keino (hitsien korvaaminen käyttämällä särmättyjä osia tai puroteprofileja)
- lämmöntuonin pienentäminen vähentää myös muodonmuutoksen suuruutta (hitsausnopeuden kasvattaminen ja kylmäkaariprossien käyttäminen)
- moduulien ja alikokoonpanojen muodonmuutokset ovat kokonaisrakennetta pienemmän koon ja vähäisemmän osien lukumäärän vuoksi helpommin hallittavissa. Mittatarkkuusvaatimusten on oltava kuitenkin riittävän tiukkoja lopputuotteen jouhevuuden takaamiseksi.

Tulosten hyödyntäminen

Alumiiniveneiden kilpailukyvyyn ylläpitämiseksi ja edelleen parantamiseksi tulee automaatioasteen nostamiseen uhrata voimavaroja. Ensimmäinen ja tärkein keino automaatioasteen nostamiseen hitsaustyössä on hallittu tuotekonstruktioiden muuttaminen siten, että otetaan huomioon molulaarisuusajattelun mahdollisuudet.

Työn tulokset osoittavat, että alumiiniveneen rungolle konseptoitu jäykisterakenne tarjoaa useita etuja ja hyödyllisiä heijastusvaikutuksia tuotannon eri vaiheissa. Erillisenä osakokoonpanona valmistettava jäykistekonstruktio, jossa hyödynnetään itsepaikoitavia liitoksia, on avoin mahdollistaen robotille hyvän luokse päästävyyden hitsataviin liitoksiin. Modulaarisuusajattelun ulottaminen myös hitsauskiinnittimiin pienentää valmistussarjojen suuruusvaatimusta.

Koehitsaustuloksiin perustuen tutkimustyössä saatiin selkeitä suosituksia keinoista muodonmuutosten hallitsemiseksi alumiinirakenteiden hitsauksessa. Useat keinoista ovat käytettävissä ennen tuotannollisen valmistuksen aloittamista korostaen suunnitteluvaiheen merkitystä.

Lisätietoja

Lappeenrannan teknillinen yliopisto
Esa Hiltunen
esa.hiltunen@lut.fi

Jukka Martikainen
jukka.martikainen@lut.fi

Yrityskumppanit

HT Engineering Oy Ltd
Promeco Group Oy
Terhitec Oy/Silver Boats
Kewatec Oy

LM-palkki – Lujitemuovisten jäykistepalkkien rakennesuunnittelu sarjatuotannossa

Veneen rungon jäykkyys ja lujuus antavat pohjan koko muulle rakenteelle ja veneen toimivuudelle. Tässä tutkimuksessa tarkasteltiin laskennallisesti miten eri yksityiskohdat vaikuttavat sarjatuotantoon optimoidun lujitemuovisten jäykistepalkiston lujuuteen. Karkeahkojen FE-mallien riittävä tarkkuus verifoitiin kokeellisesti.

Aihepiiri ja soveltaminen

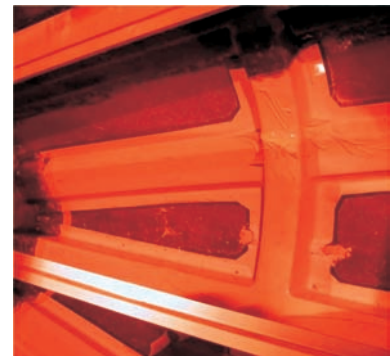
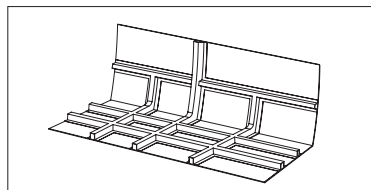
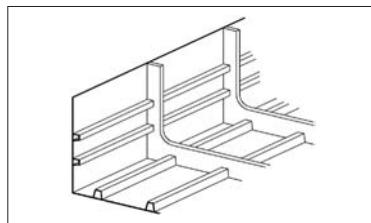
Lujitemuovisten veneiden pohjarakenteet koostuvat tyypillisesti paneeliken- tistä, jotka on jäykistetty pitkittäisten ja poikittaisten palkkien avulla. Tuotannon tehostamiseen ja veneen tilankäyttöön liittyvät vaatimukset ovat johtaneet siihen, että lujuusopillisesti selkeiden rakenteiden sijaan palkkirakenteista ja niiden kiinnityksistä on muodostunut vaikeasti analyysoitava ja optimoitava rakenne.

Alla olevassa kuvassa on esitetty kolme eri rakennetyyppiä:

- Lujuusopillisesti selkeä rakenne (vas. ylh.), jossa paneelit tukeutuvat pitkittäisjäykkäjiin, jotka edelleen tukeutuvat niitä selvästi jäykempiin kehyskaariin.

- Arinarakenne, jossa pitkittäis- ja poikittaisjäykisteet ovat yhtä korkeita. Tyypillinen veneen pohjarakenteessa, jossa palkiston yläpinta halutaan saada tasaiseksi tai mahdollisimman matalaksi. Ei selvää rakenehierarkiaa, palkiston lujuuskäyttäytyminen on vaikeammin analysoitavissa.
- Tyypillinen erikseen valmistettu jäykistemoduuli, joka liimataan tai lamiroidaan paikalleen yhtenä kokonaisuutena. Johtaa muiden, lähinnä tilankäyttöön liittyvien, vaatimusten kanssa kompromisseihin lujuusopillisen selkeyden ja toimivuuden kanssa. Tällaisissa rakenteissa on tyypillisesti epäselvä hierarkia primääri- ja sekundäärijäykisteiden välillä, avoi-

Kuva 1. Kolme eri rakennetyyppiä.



met risteyskohdat, jossa leikkausvoimien siirtyminen on epäselvää, ja palkkien päiden kiinnitysaste (vapaa tuenta – jäykkä kiinnitys) on vaikea määrittellä. Lisäksi jäykisteissä on reikiä, suuria korkeusvaihteluja ja viistettyjä, paneelikenttään päättyviä päitä.

Yksinkertaistetut laskentamenetelmät eivät pysty mallittamaan jäykistemo-
duulien kriittisiä kohtia. ongelmia. Ve-
neiden rakenteen perusmitoitus on
melko kattavasti käsitelty standardin
ISO 12215 osassa 5. Saman standardin
osassa 6 käsitellään yksityiskohtien asiat.
Primääri- ja sekundäärijäykisteiden on-
gelmaa käsitellään siellä periaatteelli-
sella tasolla, mutta koska asia on moni-
mutkainen, standardissa ei pystytä an-
tamaan käytännön työkalua todellisen
rakenteen arvioimiseksi.

Keskeisimmät tulokset

Tutkimuksessa tarkasteltiin laskennal-
lisesti miten eri yksityiskohdat vaikut-
tavat lujitemuovisen jäykistepalkiston
lujuuteen. Karkeahkojen elementtimal-
lien (FEM) riittävä tarkkuus verifioitiin
kokeellisesti.

Palkin jatkuvuus risteyskohdissa

Tyypillisimmät tapaukset ovat

- täysin epäjatkuvat palkit: risteyskoh-
ta on "sisältä ontto", eli kummankaan
palkin uumat tai matalamman pal-
kin laippa eivät ole risteyksessä jat-
kuvia
- korkeampi palkki on jatkuva, mutta
matalampi ei
- matalampi palkki on jatkuva, mutta
korkeamman uumat eivät.

Jatkuvilla risteyksillä suurin osa jän-
nityshuipuista sijaitsee risteysalueen
ulkopuolella. Jatkuvan risteuksen jänni-
tyshuiput ovat huomattavasti pienem-
mät (jopa 85 %) kuin ei jatkuvan. Kuvan
2 Von Mises jännitysjakaumat havain-
nollistavat risteysalueen jatkuvuuden
vaikutusta jännitysmaksimin sijaintiin ja
suuruuteen.

Täysin jatkuvassa risteyksessä riste-
ysalueen ja palkiston muiden osien
maksimijännitykset ovat lähellä toi-
siaan, jolloin rakenne kantaa kuormat
kokonaisuutena tehokkaammin. Jos
risteys tehdään osittain epäjatkuvaksi,
saavutetaan matalamman palkin jat-
kuvuudella kestävin rakenne. Täysin
epäjatkuvien risteysten jännitykset ovat
pahimmillaan yli 700 % suurempia ver-

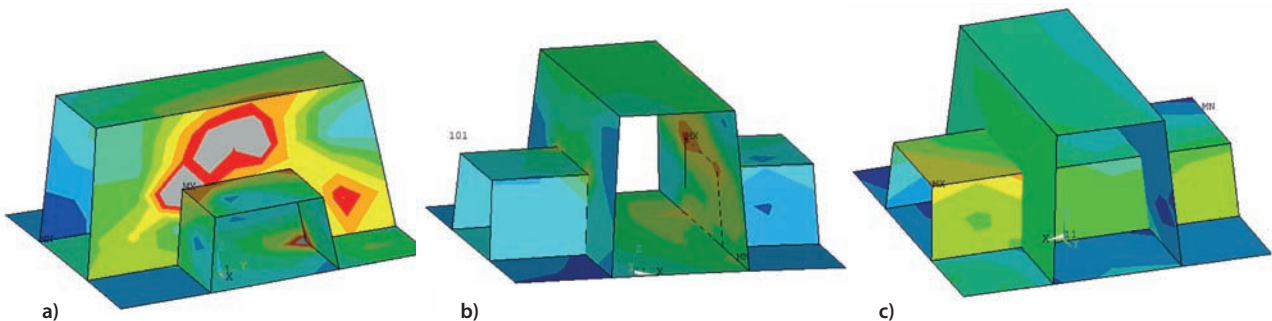
rattuna jatkuvan risteuksen jännityksiin,
joten asialla on suuri merkitys palkkistoja
suunniteltaessa ja rakennettaessa.

Palkkien korkeussuhteen vaikutus täysin epäjatkuvassa risteyksessä.

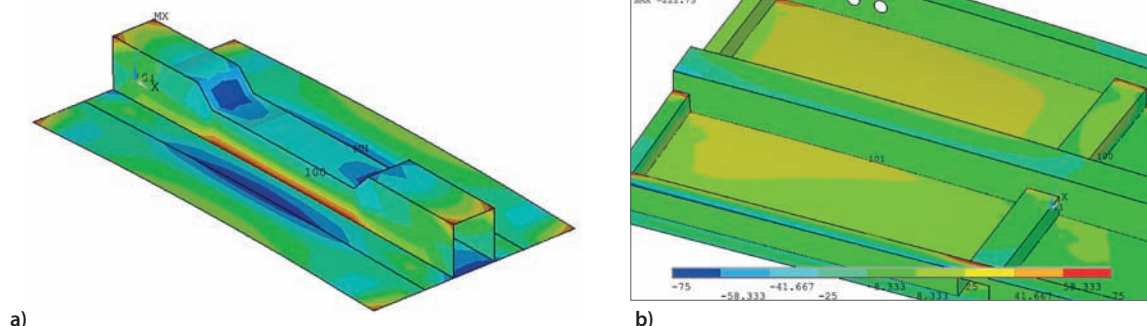
Korkeussuhteen vaikutuksen tarkaste-
lussa risteysalue oletettiin täysin epäjat-
kuvaksi. Risteävien jäykistepalkkien jän-
nitykset muuttuvat lähes lineaarisesti
korkeussuhteen mukana, kun korkeus-
suhde (matalamman palkin korkeus /
korkeamman palkin korkeus) on alle 0,5.
Kun korkeussuhde lähestyy arinaraken-
netta eli korkeussuhdetta 1,0, kasvavat
risteävien jäykistepalkkien jännitykset
huomattavan korkeiksi: pahimmillaan
yli 30-kertaisiksi korkeussuhteen 0,5
jännityksiin verrattuna. Tämä johtuu sii-
tä, että risteävien palkkien ylälaippojen
välinen uuma välittää madaltuessaan
suuret siirtymät pienellä alueella. Erityi-
sesti avoimissa risteyksissä aiheutuu on-
gelmia, kun matalamman palkin pituus-
suuntainen jännitys siirtyy korkeamman
palkin uuman kuitutasoa vastaan kohti-
suoraksi leikkausjännitykseksi.

Kun ylälaippojen välinen uuma
madaltuu nollaan, ollaan puhtaassa
arinarakenteessa. Tämä tilanne on jän-
nityshuippujen välttämisen kannalta

Kuva 2. Jännityshuippuja a) täysin epäjatkuvassa risteyksessä, b) ja c) osittain jatkuvassa risteyksessä.



Kuva 3. Jännityshuippuja a) palkin syvennyksen kohdalla, b) risteyskohtien lähellä olevien reikien kohdalla.



selvästi parempi kuin palkkien pieni korkeusero. Tällöin voidaan myös soveltaa standardin ISO 12215 mukaista arinarakennemitoitusta.

Veneiden palkistojen risteysiin usein syntyvät lujitteiden limitykset tai kulmiin tahattomasti lisätty ruiskulaminaatti ovat vahvistaneet käytännön rakenteita, minkä takia vaurioilta on useimmiten vältytty. Laskelmien perusteella on kuitenkin selvää, että tasapainoisen rakenteen saavuttamiseksi tulee joko pysyä selkeässä korkeussuhteessa ($\leq 0,5$) primääri- ja sekundäärijäykisteiden välillä tai siirtyä puhtaaseen arinarakenteeseen. Tällöin voidaan myös soveltaa ISO-standardin mukaisia laskentakaavoja. Muissa tapauksissa rakenteen optimointi edellyttää FE-laskelmia.

Palkissa olevat syvennykset ja reiät

Suora, jatkuva ylälaippa on jäykistepalkin lujisuuden kannalta paras ratkaisu. Syvennys pienentää aina palkin jäykkyyttä ja lujuutta. Jos syvennys kuitenkin tehdään, on suositeltava syvennyksen/palkin pituussuhdeväli on $0,2-0,7$. Palkin ja syvennyksen ylälaippojen välisen viisteen pituus-korkeussuhteen tulisi olla välillä $0,5-4,0$. Jännitykset kasvavat huomattavasti kyseisten rajojen ulkopuolella.

Palkkien uumiin joudutaan usein tekemään reikiä erilaisia läpivientejä varten. Risteyskohtien lähellä reiät voivat kuitenkin olla kriittisiä. Esimerkkinä tästä on halkaisijaltaan noin kolmasosa palkin korkeudesta olevan reiän vaikutus avoimen risteuksen jännityksiin. Reiän sijaitessa alle puolen palkin korkeuden etäisyydellä risteyksestä ovat jännitykset pahimmassa tapauksessa jopa 100 % suurempia kuin reiättömässä palkissa. Kun reikä viedään kauemmas risteyksestä (etäisyydelle, joka on yli puolet palkin korkeudesta), putoavat risteuksen jännitystasot reiättömän palkiston arvoja vastaaville tasoille. Palkin kokonaislujuus toki heikkenee jokaisen reiän myötä.

Tutkimuksessa laskettiin myös palkin pään viistäminen aiheuttamia jännityshuippuja. Kaikki tulokset on esitetty julkaisussa Vanttinen Aki: Lujitemuovisten jäykistepalkkien rakennesuunnittelu sarjatuotannossa. VTT Tutkimusraportti VTT-S-09765-10.

Tulosten hyödyntäminen

Veneen rungon jäykkyys ja lujuus antavat pohjan koko muulle rakenteelle ja veneen toimivuudelle. Erillisinä kokonaisuuksina rakennettavat lujitemuoviset

jäykistemuodulit nopeuttavat valmistusta ja toimivat usein tukena sisustuksen osille. Lujuusopillisesti tällaiset jäykistemuodulit eivät kuitenkaan ole yleensä optimaalisia, eivätkä myöskään analysoitavissa yksinkertaisilla laskentakaavoilla.

Tämän työn tulokset auttavat suunnittelijaa välttämään pahimpia kompastuskiviä jäykisterakenteiden suunnittelussa ja ottamaan paremmin huomioon lujuusopilliset reunaehdot myös tehokkaaseen sarjatuotantoon sopivissa rakenteissa. Tulosten avulla voidaan välttää rakenteiden turhaa ylimitoitusta ja siten ylimääräistä materiaali- ja työkuulumusta sekä lopputuotteen painoa ja energiankulutusta. Toisaalta tulosten avulla voidaan myös välttää alimitoitusta ja sitä kautta käytönaikaisia vaurioita ja reklamaatioita, äärimmillään jopa vaaratilanteita.

Lisätietoja

VTT Expert Services Oy
Max Johansson
max.johansson@vtt.fi

Yrityskumppanit

Oy Nautor Ab
Oy Finngulf Yachts Ab
Finn-Marín Oy

Liimatun lujitemuovipalkiston vaatimukset ja tarkastusmenetelmät

Jäykistepalkiston liimaaminen lujitemuovirakenteisen veneen runkoon nopeuttaa tuotantoprosessia perinteiseen kiinnilaminointiin verrattuna. Lisäksi voidaan saada näkyville siisti muottipinta. Liimaamalla kiinnitetyissä palkistoissa on kuitenkin esiintynyt laatuongelmia, eikä liimaukseen ole Suomessa uskallettu laajamittaisesti lähteä. VTT:n tutkimusprojektissa selvitettiin, mitä vaatimuksia palkiston liimasaumalle tulee asettaa ja mitkä asiat vaikuttavat heikentävästi liimasaumaan. Lisäksi etsittiin tuotanto-olosuhteisiin sopiva, tyypillisille liimasaumoille riittävän tarkka ja nopea tarkastusmenetelmä.

Aihepiiri ja soveltaminen

Lujitemuovista valmistettujen veneiden runkorakenne on tyypillisesti jäykistetty pitkittäisten ja poikittaisten palkkirakenteiden avulla. Palkistot on perinteisesti kiinnitetty runkoon laminoimalla. Tuotannon kannalta tehokkaampi ja nopeampi tapa kiinnittämiseen on palkkistojen liimaaminen. Liimatut palkistot ovat kuitenkin saaneet huonoa mainetta joissain veneissä esiintyneiden vaurioiden takia. Useat valmistajat ovat välttäneet liimausta, koska liimaliitosten tarkastaminen ja laadunvalvonta on osoittautunut hankalaksi.

Tutkimuksen tavoitteena oli kehittää liimausosaamista siten, että venevalmistajat voivat jatkossa käyttää liimausta luotettavasti lujitemuovipalkkistojen kiinnitykseen. Työssä tehtiin laaja kirjallisuusselvitys eri liimatyyppien ominaisuuksista venekäytössä, liitoksen lujuutta heikentävistä tekijöistä, sekä liimasaumojen tarkastusmenetelmistä.

Veneen pohjan esimerkkirakenteesta tehtiin FE-malli, jolla tutkittiin palkiston ja pohjan välisessä liimasaumassa eri kohdissa vaikuttavia jännityksiä. Eri liimatyyppien ja sauman paksuuden sekä purseen muodon vaikutusta jän-

nityshuippuihin vertailtiin paikallisen FE-mallin avulla. Tämän lisäksi valmistettiin sarja koekappaleita, joilla pyrittiin todentamaan laskentatulokset ja antamaan lisätietoa eri parametrien vaikutuksesta liimasauman lujuuteen erityisesti repivässä kuormituksessa.

Liimaliitosten tarkastamiseen ja laadunvalvontaan soveltuvista menetelmistä tehtiin kirjallisuusselvityksen lisäksi käytännön kokeita. Termografian soveltuvuutta liimauksen tarkastamiseen testattiin laboratoriokokeiden lisäksi tuotantoveneen avulla projektissa mukana olleen yrityksen tiloissa.

Taulukko 1. Saumapaksuuden vaikutus liiman laskennallisiin repiviin jännityksiin ja leikkausjännityksiin testikappaleissa, joita käytettiin kolmipistetäivutuskokeissa.

Malli	Liima	Sauma mm	Taipuma mm	Repivä jänn. liimassa MPa	Leikkaus liimassa MPa	Jänn. suhde	Puristus liimassa MPa
14	joustava	1	3,7	8,8	22,5	0,39	-109
13	joustava	2	3,7	5,5	14,7	0,37	-80
3	joustava	5	3,6	3	12	0,25	-59
8	joustava	10	3,6	1,8	11	0,16	-46
12	jäykkä	1	3,6	12	26,2	0,46	-149
11	jäykkä	2	3,6	9,1	17,4	0,52	-107
0	jäykkä	2,8	3,6	5	10	0,50	-70
6	jäykkä	5	3,5	5	16	0,31	-77
4	jäykkä	10	3,4	2,5	14	0,18	-62
4 purseeton	jäykkä	10	3,6	5,5	18	0,31	-58

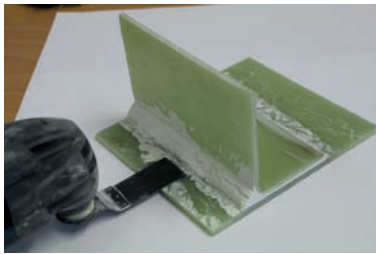
Keskeisimmät tulokset

Lujuusanalyyseiden ja kokeiden tulokset

Sekä kirjallisuuden että FE-analyyseiden perusteella liitosgeometrian vaikutus jännitysjakaumaan liimaliitoksen reunoilla on merkittävä. Oikein muotoillut viisteet ja purseet alentavat jännityshuippuja. Lisäksi on huomattava, että purseet hidastavat kosteuden tunkeutumista liimaliitokseen ja siten parantavat rakenteen pitkäaikaislujuutta.

Lujitemuoviveneiden palkkirakenteiden liimauksessa liitettävien kappaleiden toleranssit ovat yleensä suuria. On siten toivottavaa, että liiman lujuus ei ole herkkä saumapaksuuden vaihteluille eikä suurillekaan paksuuskille. Yleisesti voidaan todeta, että leikkauslujuutta vaativissa liitoksissa 1–2 mm saumapaksuus antaa suurimman lujuuden jäykillä liimoilla, joustavilla liimoilla n. 4 mm sauma. Repimislujuuden kannalta n. 2 mm on minimipaksuus, jonka alle ei kannata mennä. Seuraavassa taulukossa on vertailtu saumapaksuuden vaikutusta liiman laskennallisiin repiviin jännityksiin ja

Kuva 1. Repeytymislujuskokeissa käytetty koekappale.

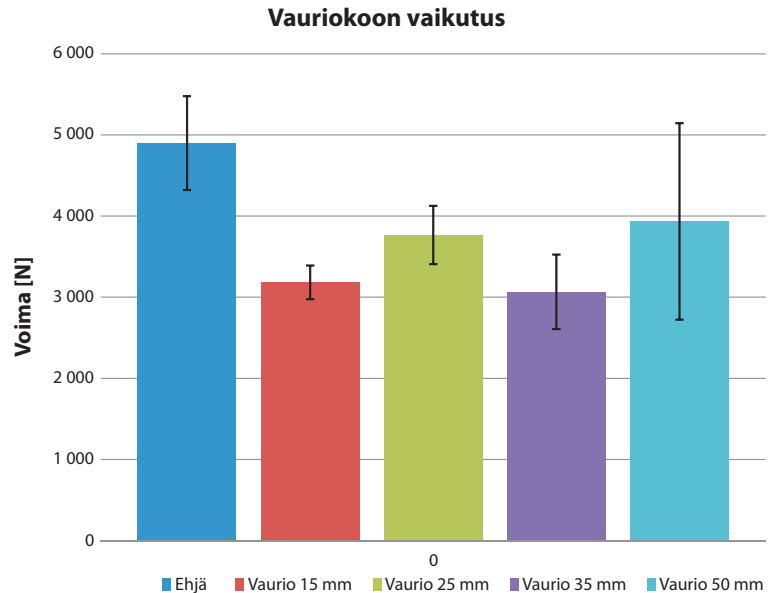


leikkausjännityksiin testikappaleissa, joita käytettiin kolmipistetaivutuskokeissa.

Venerakenteissa tyypillisesti käytettävien liimojen leikkauslujuus on yleensä riittävä ainakin staattisessa kuormituksessa. Sen sijaan liimasauman repimislujuus voi olla ongelma. Repiviin jännityksiin voidaan vaikuttaa liitoksen suunnittelulla ja purseen suuruudella. Projektissa tehtiin repimislujuskokeita mm. jäykisteen laipan pyöristyssäteen ja liimasaumaan koverretun vaurion vaikutusten määrittämiseksi.

Tulokset osoittavat, että tehdyt vauriot alensivat koekappaleiden repeytymislujuutta keskimäärin n. 30 % ehjään kappaleeseen verrattuna. Sen

Kuva 2. Vauriokoon vaikutus repeytymislujuuteen.



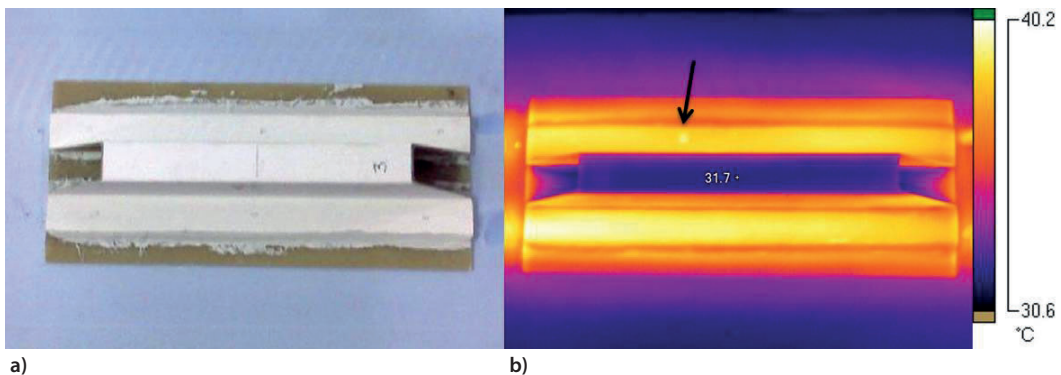
sijaan vaurion koolla ei ollut suurta merkitystä lujuuden heikkenemiseen, joskin tulosten hajonta oli melko suurta.

Lisää tuloksia laskelmista ja kokeista on esitetty VTT:n raportissa Sippola, M., Hintikka, P: Liimattujen Lujitemuovipalkistojen vaatimukset ja tarkastusmenetelmät.

Liimasauman tarkastusmenetelmät

Kirjallisuusselvityksen perusteella termografia eli lämpökamerakuvaus oli lupaavin menetelmä nopeutensa ja riittävän tarkkuutensa vuoksi. Projektin aikana tehdyt laboratoriokokeet osoittivat, että läpimitaltaan vähintään noin 10 mm suuruiset viat saadaan jo näkyviin.

Kuva 3. Hattujäykisteen koekappaleesta (a) otetussa termografiakuvassa (b) näkyvä, nuolen osoittama vaalea alue osoittautui liimasaumassa olevaksi ilmakuplaksi, kun kyseinen kohta sahattiin auki.



Lämpökuvauksen toimivuutta venetuotannossa kokeiltiin tarkastamalla runkoon liimatun sisämoduulin kiinnitys. Pintojen lämmittämiseen käytettiin kahta 1000 W infrapunalamppua ja lämpökamera Fluken mallia Ti32. Lämmitysetäisyys oli n. 40 cm. Tutkittavat pinnat olivat kiiltäviä Gelcoat-pintoja, joista heijastuvat kattovalaisimet aiheuttivat aluksi häiriöitä infrapunakuviissa. Häiriöt saatiin pois, kun mittaus tehtiin peitteen alla. Metalliesineellä koputtelemalla oli havaittu alueita, joissa adheesio oli puutteellinen. Lämpökameralla havaittiin samat alueet, mutta laajempina kuin koputtelemalla.

Termografia osoittautui melko helposti omaksuttavaksi ja riittävän tarkaksi menetelmäksi palkistojen liimasaumojen tarkastamiseen. Jos lämmitysmenetelmää kehitetään rakentamalla infrapunalampuille esim. alas laskettavat kehikot, on mahdollista tarkastaa tyyppillisen 6 m veneen palkisto noin 15 minuutissa.

Tulosten hyödyntäminen

Lujitemuoviveneitä suunnittelevat ja valmistavat yritykset voivat hyödyntää tuloksia palkistojen liimaliitosten ja niiden valmistuksen suunnitteluun, käytettävien materiaalien ja tarkastusmenetelmien valintaan, sekä onnistuneen liimauksen varmistamiseen. Liimojen valmistajat ja myyjät voivat hyödyntää tuloksia venealalle sopivien liimojen valitsemiseen.

Liimatun palkiston lujuus on tutkimuksen perusteella ensisijaisesti laatuksymys: jos purseet ovat riittävät, ja liimattavat pinnat puhtaita ja jälkiköveytettyjä, ylitetään katkokuitulaminaatin lujuus ainakin staattisessa kuormituksessa helposti.

Yhteystiedot

VTT
Merja Sippola
merja.sippola@vtt.fi
VTT Expert Services Oy
Max Johansson
max.johansson@vtt.fi

Yrityskumppanit

Wihuri Oy Power products
Bella-Veneet Oy
Konekesko Oy Marine
Oy Nautor Ab
Oy Sika Finland Ab

VeKe – Alipaineinjektio ja RTM valmistusmenetelmät veneteollisuudessa – tuotantotehokkuuden, pinnanlaadun ja rakenteiden kehittäminen

VeKe-projektissa tutkittiin muun muassa yli- ja alipaineinjektio menetelmien optimointia numeerisella laskennalla, pinnanlaadun hallintaa, pinnanlaatua parantavien uusien, vähäkutisteisten (mm. DCPD) hartsien käytön vaikutuksia, muottien suunnittelua ja valmistusta, kustannustehokasta alipaineistamista sekä tehtiin eri valmistusmenetelmiä vertaileva teknis-taloudellinen analyysi. Tutkimusalueita oli useita ja jokaisesta osiosta kirjoitettiin omat raportit. Esimerkiksi vaurionsiedon tutkimuksessa todettiin tyyppillisten venelaminaattien vaurionsiedon riippuvan monitahoisesti sekä käytetystä hartsista että lujiterakenteesta. Tulokset tukevat olettamusta katkokuitumaton lujittavasta vaikutuksesta ja DCPD-hartsien heikommasta vaurionsiedosta.

Aihepiiri ja soveltaminen

Suljetun muotin tekniikoiden tekniset taloudelliset edut eivät ole nykyisillä tuotantotekijöiden hinnoilla vielä kiistattomat ja venevalmistajien tilauskanta on ollut niin hyvä, että muutokseen ei vielä ole ollut välitöntä tarvetta. Muutos ja erityisesti uusien tuotantomenetelmien optimointi tuo tullessaan paljon ratkaistavia ongelmia ja lisätyötä, johon venevalmistajilla ei ole aikaa paneutua. Niinpä hankkeessa oli tarkoitus selvittää nykyisten tuotantotapojen todellinen kustannusrakenne, hakea erityyppisille osille vaihtoehtoisia, tehokkaampia suljetun muotin valmistusmenetelmiä, selvittää tuotantoteknologian siirtoa tuulivoima- ja autoteollisuuden me-

netelmistä soveltuvin osin, optimoida suljetun muotin tuotantomenetelmiä, kokeellisesti selvittää vaihtoehtoisten tuotantomenetelmien tuotteiden laatu ja todellinen kustannusrakenne sekä tutkittuun tietoon perustuen suositella yrityksille vaihtoehtoisia tuotantomenetelmiä.

Teknillisten simulointi- ja mittaus-tulosten lisäksi hankeryhmä pitää vertailevaa kustannuslaskentaa erityisen tärkeänä tehtävänä, koska todellisten kustannustekijöiden painottumisesta ei juuri ole täsmällistä tutkimustietoa, mutta sitäkin enemmän eri valmistusmenetelmien materiaalien ja laitteistojen toimittajien argumentteja sekä tuottajien intuitiivisia arvioita ja uskomuksia.

Keskeisimmät tulokset

Pinnanlaatu

Tehdyllä esiselvitystyöllä kartoitettiin, mitä komposiittituotteiden pinnanlaatuun liittyviä tutkimuksia on maailmanlaajuisesti tehty. Tarkoituksena oli löytää vertailutietoa hankkeessa tehtävälle RTM- ja alipaineinjektio tuotteiden pinnanlaatu tutkimukselle. Erityisesti etsittiin tietoa täyteaineiden vaikutuksesta polyesterihartsilasi/kuitukomposiittituotteiden pinnanlaatuun. Varsinaisista täyteaineista nanosavihiukkaset osoittautuivat tehokkaammaksi kivistuman kompensoijaksi kuin perinteinen kalsiumkarbonaattimineraali. Silikaatit toimivat pitkänomaisen muotonsa johdosta lujitteen tavoin ja ne estävät polymeerien liikkumista.

Kuvassa 1 on tutkimuksissa käytetty 3D-profilometri sekä mittauksen tuloksena saatu kuva pinnasta.

Light-RTM kokeet

Osion työvaiheet olivat erilaisten lujitevaihtoehtojen testausta FE-simuloinnin avulla, parhaiten soveltuvien konstruk-

tioiden injektointi Light-RTM-muotilla sekä valmiiden komponenttien taivutustestit laboratoriossa. Lopuksi komponentista leikatulle näytteelle tehtiin pinnanlaatumittaus. Ensimmäisenä selvitettiin, millä lujiterakennevaihtoehtoilla saavutetaan riittävä jäykkyys. Koska jokaisen rakennevariaatiolla olevan komponentin valmistaminen ja testaus on hidasta ja kallista, voitiin FE-simuloinnin avulla ensin virtuaalisesti selvittää soveltuvimmat vaihtoehdot.

Vaurionsieto

Osion tarkoituksena oli selvittää, kuinka paljon hartsityyppi, lujitetyyppi sekä lujitteiden ladonta vaikuttavat injektoidun lasikuitulaminaan vaurionsietokykyyn. Eri hartseja oli yhteensä 12 kpl. Testattavana lujitteena käytettiin biakiaalilujitetta, josta toisessa oli katkokuitumattoa ja toinen oli ilman mattoa. Lujitteiden ladonnassa käytettiin symmetristä ladontaa sekä ladontaa, jossa lujitteet on pinottu kaikki samalla tavalla.

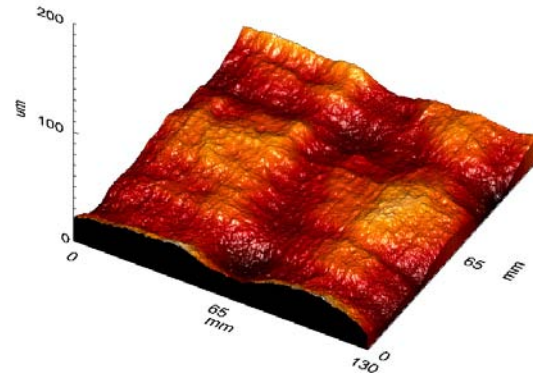
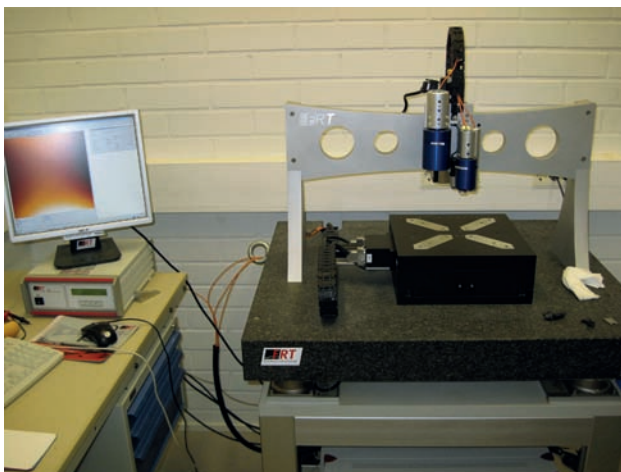
Vetotesteissä hyödynnettiin akustisen emission mittausta, jolloin voiman

ja venymän mittauksen lisäksi mitattiin koekappaleen säröytymisestä aiheutuva ritinä kahdella akustisen emission anturilla. Mitattavia suureita ovat vetokimmomoduuli, venymä vaurion alkamishetkellä, jännitys vaurion alkamishetkellä, murtovenymä ja murtojännitys. Mittaukset suoritettiin ranskalaisessa Ifremer-tutkimuskeskuksessa siten, että Mikkelin AMK:n tai Tampereen Teknillisen Yliopiston tutkija suoritti testit Ifremerin laitteistolla Brestissä osana Ifremerin "METRI" FP7 -tutkimushanketta. Kuvassa 2 on akustinen emission mittausta käynnissä, ja kuvassa 3 on poikkileikkaus koekappaleesta iskutestin jälkeen.

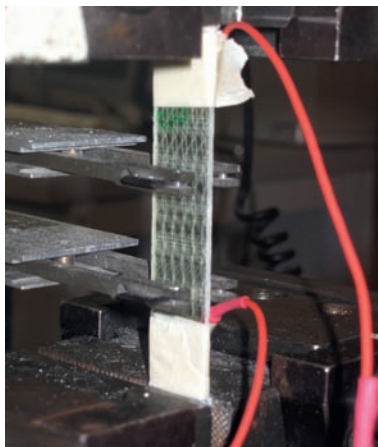
Teknistaloudellinen analyysi

Tämä osio toteutettiin TTY:n Materiaaliopin laitoksen diplomityönä. Diplomityön tavoitteena oli selvittää alipaineinfusion ja paineinjektion kustannusrakennetta venelaminaattien valmistuksessa ja vertailla sitä nykyisiin veneteollisuudessa käytetyimpiin valmistusmenetelmiin eli märkä- ja ruisikulamointiin. Vaikka suljetun muotin

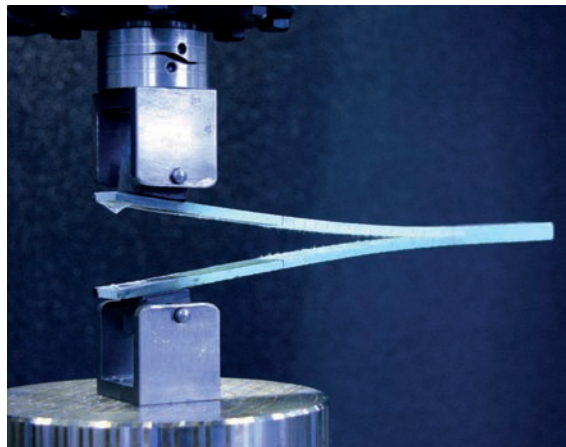
Kuva 1. 3D-profilometri sekä sen mitaama kappaleen pinnan tarkka muoto.



Kuva 2. a) Vetotesti akustisen emission mittauksella, b) Mode-I repäisylujuustesti.

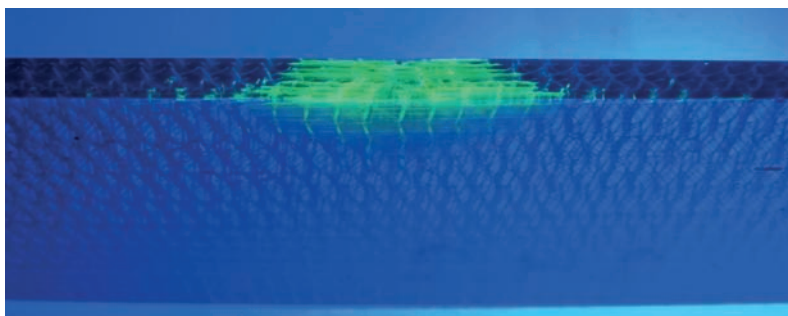


a)



b)

Kuva 3. Tunkeumaneste koekappaleessa iskukokeen jälkeen.



valmistusmenetelmien edut laadun, turvallisuuden ja ympäristön osalta tunnetaan melko hyvin, niiden taloudelliset edut ovat vielä epäselvät. Osion tulokset on esitetty kattavasti Mikko Eskon diplomityössä ”Alipaineinfuusio ja painejektio venelaminaattien valmistuksessa – Teknistaloudellinen tutkimus”.

Case-tutkimuksessa keskityttiin vertailemaan tuotannossa olevan kappaleen kustannuksia märkälaminoinnin ja alipaineinfuusion osalta. Case-tutkimuksella saatiin suuntaa antavia tietoja märkälaminoinnin ja alipaineinfuusion todellisista kustannusrakenteista. Samalla huomattiin, että vaikka

prosessit ovat hyvin erilaisia, niiden yksikkökustannukset ovat samaa suuruusluokkaa.

Tulosten hyödyntäminen

Tutkittujen osa-alueiden tuloksia voidaan hyödyntää keski suurten veneiden tuotesuunnittelussa sekä materiaalivalinnoissa. Pinnanlaatu on erittäin keskeisessä asemassa veneen materiaalivalinnoissa, ja saavutettuihin tutkimustuloksiin tulee kiinnittää erityistä huomiota. Käytetyillä tutkimusmenetelmillä voidaan luotetavasti vertailla eri tekniikoilla tehtyjä laminaatteja ja näin verrata niiden pa-

remmuutta. Hyvän pinnanlaadun tulee kuitenkin täyttää myös vaaditut mekaaniset ominaisuudet, joten oikeiden luji-tekombinaatioiden kautta saavutetaan hyvä lopputulos, jossa sekä laminaatin vaurionsieto että pinnanlaatu ovat hallinnassa. Teknistaloudellinen analyysi helpottaa valitsemaan tuotantomenetelmän erityisesti taloudellisesta näkökulmasta ja tarjoaa työkaluja eri valmistusmenetelmien kokonaisvaltaiseen vertailuun.

Lisätietoja

Mikkelin ammattikorkeakoulu, YTI-palvelut
Martti Kemppinen
martti.kemppinen@mamk.fi

Tampereen teknillinen yliopisto,
Materiaaliopin laitos
Jyrki Vuorinen
jyrki.vuorinen@tut.fi

Yrityskumppanit

Ahlstrom Glassfibre Oy
Ashland Finland Oy
Oy Botnia Marin Ab
Konekesko Oy
Fiberline Oy
Trikatex Oy

WiND – Langaton anturitekniikka ja NDT-menetelmät muovikomposiittien laadunvarmistuksessa

Työssä pyrittiin löytämään yrityksille uusimmat ja sopivimmat menetelmät esim. hartsien kovettumisen seurantaan tai laminoituvirheiden ja laminaattivaurioiden havaitsemiseen. Langattoman anturitekniikan osalta selvitettiin, miten tuotantoympäristön ja tuotantovälineiden tilaa (esim. muotin reaaliaikainen lämpötila, irrotusten lukumäärä, muottiin laminoituneen kappaleen pakkaus eri paikoissa) voidaan seurata langattoman anturiverkon avulla.

Aihepiiri ja soveltaminen

WiND-projektin ydinajatus on tutkia projektiin osallistuvissa komposiittialan yrityksissä yrityskohtaisesti, millä uusilla teknologioilla ja menetelmillä voidaan kehittää tuotannon ja tuotteiden laadunvarmistusta ja seuranta. Työssä ovat mukana Tampereen teknillinen yliopisto (TTY) / Materiaaliopin laitos, Muovi- ja elastomeeritekniikka / Kokkolan yksikkö, ja Jyväskylän yliopisto (JY) / Kokkolan yliopistokeskus Chydenius (KYC) / Informaatioteknologian yksikkö.

Työn tavoitteena muovikomposiittien laadunvarmistuksen osalta on pyrkiä löytämään yrityksille uusimmat ja sopivimmat menetelmät esim. hartsien kovettumisen seurantaan tai laminoituvirheiden ja laminaattivaurioiden havaitsemiseen.

Tavoite langattoman anturitekniikan osalta on selvittää miten tuotantoympäristön ja tuotantovälineiden tilaa (esim. muotin reaaliaikainen lämpötila, irrotusten lukumäärä, muottiin laminoituneen kappaleen pakkaus eri paikoissa tms.) voidaan seurata langattoman anturiverkon avulla.

Työhön kuuluvat seuraavat osiot:

- Yritysten nykytilanteen tarkempi selvittäminen ja testausmenetelmätarpeiden määrittelyt

- Uusimman tutkimus- ja sovellustiedon kokoaminen, tuottaminen ja välittäminen yrityksille
- Menetelmätutkimukset, laitetestaukset sekä demonstraatiot komposiittimateriaaleilla
- Vertaileva materiaalitestausta laboratorioissa: mm. tarvittava termomekaaninen ja mekaaninen testaus
- Suomalaisen komposiittivalmistuksen laadunvarmistuksen kartoitus, sekä tutkimus- ja kehitystarpeiden arviointi
- Komposiittimateriaaleille tarjolla olevien laadunvalvontamenetelmien ja niiden mahdollisten tutkimus- ja kehitystarpeiden arviointi.

Keskeisimmät tulokset

Yritystapaamisissa keskeisimmiksi nousseet tutkimusaiheet ovat laadun varmistus ja tarkastus yleisellä tasolla (sekä tuotannon aikana että jälkikäteen), tuotantomateriaalien paksuuden seuranta, materiaalien sisäiset ja ulkoiset vauriot, kaikenlaisten jännitystilojen havainnointi / seuranta / tallentaminen eri materiaaleissa, sekä selvitys minkälaisia valmiita ratkaisuja on jo tarjolla ja minkälaisilla hinnoilla. Mahdollisia käytettäviä tekniikoita ovat mm. venymäliuskat, ultraäänitekniikka, pyörrevirrat, optiset kuidut ja lämpökamerat.

Yrityksillä on tarve nähdä konkreettisesti menetelmien toimintaa ennen oman tuotantotoiminnan muutamista tai laiteinvestointeja. Projektissa pyritään löytämään yrityksille sopivia ratkaisuja laadunvarmistukseen ja -seurantaan nykyisin tarjolla olevista menetelmistä.

Muovikomposiiteissa on aina materiaalista ja valmistuksesta aiheutuneita vikoja. Vaativampien rakenteiden hyväksyttävyyden on suuresti riippuvainen NDT-menetelmien (rikkomaton aineen koetus) menestyksekkäästä soveltamisesta; sen avulla varmistetaan, että vikojen koko ja laatu ovat hyväksyttäviä, eivätkä ne johda rakenteen vaurioihin. Valittavan NDT-menetelmän tulisi olla edullinen hankkia, riittävän tarkka ja helppo käyttää.

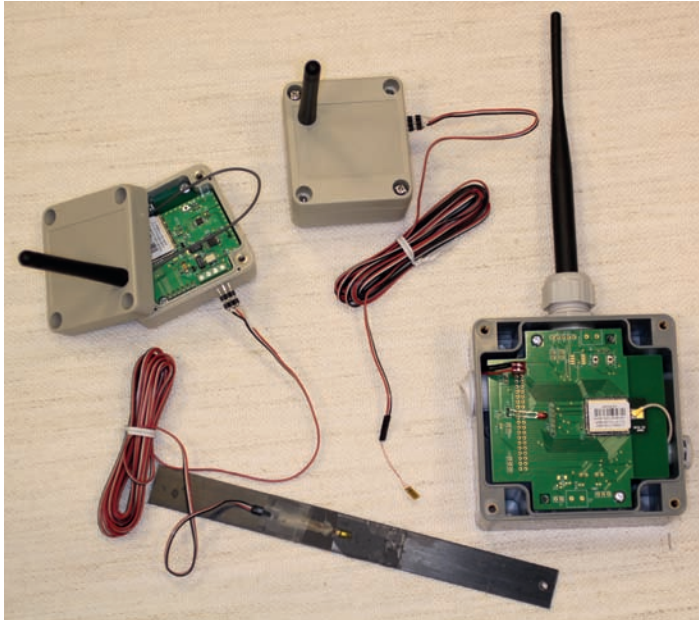
Mittalaiteselvityksessä todettiin seuraavaa:

- Venymäliuskat ovat suhteellisen edullinen ja monella tuotantoalalla käytetty ratkaisu, niille löytyy sopiva mitta-anturi lähes kaikille materiaaleille ja ne soveltuvat langattomaan tiedonsiirtoon.
- Ultraäänitarkastukseen löytyy hintaluokaltaan vaihtelevia laitteita, homogeeniset vs. laminoituneet kappaleet aiheuttavat ongelmia tulosten tulkinnassa halvemmilla laitteistoilla. Menetelmä vaatii signaalilähteen.
- Valokuituun perustuvan mittauksen tarvitsemat mittalaitteet ovat kalliita, vaikka kuitu itsessään on halpaa. Tarkat mittaukset ovat mahdollisia ja sovellettavissa useaan erilaiseen mittaukseen.

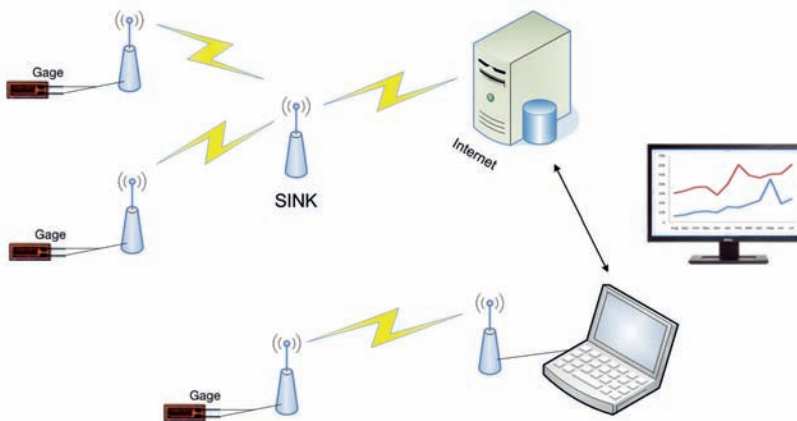
Jatkotutkimukseen valittiin venymäliuskat. Työn tarkoituksena oli osoittaa venymäliuskojen luotettavuutta laa-



Kuva 1. CiNetStrain-anturinoodi.



Kuva 2. CiNetStrain-mittausjärjestelmä.



dunvarmistuksessa ja todistaa, että ne soveltuvat veneteollisuuteen mm. meriveden kestävyytensä osalta. Lisäksi tarkoituksena oli osoittaa niiden olevan soveltuvia langattomien sensoriverkkojen mitta-antureiksi.

Testimittauksia tehtiin useampia erilaisia, joissa mitattiin samaa kohdetta rinnakkain langattomalla ja langallisella mittausjärjestelmällä. Yhdessä testissä koekappaleet asetettiin kuormitettuina (30 % taivutuslujuudesta) huoneenläm-

pöiseen meriveteen ja toisessa testissä mittaukset tehtiin ilman veteen upottamista. Näin saatiin selvitettyä mahdolliset venymäliuškoissa tapahtuvat muutokset pidempiaikaisissa mittauksissa, arvioitua langattomuuden luotettavuutta sekä selvitettyä noodien virrankulutusta.

Kokkolan yliopistokeskus Chydeniuksessa kehitetyssä CiNetStrain mittauslaitteistossa ja käyttöliittymässä informointi voidaan toteuttaa reaaliajassa, joko graafisesti tai numeerisesti esimerkiksi www-portaalia hyväksikäyttäen. CiNetStrain mahdollistaa jatkuvatoimiseen venymäseurantaan ja -mittaukseen järjestelmän, jolla voidaan säästää merkittävää tehostusta nykyisiin toimintatapoihin. Laitteisto on pieni, kevyt ja komponenttien osalta erittäin edullinen, jonka lopullinen hinta määräytyy tuotteistamisen kautta. Vähäinen tehonkulutus ja paristokäyttöisyys mahdollistavat pitkän toiminta-ajan ilman huoltotoimenpiteitä.

Tulosten hyödyntäminen

Työn tuloksia voidaan hyödyntää mm. valmiiden veneiden rakenteiden, veneteollisuuden muuttien, tuulivoimalaitosten siipien ja kiinteistöjen rakenteissa havaittavien muutosten seurannassa. Jatkuvatoimisella mittauksella voidaan huomata kohteessa tapahtuneet muutokset välittömästi. Venymäinformaatiota voidaan käyttää myös päätöksentekoon esimerkiksi materiaalien kunnonapidon asioissa. Käytönaikainen seuranta on myös mahdollista toteuttaa langattomasti.

Yritykset saavat tietoa uusimmista tehdaskäyttöön soveltuvista komposiittien mittausmenetelmistä sekä lan-

gattoman anturitekniikan hyödyntämismahdollisuuksista tuotantoprosesseissa (hartsien kovettumisen seuranta, vaurioiden havaitseminen, tuotantolosuhteiden monitorointi, muottien tai kappaleiden tunnistaminen jne)

Uuden laitetekniikan ja NDT-menetelmien laajempi käyttöönotto parantaa riskien ja kustannusten hallintaa komposiittituotannossa. Uusia tuotantoprosesseja tehostavia menetelmiä yritysten tarpeiden, uuden materiaalitestaustekniikan ja langattoman anturitekniikan kohdatessa on mahdollisuus löytää.

Lisäksi tunnistetaan laadunvalvontamenetelmien ja -tekniikoiden tutkimus- ja kehittämistarpeita komposiittituotteita valmistavien yritysten näkökulmasta

Yhteystiedot

TTY

Pentti Järvelä

TTY / Muovi- ja elastomeeritekniikan laboratorio

pentti.jarvela@tut.fi

KYC

Ismo Hakala

JY / KYC / IT-yksikkö

ismo.hakala@chydenius.fi

Timo Hongell

JY / KYC / IT-yksikkö

timo.hongell@chydenius.fi

Yrityskumppanit

Baltic Yachts Oy Ab Ltd

Mervento Oy

Oy Finn-Marin Ltd

Exel Composites Oy

Terpol Oy

Insinööritoimisto Enmac Oy

Oy KWH Mirka Ab

Sinex Oy

Greenline 2012 – kierrätettävien ja ympäristöystävällisten materiaalien mahdollisuuksia veneenvalmistuksessa

Tutkimuksessa keskityttiin kierrätettävien materiaalien, kuten biokuitupohjaisten komposiittien käyttöön veneen rungon ja kansirakenteiden valmistuksessa. Puukuidulla vahvistettuja muovimateriaaleja käytetään muun muassa terassi- ja laiturirakenteissa. Työssä optimoitiin esimerkiksi muovin määrää ja materiaaliyhdistelmiä venekäyttöä varten, ja tutkittiin eri liitostekniikoita. Projektissa rakennettiin luonnonkuitukomposiitista myös prototyyppiä, ”hitsattu puuvene”.

Aihepiiri ja soveltaminen

Projektin tavoitteena oli selvittää ja analysoida, millaiset puu-muovikomposiittimateriaalien ja rakennustekniikat soveltuisivat veneenvalmistukseen. Keskityttiin kierrätettävien materiaalien, kuten biokuitupohjaisten komposiittien käyttöön veneen rungon ja kansirakenteiden valmistuksessa. Teknisen toteutuksen lisäksi tavoitteena oli edistää suomalaisten veneenvalmistajien tietoisuutta uusista ”läpimurtoakennemateriaalivaihtoehdoista”, ja lisätä veneenvalmistajien verkostoitumista niin toimialan sisällä (R&D-toiminta rakennemateriaalien suhteen) kuin myös perinteisesti toimialan ulkopuolisten toimijoiden välillä (uudet materiaalit), ja sitä kautta parantaa globaalia kilpailukykyä.

Syyt luonnonkuidulla vahvistettujen komposiittien kiinnostavuuteen ovat seuraavat:

- nykyiset biohajoavat synteettiset muovit eivät ole tehneet läpimurtoa
- luonnonpolymeerit eivät kykene synteettisten muovien materiaaliominaisuuksiin
- polttoaineiden lisääntyvä kysyntä herättää kysymyksiä, mistä saada raaka-aineita polymeereille

- öljynhinnan vaihtelu nostaa kuitenkin esille kysymyksiä öljyriippuvuuden vähentämiseksi
- ilmastomuutos rohkaisee katsomaan biomassaa uudella tavalla.

Puumuovikomposiitit ovat puukuitujen ja muovien (tyypillisesti kestumuovien, kuten polypropeenin) seoksia, joissa yhdistyy puun ja muovin hyviä ominaisuuksia: puun kosteudenkestävyys paranee, ja muovin jäykkyys kasvaa. Puukuitujen osuus voi vaihdella 10–90 %, mutta tyypillinen seossuhde on. 60/40. Puumuovikomposiittien ongelmana on luontainen epäsopevuus puukuitujen ja muovimatriisin välillä: puukuidut ovat hydrofiilisiä ja muovit hydrofobisia.

Työssä selvitettiin saatavissa olevien biokuitupohjaisten komposiittimateriaalien soveltuvuutta veneenrakennusteollisuuteen ja kyseisten materiaalien käyttöön liittyviä erityisnäkökohdat mm. muovattavuuden ja liittämisen näkökohdista. Lisäksi pilotoitiin uusien lisä- ja täyteaineiden sekä niiden soveltamisen mahdollisuuksia komposiittimateriaaleihin (mm. lasikuitujäte, Imprex- materiaali) ja funktionaalisuuteen ja älykkäisiin polymeereihin, ja syvennettiin niiden hyödyntämiseen ja käyttösovellutuksiin, komposiittien tur-

Kuva 1. Puumuovikomposiittituotteita.



vallisuuteen ja ympäristösuorituskykyyn (mm. kierrätettävyys) sekä imagoon ja korkean suorituskyvyn puumateriaaleihin ja rakenteisiin veneteollisuudessa.

Keskeisimmät tulokset

Puumuovikomposiittien mahdollisuudet yleisesti kuvattuina on esitetty taulukossa 1.

Materiaalikehityksen ensimmäisessä vaiheessa todettiin, että kaupalliset tuotteet ja kirjallisuus osoittavat tiettyjen ominaisuuksien olevan hyvällä tasolla. Näitä ovat kovuus, kosteudenkesto varauksin ja mekaaniset ominaisuudet varauksin. Tärkeimpänä haasteena on iskulujuuden kasvatus.

Taulukko 1. Puumuovikomposiittien mahdollisuudet.

<p>VAHVUUDET</p> <ul style="list-style-type: none"> • ympäristöystävällisyys • kierrätettävyys • käyttöikä • muunneltavuus, vapaa muoto • säänkestävyys ja mittapysyvyys 	<p>HEIKKOUEDET</p> <ul style="list-style-type: none"> • ulkonäkö varauksin • tunnettavuus • pitkänajan tutkimustiedon puute • laitteiston ja muottien hinta • paino • standardit kehitysvaiheessa
<p>MAHDOLLISUUDET</p> <ul style="list-style-type: none"> • korvata kyllästettyä puuta • täysin uudet tuotteet • korvata jalopuita 	<p>UHKAT</p> <ul style="list-style-type: none"> • ennakkoluulot • öljyn hinta ja saatavuus • uusi materiaali ei pääse markkinoille • hinnoittelun epäonnistuminen

Materiaalikehityksen toisessa vaiheessa etsittiin ratkaisuvaihtoehtoja haasteisiin seuraavilla toimilla:

- muovin määrän optimointi (iskulujuuden kasvattaminen!)
- materiaaliyhdistelmät (esim. lasikuitu/IMPREG)
- lisäaineistus
- kuituraaka-aineen muokkaus ennen ekstruusiota
- kuituorientaation muokkaaminen.

Lisäksi rakennettiin prototyyppeillä, jossa kokeiltiin väriaineiden käyttöä ja materiaalin muovattavuutta ja liittämistä veneenrakennuksessa.

Kuva 2. Projektissa rakennettu prototyyppi.



Tulosten hyödyntäminen

Tutkimuksessa todettiin, että puumuovikomposiitit soveltuvat eri tuoteosien, kuten penkkien, kansiluukkujen tai kansimateriaalien valmistukseen sekä ekstruusiotuotteina että ruiskuvalettuina. Näille on löydettävissä mielenkiintoisia sovelluskohteita puhtaasti luonnonkuidulla lujitettuna sekä hybridikomposiittina. Materiaalit ovat liitettävissä eri hitsaustekniikoilla sekä liimoilla. Veneenrakentamisen ekologisuutta on nostettavissa luonnonkuitumateriaaleja lisäämällä. Projektissa toteutettiin luonnonkuitukomposiitista valmistettu komposiittivene kokeiluihin, "hitsattu puuvene".

Yhteystiedot

Lappeenrannan teknillinen yliopisto
Timo Kärki
timo.karki@lut.fi

Yritysosallistajat

Terhitec Oy
Esmarin Composites Oy
Ahlstrom Glassfibre Oy
Kotka Mills Oy
Merinova Oy

Laitteet ja järjestelmät

iBoats – Älykkäät veneet

Erilaisten ohjausjärjestelmien osuus veneissä on kasvanut viime vuosina ja tulee kasvamaan voimakkaasti myös tulevaisuudessa. Navigointiin liittyvien apulaitteiden kuten karttaplotterien osalta tekniikka on kohtuullisesti vakiintunut, mutta muiden järjestelmien kohdalla on olemassa useita ratkaisuja. Tutkimuksessa keskityttiin ja haettiin ratkaisuja sauvaohjaukseen toteutukseen työveneessä, purjeen olosuhteiden mittaukseen, väylien hyväksikäyttöön sekä mahdollisuuksiin hyödyntää digitaalihydrauliikkaa veneissä. Lisäksi tutkittiin veneiden ohjausjärjestelmiin liittyvää standardointia ja työkoneiden ohjaimien hyödyntämistä veneen propulsiolaitteiden ohjauksessa.

Aihepiiri ja soveltaminen

Aihepiirinä veneiden ”älykkyyttä” tai paremminkin älykkäät järjestelmät on hyvin laaja kokonaisuus. Esimerkiksi liikuttaessa vesisuihkuilla varustetulla veneellä avovedessä on tärkeintä, että vesisuihkujen virtaus on samansuuntainen toistensa kanssa ja että hätäjarrustilanteessa saadaan suihkujen virtaus käännettyä nopeasti eteenpäin. Vastaavasti on hyvä, jos rantauduttaessa voidaan venettä ajaa sivuttain, etu- ja takaviistoon sekä pyörittää paikoillaan. Näiden toimintojen aikaansaamiseksi tarvitaan ohjaus, toimilaitteet ja takasinkyt kennät toimilaitteilta ohjausjärjestelmään. Lisäksi toteutusten pitää olla alan standardoinnin kanssa yhteensopivia ja kaikkien laitteiden hyötysuhteen mahdollisimman hyvä, jotta voidaan esimerkiksi hyödyntää akkukäyttöä satama-alueella melun vähentämiseksi.

Keskeisimmät tulokset

Yhteenvetoja osaprojekteista

Työveneeseen sähköistys

Työveneessä on monia erilaisia toimilaitteita, joiden välillä on useita riippuvuuksia. Lisäksi eri hälytysjärjestelmät keräävät veneestä tietoja ja lähettävät ne tarvittaessa eteenpäin. Verkotettu järjestelmä mahdollistaa koko veneen hälytystietojen keruun yhteen pisteeseen. Tehdyssä testiversiossa huomattiin, että Ethernet-verkko ja esimerkiksi Modbus-protokolla tarjoavat yksinkertaisen ja avoimen tavan toteuttaa koko veneen laitteiden hallinta kohtuullisen edullisilla komponenteilla. Yhä enenevässä määrin on myös tarjolla NMEA2000-standardin mukaisia komponentteja hyödyntäviä järjestelmiä, jolloin verkko voidaan toteuttaa CAN-väylänä.

Vesisuihkujen sauvaohjaus

Sauvaohjauksen tutkimuksessa apuna oli simulointiympäristö, jolla ensin todennettiin ratkaisujen toimivuus. Näiden toimintojen simulointiin toteutettiin ensimmäisessä vaiheessa Qt:llä simulaattori ohjaussauvojen liikkeiden ja toimilaitteiden toimintojen välille. (Kuva 1)

Simulaattori toteutettiin Qt ja c++ -ohjelmointikielillä sekä alimman tason funktiot C-ohjelmointikielillä. C:llä tehdyt funktiot toteutettiin lopuksi työkoneohjaimella. Järjestely oli onnistunut, koska koko ohjelman kehityksen ajan voitiin simulaattoria ja lopullista sovellusympäristöä käyttää yhdessä, ja esimerkiksi suittimien asennot nähtiin ajon aikana tietokoneen näytöltä.

Hydrauliikka

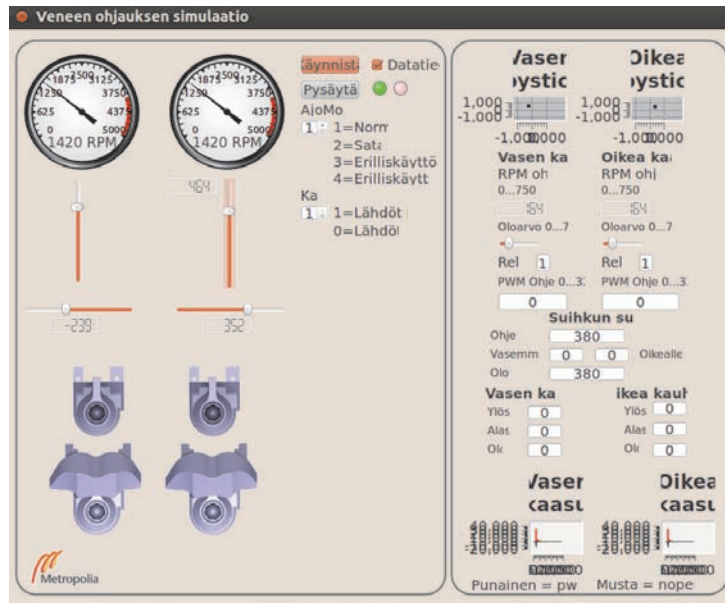
Suihkujen ja suutinten kääntöön käytettiin asema-antureilla varustettuja sylintereitä sekä asematakaisinkytkettyä PI-säätöä. (Kuva 2)

Vaikka kyse oli servosovellutuksesta, käytettiin testiversiossa avoimen keskiasennon työkonventiiliä, koska järjestelmässä oli valmius vakiokierrostitilavuuspumpulle. Venttiilin ominaisuudet saatiin ohjelmallisesti sovellutuksen vaatimalle tasolle.

Suuremmissa veneissä on mm. ovia, avattavia kansia ja uimatasoja, joissa hydrauliikka on eräs toteutusvaihtoehto. Näissä sovellutuksissa pieni



Kuva 1. QT:llä toteutettu simulaattori.



Kuva 2. Sähkökäyttöinen hydraulipumppu.



tasavirralla toimiva hydrauliagregaatti on varteenotettava vaihtoehto palvelemaan useampaakin käyttökohdetta. Tehontarve on tavallisesti vähäinen ja pumppu käy vain tarvittaessa. Veneenvalmistajat ja käyttäjät arvostavat hiljais-työntäytystä ja luotettavuutta.

Integroitujen sähköhydraulisten toimilaitteiden avulla voidaan vähentää putkitusta, helpottaa asennusta sekä yhdistää sähkö ja hydraulikan edut.

Digitaalihuylraulikan soveltaminen

Digitaalihuylraulikalla parannetaan merkittävästi huylraulijärjestelmien suoritus-

kykyä ja vikasietoisuutta. Vikasietoisuus perustuu useilla rinnakkaisilla On/Off-venttiileillä toteutettuun venttiilistöön, ks. /www.tut.fi/iha/. (Kuva 3)

Tutkimuksessa tarkasteltiin digitaalihuylraulikan käyttömahdollisuutta huylraulisyliintereillä toteutetuissa vesijettien suihkujen ohjauksessa. Tavoitteena oli tehdä mahdollisimman käytövarma, yksinkertainen ja edullinen järjestelmä, joka voidaan liittää veneen CAN-väylään perustuvaan ohjaujär-

Kuva 3. Digitaalihuylraulinen venttiili-lohko.



jestelmään, joka täyttää asetetut suoritusarvo vaatimukset. Digitaalihuylraulinen ohjaus toteutettiin yksinkertaisella 5-bittisellä "meter-out"-kytkennällä, jossa sylinterin suunta ohjataan suuntaventtiilillä, ja nopeus digitaalihuylraulisesti poistovirtausta säättämällä. Elektroninen ohjaus toteutettiin Motorolan 16-bittisellä CAN-ohjaimella MCF568323. Järjestelmän toimivuus ja suoritusarvot tutkittiin simuloimalla sekä laboratorioon rakennetun testilaitteiston avulla.

Digitaalihuylraulikka vesijettien suihkujen ohjauksessa

NMEA2000- ja CiA307-sovelluskehukset täyttävät kansainvälisien sopimuksien vaatimukset aluksien ohjaujärjestelmille, mutta CiA 307 on vielä kehitysvaiheessa ja NMEA 2000 ei tarjoa tarvittavia laiteprofileja ja tukea huylraulisten toimilaitteiden ohjaamiseksi.

Venttiiliohjaimessa käytettiin CANopen-protokollan huylraulikäyttöille määriteltyä CiA408-laiteprofileja. CiA408 muokattiin digitaalihuylraulikalle soveltuvaan ottamalla huomioon tarvittavat painemittaukset ja lisäämällä digitaalihuylraulikalle tarpeelliset parametrit objektiikirjastoon. Ohjauksirajapinta saatiin täysin proportionaaliventtiileitä vastaavaksi.

Digitaalihuylraulikassa voidaan käyttää edullista ohjauselektronikkaa, kun avauskombinaatioiden lukumäärä ja vaadittu laskentateho jäävät pieniksi. Testitulosten perusteella esitetty digitaalihuylraulinen "meter-out"-kytkentä täyttää ohjaushuylraulikalta vaadittu suoritusarvot. On/Off-venttiilien tilanvaihtojen määrään perusteella voidaan arvioida niiden elinikä. Digitaalisen venttiilistön vikasietoinen ohjaus mahdollistaa lähes normaalitilannetta

vastaavat suoritusarvot. Vikaantuneita venttiileitä jäljittävä diagnostiikka voidaan toteuttaa paine-, asema- ja nopeusenttiin perustuen.

Purjeisiin liittyvien olosuhteiden mittaaminen

Yksi tärkeimmistä purjeen tulevaan ikään vaikuttavista tekijöistä on purjeen saama ultraviolettisäteily. Auringon valon määrä voidaan mitata valokennolla ja integroida tullut signaali ajan suhteen. Tuuliolosuhteiden mittausta testattiin venymäliskoilla, kapasitiivisella kalvolla, kuumalanka-anturilla sekä painetta kalvoanturilla.

Tulosten hyödyntäminen

Tutkimuksen tuloksia on hyödynnetty mukana olleiden yritysten tuotteiden kehityksessä. Yksi merkittävimpiä saavutuksia oli kahdella vesisuihkulla

varustetun työveneen ohjausjärjestelmän mallin kehitys. Tässä tutkimuksen osassa haettiin eri vaihtoehtoisia ratkaisuja hydraulikan ja ohjausjärjestelmän toteuttamiseksi. Purjeiden olosuhdemittauksessa saatiin mitattua halutut asiat, mutta tie lopulliseen tuotteeseen on vielä kesken ja se vaatii lisää tuotekehitystä.

Digitaalihuyluoliikkaa voidaan hyödyntää kustannuskriittisissä sovelluksissa, joissa suoritusarvovaatimukset eivät ole erityisen kovat ja ne pystytään täyttämään pienellä venttiilistöllä. Tällöin digitaalihuyluoliikassa voidaan käyttää edullista ohjauselektronikkaa, kun avauskombinaatioiden lukumäärä, ja siten vaadittu laskentateho, jää pieneksi.

Standardit

Vesisuihkuohjauksen yhteydessä tutustuttiin tekeillä olevaan "Small craft – Electrical/electronic control system

for steering, shift and throttle, ISO/WD 25197" -standardiin. Yhteistyökumppaneille tiedotettiin standardin sisällöstä, jotta he voivat tarvittaessa vaikuttaa sen sisältöön.

Kumppaneita tiedotettiin myös mahdollisuudesta osallistua sähköiseen propulsioon liittyvän standardin valmisteluun. Sovellutuksissa esiintyvät korkeat jännitteet ovat eräs syy "Small Craft- Electric Propulsion Systems" -standardin tarpeelle.

Lisätietoja

Metropolia Ammattikorkeakoulu Oy
Jari Savolainen
jari.savolainen@metropolia.fi

Satakunnan ammattikorkeakoulu
Sauli Ahvenjärvi
sauli.ahvenjarvi@samk.fi

Tampereen teknillinen yliopisto TTY,
Rauman yksikkö
Esa Mäkinen
esa.makinen@tut.fi

Yritys- ja yhteistyökumppanit

Elomatic Oy
Marino Oy
Nomovok Oy
Telemerkki Oy
TKE Oy
WB Sails Oy
Genera Oy
HT Engineering Oy
Beijer Electronics Oy
Electric Ocean Oy
Comprog Electronics Oy
Bitec Oy
Suomen meripelastusseura
Rajavartiolaitoksen esikunta

Kuva 4. Venymäliska liimattuna purjeeseen.



ePropulsion – Energiatehokkaat propulsiokäytöt

Sähkö- ja hybridipropulsio käyttö veneissä voi yleistyä voimakkaasti tiukentuvien päästömääräyksien ja melun alentamisen tarpeen takia. Toisaalta viiranomaiskäytössä erilaiset itsenäisesti toimivat autonomiset ratkaisut tulevat yleistymään. Projektissa on haettu ratkaisuja sähköpropulsiohyödyntämiseen vesisuihkukäyttöjen yhteydessä, pohdittu sähkökäytön optimaalista mitoittamista sekä tutkittu erilaisten väyläratkaisujen käytettävyyttä veneissä. Lisäksi tutkittiin lataavaa sähköhybridiä purjeverenkäytössä. Autoissa lähivuosina erilaiset Ethernet-väylät todennäköisesti valtaavat tiedonsiirtoratkaisut eri laitteiden välillä, ja niin tulee tapahtumaan myös veneiden osalta. Tutkimuksessa on toteutettu langallisia ja langattomia vaihtoehtoja tiedonsiirron järjestämiseksi.

Aihepiiri ja sen soveltaminen

Energiatehokkaat propulsiokäytöt on käsitteenä hyvin laaja. Tutkimuksessa on syvennytty sähkömoottorin mitoittamiseen, hyvän hyötysuhteen hydraulikan soveltamiseen sekä ohjaukseen liittyvien väylien ja yleensä ohjaustekniikan soveltamiseen. Moottorin mitoituksen kannalta on tärkeää, että mitoitus tapahtuu ottaen huomioon lopulliset olosuhteet, jotta kokonaishyötysuhde saadaan pysymään mahdollisimman hyvänä. Varsinkin akkukäytössä myös hydraulikan hyötysuhteen tulee olla mahdollisimman hyvä. Tällöin pumppu- ja pyörittävän toimilaitteen tulee käydä vain tarpeen vaatiessa, ja toisaalta digitaalihuylakäytöllä saadaan parannettua huylakäytön hyötysuhdetta. Kaikki laitteet kannattaa liittää yhteen reaaliaikaisella väylällä, jotta kokonaisuus saadaan toimintonsa puolesta optimoitua, ja toisaalta vika-tilanteissa hallittua paremmin kokonaisuutena.

Keskeisimmät tulokset

Moottorin mitoitus

Sähköpropulsiossa moottorin momentin ja pyörimisnopeuden oikea mitoitus on tärkeää, jotta käyttö voi toimia mahdollisimman hyvällä hyötysuhteella, ja toisaalta tuottaa parhaan mahdollisen tehon. Propulsiokäytön mitoitus voidaan tehdä paalukäyrällä eli veneen ollessa paikoillaan tai veneen kulkiessa

Kuva 1. Oceanvolt Ltd:n lataava sähkökäyttö.

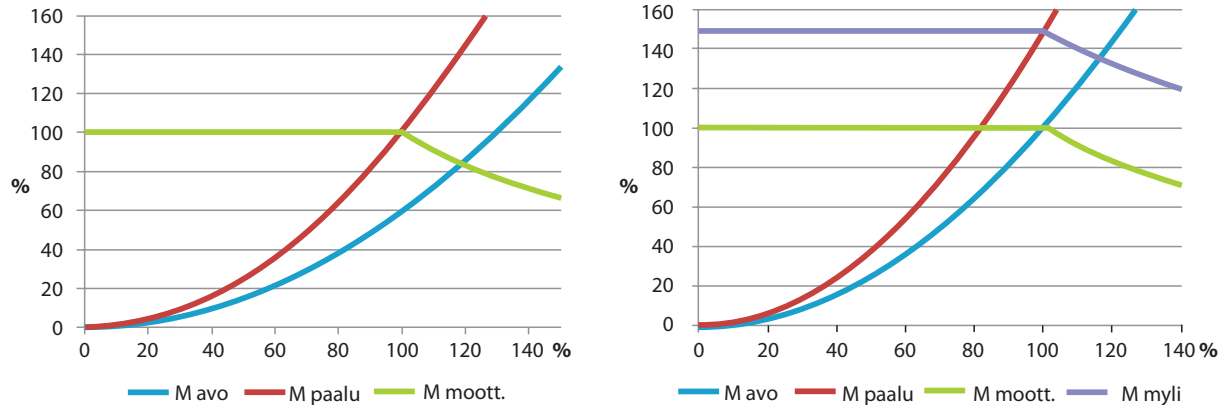


avovedessä. Kun nimellismomentti ja nimellisaika mitoitetaan paalukäyrällä, niin moottoria ei tarvitse ylikuormittaa normaalkäytössä. Mutta avovedessä täysi teho saavutetaan vasta kentänheikennysalueella; tällöin kestopropulsiojärjestelmän vuoro on rajoitettava vasta-magneettijärjestelmällä, joka kasvattaa käyttöä ja moottorin häviöitä ja syö akkukapasiteettia. Tämä mitoitus tapahtuu vastaavalla kuormituksella.

Mitoitettaessa avovesikäyrällä saavutetaan nimellismomentti ja nimellisaika pyörimisnopeus, ja tällöin ei ole tarvetta kentänheikennykseen. Paalukäyrällä ei silloin saavuteta nimellisaikaa ilman ylikuormitusta. Nimellisaika esimerkiksi vastatuulella saavutetaan vain rajoitetun ajan ilman että moottori lämpenee liikaa. Jos suurin osa käytöstä tapahtuu vastaavalla kuormituksella niin mitoitus antaa hyvän lopputuloksen.

Hybridikäyttö tuo omat vaatimuksensa mitoittamiseen, koska hybridikäytössä toimilaitteet toimii sekä moottorina että generaattorina. Toimilaitteen tulee toimia 4:ssä kvadrantissa eli kiihdyttämään ja jarruttamaan molempiin suuntiin, jotta energian talteenotto olisi mahdollista ja latauksen aikana saatu energia voitaisiin syöttää akkuihin. Generaattori vaatii magneettijärjestelmää, jotta tehoa syntyy. Tarvittava magneettijärjestelmä otetaan käytännössä kestopropulsiojärjestelmästä parhaan hyötysuhteen saavuttamiseksi. Tällöin oikeastaan ainoaksi moottorivaihtoehdoksi jää invertterillä ohjattu kestopropulsiojärjestelmä.

Kuva 2. Vääntömomentin mitoitus paalu- ja avovesikäyrillä.



Väylät

Sekä navigointi- että ohjauslaitteet keskustelevat väylän kautta toistensa kanssa. NMEA-2000 on yleistynyt informaatiöväyläksi viime vuosina, ja se näyttäisi käytännössä olevan tyypillisin ratkaisu veneen informaation siirtoon. Ohjattaessa peräsinlaitteita tai vesisuihkua yhtenä varteenotettavana vaihtoehtona on CANopen-väylän käyttäminen. Tähän väylään löytyy yhä enemmän esimerkiksi hydrauliventtiilejä sekä antureita. Myös väylän nopeus on riittävä takaisinkytkettyihin ohjauksiin. Ethernet-pohjaiset väylät tulevat yhä enemmän valtaamaan alaa niin autoissa kuin veneissä. Teollisuudessa käytetyt reaaliaikaiset Ethernet-väylät, kuten Ethercat ja Powerlink ovat sovellettavissa myös veneiden ohjaukseen. Molemmat väylät tukevat hyvin CANopen-sovelluksia, joissa halutaan siirtää tietoa ns. CANopen over Ethernet -muodossa. Powerlink on myös toteutettu täysin avoimena koodina, jolloin se sisällä lisenssimaksuja. Linväylä soveltuu edullisuutensa vuoksi

hyvin esimerkiksi valojen ja muiden yksinkertaisten toimintojen ohjaukseen. Myös autoissa paljon käytetty Flexray todennäköisesti löytää tiensä veneiden viihde-elektronikan käyttöihin. Suurimpana ongelmana projektissa nähtiin veneiden moottorien valmistajien haluttomuus sallia yksinkertaisimman ohjearvon, esimerkiksi moottorin pyörimisnopeuden antamiseen väylän kautta, muilla kuin moottorin valmistajan omilla laitteilla. Sinänsä tämä on tuottanut alueelle uusia toimijoita kuten ruotsalainen Nira Ab:n moottorin ohjausjärjestelmät, jotka voidaan suhteellisen vapaasti ohjelmoida ottamaan vastaan haluttuja signaaleja.

Hydraulikäytöt veneissä

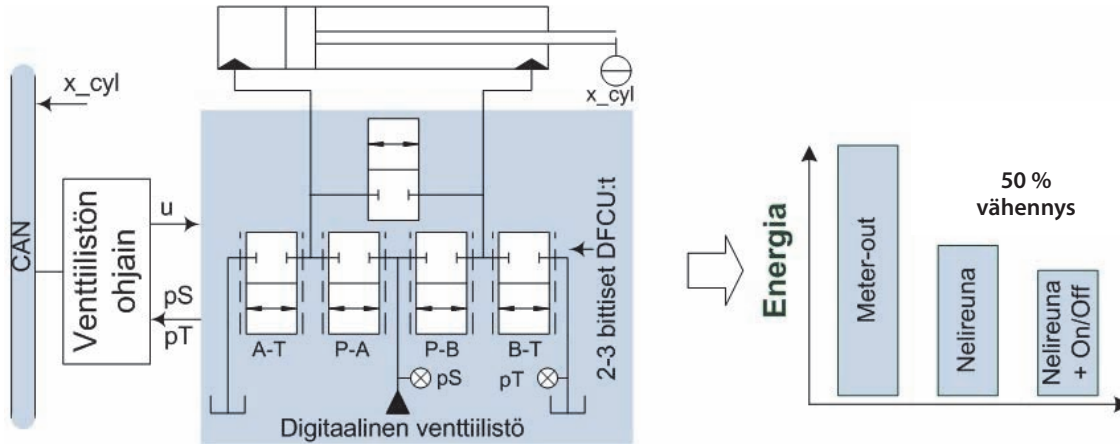
Aluksien työ- ja apulaitteet ovat usein hydraulikäyttöisiä. Käyttökohteita löytyy useista varsinaisista työlaitteista ja -koneista sekä aluksen toiminnan kannalta oleellisista apulaitteista, kuten vinttureissa, nostureissa, lastiluukuissa ja vakaajissa. Hydrauliiikan avulla voidaan automatisoida useita aluksen toiminto-

ja. Myös aluksen propulsiivoimansiirto on mahdollista toteuttaa hydrostaattisesti. Hydrauliiikan etuja ovat suuri tehopainosuhte ja toiminta vaativissa ympäristöolosuhteissa.

Energian säästö digitaalihydrauliiikalla

Sähkö- ja hybridikäytöissä apulaitteiden energian kulutuksen tulee olla mahdollisimman pientä, ja digitaalinen hydrauliiikka auttaa osaltaan energian kulutuksen vähentämisessä. Vesijetin suihkujen ohjauksessa tutkittiin nelireunaohjattua 2- ja 3-bittisillä venttiilistöillä toteutettua digitaalihydraulista järjestelmää. Nelireunakytkentä mahdollistaa energiaa säästävän differentiaalkytkennän käytön sulavasti muiden ajomoodien kanssa. Kytkemällä kammoliinjojen väliin On/Off-venttiili on mahdollista hyödyntää ohjaukseen kohdistuvia kuormavoimia ja minimoida järjestelmään syötetty hydrauliteho. Testitulosten perusteella esitetty nelireunasäätö täyttää ohjaushydrauliiikalta vaaditut suoritusarvot.

Kuva 3. Kaavio digitaalihuylraisesta jlrjestelmästä.



EduUista CAN-ohjainta voitiin käyttää mallipohjaisen 2- ja 3-bittisillä venttiilistöillä toteutetussa nelireuna-säädössä, koska avauskombaatioiden lukumäärä, ja siten vaadittu laskentateho, jäi pieneksi. Analyttiset jatkuvuus-tilanyhtälöiden ratkaisut edellyttävät ohjaimen pelkkiä kokonaislukuja käsittelevältä mikrokontrollerilta korkeahkoa lukutarkkuutta (> 32 bit), jos parametriyöristyksiltä halutaan vältyä. On/Off-venttiilien tilanvaihtoja tarkkailemalla voidaan arvioida järjestelmän elinikä. 3-bittisen venttiilistön työsykliin mukaan arvioitu elinikä ylittää reilusti pienalusten ohjaushydrauliikkaa säätävän standardin määrittelemän vaatimuksen.

Tulosten hyödyntäminen

Tuloksia on hyödynnetty projektin osanottajien tuotteissa, kuten vesisuihkujen ohjauksessa, sähköhybridien toteutuksessa ja purjeeseen kohdistuvien olosuhteiden mittauksessa. Tulevaisuudessa uskomme, että digitaalihuylrauliikkaa voidaan hyödyntää kustannuskriittisissä sovelluksissa, joissa suoritusarvo vaatimukset eivät ole erityisen kovat ja pystytään täyttämään pienellä venttiilistöllä. Ohjausjärjestelmien ja väylien osalta on saatu hyödyllistä tietoa. Autonomisten veneiden osalta tutkimusta ja tuotekehitystä on tarkoitus jatkaa muissa projekteissa.

Yhteystiedot

Metropolia Ammattikorkeakoulu
 Jari Savolainen
jari.savolainen@metropolia.fi
 Tampereen teknillisen yliopiston
 Rauman yksikkö
 Esa Mäkinen
esa.makinen@tut.fi

Yrityskumppanit

Electric Ocean Oy
 Alamarin-Jet Oy
 WB-Sails Oy
 TK Engineering

Vene-ENE – Veneiden uudet energiajärjestelmät

Projektissa tutkittiin ja osin myös testattiin veneilyyn liittyviä energiaa ja ympäristöä säästäviä, lähinnä sähkötekniisiä ratkaisuja ja tuotteita. Tärkein tutkimuskohde oli uusiutuvien energialähteiden käyttömahdollisuudet ja niihin liittyvät tuotteet veneissä. Vertailevien mittausten kohteena olivat lyijy- ja litiumakut. Lisäksi selvitettiin, mitä liiketoimintamahdollisuuksia veneiden uudet energiajärjestelmät tarjoavat venevalmistajille ja muille venealan yrityksille.

Aihepiiri ja soveltaminen

Projektissa oli kaksi rinnakkaista osaa, joista VTT:llä toteutettiin lähinnä tekniisiin mahdollisuuksiin ja näkymiin painottuva osuus ja Vaasan ammattikorkeakoulussa uuteen liiketoimintapotentiaaliin liittyvä osuus.

On selvästi nähtävissä, että erityyppisille vihreille ja energiaa säästäville ratkaisuille on tarvetta myös venealalla. Veneissä olevien sähkölaitteiden määrä ja siten myös energiankulutus ovat jatkuvasti kasvamassa. Liedet, kahvinkeitin, jääkaapit, mikroaaltouunit, kuten myös audiovisuaaliset laitteet ja tietokoneet ovat tulleet veneisiin. Lisäksi ilmastointi- ja lämmityslaitteiden käyttö ja vaatimukset ovat kasvaneet. Kulutuslaitteiden tarvitseman energian kasvu merkitsee veneissä myös suurempitehoisia ja painavampia akustoja ja koko DC-järjestelmää. Uusien energiatehokkaiden akkujen käyttö ja uusiutuvien energialähteiden avulla tapahtuva akkujen lataus avaavat mahdollisuuksia käyttäjien lisääntyneiden energiatarpeiden ekotehokkaaseen tyydyttämiseen.

Projektin tärkeimpänä tutkimuskohteena olivat uusiutuvien energialähteiden käyttömahdollisuudet ja niihin liittyvät tuotteet veneissä. Vertailevien mittausten kohteena olivat lyijy-

ja litiumakut. Lisäksi tutkittiin akkujen latausta vapaasti pyörivän sähköpropulsiomootorin avulla laivalaboratoriossa. Kohderymänä ovat lähinnä suurehko, yli 7-metriset huvi- ja työvenet.

Kirjallisuusselvityksen lisäksi projektissa käytettiin testivenettä. Tämä oli 12-metrinen purjeverene, johon oli asennettu litiumakusto ja sähköpropulsiojärjestelmä sekä mittausten keruujärjestelmä. Lisäksi tutkittiin aurinkopaneelin käyttöä akkujen lataamiseen.

Projektissa ideoitiin energiatehokkaita ratkaisuja sekä yhteistyöyritysten että ulkopuolisten yritysten kanssa. Lisäksi tehtiin asiakasmielipidehaastattelu 104 henkilölle venemessuilla, lomakekysely 135 veneilijän otoksella sekä haastateltiin puolistrukturoituna teemahaastatteluna 18 venealan toimijaa Pohjanmaan maakunnassa.

Keskeisimmät tulokset

Oli selvästi nähtävissä, että erityyppisille vihreille ja energiaa säästäville ratkaisuille on tarvetta myös venealalla. Sähkömootorien käyttö polttomootorien sijaan tai isommissa veneissä hybridijärjestelmän nähtiin ympäristöystävällisenä tulevaisuuden ratkaisuna etenkin, jos sähkö tuotetaan uusiutuvista energialähteistä. Myös biopoltoaineet ovat tulossa veneilyyn. Uudet akkujärjestel-

mät ovat oleellisia uusien energiajärjestelmien toteutuksessa.

Uusiutuvien energialähteiden käyttömahdollisuudet

Selvityksessä tuotiin esiin aurinko-, tuuli- ja aaltoenergian käyttömahdollisuudet.

Aurinkokennotekniikan kehityksen merkittävin tavoite on ollut kasvattaa hyötysuhdetta, joka uusimmissa ohuissa ja joustavissa kennoissa (esim. NLV-ohutfilmipyriittikomposiitti) on jo luokkaa 38 %, enimmillään 50 %. Quant-konseptisähköauto on pinnoitettu NLV-ohutfilmipaneelilla. Vastaavanlaisia ratkaisuja voidaan ajatella myös veneiden pinnoittamiseen.

Tuulienergiaa on mahdollista hyödyntää veneissä akkujen latauksessa käyttämällä pientä, erillistä tuuliturbiinia. Yhdistämällä tuuli- ja aurinkoenergiajärjestelmiä saadaan tehokas, uusiutuvia energialähteitä hyödyntävä järjestelmä, joka voi tuottaa tasajännitettä tai invertterin avulla vaihtojännitettä veneen sähkölaitteille. Aaltoenergian hyödyntäminen on toistaiseksi kauempana tulevaisuudessa.

Akustojärjestelmät

Litium-akkujen pitkäikäisyys ja energiatehokkuus antavat mahdollisuuden niiden käyttöön myös veneilyajan ulkopuolella. Veneiden sähköjärjestelmissä laitteiden yhteensopivuus tiedonsiirtoväylä-ratkaisujen muodossa mahdollistaa asiakkaita palvelevan automaation ja informaatiojärjestelmän kehittymisen. Venealalla onkin suuri potentiaali uusien automaattisten, opastavien ja informatiivisten tuotteiden kehitykselle samalla, kun veneiden ja niihin liittyvien laitteiden monipuolisempaa ympäristöä käytettävyyttä parannetaan.



Kuva 1. Purjehtiessa voidaan osa tuulienergiasta käyttää akkujen lataamiseen.



Tulevaisuuden tarpeita ja käyttömahdollisuuksia veneiden akuille ovat seuraavat:

- Akut (lähinnä litiumrautafoosfaattiatkut) balansointipiireineen ja U/I/T-suojaus-hallintajärjestelmineen koostaan asiakasystävälliseksi paketiksi, jossa on valmis liitäntäpistoke esimerkiksi 12 tai 24 V:n jännitteellä ja väyläliitäntä tietojen saamiseksi käyttäjän näyttö/ohjauslaitteelle.
- Akkupaketteja tulee voida kytkeä sarjaan ja rinnan koko järjestelmän kasaamiseksi.
- Veneiden akkutilat standardoidaan ja akkujen helppo siirrettävyys pois veneestä varmistetaan.
- Talviaikaan litium-akkujen suurta lataus-purkaus-syklireserviä hyödynnetään kiinteistöjen varavoimana, sähköautojen latausreservinä tai sähkökaupan välineenä.
- Akkujen maasähköliitännät tehdään kaksisuuntaisiksi, jolloin akkuja voidaan sekä ladata että purkaa laiturrissa (esim. kesämökkin sähkönsyöttö/akkujen lataus uusiutuvista energiamuodoista tuotetulla sähköllä).

Akustojen lataus-purkaussyklin hyötysuhde

Testauksessa oli mukana nimellisjännitteeltään 12 V:n ja nimelliskapasiteetiltaan 320–336 Ah:n akustot. AGM-akkujärjestelmä muodostettiin kahdesta rinnan kytketystä 160 Ah:n akusta. Litiumakut olivat litiumrautafoosfaattiakustoja, jotka oli varustettu suojaus-, balansointi- ja väyläliitäntälaitteilla. Akkuja purettiin useilla eri virran arvoilla ympäristön lämpötilan vaihdellessa 22–28°C. Litiumakkujen hyötysuhde vaihteli purkausvirran mukaan 92–99 % ja lyijyakun 84–87 %. Kummankin akkutyypin lataus-purkaus-hyötysuhde las-

ki purkausvirran suuretessa. AGM-akuston hyötysuhde oli noin 9 % pienempi kuin litiumakuston.

Lisää tuloksia on esitetty raportissa Alanen, R: Veneiden uudet energijärjestelmät, VTT 2010.

Liiketoimintapotentiaali

Ympäristöä ja energiaa säästävät ja uusiutuvia energialähteitä hyödyntävät tuotteet ja palvelut ovat saamassa selkeästi lisää ostajakuntaa myös veneilijöiden keskuudessa. Tämä avaa mahdollisuuksia uusille toimijoille. Myös perinteisten toimijoiden, kuten venevalmistajien, tulisikin huomioida nämä uudet tarpeet, jotta loppuasiakkaille voitaisiin tarjota paras mahdollinen ratkaisu heti venettä hankittaessa ja asiakkaat olisivat tietoisia kaikista uusista mahdollisuuksista.

Veneiden uudet energijärjestelmät herättävät kysymyksiä niin veneilijöiden kuin venealan toimijoidenkin keskuudessa. Veneilijät epäilivät suullisissa kommentteissa että sähkömoottoriratkaisussa eivät tehot tai toimintasäde ole riittäviä heidän veneilytarpeeseensa. Veneala puolestaan pohti uusien ratkaisujen luotettavuutta ja kysynnän määrää.

Kokonaisuutena venealan toiminnasta muodostui tutkimuksessa varsin asiakassuuntautunut kuva; veneilijöiden ja venealan näkemysten välille ei muodostunut suurta eroa. Selkeä ero syntyi sen sijaan moottoriveneiden ja purjeveneiden välille, kysyttiin asiaa siten veneilijöiltä itseltään tai venevalmistajilta. Purjehtijat ja purjevenevalmistajat suhtautuvat selkeästi positiivisimmin veneiden sähkö- ja hybridimoottoriratkaisuihin, ja myös esimerkiksi aurinkopaneelien hyödyntämiseen.

Suomalaiset veneilijät näkevät pienet sähkömoottorit alle 4 metrin veneissä hyvänä vaihtoehtona, mutta näiden tarjoama uusi liiketoimintapotentiaali on suhteellisen pieni, koska niiden valmistus Aasiassa ja kotimainen jakeluverkosto on jo nyt hoidettu kilpailukykyisesti. Erilaisten hybridiratkaisujen voidaan ennustaa valtaavan markkinoita jo lähivuosina erityisesti suuremmissa veneissä. Moni moottorivenevalmistaja oli odottavalla kannalla, mutta valmisteluja/selvityksiä erilaisista sähkö-/hybridiratkaisusta kannattaa tehdä.

Suomalaisen moottorivenevalmistajan ei varmasti kannata muuttaa koko tuotantoaan hybrideiksi, mutta kansainvälisillä markkinoilla pärjäämiseksi voidaan hyvinkin nopeasti olla tilanteessa, jossa isompien moottorivenevalmistajien tulee pystyä tarjoamaan myös hybridimoottorivaihtoehtoa.

Tämän tutkimuksen pohjalta voidaan todeta, että aurinkopaneelien kohdemarkkinointia eri veneilijäryhmille voisi lisätä. Suurinta kiinnostusta ja ostohalukkuutta osoittaneista purjehtijoista tai alle 30-vuotiaista veneilijöistä ei yksikään omistanut tällä hetkellä veneessä aurinkopaneelia. Erityisesti purjeveneissä ja isommissa moottoriveneissä kuluttajat näkivät tehdas-/maahantuojajärjestetyn aurinkopaneelin järkevänä lisävarustemahdollisuutena. Tällainen yhteistyö aurinkopaneelimyyjän ja venevalmistuksen/venemyynnin välillä voi muodostua tulevaisuudessa yhdeksi merkittäväksi jakelukanavaksi, koska tällöin ei kuluttajan tarvitse itse pohtia aurinkopaneelin asennukseen liittyviä kysymyksiä.

Lisää liiketoimintamahdollisuuksista raportissa Koskinen, Hyyppä, Enkvist: Veneiden uusien energijärjestelmien liiketoimintamahdollisuudet. Vaasan ammattikorkeakoulu 2010.

Tulosten hyödyntäminen

Ympäristöä ja energiaa säästävät ja uusiutuvia energialähteitä hyödyntävät tuotteet ja palvelut ovat saamassa selkeästi lisää ostajakuntaa myös veneilijöiden keskuudessa. Tämä avaa mahdollisuuksia uusille toimijoille. Myös perinteisten toimijoiden, kuten venevalmistajien, tulisikin huomioida nämä uudet tarpeet, jotta loppuasiakkaille voitaisiin tarjota paras mahdollinen ratkaisu heti venettä hankittaessa ja asiakkaat olisivat tietoisia kaikista uusista mahdollisuuksista. Projektin tulokset antavat venealan toimijoille suuntaviivoja siitä, mihin seikkoihin veneissä ja niiden varusteissa tulisi energijärjestelmien osalta panostaa.

Yhteystiedot

VTT

Raili Alanen

raili.alanen@vtt.fi

Vaasan Ammattikorkeakoulu

Ossi Koskinen

ossi.koskinen@puv.fi

Yrityskumppanit

Oy Finnish Electric Vehicle

Technologies Ltd

Oy Merinova Ab

Electric Ocean Oy



BoatMGT – Nestemäisillä biopolttoaineilla toimiva mikrokaasuturbiinigeneraattori veneilykäyttöön

Keveys, helppo äänieristettävyys ja kaikkiruokaisuus polttoaineiden suhteen tekevät kaasuturbiinipohjaisesta aggregaatista houkuttelevan vaihtoehdon veneilysovellutuksissa. Hankkeessa tutkittiin ensin pulssipolttokaasuturbiinia, mutta siinä ilmeiden ongelmien vuoksi prototyyppirakenteeksi valittiin kaasugeneraattori-voimaturbiiniratkaisu. Projektin päätteeksi johtoryhmälle ja intressitahoille esiteltiin toimiva prototyyppi. Hankkeesta laadittiin tieteellinen artikkeli ja toinen on tekeillä, sekä patenttihakemus on uutuustutkimusvaiheessa. Tuloksia hyödynnetään myös väitöskirjassa. Mikrokaasuturbiinin kaupallistamiseksi on käynnistetty markkinaselvitysprojekti erillisellä rahoituksella. Venekäyttöjen ohella potentiaalisia käyttökohteita ovat muun muassa palo- ja pelastustoimi, rautateiden korjaustoimet ja armeija.

Aihepiiri ja soveltaminen

Kaasuturbiiniperiaatteella on mahdollista tehdä aggregaatti, joka on vähintään viisi kertaa kevyempi kuin vastaava polttomoottoriaggregaatti. Koska kaasuturbiinissa esiintyy vain korkeita äänitaajuuksia, sen äänieristäminen on olennaisesti helpompaa kuin polttomoottorin. Siitä puuttuvat matalat taajuudet ja kompensointipuuhteista syntyvät värähtelyt, jotka polttomoottoreissa helposti välittyvät mm. veneen runkoon ja ovat vaikeasti vaimennet-

tavissa. Kaasuturbiinissa on mahdollista käyttää erilaisia nestemäisiä (kuten bioöljyä ja alkoholia) ja kaasumaisia polttoaineita (kuten biokaasua) hyvin pienin modifikaatioin. Varjopuolena on polttomoottoria alhaisempi hyötysuhde, jos ei käytetä rekuperaattoria. Rekuperaattori on lämmönsiirrin, jolla tässä tapauksessa esilämmitetään polttokammioon menevää ilmaa pakokaasujen avulla. Tällä tavalla tarvittavan polttoaineen määrä saman loppulämpötilan saavuttamiseksi pienenee olennaisesti. Rekuperaattorin käyttö

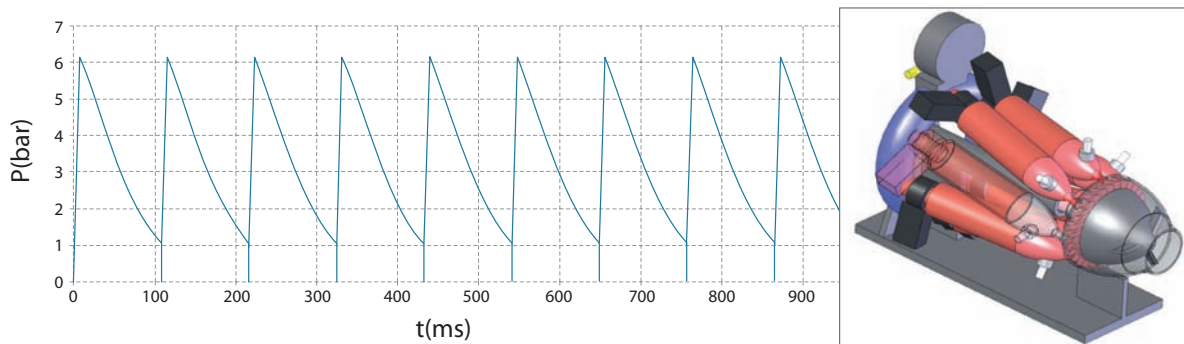
taas lisää painoa. Siksi pääsovellutuskohteiksi valittiinkin käyttökohteet, joissa keveydestä ja helposta kuljetettavuudesta on erityistä hyötyä.

Mikrokokoluokan (alle 10 kW) kaasuturbiinissa ongelmana on Reynoldsin luvun alhaisuuden aiheuttama kompressorin hyötysuhteen huononeminen. Jos virtauksen suhteellista notkeutta kuvaava Reynoldsin luku on matala, virtauksesta tulee suhteellisesti "tahmeata" ja häviöt lisääntyvät. Reynoldsin luku on suoraan verrannollinen laitteen (kuten kompressorin) mittasuhteisiin, ts. mitä isompi laite sitä parempi hyötysuhde.

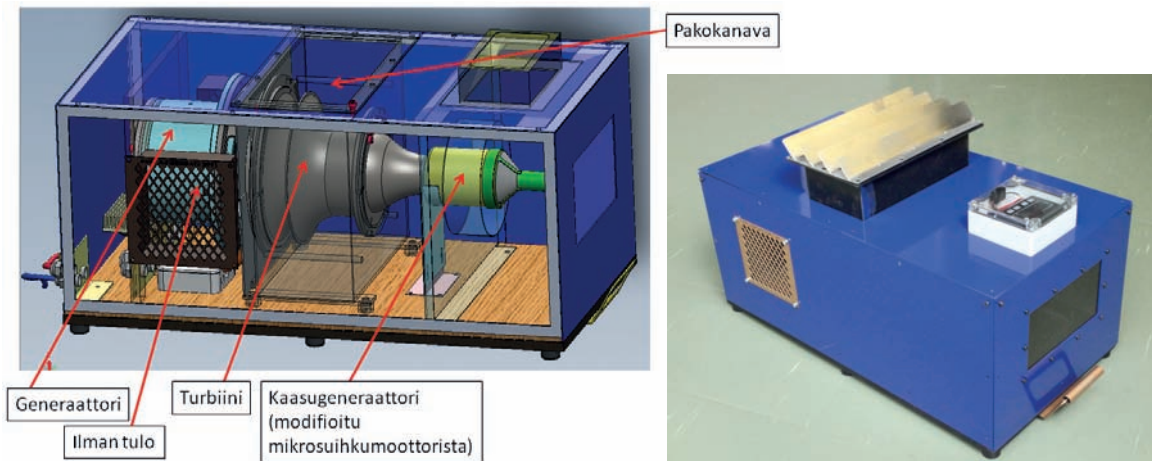
Tämän ongelman kiertämiseksi tutkittiin aluksi teoreettisesti ja kokeellisesti vaihtoehtoa, jossa kompressorin on korvattu pulssimaisesti toimivalla polttokammioilla. Tässä palotapahtuma synnyttää painepulsseja (6–7 bar), jotka synnyttävät tarvittavan paineen turbiiniin menevässä virtauksessa.

Koe- ja laskentatulokset näyttivät kuitenkin, että pulssipolttoperiaatteella ei pystytä tekemään projektin tavoitteita vastaavaa mikrokaasuturbiinia: hyötysuhde jää liian alhaiseksi ja tehopaino liian suureksi. Tulokset on dokumentoitu Journal of Thermal Science -lehdessä julkaistavassa artik-

Kuva 1. Painepulsseja (aika-akseli millisekunteja) ja luonnos monipolttokammioisesta pulssipolttokaasuturbiinista.



Kuva 2. Kaasugeneraattoriin perustuvan mikrokaasuturbiiniaggregaatin prototyypin aukileikattu tietokonemalli, ja vastaava laite valmiina. Nimellissähköteho 6,2 kW ja paino n. 30 kg.



kelissa "Feasibility of pulse combustion in micro gas turbines".

Projekti suunnattiin uudelleen vuoden 2010 kesällä niin, että prototyypin rakenneratkaisuksi valittiin valmiin kaasugeneraattorin käyttö, jonka perään suunniteltiin ja rakennettiin voimaturbiini ja kestopagneettigeneraattori. Erityistä huomiota kiinnitettiin mm. jäähdytysratkaisuihin, joista tehty patenttihakemus on uutuustutkimusvaiheessa.

Keskeisimmät tulokset

Pulssipolttoon perustuva mikrokaasuturbiini

Teoreettisesti (dynaaminen simulointimalli) ja kokeellisesti (koepolttokammio) tutkittiin tapausta, jossa sähköteho olisi n. 2 kW. Tulokset on yksityiskohtaisesti raportoitu edellä mainitussa lehtiartikkelissa.

Kaasugeneraattoriin perustuva mikrokaasuturbiini

Projektin uudelleensuuntauksen lopputuloksena oli, että päätettiin rakentaa 6 kW tehoinen mikrokaasuturbiini, jossa käytetään kaasugeneraattorina valmiina saatavaa mikro-suihkumoottoria, ja voimaturbiini ja generaattori rakennetaan itse (suihkumoottorista siis poistetaan suihkusuutin ja korvataan se voimaturbiinilla).

Kyseinen prototyyppi on nyt valmis; koeajot sillä aloitettiin 1.11.2011. Prototyypin tehopaino on n. 4,8 kg/kW ilman rekuperaattoria. Rekuperaattori yli kaksinkertaistaisi hyötysuhteen, mutta lisäksi painoa huomattavasti; kompromissi olisi matalan rekuperaatioasteen rekuperaattori, jota tutkitaan mahdollisessa jatkohankkeessa.

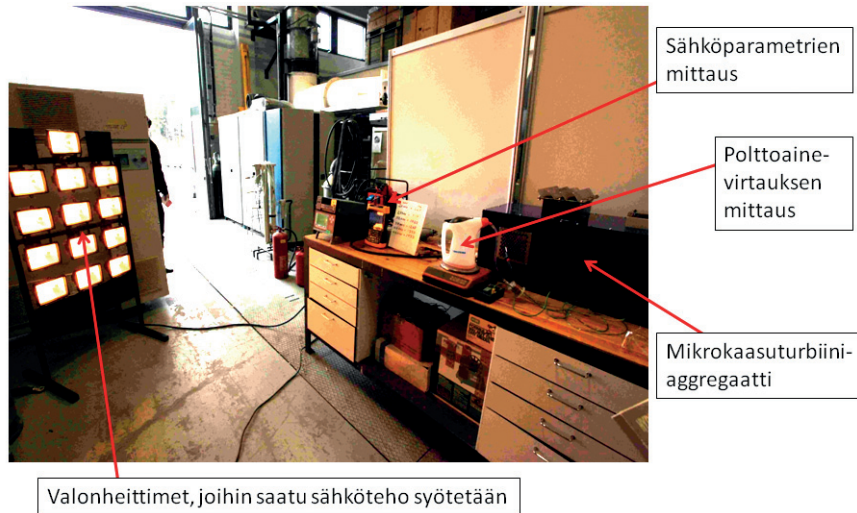
Kaupallinen tavoite: Pieni ja kevyt, mutta suuritehoinen aggregaatti, joka voidaan kantamalla helposti viedä käyttökohteeseen. Kaupallisen mallin arvioi-

dut ominaisuudet: paino n. 18 kg (proto 30 kg), koko n. L 60 cm x B 25 cm x H 30 cm (proto 68 x 36 x 31 cm). Sähköteho 6,2 kW 3-vaihe virtaa.

Ko. kaupallisen kaasuturbiiniaggregaatin tehopaino on noin 21 % ja tilavuus n. 13 % vertailu-polttomoottoriaggregaatista. Kaasuturbiiniaggregaatti on sähkökäynnisteinen ja tehopaino sisältää akun (polttomoottoriaggregaatti käsikäynnisteinen). Polttoaineen kulutus n. 9,9 litraa/h polttoöljyä [10 €/h]. Muita sopivia polttoaineita ovat alkoholi, bioöljy ja kerosiini. Vertailu: vastaavan polttomoottori-aggregaatin paino n. 140 kg (ja polttoaineen kulutus n. 3 litraa/h bensiiniä [5,1 €/h]).

Mahdollisia käyttökohteita: 1) Suuritehoinen aggregaatti armeijan tai poliisin tarpeisiin käyttökohteissa, joihin ei pääse autolla. Voidaan viedä helposti perille kantamalla tai esim. helikopterilla. 2) Pienen kylän tarpeisiin riittävä aggregaatti vaikeakulkuisille katastrofi-

Kuva 3. Mikrokaasuturbiiniaggregaatti koeajoissa marraskuussa 2011.



alueille (voidaan helposti kantaa perille vaikeassakin maastossa). Esim. SPR:n avustuskohdeet. 3) Paloautossa mukana kuljetettava kevyt, mutta suuritehoinen aggregaatti onnettomuusajoneuvojen aukisahaamiseen. 4) Purjeveneet, joissa on sähköinen potkurikoneisto ja sen käyttöaika suhteellisen lyhyt. 5) Moottoriveneen ns. auxiliary power unit -veneisiin, joissa on suuritehoinen sähköjärjestelmä ja joissa esiintyy tilanteita, missä pääkonetta ei haluta pitää päällä. 6) Eräät korjaustyöt rautateillä (mm. Englannin rautatieyhtiöt).

Tulosten hyödyntäminen

Tavoitteena on löytää yritys, joka olisi kiinnostunut kaupallistamaan nykyisen prototyyppin mukaisen mikro-kaasuturbiiniaggregaatin. Tätä varten on käynnistetty uudella rahoituksella markkinaselvityshanke, jossa potentiaalisten käyttökohteiden ja niiden volyymin selvittämisen ohella etsitään valmistuksesta kiinnostuneita yrityksiä. Ko. selvitys valmistuu syksyllä 2012, ja silloin toivon mukaan voidaan käynnistää varsinainen kaupallistaminen sopivan yrityksen (tai yritysten) kanssa.

Lisätietoja

Lappeenrannan teknillinen yliopisto,
LUT Energia
Jaakko Larjola
jaakko.larjola@lut.fi

Yrityskumppanit

T-Turbine Oy
Nauticat Yachts Oy
AXCO-Motors Oy
Pauniahon Veistämö Oy

2011 käynnistyneet yrityshankkeet

Polyeteenistä hitsattuna rakenteena tehdyn veneen valmistamisen kehittäminen, Tibeko Marine Oy

LC TU -veneen uudet järjestelmät, Marine Alutech Oy Ab

Wallas lämmitin-tuoteperheen erityisliitännäiset, Wallas-Marin Oy

Kehitetään lämmitintuoteperheelleen lisäosia ja -ominaisuuksia, jotka tukevat ydintuotteiden haluttavuutta sekä kilpailukykyä ja sitä kautta niiden myynnin lisääntymistä. Lämmitintuoteperhe koostuu venelämmittimistä ja liesilämmittimistä. Samalla varmistetaan, että kehitettävät sovellukset pystytään venetoimialan lisäksi hyödyntämään asuntoautomarkkinoilla.

Sähkökäyttöinen henkilökohtainen vesikulkuneuvo, Tritolyte Oy ja Castello Yachts Oy

Kehitetään prototyyppi sähköpropulsiolla toimivasta uudentyyppisestä pienveneestä, jossa hyödynnetään sähkömoottori- ja akkuteknologian tarjoamat mahdollisuudet huomioiden kuitenkin rajoitukset joita tulee tarjolla olevan akkuteknologian energiatiheydestä (akuston paino ja ajoaika) ja käytännön latausmahdollisuuksista. Projektin sähköpropulsio-osuudesta vastaa Tritolyte Oy ja runko-osuudesta Castello Yachts Oy.

Mobimar 18 Wind, Mobimar Oy

Uuden tyyppinen tuulipuistojen huoltoalus.

Mallisarjan APB uuden kehitysversion esiselvitys, Oy Marino Ab

Sähköpropulsion laajennukset, Oceanvolt Oy

Tuotemalliston konseptointi ja markkinaselvitys, Fantan Catamaran Oy

3K: kevyt, kiiltävä & kitsas, In Time Yachts Oy

3K-hanke kehittää kevyitä ja kiiltäviä ratkaisuja veneiden sisustuksiin ja kansivarusteluun. Lisäksi hankkeessa kehitetään tehokkaita ja ympäristöystävällisiä tuotantotapoja sekä etsitään materiaaleja, joissa on huomioitu ympäristönäkökulmia. Säästää luontoa ja omaa työtä.

Menetelmä venemallistojen kuluttajalähtöiseen suunnitteluun, Bella-Veneet Oy

Tulevaisuuden Bella-veneperhe.

2010 käynnistyneet yrityshankkeet

Grandezza liiketoiminnan kehittäminen, Oy Finn-Marin Ltd.

Hybridikäyttöinen ympäristöystävällinen työvene, Oy Weldmec Ab

Tavoitteena kehittää ja tuotteistaa hybridikäyttöinen (diesel/sähkö) työvene-

konsepti, joka on myös ergonominen ja ympäristöystävällinen.

Eurofinn Marine Oy Ltd:n tuotannon edelleen kehittämisen ja EF34:n sisustuksen modularisointi, Eurofinn Marine Oy Ltd.

Ease Arm, C-Adventure Oy

Easy Arm on sähkömekaaninen apulaislaite, jolla helpotetaan veneiden, lähinnä purjevereiden, vinssien kelausta. Sähkövääntimessä on irrotettava, ladattava akkusio, sähkömoottori, kierrosluvun alentava kulmavaihteisto sekä vinssien standardoituihin vääntökeskiöihin sovitettu irrotettava, urallinen vääntöosa. Vääntimen etuina ovat, mm. ettei veneeseen tarvita kuin yksi kappale ko. laitetta, jota käytetään kulloinkin kelatavaan vinssiin. Veneturvallisuus kasvaa, purjeiden noston helpottuessa ja nopeutuessa.

Liiketoiminta-, johtamis- ja markkinointiselvitys kehittämishankkeen perustaksi. Top-Boat Oy

Marino maailmalle II, Oy Marino Ab

Uuden mallin Marino APB:n (All Purpose Boat) soveltuvuus eurooppalaisille markkinoille.

Sailmate, Nautics Oy

Kehitetään verkkopalvelu reittisuunnitteluun, mobiilisovellus tiedon keräämiseen ja navigoinnin apuvälineeksi sekä vierasvenepaikkojen varausjärjestelmä.

Suorituskyvyn ja kustannusrakenteen optimointi pienissä laitteissa,
Alamarin-Jet Oy

Uusi valumenetelmä 36A3 jetin keveiden duplex-valujen valamiseksi,
Rolls-Royce Oy Ab

Tavoitteena on löytää taloudellinen menetelmä Kamewa-vesisuihkuvetolaitteissa käytettävien keveiden Duplex-valujen valmistamiseksi. Projektissa kehitetään täysin uusi vesisuihkuvetolaitemalli 36A3. Mallia tullaan käyttämään erittäin nopeissa ja suuritehoisissa veneissä, jolloin laitteelta vaaditaan tehon, kestoa ja keveyttä. Uusi vesisuihkuvetolaite suunnitellaan alusta lähtien olemaan markkinoiden suorituskykyisin laite.

Uusi Flipper-mallisto premium-veneiden kansainväliseen kärkeen,
Bella-Veneet Oy

Uusille vesille – Palveluinnovaatio- ja liiketoiminnan kehittämismallin luominen venealalle, Tampereen Aikuiskoulutussäätiö

Uusia menetelmiä ja toimintamalleja, joilla venealan yritykset voivat kehittää innovatiivisia palvelukokonaisuuksia. Keskeisenä tavoitteena on luoda malli, kuinka siirrytään perinteisestä veneiden ja tarvikkeiden myynnistä laajempien palvelukokonaisuuksien ja elämyksien tuottamiseen asiakkaille. Tuloksia voi hyödyntää koko Suomen venetoimiala.

Veneen istuimen monisäätöjalusta,
Oy Ergo-Istuimet Ab

Veneen istuimen monisäätöjalustan kehittäminen. Yrityksen nykyisen veneen istuimien tuoteperheen rinnalle jalustatuoteperhe, joka asennusvalmiina tuotekokonaisuutena rationalisoi alan osto- ja tuotantotoimintoja.

Venehuolto- ja talvisäilytyksen tarpeiden kartoitus, Marine Center Finland Oy, Pencentra Oy

Kehitetään digitaalinen palvelukonsepti, jonka keskipisteessä on asiakas. Liiketoiminnan konseptointi on osana verkoston kehittämistä. Kehitettävä liiketoimintamalli monistetaan jakeluverkoston käyttöön, ja tarkoituksena on tuottaa parempaa asiakastytyvyyttä.

Veneilyn sähköinen palvelu,
Suomen Vierassatamat Oy

VESPA – veneilyn sähköinen palvelu.

Älyvene, EG Furnace Oy

Kehittämishanke, joka on mallisuojausvaiheessa.

2009 käynnistyneet yrityshankkeet

Alihankintapajasta kansainväliseksi työvenevalmistajaksi teknologian avulla, Oy Weldmec Ab

Työvenekonsepti, jossa sovelletaan hybriditeknologiaa. Tavoitteena on kehittää ympäristö- ja käyttäjäystävällinen työveneiden kokonaisratkaisu.

Bella 9000 hybridimoottorivene,
Bella-Veneet Oy

Kehitetään hybridimoottorivene.

Helposti käytettävä kuomu,
VA-Varuste Oy

Uusi helposti asennettava venekuomu ja mekaniikka siihen. Ideana on kehittää konsepti, joka on sovitettavissa moneen venemalliin pienillä muutoksilla.

Menetelmä sisämoottoriveneen sisämelun vähentämiseksi,
Veneveistämö Syrjäso Oy

Tuote ja menetelmä sisämoottoriveneen sisämelun vähentämiseksi.

Kewatec toiminnan kehittäminen,
Oy Kewatec AluBoat Ab
Kehittämishanke.

Luontoystävällisiä veneen komponentteja, Profiber Oy

Menetelmä, jolla pystytään valmistamaan teknisiltä ominaisuuksiltaan kilpailukykyisiä ja tasalaatuisia luonnonkuitulujitettuja komponentteja veneteollisuudelle, esimerkiksi istuinten rungot, luukat ja ääntä eristävät sisustuselementit. Lisäksi tehdään tuotteisto, joka on helposti kierrätettävissä ja on modulaarisesti sovellettavissa eri veneentekijöiden mallistoon.

Ovi ja kattoluukku, Ab Sarins Båtar Oy

Ympärivuotiseen käyttöön tarkoitettujen veneiden sivuovien ja kattoluukkujen tuotekehitys.

Stormwind Simulator, Stormwind Ab Oy

Ohjelmistoalusta interaktiiviseen meriliikenteen simulaatioon, jolla mallinetaan sekä meriliikennettä että merellä olevia olosuhteita. Tulos esitetään käyttäjälle kolmiulotteisena virtuaalirealityteettina, simulaattorina, jossa käyttäjä itse toimii ensisijaisena päätöksentekijänä. Ohjelmaa voidaan hyödyntää sekä huvikäyttöön että koulutukseen.

Syndicate Superyachts Turku esiselvitys, In Time Yachts Oy

Superjahtien valmistamisen edellytysten esiselvitys Turun telakkaklusterissa ja lounaissuomalaisessa veneteollisuudessa.

Sähkökäyttöisen veneen kehittäminen, Port Arthur Oy

Lähtökohtana on olemassa oleva Simp-pu-vene. Kehittämisessä huomioidaan erityisesti ekologisuus ja kestävä kehityksen periaatteet. Veneestä suunnitellaan varioitavia versioita useaan käyttötarkoitukseen. Veneen lujitumusvivosien valmistustekniikkaa kehitettäessä hyödynnetään suljettujen muottien antamat mahdollisuudet tuottavuuden ja laadun paranemiseksi. Samalla hyödynnetään uuden valmistustekniikan mukanaan tuomat edut kuten työympäristön paraneminen.

Uusi sähköinen vetolaite, Electric Ocean Oy

Sähköpropulsiojärjestelmiä purjeverneisiin ja kevytkulkuisiin moottoriveneisiin.

Vähäpäästöisten valmistuskonseptien kehitys veneteollisuuden tuotteisiin, Akaan Muovityö Oy

Kehitetään vähäpäästöisiä ja kustannustehokkaita valmistustekniikkoja valittuihin veneteollisuuden tuotteisiin.

Älypurje, WB-Sails Ltd Oy

Älypurjeen sisään rakennetut anturit mittaavat purjeen rasituksia ja käytötunteja, tallentaen käyttöhistorian purjeen omaan muistiin. Virtausanturit ja niiden ohjaamat LED-valot korvaavat perinteiset virtauslangat kilpurjehtijan apuvälineinä. Purje kehittää itse antureiden tarvitseman energian taipuisien aurinkokennojen ja erilaisten energiasieppareiden avulla.

2008 käynnistyneet yrityshankkeet

All Purpose Boat, Oy Marino Ab

Uuden venetyypin ja sen tuotantojärjestelmäkonseptin kehittäminen. Erikoishytin rakentaminen modulaarisesti.

Arctic airboat, Arctic Airboats Ab

Markkinatutkimus kattaen Pohjoismaat, Kanadan ja Venäjän. Kartoitus koskee uudentyyppistä nopeaa hydrokopteria (kelirikkoalus), joka on tarkoitettu pelastustoimintaan, partiointiin ja henkilökuljetuksiin vesialueilla talviaikaan.

Field testing of critical laminates for professional boatbuilders, Oy Nautor Ab

Komposiittituotannon on-line testausmenetelmien kehittäminen ja implementointi.

Moottoriveneen konseptiohjaamon suunnittelu ja prototyypin valmistus, Bella-Veneet Oy

Moottoriveneen konseptiohjaamo, jossa on huomioitu kuljettajan ajoergonomia ja kiinteät paikat karttaplotterille, kompassille ja kaikille mittareille sekä sähkökytkimille ja tehon säädölle.

Trooppisten puulajien korvaaminen kotimaisella lämpökäsitellyllä puulla veneiden kansirakenteissa, Scandinavian Teak Deck Ab

Tavoitteena on korvata tiikki lämpökäsitellyllä puulla veneiden kansien raaka-aineena. Lämpökäsitellyn puun heikkona puolena ulkosovelluksissa on

olosuhteiden ja UV-valon vaikutuksesta etenevä harmaantuminen. Projektissa kehitetään lämpökäsitellylle puulle (koi-vu) toimiva pintakäsittely, joka ehkäisee tehokkaasti ulko-olosuhteiden aiheuttamaa värin muutosta.

Termosähköinen monikäyttöliesi, Wallas-Marin Oy

Combi Cooker -projektissa suunnitellaan uusi monikäyttöliesi, jota voidaan pienellä erilaistamisella hyödyntää sekä vene- että asuntoautomarkkinoilla. Lieden käyttövoimana on diesel ja liedessä tulee olemaan vähintään kolme keittolevyä. Projektissa pyritään parantamaan merkittävästi tuotteen kustannustehokkuutta sekä kehitetään lisäominaisuuksia, jotka ovat täysin uusia ja toimialalla ennestään tuntemattomia.

VA venepehmuste, VA-Varuste Oy

Verhoilutekniikan ja 3D-suunnittelun yhdistämisen tutkiminen veneteollisuuden tuotteen muotoiluun, suunnitteluun ja valmistukseen. Suunnitteilla on täysin uusi tuote yrityksen omaan tuotevalikoimaan. Tuote liittyy oleellisesti veneen sisustukseen.

Volyymituotannon mahdollistavan tuotantojärjestelmän kehittäminen Alufibre-veneille, TerhiTec Oy/Silver Boats

Projektissa kehitetään tuotantoa nopeuttavia ja tuotantovolyyimia kasvattavia rakenteellisia ja valmistusteknisiä ratkaisuja. Tavoitteena on, että ratkaisut mahdollistavat robotti- ja automaatiotekniikan soveltamisen tuotantoprosessissa.



Båt-programmet 2007–2011

Bättre båtar och tjänster

Förord

Tekes Båt-program har sporrat branschens företag att utveckla sina affärsverksamheter och att tillämpa all tillgänglig kompetens. I programmet har man skapat en stor mängd ny forskningsinformation som hjälp för utveckling av produkter och tjänster. Ett lika viktigt resultat är dock samarbetet mellan branschens företag, forskarna och Tekes, som har mångfaldigats jämfört med tidigare. Detta kommer att bära frukt under många år efter att Båt-programmet har upphört.

Båt-programmet startades i en helt annorlunda marknadssituation än den vi upplever nu. I slutet av år 2007 bestod utmaningen i att få arbetskrafts- och hallkapaciteten att räckta till för den snabbt ökade efterfrågan. Redan år 2009 tvingades man dock anpassa sig till att försäljningen stannade upp, både på exportmarknaderna och inom landet. När uppgången åter börjar, lyckas de företag bäst som även under lågkonjunkturen har kunnat utveckla sina produkter, tjänster och verksamhets sätt. Tekes Båt-program har erbjudit finansiering och samarbetsforum i detta avseende.

Programmets huvudmål – en förnyelse av branschen för att bevara och öka konkurrenskraften i en föränderlig marknadsmiljö – är nu ännu mer aktuellt. Båt-programmet har gett branschen möjligheter att utveckla sina handlingssätt så att de blir bättre än någonsin tidigare. Den uppnådda satsningen är även internationellt sett betydande, och har väckt uppseende bland branschens utländska aktörer.

Under de fyra år som programmet har pågått har programmets totalfinansiering uppgått till 22,2 milj. euro, av vilket Tekes andel har varit 11,9 milj. euro och den återstående delen egna satsningar av företagen och forskningsaktörerna. Antalet företagsprojekt har varit 44, och deras totalvolym har varit 15,0 milj. euro. De enskilda företagsprojektens genomsnittliga storlek har alltså varit liten, vilket speglar hur branschen domineras av små och medelstora företag. Antalet offentliga forskningsprojekt i Båt-programmet har varit sammanlagt 31 (av dessa har 9 varit parallella projekt med samma tema). Deras totalvolym har varit 7,2 milj. euro, av vilket Tekes andel har varit 4,7 milj. euro.

Informationen om programmet har skötts med hjälp av webbsidor, årsberättelser, nyhetsbrev, Finnboat News och sammanlagt 15 olika seminarier. I seminarierna koncentrerade man sig inledningsvis på aktivering av företagen och information om de möjligheter som Båt-programmet erbjuder. Senare förflyttades seminariernas tyngdpunkt mot presentation och förankring av de offentliga forskningsresultaten. Flera av forskningsprojekten höll också egna slutseminarier som var öppna för alla.





Matti Evola



Markku Hentinen



Jouko Huju

Båtbranschen har alltid varit internationell. Båtbranschens utveckling till ett betydande finskt verksamhetsområde för små och medelstora företag är speciellt den snabbt ökande exportens förtjänst. Kunskap och influenser har man traditionsenligt inhämtat från utländska mässor och studieresor som Finnboat har anordnat. Även Båt-programmet ordnade studieresor, bl.a. till universitetet i Southampton och till yrkesmässan IBEX i USA.

Denna slutrapport innehåller sammandrag av samtliga forskningsprojekt som har fått finansiering ur programmet. Avsikten med sammandragen är att ge branschens företag information om varje projekts temaområde, om centrala resultat och om utnyttjande av dessa i en sådan form att läsaren snabbt kan avgöra möjligheterna att tillämpa dem i den egna verksamheten.

Rapporterna från forskningsprojekten finns åtminstone under år 2012 tillgängliga på Tekes webbplats och hos utförarna av forskningen, men därefter tar Båtbranschens centralförbund Finnboat rf hand om förvaringen av resultaten. VTT har fungerat som koordinator för programmet i intimt samarbete med Båtbranschens centralförbund Finnboat rf.

Matti Evola, Tekes, programmets chef

Markku Hentinen, VTT Expert Services Oy, programmets koordinator

Jouko Huju, Båtbranschens Centralförbund Finnboat rf,
ordförande för programmets ledningsgrupp

Forskningsprojekt, resume

Tjänster och affärsverksamhet

VISIO 2025 – Affärsverksamhet inom finsk båtservice

Den finska båtbranschen befinner sig i en brytningstid. Den globala konkurrensen och splittringen av människornas fritidsintressen har betydligt förändrat verksamhetsfältet för företagen inom båtbranschen, och fastställt nya utmaningar för hela branschens framtid. Människornas engagemangsgrad och investeringsvillighet i individuella intressen har minskat gradvis, och trenden kommer att öka även i fortsättningen. Samtidigt har användning av båtar väckt intresse bland nya köpstarka kundgrupper, men den nuvarande modellen för båtanvändning med gamla produkter och bristfällig service motsvarar inte de moderna kundernas behov, vilket gör att man tyvärr ofta aldrig inleder fritidsintresset. Så strävar också Visio 2025-projektet efter att erbjuda den finska båtindustrin, båtserviceföretagen och nya företagare vägar till innovativ kundiniterad affärsverksamhet genom att erbjuda medel för att få affärsverksamheten att växa genom bättre service till befintliga och nya kundgrupper.

VETOMO – en branschanalys för båtbranschen

I projektet har man koncentrerat sig på frågan, hur man agerar inom båtbranschen i Finland och hur man skulle kunna agera mer lönsamt i branschen? I undersökningen har man intervjuat cirka 50 företag och organisationer som verkar i båtbranschen. Bland deltagarna finns bland annat båtillverkare, underleverantörer, återförsäljare, båtuthyrare, företag i resebranschen och hamnoperatörer. I undersökningen har man också granskat företagens ekonomiska nyckeltal både i Finland och utomlands. Dessutom har man i undersökningen genomfört en konsumentenkät omfattande cirka 200 besvarare och granskat de utländska företagens verksamhet. Forskningsrapporten baseras på genomförda intervjuer, ekonomiska nyckeltal, konsumenternas åsikter, vad man har funnit vid tidigare undersökningar, granskning av de utländska företagens verksamhet samt forskningsgruppens egna funderingar kring verksamheten och utvecklingsmöjligheterna i branschen.

Utveckling av miljömedvetenheten inom båtbranschen

Forskningen tar fram möjligheter och utmaningar inom båtbranschen, som skapas av hållbar utveckling. Med

hjälp av en livscykelbedömning har man beräknat fritidsbåtarnas miljöpåverkan under deras livscykel. Resultaten har använts som utgångspunkt för utveckling av miljömedvetenheten. Dessutom presenterar man en modell för branschen, för överföring av miljöinformation mellan angränsande intressegrupper.



FixBoat – analys och reparation av skador på kompositkonstruktioner i båtar

Den reparerade konstruktionen måste tåla samma användning som den ursprungliga och dessutom får inte reparationen på något sätt påverka båtens utseende, för att båtens återförsäljningsvärde inte ska sjunka. I FixBoat-projektet studerar man vilken inverkan de vid reparationen använda materialen och metoderna har på reparationens kvalitet. Förutom vidhäftnings- eller adhesionsmätningarna har man studerat tekniker och tillgängliga produkter för Gelcoat-reparationer. Tydliga instruktioner för reparationsteknikerna vid olika typer av reparationer utarbetas, på samma sätt som byggindustrins samling av RT-kort. Dessutom har man i arbetet utrett olika NDT-teknikers (oförstörande provning) lämplighet för kontroll av skador på båtar.

Planering och produktutveckling

WAVE – visionering av produkter och tjänster inom båtbranschen

Förståelse av de sociala förändringsfaktorerna avseende båtanvändning, och mera allmänt av hur fritiden används, och förädling av dessa till nya produkter och tjänster, blir i framtiden ännu viktigare förutsättningar för framgång. I Wave-projektet identifierade man bland trenderna med anknytning till konsumentbeteende de mest centrala inriktningarna som påverkar båtanvändningen på fritiden, och sammanfattade det omfattande materialet som handlar om användare, marknader och trender, till verktyg för styrning av planeringen.

Open Wave – öppen innovation inom båtbranschen

Med hjälp av Open Wave-projektet strävar man efter att ge stöd till företagens användar- och marknadsinitiering och utnyttjandet av formgivning och teknikförutsägelser i produktutvecklingen. Stärkande av den framtida konkurrenskraften inom båtbranschen förutsätter metoder för att kunna förutsäga framtida förändringsriktningar, så att företagen kan inrikta sin egen verksamhet att svara mot de möjligheter och utmaningar som förändringarna för med sig. Ett centralt resultat från projektet är en handlingsmodell för öppen innovation för identifiering av produkt- och servicemöjligheter inom båtbranschen.

TULVA – framtidens båtbransch

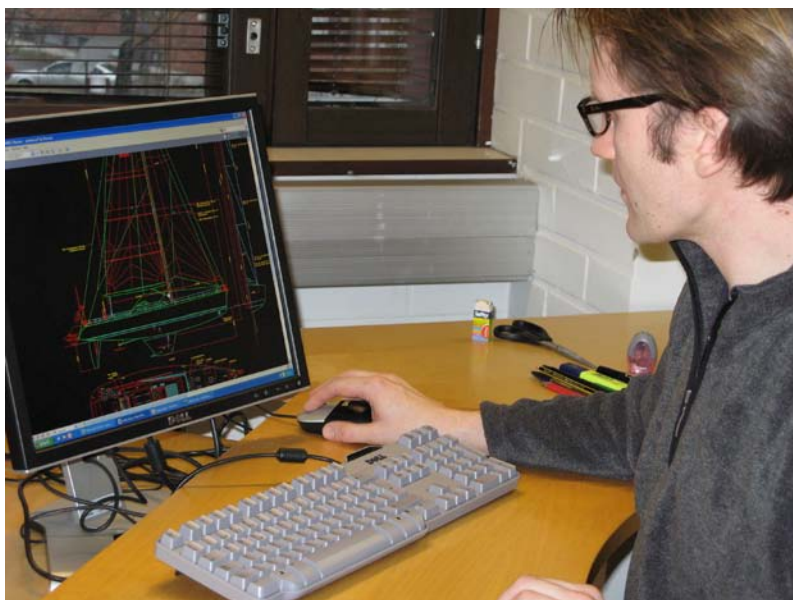
I projektet studerade man nya vindar inom båtbranschen genom att förutspå nya båtkoncept och nya användningssätt för båtar. Konkreta forskningsämnen har varit nya båtkoncept, sandwichkonstruktioner, inredningslösningar och tillverkningsrelaterade formlösningar, samt utnyttjande av robotik. I projektet studerade man också begreppet perceptionsergonomi och strävade efter att skapa en definition för vad begreppet innebär, både rent allmänt och i produkter inom båtbranschen. Förutom de egna koncepten samarbetade Kymmenedalens yrkeshögskola med företagen som deltog i projektet. För dem lade man fram idéer om nya båtkoncept, inredningslösningar samt material- och tillverkningsforskning. I företagsprojekten ingick alltid ett lärodomsprov för eleverna som studerade båtbranschen och formgivning, eller någon annat fördjupande övningsarbete med anknytning till studierna.

Better Products In Time – en produktutvecklingsprocess för företag inom båtbranschen

Korrekt specificerade produkter är en förutsättning för ett företags framgång. Bakom korrekt specificerade produkter finns en förståelse för kundens behov och en systematisk, strategiinitierad och dokumenterad produktutvecklingsprocess. Få företag inom båtbranschen har gjort en sådan beskrivning av produktutvecklingsprocessen. Utan en beskrivning av processen tar man betydande risker i företaget och i stället för systematik och strategiinitiering tvingas man till slumpmässig brandsläckning och ett känsloloberat beslutsfattande. I BPIT-projektet har man beskrivit produktutvecklingsprocessen på ett för företaget lämpligt sätt. Resultatet från projektet är en handboksmodell för produktutveckling inom båtbranschen, som kan tillämpas inom företagen.

Tysta båtar – kontroll av bullret på motorbåtars förarplatser

En tyst förarplats har blivit en allt viktigare konkurrensfaktor för motorbåtar. I VTT:s och Kuopio universitets forskningsprojekt utredde man uppkomst- och överföringsmekanismer för förarplatsbuller i 6–14 m långa båtar utrustade med inombordsmotor. Förutom bullernivån studerade man förarplatsbullrets art och de faktorer som påverkar denna. I arbetet utredde man speciellt vilka resultat man kan uppnå för minskning av förarplatsbullrets nivå och störande karaktär genom snabba och enkla åtgärder.



Belastningar som riktas mot akterspegeln på båtar

Största delen av båtarna som tillverkas i Finland utrustas med utombordsmotor. Utombordsmotorns hela dragkraft och tröghetskrafterna riktas mot båtens akterspegel. När motorstorleken ständigt ökar räcker det inte längre med den gamla erfarenhetsmässiga kunskapen om ett tillräckligt hållfast byggnads-sätt. I akterspegelprojektet mätte man belastningarna som riktas mot båtens akterspegel med hjälp av fullskaleprov och utformade en metod för att förut-säga maximibelastningarna.

Proboat – framtidens koncept och material inom båtarnas tillverkningsprocesser

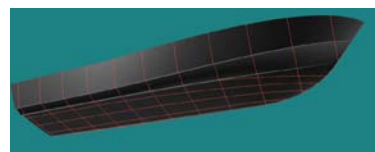
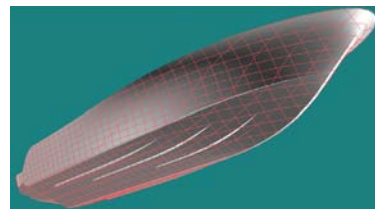
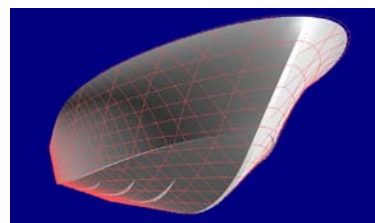
Båtbranschens utmaningar är en hårdnande global konkurrens och kraven på hållbar utveckling. Framgång förutsätter en kontinuerlig utveckling av procedurer och teknologier och användning av förnybara material. I Proboat-projek-

tet studerade och utvecklade man nya alternativa produktkoncept och möjligheter att tillämpa både miljövänliga material och tillverkningsprocesser inom båtbranschen. I projektet koncentrerade man sig på utveckling av båtarnas inredning och delkomponenter.

Tillverkning och material

ALVene – Automatiserad svetsning av aluminiumbåtar

I forskningsprojektet kartlade man den nuvarande produktionsteknologin vid båttillverkning och tillvägagångssätten som i praktiken används vid svetsningsarbete. Man gjorde en särskild bedömning av de nuvarande konstruktionernas lämplighet för robotsvetsning. Genom praktiska prov med robotsvetsning testade man typiska fogtyper och båtkonstruktioner som används för aluminiumbåtar. Genom robotsvetsning bedömde man uppnåbara fördelar



och testade den moderna givarteknikens möjligheter och begränsningar vid svetsning av båtar. Kompletterande studier gjordes inom området svetsning av aluminiumkonstruktioner för att klarlägga vilka faktorer som inverkar på extruderade aluminiumprofilers benägenhet till varmsprickor.

Moduva – effektivitet genom modularisering vid tillverkning av båtskrov i aluminium

Automatiseringsgraden inom svetsning av aluminiumbåtar har varit låg. De största hindren för utnyttjande av automatisering och robotisering utgörs av båtarnas konstruktions-sätt. I forskningsprojektet utvecklade man båtkonstruktionerna i en tillverkningsvänligare riktning genom att skapa hopmonteringsbara moduldelar för svetsning, utveckla modulär och flexibel fastsättningsteknik och kartlägga faktorer som orsakar formförändringar vid svetsning.



Strukturell design av förstärkningsbalkar av armerad plast för serieproduktion

Bottenstrukturerna i båtar av armerad plast består tvanligen av panelfält som har förstärkts med hjälp av balkar i längd- och tvärskepps. Kraven relaterade till effektivisering av produktionen och utnyttjande av båtens utrymnen har lett till att i stället för konstruktioner som är enkla att beräkna enligt hållfasthetsläran har balkkonstruktioner och deras fastsättning blivit strukturer som är svåra att analysera och optimera. I denna undersökning granskade man beräkningsmässigt hur olika detaljer påverkar hållfastheten hos förstärkningsbalkar av armerad plast. Tillräcklig noggrannhet hos grova FE-modeller verifierades experimentellt.

Krav och kontrollmetoder för limmade balkar av armerad plast

Limning av förstärkningsbalkar i båtskrov ger en snabbare produktionsprocess jämfört med traditionell fastlaminering. Dessutom får man fram en prydlig formyta. Kvalitetsproblem

har dock uppträtt i balksystem som har fästs genom limning, och i Finland har man inte vågat ta limning i bruk i större skala. I VTT:s forskningsprojekt utredde man vilka krav som ska ställas på balksystemets limfog och vilka faktorer som har en försvagande effekt på limfogen. Dessutom sökte man efter en kontrollmetod som lämpar sig för produktionsförhållanden och som är tillräckligt noggrann och snabb för typiska limfogar.

VeKe – Vakuuminjektion och RTM som tillverkningsmetoder inom båtindustrin – utveckling av produktionseffektivitet, ytkvalitet och konstruktioner

I projektet studerades bl.a. Light-RTM och optimering av vakuuminjektionsmetoderna genom numerisk beräkning, kontroll av ytkvaliteten, de nya lågkrypande hartsernas effekt på ytkvaliteten, konstruktion och tillverkning av formar, kostnadseffektiv vakuummgenerering, samt en teknisk-ekonomisk jämförelse av olika tillverkningsmetoder. Olika forskningsområden ingick i pro-

jektet och separata rapporter skrevs för varje del. Till exempel konstaterade man vid undersökning av skadetåligheten att de typiska båtlaminatens skadetålighet är beroende av flera faktorer, både av den använda hartsen och av armeringskonstruktionen. Resultaten stöder antagandet om glasfiberarmatens förstärkande effekt och DCPD-hartsernas svagare skadetålighet.

WiND – trådlös givarteknik och NDT-metoder för kvalitetssäkring av plastkompositer

I arbetet strävade man efter att hitta de för företagen nyaste och lämpligaste metoderna, t.ex. för uppföljning av hartserns stelning eller upptäckt av lamineringsfel och laminatskador. När det gäller trådlös givarteknik, utredde man hur tillståndet hos produktionsmiljön och produktionsutrustningen (t.ex. lamineringspunktens styreninnehåll, formens temperatur i realtid, antalet släppningar, den formlaminerade delens tjocklek i olika punkter o.d.) kan följas med hjälp av ett trådlöst givarnätverk.

Greenline 2012 – möjligheter att använda återvunna och miljövänliga material vid båttillverkning

I forskningsarbetet koncentrerar man sig på användning av återvunna material, såsom biofiberbaserade kompositer, vid tillverkning av skrov och däckskonstruktioner till båtar. Plastmaterial förstärkta med träfibrer används bl.a. för terrass- och bryggkonstruktioner. I arbetet optimerade man bl.a. plastmängder och materialkombinationer för båtbruk, och man studerade olika fogningstekniker. I projektet byggde man också en prototypjolle, "svetsad träbåt", av naturfiberkomposit.

Utrustning och system

iBoats – intelligenta båtar

Andelen av olika styrsystem i båtar har ökat under de senaste åren och lär komma att öka kraftigt även i framtiden. När det gäller hjälputrustningar med anknäring till navigering, såsom kartplottrar, har tekniken standardiserats i relativt hög grad, men för andra system förekommer det olika lösningar. I denna forskning koncentrerade man sig på och sökte efter lösningar på realisering av spakstyrning i arbetsbåtar, mätning av tillstånd i segel, utnyttjande av bussar samt möjlighet att utnyttja digital hydraulik i båtar. Dessutom studerade man standardisering med anknäring till styrsystem i båtar och utnyttjande av styrsystem för verktygsmaskiner för styrning av propulsionsaggregat i båtar.

ePropulsion – energieffektiva propulsionsdrifter

Användningen av el- och hybridpropulsion i båtar blir i snabb takt allt vanligare orsakat av strängare utsläppsbestämmelser under de närmaste åren och av behovet att minska bullret. Å andra sidan kommer myndigheternas användning av individuellt fungerande autonoma lösningar att bli vanligare. I denna forskning har man sökt efter lösningar på utnyttjande av elpropulsion i kombination med vattenjet, diskuterat optimal dimensionering av eldrift samt undersökt hur användbara olika busslösningar är i båtar. Dessutom studerade man användning av en laddande elhybrid i segelbåtar. I bilar erövrar olika Ethernet-bussar sannolikt lösningarna för dataöverföring mellan olika utrustningar under de närmaste åren och så lär också komma att ske i båtar. I denna forskning har man förverkligat tråd-

bundna och trådlösa alternativ för att anordna dataöverföring.

Nya energisystem för båtar

I projektet studerade man, och även testade till vissa delar, eltekniska lösningar och produkter, som sparar energi och miljö i båtar. De viktigaste forskningsobjekten var möjligheterna att använda förnybara energikällor och till dessa relaterade produkter. Objekt för jämförande mätningar var bly- och litiumackumulatörer. Dessutom utredde man vilka affärsverksamhetsmöjligheter båtarnas nya energisystem erbjuder båtillverkarna och andra företag inom båtbranschen.

En med vätskeformigt bränsle driven gasturbingenerator i mikroformat för båtbruk

Egenskaper som låg vikt, enkel ljudisolerings och användbarhet med alla

bränslen gör ett gasturbinbaserat aggregat till ett lockande alternativ för användning i båtar. I projektet studerade man först en gasturbin med pulsbränning, men på grund av problem som uppstod valde man gasgenerator med kraftturbin som prototypkonstruktion. Som avslutning på projektet presenterade man en fungerande prototyp för ledningsgruppen och intressegrupperna. En vetenskaplig artikel författades om projektet och en till är på gång, dessutom är en patentansökan i nyhetsgranskningsfasen, och resultaten utnyttjas också i en doktorsavhandling. För kommersialisering av mikrogasturbinen har ett marknadsutredningsprojekt med separat finansiering påbörjats. Vid sidan av användning i båtar är bl.a. brand- och räddningsverksamhet, järnvägarnas underhållsfunktioner och armén potentiella användningsområden.



Företagsprojekt

2011 påbörjade företagsprojekt

Utveckling av tillverkning av båtar som svetsade konstruktioner av polyeten, Tibeko Marine Oy

LC TU-båtens nya system, Marine Alutech Oy Ab

Specialanslutningar för produktfamiljen Wallas-värmare, Wallas-Marin Oy

Man utvecklar tillsatsdelar och tillsatsfunktioner som stöd för kärnproduktternas efterfrågan och konkurrenskraft, och därigenom ökning av försäljningen av dessa. Produktfamiljen värmare omfattar båtvärmare och kombinerade spi-

sar/värmare. Samtidigt säkerställer man att de för båtbranschen utvecklade tillämpningarna kan även utnyttjas inom husbilsbranschen.

Eldrivet personligt vattenfordon, Tritolyte Oy och Castello Yachts Oy

Man utvecklar en prototyp av en ny typ av småbåt med elektrisk framdrivning, i vilken utnyttjas möjligheter som elmotor- och batteritekniken erbjuder, dock med hänsyn till begränsningar som orsakas av den befintliga batteriteknikens energitäthet (batteriets vikt och drifttid) och laddningsmöjligheterna i praktiken. För projektets elpropulsionsandel svarar Tritolyte Oy och för skrovandelen Castello Yachts Oy.

Mobimar 18 Wind, Mobimar Oy

En ny typ av underhållsfartyg för vindkraftsparkar.

Förhandsutredning av en ny utvecklingsversion av modellserien APB, Oy Marino Ab

Utvidgad elpropulsion, Oceanvolt Oy

Konceptering och marknadsundersökning av produkt-sortimentet, Fantan Catamaran Oy

3K: lätt, glänsande och snål, In Time Yachts Oy

3K-projektet utvecklar lätta och glänsande lösningar för inredningar och däcksutrustningar i båtar. Dessutom utvecklar man i projektet också effektiva



och miljövänliga produktionsätt, och söker efter material i vilka man har tagit hänsyn till miljösynpunkter. Detta sparar miljö och egen arbetsinsats.

Metod för konsumentinitierad konstruktion av båtmodeller,

Bella-Veneet Oy

Framtidens Bella-båtfamilj.

2010 påbörjade företagsprojekt

Easy Arm, C-Adventure Oy

Easy Arm är ett elektromekaniskt hjälpmedel, som underlättar hantering av vinschar i båtar, främst segelbåtar. Den eldrivna vridanordningen har en löstagbar del med ett uppladdningsbart batteri, en elmotor, en vinkelväxel som reducerar varvtalet samt en löstagbar rotationsdel med spår, som passar på vinschernas standardiserade vridcentrum. En fördel med vridanordningen är bl.a. att endast ett exemplar per båt behövs, och det kan användas till den vinsch som är aktuell för tillfället. Säkerheten i båten ökar när det går lättare och snabbare att hissa seglen.

Elektronisk service för båtanvändare,

Suomen Vierassatamat Oy

VESPA, elektronisk service för båtanvändare.

Ett båtstolsunderrede med stora inställningsmöjligheter,

Oy Ergo-Istuimet Ab

Utveckling av ett båtstolsunderrede med stora inställningsmöjligheter. En produktfamilj av underreden vid sidan av företagets nuvarande produktfamilj av båtstolar, som i form av en monte-

ringsfärdig produkthelhet rationaliserar branschens inköps- och produktionsfunktioner.

Intelligent båt, EG Furnace Oy

Ett utvecklingsprojekt i modellskyddsfasen.

Kartläggning av behovet av båtservice och vinterförvaring,

Marine Center Finland Oy,

Pencentra Oy

Ett digitalt servicekoncept utvecklas, med kunden i centrum. Konceptering av affärsverksamheten som en del i utvecklingen av ett nätverk. Affärsverksamhetsmodellen som utvecklas mångfaldigas för distributionsnätets användning, och ändamålet är att uppnå högre kundnöjdhet.

Marino ut i världen II, Oy Marino Ab

Den nya modellen Marino APB:s (All Purpose Boat) lämplighet för de europeiska marknaderna.

Miljövänlig arbetsbåt med hybriddrift, Oy Weldmec Ab

Målet är att utveckla och produktifiera ett arbetsbåtskoncept med hybriddrift (diesel/el), som också är ergonomisk och miljövänlig.

Ny gjutmetod för gjutning av lätta duplex-gjutningar på jetaggregat

36A3, Rolls-Royce Oy Ab

Målet är att hitta en ekonomisk metod för tillverkning av lätta duplex-gjutningar som används på Kamewa vattenjetaggregat. I projektet utvecklas en helt ny modell av vattenjetaggregat, 36A3. Modellen kommer att användas i mycket snabba båtar med hög effekt, då krav på effekttålighet och lätthet ställs på aggregatet. Det nya vattenjet-

aggregatet konstrueras från början att bli aggregatet med högsta prestanda på marknaden.

Ny serie av Flipper-modeller i den internationella täten bland premiumbåtar, Bella-Veneet Oy

Optimering av prestanda och kostnadsstruktur för mindre konstruktioner, Alamarin-Jet Oy.

Sailmate, Nautics Oy

Utveckling av en webbtjänst för färdplanering, en mobilapplikation för datainsamling och som navigationshjälpmedel samt ett system för reservation av gästbåtplatser.

Ut på nya vatten – skapande av en utvecklingsmodell för tjänsteeinnovationer och affärsverksamhet inom båtbranschen, Tampereen Aikuiskoulutusääitiö

Aikuiskoulutusääitiö

Nya metoder och verksamhetsmodeller, med vilka företag inom båtbranschen kan utveckla innovativa servicehelheter. Ett centralt mål är att skapa en modell för hur man går över från traditionell försäljning av båtar och tillbehör till produktion av mer omfattande servicehelheter och upplevelser för kunderna. Resultaten kan utnyttjas inom hela båtbranschen i Finland.

Utredning av affärsverksamhet, ledning och marknadsföring som grund för utvecklingsprojekt,

Top-Boat Oy

Utveckling av affärsverksamheten Grandeza, Oy Finn-Marine Ltd.

Vidareutveckling av Eurofinn Marine Oy Ltd:s produktion och modularisering av inredningen i EF34, Eurofinn Marine Oy Ltd.

2009 påbörjade företagsprojekt

Bella 9000 hybridmotorbåt, Bella-Veneet Oy

En hybridmotorbåt utvecklas.

Dörr och taklucka, Ab Sarins Båtar Oy
Produktutveckling av sidodörrar och takluckor för båtar som används året runt.

Från entreprenörsverkstad till internationell tillverkare av arbetsbåtar genom utnyttjande av teknik, Oy Weldmec Ab

Ett koncept för arbetsbåtar, där hybridteknik tillämpas. Målsättningen är att utveckla en miljö- och användarvänlig helhetslösning för arbetsbåtar.

Förberedande utredning för Syndicate Superyachts Turku, In Time Yachts Oy

En förberedande utredning av vilka förutsättningar Åbo hamnkluster och båtindustrin i Sydvästra Finland har att tillverka superjakter.

Intelligent segel, WB-Sails Ltd Oy
Inbyggda givare i det intelligenta seglet mäter belastningarna på seglet och antalet drifttimmar, och drifthistoriken sparas i seglets eget minne. Flödesgivare och LED-lampor som styrs av givarna ersätter traditionella "telltales" (skvalersnören) som hjälpmedel för tävlingsseglare. Med hjälp av solceller och olika energifångare alstrar seglet själv den energi som givarna kräver.

Lättanvänt kapell, VA-Varuste Oy
Ett nytt båtkapell som är lätt att montera, inklusive mekanik. Idén är att utveckla ett koncept som med små modifieringar kan anpassas till många olika båttyper.

Metod att minska det invändiga bullret i båtar med inombordsmotor, Veneveistämö Syrjäsuu Oy

En produkt och en metod för att minska bullret inne i båtar med inombordsmotor.

Naturvänliga båtkomponenter, Profiber Oy

En metod för tillverkning av naturfiberarmerade komponenter för båtindustrin, med konkurrenskraftiga tekniska egenskaper och med jämn kvalitet, exempelvis sitsstommar, luckor och ljudisolerande inredningselement. Dessutom utvecklar man ett produkt-sortiment, som enkelt kan återvinnas och som kan anpassas modulärt till olika båttillverkares modellprogram.

Ny elektrisk drivanordning, Electric Ocean Oy

Ett elektriskt propulsionsystem till segelbåtar och lättdrivna motorbåtar.

Stormwind Simulator, Stormwind Ab Oy

En programvaruplattform för interaktiv simulering av sjöfart, med vilken man modellerar såväl sjöfart som olika förhållanden på havet. Resultatet presenteras för användaren i form av en tredimensionell virtuell verklighet, en simulator där användaren själv fungerar som primär beslutsfattare. Programmet kan utnyttjas för både nöjesbruk och utbildning.

Utveckling av en elektrisk båt, Port Arthur Oy

Man utgår ifrån en befintlig båt, Simp- pu-vene. I utvecklingen koncentrerar man sig främst på ekologi och hållbar utveckling. Av båten planeras flera varierbara versioner för olika bruk. I utvecklingen av produktionen av båtens

glasfiber delar utnyttjas slutna formas egenskaper för att förbättra kvaliteten och produktiviteten. Samtidigt utnyttjas den nya produktionsmetodens fördelar så som bättre arbetsmiljö.

Utveckling av Kewatecs verksamhet, Oy Kewatec AluBoat Ab Ett utvecklingsprojekt.

Utveckling av tillverkningskoncept med små utsläpp för båtindustrins produkter, Akaan Muovityö Oy

Kostnadseffektiva tillverkningstekniker med små utsläpp utvecklas för utvalda produkter inom båtindustrin.

2008 påbörjade företagsprojekt

All Purpose Boat, Oy Marino Ab

Utveckling av en ny båttyp och ett produktionskoncept för den. Modulariserad tillverkning av en specialhytt.

Arctic airboat, Arctic Airboats Ab

En marknadsundersökning som täcker Norden, Kanada och Ryssland. Kartläggningen avser en snabb hydrokopter (amfibiefordon) av en ny typ, avsedd för räddningsverksamhet, patrullering och persontransporter till sjöss vintertid.

Field testing of critical laminates for professional boatbuilders, Oy Nautor Ab

Utveckling och implementering av online-testmetoder inom kompositproduktion.

Konstruktion och prototyp tillverkning av en konceptförarhytt för motorbåtar, Bella-Veneet Oy

En konceptförarhytt för motorbåtar, i vilken man har tagit hänsyn till förarens

körergonomi och har fasta platser för kartplotter, kompass och samtliga instrument samt för elektriska strömställare och gasreglage.

Ersättande av tropiska träslag med inhemskt värmebehandlat trä i däckskonstruktioner,
Scandinavian Teak Deck Ab

Målsättningen är att ersätta teak med värmebehandlat trä som råvara till båtdäck. En svaghet hos värmebehandlat trä för utomhusbruk är att det grånar genom påverkan av miljö och UV-ljus. I projektet utvecklar man en fungerande ytbehandling för värmebehandlat trä (björk), en behandling som effektivt motverkar färgförändringen som orsakas av utomhusmiljön.

Termoelektrisk multifunktionsspis,
Wallas-Marin Oy

I Combi Cooker-projektet planeras en ny multifunktionsspis, som med små modifieringar kan användas både för båt- och husbilsmarknaden. Spisens bränsle är dieselolja och spisen kommer att ha minst tre kokplattor. I projektet strävar man efter att betydligt förbättra produktens kostnadseffektivitet samt utveckla helt nya tilläggfunktioner som är helt okända inom branschen.

VA-båtdyna, VA-Varuste Oy

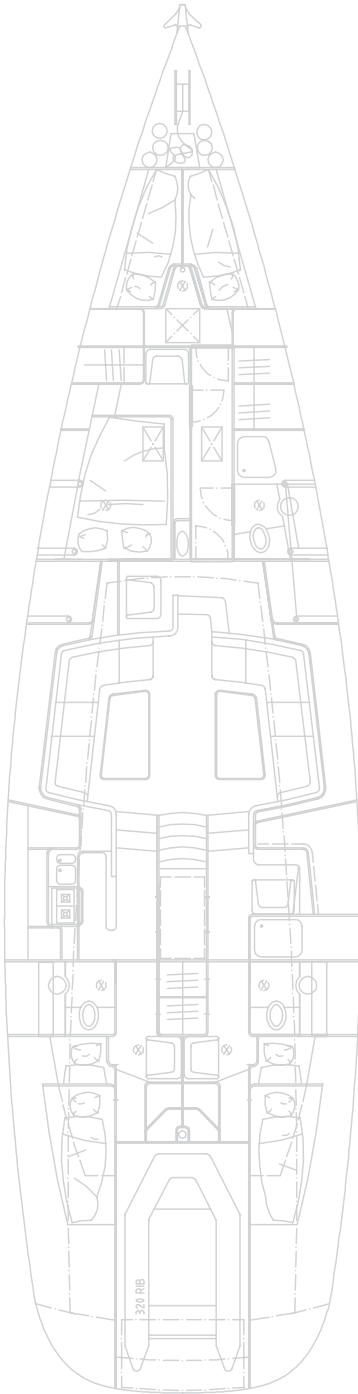
Undersökning av hur beklädnadsteknik och 3D-konstruktion kan kombineras för formgivning, konstruktion och tillverkning av produkter inom

båtindustrin. En helt ny produkt som ska ingå i företagets eget produktsortiment är under planering. Den nya produkten är en väsentlig del av båtens inredning.

Utveckling av ett produktionssystem som möjliggör volymproduktion av Alufibre-båtar, TerhiTec Oy/Silver Boats

I projektet utvecklas nya konstruktions- och produktionslösningar som ger snabbare tillverkning och större produktionsvolym. Målet är lösningar som medger implementering av robot- och automationsteknik i produktionsprocessen.





Yhteystiedot

Ohjelman hallinnointi

Markku Hentinen, VTT Expert Services Oy
Ohjelman koordinaattori
040 552 6212
markku.hentinen@vtt.fi

Matti Evola, Tekes
Ohjelmapäällikkö
050 557 7835
matti.evola@tekes.fi

Tekesin ohjelmatiimi

Lauri Ala-Opas
Ohjelmajohtaja

Raimo Pulkkinen
Kansainväliset yhteydet

Matti Evola
Etelä-Suomi

Vesa Kojola
Pohjanmaa

Harri Kivelä
Itä-Suomi

Esa Lindqvist
Länsi-Suomi

Viestintä

Tiina Lifländer, Tekes
010 60 55945
tiina.liflander@tekes.fi

Sirpa Posti, VTT
040 735 4393
sirpa.posti@vtt.fi

Ohjelman johtoryhmä

Jouko Huju, puheenjohtaja
Venealan Keskusliitto Finnboat ry

Raimo Sonninen
Bella-Veneet Oy

Kim Örthén
Marine Center Finland Oy

Pauli Immonen
Mobimar Oy

Kaj Gustafsson
Nauticat Yachts Oy

Mikael Still
Oy Ahola Transport Ab

Juhani Haapaniemi
TerhiTec Oy/Silver Boats

Markku Hentinen
VTT Expert Services Oy

Lauri Ala-Opas
Tekes

Matti Evola
Tekes

Kontaktuppgifter

Administration

Markku Hentinen, VTT Expert Services Ab
Programmets koordinator
020 722 6212
markku.hentinen@vtt.fi

Matti Evola, Tekes
Programmets chef
050 557 7835
matti.evola@tekes.fi

Programgruppen inom Tekes

Lauri Ala-Opas
Branschdirektör

Raimo Pulkkinen
Internationella kontakter

Matti Evola
Södra Finland

Vesa Kojola
Österbotten

Harri Kivelä
Östra Finland

Esa Lindqvist
Västra Finland

Kommunikation

Tiina Lifländer, Tekes
010 605 5945
tiina.liflander@tekes.fi

Sirpa Posti, VTT
040 735 4393
sirpa.posti@vtt.fi

Ledningsgruppen

Jouko Huju, ordförande
Båtbranschens Centralförbund Finnboat rf

Raimo Sonninen
Bella-Veneet Oy

Kim Örthén
Marine Center Finland Oy

Pauli Immonen
Mobimar Oy

Kaj Gustafsson
Nauticat Yachts Oy

Mikael Still
Oy Ahola Transport Ab

Juhani Haapaniemi
TerhiTec Oy/Silver Boats

Markku Hentinen
VTT Expert Services Oy

Lauri Ala-Opas
Tekes

Matti Evola
Tekes



Tekesin ohjelmaraportteja

- 3/2012 Vene-ohjelma 2007–2011 – Båt-programmet 2007–2011. Parempia veneitä ja palveluja. Bättre båtar och tjänster. Markku Hentinen, Sirpa Posti ja Kari Wilén (toim.). Loppuraportti. Slutrapport. 81 s.
- 2/2012 Evaluation of Tekes software related programmes in 2000's. Tuomas Raivio, Johan Lunabba, Erkkä Ryyänen, Juhani Timonen, Markku Antikainen ja Santeri Lanér. Evaluation Report. 83 p.
- 1/2012 Tuotantokonseptit-ohjelma. Ismo Mäkinen. Loppuraportti. 62 s.
- 7/2011 Liito – Uudistuva liiketoiminta ja johtaminen 2006–2010. Ilpo Ihanamäki ja Hanna Lehtimäki. Loppuraportti. 21 s.
- 6/2011 Co-operation to Create Converging and Future Networks – Evaluation of Five Telecommunications Programmes. Annu Kotiranta, Olli Oosi, Mia Toivanen, Jaakko Valkonen and Mikko Wennberg. Evaluation Report. 69 p.
- 5/2011 Rakennetun ympäristön roadmap. Miimu Airaksinen, Olli Hietanen, Ari-Pekka Manninen, Kari Reijula ja Terttu Vainio. Toimittanut Suvi Nenonen. Loppuraportti. 82 s.
- 4/2011 GIGA – Converging Networks programme 2005–2010. Final Report. 217 p.
- 3/2011 VAMOS – Liiketoiminnan mobiilit ratkaisut 2005–2010. Pauli Berg, Nils Lagerström ja Jouko Lintunen. Loppuraportti. 36 s.
- 2/2011 Puualan ohjelmien jälkiarviointi. Paula Tommila, Mari Hjelt, Päivi Luoma, Pirtta Mikkanen ja Jukka Seppänen. Arviointiraportti. 79 s.
- 1/2011 FinNano Technology Programme. Final Report.
- 8/2010 Monialaistuva ohjelmatoiminta – MASI- ja Digitaalinen tuoteprosessi -ohjelmien arviointi. Janne Lehenkari, Laura Juvonen, Tarmo Lemola, Jouko Lintunen ja Henri Lahtinen. Arviointiraportti. 72 s.
- 7/2010 Kohti uutta tuotantoajattelua – SISU 2010- ja Tuotantokonseptit -ohjelmien arviointi. Mikko Valtakari, Mervi Rajahonka, Toni Riipinen ja Lasse Kivikko. Arviointiraportti. 80 s.
- 6/2010 From Spearheads to Hunting – Evaluation of Nano Programmes in Finland. Tuomas Raivio, Piia Pessala, Jatta Aho, Tiina Pursula, Alina Pathan, Jukka Teräs and Kaarle Hämeri. Evaluation Report. 67 p.
- 5/2010 Arjen muutoksista työelämän innovaatiotoiminnaksi – Työelämän kehittämisohjelma 2004–2010. Olli Oosi, Annu Kotiranta, Henrik Pekkala, Mikko Wennberg, Mikko Valtakari, Jari Karjalainen ja Mervi Rajahonka. Arviointiraportti. 87 s.
- 3/2010 MASI Programme 2005–2009. Niina Holviala (ed.). Final Report. 137 p.
- 2/2010 FinnWell – terveydenhuollon ohjelma 2004–2009. Loppuraportti. 50 s.
- 1/2010 SISU 2010 – Uusi tuotantoajattelu. Loppuraportti. 246 s.
- 7/2009 Klusteria rakentamassa – Kiinteistö- ja rakennusklusteriohjelmien arviointi. Karoliina Rajakallio, Outi Nietola, Johanna Nummelin, Laura Peuhkuri, Jari Sassi, Petri Vasara ja Tomi Ventovuori. Arviointiraportti. 61 s.

Julkaisujen tilaukset: www.tekes.fi/julkaisut

Lisätietoja

Matti Evola

Tekes

matti.evola@tekes.fi

Markku Hentinen

VTT Expert Services Oy

markku.hentinen@vtt.fi

www.tekes.fi/vene

Tekes – teknologian ja innovaatioiden kehittämiskeskus

vaihde 010 191 480

asiakasneuvonta info@tekes.fi

kirjaamo kirjaamo@tekes.fi

Kyllikinportti 2, Länsi-Pasila, PL 69

00101 Helsinki

www.tekes.fi

Maaliskuu 2012

ISSN 1797-7347

ISBN 978-952-457-542-3



Tekes