



Azimuth-kahvan konseptisuunnittelu

Muotoilun Koulutusohjelma
Teollinen muotoilu
Opinnäytetyö
27.4.2009

Teemu Jehkonen

TIIVISTELMÄSIVU

Koulutusohjelma Muotoilun koulutusohjelma		Suuntautumisvaihtoehto Teollinen muotoilu	
Tekijä Teemu Jehkonen			
Työn nimi Azimuth-kahvan konseptisuunnittelu			
Työn ohjaaja/ohjaajat Hanna Vilkkä, VTT, tutor Mika Ihanus, TaM			
Työn laji Opinnäytetyö		Aika 27.4.2009	Numeroidut sivut + liitteiden sivut 70 + 24
<p>TIIVISTELMÄ</p> <p>Tämän toiminnallisen opinnäytetyön tarkoituksena oli uudelleenmuotoilla aluksen ohjailukahva eli niin kutsuttu Azimuth-kahva työn toimeksiantajalle, ABB Marinelle. Azimuth-kahvalla ohjataan valtamerialuksen Azipod® -ruoripotkurin pyörimisnopeutta ja käänkökulmaa, joten se on olennainen osa aluksen etäohjauslaitteita.</p> <p>Työn osatavoitteena oli kahvan käytettävyyden parantaminen aiemman käyttäjätutkimuksen pohjalta. Lisäksi tavoitteena oli ilmentää Azimuth-kahvassa ABB:n muotoilullisia piirteitä vaarantamatta käytettävyyttä ja kuitenkin merenkulun säännöksiä ja asetuksia noudattaen. Toimeksiantajan lisäksi muotoiluprojektissa toimi yhteistyökumppanina hollantilainen Kwant Controls, jonka valmistamaan tekniikkaan kahvakonsepti pohjautuu.</p> <p>Opinnäytetyön teoreettinen viitekehys perustui ergonomiakirjallisuuteen, ABB:n muotoiluohjeistukseen sekä eri luokituslaitosten säännöksiin. Lisäksi työssä hyödynnettiin ABB:n tekemää siltalaitteiden käyttäjätutkimusta.</p> <p>Muotoiluprosessin aikana kahvasta tehtiin useita konseptiluonnoksia, joista valittiin lopullinen kehitettävä konsepti. Valittua konseptia kehitettiin eteenpäin siten, että lopputuloksena saadusta kahvakonseptista voitiin tehdä käytettävä mock-up. Tehdyllä mallilla tehdään uusi käyttäjätutkimus, jonka perusteella voidaan arvioida uutta kahvamallia.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksena syntynyt Azimuth-kahvakonsepti toteutti työlle asetetut tavoitteet, vaikka uutta käyttäjätutkimusta ei työn puitteissa voitu aikataulullisista syistä toteuttaa. Lopputulos on materiaalivalinnoiltaan ja tekniikaltaan kustannustehokas. Kahvan muotoilu tukee ABB:n arvoja luotettavan ja korkean teknologian laitetoimittajana. Käytettävyys on (kirjoittajan, sekä ABB Marinen asiantuntijoiden, mielestä) parantunut, vaikka lopulliset johtopäätökset voidaan tehdä vasta käyttäjätutkimuksen jälkeen.</p>			
Teos/Esitys/Produktio			
Säilytyspaikka Metropolian kirjasto, Tikkurilan toimipiste			
Avainsanat Azimuth, Azipod®, ABB, kahva, merenkulku, konseptisuunnittelu, ergonomia			

Degree Programme in Culture		Specialisation Industrial Design
Author Teemu Jehkonen		
Title Azimuth-Lever Conceptual Design		
Tutor(s) Hanna Vilkkä, D.Soc.Sc., tutor Mika Ihanus, MA		
Type of Work Bachelor's Thesis	Date 27.4.2009	Number of pages + appendices 70 + 24
<p>ABSTRACT</p> <p>The purpose of this bachelor's thesis was to redesign an Azimuth-lever for the company selected for the case study, namely ABB Marine. The Azimuth-lever is used in Azipod® powered ships to control the ship's propulsion speed and steering angle. The aim of the thesis was not only to improve the usability of the existing lever, but also to visualize ABB product details in the new lever.</p> <p>This bachelor's thesis was conducted as a practice based thesis, so all the steps of the design process were described in detail. The theoretical frame of reference of this thesis was based on ergonomics, ABB design guidelines and the classification rules determined by different classification societies. In addition, the user feedback from a previously conducted navigation equipment survey was used in the design development.</p> <p>Several conceptual sketches of the new lever were made during the design process. In the end, the final design was selected and a mock up was constructed. The usability of the design can be determined by conducting a user survey with the mock-up.</p> <p>The Azimuth-lever concept designed in this bachelor's thesis has reached the previously set goals. The lever is cost-effective in the choice of material and in technical aspects. The design of the lever communicates ABB Marine's values: reliability and high technology content. Due to time constraints, the proposed user survey was not conducted as a part of this thesis, but according to the writer, as well as the top ABB experts, the usability of the lever has increased. Therefore, it can be concluded that the design of the new Azimuth-lever is successful in all the predetermined focus areas.</p>		
Work / Performance / Project		
Place of Storage Metropolia Library, Tikkurila		
Keywords Azimuth, Azipod ®, ABB, lever, maritime, conceptual design, ergonomics		

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	3
1.1	Tutkimuksen taustaa	3
1.2	Tutkimuksen tavoitteet ja rajaus	4
1.3	Toiminnallinen opinnäytetyö	5
1.4	Teoreettinen viitekehys.....	6
2	YRITYSESITTELY	7
3	TEOREETTINEN TIETOPERUSTA.....	11
3.1	Piirteiden määrittämisen teoriaa.....	11
3.1.1	Azipod-ruoripotkurin piirteet	12
3.1.2	Eri kahvamallien piirteiden vertailua.....	15
3.2	Konsernin muotoiluohjeistus	16
3.3	Aluksen ohjaaminen	19
3.4	Lippusääntö sekä kulkuvalovärit	20
3.5	Ohjaussignaalikäytäntö ja Azimuth-kahvan toiminta	22
3.5.1	Potkurin kierrosnopeus	22
3.5.2	Kääntökulma	23
3.5.3	Kahvan muut ominaisuudet.....	24
3.6	Ergonomian vaikutus	26
3.7	Suunnitteluun vaikuttava säännöstö	29
3.7.1	Vaikutus kahvamuotoiluun	30
3.7.2	Värit	31
3.7.3	Ergonomiaa koskevat säännöt	32
3.7.4	Valot ja valaistus	34
3.7.5	Yhteenveto säännöistä.....	34
3.8	Käyttäjätutkimuksen tulosten arviointi	35
3.9	Yhteenveto tutkimuksista suhteessa muotoiluun.....	40
4	MUOTOILU.....	41
4.1	Prosessin kuvaus.....	41
4.2	Ideat, luonnokset ja vaihtoehtoiset konseptit	45
4.2.1	Ohjailu.....	45
4.2.2	Asteikot	47

4.2.3	Muut siltalaitteet.....	49
4.3	Valittu konsepti ja jatkokehittely.....	54
4.3.1	Materiaalivalinnat	54
4.3.2	Muodon kehittyminen	57
4.4	Käyttäjätutkimus uudella kahvalla	63
5	LOPUKSI	64
5.1	Yhteenveto	64
5.2	Reflektio ja ideoita jatkoa varten	65
	LÄHTEET.....	68

LIITTEET

Liite I: Termejä ja lyhenteitä

Liite II: Hyvän Azimuth-kahvan ominaisuudet

Liite III: Tyypillinen ohjailupaikkojen sijainti aluksella

Liite IV: Tuotteiden asemointi

Liite V: Mallihahmotelmia

Liite VI: Valitun konseptin kehityskaari

Liite VII: Konseptin piirustukset

Liite VIII: Kahvavariaatiot

Liite IX: Maisemointikuva

Liite X: Mock-upin valmistus

1 JOHDANTO

1.1 Tutkimuksen taustaa

Yksi tärkeimpiä valtamerialuksen kulkuun vaikuttavia ominaisuuksia on ohjattavuus. Ohjattavuuden hallitsemiseksi aluksessa käytetään niin kutsuttuja etäohjauslaitteita, joilla alusta työntävää voimaa ja suuntaa voidaan säädellä halutulla tavalla. Tässä Metropolia Ammattikorkeakoulun teollisen muotoilun opinnäytetyössä aion uudelleen muotoilla aluksen ohjailukahvan eli niin kutsutun Azimuth-kahvan ABB Marinen toimeksiannosta. Samalla tutkin kahvan muotoilua sekä siihen vaikuttavia tekijöitä, kuten ergonomian ja käytettävyyden vaatimuksia. Muotoiluprojekti tehdään yhteistyössä edellä mainitun toimeksiantajan sekä Azimuth-kahvoja alihankintana valmistavan hollantilaisen Kwant Controlsin kanssa.

Muotoiluprojektin lähtökohtana on toimeksiantajayrityksen suorittama käyttäjätutkimus, jonka mukaan nykyisen kahvan käytettävyydessä on puutteita. Näihin käytettävyydspuutteisiin pyrin etsimään ratkaisuja muotoiluprosessin avulla. Lisäksi haluan tunnistaa ABB:n tuotteista ominaispiirteitä, joita mahdollisesti voidaan ilmentää etäohjailulaitteissa. Tällaista käytettävyyden ja muotoilun yhdistävää hanketta ei ABB:llä ole Azimuth-kahvan osalta aiemmin tehty, vaikka näitä seikkoja oletettavasti tutkivat myös muut kahvoja valmistavat yritykset. Liiketalousalan vuosien valmistajien omia tutkimuksia ei ole kuitenkaan ollut käytössäni. Hankkeen yhteistyökumppanilta, Kwant Controlsilta, tietoa saatiin kuitenkin avoimessa haastattelussa.

Lähes koko yli kymmenen vuotta kestäneen ABB-urani ajan olen työskennellyt meriliikenteen parissa. Merenkulkuun tutustuin jo aiemmin, sillä suoritin

asepalvelukseni Merisotakoulussa vuonna 1993. Siten henkilökohtainen historiani selittää osin kiinnostukseni merenkulkuun ja taustoittavat valittua projektia. Lisäksi aiheen valintaan on vaikuttanut kiinnostukseni syventää tietämystäni käden ja kädessä pidettävien laitteiden, ergonomiasta. Tutkintoon kuuluvassa opintojaksossa käsiteltiin vain ergonomian perusteita, eikä siinä paneuduttu mihinkään ergonomian erityisalaan sen syvemmin.

1.2 Tutkimuksen tavoitteet ja rajaus

Tutkimuksen päätavoitteena on uudelleen muotoilla ABB:n Azimuth-kahva vastaamaan sekä toimeksiantajan että varsinaisten käyttäjien tarpeita. Päätavoite toteutuu, kun

- kahvan muotoilu on uudistettu käyttäjälähtöisesti ja kustannustehokkaasti (muun muassa materiaalivalinnat ja itse muotoilu), mutta merenkulun säännökset huomioiden
- kahvan ergonomisia ominaisuuksia on parannettu ja
- kahvan muotoilulla ilmennetään Azipod® -ruoripotkurin piirteitä.

Lisäksi työn tavoitteena on selvittää muotoiluprosessin aikana se, miten toimeksiantajayritys ABB:ta sekä ABB:n Azipod-tuotetta voidaan ilmentää Azimuth-kahvassa. Millä piirteillä yrityksen brändiä voidaan ilmentää ABB Marinen tuotteessa? Samalla selvitetään, mitkä ovat kahvan suunnitteluun vaikuttavia tekijöitä sekä miten suunnitteluprosessi toteutetaan.

Työn keskeisenä lähtökohtana on ABB:n jo aiemmin haastatteleamalla suorittama käyttäjätutkimus. Sen avulla voidaan määritellä, mitä ominaisuuksia käyttäjä odottaa ja toivoo kahvalta. Vasta käyttäjätutkimuksen analysoinnin jälkeen voidaan paneutua itse muotoiluprosessiin. Lisäksi olen perehtynyt merenkulun säännöksiin ja asetuksiin sekä ergonomia- ja käytettävyysskirjallisuuteen, joiden pohjalta muodostuukin luvussa 1.4 esitelty teoreettinen viitekehys.

Olen rajannut työn ajankäytöllisten syiden vuoksi käsittämään ainoastaan tuotteiden pääpiirteitä, eikä semanttista tutkimusta ABB:n tuotteille tehdä. Semantiikan tutkiminen voisi kuitenkin olla yksi mahdollinen jatkotutkimusaihe, mikäli toimeksiantaja kokee aiheen hyödylliseksi. Lisäksi työssä kartoitetaan toimeksiantajayrityksen tuotteiden sijoittumista muotoilullisesti suhteessa muiden Azimuth-kahvavalmistajien tuotteisiin.

Vertailun avulla on tarkoitus kartoittaa valmistajien tuotemuotoilua ja päästä siten kiinni heidän muotoilukriteereihin. Tämä kahvojen vertailu kertoo mielestäni jonkin verran siitä, miksi tuotteet ovat tietyn muotoisia.

Opinnäytetyönä oleva muotoiluprosessi päättyy konseptivaiheen lopussa, jolloin tuloksena on kolmiulotteinen malli valitusta Azimuth-kahvakonseptista. Saadulla mallilla pyritään tekemään toiminnallinen käyttäjätutkimus, jonka perusteella arvioidaan konseptin toimivuutta käytännössä. Käyttäjätutkimuksen järjestäminen saattaa kuitenkin jäädä opinnäytetyön ulkopuolelle, johtuen loppukäyttäjän aikataulusta.

1.3 Toiminnallinen opinnäytetyö

Tämän opinnäytetyön toteutusmetodiksi on valittu toiminnallinen opinnäytetyö, koska siinä yhdistetään sekä käytäntö että teoria. Toiminnallisessa opinnäytetyön tavoitteena voi olla esimerkiksi käytännön toiminnan järjeistäminen tai ohjeistaminen.

Opinnäytetyön tuloksena voikin olla, alasta riippuen, esimerkiksi ohjeistus tai tapahtuman järjestäminen (Vilka & Airaksinen 2003, 8 – 9). Toiminnallisen opinnäytetyön tulos voi olla myös tuote tai esine, kuten esimerkiksi toiminnallinen malli.

Toteutustavan valinta oli itsestään selvä, sillä tämän työn tavoitteena on konkreettinen malli, niin sanottu mock-up, suunnitellusta kahvakonseptista. Lisäksi kuvaan työn edetessä lopputulokseen johtavat menetelmät, sekä ne välivaiheet, joiden kautta tulokseen päädyttiin. Myös koko konseptimuotoiluprosessi raportoidaan opinnäytetyössä tutkimusviestinnän keinoin.

Tässä opinnäytetyössä kerätään tutkimustietoa tapaustutkimuksen keinoin.

Tapaustutkimuksella (case study) tarkoitetaan yksityiskohtaisen tiedon hankintaa yhdestä tapauksesta (ABB / Azipod / Azimuth). Tapaustutkimukselle on luontaista kokemuslähtöinen tutkimusote sekä prosessikeskeinen lähestyminen. Lisäksi tapaustutkimuksessa käytetään tyypillisesti useita eri metodeja (Hirsjärvi & Remes & Sajavaara 2007, 130). Tässä työssä menetelminä ovat muun muassa haastattelut, havainnointi, kirjallisuuskatsaus sekä tutustuminen ABB:n aiempaan dokumentaatioon.

1.4 Teoreettinen viitekehys

Tämän opinnäytetyön aiheena on Azimuth-kahvan muotoiluprosessi. Viitekehys muodostuu merenkulun säännöksistä ja asetuksista, sekä ergonomia- ja käytettävyysskirjallisuudesta. Lisämateriaalia, ja siten täydentävää tietoa, saadaan toimeksiantajan aiemmin kokoamista asiakaspalautteesta ja haastatteluista luvussa 3.8, sekä ABB:n muotoilu- ja brändiohjeistuksesta luvussa 3.2. Kirjallisuutta valittaessa on luvun 3.7 säännösten osalta pyritty kartoittamaan erityisesti siltalaitteita koskevaa säännöstöä. Ergonomian ja käytettävyyden osalta on kartoitettu erityisesti ohjaamolaitteiden ergonomiata ja käytettävyyttä käsittelevää kirjallisuutta. Nimenomaan laivojen ohjaamoiden ja ohjainlaitteiden suunnitteluun keskittyvää kirjallisuutta ei tietääkseni ole, joten luvussa 3.6 käsitellään, soveltuvin osin, muita ohjaamoita ja ohjainlaitteita koskevaa kirjallisuutta. Merenkulkua käsittelevä termistö saattaa olla asiaan perehtymättömälle lukijalle outoa, joten liitteeseen yksi on taulukoitu työssä esiintyvien termien selitykset.



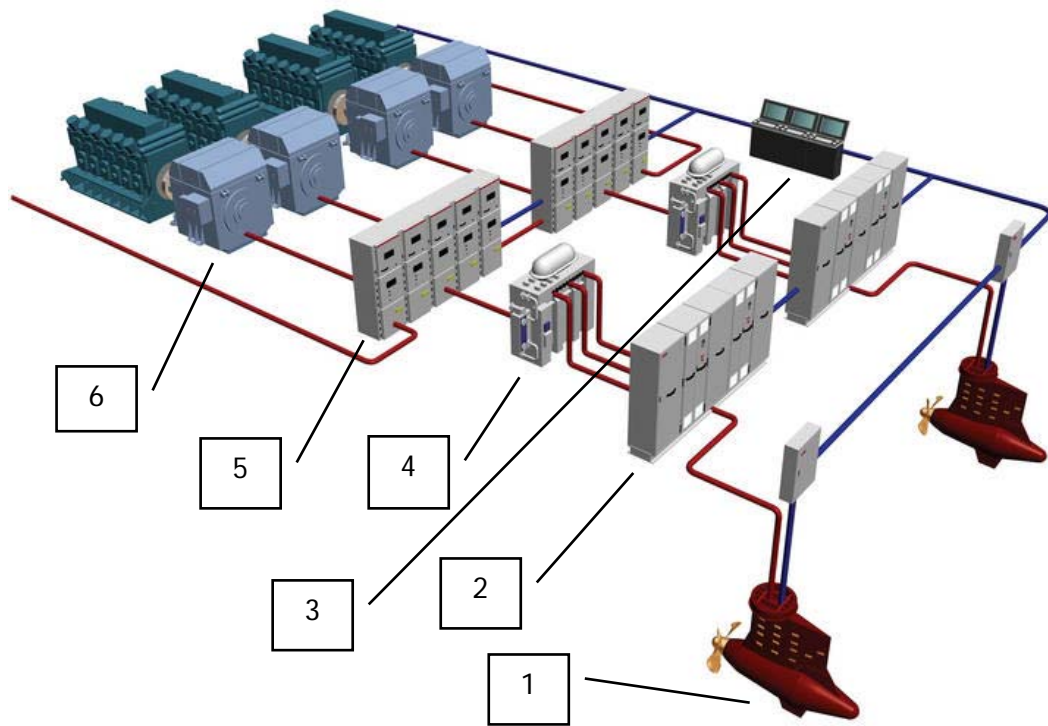
Kuva 1. Teoreettinen viitekehys.

2 YRITYSESITTELY

Tässä luvussa esitellään työn sidosryhmät ja itse muotoilukonseptille oleellinen tuote; Azipod-ruoripotkuri. Tämän opinnäytetyön sidosryhmät ovat toimeksiantaja ABB sekä kahvan valmistaja Kwant Controls.

ABB on johtava sähkövoima- ja automaatioteknologiayhtymä, jonka palveluksessa on yli 120 000 henkilöä noin sadassa maassa. Pääkonttori sijaitsee Sveitsin Zürichissä. ABB on toiminut Suomessa jo lähes 120 vuoden ajan ja työllistää Suomen toiminnoissa n. 6 800 henkilöä. Tilauksista n. 80 % menee vientiin. (ABB 2009^b.) ABB:n päätuotteita ovat muun muassa sähkön tuotto- ja jakelulaitteet, taajuusmuuttajat, moottorit, teollisuusrobotit sekä teollisuusautomaatiotuotteet.

ABB Marine puolestaan on muun muassa Suomessa Vuosaaren toimiva ABB:n liiketoimintayksikkö, jonka päätuote on Azipod-ruoripotkurilaitte (kuva 2 [1]). ABB Marinella on myös kokonaisvastuu erityyppisissä toimitusprojekteissa, kuten esimerkiksi matkustaja-alus-, tankkeri-, lautta- ja megajahtiprojekteissa. Usein toimitussisältöön kuuluvat potkurijärjestelmien lisäksi myös generaattorit (kuva 2 [6]), päätaulut [5], muuntajat [4], laiva-automaatio [3] sekä taajuusmuuttajat [2] (ABB 2009^c). Edellä mainittujen laitteiden lisäksi toimituksiin kuuluu usein myös komentosillan hallintalaitteita. ABB Marinella on yksiköitä myös ulkomailla, muun muassa Norjassa, Kiinassa, Singaporessa ja Yhdysvalloissa. Azipod ruoripotkurilaitteiden kokoonpano tapahtuu kuitenkin Suomessa Vuosaaren tehtaalla.



Kuva 2. Tyypillinen ABB:n sähkölaitteiden laivatoimitus (ABB Oyj:n kuva-arkisto 2009).

Azipod (AZImuthing electric POdded Drive) on sähkökäyttöinen ruoripotkurilaite, jossa kiinteälapaista potkuria pyörittävä vaihtosähkökäyttöinen moottori sijaitsee erillisessä ohjailuyksikössä. Ohjailuyksikköä voidaan kääntää 360 astetta oman pysty akselinsa ympäri. Sähkömoottorin pyörimisnopeutta voidaan säätää portaattomasti taajuusmuuttajalla. Toimintaperiaatteeltaan Azipod muistuttaa sähköistä perämoottoria. Laivaa on perinteisiin akseliratkaisuihin verrattuna helpompi ohjata, koska Azipod-ruoripotkuri työntävine moottoreineen kääntyy. Azipod on tilantarpeeltaan pienempi ja massaltaan kevyempi kuin perinteinen akselilla varustettu sähköinen potkurimoottori. Lisäksi laivan polttoainetalous on parempi perinteisiin ratkaisuihin nähden. (ABB 2009^a.)



Kuva 3. Freedom of the Seas -aluksen Azipodit (ABB Oyj:n kuva-arkisto 2009).

Azipod-ruoripotkurijärjestelmien kehityshistoria sai alkunsa jäänmurtaajista. Jäänmurtaajissa on perinteisesti käytetty dieselmoottorin sijaan sähkömoottoria, koska potkurin saavuttama suuri vääntömomentti pienillä kierrosluvuilla on jääoperoinnissa tärkeä ominaisuus. Ensimmäinen Azipod-järjestelmä asennettiin Merenkulkuhallituksen väylänhoitoalus Seiliin vuonna 1990. Prototyypillaivojen jälkeen huomattiin, että Azipod -ruoripotkurin hydrodynaamiset ominaisuudet olivat vailla vertaansa. Perinteisten työntävillä akseleilla varustettujen potkureiden korvaamisesta vetävillä Azipodeilla seurasi hydrodynaamisia parannuksia. Azipod siis pienensi laivan tehontarvetta parantaen aluksen hyötysuhdetta noin yhdeksän prosenttia. (ABB 2009^a.)

Hyvistä hydrodynaamisista ja ohjailukykyä parantavista ominaisuuksista johtuen Azipodin käyttöä laajennettiin pian myös muihin kuin jäissä kulkeviin aluksiin. Suurissa risteilyaluksissa ratkaisusta tuli nopeasti suosittu vaihtoehto, ohjattavuudessa tapahtuneen merkittävän parannuksen vuoksi.

Teholtaan Azipodit ovat 1 – 20 MW, joista pienimpiä 1 – 5 MW kutsutaan Compact Azipodeiksi. Mittasuhteesta kertoo se, että ison Azipod-yksikön sisälle mahtuu ihminen hyvin seisomaan ja että potkurin lapojen kärkiväli voi olla viisikin metriä.

ABB:n alihankkija, Kwant Controls, on hollantilainen yritys, joka on toimittanut ja suunnitellut yli 60 vuoden ajan merenkulussa käytettäviä instrumentteja (Kwant Controls 2009). Kwant Controlsin päätuotteita ovat etäohjausjärjestelmät (remote control systems). Opinnäytetyön aihe liittyy etäohjailussa käytettäviin Azimuth-kahvoihin, jotka Kwant Controls valmistaa ABB:lle alihankintana. Kwant Controls

valmistuttaa toimittamiensa laitteiden osat alihankintana, huolehtien itse niiden suunnittelusta, kokoonpanosta ja koestuksesta.



Kuva 4. Kwant Controls RSCU-Mk3 tyyppinen Azimuth-kahva.

3 TEOREETTINEN TIETOPERUSTA

Tässä osassa esitetään teoreettisia perusteita Azimuth-kahvan suunnittelulle. Kerron muotoilulle oleellista taustatietoa kahvan toiminnasta ja määrittelyn piirteet, joita voidaan käyttää muotoilukonseptissa. Piirteiden määrittelyssä apuna on ABB:n muotoilu- ja brändiohjeistus. Lisäksi tässä osassa esitellään luokituslaitosten säännöt sekä kahvan tekniset ominaisuudet, jotka tukevat kahvamuotoilua. Lopuksi käyn läpi käyttäjätutkimuksesta saatuja havaintoja kahvan osalta.

3.1 Piirteiden määrittelemisen teoriaa

Vihmanin (2006, 1) mukaan yksi semiotiikan tärkeimpiä ominaisuuksia on niin sanottu merkin käsite. Sen avulla voidaan tuoda esille mitä merkillä halutaan viestiä, mihin yhteyteen se kuuluu ja millä tavalla muoto esittää jotain. Semiotiikassa merkki tarkoittaa siis tapaa tulkita, eikä esimerkiksi pelkää etikettiä pullon kyljessä. (Vihman 2006, 1.) Näin kahvan muotoilussa pitäisi esille tuoda hahmo laitteesta, jota (tai joita) ohjataan, eikä pelkästään esimerkiksi ABB:n logoa. Muotoilussa haetaan vastauksia muun muassa siihen, miten Azipod voidaan kuvata osana kahvaa sekä miten ohjattavia toimintoja voidaan kuvata siihen liittyvän hahmon avulla.

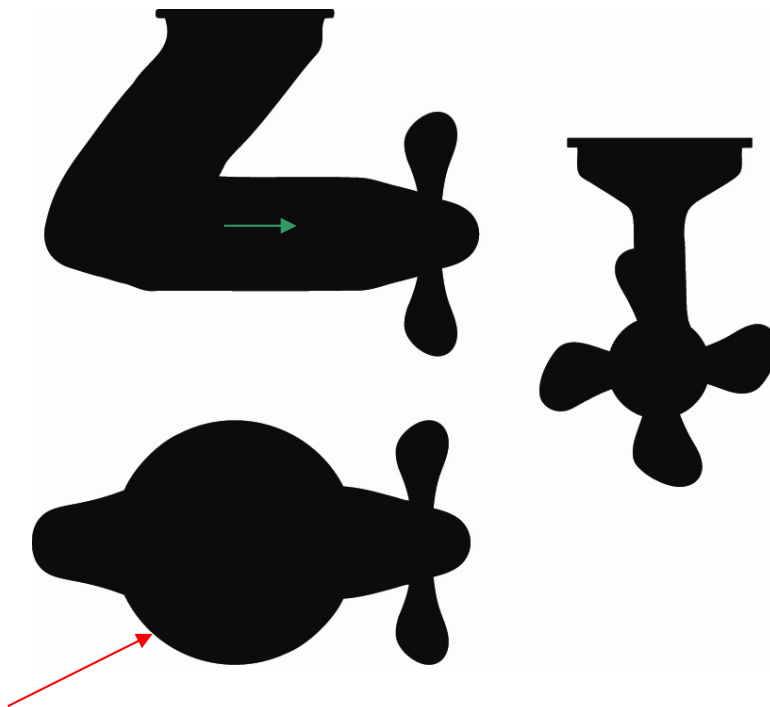
Pelkkä tavaramerkki tai logo laitteen kyljessä ei siis riitä viestimään tuotteesta ja sen edustamista arvoista. Muotokielestä pitäisi löytää tunnistettavia piirteitä ja sen pitäisi tuoda itsessään esille arvoja, joita laite edustaa. Tällaisia piirteitä pyrin selvittämään ABB:n muotoiluohjeesta sekä ABB:n Azipod-tuotteesta.

Tämän opinnäytetyön yhtenä tavoitteena on selvittää, miten Azipod-tuotetta voidaan ilmentää ohjailukahvassa. Määrittelyyn voidaan soveltaa muun muassa Wheelerin (2003, 7) esittämää teoriaa, jonka mukaan kaksiulotteisessa graafisessa suunnittelussa omaksuminen tapahtuu kolmella tasolla. Teorian mukaan ensin mieleen jää muoto, toiseksi väri ja vasta kolmanneksi itse sisältö. (Wheeler 2003, 7.) Karjalaisen väitöskirjan (2004, 67) mukaan sama järjestys pätee myös kolmiulotteisten kappaleiden kohdalla. Ensimmäin hahmotetaan kappaleen kokonaisuusmuoto ja vasta sitten pienemmät detaljit. (Karjalainen 2004, 67.) Näin yksittäisiä muotoja voidaan käyttää tehokkaina keinoina itse tuotteen tai tuoteperheen tunnistamiseksi. Tuote siis saattaa

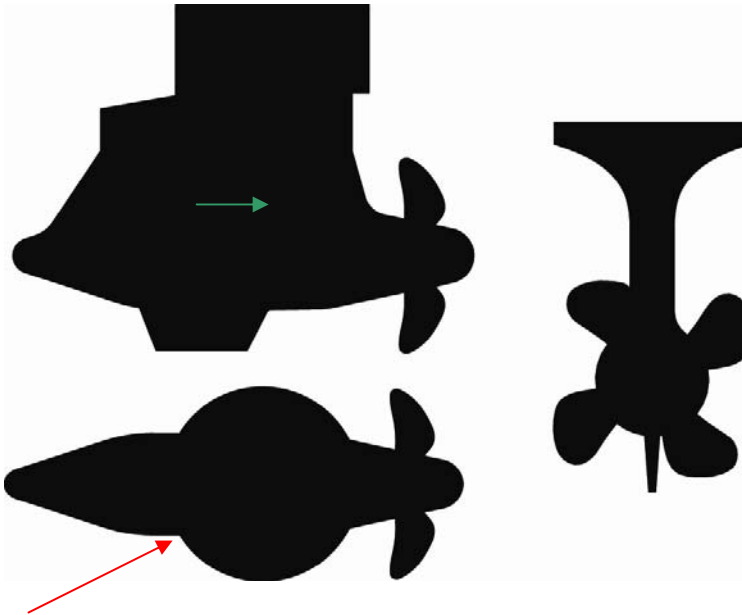
näyttää tutulta, mutta siitä voi olla vaikea sanoa, mikä yksityiskohta tekee siitä juuri tietyn merkkisen.

3.1.1 Azipod-ruoripotkurin piirteet

Edellä mainittuihin lähteisiin perustuen mallinsin kaksi Azipod tuotetta kaksiulotteisina, jotta niiden muotoja voi tarkastella lähemmin eri suunnista. Kuva viisi esittää Compact Azipodin ja niin sanotun Large Azipodin kolmesta eri suunnasta. Kuvista voidaan löytää tuotteen helposti mieleen jääviä muotoja, joita voidaan tarvittaessa edelleen hyödyntää Azimuth-kahvan muotoilussa.



Kuva 5. Compact Azipodin 2D-sivukuvannot.



Kuva 6. Large Azipodin 2D-kuvannot.

Kuvan viisi Compact Azipodissa sekä kuvan kuusi Large Azipodissa piirteet ovat kummassakin eri suunnista tarkasteltaessa selvästi erilaisia. Kuvien välillä yhteneväisyyksiä kuitenkin on havaittavissa. Kummankin tuotteen yläkuvannosta voidaan muodoista päätellä kohta, josta laite kääntyy (punaiset nuolet). Potkurin lavat ovat toistuvuutensa vuoksi eräs muodon parametri, jonka tarkoituksen tunnistaa ilman, että itse tuotetta edes tuntee tarkemmin. Niiden voidaan siis ajatella toimivan myös eräänlaisena ikonisena viittauksena, koska ne antavat viitteen laitteen kulkemisesta ja käyttötarkoituksesta.

Pitkittäissuunnassa molemmat Azipod mallit ovat linjakkaita ja virtaviivaisia, mikä kuvastaa tuotteen luonnetta – veden virtauksessa kulkevaa laitetta (vertaa kuvaan sivulla 15). Virtaviivaisuus kertoo myös laitteen kulkusuunnan (vihreät nuolet), toimien siten niin sanottuna indeksisenä viittauksena kulkusuunnasta. Kulmikkaita muotoja esiintyy kummassakin laitteessa pääosin vain ylinnä olevissa poikkikuvannoissa. Liikkeen suunta näkyy myös rungossa, jonka jatkeena potkuri on. Tällainen selkeä muoto – tarkoitussuhde antaa mahdollisuuden käyttää muotoa vaikkapa kääntökulman indikoinnissa.

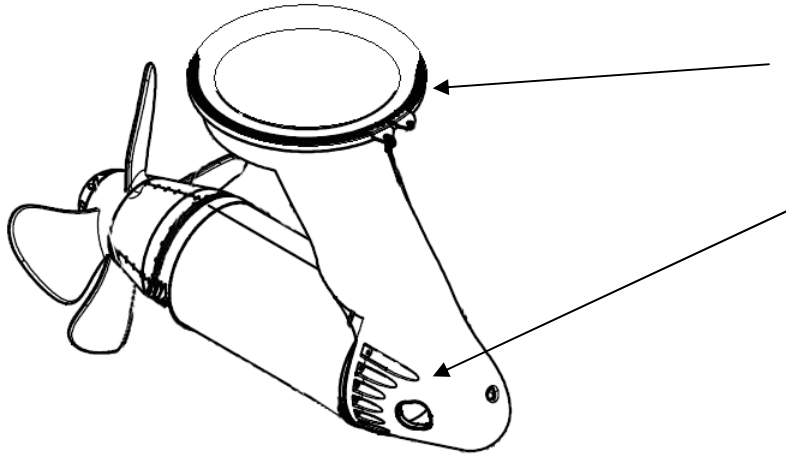
Compact ja Large Azipodien muodot ovat yläkuvannosta katsottuna keskenään erittäin yhdennäköiset. Näin ollen onkin mahdollista käyttää samaa muotoa kahvassa, riippumatta siitä kumpaa tuotetta kahvalla ohjataan. Laitteiden fyysinen koko herättää

mielikuvan luottamuksesta ja tehosta. Koko antaa myös turvallisuuden tuntua jättiläismäisen hahmon muodossa, sillä ihminen mahtuu jopa seisomaan laitteen sisällä. Tämän koon esille tuomista itse tuotekonseptissa on harkittava erikseen, sillä sen mielekkyyttä rajaa ergonomian ja käytettävyyden vaatimukset.

Kummassakaan edellä esitetyssä Azipod -tyypissä ei sinällään ole symbolisia viittauksia (lukuun ottamatta ABB:n logoa). Itse Azipod ei ole käytettäessä näkyvissä, sille se on silloin kokonaan veden alla. Useille käyttäjille ABB:n logo on kuitenkin viite laadusta ja korkeasta teknologiasta. Azipod itsessään on teollisuudelle suunnattu tuote, mutta monella käyttäjällä voi olla käytössään konsernin valmistamia kuluttajatuotteita. Näin ollen käyttäjä voi liittää Azipodiin myös muiden ABB-tuotteiden aiempia käyttökokemuksia.

Mielestäni tässä muotoiluprojektissa käytettävien piirteiden määrä, sekä se mitä piirteitä Azipodista itse kahvassa käytetään, on oltava perusteltavissa kahvan käytön kannalta. Näin esimerkiksi jonkin muodon käyttäminen vain esille tuomisen vuoksi ei minusta ole järkevää, jollei sillä ole muuta käytännön merkitystä. Mainitsemani yläpoikkileikkauksen käyttäminen suunnan näyttäjänä voisi kuitenkin olla käytännössä hyödyllistä. Suunnan näyttämisen tarpeellisuudesta on enemmän käyttäjäpalautteessa luvussa 3.8.

Azipodin rungon yksityiskohdista voidaan tunnistaa lisää voimakkaita ja mieleenpainuvia muotoja (kuva seitsemän). Näitä ovat esimerkiksi staattorin kiinnityspulttien urat yksikön perässä sekä rungon pyöreä muoto. Tällaisia piirteitä olen ajatellut yhdistää osaksi kahvaa, ilman että kyseisellä piirteellä sinällään on yhteyttä alkuperäiseen tarkoitukseensa eli kiinnittämiseen. Eräs esimerkki on urien käyttäminen vaikkapa kädensijoina.



Kuva 7. Compact Azipodin runkumuotoja.

3.1.2 Eri kahvamallien piirteiden vertailua

Liitteessä neljä on esitetty eri kahvavalmistajien sekä ABB:n tuotteiden sijoittuminen nelikentissä Teknologia – Muotoilu -akselilla. Tuotteiden sijoittaminen nelikenttään pohjautuu ABB:n asiantuntijoiden kokemuspohjaiseen käsitykseen kyseisistä tuotteista. Nelikenttien avulla pyrin kuvaamaan kyseisten laitevalmistajien käsitystä muotoilun suhteesta itse teknisiin tuotteisiin. Nelikenttäänalyysin mukaan Kwant Controlsin tuotteet ovat teknisesti kilpailijoidensa edellä, mutta muotoilullisesti tuotteet ovat käytäntölähtöisiä. Kilpailija Lilaas on panostanut enemmän muotoiluun, mutta tuotteet ovat teknisesti aavistuksen rajoittuneempia. Muista kahvavalmistajista ei toimeksiantajayrityksessä ole käytännön kokemuksia, eivätkä etsintöjen tuloksena löydetyt mallit muotoilullisesti herättäneet suurempaa mielenkiintoa. Toisaalta teknisiä suoritusarvojakaan ei näistä tuotteista ole laajemmin saatavilla, mikä ehkä osaltaan kertoo kyseisten tuotteiden teknisistä ominaisuuksista.

ABB:n omien tuotteiden määrä on laaja ja siksi suoran vertailun tekeminen esimerkiksi kahvavalmistajiin on mahdotonta. ABB:llä on toki muotoiluosaamista ja se näkyy varsinkin suurempien sarjojen tuotteissa, kuten logiikoissa, teollisuusroboteissa ja taajuusmuuttajissa. Toisaalta iso osa tuotteista on teollisuuteen valmistettuja tilaustöitä, joissa pääosaa esittävät korkea teknologinen osaaminen ja toimintavarmuus. Nyt suunniteltavan kahvan voidaan ajatella sijoittuvan valmistajan

antamaan korkean teknologiaosaamisen, sekä toisaalta tutkimuksissa saadun kokemuksen pohjalta, oikeaan ylälohkoon. Näin kahvan muotoilulla tuettaisiin ABB:n yrityskuvaa luotettavan ja korkealaatuisen teknologian toimittajana.

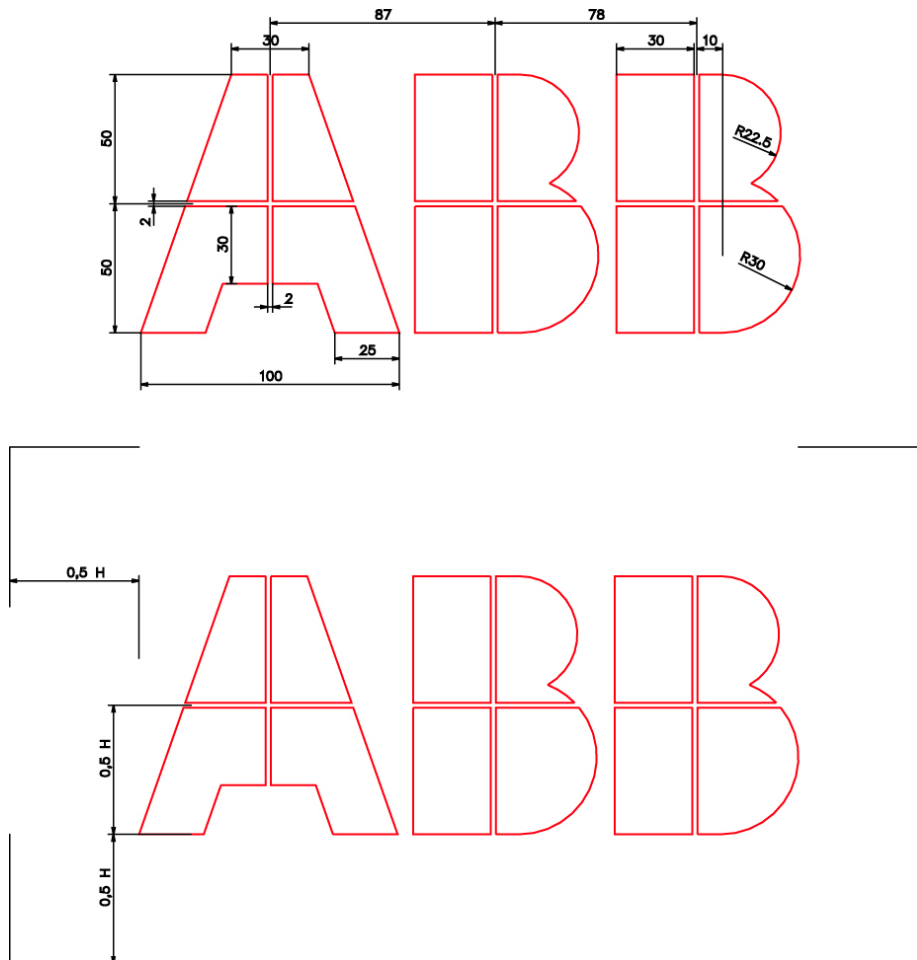
3.2 Konsernin muotoiluohjeistus

ABB:n muotoilu- ja brändiohjeistuksesta on tehty konsernin sisäinen dokumentti nimeltään "ABB Power Technologies Guidelines for Product Design". Dokumentin pääasiallinen sisältö on ABB:n logon käytössä. Ohjeistus keskittyy lähinnä logon sijoitteluun tuotteessa, sekä sen värikyseen erilaisissa ympäristöissä. Lisäksi ohjeistossa määritellään muun muassa ABB:n tuotteiden pakkauksien ulkoasua ja laitteiden arvokylttien tekstien asemointia. Ohjeistus ei ole suoraan tarkoitettu prosessiautomaatiotuotteiden, kuten ABB Marinen tuotteet, suunnitteluun, joten käytän ohjeistusta tässä opinnäytetyössä vain soveltuvin osin.

ABB:n tuotteiden halutaan välittävän "Made in ABB" viestiä korostaen korkeaa laatua, yksinkertaisuutta, liitettävyyttä ja innovatiivisuutta. Tuotesuunnittelussa tämä tarkoittaa, että tuotteissa on näkyvillä ainoastaan tarpeelliset elementit. Hyvin toteutettu suunnittelu tarkoittaa lisäksi muun muassa muiden ABB-tuotteiden kanssa yhteisiä komponenttivalintoja sekä sellaisia ratkaisuja, joista käyttäjälle myöhemmin seuraa säästöjä käyttökustannuksissa. Käyttäjävirheiden riskiä halutaan pienentää, mikä myös osaltaan johtaa alempiin käyttökustannuksiin. Laajemmin ajatellen se tarkoittaa, että tuotteiden käyttäjän turvallisuutta halutaan parantaa. (ABB Inside 2004.)

Ohjeet ABB:n logon mitoitukselle on esitetty oheisessa kuvassa (kuva kahdeksan). Alemmassa kuviossa on esitetty logon niin sanottu suoja-alue (protective field), jonka tarkoituksena on pitää logo erillään ympäristöstään, riippumatta siitä missä yhteydessä logoa käytetään. Näin logo erottuu sitä ympäröivistä muista elementeistä. Tyhjä tila logon jokaisella neljällä sivulla tulee olla puolet logon korkeudesta. Logo sijoitetaan tuotteissa tavallisesti vasempaan yläkulmaan, jolloin suoja-alue mitataan laitteen reunoista. Mikäli kappaleessa ei ole suoria viisteitä (esimerkiksi pyöreät kappaleet), on suoja-alue 0,8 kertaa logon korkeus. Tuotteen nimi ja mallimerkinnot sijoitetaan tavallisesti tuotteen oikeaan yläkulmaan. Tuotenimen suoja-alue on sama kuin logolla

eli 0,5 kertaa logon korkeus. Tuotenimen tekstin korkeus on 0,65 kertaa logon korkeus. Tekstien fontti on Helvetica ja väreinä käytetään mustaa (Pantone 432c tai RAL 7012).



Kuva 8. ABB:n logon mitoitus ja ns. suoja-alue.

ABB:n logon väri on "Pantone 032 special 5th". Lisäksi ohjeistuksessa on määritetty, ettei punaista väriä saa käyttää muussa kuin prosessiväreissä ja turvallisuuteen liittyvässä väriyksessä. Kahvasuunnittelussa tämä tarkoittaa sitä, että esimerkiksi lippusäännön punaista väriä voi käyttää. Väriyksessä voidaan kuitenkin poiketa, mikäli asiakas näin haluaa. Tällöin laitteen väri voi olla myös punainen, josta logo korostetaan esimerkiksi harmaalla suoja-alueella. Taulukossa yksi on esitetty ABB:n logon punaisen värin arvot eri järjestelmissä. Siltalaitteissa näitä värejä käytetään vain, jos logo sijoitetaan muulle kuin mustalle pohjalle. Mustaa taustaa vasten logon väri on ohjeen mukaan aina valkoinen. Tämä "valkoinen logo mustalla pohjalla" onkin siltalaitteissa käytetyin väriyhdistelmä.

Taulukko 1. ABB: logon värit.

Värijärjestelmä	Arvo
R, G, B	255, 0, 15
HEX	FF000F
RAL	3020
Pantone 032 special 5th	
CMYK breakdown	100 % yellow 100 % magenta

Muotoilu- ja brändiohjeistuksessa on määritetty ABB:n tuotteille muotoja, joita niissä tavallisesti käytetään. Tällaisia ovat muun muassa viisteet laitteiden reunoissa, ikkunat näyttöjen ympärillä, tuuletinaukotukset, reunojen leikkaukset sekä urat yleensä näyttöjen tai koteloiden alareunassa (kuva yhdeksän). (ABB 2005, 48.) Se, onko ohjeistuksessa annettujen pääsääntöjen käyttäminen mielekästä esimerkiksi käytettävyyssyistä johtuen, jää tietysti tapauskohtaisesti harkittavaksi. Ohjeistuksen määräävin sisältö on, kuten jo edellä mainitsin, ABB:n logon käytössä.



Kuva 9. ABB:n vakiintuneita muotoja (ABB Oyj:n kuva-arkisto 2009).

3.3 Aluksen ohjaaminen

Potkurimoottorilla varustettua alusta ohjataan aluksen etäohjailulaitteilla (RCS). Näitä laitteita voivat olla esimerkiksi ruori (eng. rudder), joystick, DP, Azimuth-kahva (eng. azimuth lever) tai niin sanottu tilleri (eng. tiller). Aluksen ohjaaja käyttää ohjailulaitteita kulloisenkin ohjailutilanteen mukaisesti muuttaakseen peräsimen kääntö- eli ohjailukulmaa. Valittu ohjailutapa riippuu esimerkiksi siitä, liikutaanko avovedessä tai halutaanko pitää aluksen tietty sijainti pelkästään potkureita käyttäen (DP). Moderneissa aluksissa perinteinen ruori voi olla korvattu melko pienikokoisella ohjaimella. Ruorin koko voi siis vaihdella noin matkapuhelimen kokoisesta ”tikkuohjaimesta” aina auton ratin kokoiseen ja muotoiseen ruoriin. Lisäksi aluksilla on myös erilaisia automaattisia ohjailulaitteita kuten esimerkiksi autopilotti, jolloin alusta voidaan ohjata tietokoneavusteisesti ennalta suunnitellun reitin eli väylän mukaisesti. Tällöin alusta ohjataan ilman, että ruoriin tai muihin käsiohjaimiin edes kosketaan. Samaa periaatetta noudatetaan tässä opinnäytetyössä suunniteltavassa Azimuth-kahvassa, jonka avulla alusta voidaan ohjata itsenäisesti, käyttämättä esimerkiksi ruoria tai muita ohjaimia.

Aluksen kulkunopeuden ohjaaminen tapahtuu joko potkurin pyörimisnopeutta säätämällä (pääasiassa sähköiset propulsiojärjestelmät kuten Azipod) tai potkurin lapakulmaa säätämällä (pääasiassa dieselmoottoria käyttävät propulsiojärjestelmät). Tässä opinnäytetyössä käsitellään ainoastaan säätötapaa, jolla ohjataan suoraan sähköisen potkurimoottorin nopeutta. Tällöin nopeuden muuttaminen tapahtuu pääsääntöisesti Azimuth-kahvalla. Lisäksi aluksissa on usein myös automatisoitu speed pilot -toiminto, jolla aluksen nopeus voidaan sovittaa kulloinkin liikuttavaan matkaan ja haluttuun saapumisaikaan. Tällöin tietokone laskee aluksen tarvitseman nopeuden huomioiden muun muassa merivirtaukset ja tuulet. Ohjaajan tehtävänä on vain syöttää järjestelmään haluttu saapumisajankohta.

Työssä käsiteltävässä Azimuth-kahvassa on integroituna molempien edellä mainittujen parametrien, sekä ohjailukulman että nopeuden, säätö. Azimuth-kahvan pystyakselia kiertämällä saadaan aikaan ohjausliike, jolla muutetaan ruoripotkurin kulmaa joko oikealle (Starboard) tai vasemmalle (Port side). Tällöin alus kääntyy joko oikealle tai

vasemmalle riippuen ohjailun konfiguraatiosta (josta enemmän luvussa 3.4) ja potkurin pyörimissuunnasta.

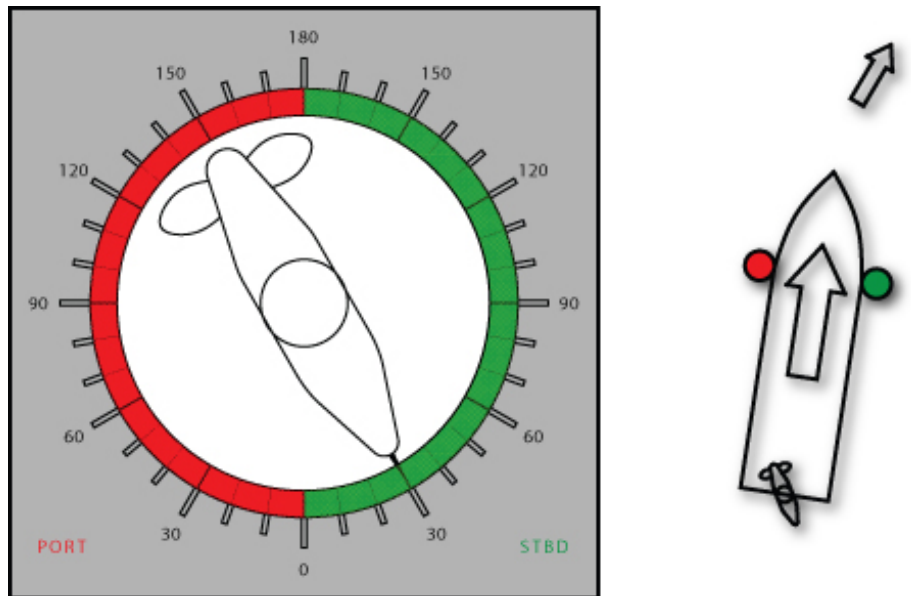
Potkurin pyörimisnopeutta sekä sen pyörimissuuntaa, ja siten aluksen kulkunopeutta sekä suuntaakin, säädetään Azimuth-kahvan vaakasuuntaisella kahvan asennolla. Kahvan ollessa + -asennossa (kahva käännettynä eteenpäin) potkurin pyörimissuunta on positiivinen ja – -suunnassa vastaavasti se on negatiivinen. Autoiluanalogialla kahva toimii siis niin ”jarru- ja kaasupolkimena” kuin ”ohjauspyöränä”.

3.4 Lippusääntö sekä kulkuvalovärit

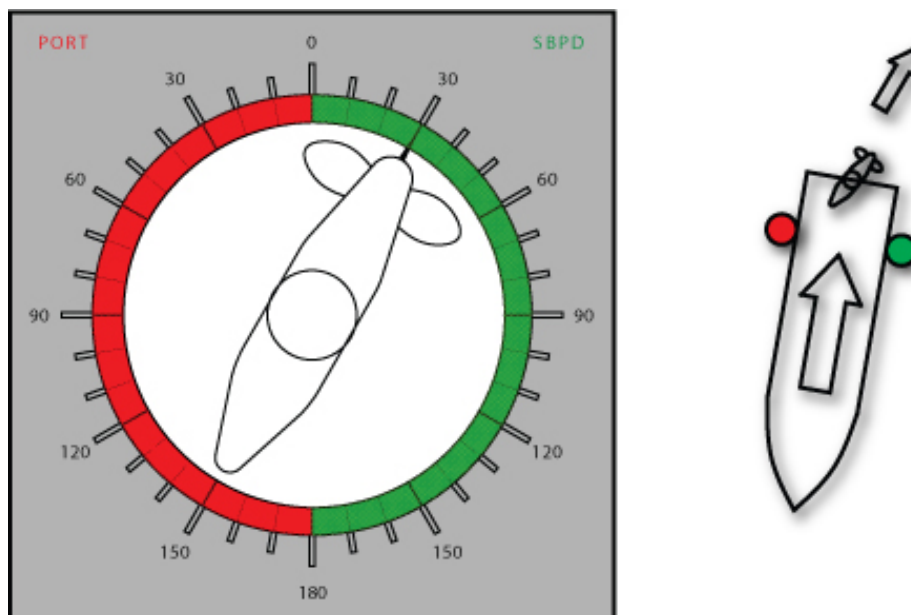
Perinteisesti aluksilla käytetään niin kutsuttua lippusääntöä, jonka mukaan aluksen kulkusuuntaan nähden perästä katsottuna vasenta puolta kutsutaan paapuuriksi (eng. Port side, jonka tunnusväri on **punainen** ja lyhenne P tai PS) ja oikeaa puolta styyrpuuriksi (eng. Starboard side, jonka tunnusväri on **vihreä** ja lyhenne S tai SB). Tunnusvärejä käytetään aluksen kulkuvaloissa, jotta aluksen kulkusuunta erottuu myös pimeässä. Lisäksi käytössä on kaksi pääasiallista laivan ohjailun konfiguraatiota:

- A. Tavallisesti keula edellä kulkeva alus (kuva 10)
- B. Perä edellä kulkeva alus (kuva 11)

Termeillä paapuuri ja styyrpuuri viitataan aluksen suunnan ohjailuun. Molemmissa seuraavissa esimerkkikuvien tapauksissa kulmaosoittimet näyttävät Azipodin todellista pyörimissuunnan kulmaa aluksen styyrpuurikäännöksessä. (ABB 2008, 10.) Näin punainen ja vihreä väri asteikossa kertoo sen, kummalle puolelle alus on kääntymässä.



Kuva 10. Normaalisti keula edellä kulkeva alus: "peräsinkulmanäyttö" (ABB 2008).



Kuva 11. Normaalisti perä edellä kulkeva alus: "keulaohjaimen kulmanäyttö" (ABB 2008).

Kuvissa 10 ja 11 esitetyt kaksi erilaista konfiguraatiota on otettava huomioon myös kahvan muotoilua suunniteltaessa. Ero A ja B tyyppien välillä on se, että konfiguraatiosta riippuen asteikot ovat vaakasuuntaisesti peilikuvia eli 0° ja 180° sijaitsevat asteikolla päinvastaisesti (vertaa kuva 10 ja kuva 11).

Lisäksi on olemassa alustyypppejä, joilla ei ole varsinaista määrättyä normaalia kulkusuuntaa. Tällaisia aluksia ovat erilaiset lautat sekä niin sanotut rigid, kuten öljynporaustautat ja -tornit. Tällöin aluksilla ei ole määrättyä P- tai S -puolta eli oikeaa tai vasenta kylkeä. Näissä tapauksissa kääntökulmamittareissa ja kahvoissa ei käytetä lippusäännön mukaisia värejä.

3.5 Ohjaussignaalikäytäntö ja Azimuth-kahvan toiminta

Azimuth-kahvalla säädetään kahta aluksen kulkuun vaikuttavaa parametria; potkurin kierrosnopeutta sekä Azipodin kääntökulmaa. Näiden parametrien säätöön käytetään sähköisiä signaaleja, joiden toimintaperiaate tulee ymmärtää, jotta kahva voidaan suunnitella. Lisäksi kahvaan voidaan liittää muita käyttäjää helpottavia ominaisuuksia.

3.5.1 Potkurin kierrosnopeus

Potkurin kierrosnopeutta ohjaavaan signaaliin käytetään standardiksi muodostunutta lineaarista 4 – 20 mA virtasignaalia (ABB 2008, 50). Tässä kahvalta lähetettävä virta-arvo vastaa haluttua potkurin pyörimisnopeutta oheisen taulukon (taulukko kaksi) mukaisesti.

Taulukko 2. Kahvan lähettämän virta-arvon suhde potkurin kierrosnopeuteen.

Virta [mA]	Kahvan asento	Selitys
4 mA	Täysi taakse	Negatiivinen kierrosluku
12 mA	Nolla	Seis
20 mA	Täysi eteen	Positiivinen kierrosluku

Tätä virta-arvoa voidaan skaalata propulsiosäädössä (PCU) esimerkiksi siten, että lähellä 0-arvoa kierrosluvun ohjaus ei toimi täysin lineaarisesti. Tällä pyritään parantamaan käyttäjämukavuutta, koska ohjailtaessa alusta n. -10 – 0 – 10 rpm alueella potkurin antama alusta liikuttava työntövoima on lähes olematon. Skaalaukseen liittyvät muutokset voidaan tehdä propulsiosäätöön alusta käyttöönottaessa loppukäyttäjän toivomusten mukaisesti.

Virta-alueen ylittävät (yli 20 mA) tai alittavat (alle 4 mA) arvot tunnistetaan ohjelmallisesti virheeksi propulsiosäädössä. Näihin virheellisiin lukuarvoihin ei järjestelmä saa säännösten mukaan reagoida, joten kierrosluku niin sanotusti jäädytetään edelliseen ehjään arvoonsa. Tällä pyritään estämään niin sanottu aluksen ryntääminen tai vaihtoehtoisesti ohjailukyvyyn menettäminen. Ilman potkurin työntövoimaa ison aluksen ohjailtavuus, pelkällä peräsimen ohjailulla, on lähes poikkeuksetta huono.

Virta-arvon säätö tapahtuu tarkkuuspottiometrillä, joka on kahvan alla akseloituna kahvaan hammasvaihteiston välityksellä. Näin itse virtasignaalia ei tarvitse kuljettaa kääntyvän pysty akselin läpi, mikä mahdollistaa kahvan vapaan kääntymisen pysty akselinsa ympäri.

3.5.2 Kääntökulma

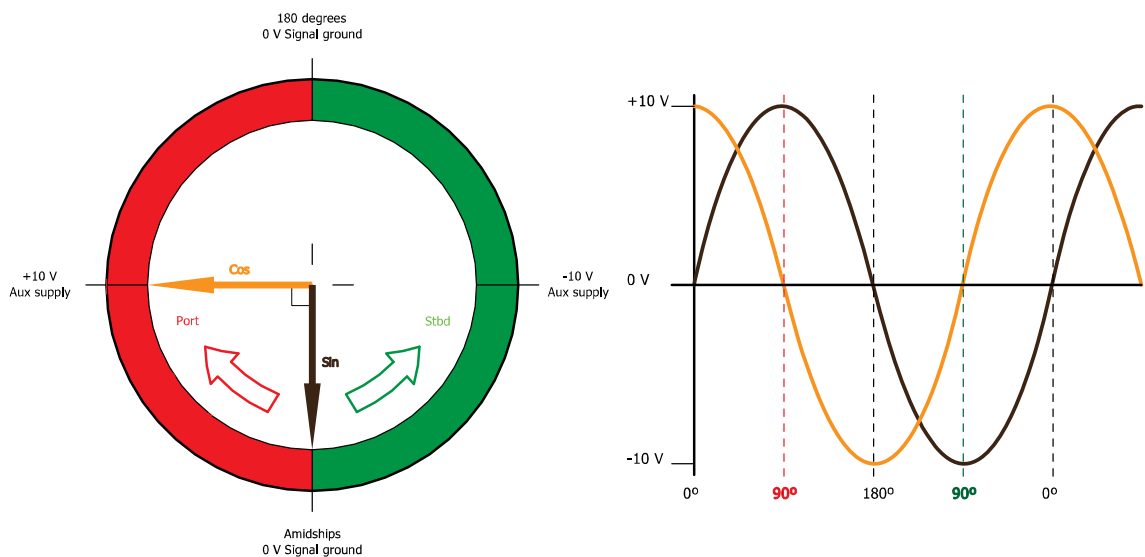
Kääntökulmaa ohjaavaan signaaliin käytetään standardiksi muodostunutta kahden trigonometrisen (epälineaarisen) tasajännitesignaalin järjestelmää. Nämä signaalit ovat samassa galvaanisessa potentiaalissa ja keskenään 90 asteen vaihesiirrossa (kuva 12).

Pääsignaali kääntökulmalle on -10 V – 0 – +10 V Sini-muotoinen signaali. Tässä 0 V vastaa aluksen keskilaivaa (0°) ja 180 astetta (vertaa taulukkoa kolme sekä kuvaa 12). Tämä tarkoittaa sitä, että Azipod on käännettynä laivan keskilinjan eli rungon mukaisesti suoraan.

Apusignaali kääntökulmalle on -10 V – 0 – +10 V Cosini-muotoinen signaali. Tässä +10 V vastaa aluksen keskilaivaa ja -10 V vastaa 180 astetta (ABB 2008, 50). Näitä kahta jännitetasoa vertailemalla, kahvan asento tunnistetaan ohjailujärjestelmässä ja ohjailukulma muutetaan edelleen Azipodin kääntökulmaksi. Jännitteen säätö tapahtuu kahdella erillisellä tarkkuuspottiometrillä, jotka on sijoitettu kahvan alle akseloituina kahvan pyörivälle pysty akselille.

Taulukko 3. Kahvan lähettämän jännite-arvon suhde kääntökulmaan.

Kääntökulma [°]	Jännite Sini [V]	Jännite Cosini [V]
0	0	+ 10
90	+ 10	0
180	0	- 10
90	- 10	0
0	0	+ 10



Kuva 12. Kääntökulmasignaalien keskinäinen suhde.

3.5.3 Kahvan muut ominaisuudet

Ohjaavien signaalien eli kierrosluvun ja kääntökulman lisäksi, kahvoihin liitetään yleensä myös käyttömukavuutta lisääviä sähköisiä ominaisuuksia. Eräs tällainen on niin kutsuttu sähköakseli, jota käytetään, kun aluksen komentosillalla on useita ohjailupaikkoja (katso liite kolme). Lisäksi aluksella saattaa alustyyppistä riippuen olla jopa useita komentosillojakin (esimerkiksi DAT-alukset). Tällöin kulloinkin valittuna oleva ohjailupaikka toimii isäntäasemana ja muut asemat niin sanottuina orjina, jotka seuraavat isäntäasemalta annettuja käskyjä. Näin isäntäkahvaa liikuteltaessa liikkuvat kahvat muilla ohjailupaikoilla samalla tavalla. Siten ne ovat valmiiksi oikeassa asennossa, jos ohjailupaikkaa halutaan vaihtaa esimerkiksi satamaan saavuttaessa.

Tätä sähköakselia voidaan käyttää niin kahvan kierrosnopeuden kuin kääntökulmankin ohjailussa.

Samanlainen sähköinen yhteys on tavallisesti myös konevalvomon (ECR) ja komentosillan välillä. Yleensä konevalvomosta voidaan ohjata ainoastaan potkurin kierroslukua. Aluksen varsinainen ohjailu tapahtuu normaalioloissa ainoastaan sillalta. Konevalvomossa käytettävä kahva (katso kuva 13) on pelkästään niin sanottua RPM-tyyppiä, eikä Azimuth-tyyppinen, myös kääntökulman säädön mahdollistava, kahva.

Kahvan tai muun ohjainlaitteen vikaantuessa aluksella on olemassa hätäohjauslaitteita, jotka sijaitsevat eri konehuonetiloissa. Hätäohjainlaitteisiin ei tässä opinnäytetyössä oteta kantaa.



Kuva 13. Konevalvomon RPM-kahva.

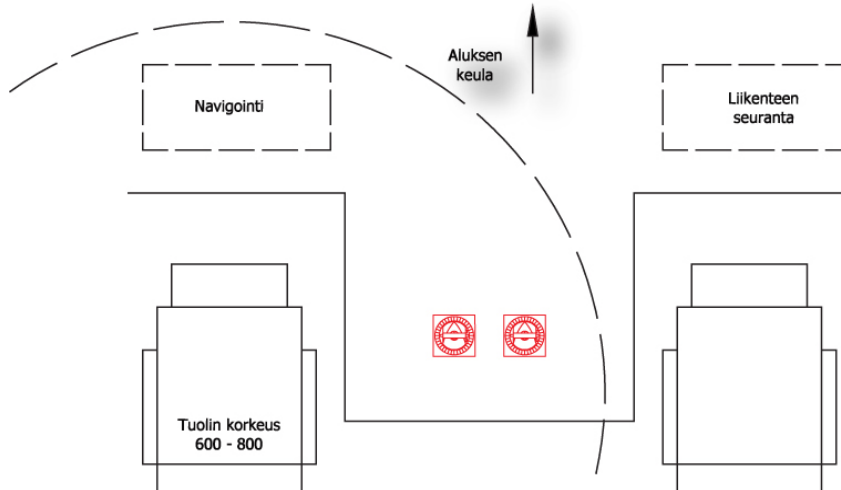
Kahvoihin on lisäksi mahdollista liittää niin sanottuja tuntopisteitä (detent), joilla kahvan tiettyä tai tiettyjä asentoja voidaan ilmaista tuntopalautteella. Joissakin kahvamalleissa tuntopalaute on rakennettu mekaanisesti kuulalaakereilla, mutta uusimmissa ratkaisuissa palaute tehdään servo- tai askelmoottoreiden avulla. Sähköisissä ratkaisuissa tuntopisteet voidaan määritellä ohjelmallisesti haluttuihin asentoihin, niin RPM- kuin kääntökulma-asteikoille. Käyttäjä tuntee pisteet pieninä nykäyksinä, jolloin siirtymä ja asennon sijainti asteikolla on helpommin käyttäjän hahmotettavissa. Tuntopalautteella voidaan käyttäjää varoittaa esimerkiksi epäsuotuisasta ohjailun asettelusta kulloisessakin operointitilanteessa. Tällaisia palautteita voisivat olla ravistus liikuttaessa yli tietyn alueen (vertaa lentokoneen ohjain sakkauksitilanteessa). Kahva viestii ravistamalla käyttäjälleen myös silloin, kun

ohjailupaikkaa ei ole valittu aktiiviseksi ja käyttäjä yrittää kääntää kahvaa vasten sähköakselia.

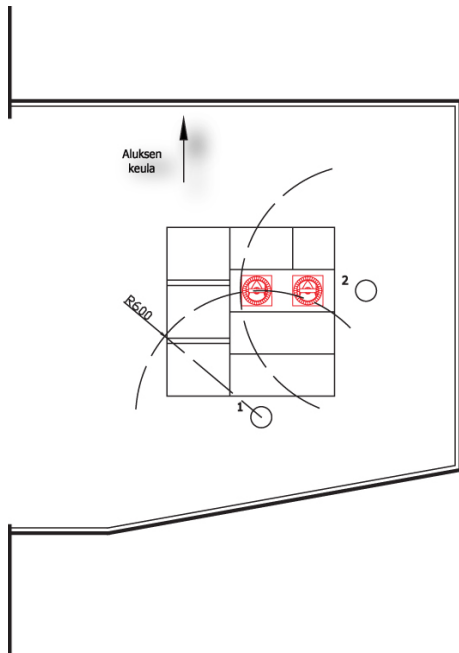
3.6 Ergonomian vaikutus

Luokituslaitosten säännöissä (katso luku 3.7) on suosituksia siltalaitteiden sijoittelusta, mutta sääntöjen sisältämä ergonominen informaatio on enemmän viitteellistä eikä sisällä perusteluita ohjeille. Näin ollen on perusteltua tutkia kahvaan vaikuttavia antropometrisia kriteereitä alan kirjallisuudesta.

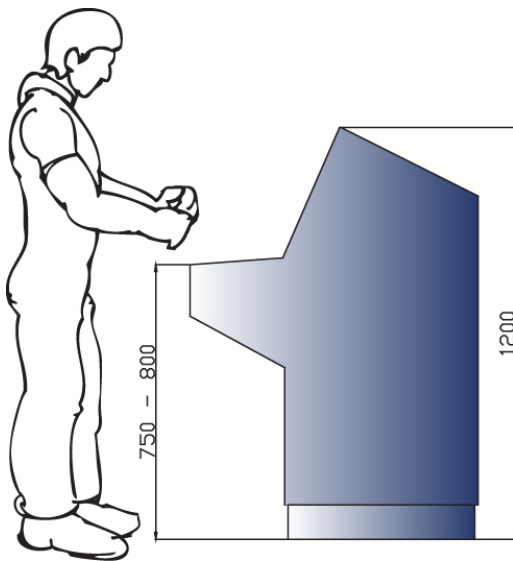
Aluksen lähestyessä laituria ohjailu tapahtuu tavallisesti sivupulpetilta (katso liite kaksi, sekä kuva 15), josta on paras näkyvyys koko aluksen pituudelta laiturille. Avomerellä ohjailu tapahtuu yleensä keskipulpetilta, mutta silloin kahvan pääasiallinen käyttötarkoitus on pelkästään kierrosluvun säätö, koska ohjailu tapahtuu joko autopilotilla tai ruorilla. Sivupulpeteilla kahvan käyttöasento on seisten (kuva 15) ja keskipulpetilla istuen tai seisten (kuva 14). Ohjailulaitekonsoli, jonka kanteen kahva asennetaan, on yleensä n. 750 – 800 mm korkeudella (kuva 16).



Kuva 14. Kahvojen ohjeellinen sijoittelu pulpeteilla (DNV 2004, 13).



Kuva 15. Kahvojen ohjeellinen sijoittelu siipipulpeteilla (DNV 2004, 17).



Kuva 16. Työpisteen suositeltu korkeus.

Kuten edellä huomattiin, eri käyttöasennot asettavat muotoilulle jo sinällään omat haasteet. Taloudellisista syistä johtuen kaikilla ohjailupaikoilla käytetään kuitenkin samanmallista kahvaa. Seisten ohjattaessa kahva jää näkökentän alaosaan, pääsääntöisesti jopa alle suositellun näkövyöhykkeen. Suositeltu näkövyöhyke valvontatyypisissä tehtävissä on $+40 - -40^\circ$, kun katseen normaalisuunta on $15 - 30^\circ$ (SFS 2004, 72). Nykyisellä ohjainlaitteiden sijoittelulla ohjailija joutuu kääntämään

päättä vuoroin alas ja ylös, seuratakseen katossa olevia mittareita ja kahvan asentoa. Tästä seurauksena ovat usein niska-hartiaseudun lihasjännitykset. Tällaisessa tilanteessa tuntopalautteen saaminen kahvan asennosta on tärkeää, sillä se vähentää tarvetta pään edestakaiselle liikkeelle. Ohjailija voi siten katsoa mittareita ja kääntää kahvaa pelkästään tuntemusten perusteella.

Lisäksi haasteelliseksi kahvan muotoilun tekee se, että ohjailu tapahtuu sen eri puolilta. Näin kahvan tulisi olla lähestyttävissä niin sen sivusta kuin sen takaakin (katso kuva 15). Lähestymissuunnasta riippuen ohjailijan etäisyys kahvaan on noin 100 – 600 mm. Tällöin myös käden kosketuskulma kahvan pintaan muuttuu riippuen etäisyydestä. Toisaalta kosketuskulma on riippuvainen myös siitä, miltä korkeudelta ohjaustoimenpiteitä tehdään. Tässä yhteydessä on hyvä muistaa myös se, että esimerkiksi oikean istumakorkeuden säätäminen on käyttäjän vastuulla.

Ruoripotkuri kääntyy 360 astetta, joten potkurin kulkusuuntaisen asennon tietäminen on tärkeää aluksen ohjailijalle. Tällä on merkitystä siksi, että potkuri voi olla joko vetävänä tai työntävänä, riippuen ruoripotkurin kulloisestakin asennosta ja toisaalta potkurin pyörimissuunnasta. Asennon osoittamiseen voidaan käyttää joko erillistä kulmamittaria tai sitä voidaan mahdollisesti havainnollistaa jo Azimuth-kahvassa, kuten mainitsin luvussa 3.1. Suunnan havainnoimisen tärkeys korostuu silloin, kun ohjailupaikkaa vaihdetaan ajon aikana.

Ohjauslaitteella tehdyn liikkeen ja aiotun muutoksen tulee vastata toisiaan (Väyrynen & Nevala & Päivinen 2004, 100). Logiikan tulee näkyä myös muutosta näyttävillä näytöillä ja mittareilla. Suositellut liikkeiden suunnat on esitetty oheisessa kuvassa (kuva 17). Tämän perusteella kääntymistä ohjaava liike tulee toistua ohjailuliikkeessä, näin esimerkiksi kahvan kääntäminen oikealle tekee vastaavan ohjausliikkeen toimilaitteessa eli Azipodissa. Looginen ongelma tässä on se, että alus ei välttämättä käänny samaan suuntaan. Tällainen ohjailun konfiguraatiosta riippuva tekijä on käyttäjän tiedostettavissa oleva asia ja siten hyväksyttävä tosiseikka. Kierroslukua säätävä liike tulee olla työnnettäessä kierroslukua lisäävä ja vastaavasti vedettäessä vähentävä. Ongelmaksi kahvassa asian tekee se, että lisäyssuunta on riippuvainen kääntökulmasta. Näin suunnan tunteminen kahvassa on tärkeä ominaisuus.



Kuva 17. Suositellut säätimien ja mittareiden liikesuunnat.

Mielestäni kaikki ergonomiset ominaisuudet on kuitenkin syytä testata käytännössä ennen niiden suoraa implementointia varsinaiseen konseptiin. Näitä testauksia tehtiin useilla mallikokeilla, kuten myöhemmin kerron luvussa 4.2.

3.7 Suunnitteluun vaikuttava säännöstö

Merenkulku on luonteeltaan maailmanlaajuista, joten laivat liikkuvat kaikilla maailman valtamerillä ja usein vielä kaukana aluksen rekisteröintimaasta. Näin ollen tarvitaan kansainväliset ja yhteisesti hyväksytyt merenkulun säännöt. (IMO 2009.) Sääntöjen avulla pyritään turvaamaan merenkulun turvallisuus maailmanlaajuisesti muun muassa yhteisiksi sovitulla väistämis- ja merkinantosignaalisäännöksillä. Näihin yhteisiin sopimuksiin voidaan lukea muun muassa aiemmin luvussa 3.4 käsitelty niin kutsuttu lippusääntö, jolla määritellään aluksen kulkuvalojen värit. Lisäksi lähes kaikilla mailla on omat maakohtaiset säännökset, jotka tukevat kansainvälisiä sopimuksia.

Ylin kattojärjestö merenkulun turvallisuudessa on YK:n alaisuudessa toimiva IMO-organisaatio (International Maritime Organization), joka perustettiin vuonna 1948 Genevessä. Päätoimipaikka on nykyisin Iso-Britannian Lontoossa. (IMO 2009.) IMO-

säännöissä annetaan kehykset sille, miten merellä operoidaan. Paikallisia säännöksiä varten on perustettu luokituslaitoksia, jotka määrittelevät tarkemmat säännöt ja standardit muun muassa alusten rakentamiselle ja siten myös esimerkiksi hallintalaitteille. Tällaisia luokituslaitoksia ovat muun muassa norjalainen DNV (Det Norske Veritas), venäläinen RS (Russian maritime register of shipping), saksalainen GL (Germanischer Lloyd), italialainen RINA (Registro Italiano Navale Group) ja yhdysvaltalainen US Coast Guard, vain muutamia mainitakseni. Suomessa säännöksiä ja ohjeita antaa Merenkululaitos. Kaikille luokituslaitoksille yhteistä on se, että ne käyttävät IMO-sääntöjä perustana omille tarkentaville säännöksilleen ja ohjeilleen. Samalla tulee kuitenkin muistaa, että luokituslaitosten säännöt eivät ole lakeja, joten niillä ei ole samanlaista oikeudellista merkitystä kuin oikeuslaitoksen asettamilla laeilla ja asetuksilla.

Edellä mainittujen luokituslaitosten tärkein tehtävä on toimia alusten vakuutuskelpoisuuden tarkastajina. Luokitusta vastaan varustamalla, eli aluksen operaattorilla, on mahdollisuus saada alukselleen vakuutuslaitoksen myöntämä vakuutus. Näin ollen varustamon näkökulmasta luokituslaitos on aluksen rakennus- ja liikennöintiajan ulkopuolinen valvontakonsultti.

3.7.1 Vaikutus kahvamuotoiluun

Kahvan muotoilua koskevat kansainvälisten säännösten säännöt ovat melko yleisluontoisia. IMO-säännöstössä siltalaitteiden suunnitteluun viitataan niin sanotuissa SOLAS-säännöissä (Safety of Life at Sea) luvussa viisi, "Safety of navigation". Luvussa kerrotaan yleisesti komentosiltalaitteiden ja itse komentosillan suunnittelun peruseriaatteista. Yleissääntö 15 (379) on suomennettuna seuraava:

"Kaikki ratkaisut, joilla vaikutetaan navigointilaitteiden ja järjestelmien suunnitteluun komentosillalle sekä komentosillalla tapahtuviin toimintoihin, tulee suunnitella silmälläpitäen seuraavaa:

1. *Helpottaa henkilökunnan ja pilotin tehtäviä tilannearvioiden teossa sekä aluksen navigoinnissa turvallisesti kaikissa olosuhteissa.*
2. *Edesauttaa tehokasta ja turvallista komentosillan resurssienhallintaa.*
3. *Mahdollistaa henkilökunnalle sekä pilotille kulloinkin tarpeellisen sekä jatkuvan ja olennaisen tiedon saannin, mikä on esitetty selkeällä ja*

yksiselitteisellä tavalla käyttäen hallinta- ja näyttölaitteiden standardisoituja symboleja ja merkintätapoja.

4. *Ilmaista automaattisten järjestelmien, ja mahdollisten alijärjestelmien, sekä integroitujen järjestelmien toiminnan tilan.*
5. *Mahdollistaa henkilökunnalle sekä pilotille nopean, jatkuvan ja tehokkaan tiedonkäsittelyn sekä päätöksenteon.*
6. *Ehkäistä tai minimoida liiallinen tai tarpeeton työ, tai sellainen olosuhde tai häiriötilanne, mikä voi aiheuttaa väsymystä miehistössä ja pilotissa tai häiritä heidän valppauttaan.*
7. *Minimoida inhimillisen erehdyksen mahdollisuus ja tunnistaa valvonta- ja hälytysjärjestelmien kautta tällaiset virheet jos niitä ilmenee, antaen henkilökunnalle ja pilotille aikaa tarkoituksenmukaisiin toimenpiteisiin.”*

(IMO 2003, 379.)

Edellä esitetystä ohjeesta voi todeta, että säännökset ovat melko väljät, eikä varsinaisia kieltoja tai suoranaisia yksittäisiä vaatimuksia siltalaitteille tai niiden suunnittelulle ole.

Eri luokituslaitokset määrittävät suunnittelua hieman tarkemmin. Tässä työssä on tarkasteltu tarkemmin laajalti käytössä olevia DNV:n sääntöjä. Lisäksi muita sääntöjä on tarkasteltu vertailulähtökohtana. DNV:n säännökset valitsin tähän työhön niiden laajan käytön vuoksi sekä siksi, että niissä ohjailulaitteiden määrittelyt on tehty mielestäni tarkimmin.

3.7.2 Värit

Säännöissä ei ole värien käytöstä erityistä ”kiellettyjen värien” listaa, ainoastaan suositus sopivista värisävyistä. Suositus on annettu sanamuodolla: *”Siltalaitteiden värien tulee olla valittu siten, että ne antavat levollisen vaikutelman ja minimoivat heijastumista.”* (DNV 2005, 29).

Tämän ohjeistuksen taustalla on se, että komentosilta on lähes kauttaaltaan auringonvalolle avointa tilaa. Täten kirkkaalla säällä saattaa laitteista aiheutua näkyvyydelle haitallista niin kutsuttua estoheijastusta. Lisäksi tulee muistaa se, että auringonvalo ei meriolosuhteissa tule ainoastaan taivaalta, vaan se heijastuu myös merenpinnasta.

Kirkkaita värisävyjä tulee välttää ja suosia mieluiten tummia tai puolivihreitä värejä, kuten sinistä tai ruskeaa. Käytännössä sääntöä tulkitaan melko väljästi ja esimerkiksi huvijahdeissa on käytössä jopa kullattuja siltalaitteita. Tämä sääntöjen väljä tulkinta on eräs merkki sääntöjen ohjeellisuudesta.

3.7.3 Ergonomiaa koskevat säännöt

Vaikka kahvamuotoilulla ei suoraan voida vaikuttaa kahvan sijoitteluun aluksen komentosillalla, voi sijoitteluun vaikuttaa esimerkiksi ohjeistamalla kahvan asennus. DNV:n säännöissä on maininta sijoittelusta seuraavasti:

"Laitteiden sijoittelun tulee tukea toiminnallisuutta ja olla suunniteltu turvallista ja tehokasta työskentelyä silmällä pitäen, vakiintuneiden ergonomiaperiaatteiden mukaisesti." (DNV 2004, 11). Kaikki paneelit ja instrumentit kiinnitetään pysyvästi konsoleihin siten, että kaikki tarvittavat laitteet ovat näkyvillä ja käyttäjän helposti käytettävissä. Paneelien tavallinen kiinnitystapa on ruuvikiinnitys pulpetin kanteen.

Tärkein asia kahvan toiminnallisuudelle on määritelty pykälässä kuusi, jossa on määritelty kahvan kääntämisen vaikutuksesta aluksen kääntymiseen.

"Manuaaliset ohjailutillerit tulee suunnitella siten, että alus kääntyy styyrpuuriin myötäpäiväisellä akselin liikkeellä ja paapuuriin vastapäiväisellä liikkeellä huolimatta tillerin akselin asennosta." (DNV 2004, 34; Väyrynen & Nevala & Päivinen 2004, 100).

Tähän on kuitenkin tehty poikkeus ohjailulaitteille, joita käytetään ainoastaan satamassa tapahtuvaan manoveeraukseen eli ohjailuun. Ohjetta sovelletaan myös Azipodia käyttävien laitteistojen tapauksissa silloin, kun ohjauksen tarkoitus on asettaa peräsinlaitteelle tietty kulma. Tällaisissa tapauksissa ohjaimen tulee indikoida peräsimen asentoa, eikä esimerkiksi ruorikulmaa kuten ruorilla ohjatessa.

Instrumenttien informaatiosta säännöissä on yleisohjeena annettu: *"Kaikkien käyttöliittymien tulee olla yksinkertaisia ja selkeitä, ja niissä tulee huomioida inhimillisten tekijöiden vaikutukset."* (DNV 2004, 41). Lisäksi huomioitavaa on se, että mittareita ja laitteita tulee voida seurata sekä päivällä että yöllä.

Mittareiden ja laitteiden asteikot tulee voida lukea ohjailupaikalta, jossa kulloinkin on tarkoitus operoida. Lisäksi ohjainlaitteiden yhteydessä olevat mittarit ja asteikot tulee voida lukea vähintään 1000 mm etäisyydeltä. Muille instrumenteilla lukuetaisyys on 2000 mm. Lisäksi kirjasimen koko asteikossa on ohjeistettu seuraavasti:

"Merkkien korkeus mm:nä tulee olla vähintään 3,5 kertaa sen lukuetaisyyden metreinä. Kirjainten leveys tulee olla 0.7 kertaa kirjaimen korkeus." (DNV 2004, 41). Taulukossa 4 on esimerkki etäisyyksistä.

Taulukko 4. Asteikon kirjasinten koon valinta.

	<i>Esim. (lukuetaisyys 2 m)</i>	<i>Kahvassa (lukuetaisyys 1 m)</i>
Merkin korkeus	$2\text{ m} \times 3,5\text{ mm} / \text{m} = 7\text{ mm}$	$1\text{ m} \times 3,5\text{ mm} / \text{m} = 3,5\text{ mm}$
Merkin leveys	$7 \times 0,7 = 4,9 \rightarrow 5\text{ mm}$	$3,5 \times 0,7 = 2,45 \rightarrow 2,5\text{ mm}$
Valittu koko	$7\text{ mm} \times 5\text{ mm}$	$3,5\text{ mm} \times 2,5\text{ mm}$

Instrumenttien tekstifontin tulee olla yksinkertaista selkeäleikkauksista tyyppiä, mikä on ohjeistettu seuraavasti:

"a) Kansainvälisesti käytetty ja suositeltu tyyppi on Helvetica medium. Kuitenkin LED tekstimatriisit ovat hyväksyttäviä.

b) Kuvailuvissa teksteissä pieniä kirjaimia on helpompi lukea kuin ISOJA." (DNV 2004, 41).

Hallinta- ja näyttölaitteiden sijoittelua suunniteltaessa käyttöliittymä on erikoisasemassa. Erityisesti ihmisten tekijöiden vaikutuksiin kriisitilanteissa tulee kiinnittää huomiota. Graafisissa käyttöliittymissä toimintojen tulee olla helposti ymmärrettävissä ja käytettävissä. Erikoisien merkkien ja merkintöjen käyttöä tulee luonnollisesti välttää. Lisäksi, koska mittareita ja ohjaimia käytetään sekä yö- että päiväolosuhteissa, tulee näiden olosuhteiden erilaisuus ottaa huomioon suunnittelussa.

Mittari- ja asteikkotauluista ja niiden toiminnasta on annettu periaatteelliset suunnitteluohjeet:

- *"Liikkuva osoitin pyöreällä asteikolla, mieluiten osoitin klo 12:ssa kun ohjailukulma on eteenpäin (normaali).*

- *Osoittimelle joka liikkuu suhteessa pyöreään asteikkoon, osoittimen tulee liikkua myötäpäivään (tai asteikon vastapäivään) kasvavalla lukemalla.*
- *Osoittimelle joka liikkuu suhteessa lineaariseen asteikkoon, asteikon tulee olla vaaka- tai pystysuunnassa ja osoittimen tulee liikkua oikealle tai ylös kasvavalla lukemalla.” (DNV 2004, 41).*

Lisäksi säännöissä todetaan, että konsoliin laitetta varten tehtävän asennusreiän tulee olla muodoltaan joko neliö tai suorakaide. Tämä ei kuitenkaan rajoita itse laitteen muotoa, joka saa olla myös muun muotoinen. (DNV 2004, 41.)

3.7.4 Valot ja valaistus

Instrumenttien valaistus tulee voida himmentää minimiin (sammuttaa). Poikkeuksen muodostavat kuitenkin hälyttävien, varoittavien ja itse valonsäätimien valaistus. Nämä tulee olla luettavissa aina siksi, ettei esimerkiksi hälyttävä informaatio jää saamatta, vaikka valot olisi himmennetty minimiin. Lisäksi säännöissä on ohjeistettu, että näyttöjen taustavalon aallonpituuden tulisi olla 620 nm tai korkeampi (DNV 2004, 42).

Aallonpituudeltaan 620 nm valolla tarkoitetaan väriltään punaista valoa. Tämän säännön taustalla on käsitys siitä, että ihmissilmän fysiologiasta johtuen, yöllä silmä tottuu pimeään (adaptaatio) parhaiten juuri punaisesta valosta pimeään siirryttäessä. Näin aallonpituus-asteikon toisessa päässä esimerkiksi hälytysajoneuvoista tuttu sininen valo on silmälle huono vaihtoehto pimeässä operoitaessa. Huomioitavaa on se, että valon värinkäyttö on säännöissäkin ainoastaan suositus. Usein komentosillalla käytetään valkeita taustavaloja, jotka käyttäjä voi himmentää haluamalleen tasolle. Lisäksi lippusäännön värit on syytä säilyttää niitä vaativissa yhteyksissä.

3.7.5 Yhteenvedo säännöistä

DNV:n säännöt poikkeavat mielestäni jonkin verran muiden luokituslaitosten säännöistä. DNV:n säännöt osoittautuivat tutkimuksessa ainakin siltalaitteiden suunnittelun osalta tarkimmiksi ja antoivat eniten määritelmiä muotoilulle. Tästä johtuen on perusteltua käyttää juuri DNV:n sääntöjä tässä muotoiluprosjektissa. Säännöt ovat esimerkiksi Germanischer Lloyd:n osalta huomattavasti suurpiirteisemmät. Niissä ei ole mainintaa siltalaitteiden muotoilusta tai värikysestä yleislausekkeita enempää. Samoin on Russian maritime register of shipping -säännöstössä, jossa sanamuoto on otettu suoraan IMO:n SOLAS-määräyksien

yleislausekkeesta. RINA:n, Registro Italiano Navalen, säännöksissä siltalaitteista on oma luku, mutta sisällöltään säännöt ovat myös hyvin yleisluontoisia. Säännösten yhteneväisyyden huomaa parhaiten siitä, että niissä kaikissa määritellään se, miten laitteen tulee toimia sen vikaantuessa tai siitä, miten laitteen sähkönsyöttö on aluksella järjestettävä.

Pelkästään DNV:n sääntöjen noudattaminen riittää pääasiassa kattamaan kaikki tarpeelliset luokituslaitossäännökset. Näin ollen olenkin kuvannut DNV:n sääntöjen vaikutuksen tähän konseptisuunnitteluun oheisessa taulukossa (katso taulukko viisi). Lisäksi havaitsin sääntökirjoja tutkiessani, että usein tärkein säännösten sisältö löytyy niiden mukana seuraavassa ohjeistuksessa. Itse sääntö antaa suuntaviivat, mutta käytäntö sekä säännön sovellettavuus on esitetty sovellusohjeessa (guidance note).

Taulukko 5. DNV:n sääntöjen vaikutus muotoiluun.

Laitteiden väri:	Tumma (musta), kääntökulma-asteikko punavihreä (kts. Luku 3.4 Lippusääntö)
Asteikon valaistus:	Säädettävissä nollaan, valkea taustavalo
Asteikon kirjasin:	esim. Helvetica medium (K x L) 3,5 mm x 2,5 mm
Kääntökulma-asteikko:	Osoitin liikkuu pyöreällä asteikolla, 0 -kulma riippuu käytettävästä ohjailun konfiguraatiosta (kts. Luku 3.4 Lippusääntö) -> 0° tai 180° klo 12
RPM-asteikko:	Kasvaa normaalisti ylöspäin työnnettäessä (kääntöasteikon ollessa normaali eli 0 -asennossa)
Ohjailu:	Kahva osoittaa ja ohjaa ruoripotkurin todellista kääntökulmaa, eikä aluksen kääntökulmaa
Kiinnitysreiän muoto:	Suorakaide tai neliö

3.8 Käyttäjätutkimuksen tulosten arviointi

ABB Marinen tekemässä käyttäjätutkimuksessa kerättyjä mielipiteitä on esitetty liitteessä kaksi. Olen lisännyt liitteen kaavioon omakohtaiseen suunnittelukokemukseen pohjautuvia havaintoja. Lisäksi mukana on ABB:n asiantuntijalausunnoissa saatuja

mielipiteitä. Kaaviossa on esitetty eri lähteistä saadut ohjeet ja kommentit eri värein. Käyttäjätutkimuksessa käytetty kahvatyyppi oli kuvan neljä mukainen Azimuth-kahva.

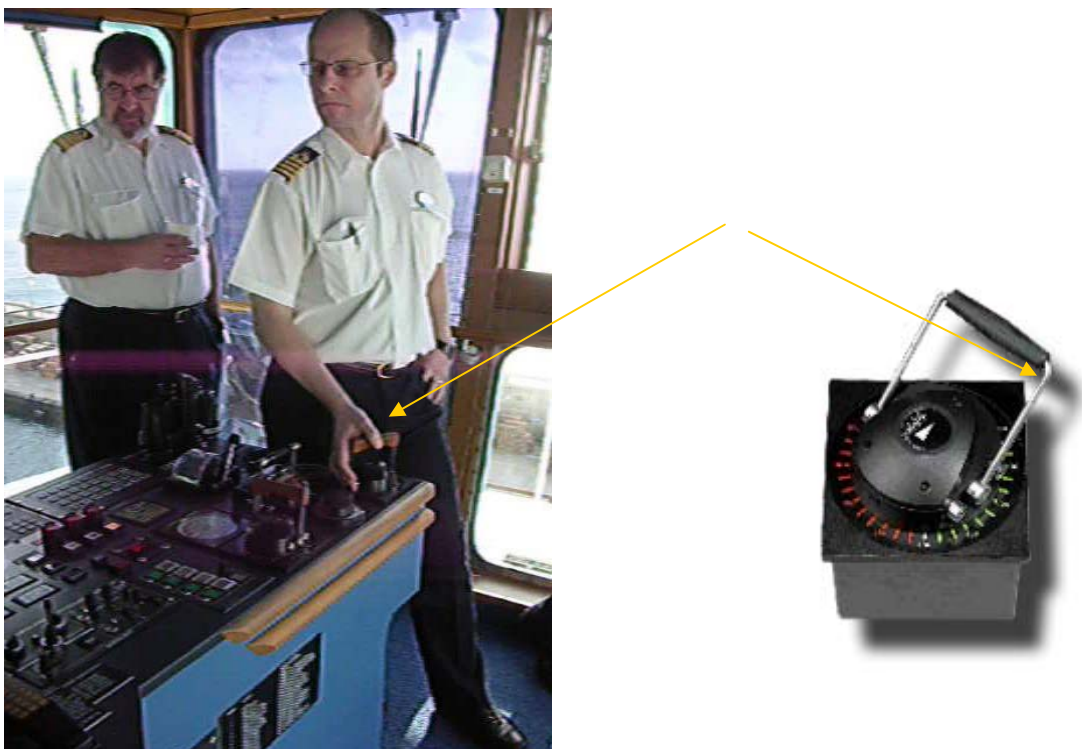
Käyttäjätutkimuksen perusteella voidaan todeta, että melko monet kahvaan liittyvät ongelmat johtuvat ainakin osittain sen muodosta. Tällaisia ongelmia ovat muun muassa se, että kahva ei kerro käyttäjälleen mihin suuntaan Azipod kulloinkin on käännettynä. Ongelma korostuu erityisesti pimeällä ajettaessa, jolloin kahvan muotoa ei voi hahmottaa katsomalla. Näin tuntopalautteen tarve korostuu. Lisäksi käyttäjät toivovat, että sekä kierrosluvun että kääntökulman nollakohdat olisivat selkeästi tunnettavissa. Käyttäjät eivät ole yleisesti olleet tyytyväisiä tuntopalautteen määrään, jota kahva käyttäjälleen ajotilanteesta antaa. Nämä ovat selkeitä puutteita, joihin on muotoilukonseptissa puututtava. Toisaalta kahvavalmistajan uudessa mallissa on jo sen sähköisissä ominaisuuksissa puututtu nimenomaan tuntopalautteeseen. Näin osa kahvan tunto-ominaisuuksista tulee jo sen teknisten ominaisuuksien kautta. Teknisistä yksityiskohdista on kerrottu enemmän muotoiluudessa, luvussa 4.3.

Käyttäjätutkimuksen yhteydessä videoitu käyttäjätilanne osoitti, että kahvaan tartutaan usein eri kohdasta kuin suunnittelija on alun perin tarkoittanut (kuva 18 – kuva 20, keltaiset nuolet). Kuva 21 esittää kahvan suunniteltua käyttötapaa. Kuvasarjasta on kuitenkin mahdotonta vetää suoraa johtopäätöstä siitä, mistä kyseinen käyttötapo johtuu. Kaikissa kuvasarjan kuvissa ollaan lähestymässä satamaa, mutta tartuntaotteet vaihtelevat silti ilman selkää syy-yhteyttä. Kuvissa ohjailija seisoo selkä menosuuntaan. Tämä johtuu siitä, että siipipulpetilla (katso Liite kaksi) alusta ohjailtaessa lähestytään satamaa ja ohjailijan pitää nähdä samanaikaisesti sekä aluksen kylkilinja että laituri.

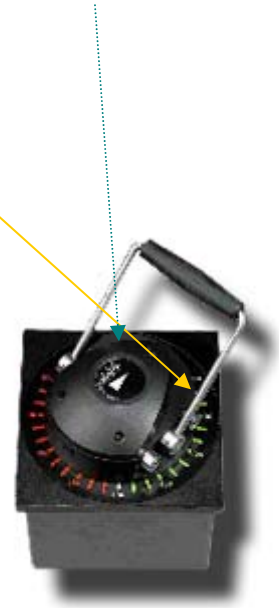
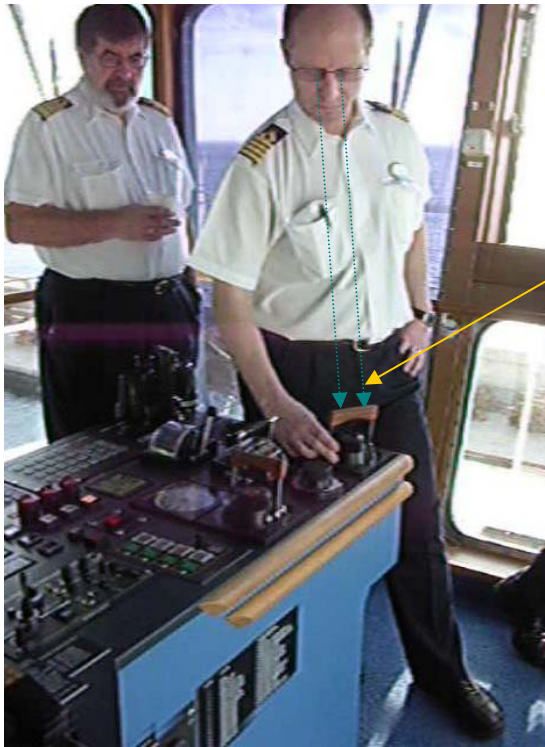
Kahvaa ulkoisesti tarkasteltaessa on varsin ilmeistä, mistä kohtaa siihen tulisi kädellä tarttua. Kuitenkin käyttäjät tarttuvat usein, varsinkin satamaan saavuttaessa, kiinni kahvan rungosta kääntökulmaa muuttaessaan (kuva 20). Kierroslukua säädettäessä ote on usein kahvan pystysuuntaisista kannakkeista, läheltä kahvan runkoa (kuva 18). Sen sijaan avomerellä, jolloin kierroslukua ohjataan suuremmalla toleranssilla, kahvaa käsitellään kokemuksen mukaan kädensijasta. Tämä johtuu siitä, että kierrosluvun tuntopalaute on vanhassa kahvamallissa melko vähäistä, erityisesti pienillä kierrosluvuilla ajettaessa.

Videoleikkeistä on lisäksi havaittavissa eräs kahvan ergonomiaan liittyvä ongelma. Kun käden asettaa sille tarkoitetulle kädensijalle (kuva 19, siniset nuolet), kahvan poikkipuola ja ohjaajan käsi peittävät kierroslukuasteikon. Tällöin ohjailija joutuu tarttumaan kahvaan sen sivusta. Muotoilullisesti tämä voidaan ratkaista, joko sijoittamalla asteikko kahvan viereen tai tekemällä asteikosta suurempi ja selkeämpi. Kääntökulma-asteikossa tätä ongelmaa ei ole, koska asteikko sijaitsee kahvaosan ympärillä, eikä käsi ole suoraan sen edessä.

Käytännössä aluksen ohjailu on pitkälti riippuvainen tuntopalautteesta ja käyttäjän omasta kokemuksesta. Erikokoiset alukset käyttäytyvät eri tavalla, vaikka aluksen laitteet sinällään ovat keskenään samanlaisia. Käytännössä käytettävän kierrosluvun ja kääntökulman määrää ohjailijan omat kokemukset aiemmista ajotilanteista sekä vallitsevat tuuli- ja keliolot. Näin ohjailu perustuu enemmän tunteeseen kuin tiettyjen asetteluarvojen mekaaniseen säätämiseen (vertaa autolla ajaminen). Laivojen väliset eroavaisuudet johtuvat kunkin aluksen hydrodynaamisista ominaisuuksista, pitkälti samoin kuin autot eroavat ajettavuudeltaan niiden rakenteen ynnä muun sellaisen vuoksi.



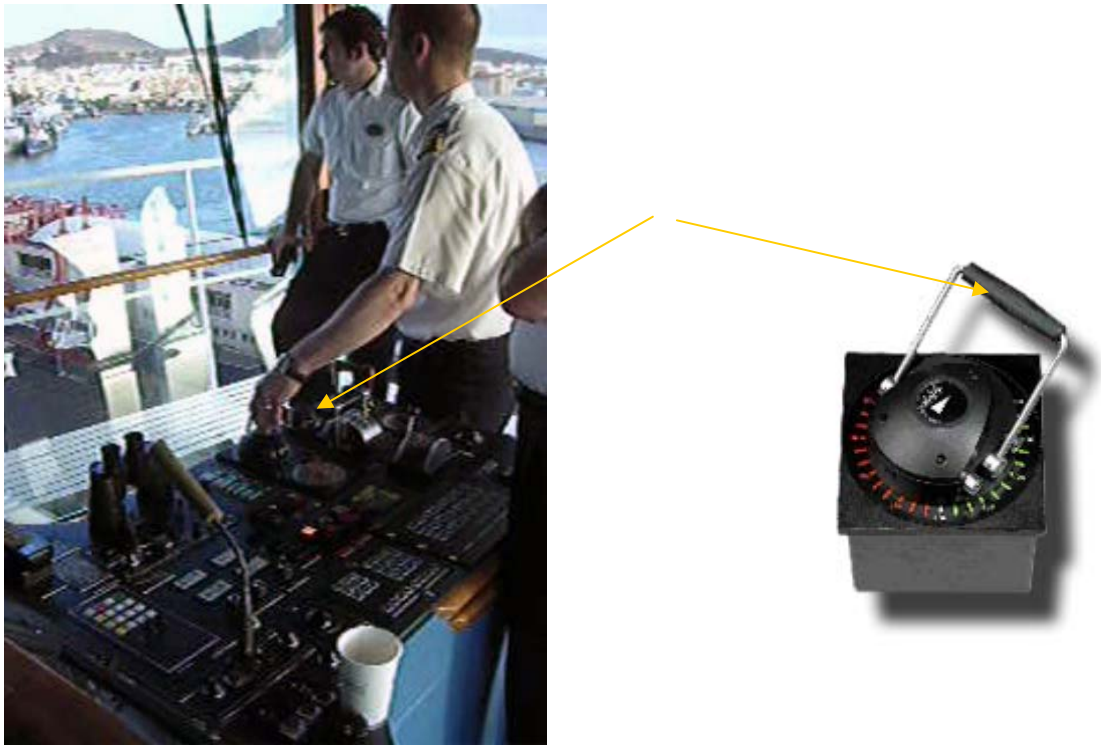
Kuva 18. Kierrosluvun säätäminen, tapa 1 (ABB Oyj:n kuva-arkisto, 2009).



Kuva 19. Kierrosluvun säätäminen, tapa 2 (ABB Oyj:n kuva-arkisto, 2009).



Kuva 20. Kääntökulman säätäminen (ABB Oyj:n kuva-arkisto, 2009).



Kuva 21. Azimuth-kahvan oletettu käyttötapa (ABB Oyj:n kuva-arkisto, 2009).

Asteikoiden väritykseen ei tutkimuksen perusteella kannata puuttua, koska lippusäännön määräämät värit ovat yleisesti käytössä olevia eikä käyttäjien mukaan sekaantumisvaaraa esimerkiksi muihin laitteisiin ole olemassa. Kahvan itsensä väritykseen käyttäjäpalautetta ei annettu. Toisaalta sääntöjen vaatima tumma väri lienee jo siitä syystä itsestään selvä valinta lopulliseen malliin.

Sen sijaan äänistä palautteessa mainitaan, ettei enempää hälytyksiä muistuttavia eikä oikeastaan muitakaan ääniä komentosillalle enää haluta. Perinteisesti kahvoissa ei ole ollut varsinaista äänipalautetta, mutta uuden sähköisen tuntopalutteen myötä tähänkin on mahdollisuus. Kahvaa käännettäessä vasten sähköakselia, kahvasta kuuluu melko äänekäs rutina, mikä viestii virheellisestä toiminnasta. Tällaisesta toiminnasta ei luonnollisesti käyttäjäpalautetta ole, koska ominaisuus on uusi.

Kaiken kaikkiaan käyttäjät ovat olleet tyytyväisiä kahvan toimintaan, eikä varsinaista vikaa käytössä olevista kahvoista ole havaittu. Käyttäjien palautteen perusteella kahvan layoutin tulisi olla mahdollisimman yksinkertainen ja selkeä. Kahvan sijoitteluun siltapulpetissa ei toimeksiantaja voi suuremmin vaikuttaa, koska paneelien ja

kahvojen sijoittelun pulpetissa päättää viimekädessä aluksen rakentaja, tosin luokituslaitoksen ohjeistukseen perustuen.

3.9 Yhteenveto tutkimuksista suhteessa muotoiluun

Edellä esittämäni teoreettisen selvityksen pohjalta voidaan todeta, että muotoiluun vaikuttavia tekijöiden kirjo on varsin laaja. Niiden mielekkyyttä ja toisaalta pakottavuutta on syytä kuitenkin puntaroida kunkin ratkaisun yhteydessä erikseen. Esimerkiksi ABB:n muotoiluohjeen, sekä siinä esitettyjen tyyppillisten muotojen, soveltamisesta kahvan muotoiluun on oltava kriittinen. Jyrkkien viisteiden tai kohotettujen uritusten käyttäminen sellaisenaan ei ole ehkä mielekästä pinnoilla, joita kosketellaan lähes jatkuvasti. Lisäksi esimerkiksi uritukset ovat hygienian kannalta huono ratkaisu, koska ne keräävät likaa jatkuvasti käsiteltäville pinnoille.

Säännöistä saatava tieto on sinällään yksiselitteistä, mutta niiden antama sisältö on, kuten jo mainitsin, ohjeellista. Sääntöjen vaikutus muotoiluun on kuitenkin verrattain vähäistä, joten niistä poikkeamiseenkaan ei ole syytä ilman selkeää perustetta.

Haastavin sovellettavuus on ergonomiassa, koska kahvaa käytetään erilaisissa käyttötilanteissa. Lisäksi käyttäjät operoivat kahvaa joko istuen tai seisten, niin päivä- kuin yöolosuhteissa. Ergonomian huomioiminen suunnittelussa on siten tärkeää ja valittujen ratkaisujen toimivuus on testattava käytännössä, toimivilla malleilla.

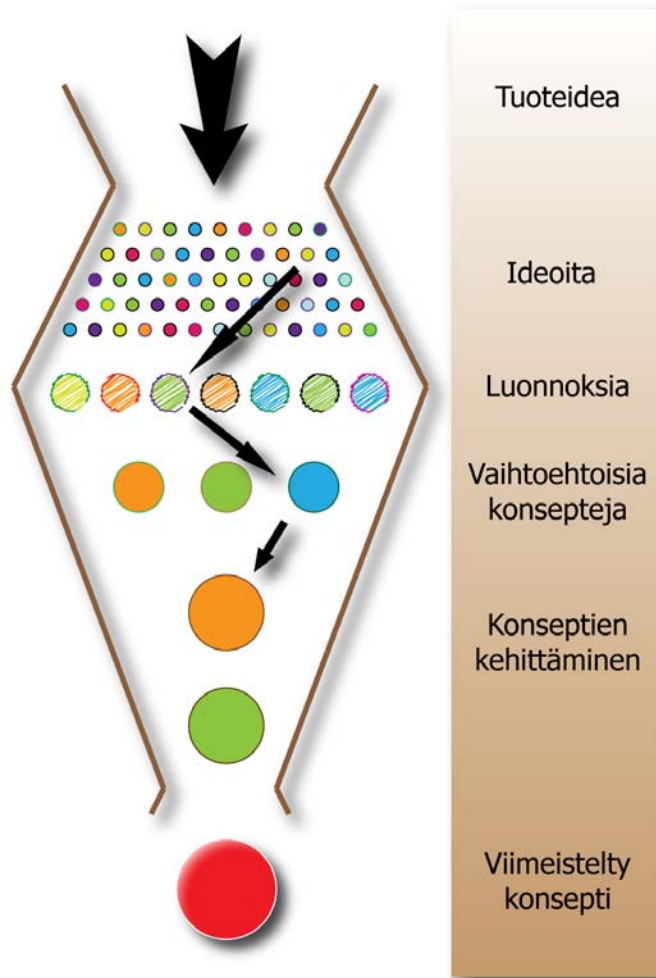
Käyttäjäpalautteesta voidaan suunnitteluun ottaa suoria muotoiluviittauksia. Toisaalta palautteesta täytyy muistaa se, että tulokset ovat henkilöiden omia tuntemuksia, eivätkä siis edusta kaikkien käyttäjien mielipidettä. Haastateltavat henkilöt ohjailevat tietyn tyyppistä alusta, eikä heidän mielipidettä voida siten yleistää esimerkiksi jonkun toisen tyyppisen aluksen ohjailijan käyttötilanteisiin. Mielipide-eroja esiintyy jopa saman aluksen ohjailijoiden välillä. Näin ratkaisujen joita muotoilussa tehdään, tulee perustua useampaan lähteeseen mieluummin kuin esimerkiksi pelkkään käyttäjän mielipiteeseen.

4 AZIMUTH-KAHVAN MUOTOILUPROSESSI

Tässä luvussa kerrotaan itse muotoiluprosessista ja sen tuloksena saadun Azimuth-kahvakonseptin ratkaisuisista ja niiden perusteluista. Alussa esitän ideoita ja vaihtoehtoisia konsepteja, päätyen lopulta valitun konseptin esittelyyn.

4.1 Prosessin kuvaus

Kahvan muotoilun kaltainen uudelleenmuotoiluprosessi perustuu tyypillisesti suureen määrään ideoita, joista olisi muotoiluprosessin aikana valikoitava parhaat jatkokehittelyyn. Juuri ideoiden moninaisuudesta ja suuresta määrästä johtuen on tässä muotoiluprosjektissa luontevaa seurata Kettusen (2001, 61) esittämää suppiloivaa muotoilun prosessikuvausta (kuva 22). Tässä prosessi aloitettiin ideoinnilla, jatkuen luonnosten kautta muutamiin konsepteihin. Näistä edelleen valittiin yksi konsepti, josta kehiteltiin lopullinen viimeistelty tuotekonsepti. Kettusen esittämä malli on yksinkertaistettu Schaerin kaaviosta, jossa eri vaiheet on kuvattu aikajanalle. Schaerin kaavio jakaa prosessin useampaan tehtävälohkoon, jossa mukana on myös markkinointi sekä myyntitoiminnot (Lehtinen 1995, 47). Prosessissa, jossa lopputuotoksena on pelkästään konsepti, ei näitä vaiheita tarvita.



Kuva 22. Konseptimuotoilun prosessi – Ideasta viimeistellyksi konseptiksi (Kettunen 2001, 61).

Aloitin muotoiluprosessin tekemällä luonnollisen kokoisen mock-upin eli mallin jo olemassa olevasta kahvasta, sillä kahva valmistajan hankkeeseen osallistumisesta ei projektin alkuvaiheessa ollut varmuutta (kuva 23). Valmistajalta oli aiemmin saatu päämittakuvat, joista käy ilmi muutamien kahvamallien ulkoiset päämitat. Näihin mittoihin perustuen piirsin ensin 3D-mallin nykyisestä kahvasta. Päämittoja käyttäen valmistin alkuperäisestä kahvamallista mock-upin. Mock-upin valmistuttua sain käsityksen siitä, minkä kokoinen kahva todellisuudessa on ja millaiselta sen käsittely tuntuu. Ensimmäiseen malliin toteutin lisäksi jo muutamia ideointivaiheessa mieleeni tulleita ideoita. Samalla sain havainnollistettua kahvaan miten ideat toimivat käytännössä. Mock-upin tein vanerista ja kirkaasta akryylista koneellisesti työstämällä, sekä kahvan asteikot paperista leikkaamalla.



Kuva 23. Ensimmäinen kahva mock-up.

Tämän jälkeen siirryin varsinaiseen ideointiin. Kuten Lindholm artikkelissaan (2000, 173) toteaa, ideoita on aina enemmän kuin mitä voidaan toteuttaa. Toisaalta, jos toteutan kaikki ideat, on kahvan käyttäminen mahdotonta. (Lindholm 2000, 173.) Näin ollen ideoita on pakko rajata. Helpoiten tämä tapahtuu konkretisoimalla visiot muotoilua ohjaavaksi design drivereiksi. Tässä projektissa ne ovat:

- Turvallisuus
- Luotettavuus
- Laatu
- ABB.

Turvallisuudella tarkoitan meriliikenneturvallisuutta, jota valituilla ratkaisuilla ei saa missään tapauksessa vaarantaa. Luotettavuudella ja laadulla haluan tuoda esille ABB:n tuotteiden perusajatuksen, jossa jo muoto luo käyttäjälleen luotettavan ja laadukkaan mielikuvan käytettävästä tuotteesta. ABB:llä halusin tuoda esille olemassa olevien tuotteiden ilmentämistä tavalla, jota konserni omissa tuotteissaan käyttää. Näitä ovat muotokielessä muun muassa yksinkertaisuus ja muissa tuotteissa olevat piirteet, kuten Azipod. Toisaalta myös Azipodin piirteiden ilmentäminen tulee olla mahdollista. Valitut design driverit ovat kytköksissä myös ABB Marinen arvoihin.

Suunnittelu- ja ideointivaiheessa olin useaan otteeseen yhteydessä myös kahvan valmistajaan. Yhteydenpito valmistajaan on tämän tyyppisissä projekteissa välttämätöntä, jotta valmistustekniset ongelmat voidaan välttää jo heti suunnitteluvaiheessa. Ensimmäisellä tapaamisella käytyjen keskustelujen perusteella oli selvää, että suurin hyöty valmistajayhteistyöstä olisi saatu, jos tapaaminen olisi järjestynyt heti projektin alkumetreillä. Valitettavasti tämä ei ollut mahdollista, eikä muukaan tapaamista edeltävä yhteistyö sujunut täysin kitkatta.

Esittämieni ensimmäisten muotoiluehdotusten palaute oli alussa osin negatiivista ja osin positiivista riippuen siitä, keneltä ja mistä näkökulmasta ratkaisuja tarkasteltiin. Kaikki asiakaspalautteessa tullut tieto oli jo tavalla tai toisella valmistajan tiedossa, ja ratkaisujakin ongelmiin oli olemassa. Valmistettavuudeltaan mallit olisivat olleet jo sinällään toimivia ratkaisuja, mutta käytettävyydessä todettiin puutteita (katso taulukko kuusi) Lisäksi eri tahot ovat erimielisiä siitä, ajetaanko alusta istualtaan vai seisten. Toimeksiantajan mielestä kahvojen ohjailutapa on pääasiassa seisten, joten istualtaan tapahtuva ohjailu olisi toissijainen lähtökohta. Toisaalta kahvan valmistajan, Kwant Controlsin, lähtökohtana on laitteiden suunnittelu istualtaan tapahtuvaa ajoa varten.

Kwant Controlsilla on ollut useita toimintatapoja vastaavissa räätälöityjen kahvojen projekteissa. Jotkin asiakkaat ovat lähettäneet valmistajalle valmiit muotoilusuunnitelmat, jonka sisälle suunnittelija on rakentanut tekniikan. Toinen tapa, jota toimeksiantajayritys asiakkaan ominaisuudessa on käyttänyt, on perustaa suunnitelmat suoraan valmistajan tekniikan ympärille. Tällainen eklektinen lähestymistapa ehkäisee mahdolliset muotoilun aiheuttamat tekniset kompromissiratkaisut. Tässä konseptisuunnitteluprojektissa tekniikan perustaksi valittiin Kwant Controlsin RSCU-H -tyyppinen Azimuth-kahva (kuva 24), jossa käytettävä tekniikka on jo valmiiksi korkealla tasolla. Toisena perusteluna valinnalle on se, että samalla vältytään kalliilta tyyppihyväksynnältä. Tyyppihyväksyntäprosessin ongelmana on korkean hinnan ohella, sen kesto, joka tapauksesta riippuen voi olla jopa puoli vuotta, sekä hyväksynnästä mahdollisesti seuraavat muutokset ja lisäkustannukset.



Kuva 24. Kwant Controls RSCU-H Azimuth-kahva (ABB Oyj:n kuva-arkisto 2009).

4.2 Ideat, luonnokset ja vaihtoehtoiset konseptit

Ensimmäiset idealuonnokset koskivat lähinnä kahvan yksityiskohtia, eivätkä niinkään kahvan kokonaisvaltaista muotoilua (katso liite viisi). Vanhojen kahvamallien vaikutus on selvästi nähtävissä alkuvaiheen luonnoksissa. Kuten aiemmin mainitsin, mallinsin nykyisestä kahvasta puisen mock-upin, koska projektin alussa alihankkijan hankkeeseen osallistuminen oli vielä epävarmaa. Mallin käsittely suunnittelun aikana helpotti muotojen hakemista. Kahvasuunnittelun ergonomisesta luonteesta johtuen oli jo projektin tässä vaiheessa selvää, että ennen lopullista versiota joudun tekemään useita hahmomalleja. Rungas mallien teko on jo aiemmissakin muotoiluprojekteissani osoittautunut itselleni luontevaksi tavaksi työskennellä.

4.2.1 Ohjailu

Otin muotoilun erääksi lähtökohdaksi käyttäjätutkimuksessa (luku 3.8) havaitun seikan, jonka mukaan kahvaan tartutaan usein sen kyljistä. Tällaista käyttöä voisi mielestäni tukea käteen istuvalla isohkolla pallomuodolla, jonka ympärillä sormet lepäävät. Tällöin puristusvoiman ei tarvitsisi olla kovin voimakas, jotta ote silti pysyisi tukevasti pallon pinnalla. Näin vältetään turhaa voimankäyttöä, joka heikentäisi tarkkuutta käden liikkeessä. Puristusvoiman vähentäminen tarkoittaa samalla ohjailijan niska-hartia -seudun rasituksen vähentymistä. Tästä ajatuksesta on esitetty mallipiirroksia liitteessä viisi, sekä oheisessa kuvassa (kuva 25).

Lisäksi kahvan kääntöominaisuutta voisi korostaa siihen liitetyllä, pelkästään kääntymisen ohjaamiseen tarkoitetulla, kädensijalla. Tämän ratkaisun huonona puolena on yleensä suuri tilantarve. Risteilyaluksissa kahvoja on aina vähintään kaksi samalla ohjailupaikalla, joka aiheuttaa sijoitteluongelmien lisäksi esimerkiksi käden puristumisvaaran kahvojen väliin. Eräs idea oli kahvan kyljestä tai takaosasta tarvittaessa esiin vedettävä kääntökahva. Tällaisen ratkaisun mekaaniset ominaisuudet aiheuttivat ongelmia kahvan muiden rakenneosien sijoittelussa. Ulosvedettävä vedin kasvattaisi myös kahvan äärimittoja tarpeettoman suureksi, eikä vetimen parempi käyttömukavuus välttämättä korvaisi suuren koon aiheuttamaa haittaa. Tämän mallin jatkokehittelyä tein mallikappaleen ohjaimesta, jossa ohjaimena toimii perinteinen ruorityyppinen kehä kahvan ympärillä. Tällaisen ratkaisun huonoina puolina ovat edellä mainitut puristumisvaara ja suuri koko, sekä lisäksi rakenteen korkeus. RPM-osa nousisi pulpetin pinnasta noin 30 senttimetrin korkeuteen, jolloin mahdollinen istualtaan tapahtuva ohjailu vaikeutuisi merkittävästi.



Kuva 25. Ruorikahvan mock-up.

Ensimmäisissä luonnoksissa suunnittelin kahvan pintaan mekaanisia tuntopisteitä, jotka ohjailija tuntisi sormenpäillä kahvaa kosketettaessa. Näiden hahmottaminen osoittautui kuitenkin melko hankalaksi hahmomalleja tunnusteltaessa. Myös kahvavalmistajan luona kokeellisesti havainnoin sähköinen tuntopiste-tekniikka teki tällaiset ratkaisut tarpeettomiksi. Tuntopalautteen antamiseen on valmistajalla käytössä kahta erilaista tekniikkaa: mekaaninen ja sähköinen palaute. Vaikka valmistajan uusimman

kahvamallin askelmoottoreiden antama sähköinen tuntopalaute onkin hyvin koneellisen tuntuinen (tunne on samantapainen kuin magneetilla rautakappaleeseen koskettaminen), on se erittäin havainnollinen tapa osoittaa käyttäjälle kahvan asentoa.

Kuulalaakereilla toteutetussa, mekaanisessa tuntopisteratkaisussa tuntopalautteen laatu on pehmeämpi, ja siten myös luonnollisemman tuntuinen, kuin sähköinen palaute. Mekaaninen ratkaisu on rakenteellisesti monimutkaisempi ja hankalampi toteuttaa, mikä johtuu kuulalaakereiden tilantarpeesta kahvan sisällä. Kuulalaakeri sinällään on pieni, mutta vaatii ympärilleen muun muassa jousia ja koneistettuja lovia. Lisäksi mekaaniset lovet aiheuttavat epävarmuutta kahvojen sähkökselien toiminnassa, mikä vaatii sähkömoottorilta suurempaa voimaa akselia käännettäessä. Nämä yhdessä rajoittavat pisteiden määrän RPM-osassa maksimissaan kuuteen ja kääntökulma-akselilla noin kymmeneen. Askelmoottoreilla tuntopisteitä voi nykyisellään olla, niin RPM-osassa kuin kääntöakselilla, kuusitoista. Lisäksi tuntopisteen voimaa voidaan säätää ohjelmallisesti. Sähköisen tuntopalautteen etuihin kuuluu halvemman hintansa ohella myös se, että sama moottori hoitaa kahvassa niin tuntopalautteen kuin sähkökselin tehtäviä. Tämä integraatio vähentää kahvan vaatimaa tilantarvetta pulpetin sisällä.

Askelmoottoreiden ohjelmoitavuus tarjoaa lisäksi mahdollisuuden muuttuville tunto-ominaisuuksille. Tätä ominaisuutta on mahdollista hyödyntää esimerkiksi erilaisissa ajotilanteissa. Kun esimerkiksi avomerellä kääntökulmat eivät kovassa vauhdissa ja suurella teholla voi olla suuria, voisi kahvan ajatella ravistavan vaikkapa yli 30 asteen kääntökulmilla. Toisaalta saavuttaessa satamaan tehon ja nopeuden ollessa pieniä, ei varoittavia alueita välttämättä kääntökulmissa tarvita.

4.2.2 Asteikot

Käyttäjäpalautteen mukaan etenkin RPM-asteikko on nykyisessä kahvamallissa liian pieni. Luonnollisin tapa korjata tämä epäkohta olisi kasvattaa asteikon kokoa. Valitettavasti tämä ei välttämättä ole mekaanisesti mahdollista, sillä kahva sisältää myös muuta mekaniikkaa. Juuri etenkin RPM-asteikon alla on potentiometrin asentoa muuttava akseli, joka rajoittaa asteikon leveyttä. Toisaalta käyttötilanteesta otetuista videoista havaitsin, että ohjailija varsin harvoin katsoo kahvan asteikoita. Tästä voisi

päätellä, että tarve asteikoiden koon kasvattamiseen on enemmän psyykinen kuin fyysinen.

Käytössä olevat RPM-asteikot jakaantuvat kahteen päätyyppiin. Asteikko voi olla liikkuva, jolloin asteikko liikkuu kahvaa käännettäessä, tai paikallaan oleva, jolloin osoitinneula asteikon päällä liikkuu asettelun muuttuessa. Kwant Controls käyttää omista Azimuth-kahvoissaan suojalinssin alla liikkuvaa asteikkoa. Kääntökulma-asteikoissa valmistajan käyttämä tapa on paikallaan oleva asteikko, jossa osoitinneula liikkuu kahvaa pyöritettäessä. Minusta tämä on loogisesti ristiriitainen toimintatapa. Kilpaileva valmistaja (Lilaas) käyttää Azimuth-kahvoissaan liikkuvaa asteikkoa sekä RPM- että kääntökulma-asteikoilla, jolloin toiminta on mielestäni loogisempaa.



Kuva 26. Kääntökulma-asteikko ja valaistu osoitinneula (ABB Oyj:n kuva-arkisto 2009).

Lisäsin jo ensimmäiseen hahmomalliin akryylistä tekemiäni linsskejä, joiden tarkoitus oli testata mahdollisuutta selventää asteikkoa käytännössä. Linssit ideana osoittautuivat melko käyttökelpoisiksi heti ensikokeiluissa, mutta niiden pieni koko heikensi asteikoiden lukemistarkkuutta. Linssin kokoa ja kaarevuutta muuttamalla on asteikoiden suurennosta melko helppo muuttaa halutunlaiseksi. Samaa linssitekniikkaa voi soveltaa niin kääntökulma- kuin RPM-asteikollekin.

Kääntökulma-asteikon värityksen katsottiin jo palautteen perusteella olevan hyvä, joten siihen ei ole mielestäni syytä tehdä muutosta. Kahvavalmistaja on joissain malleissaan käyttänyt yksivärisiä asteikoita (kuva 26), mutta lippusäännön mukaiset värit ovat yleisesti hyväksytyjä ja siten näkemykseni mukaan perusteltu väriratkaisu.

Kääntökulmassa 0- ja 180-asteen kohdat ovat monivärisissä asteikoissa yleensä

valkoisia, millä ilmennetään Azipodin neutraalia suuntaa. Sama väritys toistuu myös kääntökulmaa osoittavissa mittareissa. Kahvan RPM-asteikolla positiivisella suunnalla valkoinen, ja negatiivisella puolella oranssi väritys, ovat nämäkin yleisesti käytössä olevia ratkaisuja. Näin kokonaisuudessa asteikoiden värityksiä ei kannata muuttaa.

Asteikot saivat heti muotoiluprosessin alussa melkein lopullisen värityksensä. Suunnittelin asteikot vektoripiirtotyökaluilla, joista tallensin ne 3D-mallinnusohjelmalle sopivaan formaattiin. Vasta viimeisessä konseptiversiossa asteikko muutettiin läpinäkyväksi ja muodoltaan pyöreäksi, mutta värit säilyivät silti alkuperäisinä.

4.2.3 Muut siltalaitteet

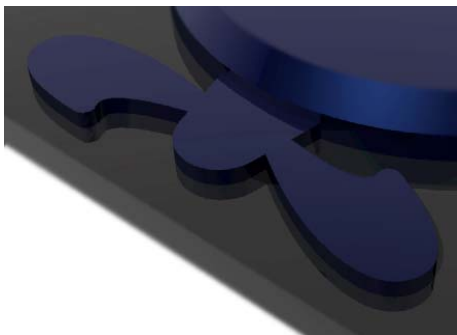
Eräs suunnittelua ohjaava tekijä on muiden siltainstrumenttien mitoitus ja muotoilu, sekä niissä käytetyt materiaalit. Tässä yhteydessä on erityisesti huomioitava toimeksiantajayrityksen toimittamien paneeleiden muoto. Käytäntönä siltalaitteiden mitoituksessa on niin kutsuttu "24 mm kerrannaissääntö". Lähes kaikki konsolit noudattavat tätä mitoitus tapaa, kuten myös Kwant Controlsin aiemmat kahvamallit. Tällöin laitteiden asennuslevyt pulpetissa ovat vaakaa ja pystysuunnan mitoitukseltaan eri 24 mm kerrannaisia, esimerkiksi 144 kertaa 96 mm. Myös kääntökulmamittarit sekä kierroslukumittarit noudattavat samaa mitoitus sääntöä.

Eräs yleisesti käytetty siltalaitteiden materiaali on mustaksi eloksoitu alumiini. Levyt ovat mattamustia ja niiden pinta on harjattu hivenen karheaksi. Lisäksi kiinnitysruuvien reiät ovat kartioupotettuja konekierreruuvien mukaisesti (kuva 27).



Kuva 27. Komentosillan hälytyspaneeli (ABB Oyj:n kuva-arkisto 2009).

Toimeksiantajayrityksen kääntökulmaa osoittavissa mittareissa on pitkään käytetty Azipodin runkoa kuvaavaa muotoa osoittamaan kääntökulmaa (vertaa kuva 10). Mielestäni on perusteltu käyttää samaa muotoa myös osana kahvaa. Ideoinnin aikana esitin erilaisia potkurin muotoja, joista mielestäni muodoltaan parhaaseen tulokseen päädyin kuvan (kuva 28) mukaisessa ratkaisussa. Ratkaisun huonona puolena on se, että muoto saatetaan yhdistää potkurin pyörimissuuntaan. Kahden potkurin järjestelmissä potkurit on valmistettu siten, että ne ovat fyysisesti keskenään peilikuvia ja pyörivät keskenään vastakkaisiin suuntiin. Näin ollen kahvat tulisi valmistaa peilikuvina, mikä ei ole taloudellisesti kovinkaan perusteltua. Tästä johtuen päädyin käyttämään potkurille symmetristä muotoa. Muotoiluprosessin lopussa lavat poistettiin kokonaan, koska niiden todettiin olevan tiellä kääntökulma-asteikkoa luettaessa.

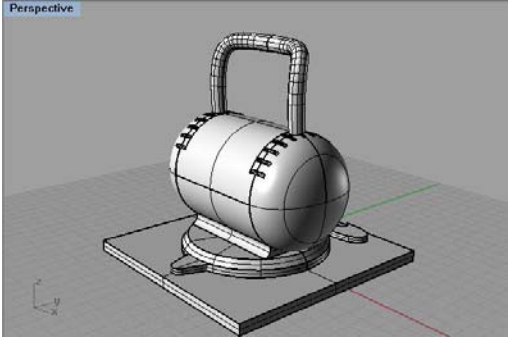


Kuva 28. Ehdotus potkurin muodoksi.

Muissa laitteissa ABB:n logo on usein kaiverrettu asennuslevyn pintaan ja logo on maalattu muotoiluohjeen mukaisesti taustavärin määräämällä värillä. Pääsääntöisesti käytetään mustaksi eloksoitua alumiinilevyä, jolloin logo on väriltään valkoinen. Joissain tapauksissa on käytetty pelkästään painotekniikalla levyn pintaan eloksoitua logoa. Tämän huonona puolena on, kuten aiemmin mainittu, huono kulutuksen kestävyys.

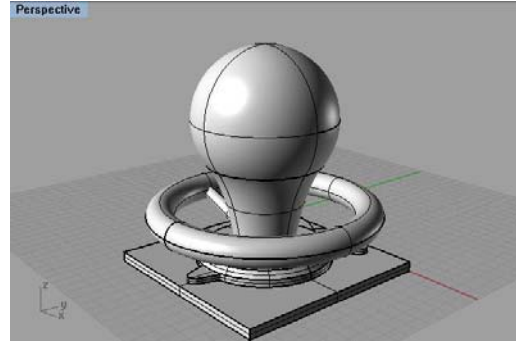
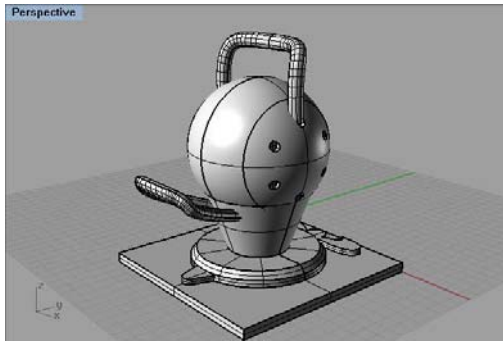
Seuraavassa taulukossa on kuvattu konseptiluonnosten ensimmäinen vaihe, jolloin ideoinnin tuloksena syntyi useita konseptivaihtoehtoja. Kuitenkin lopullisena päämääränä on vain yksi konsepti, joten konseptien hyvät ja huonot puolet on puntaroitava, jotta tämä lopullinen konsepti voidaan kehittää. Eri konseptiluonnoksissa syntyneitä ideoita yhdisteltiin ja siten edettiin kohti lopullista tuotekonseptia.

Taulukko 6. Mallien ± -arviointi

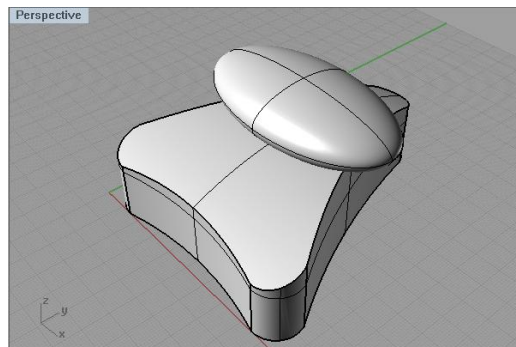
Malli 1	
+ Yhteensopivuus valmistajan kahvan kanssa	- Ei juurikaan parannusta vanhaan
+ Perinteinen kahvaohjaus	- Suuntatunnettomuus
	

Mallit 2 ja 3

+ Ohjailua helpottava	- Peräsinkahva on tiellä, kun sitä ei tarvita
+ Sallii useita eri otteita RPM osasta	- Tilantarve melko suuri
	- Sormien puristumisvaara käännettäessä
	- Korkea, ergonomia istualtaan ajettaessa

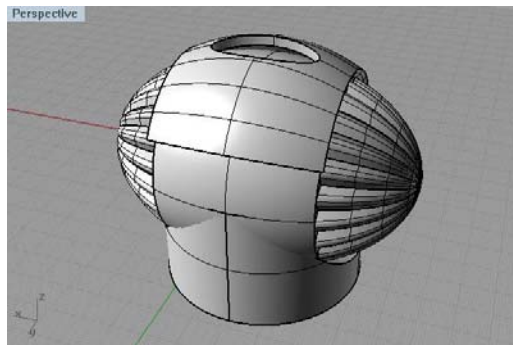
**Malli 4**

+ Uutuusarvo	- Uutuusarvo (konservatiiviselle käyttäjälle)
+ Kertoo suunnan	- Pieni koko
	- RPM -asteikon sijainti?
	- Toteutettavuus + sopivuus valmistajan vanhan mallin kanssa

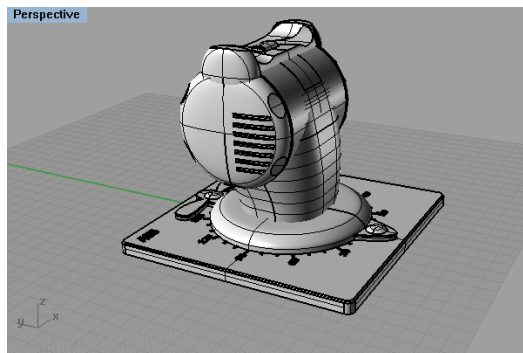


Malli 5

+ Uutuusarvo	- Uutuusarvo (konservatiiviselle käyttäjälle)
+ Käsi ei ole RPM asteikon päällä säädettäessä	- Kääntökulman säätäminen ei ehkä kovin tarkka?
+ Kääntökulman osoitus	
+ Sallii useita otteita kahvasta	
+ Lähestyttävyyys eri puolilta	
+ Kahvattomuus	

**Malli 6**

+ Uutuusarvo	- Uutuusarvo (konservatiiviselle käyttäjälle)
+ Pieni koko	- Kahvan puute (konservatiiviselle käyttäjälle)
+ Yhteensopivuus valmistajan kahvan kanssa -> alentuneet valmistuskustannukset	
+ Käsi ei RPM -asteikon edessä	
+ Sallii useita otteita kahvan erisuunnilta	



4.3 Valittu konsepti ja jatkokehittäminen

Toimeksiantajan kanssa päädyttiin jatkamaan konseptin kehittelyä mallin numero kuusi pohjalta (katso taulukko kuusi). Tällä katsottiin olevan parhaat edellytykset erottua jo olemassa olevista malleista. Lisäksi konsepti tarjosi hyvät lähtökohdat parantaa kahvan muotoa myös ergonomisesti.

Kahvan valmistajan kanssa käydyissä avoimissa haastattelussa selvitettiin suunnittelun valmistukselliset rajoitukset. Tällaisia ovat muun muassa itse valmistustekniikka, pinnoitustekniikka sekä osin materiaalivalinnat.

4.3.1 Materiaalivalinnat

Valmistajan näkemyksen mukaan materiaalivalinnoissa kannattaa pyrkiä rungon osissa eri metallien käyttöön näiden kestävyden vuoksi (Van Delden 2009, de Keijzer 2009). Materiaalivalintoja rajoittaa valmistustekniikan puolesta pääasiassa materiaalien hinta. Valukappaleita on mahdollista teettää, mutta niiden tekeminen on melko kallista johtuen valumuottien valmistushinnoista. Valettavien kappaleiden muotoilu ei lähtökohtaisesti ole kovin hyvin perusteltavissa, sillä valmistuserät Azimuth-kahvoilla tulevat olemaan suhteellisen pieniä. CNC-työstö on tässä suhteessa halvempi ja siten perustellumpi vaihtoehto.

Materiaaleista käytetyin on alumiini, mutta esimerkiksi ruostumatonta terästä käytetään runsaasti, johtuen sen kulutuksen kestävydestä. Muita tavallisesti käytettyjä materiaaleja ovat pronssi ja messinki. Eräs huomioitava näkökohta on se, että käyttäjän käsi saattaa olla kahvalla pitkiäkin aikoja. Ihmisestä erittyvä hiki on melko suolaista ja aiheuttaa siten materiaalin syöpymistä. Siksi ruostumatonta terästä käytetään varsin usein kosketeltavissa osissa. Erilaisia muovi- ja puulaatuja käytetään myös riippuen kahvan käyttöympäristöstä. Muovi ja lakattu puu sopivat hyvin esimerkiksi ruorin materiaaliksi. (Van Delden 2009, de Keijzer 2009.) Puun etuna on lisäksi sen ylellisyysstatus, millä on konservatiivisessa laivamaailmassa positiivisia imago- ja nostalgiamerkityksiä.

Kuten muissakin siltalaitteissa, myös alumiinisissa kahvoissa on pinnoituksena tavallisesti käytetty eloksointia. Valmistaja on kokeillut myös erilaisten maalien käyttöä, mutta tulokset ovat olleet huonoja. Pulverimaalien kestoikä on valmistajan kokemusten mukaan ainoastaan noin kaksi vuotta, kun eloksoinnin ikä on jopa kymmenen vuotta (de Keijzer 2009). Kestoikä riippuu paljolti siitä, minkä tyyppisessä aluksessa kahvat ovat, sekä luonnollisesti käyttäjän tavasta käyttää kahvoja. Eloksointi ei runsaasta kemikaalien käytöstä johtuen ole ehkä ekologisesti paras vaihtoehto, mutta pitkä kestoikä, yhdessä kustannustehokkuuden kanssa, puoltavat tämän tekniikan käyttöä (Thompson 2007, 362).

Puuosien pintakäsittelyä käytetään usein kirkkaita kiiltäviä lakkoja tai epoksihartseja. Näiden etuna on hyvä otteen pitävyys. Osa puupinnoista saatetaan jättää kokonaan käsittelemättäkin, mikä tarjoaa myös hyvän kosketuspinnan. Tämän vaihtoehdon huonona puolena on pinnan puhtaanapito, joten hygieenisesti se ei ehkä ole paras vaihtoehto. Kilpailijat ovat käyttäneet kahvan materiaalina myös muovia, mutta tulokset ovat oman arvioni mukaan olleet melko heikot. Kulumisen jäljet näkyvät varsin pian kahvan osissa.

Kääntökulman asteikko voidaan valmistaa akryylilevystä, johon asteikko painetaan silkkipainomenetelmällä (Thompson 2007, 396 – 403). Toinen tapa on painaa asteikko tarralle, joka liimataan asennuslevyn pintaan. Tämä on tapa, jota Kwant Controls käyttää uusimmissa tuotteissaan. Kääntökulma-asteikkoa ei jatkuvasti kosketella, joten asteikon kuluminen on siten melko vähäistä. Molemmat tavat ovat edullisia ja siten helposti perusteltavissa. Asteikon valaistus toteutetaan tavallisesti kahvan sisään asennetun LED-valon avulla. Tämän taustavalaistuksen vuoksi asteikon on oltava läpikuultavaa materiaalia. Toinen tavallisesti käytetty tapa on, että valo johdetaan kahvan ulkopinnalle akryyliprismalla, jolloin kääntyvä kahva ei rajoita asteikoiden valaistusta. Näin ollen näkyvää valopistettä voidaan käyttää osoittamaan kulloinkin säädettyä astelukua. Toteutus ei aiheuta toimenpiteitä kahvan tiiveyttä ajatellen. Kahvan tiiveysluokan tulisi olla IP 56 (Van Delden 2009), missä luokituksen numero viisi tarkoittaa: *”Suojattu pölyltä (ei haitallisia esineitä). Suojattu suoralta kosketukselta Ø 1 mm langalla”*. Luokituksen numero kuusi tarkoittaa: *”Suojattu voimakkailla vesisuihkuilt ja laineilta.”* (Noratel Oyj 2009, 1; Glamox Oyj 2009, 3.)

Kahva kiinnitetään ohjauspulpettiin asennuslevyllä, johon kääntökulma-asteikko ja edelleen itse kahva on kiinnitettynä. Asennuslevy kiinnitetään pulpettiin yleensä sen alapinnalta, jolloin ruuvien kannat eivät näy levyn ulkopinnalla. Toinen tapa on kiinnittää asennuslevy pulpetin yläpuolelta konekierroaruuveilla, joiden kannat ovat kartiopotettuja. Näin ruuvien kannat ovat asennuslevyn pinnan tasalla, eivätkä raavi esimerkiksi kättä kahvaa ohjailtaessa.

Edellä mainittujen pohdintojen pohjalta päädyin materiaalivalinnassa alumiiniin, jonka työstettävyys ja luottamusta herättävä olemus tukevat valitsemieni design drivereita. Lisäksi alumiinin puhtaanapito on varsin helppoa, sillä se kestää hyvin niin käyttöä kuin tarvittaessa puhdistusaineitakin. Kääntökulma-asteikko painetaan akryylille silkkipainotekniikalla, joka liitetään asennuslevyyn liimalla. RPM-asteikko upotetaan kahvaosaan siten, että asteikon yläpinta on tasattu kahvan pinnan kanssa. Näin ollen kahvan pinta muodostaa kosketellessa tasaisen kokonaisuuden. Myös kierroslukuasteikko painetaan akryylilevylle silkkipainotekniikalla.

Kahvan RPM- sekä kääntökulmaosoittimina toimivat linssit valmistetaan myös akryylista. Linssissä olevat hiusviivat kaiverretaan ja maalataan mustiksi. Materiaalivalintaa puoltavat akryylin edullinen hinta, sekä taloudellinen ja helppo työstettävyys. Vaihtoehtoisina materiaaleina tutkin myös Grilamidin (polyamidi) sekä Lexan Margardin (kovapinnoitettu polykarbonaatti) käyttöä, mutta näiden materiaalien hinta ja toisaalta työstettävyys asettivat omat rajoituksensa. Grilamidista ei hintatietoja ollut saatavilla. Toisaalta Margardilla on huono lämpömuovautuvuus ja hankintahinta on korkea. Linssit kiinnitetään alumiiniosiin liimaamalla, joka nykyisillä liimoilla on luotettava ja siisti kiinnitystapa. Lisäksi kiinnitystapa on hinnaltaan edullinen verrattuna esimerkiksi lohien pyrstö -loveukseen, joka tässä tapauksessa vaatisi erittäin hankalan työstön.

Kääntökulma- sekä RPM-asteikot valaistaan taustavalolla. Asteikoiden materiaali on läpikuultavaa, joten valo pääsee siitä läpi valaisten samalla itsensä ja osan ympäristöä. Molemmat valot voidaan säätää ulkoisella säätöpotentiometrillä, joka sijoitetaan erilliselle ohjauspaneelille. Taustavalaistu toteutustapa valittiin, koska sen katsottiin olevan selkeämpi, verrattuna prismoilla toteutettuun vaihtoehtoon. Lisäksi valonjakautumisen asteikolle ajateltiin olevan tasaisempaa kuin akryyliprismoilla

toteutetussa ratkaisussa, jossa valon jakautuminen on riippuvainen kääntökulmasta. Asteikoiden värit on listattu taulukkoon seitsemän.

Taulukko 7. Asteikoiden väritys.

Väri	Valkea	Punainen	Vihreä	Oranssi
R	240	240	0	255
G	240	0	160	70
B	230	0	0	0

Kuten käyttäjätutkimuksessa havaittiin, on erityisesti pienten kierroslukujen hienosäätö osoittautunut hankalaksi. Tälle epäkohdalle esitin ratkaisuksi erillistä sähköistä ohjauspaneelia, josta pienet ohjearvojen muutokset tehtäisiin painikkeita painamalla. Näin kahvan sähkökseli tekisi halutun muutoksen kahvassa, ilman että käyttäjän tarvitsee koskea kahvaan. Sama toiminto voitaisiin toteuttaa niin kierrosluvun kuin kääntökulman hienosäätämiseksi. Toimeksiantajalla on tarkoitus implementoida tällainen ratkaisu jo nykyisten kahvamallien kanssa, koska ratkaisu sinällään on edullinen ja helppo toteuttaa.

4.3.2 Muodon kehittyminen

Oheisessa kuvassa (kuva 29) on ensimmäinen versio valitusta kahvakonseptista. Rajoittavin tekijä suunnittelussa on RPM-osan koko, joka määräytyi lähtökohdaksi otetun Kwant Controlsin kahvan koon mukaan. Tällä varmistettiin se, että kaikki olemassa olevat tekniset ominaisuudet mahtuvat varmasti myös konseptikahvan sisälle. Koko valitun konseptien kehityskaari näkyy liitteen kuusi kuvasarjassa.

Ensimmäisissä luonnoksissa kiinnitin erityistä huomiota kahvan istuvuuteen käyttäjän käteen. Kierroslukusäätimien korvakkeiden muodon lainasin ABB:n katkaisijan vääntimen muodosta (kuva 29). Tässä voimakkaimmin esille tulleet piirteet ovat säätimen viisteet sekä korvakkeen yksinkertainen pyöreä muoto. Pyöreän korvakkeen huonona puolena on se, ettei sen muodosta voi päätellä sitä, mihin suuntaan kahva on kulloinkin käännettynä. Korvakkeet ovat arvioni mukaan hahmona se elementti, johon käyttäjä kiinnittää huomion ensiksi kahvaa katsoessaan. Tästä johtuen lopulliseen konseptiin valittu muoto tuo suunnan esille voimakkaammin. Lisäksi pyöreät

korvakkeet tekivät kahvasta lähinnä leikkikalua muistuttavan, joten tästäkin syystä pyöreät korvakkeet olivat ammattikäyttöön tarkoitettuun laitteeseen huono vaihtoehto.



Kuva 29. Ensimmäinen luonnos valitusta konseptista, sekä ABB:n väännin.

Kahvaa on tarkoitus ohjata pitämällä siitä kiinni kyljistä tai kahvan päältä. Tästä johtuen valitsin kylkien muodon mahdollisimman pyöreäksi, jotta kädet voivat levätä muodon ympärillä ilman turhaa voimankäyttöä. Kyljissä olevat kolot helpottavat kierrosluvun säätöä, sillä ne parantavat otteen pitävyyttä. Kolojen muoto tulee Compact Azipodin staattorin kiinnityspulttien urituksista, jonka muotoa loivensin kädensijoihin paremmin sopivaksi (vertaa kuva seitsemän). RPM-säätimen pyöreä muoto kuvaa myös sen liikesuuntaista tapahtumaa. Näin muoto ohjaa käyttäjää tekemään oikeaa toimenpidettä, mikä stereotyyppisten ennako-odotusten mukaisesti tarkoittaa kahvan pyörittämistä kehän suuntaisesti.

Konseptin kehittelyn tässä vaiheessa tulostettiin ensimmäinen käytettävä malli konseptista. Näin voitiin varmistua siitä, että suunnitellut ideat toimivat myös käytännössä halutulla tavalla. Mallia varten kahvan poikittainen yhdysosa muotoiltiin kaksitoimiseksi siten, että yhdysosan suuntaa muuttamalla sen istuvuutta voitiin kokeilla kahdella eri tavalla (kuva 30). Tässä tulostetussa kahvassa oli jo toiminnalliset, eli toisin sanoen kääntyvät, kierrosluku- ja kääntökulmasäätimet. Tässä vaiheessa konseptia ajatuksena oli se, että perinteisen kaarikahvan sijaan käyttäjälle tarjotaan vain tarpeellinen tartuntapinta. Näin muodosta on mahdollista tehdä yksinkertainen kokonaisuus.



Kuva 30. Ensimmäinen tulostettu versio.

Mallikahvan toiminnallisissa kokeissa havaitsin, että kahvaa seisten ohjattaessa yhdysosassa olevat sarvet olivat lähinnä tiellä. Sarvet olisivat kuitenkin soveltuneet istualtaan tehtävään ohjailuun, ja ne tarjosivat hyvän otteen kahvasta. Kahvan osien mitoitus onnistui ja kahva istui käteen kokonaisuutena melko hyvin. Mielestäni ainoa puute oli kämmenpohjalle riittämätön tuki kyljestä kiinni pidettäessä. Lisäksi yhdysosan istuvuutta peukaloille oli parannettava. Sokkona tehdyissä kokeissa havaitsin, että muoto kertoo käyttäjälle suunnan tarpeeksi hyvin. Näin lisäviitteitä suunnasta ei mielestäni tarvita. Sokkotestaus tehtiin muutamille koehenkilöille siten, että koehenkilö kertoi suunnan kosketeltuaan näkymättömissä ollutta mallia.

Useiden muotokokeilujen tuloksena RPM-kahvan muoto muuttui kulmikkaasta lähes palloksi (kuva 31). Kulmikkaiden kahvojen ongelmaksi havaitsin niiden yhteensopimattomuuden muiden siltalaitteiden kanssa. Rungon pallomaisen muodon jatkoksi suunnittelin yhteneväisen ja mahdollisimman istuvan muodon myös kahvaosaan.

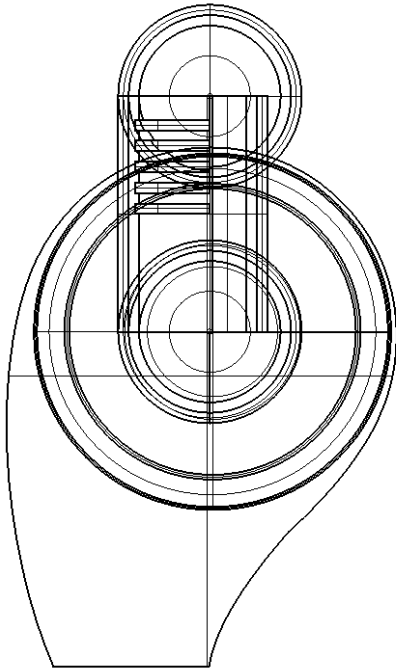


Kuva 31. Jatkokehitettyjä versioita.

Lopullisessa versiossa yhdyskappaleen yläkuvanto muistuttaa nuolta ja toimii osaltaan suuntaaindeksinä. Yhdyskappaleessa on myös kierroslukua indikoiva säätöasteikon osoitin. Ensimmäisistä ideoistani lähtien oli selvää, että osoittimessa on loogisuuden vuoksi oltava suurentava linssi. Käytäntö osoitti kuitenkin, että kahvaa eteen tai taakse käännettäessä asteikon seuraaminen on hankalaa, jos linssi on upotettuna yhdyskappaleeseen (kuva 31). Jotta asteikkoa voisi seurata, ohjaaja joutuisi kurkottamaan joko kahvan yli tai kyykistymään kahvan eteen, riippuen siitä kumpaan suuntaan kahvaa käännetään. Tästä johtuen päädyttiin ratkaisuun, jossa ohjaajalle annettiin mahdollisuus seurata asteikkoa parhaiten pienillä kierrosluvuilla. Suurilla kierroslukuarvoilla säätöarvon seuraamista asteikolta ei katsottu olevan yhtä tarpeellista, vaikka siihen on edelleen mahdollisuus. Lopullisessa mallissa linssi jakaa yhdysosan kahtia asteikon kohdalta, keventäen samalla rakenteen massoittelemia. Akryylinen linssi on tarpeeksi kestävä materiaalina ja sen läpinäkyvyys on hyvä, joten asteikon näkyvyys on selkeä lähellä nollakohtaa.

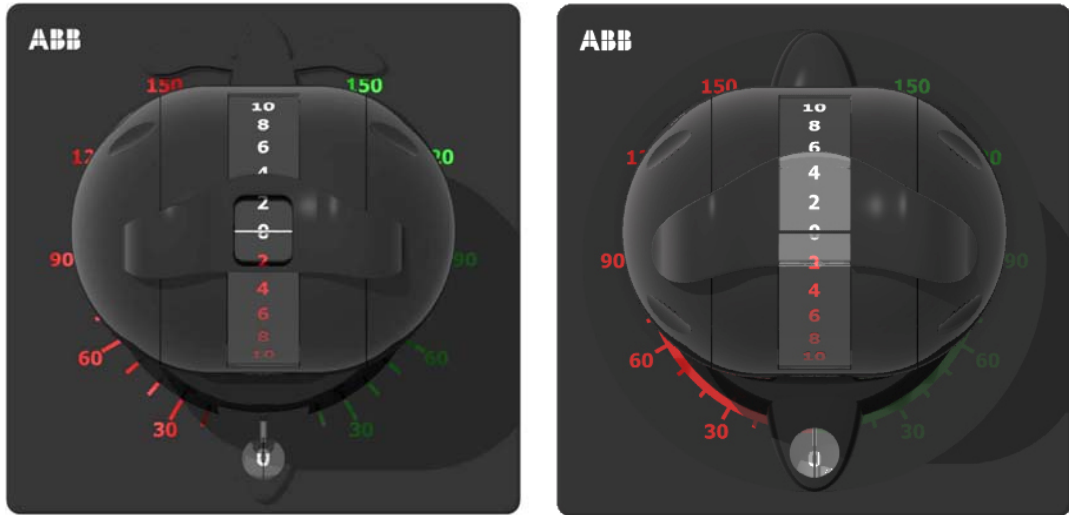
Kaulan muoto oli ensimmäisissä versioissa kaareva ja melko voimakkaasti eteenpäin kallistettu (kuva 32). Tämän muodon etuna on se, että kahvaa käännettäessä suunnan tuntee helpommin. Kallistus ei kuitenkaan ole niin voimakas, että se estäisi kääntökulma-asteikon näkymisen kahvaa päältä tarkasteltaessa. Myöhemmin kaulan poikkileikkauksen muoto muuttui muistuttamaan kolmiota. Tästä käyttäjä pystyy tuntoaistin avulla helpommin hahmottamaan kulloisenkin ohjattavan laitteen suunnan.

Kaarevassa muodossa ajatuksena oli se, että kaulasta olisi voitu ottaa kiinni pelkästään kääntökulman ohjaamisen ajaksi. Tämä osoittautui kuitenkin hankalaksi, koska kaulasta ei saanut kädelle hyvin sopivaa otetta. Jotta tämä ote olisi ollut mahdollinen, olisi kaulaa joutunut venyttämään huomattavan korkeaksi, mikä olisi voinut aiheuttaa ongelmia RPM-säädön kanssa. Tällöin ohjailija joutuisi koukistamaan kättään pienempään kulmaan, jolloin käsi ei lepää kahvan päällä. Kahva ei kuitenkaan ole niin matala, ettei ohjaaja, niin halutessaan, voisi tehdä ohjailuliikettä kaulasta.



Kuva 32. Ensimmäisen version poikkileikkaus.

Azipodin muoto on osa kääntökulman osoitinta, kuten jo aiemmissa malleissa esitin (katso kuva 33). Muoto on yläkuvanto Azipodin silhuetista, jota käytetään myös komentosillan ohjailukulmamittaristoissa. Suunnan korostamiseksi myös kulmaasteikolla on akryylinen suurennuslasi, joka valaistuna hohtaa pimeällä ajettaessakin. Näin Azipod toimii kahvassa indeksisenä viittauksena suunnasta, yhdessä kahvan eteenpäin kallistetun painopisteen kanssa. Lopullisesta versiosta jätettiin itse potkuria kuvaava muoto pois, koska toimeksiantajan mielestä sen katsottiin lähinnä häiritsevän ja estävän asteikon näkyvyyttä. Näin Azipodin muoto pelkistyi lopulta pelkäksi rungon sikarimaiseksi muodoksi, joka sulautuu osaksi kääntökehää (katso kuva 33).



Kuva 33. Azipodin rungon muoto kahvassa.

Toimeksiantaja toivoi ennen lopullisen konseptin valintaa, että loppukäyttäjälle esitettäisiin kuitenkin sellainen kahvamalli, jossa olisi yhdyskappaleen lisäksi mahdollista käyttää myös perinteistä kahvaa. Tuotteen lanseeraamisen arvioitiin olevan näin helpompaa, koska käyttäjien epäiltiin, kaikesta huolimatta, haluavan pitää kiinni perinteisestä ohjailutavasta. Tästä syystä suunnittelin yhdyskappaleen tilalle vaihdettavan kaaren, joka voitaisiin, asiakkaan niin halutessa, vaihtaa yhdyskappaleen tilalle (katso liite kahdeksan). Näin kahvan päätykappaleet muotoiltiin modulaariseen ratkaisuun sopiviksi. Tällöin eri yhdyskappaleet voidaan sijoittaa samaan runkoon, eikä itse päätykappaleita tarvitse vaihtaa yhdyskappaleen myötä. Kahvan yhdyskappale kiinnitetään rungon päätykappaleisiin ruuvikiinnityksellä alhaalta. Tämän jälkeen päätykappaleet kiinnitetään runkoon ruuvikiinnityksellä päädyn keskiosasta.

Lopullisen konseptimallin kuvat on esitetty liitteessä seitsemän. Tästä mallista tulostettiin toimiva mock-up (katso kuva 34), jonka avulla osassa 4.4 esitetty käyttäjätutkimus voidaan tehdä. Mitta- sekä esityskuvat kahvasta löytyvät liitteestä seitsemän sekä yhdeksän. Lisäksi mock-upin valmistuksesta on kuvasarja liitteessä kymmenen.



Kuva 34. Azimuth-kaivan havainnekuva sekä mock-up.

4.4 Käyttäjätutkimus uudella kahvalla

Valitsin konseptin laatukriteeriksi käyttäjäpalautteen. Siten oletan saavan parhaan vasteen siitä, miten olen onnistunut konseptin kehittäessä - siis etenkin käyttäjänäkökulmasta. Sen sijaan, että kysyisin mitä käyttäjät kahvalta haluaisivat, yritän seurata sitä, mitä he koetilanteessa tekevät (vertaa Keinonen 2000, 187). Pyrin palautteen keruussa siihen, että palautteenantajat kertoisivat mieluummin oikeista käyttötilanteista kuin mahdollisia arvioita yleisistä käyttötavoista. Tällä pyrin selvittämään käyttäjän todelliset tarpeet, enkä niinkään käyttötottumuksia kaunistelevaa tietoa.

Loppukäyttäjän aikataulusta johtuen käyttäjätutkimuksen tekeminen tämän opinnäytetyön aikana ei valitettavasti ollut mahdollista. Tämä oli minulle suuri pettymys, sillä olin erittäin kiinnostunut näkemään ja kuulemaan loppukäyttäjän mielipiteitä uudesta kahvamallista. On kuitenkin selvää, että tämä käyttäjätutkimus tullaan järjestämään, sillä se on olennainen osa kahvakonseptin arviointia ja sitä kautta projektin eteenpäin vientiä. Oma käsitykseni, pohjautuen aiempaan käyttäjätutkimukseen, on se, että kahvan käytettävyyks on uudessa mallissa parantunut aiempaan kahvaan verrattuna. Samaa mieltä ovat olleet toimeksiantajan asiantuntijat, joten myös käyttäjätutkimuksesta voidaan odottaa positiivista palautetta.

5 LOPUKSI

Tässä luvussa luodaan katsaus opinnäytetyön tuloksiin sekä pohditaan ja arvioidaan kehitettyä kahvamallia. Lisäksi arvioin omaa kehitystäni opinnäytetyöprosessin aikana ja esitän muutamia jatkotutkimus- ja -kehitysideoita.

5.1 Yhteenveto

Tämän opinnäytetyön päätavoitteena oli uudelleen muotoilla ABB:n Azimuth-kahva vastaamaan sekä toimeksiantajan että varsinaisten käyttäjien tarpeita. Tavoite jaettiin edelleen kolmeen eri kohtaan, nimittäin kahvan muotoiluun, kahvan ergonomisiin ominaisuuksiin sekä Azipod-ruoripotkurin piirteiden ilmentämiseen. Seuraavissa kappaleissa kuvaan näiden osatavoitteiden saavuttamista.

Kahvan uudelleen muotoilu onnistui mielestäni käyttäjälähtöisesti ja kustannustehokkaasti. Suunnittelutyö pohjautui aiemmin suoritettuun käyttäjätutkimukseen. Kahvan muoto on pyöreästä ja eteenpäin vievästä massapisteestä johtuen vahva, antaen näin hahmona fyysisen vaikutelman luottamuksesta ja turvallisuudesta. Massakeskipisteen etupainoisuus kertoo myös käyttäjälleen viestiä suunnasta, kun kahvaa käännetään pystyakselin ympäri. Paikallaan ollessaan kahvan suunnan tuntee rungon kolmiomaiseksi pyöristetystä muodosta, sekä päällimmäisenä olevasta kahvaosan nuolimaisesta hahmosta. Näin käyttäjälle annetaan selkeät indeksiset viitteet toimilaitteen eli Azipodin suunnasta.

Kustannustehokkuuden kannalta tämän työn ehkä merkittävin päätös tehtiin, kun kahvan pohjaksi valittiin valmistajan nykyinen kahvamalli. Tämä johtaa siihen, että kahvan valmistuttua vältetään kalliilta ja pitkäkestoisilta tyyppihyväksynnöiltä. Konseptin kustannustehokkuutta lisää myös materiaalivalinnat, joissa päädyttiin mielestäni kohtuuhintaisiin ratkaisuihin. Edullisimpiakin ratkaisuja, kuten esimerkiksi jotkin muovilaadut, olisi tarjolla ollut, mutta ne eivät välttämättä olisi tukeneet toimeksiantajayrityksen imagoa luotettavien laitteiden toimittajana.

Mielestäni kahvan ergonomiset ominaisuudet paranivat uudessa mallissa, sillä nyt kahva tarjoaa mahdollisuuden entistä monipuolisempiin otteisiin ja sitä kautta ohjailutapoihin. Kahvan päällä olevan yhdysosan muoto ohjaa käyttäjää pitämään

kahvasta kiinni, joko sivuista tai kahvan päältä. Muodot eivät kuitenkaan ole niin vahvoja, että ne sitoisivat käyttäjän toimintatapoja yhteen vain tietynlaisen otteen sallivaan ohjaamiseen. Näin kahvasta voi tarttua sen eri puolilta, mikä helpottaa sen sijoittamista ohjailupulpettiin. Poikittain olevaan yhdysosaan voi tarttua niin sanotulla pinsettiotteella tai koko kämmenellä. Sivusta ohjaaminen onnistuu joko sormen päällä tai koko kämmenen puristavalla otteella. Lisäksi lähes kaikki edellä mainitut otteet antavat käyttäjälle mahdollisuuden lukea yhdysosan alla olevaa kierroslukuasteikkoa.

Kääntökulma-asteikon lukeminen helpottui vanhaan malliin nähden suurikokoisten linssien ansiosta. Lisäksi muotoilun lähtökohdaksi valitun kahvan tekniikka sisältää sähköisiä tuntopisteitä, joten lukematarkkuus paranee. Siten ergonomiset ominaisuudet täydentävät kokonaisuutta.

Muotoiluprojektin kolmantena lisätavoitteena ollut ABB:n ja Azipod-ruoripotkurin piirteiden ilmentäminen kahvassa osoittautui melko haastavaksi. Ongelmallista ei niinkään ollut tunnistaa ABB:lle ja Azipod-ruoripotkurille ominaisia piirteitä, vaan niiden ilmentäminen Azimuth-kahvassa vaarantamatta käyttäjälähtöisyyttä ja ergonomiaa, sekä noudattaen merenkulun säännöksiä ja ohjeita. Lopulta todettiin, että piirteiden esittäminen tässä konseptissa ei kuitenkaan pääosin ollut mielekäästä - niin käytettävyyden kannalta kuin lopulta toimeksiantajankaan mielestä. Päädyimme toimeksiantajan kanssa siihen, ettei piirteitä kannata tuoda väkisin konseptiin - mikäli niitä ei voida perustella käytettävyyden parantumisella. Näin ollen ainoiksi tunnisteiksi kahvaan jäi otepintoina toimivat Compact Azipodin kiinnityspulttien urat sekä Azipodin rungon muoto. Kuitenkin kahva kokonaisuutena tukee ABB:n arvoja luotettavan ja korkean teknologian laitetoimittajana.

5.2 Reflektio ja ideoita jatkoa varten

Mikäli nyt aloittaisin suunnitteluprosessin alusta, ottaisin ensimmäisenä yhteyttä kahvan valmistajaan. Samoin teknisten ominaisuuksien ja rajapintojen tulisi olla määritelty huomattavasti aiemmin, kuin tässä projektissa oli mahdollista. Esimerkiksi suunnittelun lähtökohdaksi otettu kahvamalli valittiin varsin myöhäisessä vaiheessa, mikä hidasti varsinaisen suunnitteluprosessin aloitusta. Jos valinta olisi tehty aiemmin, olisin säästynyt suurelta osalta turhaa suunnittelutyötä, joka vei aikaa varsinaiselta ideoinnilta. En toki voi väittää, ettei piirtäminen vienyt työtä eteenpäin, mutta turhaksi

osoittautuneiden ideoiden pyörittäminen paperilla ei myöskään työtä varsinaisesti edistänyt.

Prosessin aikana sain soveltaa vapaasti oppimiani asioita, sekä opin lisää jo aiemmin opituista asioista. Esimerkiksi mallinnusohjelmien käyttö rutinoitui merkittävästi tämän projektin aikana. Lisäksi opin paljon siitä, miten esimerkiksi kollegoita kannattaa lähestyä uusien ideoiden kanssa. Toisaalta löysin myös keinoja siihen, miten toimia tilanteessa, jossa mielipiteiden saanti ulkopuolisilta osoittautuu syystä tai toisesta hankalaksi. Usein on helpompi tarjota vaihtoehtoja, joista toimeksiantaja tai yhteistyökumppani saa valita lähinnä mieleisensä. Näin monen kiusalliseksi kokemaa arvostelua ei tarvitse tehdä, mutta käsityksen oman tekemisen suunnasta voi silti saada.

Mock-up'ien käyttö muotoiluprosessissa oli jo lähtökohtaisesti itsestään selvää, koska näin käytettävyys voitiin todentaa jo alkuvaiheessa. Mallien valmistuksen totesin yhdeksi työn loppuvaiheen haastavimmaksi osaksi. Osien yksityiskohtien hiontaa ja tutkimista olisi voinut jatkaa lähes loputtomiin, mutta kuten muotoiluprosesseissa aina; työn jäädytys on jossain vaiheessa pakko tehdä. Tässä työssä päädyttiin mielestäni mallienkin osalta hyvään ja toimivaan lopputulokseen, sillä onhan mallien pääasiallinen tarkoitus toiminnallisuuden testaaminen.

Työn teoriaosuudessa tunnistettiin useita muotoiluseikkoja, joita ABB voisi käyttää hyväkseen myös muissa muotoiluprojekteissa. Tämän työn lopputuloksia voidaan hyödyntää myös muita siltalaitteita koskevissa muotoiluprojekteissa. Tällaisia voisivat olla esimerkiksi mini wheel- ja keulathruster-ohjaimien muotoilu vastaamaan kahvakokonaisuutta. Toisaalta eräässä palaverissa leikillään ideoitu personoitava kahva ei sekään välttämättä ole huono ajatus. Onhan niin sanottu tuunaaminen ja personointi nykyään miljoonaluokan liiketoimintaa. Laajemmin ajatellen kahvat voisi personoida esimerkiksi tietyille varustamolle sopiviksi. Kahva on yksi aluksen ohjailijan tärkeimmistä työkaluista, joten muotoiluratkaisuihinkin löytyy näin henkilökohtaisia vaatimuksia. Tässä mallissa personointi tai tuunaaminen on kuitenkin jo mahdollista kahvan modulaarisuuden vuoksi.

Kuten Mattelmäki ja Battarbee toteavat artikkelissaan, tuotteen menestyminen ei välttämättä ole taattu, vaikka tuote olisi helppokäyttöinen ja leimattu

käytettävyydesteissä hyväksyttäväksi. Se ei anna vielä takuita siitä, että tuote koskettaa käyttäjää tunnetasolla. Vasta tunnetasolla tuotteesta tulee merkityksellinen ja käyttäjän motivaatio esimerkiksi brändiuskollisuuteen kasvaa. (Mattelmäki & Battarbee 2000, 161.) Uskoisin tämän väitteen jopa korostuvan aluksen ohjailukahvan kaltaisissa tuotteissa, joihin liittyy voimakkaita imagollisia ja toisaalta traditionaalisia piirteitä. Käytäntö on kuitenkin osoittanut, ettei suurin merkitys tuotteen kehityksellä aina välttämättä liity siihen, miten jokin tekninen yksityiskohta on ratkaistu. Olen havainnut, että usein merkityksellisempää on se, miten tuotteen, joskus hyvinkin konservatiivinen, käyttäjä on päässyt vaikuttamaan sen kehittymiseen.



LÄHTEET

ABB 2005. ABB Power Technologies Guidelines for Product Design. Geneve: ABB.

ABB 2008. Project Guide for Azipod® Propulsion Systems version 6.2, Helsinki: ABB Oy, Marine.

ABB 2009^a. Azipod®- laivojen potkurijärjestelmien edelläkävijä [verkkodokumentti]
<<http://www.abb.com/cawp/fiabb255/7a1da3db127bd7b0c2256fdd003f831c.aspx?&opendatabase&v=52d2&e=fi&>> (luettu 6.1.2009).

ABB 2009^b. ABB Lyhyesti [verkkodokumentti]
<<http://www.abb.fi/cawp/fiabb250/b69958d6e9604a20c2256b3a00455105.aspx>>
(luettu 6.1.2009).

ABB 2009^c. ABB Inside [verkkodokumentti]
<<http://inside.abb.com/cawp/gad00072/9a86a24667bb2d61c1256e83002afa74.aspx>>
(luettu 5.3.2009).

ABB Oyj:n kuva-arkisto, Helsinki.

DNV 2005. Rules for classification of ships / high speed, light craft and naval surface craft part 4 chapter 9 - Control and monitoring systems, Oslo: Det Norske Veritas.

DNV 2004. Rules for classification of ships part 6 chapter 8 - Nautical safety, Oslo: Det Norske Veritas.

GL 2005. Rules for Classification and Construction, Ship Technology Chapter 3 Section 9 C I - Part 1, Hamburg: Germanischer Lloyd.

Glamox Oyj 2009. Normit ja säännökset. [verkkodokumentti] : Vantaa: Glamox Oyj.
<http://www.glamox.fi/glx/ArticleAdmin/ShowImage.aspx?tblType=Article&Type=Image&ImageId=141840> (luettu 1.3.2009).

Hirsjärvi, Sirkka & Remes, Pirkko & Sajavaara, Paula 2007. Tutki ja kirjoita. Helsinki: Tammi.

IMO 1995. A830 Code on alarms and indicators, London: International Maritime Organization.

IMO 2003. Safety of navigation - Chapter V, London: International Convention for the Safety Of Life At Sea.

IMO 2009. International Maritime Organization kotisivut [verkkodokumentti] <<http://www.imo.org/>> (luettu 23.1.2009).

Kettunen, Ilkka 2001. Muodon palapeli. Porvoo: WSOY.

Kwant Controls 2009. Kwant Controlsin kotisivut [verkkodokumentti] <<http://www.kwantcontrols.com/>> (luettu 6.1.2009).

Lehtinen, Markku 1995, Teollinen muotoilu tuotekehityksen ja markkinoinnin tuki. Jyväskylä: Opetushallitus.

Mattelmäki & Battarbee 2000. Elämykset muotoilun lähtökohtana. Keinonen, Turkka (toim.) Miten käytettävyyttä muotoillaan?. Helsinki: Nokia Oyj.

Noratel 2009. IP luokka. [verkkodokumentti] Salo: Noratel Oyj. <www.noratel.fi/content/download/4496/392215/file/16-10fi.pdf> (luettu 1.3.2009).

RINA 2003. Rules for Classification and Construction, Part 2, Genova: Registro Italiano Navale.

RS 2006. Rules for the classification and construction of sea-going ships - 2 Bridge design, Saint-Petersburg: Russian maritime register of shipping.

SFS Ry 2004. SFS käsikirja 93-8 Koneiden turvallisuus. Osa 8: Ohjaimien ja näyttöjen ergonomia, merkinantolaitteet, voimankäytön suunnittelu, pintalämpötilat 2004, Helsinki: Suomen standardisoimisliitto.

Thompson, Rob 2007. Manufacturing processes for design professionals. London: Thames & Hudson.

Vihman, Susann 2009. Muotoilun semioottinen analyysi [Muotoilun semiotiikan verkkokurssi]

<http://www.uiah.fi/virtu/muotoilunsemiotikka/pdf/luento3.pdf> (Luettu 31.1.2009).

Vilka, Hanna & Airaksinen, Tiina 2003. Toiminnallinen opinnäytetyö Helsinki: Tammi.

Väyrynen, Seppo & Nevalainen, Nina & Päivinen, Minna 2004. Ergonomia ja käytettävyys suunnittelussa Helsinki: Teknologiateollisuus ry.

Wheeler, Alina 2003. Designing brand identity: A complete guide to creating, building and maintaining a strong brands, New Jersey: John Wiley & Sons.

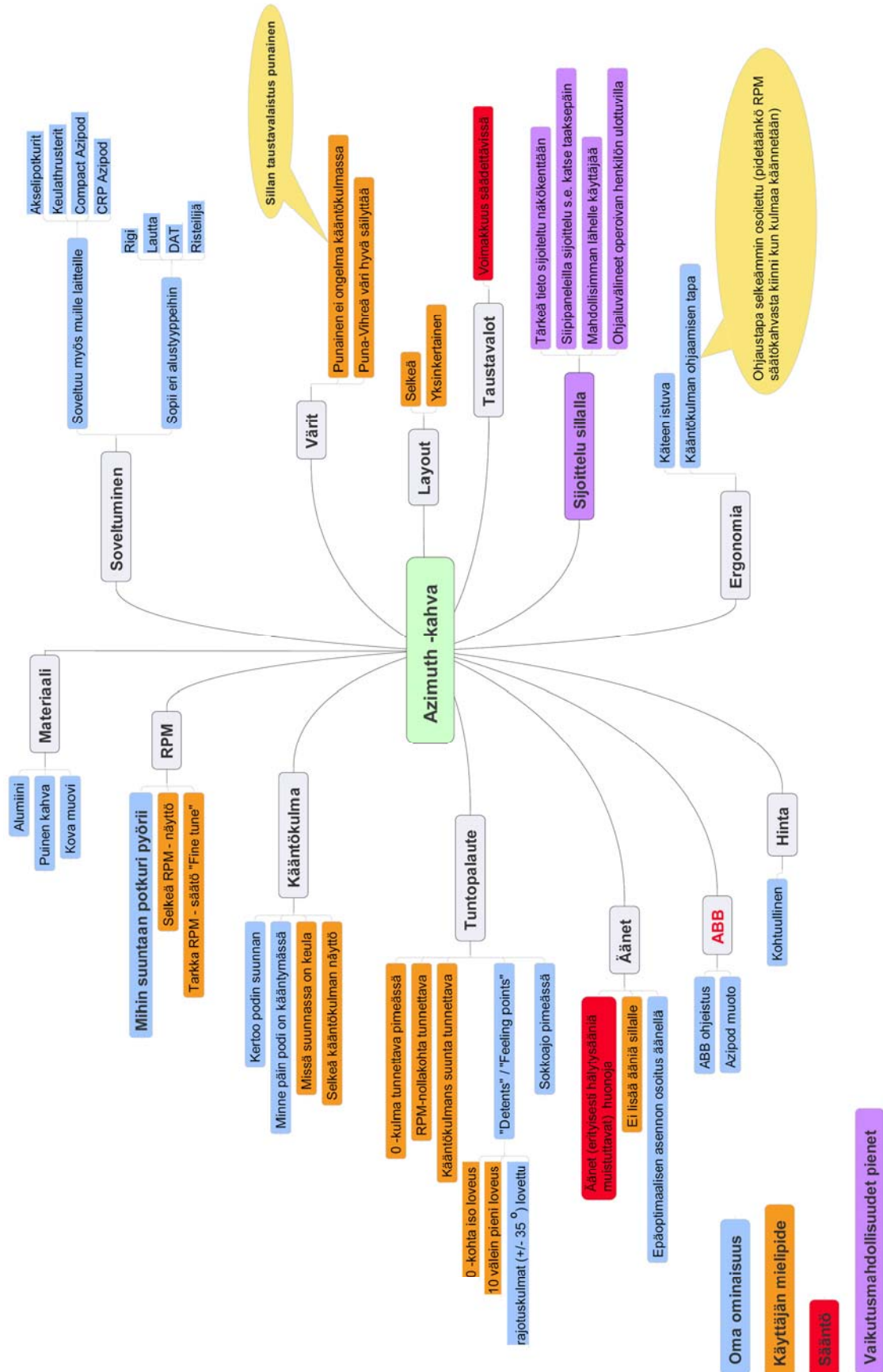
Haastattelut:

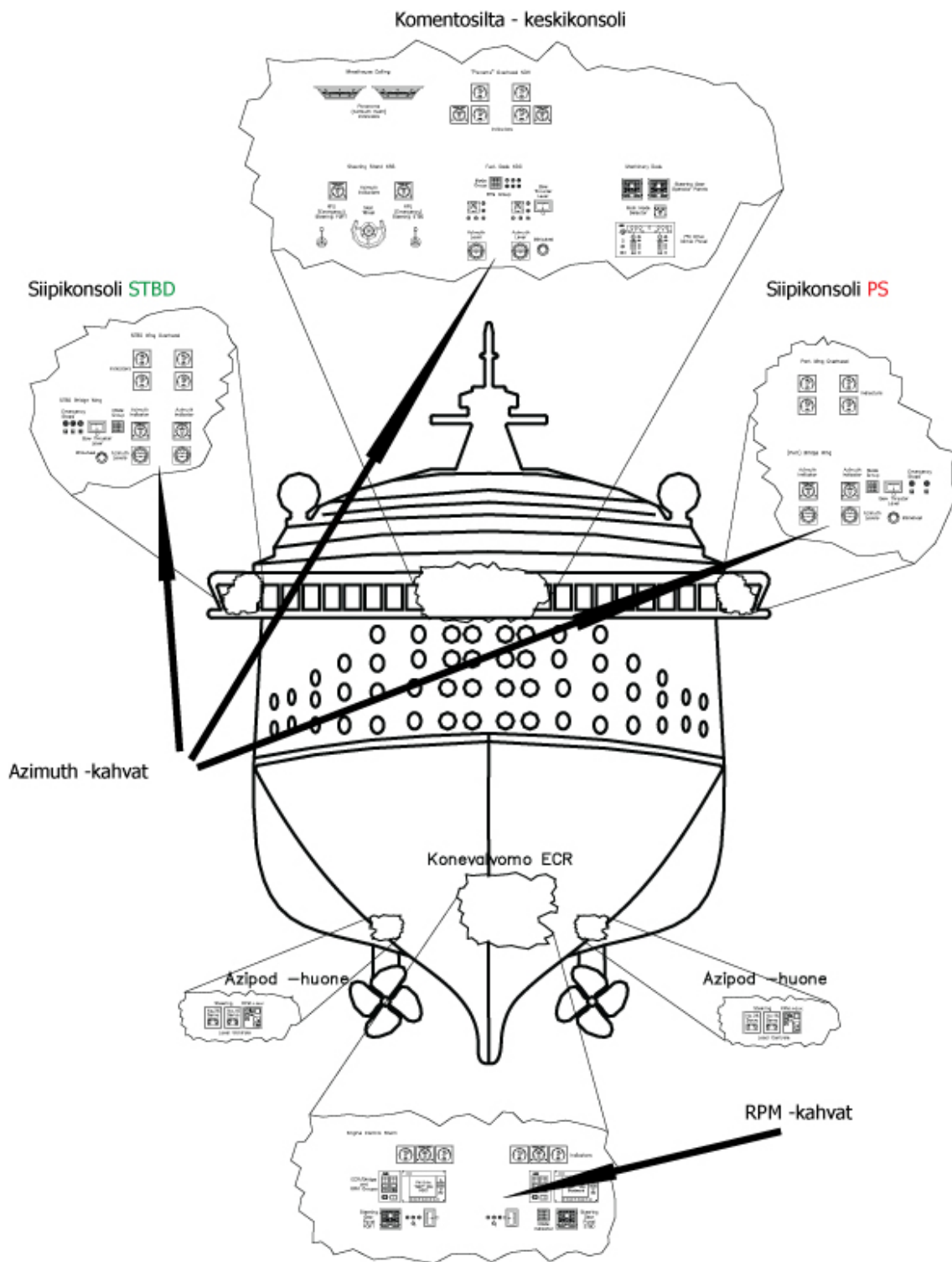
Van Delden, Ernst D. 2009. Senior Engineer. Kwant Controls. Haastattelu: 25.2.2009.

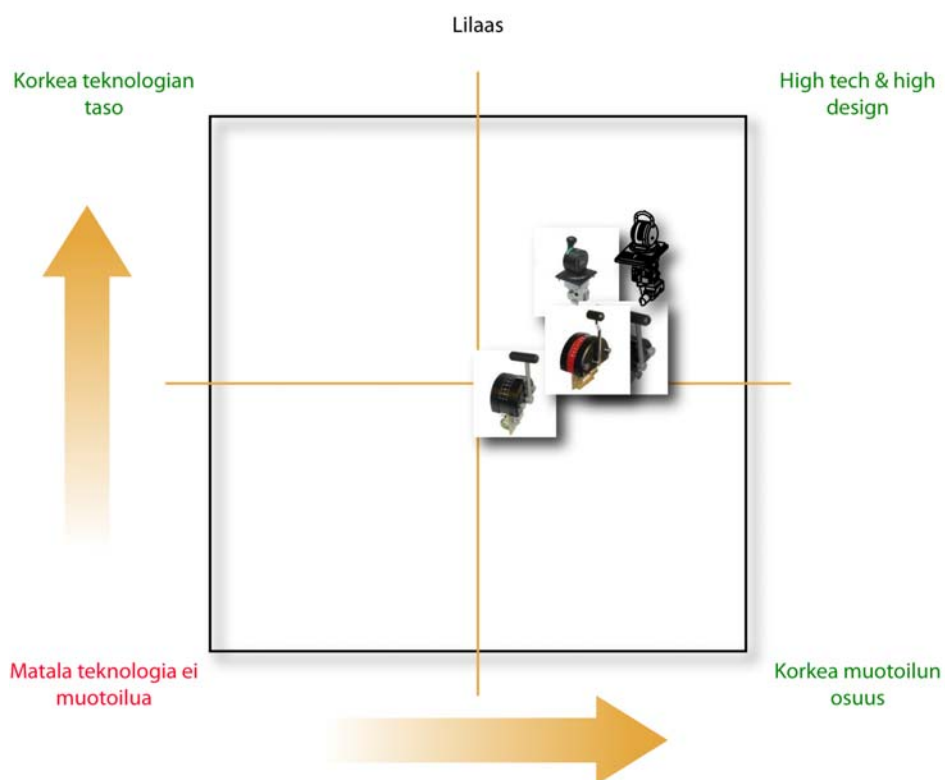
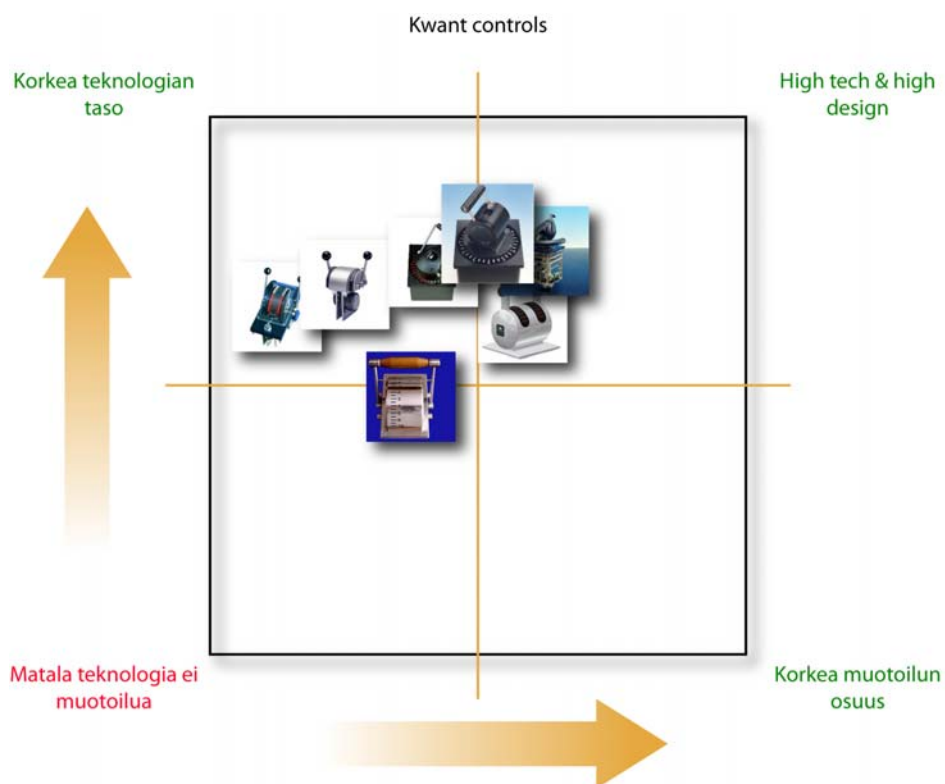
de Keijzer, Henk C. J. 2009. Managing Director. Kwant Controls. Haastattelu: 25.2.2009.

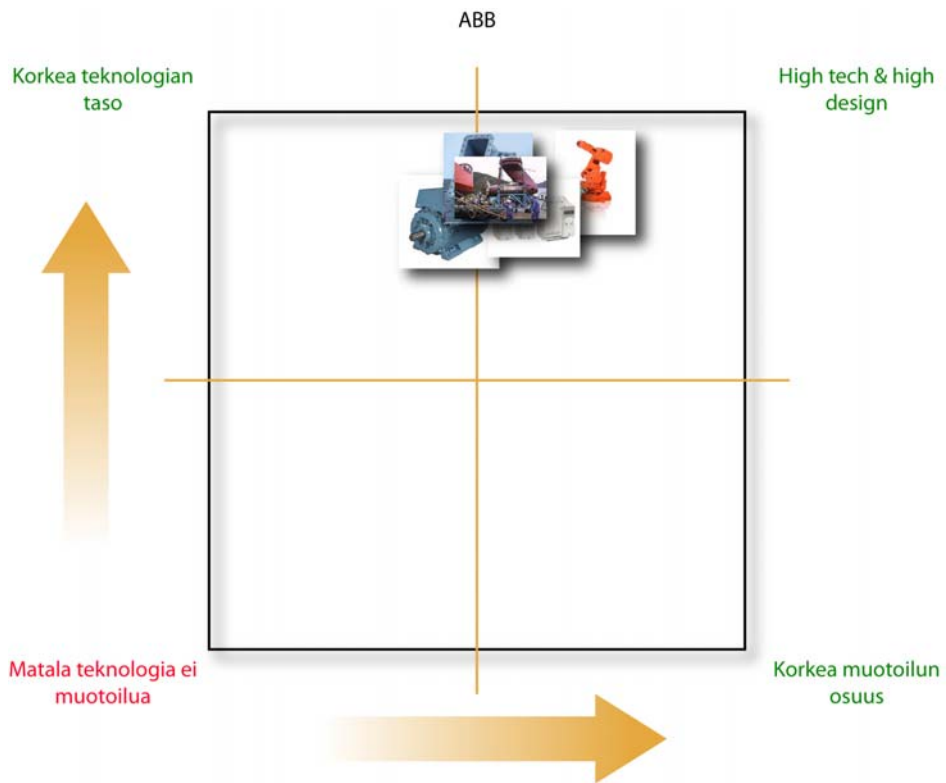
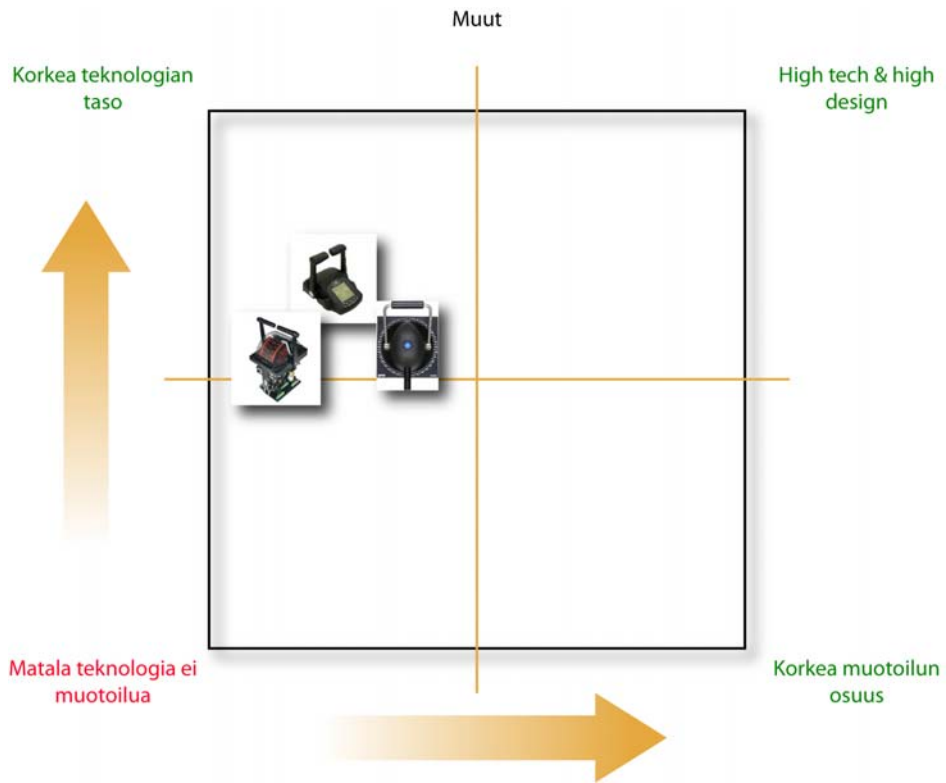
ABB	Asea Brown Boveri
Azipod®	AZImuthing electric POdded Drive
Azimuth	Suuntakulma tai tosisuuntima
Compact Azipod®	1 – 5 MW tehoinen kestomagneettimoottorilla varustettu Azipod-ruoripotkuri
DAT	Double Acting Tanker – Avovedessä keula edellä ja jäissä perä edellä kulkeva alustyyppi
Detent tai Feeling point	Kahvan sekä kääntökulma että RPM-asteikolla oleva ”tuntopiste”. Käyttäjälle annetaan tuntopalaute ennalta määrätyissä asteikon kohdissa
DP	Dynamic Positioning – järjestelmä jolla pidetään aluksen sijainti paikallaan propulsiolaitteilla ilman ankkuria
ECR	Engine Control Room - Konealvomo
IP -luokka	International Protection – IEC-standardi laitteiden kotelointiluokista
[mA] [A]	Milliampeeri (perusyksikkö ampeeri) – virran yksikkö
MAS	Machinery Automation System – Laiva-automaatiojärjestelmä johon kootaan lähes kaikista aluksen laitteista mittatietoja, hälytyksiä ja vikailmoituksia
[MW] [W]	Megawatti (perusyksikkö watti) – tehon yksikkö
NFU	Non Follow Up – Azipod kääntyy vivun tai painikkeen määräämään suuntaan niin kauan, kun peräsinvipua tai painiketta pidetään käännettynä.
Kääntökulma [°]	Azipodin kääntökulman poikkeama normaalista (yksikkö aste)
PCU	Propulsion Control Unit – Propulsiosäätö jolla ohjataan Azipodin potkurin pyörimistä
Potentiometri	Säätövastus – Kahvan osa jolla säädetään sähköisiä suureita
PS	Port Side (paapuuri) – Aluksen kulkusuuntaan nähden perästä katsoen vasen puoli

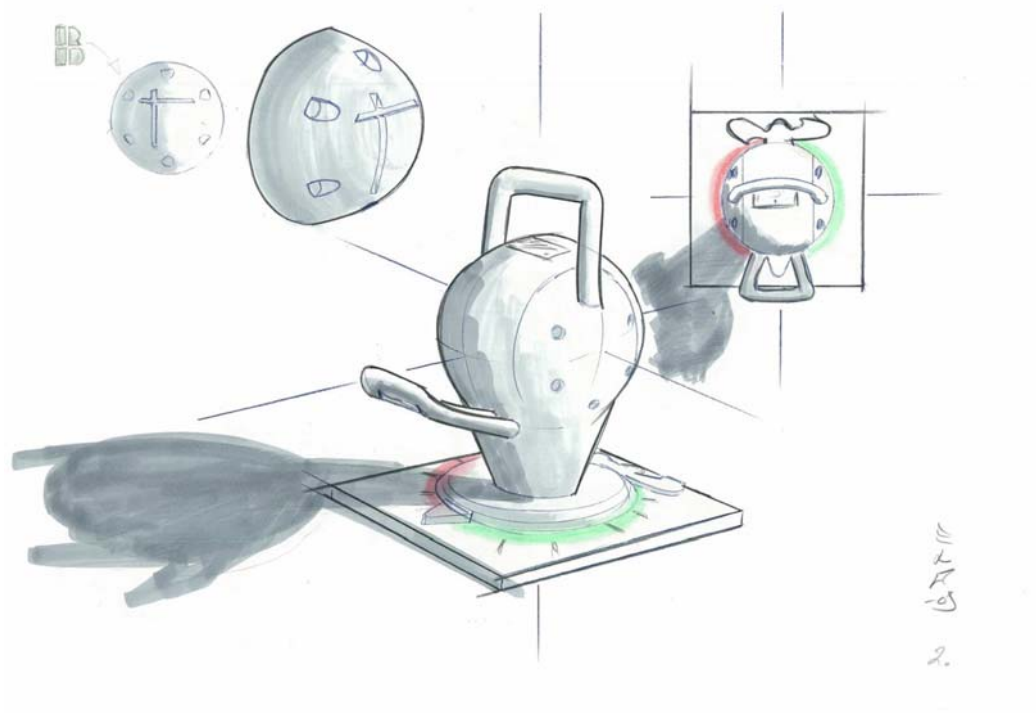
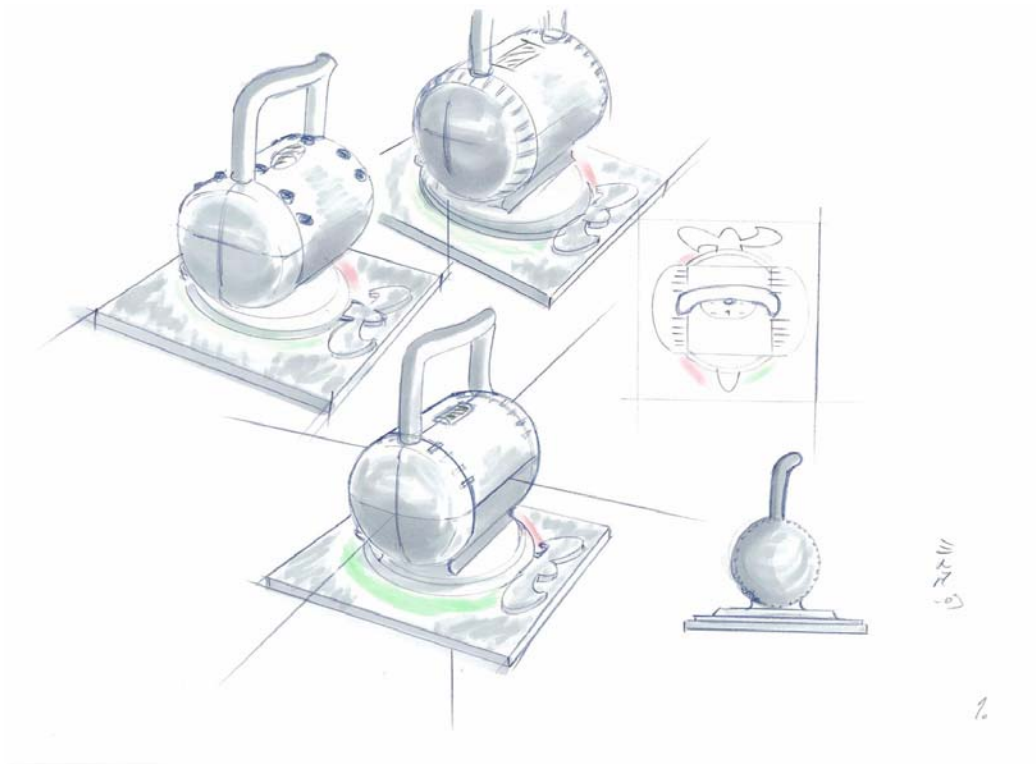
RCS	Remote Control System – Etäohjausjärjestelmä, jonka osa kahva on
[rpm]	Revolutions per minute – kierrosnopeuden mittayksikkö
RSCU	Rotatio and Speed Control Unit – Azimuth-kahva / Azimuth-lever (eng.)
STBD	STarBoarD (styyrpuuri) – Aluksen kulkusuuntaan nähden perästä katsoen oikea puoli
Trigonometrinen	Kulman funktio
Tilleri	Ruorikulmaohjain (eng. tiller = ruorin kampi)
[V]	Voltti – jännitteen yksikkö
WH	Komentosilta – Wheel House - Bridge

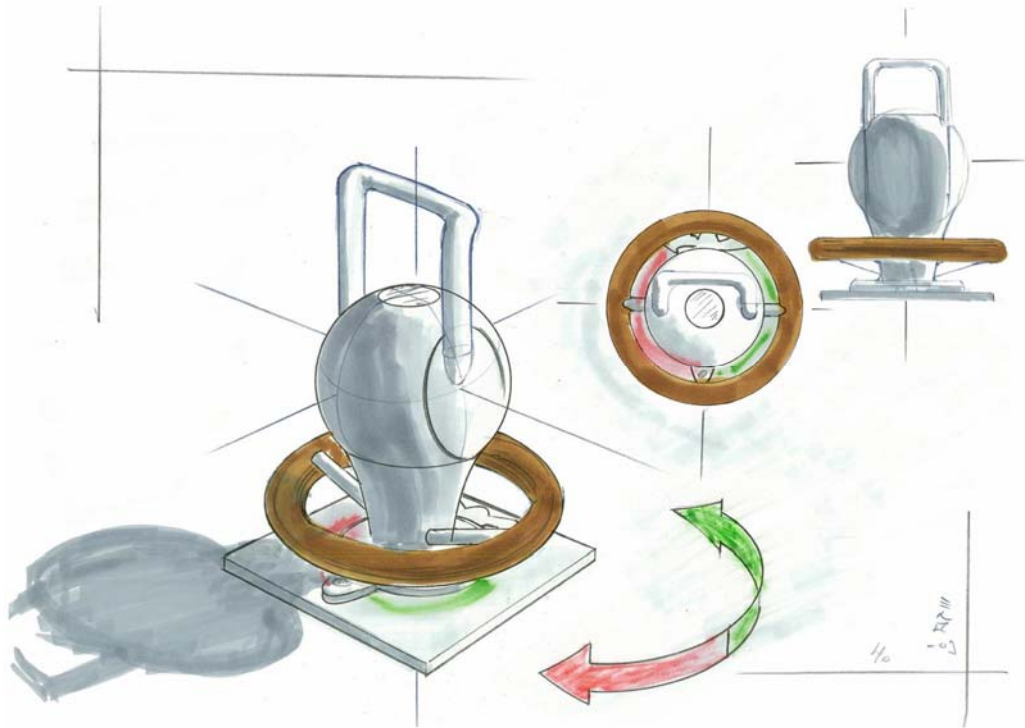
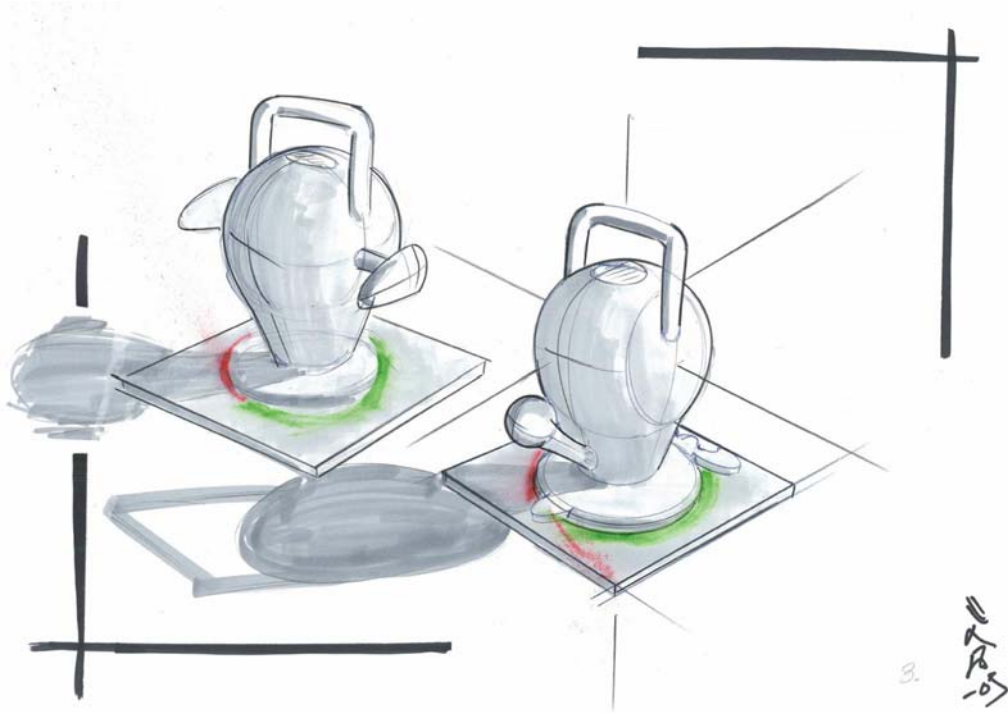


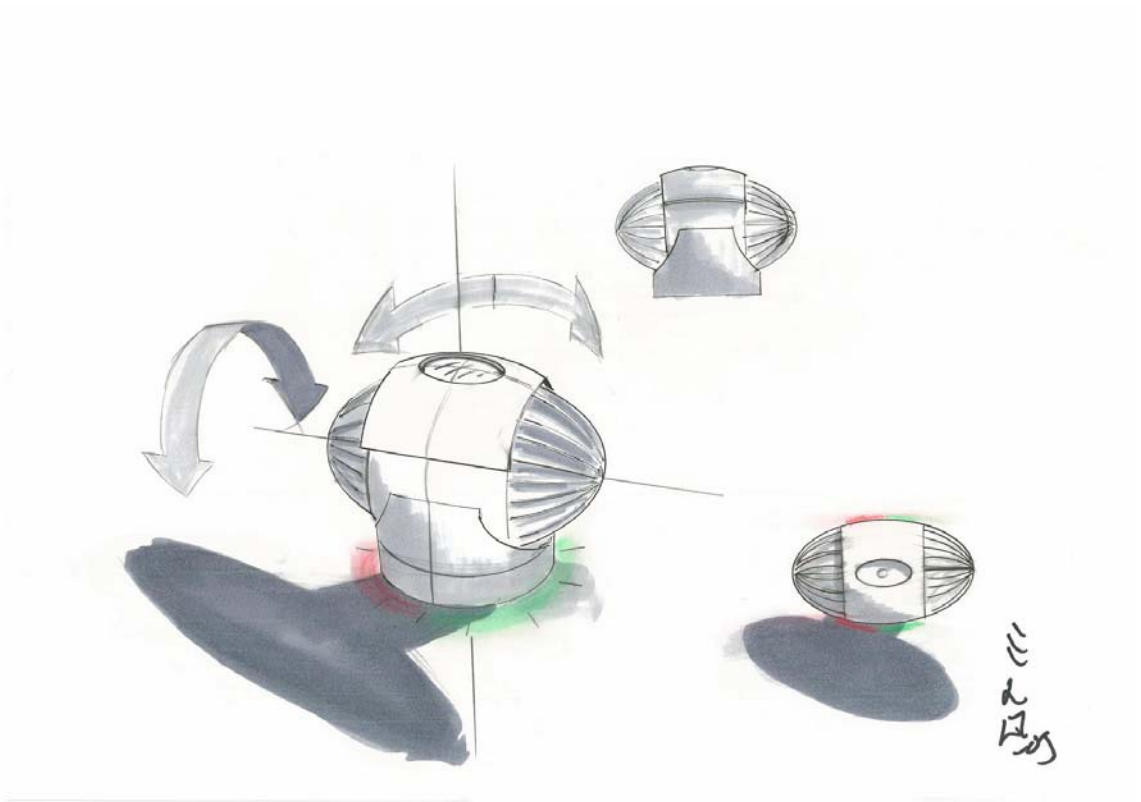
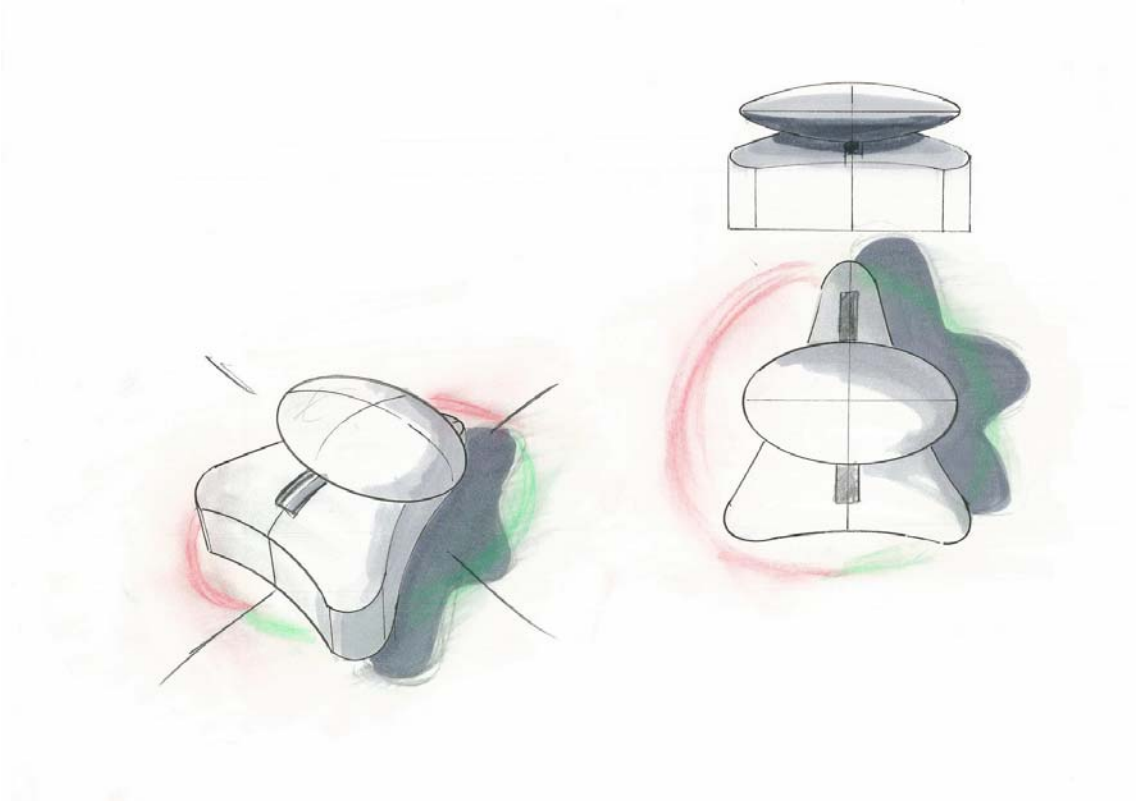


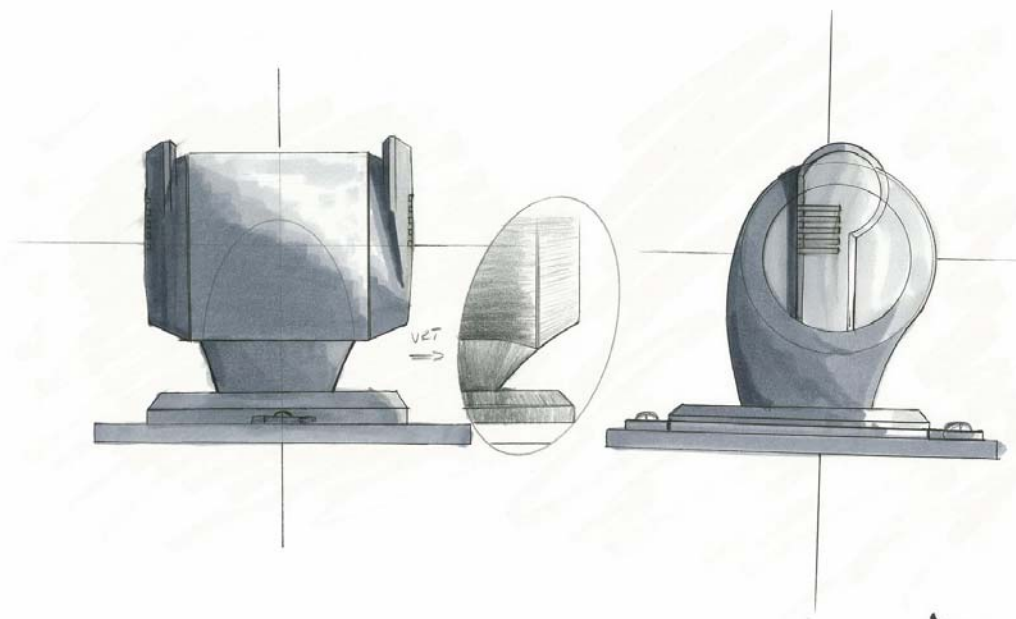
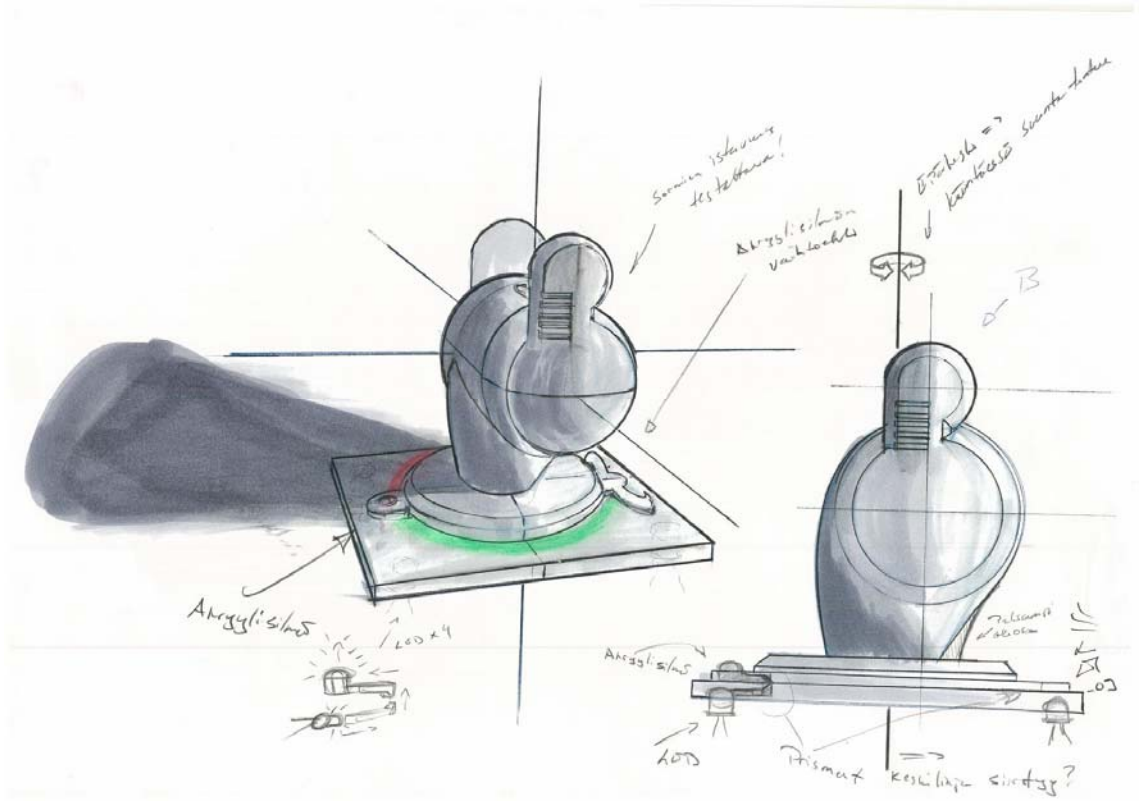








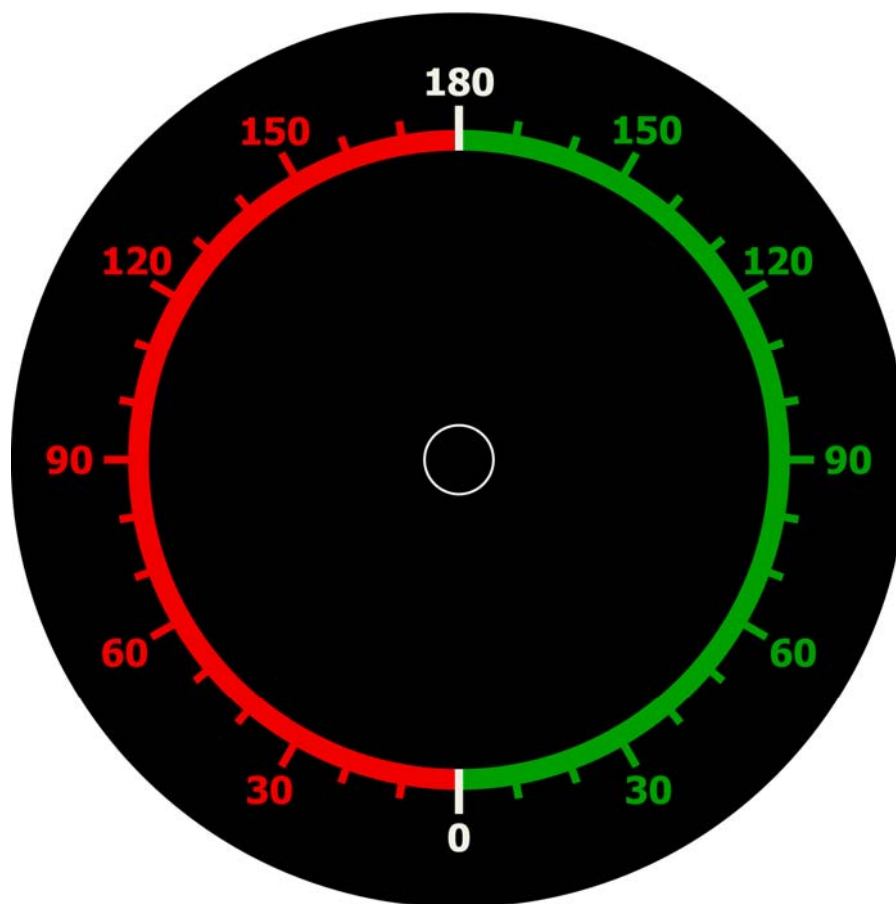








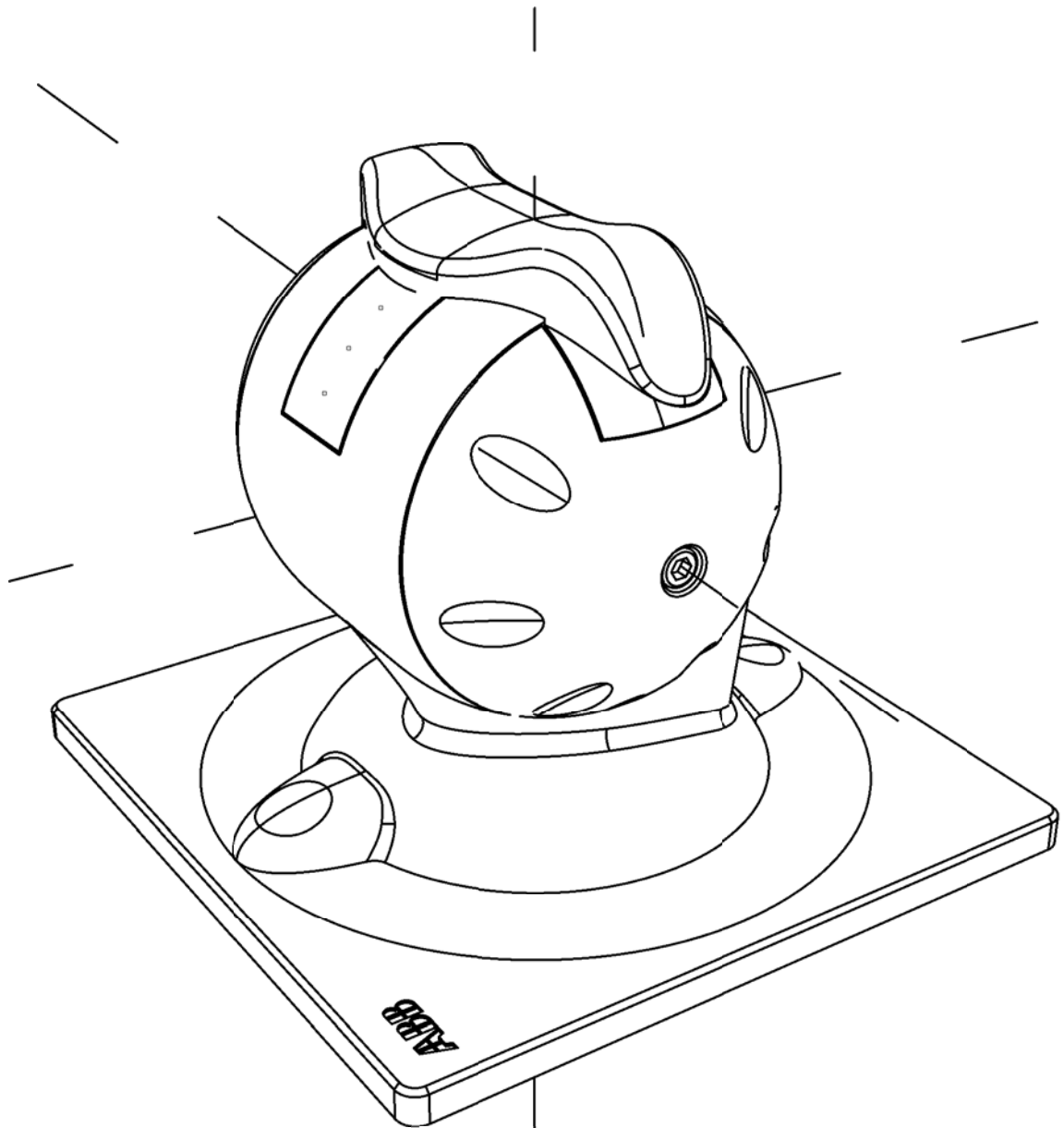
10/10/05



Asteikot



	R = 0 G = 160 B = 0
	R = 240 G = 0 B = 0
	R = 255 G = 70 B = 0
	R = 240 G = 240 B = 230

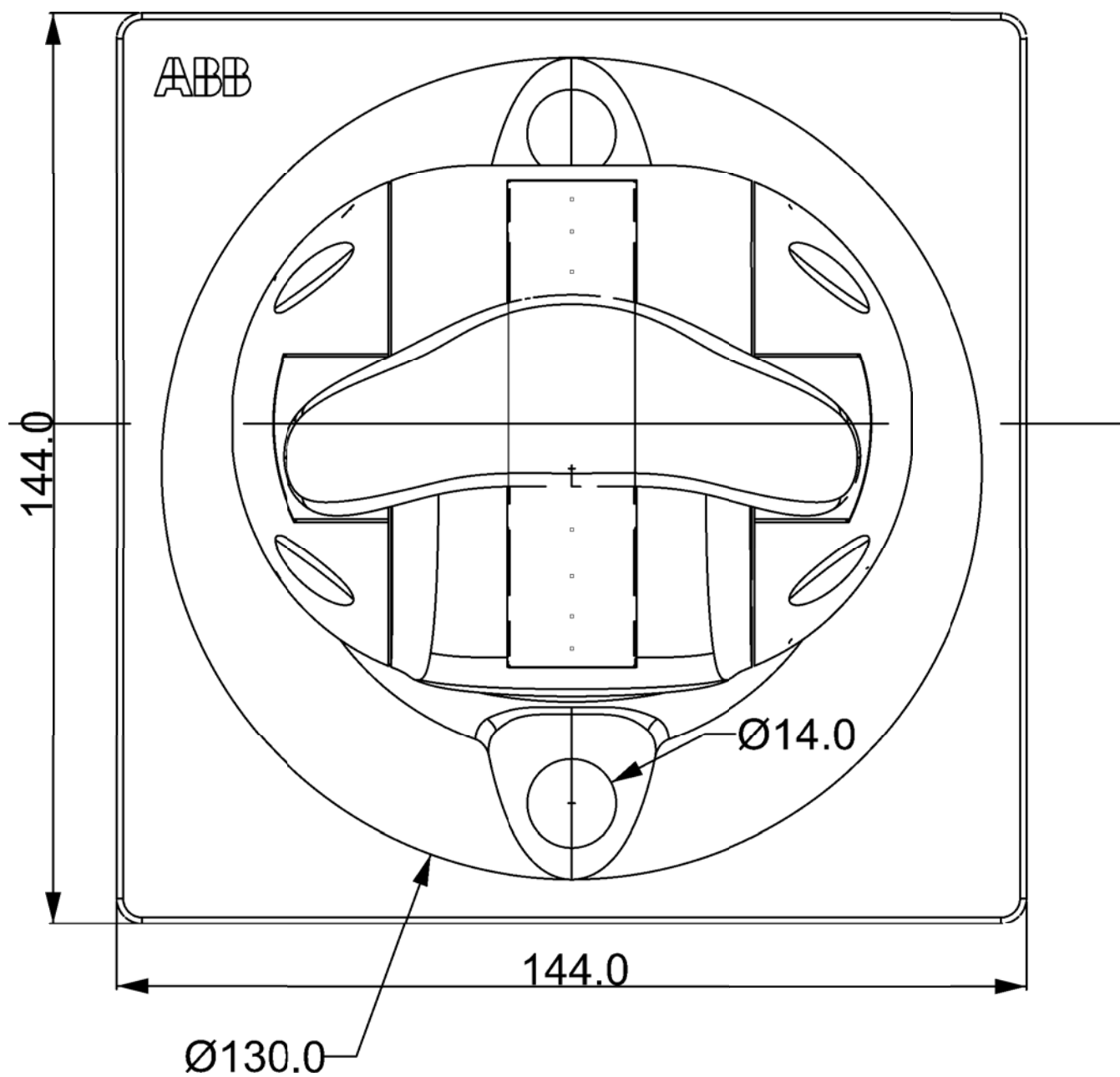


Materiaalit:

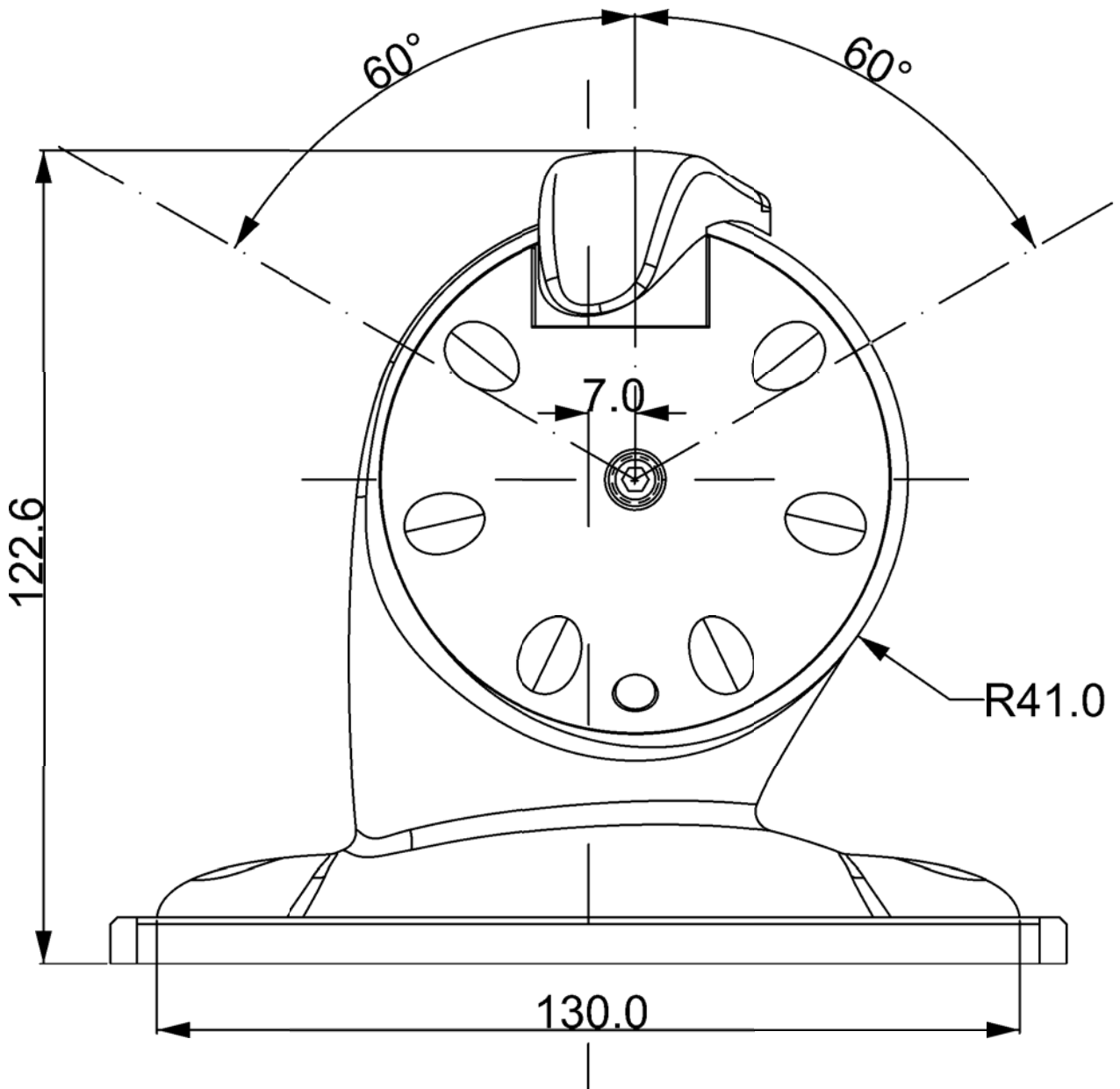
Runko: Mustaksi eloksoitu alumiini
 Linssit: Kirkas akryyli,
 osoittimet kaiverrettu ja maalattu (musta)
 Asteikot: Akryyli, tekstit silkkipainettu
 Asteikot valaistaan kahvan sisältä

Logo: Kaiverrettu
 valkea teksti mustalla pohjalla

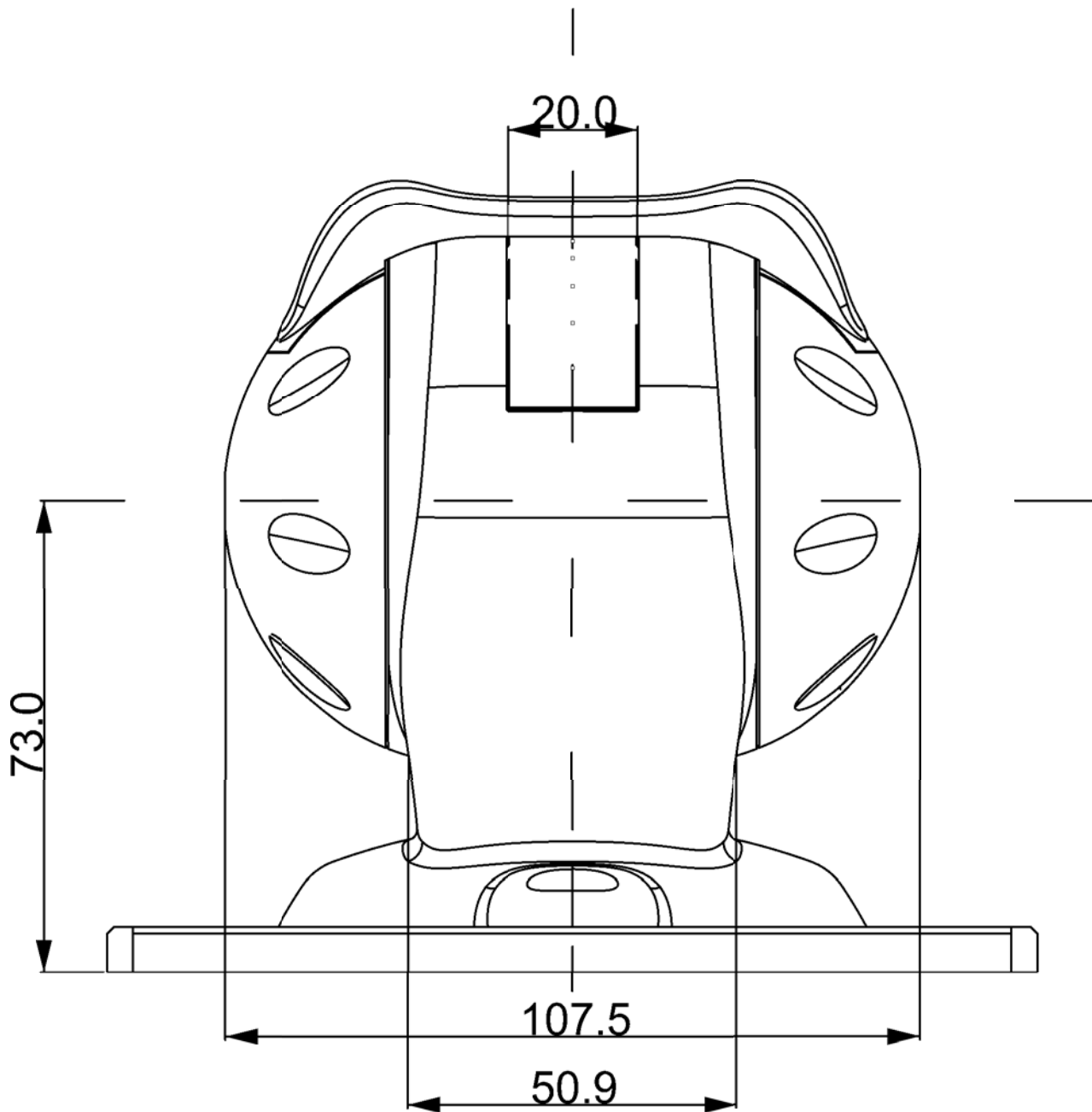
PROJEKTI	SISÄLTÖ	MITTAKAAVA
Azimuth-kahva	Mittakuva "Perspective"	1:1
PIIRT. 23.04.2009 Teemu Jehkonen		REVISIO A



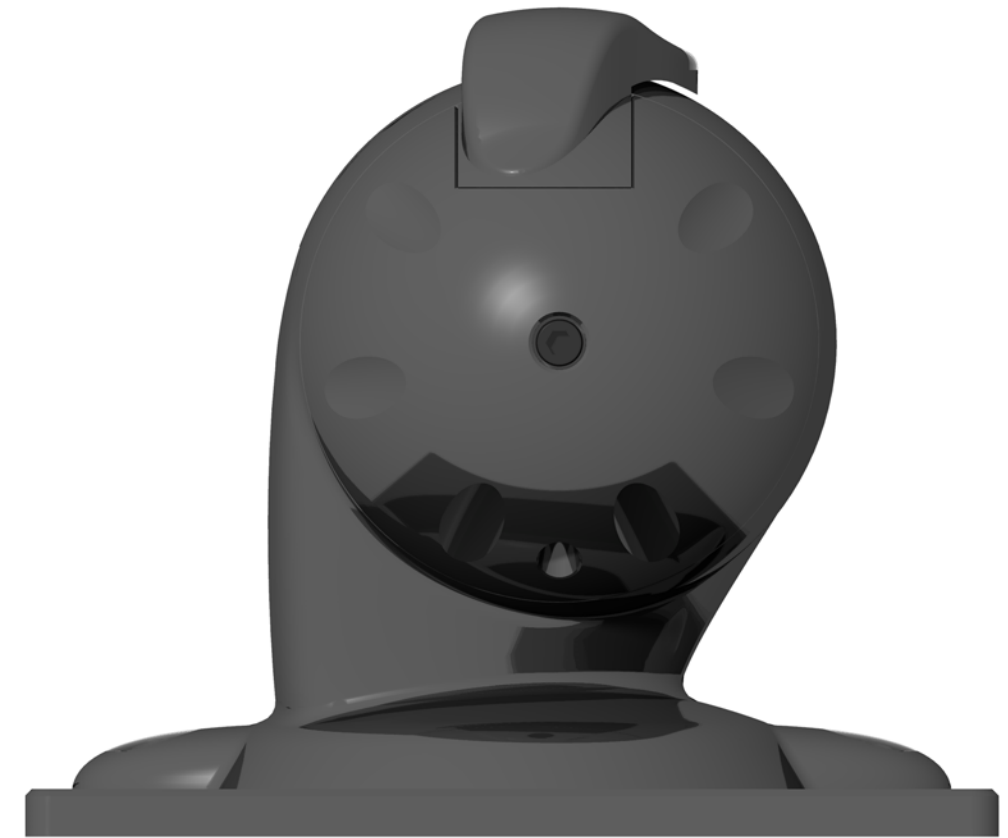
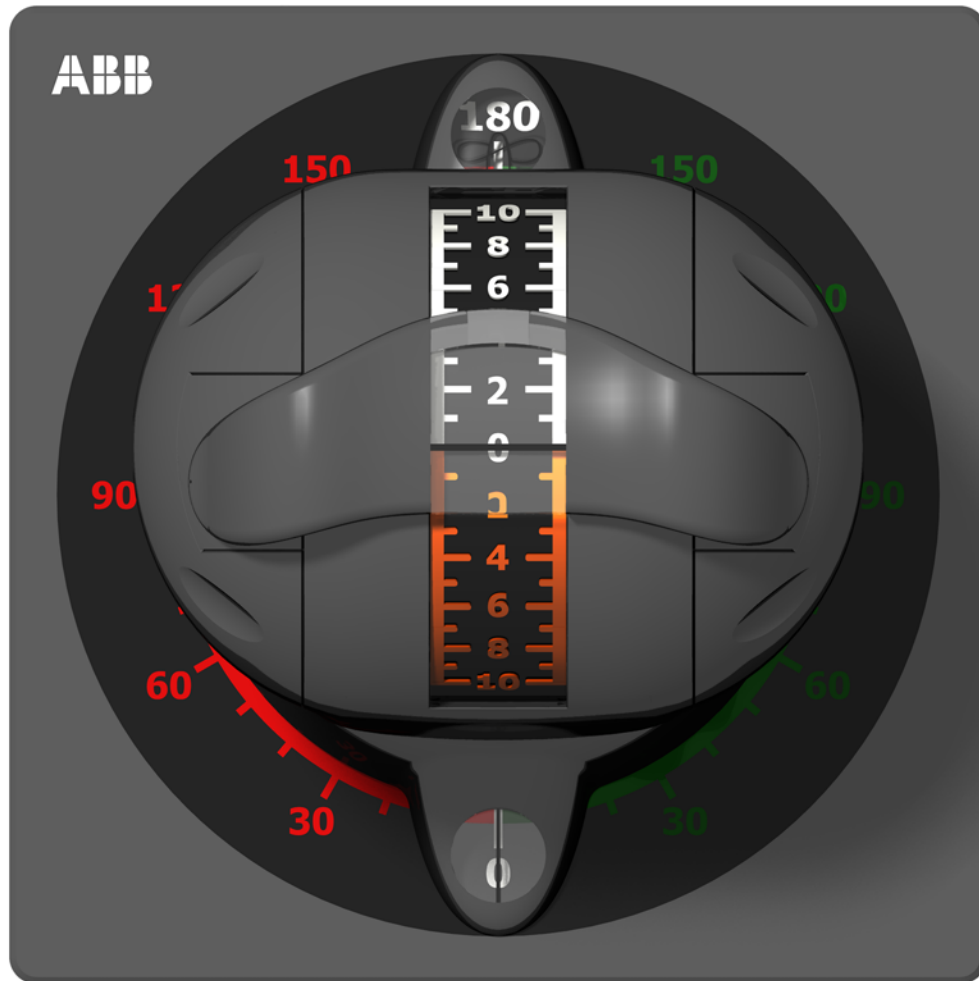
PROJEKTI	SISÄLTÖ	MITTAKAAVA
Azimuth-kahva	Mittakuva "Top"	1:1
PIIRT. 23.04.2009 Teemu Jehkonen		REVISIO
		A

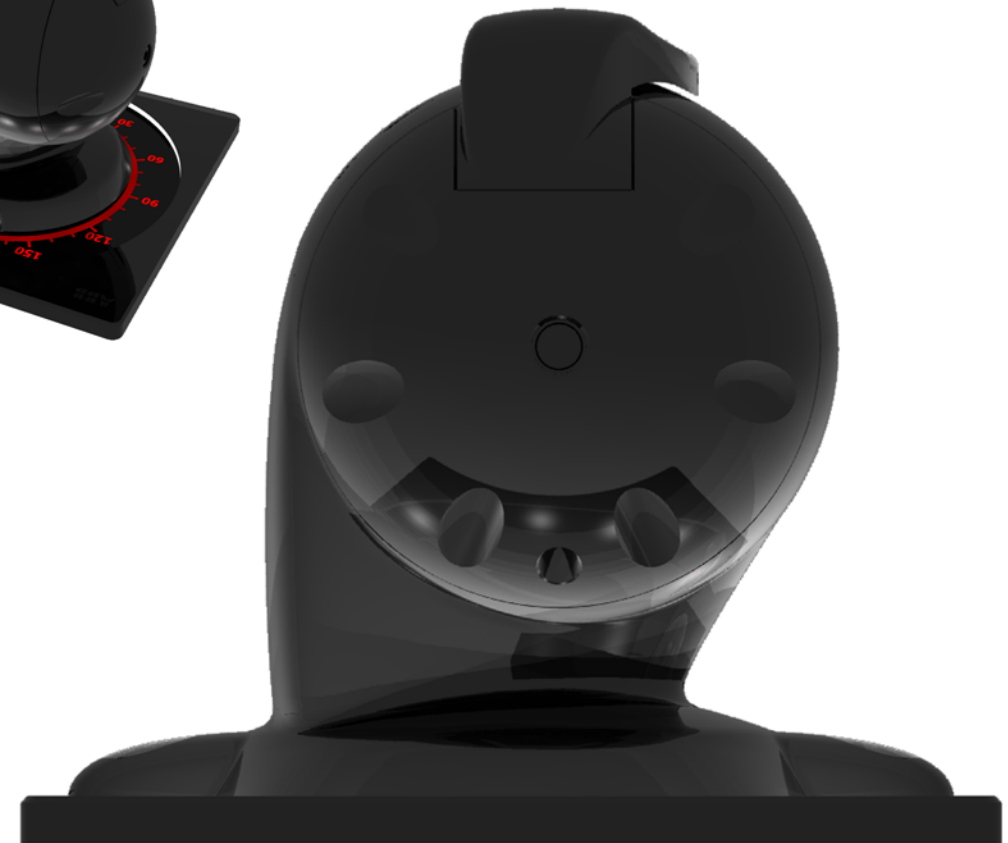
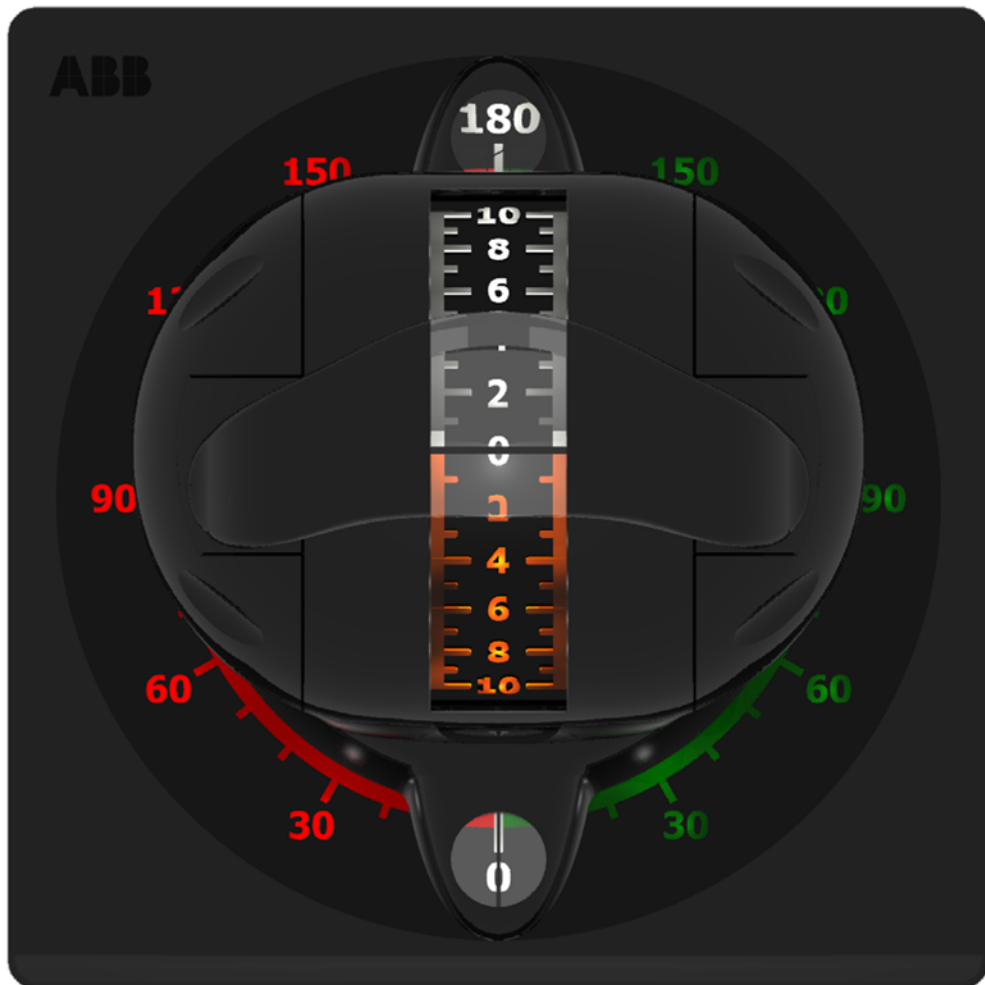


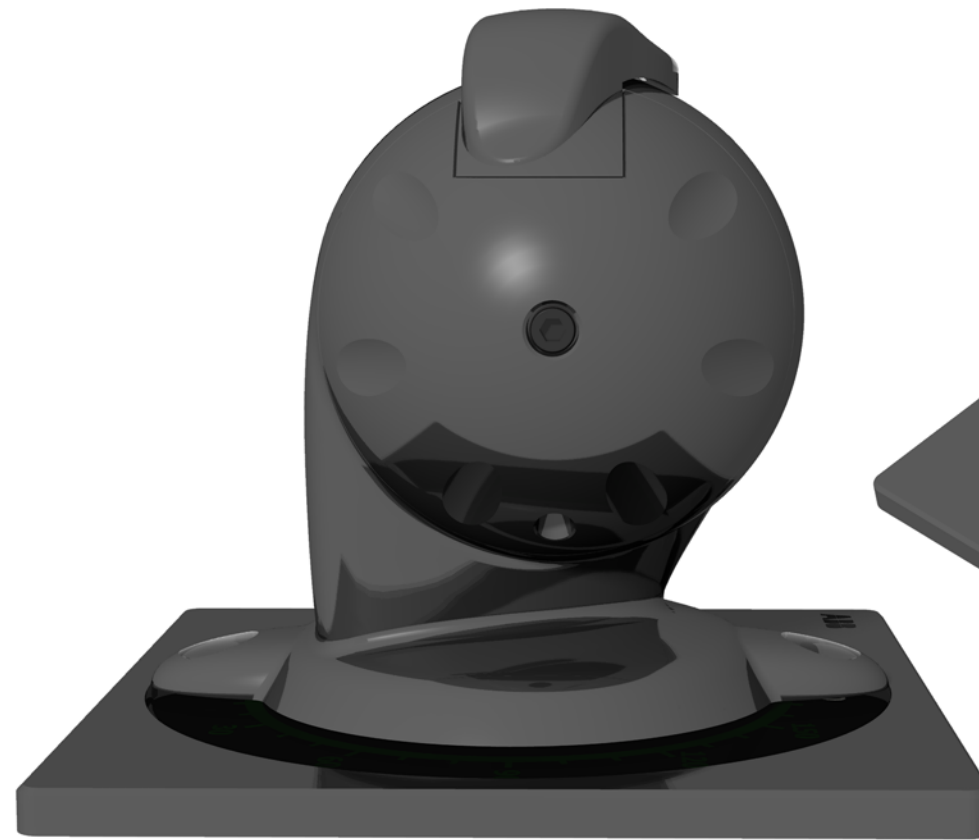
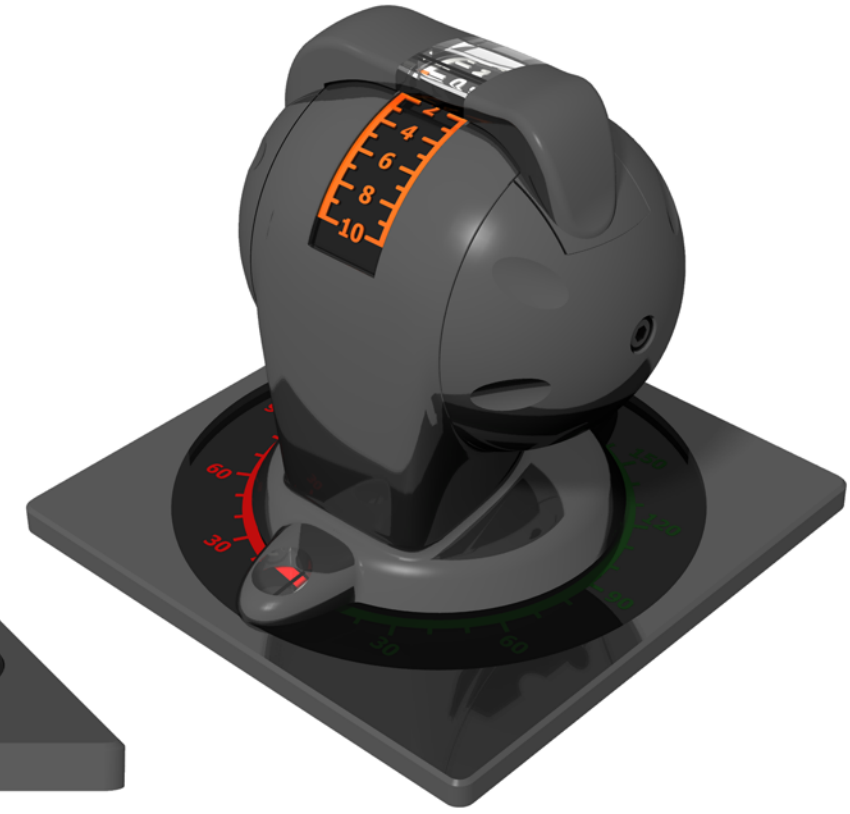
PROJEKTI	SISÄLTÖ	MITTAKAAVA
Azimuth-kahva	Mittakuva "Right"	1:1
PIIRT. 23.04.2009 Teemu Jehkonen		REVISIO
		A



PROJEKTI Azimuth-kahva	SISÄLTÖ Mittakuva "Back"	MITTAKAAVA 1:1
PIIRT. 23.04.2009 Teemu Jehkonen		REVISIO A





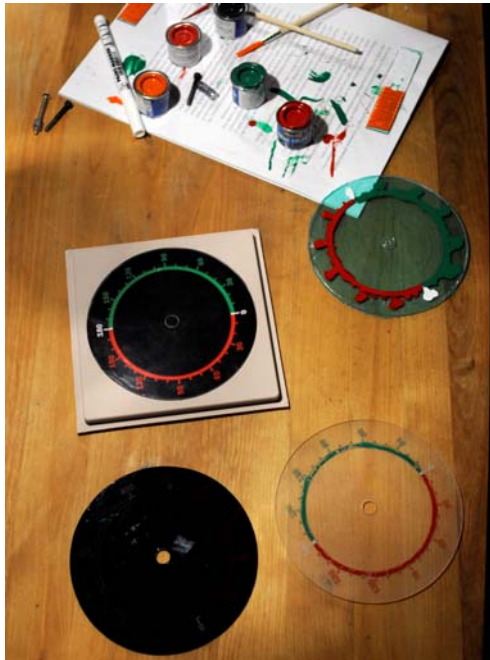




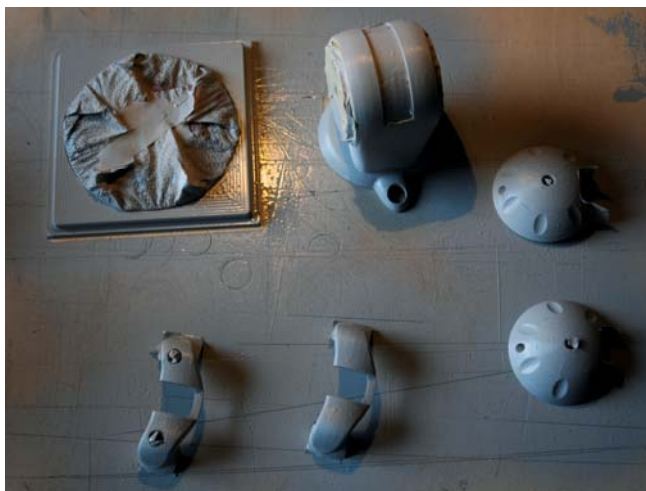


Valmistusaika:

- 3D-tulostus + jyrsintä noin 18 h
- Akryyliosien työstö + maalaus noin 20 h
- Kittaush ja hionta noin 5 h
- Maalaus ja kokoonpano noin 3 h.



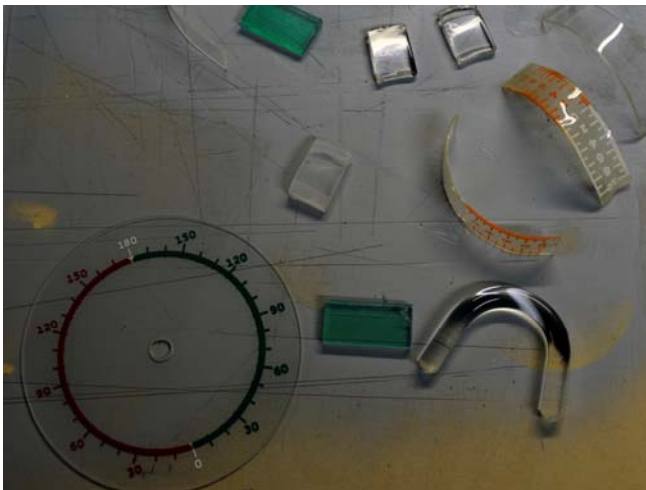
1. Asteikoiden maalaus.



2. 3D-tulostutettujen ja jyrsittyjen mallien hionta sekä ruiskukittaus.



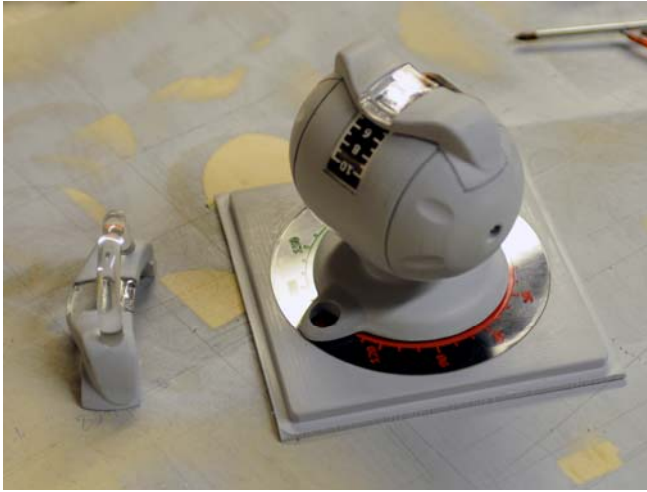
3. Akryliosien muotoilu.



4. Valmiit akryliosat.



5. Osien sovitus.



6. Maalaus.



7. Valmis mock-up.