

TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN TOIMIALA

Kone- ja Tuotantotekniikka

Koneensuunnittelu

INSINÖÖRITYÖ

SISÄPERÄMOOTTORIVENEEN VARAOHJAUSJÄRJESTELMÄN TUOTEKEHITYS

**Työn tekijä: Patrick Tampik
Työn valvoja: Jyrki Kullaa
Työn ohjaaja: Jari Rovio**

Työ hyväksytty: 7.5. 2007

**Jyrki Kullaa
Yliopettaja**



ALKULAUSE

Tämä insinöörityö tehtiin veneilyturvallisuuden kehittämisen puolesta. Haluan kiittää ohjaajaani Jari Roviota työn avustamisesta.

Helsingissä 3.5.2007

Patrick Tampik

INSINÖÖRITYÖN TIIVISTELMÄ

Tekijä: Patrick Tampik	
Työn nimi: Sisäperämoottoriveneen varaohjausjärjestelmä	
Päivämäärä: 03.05.2007	Sivumäärä: 41 s. + 3 liitettä
Koulutusohjelma: Kone- ja tuotantotekniikka	Suuntautumisvaihtoehto: Tuote-suunnittelu
Työn valvoja: Yliopettaja Jyrki Kullaa	
Työn ohjaaja: Jari Rovio	
<p>Tämä insinöörityö tehtiin mielenkiinnosta veneilyturvallisuuden kehittämistä kohtaan sekä kokeiluksi, onko helppokäyttöisen sekä yksinkertaisen varaohjausjärjestelmän toteutus mahdollista työn pohjana käytettyä venettä varten.</p> <p>Teoriaosuudessa käydään läpi erilaiset veneen runkomallit sekä niiden käyttämät voimanlähteet. Tarkoituksena on selvittää, mitä eroa erilaisilla moottoriratkaisuilla on ja minkälaisissa veneissä niitä käytetään. Kyseessä on sisäperämoottoriveneeseen tehtävä työ, minkä vuoksi kyseiseen venetyyppiin perehdytään tarkemmin. Työssä käydään myös läpi veneissä käytetyt ohjausjärjestelmät sekä niiden erot.</p> <p>Suunnittelutyö alkoi määrittämällä vaatimukset sekä tavoitteet varaohjausjärjestelmälle sekä varaohjauslaitteelle. Tämän jälkeen mallinnettiin Catia 3D -ohjelmalla vaatimusten pohjalta syntynyt varaohjauslaite. Piirustuksista tehtiin malli, jonka muokatusta versiosta valmistutin varsinaisen varaohjauslaitteen. Varaohjauslaite on osa, joka sopii suurimpaan osaan sisäperämoottoriveneistä. Se muodostaa myös koko varaohjausjärjestelmän perustan, joten suunnittelutyö tehtiin sen ehdoilla. Varaohjauslaitteen valmistamisen jälkeen suunniteltiin ja toteutettiin sen ympärille varaohjausjärjestelmä. Varaohjausjärjestelmä perustuu veneessä olevien köysien hyväksikäyttöön veneen ohjauksessa.</p> <p>Varaohjausjärjestelmä testattiin käytännössä ja se osoittautui toimivaksi kokonaisuudeksi.</p> <p>Jatkokehitysosiossa pohditaan säädettävän sekä lukitustapilla varustetun varaohjauslaitteen etuja ja haittoja työssä tehtyyn osaan verrattuna. Pohdittavana oli mahdollisten asiakkaiden kiinnostus tuotetta kohtaan.</p>	
Avainsanat: Moottorivene, vetolaite, sisäperämoottori, varaohjauslaite	

ABSTRACT

Name: Patrick Tampik	
Title: Reserve steering system for stern drive boat	
Date: 03.05.2007	Number of pages: 41 + 3 appendix
Department: Mechanical and Production Engineering Study Programme: Product Desing	
Instructor: Jyrki Kullaa, Dr. Tech. Supervisor: Jari Rovio	
<p>The purpose of this graduate study was to desing and develop a reserve steering system for a Bayliner 2455 stern drive boat. A reserve steering system is a devise that allows the boat to be steered back to shore in case the primaly steering system is out of function.</p> <p>There are currently no reserve steering systems for stern drive boats on the market.</p> <p>The study is based on first defining the requirements and goals for the reserve steering system, i.e. quick mounting, reliability and practicality. Then a model of the actual reserve steering device was created. Finally the whole reserve steering system was developed. The design of the steering device was created by using a 3D CAD program.</p> <p>The reserve steering system was tested in authentic conditions and it proved to be an effective entity.</p> <p>Finally the reserve steering device was developed so that it would fit any stern drive system on the market. Also a locking mechanism was developed for the final construction.</p>	
Keywords: stern drive, motor boat, inboard motor, reserve steering device	

SISÄLLYS

ALKULAUSE

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO	1
2	MOOTTORIVENETYYPIT	2
	2.1. Uppoumarunkoinen vene	3
	2.2. Liukuva vene	5
3	SISÄPERÄMOOTTORI	6
	3.1. Vetolaite	9
	3.2. Ohjaaminen	10
	3.4.1. Vaijeriohjaus	10
	3.4.2. Hydrauliohjaus	11
	3.4.3. Tehostettu ohjaus	11
4	TUOTEKEHITYSTOIMINTA	12

5	VARAOHJAUSLAITTEEN TUOTEKEHITYS	14
5.1.	Varaohjausjärjestelmälle asetetut vaatimukset ja tavoitteet	15
5.2.	Varaohjausjärjestelmän luonnostelu	18
5.3.	Varaohjausjärjestelmän toimintojen määrittäminen	19
5.3.1	Ketjun sekä peräsimen avulla toimiva varaohjausjärjestelmä	20
5.3.2	Sähköinen varaohjausjärjestelmä	22
5.3.3	Köydellä toimiva varaohjausjärjestelmä	24
5.3.4	Vivuston avulla toimiva varaohjausjärjestelmä	26
5.4.	Kehittäminen	27
5.5.	Prototyypin testaaminen	31
5.6.	Varaohjauslaitteen jatkokehittäminen	36
5.6.1	Kaksiosainen säädettävä kotelo	37
5.6.2	Lukitustapilla varustettu kotelo	38
6	YHTEENVETO	40
	LÄHTEET	41
LIITE	Varaohjauslaitteen työkuvat	

1 JOHDANTO

Tämän insinööriyön tavoitteena oli suunnitella ja kehittää sekä valmistaa varaohjauslaite sekä varaohjausjärjestelmä sisäperämoottorilla ja vetolaitteella varustettuun veneeseen. Ajatus työhön syntyi siitä, että kyseessä on veneilyturvallisuutta lisäävä katsastusvaruste, jota ei voida vaatia katsastuksessa, koska tuotteita ei ole markkinoilla. Kyseessä on siis toimiva prototyyppi, jonka pohjalta voi muokata markkinoitavan laitteen kaikkiin sisämoottoriveneisiin.

Varaohjauslaite on käytännössä väline, jolla vene voidaan hätätapauksessa ohjata rantaan varsinaisen ohjausjärjestelmän pettäessä, mutta moottorin vielä toimiessa. Veneissä, joissa on peräsin, asia on toteutettu usein tekemällä peräsinakselinpäästä sopiva jollekin työkalulle esimerkiksi jakoavaimelle tai valmistamalla siihen oma varsi (sisämoottoriveneet).

Veneissä, joissa käytetään vetolaitetta, ei ole erillistä peräsintä vaan ohjaus toteutetaan vetolaitteen avulla. Ohjauksen rikkoutuessa potkurin aiheuttama voima kääntää vetolaitteen ääriasentoon ja vene jää pyörimään ympyrää. Työ suunniteltiin ja toteutettiin Bayliner 2455 Sunbridge -moottoriveneelle vuosimallia 1989, joten parhaiten se toimii kyseisissä malleissa.

Aloitin projektin keväällä 2006 tutkimalla eri vaihtoehtoja laitteen toteuttamiseksi. Lähtökohtana oli yksinkertaisuus. Laitteen piti olla helppo ja nopea toimittaa käyttökuntoon jopa vaikeissa olosuhteissa. Asetettujen vaatimusten ja tavoitteiden perusteella päädyin lopulta ratkaisuun, joka käyttää hyväksi veneen sekä vetolaitteen ulkomuotoja. Käytin hyväksi veneessä olevaa uimatasoa ja kaiteita, jotka ovat yleisiä myös muissa saman mallin veneissä. Mitoitukset ja mallinnukset tein käyttäen tietokoneavusteista suunnittelua (CATIA 3D-CAD). Itse ohjauslaitteen valmisti piirustuksieni perusteella työni ohjaaja Jari Rovio.

Kyseessä ei ole eri moottorityyppien korjausopas eikä veneenhoitoon tai -huoltoon liittyvä työ. Tässä työssä pääpaino on tuotekehityksellä. Moottoriveneisiin liittyviä perusasioita käydään läpi, jotta lukija ymmärtäisi mistä on kysymys muun muassa eri moottoriratkaisuiden ja venetyyppien kohdalla. Tärkeää on mielestäni myös, että lukija ymmärtää miksi olen päätenyt lopullisessa varaohjausjärjestelmässä käytettyihin ratkaisuihin.

Työssä etsittiin ratkaisuja tuotekehitystoiminnan työvaiheiden kautta. Tällä tavoin saatiin etsittyä mahdollisimman monia varaohjausjärjestelmä ratkaisuja sekä karsittua ne ratkaisut, jotka eivät olleet toteuttamiskelpoisia. Lopuksi valittua varaohjausjärjestelmä prototyyppiä jatkokehitettiin markkinoille sopivaksi tuotteeksi.

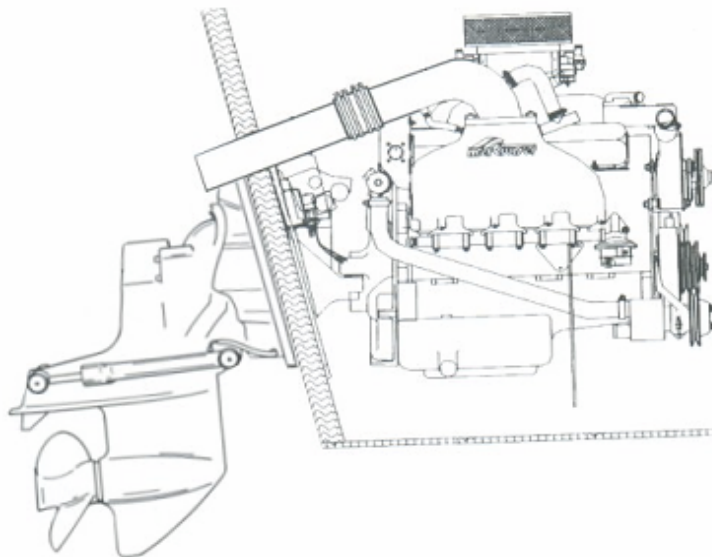
Kirjallisuuden sekä muun tiedon löytäminen osoittautui vaikeaksi. Suomenkielistä tietoutta ei juuri vetolaitteista löytynyt. Veneistä löytynyt tieto oli erittäin yksinkertaista. Lähinnä teoksissa kerrottiin veneilystä yleisesti. Työn teoriaosuudet perustuvat suurimmaksi osaksi englanninkielisiin korjausoppaisiin sekä henkilöhaastatteluihin.

2 MOOTTORIVENETYYPIT

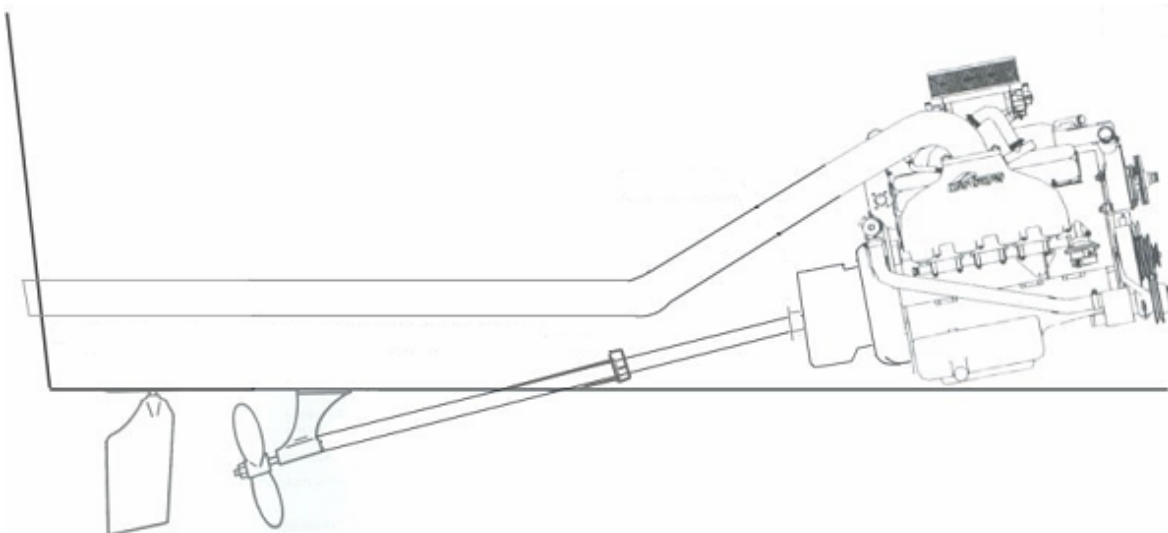
Moottoriveneet voidaan karkeasti jakaa uppoumarunkoisiin veneisiin ja liukuviin veneisiin. Moottoriveneiden koot vaihtelevat paljon, pienimmistä, noin kylpyammeenkokoisista pieniin laivoihin. Pienissä ja keskisuurissa veneissä käytetään usein kuvan 1 kaltaista perämoottoria, joka kiinnitetään ruuvipuristimilla veneen laitaan. Osassa keskisuurista ja suurista veneistä käytetään sisäperämoottoria. Sisäperämoottorilla varustetuissa veneissä moottori sijaitsee veneen takaosassa rungon sisällä ja välittää voiman erilliselle vetolaitteelle, joka sijaitsee veneen rungon ulkopuolella (Kuva 2). Tämä ratkaisu on tyypillinen juuri amerikkalaisvalmisteisille veneille. Kolmas moottoriveneityyppi käyttää voimanlähteenä sisämoottoria. Itse moottori voi olla samanlainen kuin sisäperämoottoriveneissä, mutta sisämoottoriveneissä ei käytetä vetolaitetta moottorin sijoituksen takia, vaan voima välitetään vetoakselin kautta potkurille kuten kuvassa 3. Näissä veneissä käytetään myös erillistä peräsintä /1, s. 7/.



Kuva 1. Perämoottori /2/.



Kuva 2. Sisäperämoottori ja vetolaitte /3/.



Kuva 3. Eräs sisämoottoriratkaisu /3/.

2.1 Uppoumarunkoinen vene

Uppoumarunkoinen vene kelluu joka hetki samalla syvyydellä. Se painuu veteen niin syväälle, että vesi kannattaa veneen ja sen kuorman. Kellumissyvyyden määrää ainoastaan veneen paino. Veden kantovoima ja veneen kellumissyvyys eivät muutu veneen liikkeelle lähtiessä, siten sen kannattelemiseen vedessä ei kulu lainkaan moottorin tehoa. Uppoumaveneet ovat pääsääntöisesti hitaasti liikkuvia veneitä. Jos nopeutta halutaan, lisää kasvaa tehontarve erittäin jyrkästi. Pieneen nopeuteen tyytyvä veneilijä valitsee uppoumaveneen sen taloudellisuuden takia. Uppoumavene on tyypillinen sisämoottorivene. /1, s. 7 -8/



Kuva 4. Teräksinen uppoumavene

2.2 Liukuva vene

Seisoessaan paikallaan liukuva vene kelluu vedessä uppoumaveneen tavoin. Se painuu veteen niin syväälle, että vesi kantaa sen painon. Tilanne muuttuu ajon aikana, kun veneen nopeus ylittää sen muodosta ja painosta riippuvan rajan, niin sanotun liukukynnyksen, ja vene nousee liukuun. Liukuun nousu vaatii moottorilta paljon tehoa, mutta liukuun päästyä tehon tarve laskee. Nopeuden lisääminen tämän jälkeen ei vaadi enää merkittävää tehon lisäystä. Liukuvat veneet käyttävät voimanlähteenä perä- tai sisäperämoottoria veneen koosta riippuen (kuvat 5 ja 6). Tavallisin pohjamuoto liukuvissa veneissä on V-pohja. Tämä ratkaisu helpottaa veneen liukuun nousua. Mitä loivempi V-pohja on, sitä pienemmällä teholla vene nousee liukuun. Toisaalta loiva V-pohja huonontaa ajo-ominaisuuksia aallokossa. /1, s. 8; 4 s. 42/



Kuva 5. Perämoottorilla varustettu tuulilasivene



Kuva 6. Keskikokoinen sisäperämoottorivene

3 SISÄPERÄMOOTTORI

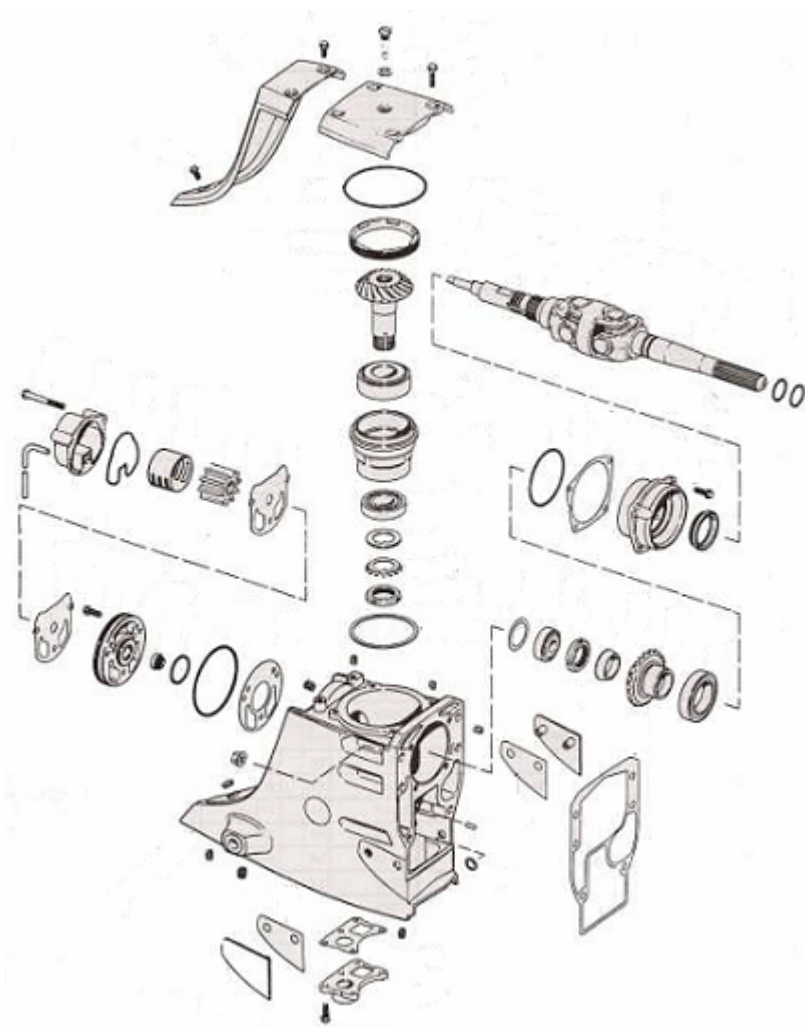
Sisäperämoottori kehitettiin 1950-luvulla antamaan veneisiin enemmän tehoa verrattuna sen aikaisiin perämoottoreihin. 1960-luvun alussa valmistajia oli jo toistakymmentä. Sisäperämoottorilla saadaan aikaan parempi teho/painosuhte moottoria kohden verrattuna perämoottoriin. Sisäperämoottoriratkaisulla saadaan myös veneen takaosa paremmin matkustajien käyttöön verrattuna perämoottoriveneisiin; esimerkiksi veneeseen nousu voidaan toteuttaa perästä. Moottorin aiheuttama ääni saadaan pienemmäksi sijoittamalla kone äänieristettyyn tilaan. Perämoottoriveneissä käytetään moottorikuomua, jolla pyritään laskemaan moottorin synnyttämää voimakasta ääntä.

Sisämoottoriin verrattuna sisäperämoottorin valinta helpottaa veneen suunnittelu- ja rakennustyötä poistamalla potkuriakselin sekä peräsimen vaatimien rakenteiden suunnittelun ja toteutuksen. Lisäksi moottorin sijoittaminen perään jättää mahdollisuuden toteuttaa myös pieniin veneisiin suurissa veneissä käytettyjä ratkaisuja. Käytännöllisyytensä sekä kohtuullisen hintansa takia sisäperämoottoria käytetään useimmissa keskikokoisissa moottoriveneissä. Tästä syystä useita venemalleja valmistetaan ainoastaan sisäperämoottorilla varustettuina.

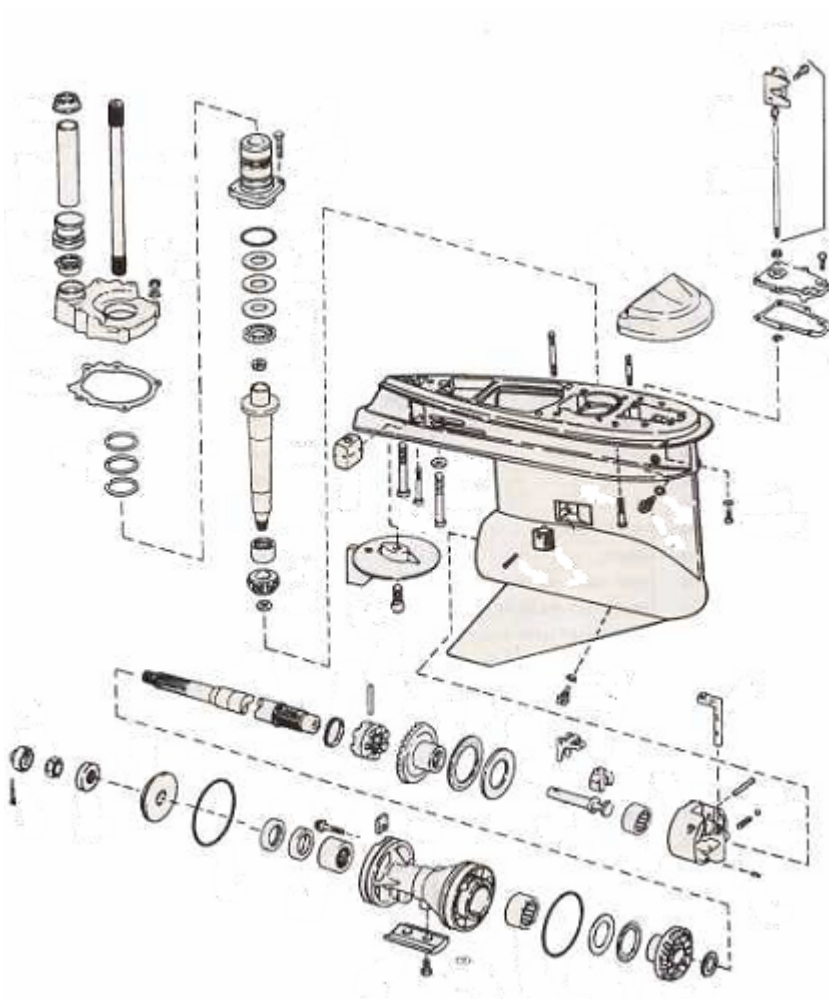
Sisäperämoottorin suurimpia heikkouksia perämoottoriin verrattuna ovat huoltotoimenpiteiden vaativuus sekä moottorijärjestelmän monimutkaisuus. Perämoottorin sijainti veneen laidan ulkopuolella mahdollistaa sen suhteellisen mutkattoman huollon. Sisäperämoottori taas sijaitsee erittäin ahtaassa moottoritilassa veneen rungon sisällä, ja huoltotoimenpiteet on toteutettava moottorin päältä käsin. Joissain tapauksissa moottori on nostettava kokonaan pois moottoritilasta /5/.

3.1 Vetolaite

Vetolaitetta käytetään ainoastaan sisäperämootoria käyttävissä veneissä. Tässä ratkaisussa moottori sijaitsee aivan veneen takalaidan sisäpuolella, kuten luvussa 2 todettiin. Moottori välittää voiman akselin avulla takalaidan läpi vetolaitteelle, joka muistuttaa perämoottorin alaosaa. Vetolaite voidaan jakaa kahteen osaan: ylempi vaihdekotelo sekä alempi vaihdekotelo. Alemmassa vaihdekotelossa sijaitsee eteen -ja taakse -vaihte sekä potkuri, ylemmässä vetolaitteen kallistuksen (trimmi) vaihte. Trimmillä vetolaite saadaan kallistettua ylös vedestä. Tällä toiminnolla vähennetään meriveden syövyttävää vaikutusta aina, kun vene ei ole käytössä. Ylemmässä vaihdekotelossa sijaitsee myös vesipumppu, joka nostaa meriveden moottoriin ja jäähdyttää sitä. Kuvissa 7 ja 8 näkyy selvästi vetolaitteen kokoonpano sekä kyseiset komponentit. Osa moottoreista on niin sanottuja makeavesijäähdytteisiä. Niissä moottorin jäähdytys toteutetaan sisäisen vedenkierron avulla kuten autoissa. Näissä malleissa vesipumppu ei sijaitse vetolaitteessa. Sisäperämootoreina käytetään yleisesti Chevroletin, Fordin sekä Volvon automootoreita, kahta edellä mainittua suurimmassa osassa amerikkalaisvalmisteisia veneitä. Suosituimpia vetolaitemerkkejä ovat Volvon valmistama Penta sekä Mercuryn MerCruiser.



Kuva 7. Ylempi vaihdekotelo /6/.



Kuva 8. Alempi vaihdekotelo /6/.

3.2 Ohjaaminen

Sisäperämoottoriveneissä ei käytetä erillistä peräsintä, vaan veneen ohjaus toteutetaan vetolaitetta kääntämällä kuten perämoottoriveneissä. Ohjausjärjestelmiä on monia, mutta käytännössä ne voidaan jakaa kahteen pääryhmään, vaijeriohjaus sekä hydrauliohjaus.

3.2.1 Vaijeriohjaus

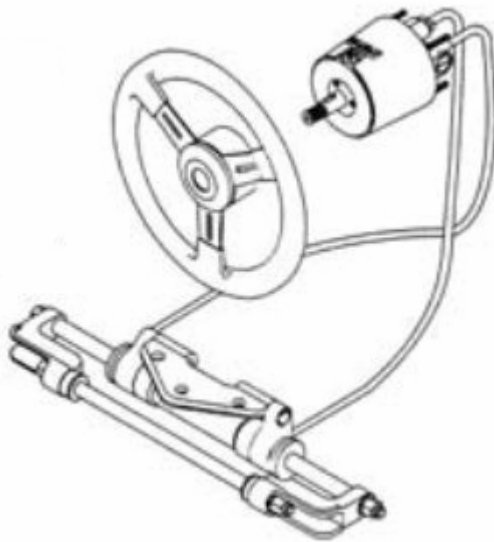
Vaijeriohjaus on erittäin yleinen ohjausmuoto sen yksinkertaisuuden sekä alhaisten rakennuskustannusten johdosta. Vaijeriohjauksessa ohjauspyörään asennetaan vaijerirumpu, jonka avulla vaijeria liikutetaan. Vaijeriohjausratkaisuja on monia, mutta periaate on kaikissa sama. Kuvan 9 ratkaisussa vaijeriin on kiinnitetty hammastettu tanko, joka liikkuu rummun sisällä olevien hammaspyörien avulla kun ohjauspyörää käännetään. Hammaspyörillä saadaan myös aikaan kevyempi ohjaus. Vaijerirummussa sijaitsee myös jarru, jolla vetolaitteen tahaton kääntyminen potkurin aiheuttaman voiman takia saadaan estettyä. Jarrun ansiosta vene pitää kurssinsa ilman, että ohjauspyörästä pidetään kiinni /7, s. 302 -313/.



Kuva 9. Ohjauspyörä ja vaijerirumpu /8/.

3.2.2 *Hydrauliohjaus*

Hydrauliohjauksessa ohjaaminen toteutetaan suljetun hydrauliohjausjärjestelmän avulla. Kuvassa 10 näkyy järjestelmän pääkomponentit. Kojelaudan taakse ohjauspyörään kiinnitetään mekaaninen pumppu, joka toimii ohjauspyörää kääntämällä. Pumppu luo paineen, joka painaa nestettä putken välityksellä sylinterille. Sylinteri sijaitsee veneen perässä moottoritilassa kiinnitettynä vetolaitteessa olevaan vipuun. Pumpulta tuleva paine ohjaa sylinteriä, joka kääntää vetolaitetta. Hydrauliohjausjärjestelmällä ohjauksesta saadaan tasainen, koska vaijerien aiheuttamaa kitkaa ei synny. Hydrauliohjausjärjestelmä on kallis ratkaisu ja siksi suositumpi kalliissa suurissa veneissä.



Kuva 10. Hydrauliohjausjärjestelmä /9/.

3.2.3 *Tehostettu ohjaus*

Ohjausjärjestelmät voidaan toteuttaa myös tehostetusti kuten autoissa. Tällöin erillinen sylinteri hoitaa vetolaitteen kääntämiseen tarvittavan työn. Moottorilta voiman ottava hydraulipumppu luo paineen sylinterille. Sylinteriä ohjataan venttiileillä, joita säädellään ohjauspyörältä lähtevien vaijerien avulla. Tehostettu ohjaus on yleinen ratkaisu monissa sisäperämoottoriveneissä. Hydrauliohjauksessa toimintaperiaate on sama kuin vaijeriohjauksessa, mutta vaijerien sijasta venttiileitä säädellään hydraulinesteen välityksellä.

4 TUOTEKEHITYSTOIMINTA

Tuotekehitys on toimintaa, jonka tavoitteena on kehittää uusi tai parannettu tuote. Tuotekehitys on monivaiheinen prosessi, joka käsittää tuoteidean etsimisen, markkinoiden, kehitysnäkymien ym. Tuotekehityshankkeen käynnistäminen sisältää tarvittavien tietojen selvittämisen, tuotteen luonnostelun, suunnittelun, optimoinnin, työpiirustusten tekemisen, käyttöohjeiden laatimisen sekä tuotantomenetelmien kehittämisen /10, s. 9 -10/.

Tuotekehityksessä pyritään toteuttamaan asetetut tavoitteet niin hyvin kuin teknisesti ja taloudellisesti on mahdollista ja tarkoituksenmukaista. Tuotekehitystoiminnassa tarvitaan luonnontiedon hyvää tuntemusta ja kykyä luovaan käytännön työhön. Se voidaan käsittää risteyksenä, johon kulttuuri ja tekniikka vaikuttavat /10, s. 9 -10/.

Tuotekehityksen työvaiheet

Tuotekehityshanke voidaan jakaa neljään vaiheeseen: käynnistäminen, luonnostelu, kehittäminen ja lopuksi viimeistely /10, s.14/.

Yrityksen menestyksen kannalta hyvin oleellista on oikeiden tuotekehityshankkeiden käynnistäminen. Tästä syystä ennen lopullista tuotekehitysprojektin toteuttamispäätöstä on huolellisesti selvitettävä muun muassa uuden tuotteen kehittämiskustannukset, markkinointinäkyvät sekä saatavat tuotot. Kehitysprojektin käynnistämisen perusedellytyksenä on tuotteen tarve sekä mielikuva sen toteuttamismahdollisuudesta. Tarve ei yksin riitä syyksi, mikäli toteuttamismahdollisuudet puuttuvat. Myönteisessä tapauksessa käynnistymisvaihe päättyy kehityspäätökseen /10, s.14, 17/.

Käynnistämisen jälkeen projekti on luonnosvaiheessa. Luonnosvaihe aloitetaan tehtävän analysoinnilla. Analysoinnissa pohditaan ongelman ydintä ja mahdollisia rajoituksia sekä asetetaan kehitettävälle tuotteelle vaatimukset ja tavoitteet. Analysointi vaiheessa määritetään myös asiakastarpeet, tämän tarkoitus on selvittää asiakkaiden odotukset, vaatimukset ja toiveet kehitettävän tuotteen suhteen. Kun tiedetään, mitä asiakas tarvitsee, on helpompi luoda juuri asiakkaan tarpeita vastaava tuote ja näin saada se todennäköisemmin myydyksi. Vaatimusten ja tavoitteiden ollessa tiedossa, luonnostelu jatkuu ratkaisumahdollisuuksien ideoinnilla. Työ on hyvä aloittaa tehtävän yleistämällä, jotta tuotteen toimintaan ja ratkaisuvaihtoehtoihin kohdistuvista ennakkokäsityksistä päästäisiin irti. Yleistämällä pohditaan ratkaisuvaihtoehtoja hyvin yleisellä tasolla. Tässä vaiheessa pyritään selvittämään tehtävän olennaiset ongelmat sekä kokonaistoiminto. Lopuksi kokonaistoiminto jaetaan osatoiminnoiksi ja näille etsitään ratkaisuja /10, s.15, 21 -23, 30 -31/.

Osatoimintojen parhaita teknis-taloudellisia ratkaisuja yhdistelemällä etsitään kokonaistoiminnolle sopivimpia ratkaisuperiaatteita. Seuraavaksi ratkaisut arvostellaan vaatimus- ja toivelistan kriteerien perusteella. Parhaimpia ratkaisuperiaatteita kehitetään konkreettiseksi luonnoksiksi niin, että niiden teknis-taloudellinen arvostelu on luotettavasti suoritettavissa. Tulokseksi saadaan yksi tai useampi ratkaisuluonnos, joista aika- ja kustannussyistä lopulliseksi tuotteeksi voidaan yleensä kehittää vain yksi. Tästä syystä ratkaisuluonnosten arvostelu on tehtävä huolella parhaimman vaihtoehdon löytämiseksi /10, s.15, 31/.

Tuotteen kehittäminen alkaa mittakaavassa olevan luonnoksen laatimisella valitusta ratkaisusta. Tässä vaiheessa suunnitelmissa yleensä havaitaan teknisesti ja taloudellisesti heikkoja kohtia, joita pyritään poistamaan ideoinnein. Tällä tavoin tuotteesta saadaan yksi tai useampi parannettu mittakaavainen suunnitelma /10, s.15/.

Kun työvaiheet läpikäymällä saadaan asetetut vaatimukset täyttävä konstruktio suunnitelluksi, päättyy kehitysvaihe ja tuloksena on kehitetty konstruktioehdotus. Jos konstruktioehdotus ei täytä vaatimuksia riittävän hyvin, on kehitystyö aloitettava alusta ja valittava lähtökohdaksi uusi ratkaisuluonnos /10, s.15/.

Konstruktion viimeistely suoritetaan projektin viimeisessä vaiheessa. Viimeistelyssä laaditaan työpiirustukset, osaluettelot sekä muun muassa käyttö- ja huolto-ohjeet. Tässä vaiheessa päätetään myös lopullisesti käytettävistä raaka-aineista, valmistustavoista, pintakäsittelystä jne. Halvoista ja sarjavalmistukseen tulevista laitteista sekä tuotteista tehdään prototyyppi ja nollasarja. Kalliista laitteista ei välttämättä ole mahdollista valmistaa prototyyppiä, mutta tehtyjen ratkaisuiden oikeellisuuden todentamiseksi tehdään pienoismalleja sekä kriittisimmistä osista täysmittakaavaisia koekappaleita /10, s.17, 96/.

5 VARAOHJAUSLAITTEEN TUOTEKEHITYS

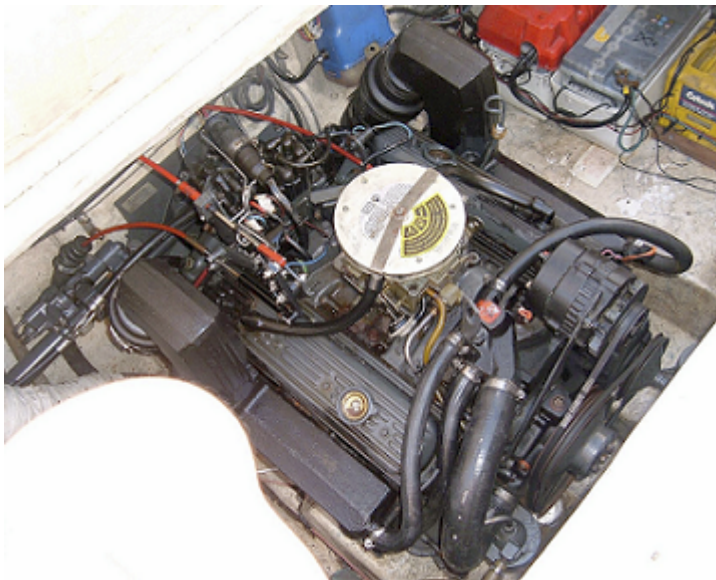
Veneen kokoon tai tyyppiin katsomatta sen ohjaaminen on yksi tärkeimmistä toiminnoista. Ongelmatilanteessa vene on pystyttävä ohjaamaan rantaan. Varaohjauslaitteen avulla vene voidaan ohjata esimerkiksi lähimpään satamaan varsinaisen ohjausjärjestelmän rikkoutuessa. Yleisimmin tämä on toteutettu veneen peräsimeen asennettavan vivun avulla. Varaohjauslaite on nimensä mukaisesti vain ohjauslaite. Se on tarkoitettu korvaamaan väliaikaisesti veneen ohjausjärjestelmä, ei vetojärjestelmää eli moottoria ja vetolaitteistoa. Ilman moottoria varaohjauslaite on moottoriveneessä hyödytön. Perämoottori- sekä sisäperämoottoriveneissä varaohjauslaitteita ei ole juurikaan käytössä moottoriratkaisujen takia.

Varaohjauslaite kuuluu osana katsastusvarusteisiin muiden veneilyturvallisuutta parantavien välineiden kanssa, mutta koska tuotteita ei ole markkinoilla katsastus hyväksytään ilman tätä laitetta. Veneen katsastaminen alentaa vakuutusmaksuja, mutta ei ole pakollinen. Varaohjauslaite on väline, jolla korvataan varsinainen rikkoutunut ohjausjärjestelmä. Ajatus suunnitella ja valmistaa varaohjauslaite kyseessä olevaan veneeseen syntyi ohjaajani Jari Rovion toimesta. Luvussa 3 käytiin läpi sisäperämoottoriveneen ohjausjärjestelmät ja niiden periaatteet. Luvussa 5 keskitytään Bayliner 2455 -Sunbridge moottoriveneeseen suunnittelemaani varaohjauslaitteeseen ja syihin, miksi valintoihin päädyttiin.

5.1 Varaohjausjärjestelmälle asetetut vaatimukset ja tavoitteet

Varaohjausjärjestelmän tulisi olla riippumaton veneen varsinaisesta ohjausjärjestelmästä. Tällä tavoin varmistetaan veneen ohjattavuus varsinaisen ohjausjärjestelmän viasta huolimatta. Ensisijaisesti järjestelmä suunnitellaan työn pohjana käytetylle veneelle, mutta on muokattavissa myös muihin sisäperämoottoriveneisiin. Kyseessä on erittäin harvoin käytettävä ja suurta toimintavarmuutta vaativa laite, joten ulkonäölle ei ole annettu suuria vaatimuksia. Tärkeintä on, että järjestelmä toimii kaikissa veneilyolosuhteissa luotettavasti.

Vaatimuksia ja tavoitteita asetettaessa päädyttiin ratkaisuun, jossa vetolaitetta hallitaan sen ulkopuolelta. Moottoritilan, jossa varsinainen vetolaitetta kääntävä järjestelmä sijaitsee, hyväksi käyttäminen ei ole mahdollista, sen ahtauden vuoksi. Lisäksi moottoritilan kansi jää tielle ja estää liikkuvuutta veneen perään. Kojetaulun taakse kiinnitettävä varaohjausjärjestelmä on hyödytön, jos kyseessä on jokin muu kuin ohjauspyörän rikkoutuminen; esimerkiksi ohjausvaijerin katkeaminen. Ohjaustehostimen rikkoutuessa venettä voidaan ohjata normaalisti, mutta se on raskaampaa kuten autoissa. Kuvassa 11 moottoritila, vasemmalla näkyy tehostetun ohjauksen pääsylinteri, joka normaalisti kääntää vetolaitetta.



Kuva 11. Moottori ja moottoritila

Varaohjausjärjestelmä tulee perustua veneessä olevien köysien ja varusteiden käyttöön vetolaitteen hallinnassa. Hallitsematon vetolaite kääntyy potkurin aiheuttaman voiman vuoksi ääriasentoon. Ääriasennossa oleva vetolaite aiheuttaa veneen täydellisen ohjaukkyvyttömyyden. Käyttämällä mahdollisimman paljon hyväksi jo veneessä olevia tarvikkeita, erikseen valmistettavien osien määrä jää pieneksi.

Vaatimuksia asetettaessa oli myös huomioitava, että varaohjausjärjestelmä voi joutua olemaan vaativissa olosuhteissa jopa vuosia ennen käyttöön ottoa. Tilanteessa, jossa sitä joudutaan käyttämään, varaohjausjärjestelmän on oltava toimintakuntoinen. Materiaalit on valittava ottaen huomioon nämä asiat. Varaohjausjärjestelmälle asetetuista vaatimuksista tehtiin taulukko, jonka pohjalta sen toteuttaminen aloitettiin (taulukko 1).

	Vaatus/Ominaisuus	Tavoite
1	Fyysinen koko	Mahtuu pieneen tilaan
2	Kestävä materiaali	Ruostumatongeräs
3	Lyhyt asennus aika	1 – 1,5 min olosuhteista riippumatta
4	Pieni paino	alle kaksi kiloa
5	Valmistustapa	Lopullinen tuote pitkäikäinen
6	Toiminta varmuus	Toimii aina
7	Osien määrä	Pieni
8	Asentaminen	Ilman työkaluja

Taulukko 1. Varaohjausjärjestelmän vaatimukset ja tavoitteet

Käyttäjän kannalta tärkeimpiä asioita ovat helppokäyttöisyys, kestävyys sekä toimintavarmuus. Tuote on suunniteltava niin, ettei sen asentaminen vaadi työkaluja. Kokonsa perusteella sen täytyy mahtua sijoitettavaksi pieneen tilaan. Materiaali on valittava kestävä merivettä sekä kosteita olosuhteita. Eri valmistustapoja käsitellään luvussassa 5.6.

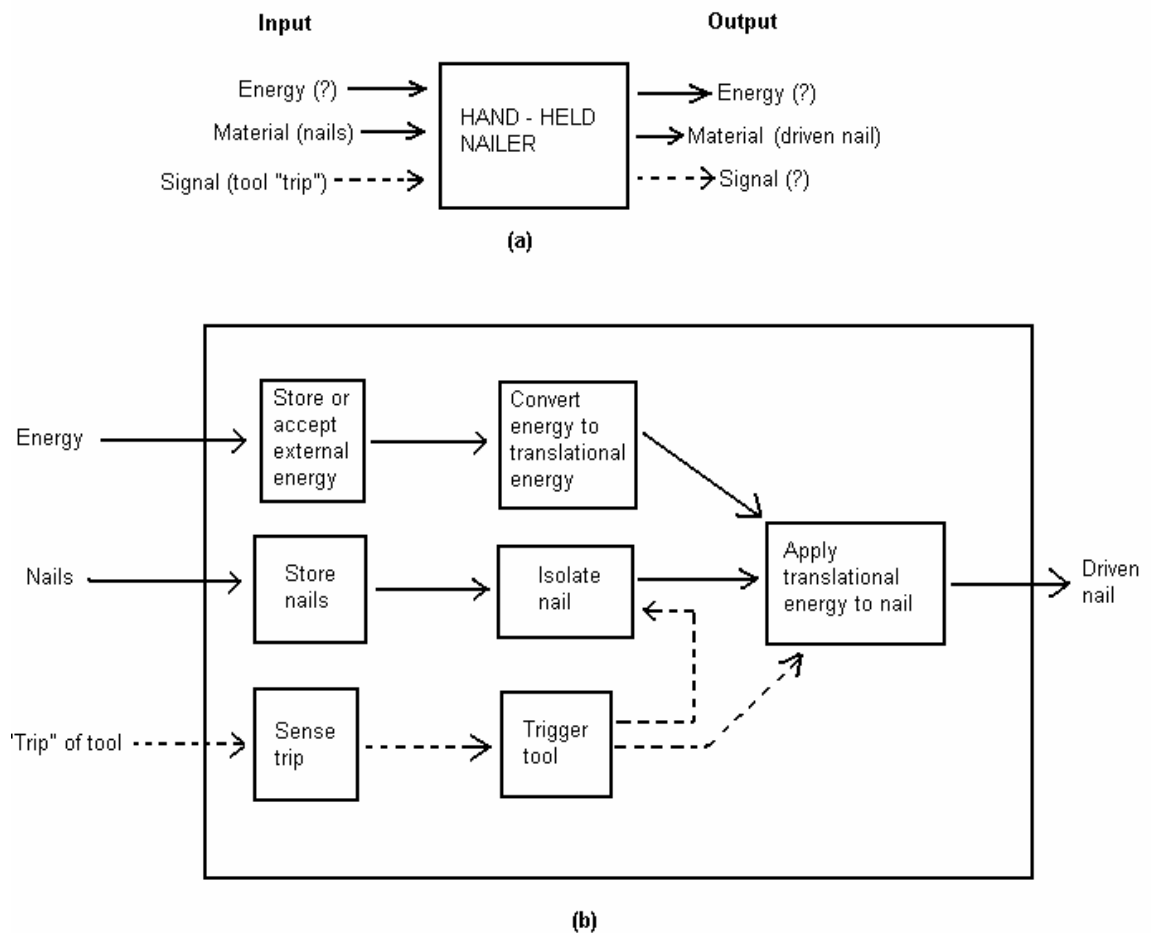
Varaohjausjärjestelmä olisi hyvä olla muokattavissa sopimaan kaikkiin sisäperämootoria käyttäviin veneisiin. Tällöin on huomioitava kyseisten veneiden ulkomuotojen käyttö sekä mahdollisten lisäosien tarve. Tässä tapauksessa on mahdollista käyttää hyväksi veneessä olevaa uimatasoa sekä kaiteita(Kuva 12).



Kuva 12. Bayliner 2455 takaa

5.2 Varaohjausjärjestelmän luonnostelu

Varaohjausjärjestelmän osatoimintojen määrittämisessä apuna toimi seuraavassa kuvassa esitetyn paine-ilmanaulaimen toiminnoista tehty osatoimintakaavio.

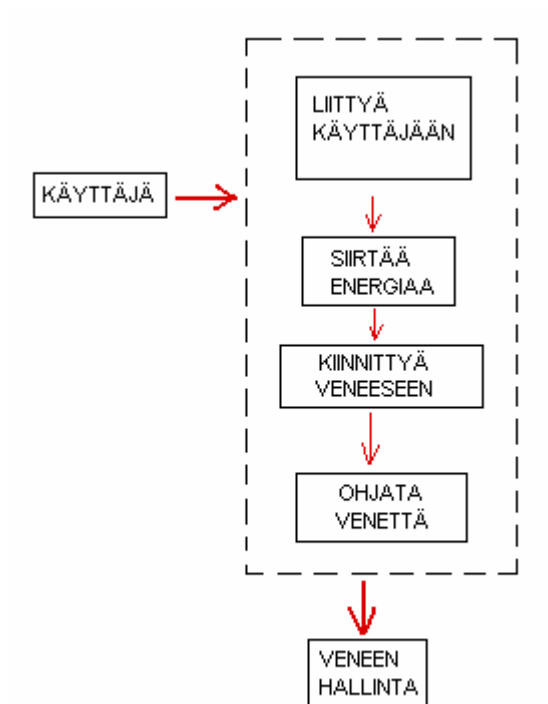


Function diagram of a hand-held nailer arising from a functional decomposition: (a) overall "black box"; (b) refinement showing subfunctions

Kuva 13. Esimerkki käsinaulaimen osatoimintojen määrittämisestä /11, s. 289/.

5.3 Varaohjausjärjestelmän toimintojen määrittäminen

Varaohjausjärjestelmän kokonaistoimintokuvaus voidaan määrittää termillä *ohjata venettä*. Tuotekehitysongelmien selvittämisen helpottamiseksi kokonaistoiminto jaettiin pienimmiksi osatoiminnoiksi. Varaohjausjärjestelmän osatoimintokaavio on esitetty seuraavassa kuvassa.

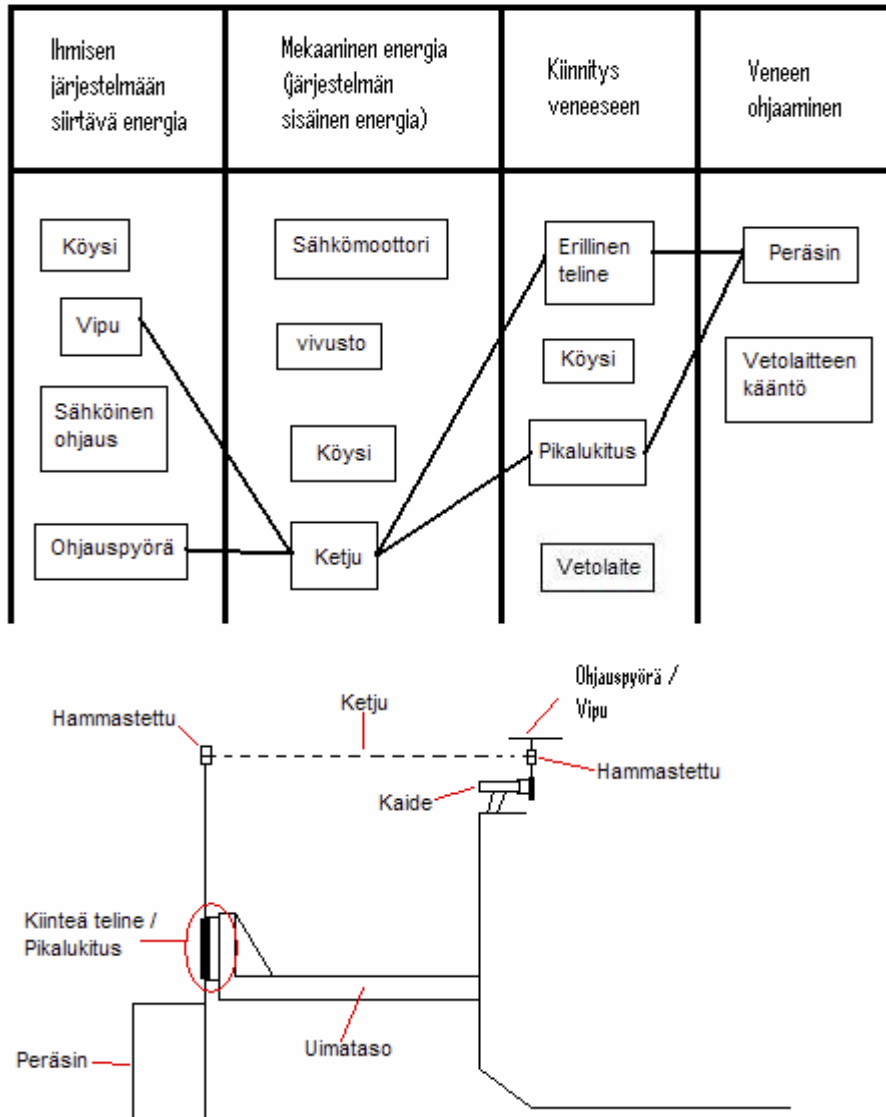


Kuva 14. Varaohjausjärjestelmän osatoimintokaavio

Osatoimintokaavion perusteella etsin ratkaisuja varaohjausjärjestelmän kokonaistoiminnoiksi. Osatoiminnoille etsittiin vaihtoehtoja ja niitä yhdistämällä saatiin erilaisia ratkaisuja varaohjausjärjestelmän toteuttamiseksi. Ratkaisuista valittiin toteuttamiskelpoisin ja sitä kehitettiin edelleen varsinaiseksi varaohjausjärjestelmäksi.

5.3.1 Ketjun sekä peräsimen avulla toimiva varaohjausjärjestelmä

Seuraavassa kuvassa on esitetty Ketjun avulla erillistä peräsintä kääntävän varaohjausjärjestelmä luonnos.

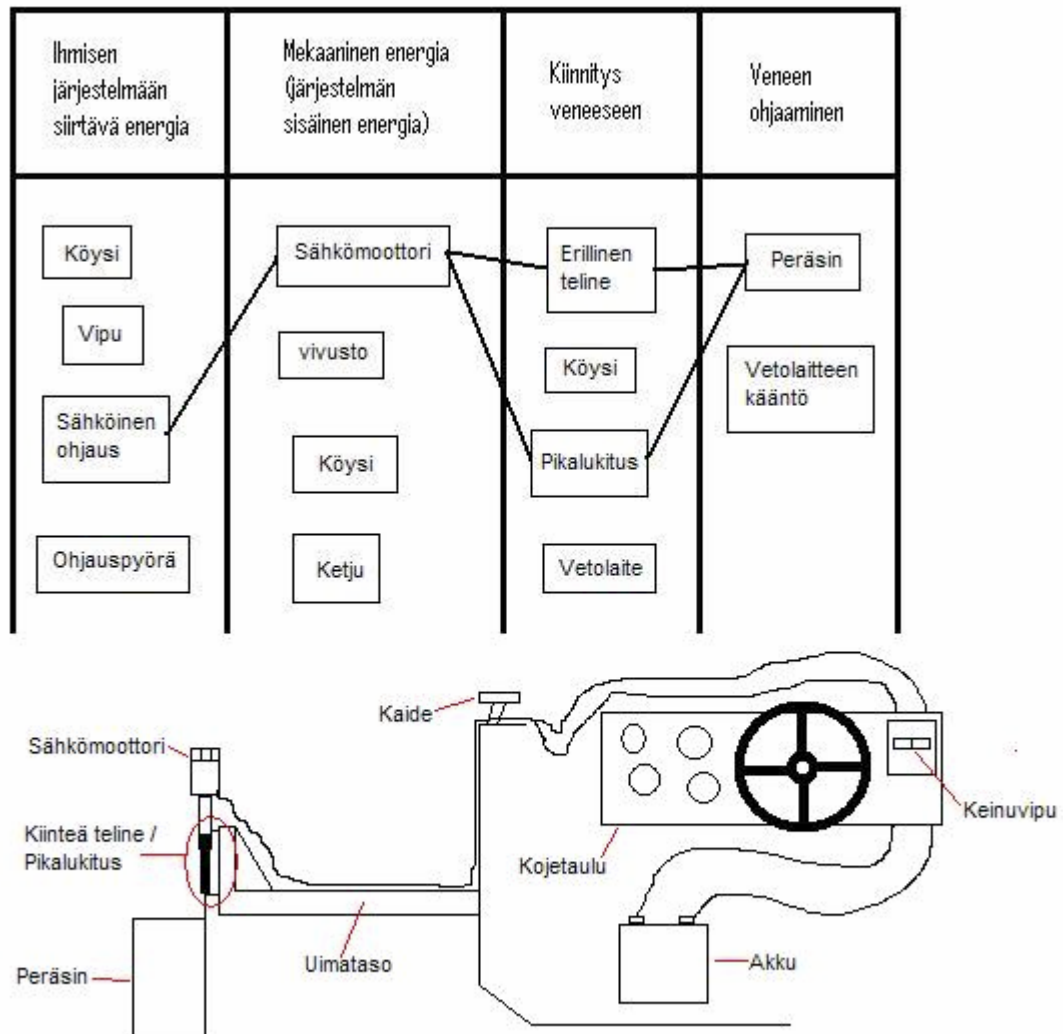


Kuva 15. Ketjun avulla erillistä peräsintä kääntävän varaohjausjärjestelmän luonnos

Ratkaisussa käytetään hyväksi erillistä peräsintä, joka kiinnitetään veneen uimatasoon pikalukituksella (ruuvattava) tai ennalta asennettuun telineeseen. Peräsimestä lähtee akseli, jonka päässä on hammaspyörä. Veneen kaiteeseen kiinnitetään akseli, jossa myös on hammaspyörä. Akselissa kiinni olevaa ohjauspyörää tai vipua kääntämällä liike välittyy ketjun välityksellä peräsimeen. Järjestelmä vaatii vetolaitteen lukituksen veneen suuntaiseksi. Tämä monimutkaistaa asentamista. Osat vaativat paljon säilytystilaa ja vuosittaista huoltoa muun muassa peräsimen laakerointi sekä ketju. Järjestelmän etuna on veneen helppo ohjattavuus.

5.3.2 Sähköinen varaohjausjärjestelmä

Kuvassa 16 on esitetty sähköisen varaohjausjärjestelmän luonnos.

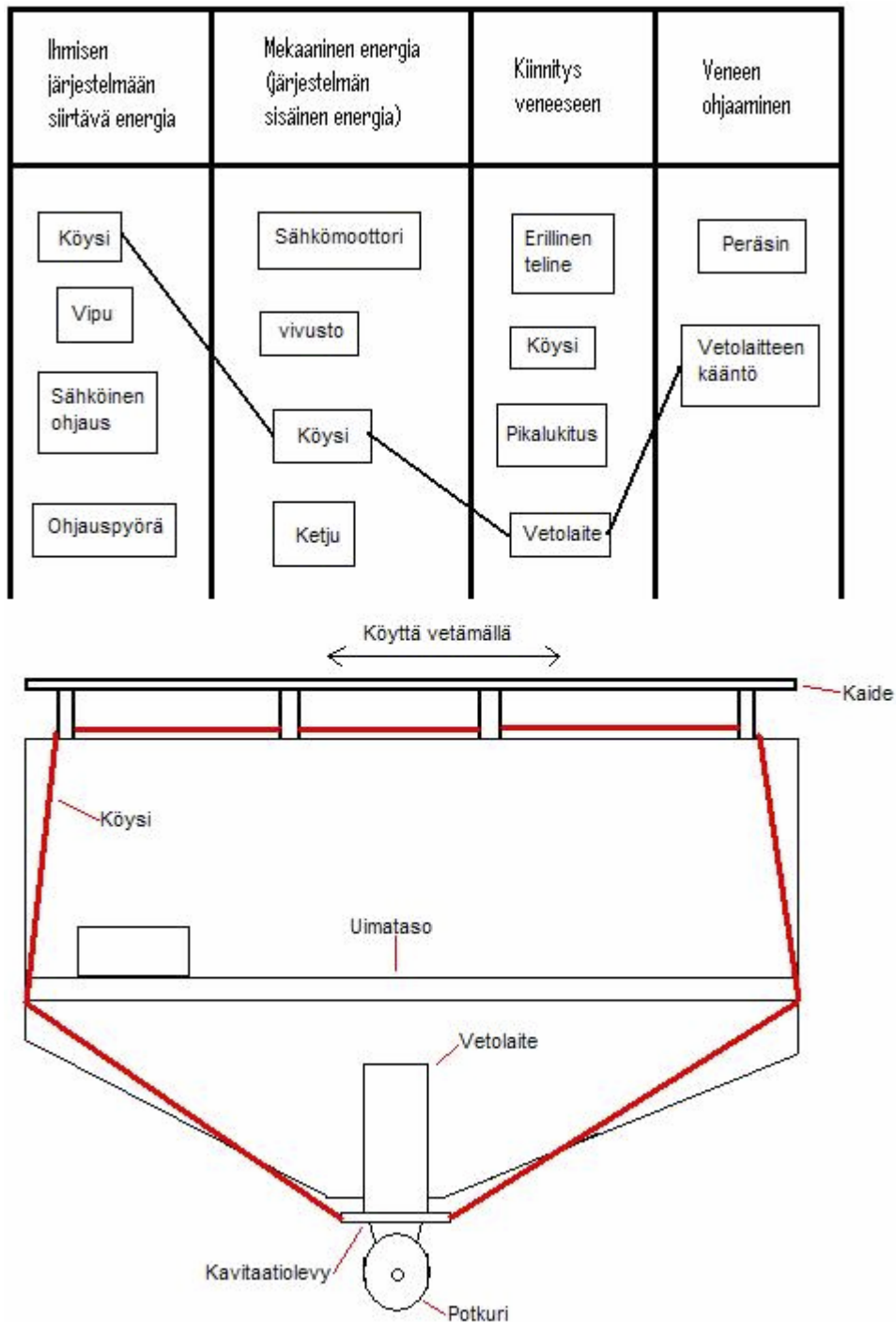


Kuva 16. Sähköisen varaohjausjärjestelmän luonnos

Tässä ratkaisussa käytetään myös erillistä peräsintä. Peräsin kiinnitetään veneeseen kuten edellä. Veneen ohjaaminen perustuu peräsimestä olevan sähkömoottorin käyttöön. Veneen kojetauluun asennetaan ohjauspaneeli. Paneeliin asennetulla keinukatkaisimella sähkömoottoria saadaan ohjattua ja peräsintä käännettyä. Ohjauspaneeli on kiinteästi asennettava osa, jossa on kiinteä johtosarja ja liitin sähkömoottoria varten. Tämäkin järjestelmä vaatii vetolaitteen lukituksen. Käytettäessä sähkömoottoria säilytystilan tarve sekä komponenttien määrä saadaan pienemmäksi. Moottori vaatii säännöllisen huollon ja testin. Huomioitava on myös järjestelmän hankintakustannukset. Ohjauspaneeli, johtosarjat sekä sähkömoottori ovat hankinta kustannuksiltaan huomattavasti suurempia kuin edellisessä ratkaisussa käytetyt komponentit.

5.3.3 Köydellä toimiva varaohjausjärjestelmä

Seuraavassa kuvassa on esitetty köydellä toimivan varaohjausjärjestelmän luonnos.

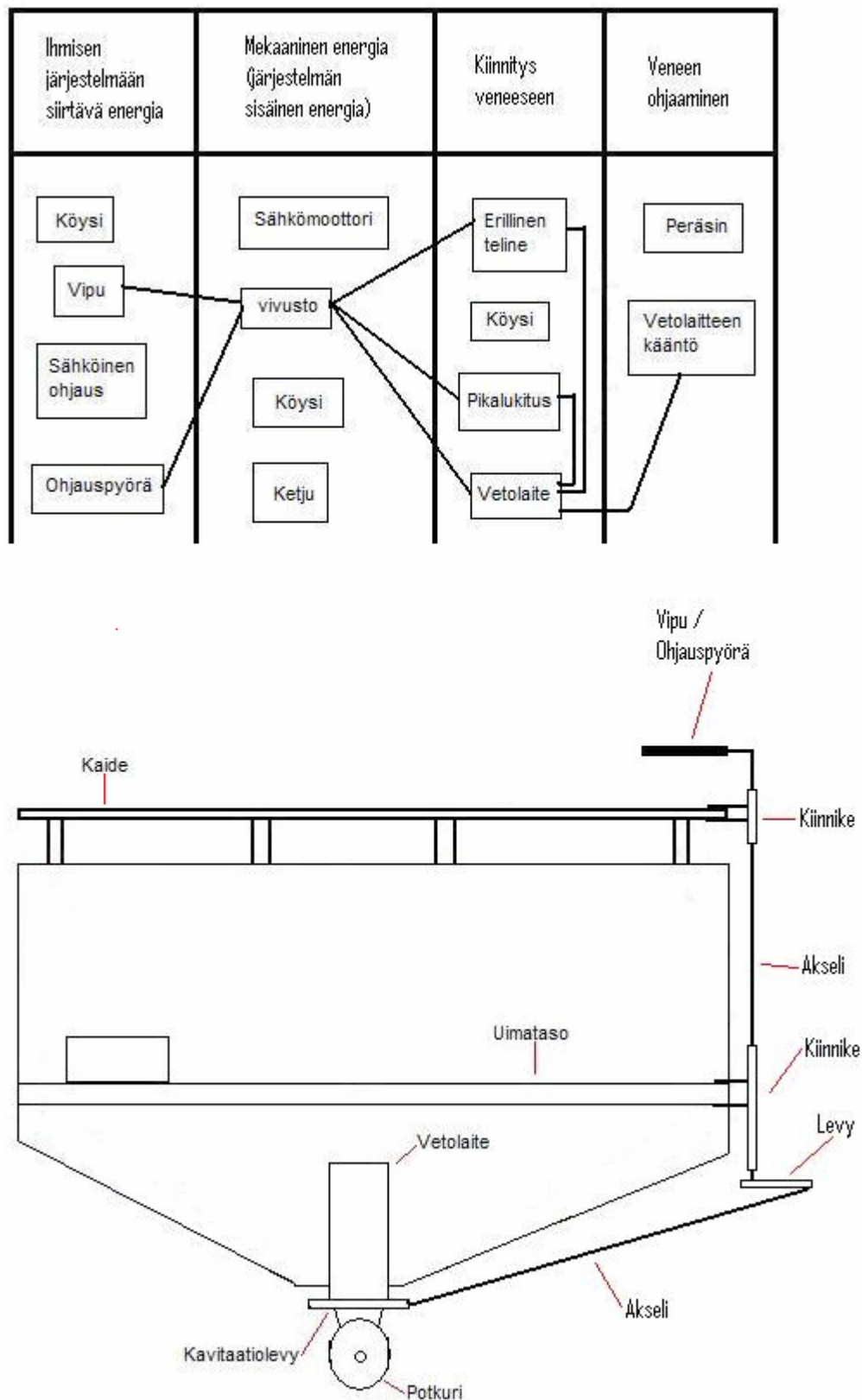


Kuva 17. Köydellä toteutetun varaohjausjärjestelmän luonnos

Köyttä sekä vetolaitetta hyväksikäyttävä varaohjausjärjestelmä ei tarvitse erillistä peräsintä veneen ohjaamiseen. Ohjaaminen toteutetaan köyden avulla vetolaitetta kääntämällä. Tämä ratkaisu ei tarvitse erillistä vetolaitteen lukitusta. Tarvittavien komponenttien määrä on myös minimoitu. Järjestelmä ei vaadi suurta säilytystilaa kuten edellä. Köyden kiinnittäminen voidaan toteuttaa vetolaitteeseen tehdyn reiän tai osan avulla. Kyseisen ratkaisun etuina ovat alhaiset hankintakustannukset ja yksikertaisuus. Yksinkertainen järjestelmä on toimintavarma eikä vaadi huoltotoimenpiteitä.

5.3.4 Vivuston avulla toimiva varaohjausjärjestelmä

Kuvassa 18 on esitetty vivuston avulla toimivan varaohjausjärjestelmän luonnos.



Kuva 18. Vivuston avulla toteutetun varaohjausjärjestelmän luonnos

Vetolaitteen kääntäminen voidaan toteuttaa myös akselien avulla. Veneen kaiteeseen ja uimatasoon kiinnitetyn pystyakselin ja siihen liitetyn levyn kautta ohjauspyörältä tai vivulta tuleva liike välittyy vetolaitteelle vaaka-akselin kautta. Rajoitetun säilytystilan vuoksi akselit tulee valmistaa useasta osasta. Kiinnitys voidaan toteuttaa pikalukituksella tai kiinteillä telineillä. Ohjausvivun tulisi olla pitkä, jotta ohjaaminen ei vaadi suurta voimaa. Kuten akselit myös vipu tulisi valmistaa useammasta osasta. Vaaka-akselin kiinnitys vetolaitteeseen vaatii erillisen osan tai reiän, kuten edellä. Vipujen ja akselien valmistaminen useasta osasta lisää komponenttien määrää ja hankinta kustannuksia. Komponenttien suuri määrä hidastaa järjestelmän toimintakuntoon asentamista.

Varaohjausjärjestelmän kiinnittäminen veneeseen tulee olla mahdollisimman helppoa ja nopeaa. Kiinnittäminen voidaan toteuttaa köysien avulla, kiinteään ennalta asennettuun telineeseen, pikalukituksella tai vetolaitetta hyväksi käyttämällä. Kiinteä teline saattaisi olla tiellä veneessä liikuttaessa, lisäksi asennettaessa syntyisi veneen rakennetta mahdollisesti heikentäviä reikiä. Parempi vaihtoehto olisi käyttää köysiä.

Ohjaaminen on mahdollista toteuttaa erillistä peräsintä käyttäen, jolloin vetolaite lukitaan haluttuun asentoon köysien avulla. Toinen tapa on vetolaitteen kääntäminen erillisten laitteiden avulla. Tämä ratkaisu jättää erillisen peräsimen käytön pois vaihtoehtoista.

5.4 Varaohjausjärjestelmän kehittäminen

Varaohjausjärjestelmää luonnosteltaessa ilmeni, että ratkaisuperiaatteita on käytännössä kaksi, vetolaitteen tai erillisen peräsimen käyttö veneen ohjauksessa. Erillistä peräsintä käytettäessä vetolaitteella ei ohjata venettä. Ratkaisumallissa veneen vetolaite lukitaan köysiä käyttämällä ja ohjaaminen toteutetaan peräsimen avulla. Peräsin on suuri ja vaatii huomattavasti säilytystilaa. Asentaminen edellyttää erillisen telineen jota ei haluttu sen vaatimien toimenpiteiden takia. Ratkaisu 5.3.3, jossa vetolaitetta käännetään siihen asennettavan osan (varaohjauslaite) ja köysien avulla, osoittautui eri vaihtoehtoista parhaaksi. Kyseisellä ratkaisulla minimoidaan lisäosien määrä ja säilytystilan tarve saadaan pieneksi. Valmistuskustannusten oletettiin jäävän pienemmiksi kuin ratkaisuissa, joissa käytettiin erillistä peräsintä.

Varaohjauslaitteena päädyttiin käyttämään erillistä koteloa, koska vetolaitteeseen ei haluttu mitään pysyviä kiinnikkeitä tai reikiä, jotka vaikuttaisivat veneen käyttäytymiseen ajossa ilman varaohjauslaitetta. Kavitaatiolevy sijaitsee potkurin yläpuolella; se nostaa veneen perää kun vene on liikkeellä ja ohjaa potkurilta tulevan veden virtauksen oikeaan suuntaan. Kuvissa 19 ja 20 näkyy kavitaatiolevy eri kulmista.



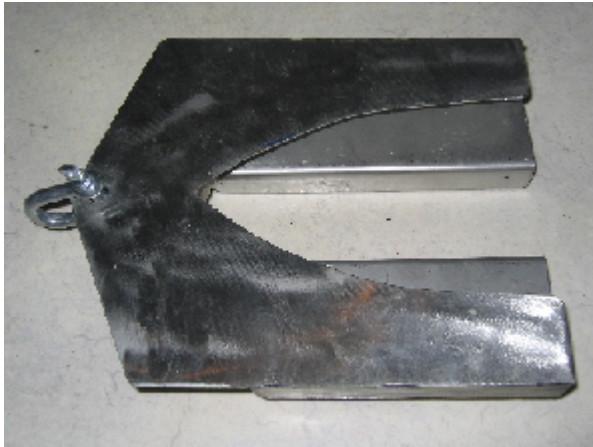
Kuva 19. Kavitaatiolevy vasemmalta



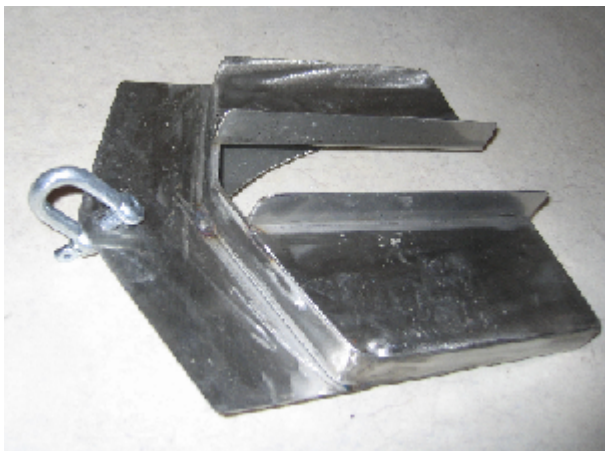
Kuva 20. Kavitaatiolevy edestä

Idea tähän osaan saatiin eräästä näkemästäni perämoottorilukosta, joka hyödynsi perämoottorin muotoja. Sen perusteella suunniteltiin kotelo, joka liu'utetaan kavitaatiolevyn päälle. Mittasin kavitaatiolevyn käsin ja mallinsin mittausten perusteella osat CATIA 3D-CAD -ohjelmalla. Valmistin pahvista työkuvien perusteella kotelon, jota sovitin kavitaatiolevyn päälle. Muokkasoin pahvikotelo, niin että se sopi paikoilleen ja lopuksi muokkasoin työkuvat vastaamaan valmista koteloa.

Ohjaajani Jari Rovio valmisti työkuvieni mukaan kuvissa 21 ja 22 näkyvän kotelon. Kotelon materiaalina käytettiin ruostumatonta terästä sen hyvien ominaisuuksien takia. Se koostuu kolmesta 1,0 millimetrin paksuisesta levystä leikatusta osasta sekä 2,0 x 20 millimetrin lattateräksestä. Osat ovat tig-hitsattu toisiinsa. Lattateräksen vahvuudeksi valittiin 2,0 millimetriä, jotta se toimisi samalla koko rakenteen tukena. Lisäksi suurempi vahvuus helpotti hitsaamista. Alalevyihin tehtiin myös tuet taivuttamalla niiden reunat 90 asteen kulmaan. Lopuksi ylälevyyn porattiin 10,0 mm:n reikä, johon kiinnitettiin sinkitty U-sakkeli. Iskuhaka on helpompi kiinnittää sakkeliin sen koosta huolimatta. Hitsisaumat sekä levyjen reunat hiottiin, jotta kotelo olisi siisti ja mukavampi käsitellä. Materiaali valinnan takia kotelo päätettiin jättää maalaamatta. Ruostumattomasta teräksestä valmistetun kotelon painoksi tuli hieman yli yksi kilogramma.



Kuva 21. Kotelo päältä



Kuva 22. Kotelo alta

Vaihtoehtoisesti materiaalina voi käyttää normaalia hiiliterästä kuten S355 tai alumiinia. Käytettäessä S355 -terästä kotelo ruostuu ajan mittaan kosteiden olosuhteiden vaikutuksesta, vaikka se maalattaisiin. Alumiinin hitsaaminen taas vaatii taitoa, ja materiaalina se on kalliimpaa kuin kumpikaan teräksistä, joten ruostumaton teräs on hyvä vaihtoehto.

Asennettuna kotelo mukailee kavitaatiolevyä ja aiheuttaa näin mahdollisimman pienen vastuksen ohjaukseen. Sen tarkoitus ei ole toimia peräsimenä, vaan vetolaite hoitaa tämän tehtävän kuten normaalissa ajossa. Muoto mahdollistaa myös suuremman ajonopeuden, ja näin ollen ohjaaminen helpottuu kun veneellä voidaan ajaa liu'ussa.

5.5 Prototyypin testaaminen

Kiinnitin köyteen tekemääni lenkkiin iskuhaan kahden kiristimen avulla ja suojasin lopuksi sen kutistussukalla, joka lämmitettäessä kutistuu tiivisti suojattavan esineen päälle (kuva 26). Seuraavaksi kiinnitin köyden kavitaatiolevyyn asentamaani koteloon. Vedin köyden suoraan vetolaitteelta uimatason tukien ja takakaiteiden kautta takatilaan käyttäen hyväksi uimatasossa olevia hahloja. Hahlot toimivat ohjureina, näin köysi ei päässyt lipsahtamaan uimatason tuen alta. Vedin köyden suoraan kaiteen pystytuen ympäri. Asentaminen tapahtui nopeasti, koska ylimääräisiä osia ei ollut. Köyden sai pujotettua helposti uimatason hahloista ja samalla se ohjautui oikealle paikalle uimatason tuen alle. Kiristettäessä köysi liukui esteettä teräsputkia vasten. Köyteen kiinnitetyn vetovaa'an avulla selvisi vetolaitteen kääntämiseen vaadittava voima. Potkurin pyörimissuuntaan nähden vaadittu voima oli 3 kilogrammaa ja pyörimissuuntaa vastaan 18 kilogrammaa. Kuvissa 23 - 28 näkyy köyden reitti vetolaitteelta takatilaan. Ratkaisu osoittautui erittäin toimivaksi.



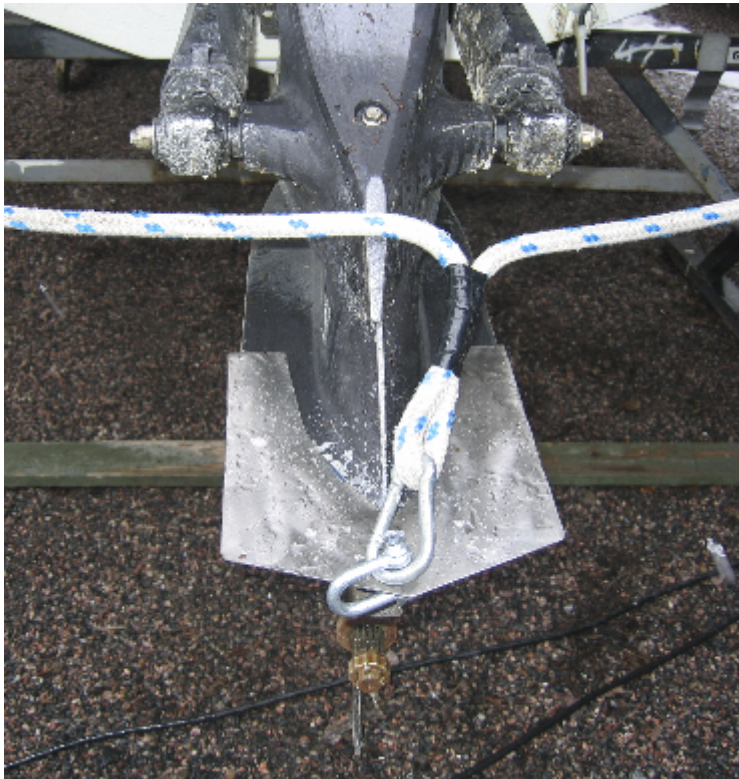
Kuva 23. Uimatason tuki



Kuva 24. Takakaiteen pystytuki ja uimataso



Kuva 25. Uimataso ja takakaide oikea puoli



Kuva 26. Vetolaite varustettuna kotelolla

Trimmin avulla vetolaite nostetaan yläasentoon, jolloin kotelo saadaan liu'utettua paikoilleen. Seuraavaksi koteloon kiinnitetty köysi vedetään uimatason tukien kautta uimatasossa sijaitsevista hahloista takakaiteille. Takakaiteiden kautta köyden päät saadaan takatilaan, jossa ne solmitaan toisiinsa. Köyden päihin voidaan myös kiinnittää iskuhaat, jolloin ne on nopea liittää toisiinsa. Köyden päät toisiinsa kiinnittämällä estetään niiden sotkeutuminen tai veteen putoaminen. Tämän seurauksena köysi saattaa sotkeutua potkuriin ja estää ajamisen. Köydellä saadaan vetolaite myös lukittua tiettyyn asentoon kiinnittämällä se veneen takaosassa oleviin knappeihin. Tämä tulee tehdä veneellä yksin ajettaessa, jolloin vene pysyy määrättyssä kurssissa.

Käytännössä asentamiseen kului kahdelta hengeltä alle minuutti ja yhdeltä noin puolitoista minuuttia. Tähän on laskettu aika joka kului kotelon sekä valmiiksi valmistetun köyden ottamiseen moottoritilassa sijaitsevasta laatikosta, kotelon kiinnittäminen vetolaitteeseen, köyden päiden vienti takakannelle sekä vetolaitteen nosto vedestä ja lasku veteen.

Erikseen valmistetun köyden sijasta voidaan käyttää esimerkiksi veneessä jo olevaa rantautumisköyttä, johon solmun avulla kiinnitetään iskuhaka. Näin ollen kotelo on ainoa erikseen ohjaamista varten hankittava osa. Tässä tapauksessa on otettava huomioon iskuhakojen saatavuus sekä köyden yhteensopivuus iskuhaan kanssa, paksuun köyteen ei ole helppo tehdä solmua tai kiinnittää iskuhaka. Köysien kunto sekä pituus on myös otettava huomioon.

Varaohjausjärjestelmää on helpompi käyttää, kun veneessä on kaksi tai useampi henkilö. Tässä tapauksessa yksi hoitaa ohjaamisen ja toinen käyttää kaasun sekä vaihdevipua. Yksin ajettaessa samanaikainen ohjaaminen ja kaasun sekä vaihteen käyttö on vaikeaa. Varaohjausjärjestelmän avulla vetolaite saadaan lukittua haluttuun asentoon ja sen kääntyminen potkurin aiheuttaman voiman vaikutuksesta estettyä. Näin vene säilyy ohjauskelpoisena eikä jää pyörimään ympyrää (kuvat 23 – 28).



Kuva 27. Takatila



Kuva 28. Vene varustettuna varaohjaus järjestelmällä

5.6 Varaohjauslaitteen jatkokehittäminen

Käytännön testissä ei ilmennyt ongelmia varaohjauslaitteen asentamisen tai käytön suhteen. Sitä on mahdollista kehittää sopimaan kaikkiin markkinoilla oleviin vetolaitteisiin, muuttamalla sen rakennetta kaksiosaiseksi. Koteloon voi myös asentaa kiinteän jousikuormitteisen lukitustapin, joka varmistaa paikalla pysymisen.

Markkinoitava tuote voi olla esimerkiksi paketti, joka on räätälöity sopimaan tietyn malliseen veneeseen tai kohdan 5.6.1 tapaan kaikkiin veneisiin. Paketti sisältää varaohjauslaitteen sekä tarpeellisen määrän lisäosia.

Tuotteen sarjatuotannon kannalta materiaalivalinta on tärkeä. Ruostumaton teräs materiaalina on laadukas eikä vaadi pintakäsittelyä. Kustannusten kannalta se on kilpailukykyinen valinta teräkseen verrattuna. Pintakäsittely nostaa teräksestä valmistettavan osan hintaa. Kulutusta kestävimpiä pintakäsittelymenetelmiä ovat sähkösinkitys, galvanointi sekä jauhemaalalaus.

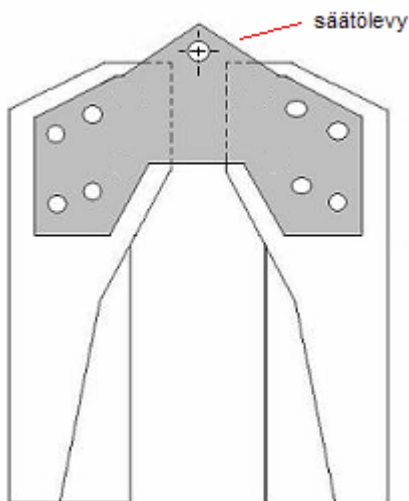
Kustannusteknisistä syistä sarjatuotantoon soveltuvia valmistustapoja ovat muotoonpuristaminen, valaminen sekä osista hitsaaminen. Kilpailijoiden voittamiseksi valmistus tulee olla nopeaa sekä edullista. Ihmisten tekemät osat saadaan valmistettua edullisesti, mutta se on hidasta. Puristimien sekä robottien avulla tuotannosta saadaan nopeaa, mutta kustannukset nousevat verrattuna edelliseen. On harkittava sijoituksia koneisiin: Montako osaa on saatava myytyä ennen kuin hankitut koneet alkavat tuottaa voittoa? Voidaanko tuotteen hinta pitää alhaisena vai halutaanko koneiden tuottavan voittoa mahdollisimman nopeasti? Kilpailijat on myös otettava huomioon. Tuote on pidettävä hinnaltaan kilpailukykyisenä. Kalliimpi hinta ei välttämättä ole heikkous, mutta tässä tapauksessa laadun on oltava kilpailijoiden tuotteita parempi.

5.6.1 Kaksiosainen säädettävä kotelo

Merkittävin ero vetolaitteiden kavitaatiolevyjen välillä on niiden leveys. Muuttamalla kotelo kaksiosaiseksi se saadaan sopimaan kaikkiin markkinoilla oleviin vetolaitteisiin. Tämä voidaan toteuttaa käytännössä jakamalla kotelo keskeltä kahteen erilliseen osaan. Rakennetta muuttamalla kotelo voidaan asentaa myös kapeisiin kavitaatiolevyihin. Säätölevyn avulla leveyttä saadaan kasvatettua portaittain.

Asiakasta ajatellen etuna kiinteärakenteiseen koteloon nähden olisi saatavuus sekä hinta. Osa joka sopii kaikkiin veneisiin, olisi saatavilla useimmissa veneilytarvikkeita myyvissä liikkeissä. Lisäksi tällaisen yleismallin hinta olisi alhaisempi kuin tiettyyn venemalliin valmistetun osan.

Tuotteen käyttöä kannalta kaksiosainen rakenne ei ole paras mahdollinen. Säätölevyn reikien ja kotelon reikien sekä pulttien tulisi olla mahdollisimman sopivia toisiinsa. Tämä minimoisi osan vääntymisen sitä rasitettaessa. Vääntymisen voitaisiin estää tekemällä kotelon sekä säätölevyn rakenteesta toisiinsa istuvat. Esimerkiksi säätölevyssä olisi urat jotka sopisivat kotelon osissa oleviin kohoumiin (kuva 24). Tämä toisaalta nostaisi valmistuskustannuksia. Kyseessä on kuitenkin harvoin käytettävä tuote, joka on helppo tarkastaa ja huoltaa käytön jälkeen. Mittavat muutokset rakenteeseen eivät ole tarpeellisia.

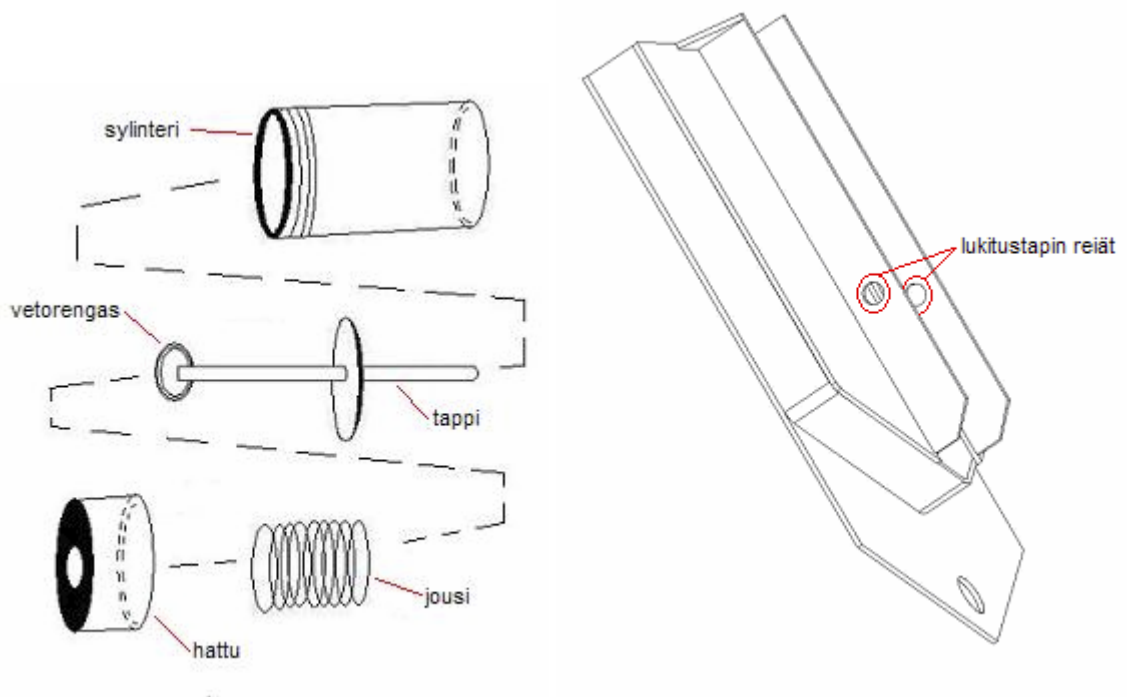


Kuva 24. Säädettävän kotelon luonnos

5.6.2 Lukitustapilla varustettu kotelo

Kavitaatiolevyissä olevaa sinkkianodia hyväksikäyttämällä kotelo saadaan lukittua vetolaitteeseen. Koteloon liitetään jousikuormitteinen tappi, jonka avulla estetään sen tahaton irtoaminen vetolaitteesta. Alla olevissa kuvissa on hahmoteltu yhden mahdollisen lukitus systeemin rakenne. Se koostuu sylinteristä, hatusta, jousesta sekä tapista.

Sylinteri liitetään hitsaamalla koteloon tehdyn reiän päälle. Sen sisälle sijoitetaan tappi sekä jousi. Lopuksi hattu kierretään sylinterissä olevaan kierteeseen. Jousi painaa tappia reikien läpi ja lukitsee kotelon paikoilleen. Vetorengaasta lukitus saadaan avattua. Kiinteä jousikuormitteinen tappi on selvästi parempi vaihtoehto kuin ketjulla kotelossa kiinni oleva sokka.



Kuva 25. Lukitustappi sekä kotelo

Asiakkaille suunnattavaa tuotetta kehiteltäessä lukitus on hyvä ottaa huomioon. Liian pelkistetty tuote ei aiheuta kiinnostusta, mutta pienillä lisäyksillä se saadaan vaikuttamaan mielenkiintoiselta. Lukitus on myös hyvä myyntivaltti. Iskulause voisi olla: kotelo ei tahattomasti irtoa vetolaitteesta. Sen avulla luodaan turvallisuuden tuntua, koska varaohjauslaitteen on toimittava aina.

Tuotteen ulkonäköä voidaan kohentaa esimerkiksi maalaamalla. Käytännön merkitystä pinnoituksella ei ole, jos osa valmistetaan ruostumattomasta teräksestä. Maalaamalla tuote se saadaan näyttämään viimeistellyltä ja näin potentiaaliset asiakkaat kiinnostumaan siitä.

6 YHTEENVETO

Tässä insinööriyössä suunniteltiin, kehitettiin ja valmistettiin varaohjausjärjestelmä Bayliner 2455 -sisäperämoottoriveneeseen. Päämääränä oli yksinkertainen ratkaisu, joka toimii työn pohjana käytetyssä veneessä sekä myös muissa sisäperämoottoriveneissä. Suunnittelu- ja kehitysprosessin tuloksena päädyin ratkaisuun käyttää varaohjauslaitetta, joka liitetään veneen vetolaitteeseen. Varaohjausjärjestelmä perustuu tämän osan ympärille.

Suunnitteluvaiheessa varaohjausjärjestelmälle sekä varaohjauslaitteelle annettiin vaatimukset ja tavoitteet joiden pohjalta kehittäminen aloitettiin. Alusta asti oli selvää, että varaohjausjärjestelmän piti olla yksinkertainen sekä nopea asentaa. Tässä käytin hyväksi työn pohjana käytetyn veneen ulkomuotoja.

Lopputuloksena oli kavitaatiolevyn päälle liu'utettava erillinen kotelo, joka mahdollistaa köyden kiinnittämisen vetolaitteeseen. Köyttä kiristämällä vetolaitetta saadaan käännettyä ja venettä ohjattua. Järjestelmä testattiin käytännössä ja se todettiin toimivaksi.

Kotelo kehitettiin sopimaan kaikkiin markkinoilla oleviin vetolaitteisiin. Lisäksi sen asentamishelpoutta parannettiin suunnittelemalla siihen lukitustappi. Näistä osista ei tehty konkreettisia malleja, koska alkuperäinen kotelo toimi veneessä, johon se oli suunniteltu.

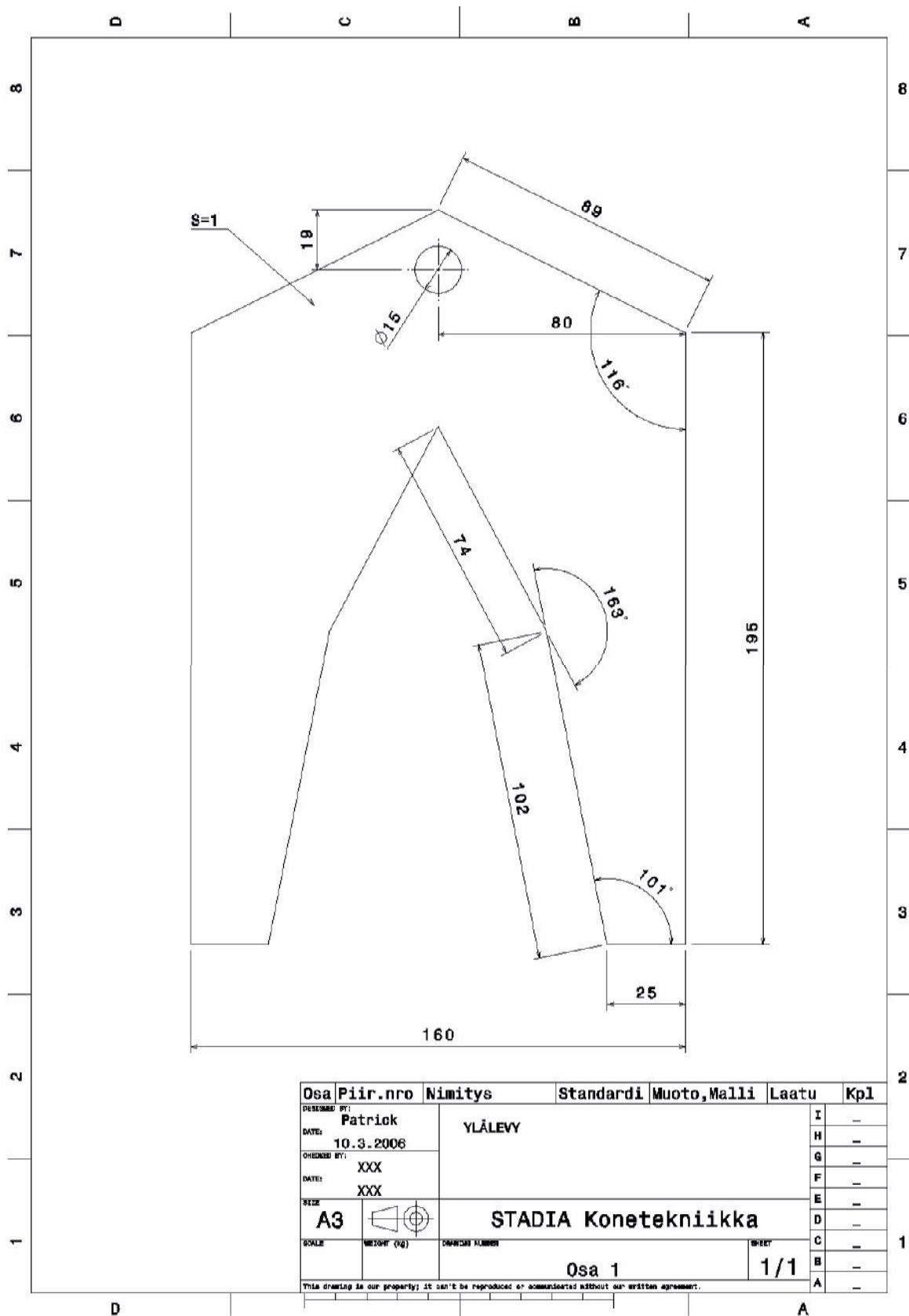
Säädettävä lukituksellinen malli, joka sopisi veneeseen kuin veneeseen olisi hyvä idea markkinoitavaksi tuotteeksi.

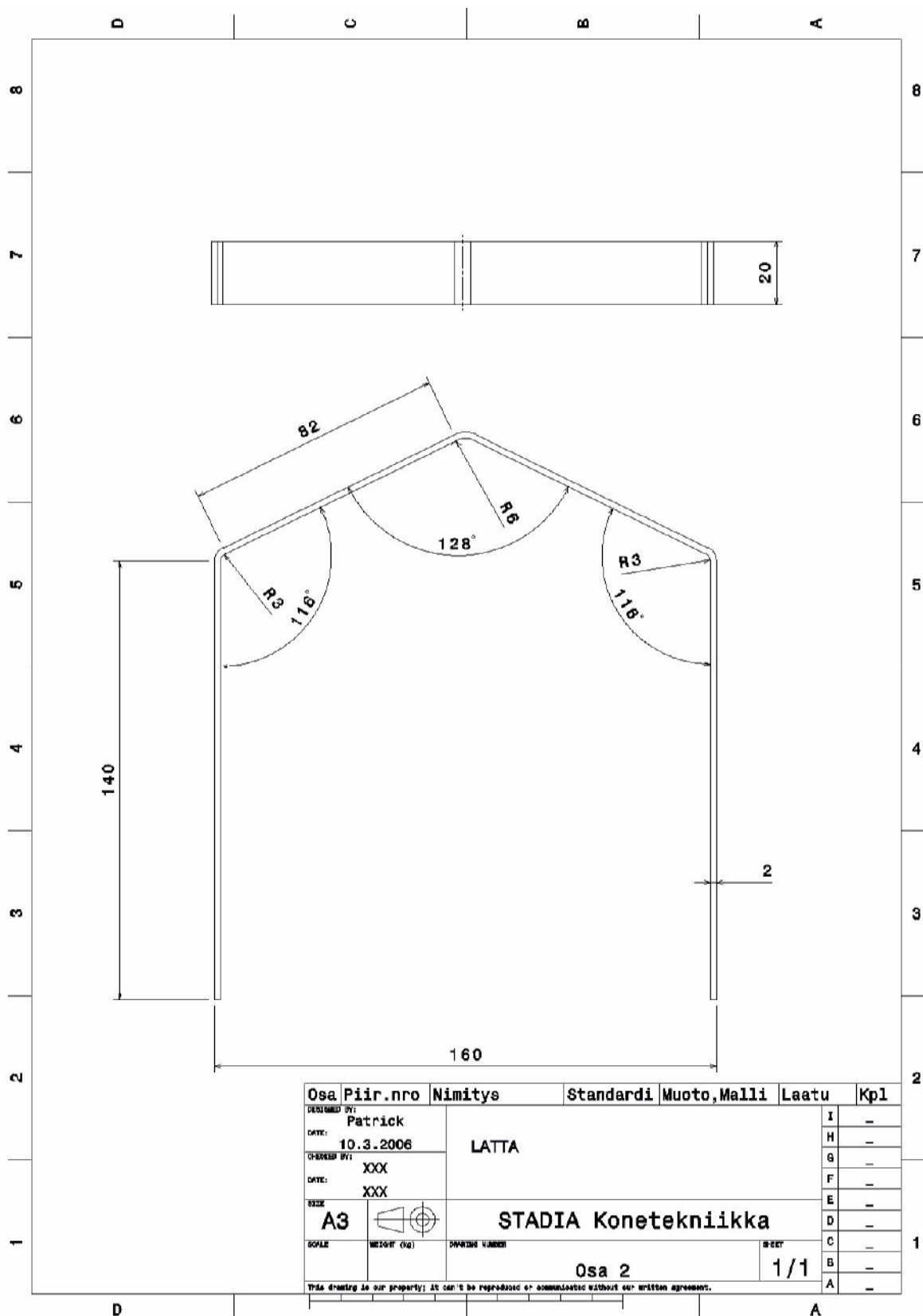
Jos kehitetystä tuotteesta saataisiin hyväksytty varaohjausjärjestelmä sisäperämoottoriveneisiin, oletettavasti useat veneilijät hankkisivat sen. Tämä vaatii kuitenkin useita lisätestejä erityyppisillä veneillä, jotta tuotteen toimivuus sekä kestävyys voidaan varmistaa. Materiaalin ja rakenteen kestävyys, sopivuuden nimenomaiseen käyttötarkoitukseen sekä varaohjausjärjestelmän toimivuuden voi testauttaa valtion teknillisessä tutkimuslaitoksessa. Ennen tätä toimenpidettä tuotteelle on hyvä saada rahoitus, koska testien kustannukset ovat korkeat. Testit läpäissyt tuote on helpompi markkinoida valmistajille ja sitä kautta asiakkaille. Mitä tunnetumpia valmistaja sekä jälleenmyyjä ovat, sitä paremmin tuote myy.

7 LÄHDELUETTELO

- /1/ Perälä, Osmo – Perälä, Rae, *Pienet perämoottorit*. Alfamer kustannus OY: Espoo. 2003
- /2/ *Campbell river boatland kotisivut*, Honda Outboard engine [verkkodokumentti]
[viitattu: 15.2.2007] Saatavissa:
www.campbellriverboatland.com
- /3/ *Nautical Know How Inc.*, Propulsion Requirements [verkkodokumentti]
[viitattu: 15.2.2007]
Saatavissa: www.boatingbasicsonline.com/course/safety/3_6.php.
- /4/ Perälä, Osmo – Perälä, Rae, *Pienveneet ja veneily*. Alfamer kustannus OY: Espoo. 2004.
- /5/ *New York Times*, About Drive Systems [verkkodokumentti]
[viitattu: 15.2.2007]
Saatavissa: http://powerboat.about.com/od/drivesystems/a/io_jets.htm
- /6/ *T. C. Electronics / Marine kotisivut*, OMC stern drive parts lower and upper gear case [verkkodokumentti] [viitattu: 15.2.2007] Saatavissa:
www.sterndrive.info/id13.html.
- /7/ Coles, Joan – Coles Clarence, *OMC 1964-1986 Stern drive*. Seloc: California. 1986.
- /8/ *Mariner Supply Inc. Kotisivut*, Uflex Rotex Universal Rotary Steering System [verkkodokumentti] [viitattu:15.2.2007] Saatavissa:
<http://www.go2marine.com/product.do>
- /9/ *Outboardrecycled kotisivut*, Hydraulic Steering System [verkkodokumentti]
[viitattu: 15.2.2007]
Saatavissa: www.outboardrecycle.com/steering.htm.

- /10/ Jokinen, Tapani, *Tuotekehitys*. Otatieto OY: Helsinki. 1998
- /11/ Ulrich, K.T. – Eppinger, S.D., *Product Design and Development*. McGraw – Hill: New York. 1995.





Osa	Piir.nro	Nimitys	Standardi	Muoto, Malli	Laatu	Kpl
DESIGNED BY:	Patrick	LATTA				I
DATE:	10.3.2006					H
CHECKED BY:	XXX	STADIA Konetekniikka				G
DATE:	XXX					F
SCALE	A3					E
WEIGHT (KG)						D
DRAWING NUMBER						C
						B
						A
Osa 2					1/1	

This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.

