

Opinnäytetyö (AMK)

Ajoneuvo- ja kuljetustekniikka

2022

Iiro Ranta

# Vauhtiveneen tekniikan vaihto

– Plancraft Sabre BMW



Opinnäytetyö (AMK) | Tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulu

Ajoneuvo- ja kuljetustekniikka

Kesäkuu 2022 | 36 sivua

Iiro Ranta

## Vauhtiveneen tekniikan vaihto

- Plancraft Sabre BMW

Opinnäytetyössä suunnitellaan tekniikan vaihtotyö 17 jalkaiseen Plancraft Sabre BMW -veneeseen. Veneessä on alun perin ollut BMW B130 Marine -moottori ja BMW Mark 2 -vetolaite. Veneeseen asennetaan alkuperäisen moottorin tilalle huomattavasti tehokkaampi BMW M60B40 auton moottori, kuitenkin samaa vetolaitetta käyttäen. Projektin tavoitteena on kasvattaa veneen huippunopeutta huomattavasti ja saada veneeseen vauhtiveneen henkeen sopiva V8-moottori.

Työssä kerrotaan muutokseen tarvittavat toimenpiteet, kuten moottorin yhdistäminen vetolaitteeseen, rungon vahvistus, sekä turvallisuuteen liittyvät asiat. Työssä lasketaan myös millaisilla propulsiomuutoksilla veneen kanssa päästään haluttuun tavoitenopeuteen.

Asiasanat:

veneet, moottori, potkurit, suorituskyky

Bachelor's Thesis | Abstract

Turku University of Applied Sciences

Automotive and Transportation Engineering

June 2022 | 36 pages

Iiro Ranta

## Speedboat engine replacement

- Plancraft Sabre BMW

The purpose of this thesis is to increase power of 17-foot Plancraft Sabre BMW boat, by changing its engine. This boat's engine was originally BMW B130 Marine engine with BMW Mark 2 sterndrive. The aim of this work is to replace the old engine with more powerful BMW M60B40 engine by using the same original sterndrive. The goal is to increase the boat top speed considerably and change the engine into V8 motor which is common engine type in speedboats.

This thesis includes design scheme of the changes which need to be done when replacing the engine into bigger and more powerful version. These changes are engine installation, hull reinforcements and safety improvements. The work includes propulsion calculations which verify what kind of propeller would be suitable to achieve the desired top speed.

Keywords:

boats, engine, propellers, performance

# Sisältö

<b>1 Johdanto</b>	<b>7</b>
<b>2 Yleistä vauhtiveneistä</b>	<b>8</b>
2.1 Mikä on vauhtivene?	8
2.2 Vauhtiveneen historia	8
2.3 Vauhtiveneiden runkotyypit ja niiden käyttötarkoitus	9
2.3.1 V-runko	9
2.3.2 Katamaraani-runko	11
2.4 Moottorityypeistä	12
2.4.1 Perämoottori	12
2.4.2 Sisämoottori eli sisäperämoottori	13
2.5 Propulsio	14
2.6 Moottorin ja vetolaitteen yhdistäminen	16
2.7 Veneen tekniikan vaihto	16
<b>3 Moottorivaihdon suunnittelu</b>	<b>18</b>
3.1 Nykyinen moottori ja uusi moottori	18
3.2 Vetolaite ja kytkin	20
3.3 Veneen rungon tarkastaminen ja vahvistaminen	21
3.4 Projektiveneen potkurin valinta	21
3.5 Pakoputkisto	24
3.6 Moottorin ilmanotto	25
3.7 Polttoaineen syöttö ja polttoainesäiliö	26
3.8 Kaasu ja vaihteiden vaihtaminen	27
3.9 Mittaristo	27
3.10 Virransyöttö ja latausjärjestelmä	28
3.11 Turvallisuusvarusteet	28
<b>4 Projektin toteutuksen vaiheita</b>	<b>30</b>
4.1 Moottorin sovittaminen moottoritilaan	30
4.1.1 Moottorin kiinnitys	31

4.2 Rungon jäykisteiden korjaaminen	32
4.3 Vetolaitteen yhdistäminen moottoriin	33
<b>5 Yhteenveto</b>	<b>35</b>
<b>Lähteet</b>	<b>36</b>

## **Kuvat**

Kuva 1. Kaksi V-runkoista venettä.	8
Kuva 2. Kieltolain aikainen vauhtivene (Drinking Cup n.d.).	9
Kuva 3. Nousulista.	10
Kuva 4. Pohjaportaat (Aeromarine Research n.d.).	10
Kuva 5. Kaksirunkoinen katamaraanivene.	11
Kuva 6. Perämoottori Evinrude E-Tec 250.	12
Kuva 7. Yanmar-sisäperämoottori (Yanmar 2022).	14
Kuva 8. Potkurin halkaisija (E-ville.blog.com 2020).	15
Kuva 9. Potkurin halkaisija ja nousu (E-ville.blog.com 2020).	15
Kuva 10. Projektivene Plancraft Sabre BMW.	18
Kuva 11. Vasemmalla BMW Marine B130 ja oikealla BMW M60B40.	20
Kuva 12. Projektiveneen testiajot.	21
Kuva 13. Kuvassa Blazecut asennettuna konetilan kanteen (Blazecut 2022).	29
Kuva 14. M60B40 Moottorin sovittaminen moottoritilaan.	30
Kuva 15. Veneen moottoritila vanhalle moottorille sopivana.	31
Kuva 16. Uudet pitkittäis- ja poikittaisjäykisteet.	32
Kuva 17. Vanha kytkinkaaveli jossa uuteen laippa-akseliin sopiva ura-akseli	33
Kuva 18. Laippa-akseli edestä ja takaa.	34

## **Taulukot**

Taulukko 1. Moottorien vertailu.	19
Taulukko 2. Testipotkureiden vertailu.	22

Taulukko 3. Testipotkurin 1 luisto.	23
Taulukko 4. Testipotkurin 2 luisto	23
Taulukko 5. Laskennallinen nopeus uudella tekniikalla.	23

# 1 Johdanto

Projektin motiivina on rakentaa pienikokoisesta veneestä nopea vauhtivene, jossa käytetään vauhtiveneilyn tyyliin sopivaa tehokasta ja äänekkästä V8-moottoria. Projektin päätavoitteena on saada veneen nopeus kasvamaan tavoitenopeuteen, joka on 55 solmua. Tähän tavoitenopeuteen päästään veneen tekniikan vaihdolla. Tekniikan vaihdolla tarkoitetaan veneen moottorin ja voimansiirtotekniikan vaihtamista soveltuvampaan ratkaisuun. Tässä tapauksessa vaikutetaan pääosin veneen suorituskykyyn ja luotettavuuteen uudemmalla moottoritekniikalla. Alkuperäisen 4-sylinterisen 2-litraisen nelitahtisen BMW Marine B130 -moottorin tilalle vaihdetaan uudemman ja tehokkaamman tekniikan omaava 8-sylinterin 4-litrainen nelitahtinen BMW M60B40 -moottori.

Opinnäytetyön projektiveneenä on Isossa-Britanniassa valmistettu Plancraft Sabre -sisämoottorivene. Veneen alkuperäinen tekniikka on BMW Marine B130 eli M10B20-merimoottori ja BMW Mark 2 -vetolaite. Samaa moottoria käytettiin myös BMW-autoissa, mutta marine-moottoreissa apulaitteet eroavat auton vastaavista huomattavasti. Apulaitteiden avulla moottori sovitetaan merivedessä toimimiseen. Merimoottoreiden sähköiset apulaitteet ovat usein myös kipinäsuojattuja räjähdysvaaran takia, sillä moottoritila on umpinaisempi kuin autoissa.

## 2 Yleistä vauhtiveneistä

### 2.1 Mikä on vauhtivene?

Vauhtiveneeksi luokitellaan huvivene, joka omaa korkean tehopainosuhteen. Veneen runko valmistetaan mahdollisimman kevyeksi käyttäen rakenteita lujittavia muotoja ja kevyitä materiaaleja. Rungot valmistetaan venetyypistä ja sen käyttötarkoituksesta riippuen usein poikkeuksellisen jyrkällä pohjan V-kulmalla (yli 20 °), jolloin veneen ajo-ominaisuudet paranevat aallokossa (Kuva 1).



Kuva 1. Kaksi V-runkoista venettä.

Vauhtiveneet suunnitellaan suorituskykyisiksi ja ne varustellaan yhdellä tai useammalla moottorilla. Nopeiden vauhtiveneiden moottorit ovat muutamia poikkeuksia lukuunottamatta tyypiltään joko sisäperämoottoreita tai perämoottoreita. Yleisimmät runkomallit ovat yksirunkoveneet, sekä kahdella ponttoonilla varustetut katamaraanit.

### 2.2 Vauhtiveneen historia

Nopeakulkuisten veneiden kehitys lähti kasvuun 1920-luvun puolivälissä kieltolain vuoksi. Kieltolain aikaan alkoholin valmistusta ja myyntiä rajoitettiin, mikä aloitti alkoholin salakuljetuksen eri maiden välillä. Meriteitse alkoholia



kuljetettiin veneiden avulla, jolloin veneiden tuli olla nopeita kiinnijäämisriskin pienentämiseksi. Salakuljetusveneisiin laitettiin jopa suurikokoisia lentokoneen moottoreita, jotta veneiden nopeudet kasvoivat huomattavasti. (Adrian Mitter 2019.)



Kuva 2. Kieltolain aikainen vauhtivene (Drinking Cup n.d.).

1960-luvun veneiden muotoja alettiin muuttaa siten, että ne kykenivät liikkumaan kovassakin aallokossa. Kovassa aallokossa liikkuva vene oli vaikea havaita merivalvontatutkassa. Tämän seurauksena pitkät ja kapeat rungon muodot yleistyivät myös avomerikilpaveneissä. Tätä samaa runkotyyppiä käytetään vielä nykyisissäkin kilpaveneissä.

### 2.3 Vauhtiveneiden runkotyypit ja niiden käyttötarkoitus

Vauhtiveneen runkotyypit voidaan jakaa kahteen eri kategoriaan: V-runkoiset vauhtiveneet ja katamaraani-vauhtiveneet. Vauhtiveneet ja kilpaveneet ovat usein rungoltaan täysin identtiset. Eroavaisuudet löytyvät veneiden varustelutavoista.

#### 2.3.1 V-runko

V-runkoisella runkotyyppillä tarkoitetaan yksirunkoista venettä, joka on yleisin runkotyyppi kilpaveneilyssä ja huviveneilyssä. Yksirunkoiset veneet soveltuvat

kovassa aallokossa ajamiseen, koska niiden terävä pohjanmuoto leikkaa aaltoa paremmin ja parantaa veneen ajettavuutta.

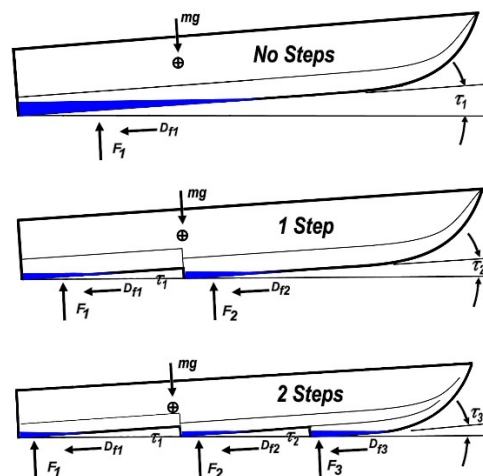
Rungon muodoilla pystytään vaikuttamaan veneen käyttäytymiseen erilaisissa tilanteissa. Loivalla V-rungolla vene kulkee nopeammin pienemmällä moottoriteholla, koska veneen rungon noste kasvaa ja vähentää märkäpinta-alaa. (Vene-lehti 2019.)

Nostetta voidaan lisätä nousulistojen avulla (Kuva 3).



Kuva 3. Nousulista.

Rungon märkäpinta-alaa voidaan pienentää lisää myös pohjaportaiden avulla. Pohjaportaan tarkoitus on ohjata ilmaa veneen ja veden pinnan välille. Kuvassa 4 on ylimpänä veneen runko ilman pohjaporrasta. alempaan on esitetty yksi- ja kaksiportainen runko.



Kuva 4. Pohjaportaat (Aeromarine Research n.d.).

Jokainen rungon muutos vaikuttaa positiivisesti tiettyihin haluttaviin ominaisuuksiin, mutta samalla niillä voi, ja usein onkin, negatiivinen vaikutus muihin osa-alueisiin.

### 2.3.2 Katamaraani-runko

Kuvassa 5 on kaksirunkoisen venetyyppi eli niin kutsuttu katamaraanirunko. Katamaraanirunko soveltuu tynemmän kelin vauhti- ja kilpaveneen rungoksi.



Kuva 5. Kaksirunkoinen katamaraanivene.

Katamaraanin rungolla saavutetaan pienempi märkäpinta-ala rungon tuomalla nosteella. Ponttoonien välissä oleva rungon osa luo nostetta ilmavirtauksen avulla, tämä noste kasvaa veneen nopeuden lisääntyessä. Nopeat katamaraaniveneet ovat huviveneilyssä harvinaisempia, pelkistetyimmän sisustan varustelun mahdollisuuksien vuoksi. Katamaraanirunkoisen veneen ajamiselta vaaditaan enemmän ajotaitoa, koska rungon noste mahdollistaa veneen vedestä irtoamisen.

## 2.4 Moottorityypeistä

Vauhtiveneissä käytettävät moottorityypit eivät eroa perinteisissä huviveneissä käytetyistä moottoreista mitenkään. Ainoastaan suorituskykylukemat ovat usein suuremmat, mutta moottorit ovat usein suoraan tehtaan lisävarustelistalta valittavissa veneeseen. Vauhtiveneissä käytetyt moottorityypit ovat yleensä ulkolaitamoottoreita tai sisämoottoreita.

### 2.4.1 Perämoottori

Perämoottorilla tarkoitetaan veneen peräpeiliin kiinnitettävää erillistä moottorin ja voimansiirron kokonaisuutta, joka on veneen ulkopuolella (Kuva 6). Perämoottorin suurimpana etuna sisämoottoriin verrattuna on teho-painosuhde. Perämoottorin voimansiirto on huomattavasti kompaktimpi verrattuna sisämoottoriin.



Kuva 6. Perämoottori Evinrude E-Tec 250.

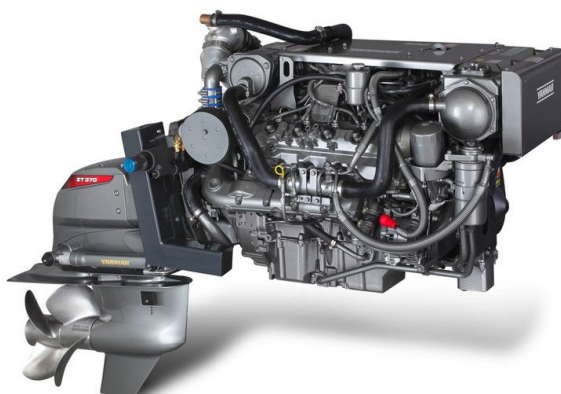
Perämoottorin asennuksessa veneen runkoon ei tarvitse tehdä läpivientireikää potkuriakselia varten, jolloin veneen vuotoriskit pienenevät. Perämoottorin huolto ja korjaaminen on helpompaa ja moottori voidaan veneen seistessä nostaa kokonaan pois vedestä, jolloin syöpyminen on vähäisempää.

Myös vauhtiveneilyä ajatellen merkittävänä etuna voidaan pitää sitä, että potkurin korkeutta veneen pohjaan nähden voidaan muuttaa helposti, sillä perämoottorin asennuskorkeutta voidaan muuttaa helposti löystämällä perämoottorin kiinnityspultteja ja nostamalla perämoottoria korkeammalle perälaitaan kiinni. Tähän perämoottorin nostamiseen on kehitetty helposti säädettäviä moottorihissejä.

Perämoottoreiden suosio on kasvanut vauhtiveneilyssä huomattavasti viimeisten vuosien aikana niiden suorituskyvyn parantumisen johdosta. Vuonna 2007 Yamaha esitteli markkinoille siihen asti tehokkaimman perämoottorinsa, jossa oli 350 hv, vääntömomentti 414 Nm kierrosluvulla 4200 rpm. Sitä ennen perämoottorien suurimmat teholumemat eivät olleet kasvaneet moneen kymmeneen vuoteen johtuen markkinoista. Veneiden valmistajat alkoivat toivomaan suurempi tehoisia perämoottoreita myös suurempiin veneisiin niiden halvempien käyttökulujen vuoksi. Nykyään maailman tehokkain perämoottori on Mercury Racing:n 600 hv:n perämoottori. Useilta moottorivalmistajilta löytyy valikoimasta yli 350 hv perämoottoreita. Tämän vuoksi myös suurempia vauhtiveneitä voidaan varustella perämoottorilla tai useammalla perämoottorilla. (Orwester media LLC & Wave to wave 2019.)

#### 2.4.2 Sisämoottori eli sisäperämoottori

Vauhtiveneissä käytettävät sisämoottorit ovat malliltaan sisäperämoottoreita. Sisäperämoottorissa itse moottori on sijoitettu veneen takaosaan rungon sisäpuolelle ja voima tuodaan nivelakselin avulla peräpeilin läpi veneen ulkopuolelle peräpeilissä kiinni olevaan vetolaitteeseen (Kuva 7).



Kuva 7. Yanmar-sisäperämoottori (Yanmar 2022).

Vauhtiveneissä olevat vetolaitteet eroavat usein perinteiseen hitaampaan ajoon tarkoitetun veneen vetolaitteeseen siten, että vetolaite on vedenalaisilta osiltaan sirompi. Sen asennuskorkeus on lähempänä veden pintaa ja kulmavaihte vetolaitteen sisällä on suunniteltu kestämään suuremman moottorin suorituskyvyn.

Sisäperämoottoreiden etuna on suurien moottori tehojen saavuttaminen helposti moottoreiden muokattavuuden ja tilavan konetilan ansioista. Moottoreita voidaan virittää, muokata ja optimoida samaan tapaan kuin muidenkin ajoneuvojen moottoreita. Sisämoottoriveneessä moottori on erillinen osa voimansiirrosta, jolloin moottori voidaan vaihtaa helposti tehokkaampaan ja suurempaan. Isojen ja nopeiden vauhtiveneiden moottoritilassa on usein yksi tai useampi ahdettu V8-moottori

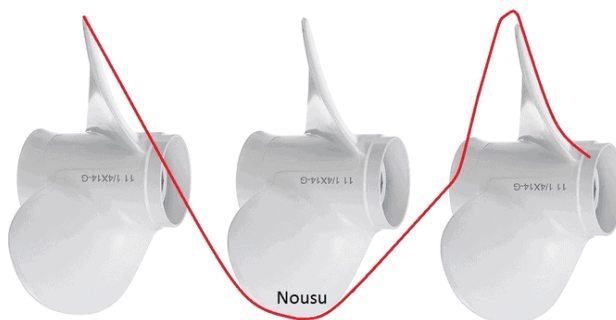
## 2.5 Propulsio

Propulsiolla tarkoitetaan järjestelmää, jolla tuotetaan työntövoimaa. Veneissä propulsiolla tarkoitetaan yleensä potkuria ja siihen liittyviä osia. Potkurin koko määritetään yleisesti kahden eri mitan avulla, potkurin halkaisijalla ja nousulla. Halkaisija on potkuria pyörittäessä sen lavan uloimman osan piirtämä ympyrän mitta (Kuva 8).



Kuva 8. Potkurin halkaisija (E-ville.blog.com 2020).

Nousu tarkoittaa sitä matkaa, jonka potkuri liikkuisi eteenpäin kiinteässä materiaalissa yhden kokonaisen pyörähdyksen aikana (Kuva 9).



Kuva 9. Potkurin halkaisija ja nousu (E-ville.blog.com 2020).

Esimerkiksi 15x17 potkurimerkinnän ensimmäinen "15" tarkoittaa potkurin halkaisijaa tuumina ja "17" tarkoittaa potkurin nousua tuumina.

Vedessä potkurin operoidessa esiintyy kuitenkin aina luistoa, jonka suuruus on veneestä riippuen usein 15-25 % väliltä. Optimaalista potkuriä ei voida laskennallisesti määrittää mihinkään veneeseen, mutta koko pystytään laskennallisesti määrittämään suuntaa antavaksi.

Myös lapojen lukumäärä ja potkurin materiaali ovat tärkeässä roolissa potkuria valittaessa. Ne valitaan käyttötarkoituksen mukaan. Optimaalisin potkuri kuhunkin veneeseen voidaan löytää vain testaamalla erilaisia potkureita ja niiden ominaisuuksia tutkimalla. Vauhtiveneiden potkurit eroavat hitaampaan ajoon tarkoitettujen veneiden potkureista. Vauhtiveneiden potkuri on suunniteltu

toimimaan lähempänä veden pintaa, jopa osittain vedenpinnan yläpuolelle toimivaksi, jolloin veden vastus vähenee.

## 2.6 Moottorin ja vetolaitteen yhdistäminen

Sisäperämoottoriveneessä ei yleensä käytetä erillistä vaihdelaatikkoa moottorin ja vetolaitteen välissä, koska vaihteisto on vetolaitteen sisällä. Voima välitetään moottorista vetolaitteeseen ura-akselin avulla ja moottorin kytkinkaaveli sisältää laakerin, joka tukee akselia. Akselin peräpäässä on ristikkonivel, jotta vetolaitetta pystytään trimmaamaan ja kääntämään haluttuun suuntaan. Akseli kiinnittyy vauhtipyörään kumikytkimen avulla, mikä pehmentää moottoriin ja vetolaitteeseen kohdistuvia iskuja. Tämän tyyppisiä iskuja ilmenee esimerkiksi vaihdetta vaihdettaessa tai aallokossa ajaessa, jolloin potkuri saattaa käydä hetkellisesti ilmassa. Tällöin potkuri kerää suuria kierroksia ja takaisin veteen laskeutuessa isku voimansiirtoon voi olla suuri.

Veneen moottori ja vetolaite tulee linjata mahdollisimman tarkasti samaan linjaan toistensa kanssa, muuten akselia tukeva laakeri voi vaurioitua. Suoraan linjaaminen edesauttaa vähentämään veneen runkoon kohdistuvaa resonointia. Vetolaitteen ja rungon välisen ristikkonivelen päälle asennetaan kumipalje, jotta vesi ei pääse voimansiirron läpiviennin kautta veneen sisälle.

## 2.7 Veneen tekniikan vaihto

Veneen moottori voidaan vaihtaa sisäperämoottorista joko modernimpaan moottoriin, tai kokonaan erityyppiseen, esimerkiksi ulkolaitaan asennettavaan perämoottoriin. Moottorin vaihto kyetään tekemään toisinkin päin, ulkoperämoottorille suunnitellusta veneestä voidaan tehdä sisäperämoottorillinen vene. Ulkolaitamoottorille suunnitellussa veneen rungossa on yleensä tukevammin vahvistettu peräpeili, joka kestää paremmin ulkolaitamoottorin aiheuttamat voimat.



Hyvin yleinen tekniikan vaihto on veneen vanhan bensiinimoottorin vaihtaminen taloudellisempaan dieselmoottoriin. Usein moottorin vaihdon yhteydessä joudutaan vaihtamaan veneen vetolaite välityssuhteen ja kestävyiden vuoksi.

### 3 Moottorivaihdon suunnittelu

Opinnäytetyössä suunnitellaan tekniikan vaihto Isossa-Britanniassa valmistettuun Plancraft Sabre BMW -sisäperämoottoriveneeseen (Kuva 10). Veneen alkuperäinen moottori on BMW Marine B130 eli M10B20-merimoottori, jonka perässä on BMW Z-Drive Mark 2 -vetolaite. Samaa moottoria on käytetty myös BMW-autoissa. Veneeseen asennetaan alkuperäisen moottorin tilalle huomattavasti tehokkaampi BMW M60B40 auton V8-moottori, kuitenkin samaa vetolaitetta käyttäen.

Plancraft Sabre BMW -versiota on valmistettu vuosina 1984-1996. Vene on pituudeltaan 17 jalkaa eli 5,18 m ja rungon leveys on 1,7 m. Venemallissa on se poikkeuksellista, että BMW:n tehdas on ollut aikanaan mukana veneen suunnittelussa ja toteutuksessa. Veneen runko on kokonaismassaltaan 370 kg veneen moottori ja vetolaite mukaan lukien. Projektiveneen nykyinen huippunopeus on 32 solmua, joka saatiin mitattua veneen vanhan moottorin ja 13x23-kokoisen potkurin kanssa.



Kuva 10. Projektivene Plancraft Sabre BMW.

#### 3.1 Nykyinen moottori ja uusi moottori

Aiemman ja uuden moottorin välillä on merkitseviä teknisiä eroja. Aiempi moottori on 4-sylinterinen iskutilavuudeltaan 2-litrainen moottori, kun uusi

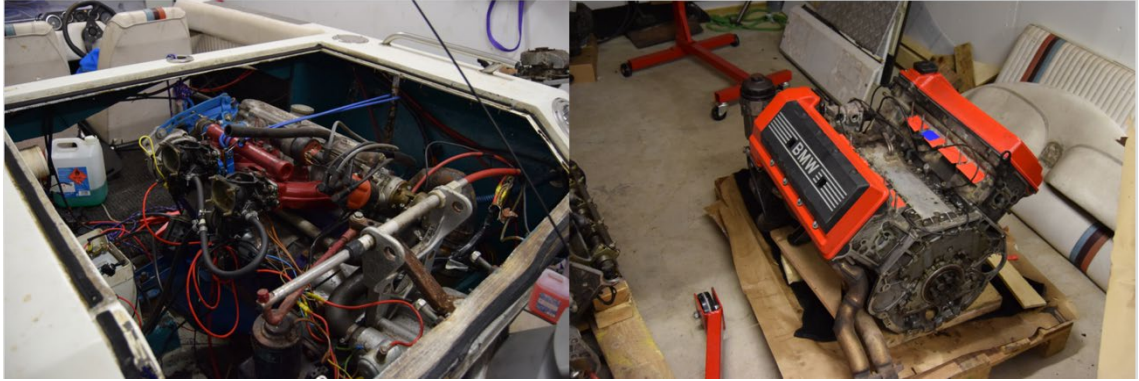
moottori 8-sylinterinen 4-litrainen. Oheisessa taulukossa 1 on kuvattu moottorien teknisiä eroavaisuuksia:

Taulukko 1. Moottorien vertailu.

<b>Moottori</b>		
	<b>Alkuperäinen</b>	<b>Uusi</b>
	<b>BMW B130 Marine</b>	<b>BMW M60B40</b>
Teho	120 hv	286 hv
Vääntö	165 Nm	400 Nm
Iskutilavuus	1990 cc	3982 cc
Sylintereiden lukumäärä	4	8
Paino	186 kg	189 kg
Max kierrosluku	6000 rpm	6500 rpm
Sytytys	Virranjakaja	Suorasytytys
Polttoaineen syöttö	2 kpl kaasutin	Elektroninen suihkutus
Vetolaite	BMW Mark 2	Välityssuhde 2,2:1

Tilavuuserosta huolimatta kovin suurta eroa ei ole näiden moottoreiden massoissa, aiempi moottorilohko on valuterästä kun taas uudemman alumiininen. Kuten taulukosta nähdään, veneen uuden moottorin suorituskyvyssä on selvä parannus verrattuna aiempaan moottoriin. Uuden moottorin suorituskyky on välttämätöntä veneen maksiminopeuden kasvattamiseksi. Painoeroa moottoreiden välillä on kuitenkin vain muutama kilogramma, joten moottorin vaihto ei vaikuta veneen kokonaismassaan paljoakaan.

Kuvassa 11 on vasemalla nykyinen veneen moottori asennettuna veneen moottoritilaan ja vasemmalla uusi V8-moottori irrallaan.



Kuva 11. Vasemmalla BMW Marine B130 ja oikealla BMW M60B40.

### 3.2 Vetolaite ja kytkin

Projektiveneen BMW-vetolaite on kehitetty ja valmistettu yhteistyössä BMW:n ja ZF Sachs AG:n välillä. ZF Sachs AG valmistaa myös BMW-autoihin vaihdelaatikoita ja voimansiirtoja. Vetolaite on välityssuhteeltaan 2,2:1. Vetolaitteen vaihteisto toimii kolmella eri vaihteella, eteenpäin-vapaa-taaksepäin-vaihteilla. Vaihteiden vaihtaminen onnistuu märkäkytkimen avulla, joka on sijoitettuna vetolaitteen sisällä sijaitsevaan kulmavaihteeseen. Märkäkytkimiä käytetään mm. moottoripyörissä, moottorikelkoissa, sekä useissa veneiden vetolaitteissa. BMW:n vetolaitteen märkäkytkin sisältää kitkapakan, joka on erona BMW:n vetolaitteissa verrattuna muiden valmistamiin vetolaitteisiin (BMW Marine GmbH München 1982).

Venekäytössä on käytössä usein kartionmuotoinen märkäkytkin. Märkäkytkimen tehtävänä vetolaitteessa on avustaa vaihteen vaihtamisessa. Vaihteiden vaihtamista ohjataan veneen ohjaamosta vaijerin avulla, joka on kaasukahvasta kytketty vetolaitteen vaihteistoon.

Vetolaitteen ”trimmiä”, eli vetolaitteen potkuriakselin kulmaa, ohjataan hydraulikkasynterien avulla. Trimmauksen ohjaus tapahtuu kaasukahvaan liitetyistä napeista. Vetolaitteen trimmaus tapahtuu ylös- ja alaspäin -suunnissa. Projektissa hyödynnetään nykyistä vetolaitetta, jonka asennuksessa pitää huomioida uusien kiinnikkeiden rakentaminen uudelle moottorille.

### 3.3 Veneen rungon tarkastaminen ja vahvistaminen

Projektin veneeseen asennetaan huomattavasti aiempaa suuri tehoisempi moottori, mikä tulee kasvattamaan veneen huippunopeutta merkittävästi. Tämän vuoksi veneen runko tulee tarkastaa mahdollisten aiempien vaurioiden varalta ja myös vahvistaa veneen runko kestävämmän suurempi tehoisemman moottorin tuomat voimat. Suomen rekisteröintikeskus Traficom vaatii usein lisäselvityksen rungon vahvistuksista moottoritehoa kasvattaessa.

### 3.4 Projektiveneen potkurin valinta

Potkurin valinta on nopeassa veneessä keskeistä, sillä potkurin kokoa ja mallia muuttamalla saadaan veneen ominaisuuksia muutettua radikaalisti. Potkuri on samalla kuitenkin aina kompromissi. Jos potkurivalinnalla halutaan parantaa jotain tiettyä osa-aluetta, se samalla heikentää jotakin toista toisesta osa-alueesta. Veneiden jyrkkä lapakulma parantaa huippunopeuden saavuttamista, mutta liikkeellelähdössä jyrkän potkurin työntövoima on huono, jolloin potkuri luistaa.

Veneestä on tarkoitus tehdä 55 solmua kulkeva vauhtivene, mutta kuitenkin helppo ajettava myös päivittäisessä huvivenekäytössä. Potkurin valinta tehdään siis sitä silmällä pitäen.

Venettä koeajettiin alkuperäisellä moottorilla kahdella eri potkurilla.



Kuva 12. Projektiveneen testiajot.

Testiajojen mittaustulokset ovat taulukossa 2. Tässä taulukossa on vanhan BMW B130 -moottorin kierrosnopeudet kahden ensimmäisen potkurin testeissä. Väilyssuhde määräytyy suoraan BMW Mark 2 -vetolaitteen mukaan.

Taulukko 2. Testipotkureiden vertailu.

BMW B130	potkuri 1	potkuri 2
Väilyssuhde	2,2	2,2
max rpm	5200 rpm	4900 rpm
potkurin luisto	X	X
materiaali	RST	Alumiini
potkurin halkaisija	15 "	13 "
potkurin nousu	17 "	23 "
mitattu nopeus	28 solmua	32 solmua

Näiden tietojen perusteella oli helpompi laskea veneelle optimaalinen potkuri vauhtia haettaessa.

Ensimmäisen testi tehtiin ruostumattomasta teräksestä (RST) valmistetulla potkurilla 15x17, jolla nopeudeksi saatiin 28 solmua moottorin kierrosnopeuden ollessa 5200 rpm. Tästä testistä pystyttiin helposti laskemaan potkurin luistoprosentti, joka on alla olevien laskelmien mukaisesti 15 %.

Toisessa testissä alumiininen potkuri 13x23 nosti veneen nopeudeksi 32 solmua moottorin huippukierrosluvun ollessa 4900 rpm. Tämäkään potkuri ei ollut optimaalinen veneen nopeuden kasvattamisessa. Vaikka huippunopeus nousikin 32 solmuun moottori ei jaksanut kiertää tarpeeksi ja potkuri luistoksi saatiin 24 %. Potentiaalia on siis saada enemmän oikealla potkurilla.

Taulukko 3. Testipotkurin 1 luisto.

Potkuri1		
Laskennallinen huippunopeus		
max rpm : välityssuhde	5200rpm:2,2 =	2363,6 rpm
potkurin max rpm * potkurin nousukulma	2363,6 rpm * 17"=	40181,2 "/min
Todellinen huippunopeus		
(huippunopeus)/(in/mpk)/tunti= "/min		
(28mpk/h):(1,37x10 <sup>-5</sup> in/mpk):(60min) =	34063,2 "/min	
Todellinen hyötöprosentti		
(34063,2 "/min) : (40181,8 "/min)	0.847	
Potkurin luisto %		15 %

Taulukko 4. Testipotkurin 2 luisto

Potkuri 2		
Laskennallinen huippunopeus		
max rpm : välityssuhde	4900rpm:2,2 =	2227,3 rpm
potkurin max rpm * potkurin nousukulma	2227,3 rpm * 23"=	51227,3"/min
Todellinen huippunopeus		
(huippunopeus)/(in/mpk)/tunti= "/min		
(32mpk/h):(1,37x10 <sup>-5</sup> in/mpk):(60min) =	38929 "/min	
Todellinen hyötöprosentti		
(38929 "/min) : (51227,3 "/min)	0,76	
Potkurin luisto %		24 %

Alla olevassa taulukossa 5 on laskennallinen huippunopeus, joka on laskettuna uudella BMW 4-litraisella moottorilla ja laskennallisella potkurilla, jonka nousukulma on 26,6 tuumaa.

Taulukko 5. Laskennallinen nopeus uudella tekniikalla.

m60b40		
Laskennallinen huippunopeus		
max rpm : välityssuhde	6500rpm : 2,2	2954,4 rpm
potkurin max rpm * potkurin nousukulma	2954,4 rpm * 26,6	78590,9 "/min
luisto 15%	78590,9 "/min* 0,85	66802,3 "/min
minuutit->tunneiksi	66802,3 "/min* 60min	4008138 "/h
solmuiksi	4008138 "/h * 1,37*10 <sup>-5</sup>	54.9 mpk/h

Kyseinen 54,9 solmun nopeus on laskennallinen nopeus, tämä ei luultavasti tule olemaan todellinen vaikka 26,6 nousuinen potkuri löytyisi, koska huippunopeuteen vaikuttaa moni muukin asia.

Projektiveneen potkuriksi tullaan etsimään RST-potkuri lapojen jouston minimoimiseksi. RST-potkurit ovat yleisin materiaali valinta nopeisiin veneisiin. Potkuriksi valitaan myös 3-lapainen potkuri, koska vene on kevyt, niin 4-lapasen potkurin pitohyötyjä ei tarvita. Veneen keveyden ansiosta veneen liikkeelle lähtö onnistuu 3-lapaisella potkurilla. Ylimääräiset potkurin lavat taas tuovat vastetta veneen kulkiessa kovaa.

Potkurin halkaisija tulee olemaan 13-15,5 tuuman väliltä, koska BMW Mark 2 -vetolaitteeseen ja potkuriakseliin sopivat tämän kokoiset potkurit. Vaihtoehtona on tilata hintavampi custom-potkuri, mutta taas veneen keveyden ansiosta luultavasti alle 14 tuuman halkaisijan omaava potkuri käy tähän projektiin loistavasti.

Nämä laskut ja pohdinnat ovat suuntaa antavia, millainen potkurin tulisi suurin piirtein olla. Todellisen hyötysuhteen, luiston ja huippunopeuden saa selvitettyä testaamalla erilaisia potkureita. Laskennallisesti kannattaa kuitenkin sulkea suuri osa potkureita pois, jolloin testattavien potkurimallien määrä pienenee.

### 3.5 Pakoputkisto

Vanha pakoputkisto on valmistettu valuteräksestä. Uudemmassa moottorissa pakoputkisto tulee tehdä ruostumattomasta teräksestä korroosion estämiseksi. Vanhan moottorin jäähdytysvesi kierrätettiin pakosarjan kautta vetolaitteeseen ja sieltä merenpinnan alapuolelle. Uuden moottorin pakoputkisto pitää sylinteriryhmän v-muodon takia rakentaa moottorin molemmille puolille. Pakoputket ohjataan merenpinnan yläpuolelle suurempien pakoäänien vuoksi. Pakoputkistoon valmistetaan erillinen vesivaippa, josta syötetty jäähdytysvesi syötetään pakosarjaan vasta pakoputkiston loppupäästä. Tämä tehdään siksi, ettei vesi pääse valumaan takaisin moottorin palotilaa kohti. Pakoputkistojen



päähän asennetaan läpät, jotka estävät moottorin sammua meriveden pääsyn palotilaan. Veneen peräaalto voi olla niin suuri kokoinen, että vesi pääsee kulkeutumaan pakoputkistojen kautta moottorille asti.

Pakoputkistoon suunnitellaan merivettä hyödyntäen vesijäähdytys, joka ohjataan pakoputkistojen loppupäähän viilentämään pakoputkistoa. Tämä merivesijäähdytys edesauttaa paloturvallisuutta, jolloin pakoputket eivät kuumene liikaa ahtaassa moottoritilassa. Moottoria itsessään jäähdytetään makeavesijärjestelmällä. Moottorin sisällä oleva makeavesi jäähdytetään merivesilauhduttimen avulla. Tämä sen vuoksi, ettei korroosiota aiheuttavaa merivettä jouduta kierrättämään moottorin sisällä. Ahtaan moottorin ja kahden erillisen pakosarjan takia moottoritila lämpeää huomattavasti enemmän. Tämän estämiseksi pakosarja tullaan eristämään lämpönauhalla, joka hillitsee lämpötilan nousua moottoritilassa. Moottorin seinämät lämpöeristetään, jolloin lämmön sitoutuminen veneen lujitemuovisiin runko-osiiin estetään.

### 3.6 Moottorin ilmanotto

Veneen moottoritilaan ohjataan raitista ilmaa ilmanottoritilöiden avulla. Ilmanottoja asennetaan koneen moottorin etu- ja takaosaan. Pienen moottorin ja ison moottorin takia veneeseen joudutaan asentamaan paljon uusia ilmanottoja. Ilmanottojen suuri määrä varmistaa, että moottoritilassa ilmanvaihto olisi mahdollisimman tehokasta, jolloin moottorin lämpeämisen kautta aiheutuva lämpimän ilman poisto edistää paloturvallisuutta. Alkuperäisen pienemmän kaasuttimella varustetun moottorin mukana oli suunniteltu kaksi sähköistä tuuletinta, jotka käynnistyksen yhteydessä puhalsi vanhan ilman konetilaan ja ohjasi raitista ilmaa konetilaan. Tämä järjestelmä oli suunniteltu nimenomaan kaasuttimella varustetun moottorin takia, koska käynnistäessä moottoria kaasuttimista saattoi vuotaa bensalla kyllästettyä ilmaa, joka on paloturvallisuusriski.

Usean moottorin ilmanottokanavan lisäksi moottorin kanteen jätetään vanha sähköinen ilmanvaihto varmistamaan, että moottoritilassa on mahdollisimman

viileätä ja raitista ilmaa. Kone tilan etuosaan asennetaan ritilät, siten että veneen liikkeessä raitis ilma pakotetaan kulkemaan moottoritilaan. Moottoritilan kanteen asennetaan iso ilmanohjain, joka ohjaa raittiin ilman suoraan koneen imusarjaan.

Merikäytössä ei tarvita erikseen ilmansuodatinta, joten ilmanohjaimeen asennettava tiheä verkko estää suurimpien likapartikkelien joutumisen imusarjaan. Ilmanottoaukko imusarjalle asennetaan siten, että mahdolliset vesiroiskeet eivät pääse suoraan kulkeutumaan ilmanotosta sylinterien palotilaan.

### 3.7 Polttoaineen syöttö ja polttoainesäiliö

Projektissa hyödynnetään veneen vanhaa tilavuudeltaan 70 litraista ruostumattomasta teräksestä valmistettua polttoainesäiliötä, joka on asennettuna veneen keulapiikkiin. Veneessä on tälle polttoainetankille tehtaan valmistama täyttöputki, joka on asennettu veneen keulakannelle. Vanhalle B130 Marine -koneen kahdelle Solex F 44 PHN-3 -uimurikaasuttimille polttoaineen syötön hoiti 12 V sähköinen kalvopumppu, jonka tuottoteho 0,3 bar:in paineella 65 litraa tunnissa. Polttoainepumpun ohjaus tapahtui erillisen kytkimen kautta turvallisuussyiden takia.

Projektin uusi M60B40-moottori vaatii polttoainepumpulta suurempaa tuottoa suuremman moottorikoon takia ja suuremman polttoaineen syöttöpaineen polttoaineen ruiskutusjärjestelmän takia. Tämän vuoksi polttoainelinjastoon asennetaan vanhan kalvopumpun sijaan korkeapainepumppu, jonka maksimi tuottopaine on noin 8 bar suurempi. Tällä pumpulla saadaan virtaukseksi 3 bar:lla 270 litraa tunnissa ja 5 bar:lla 200 litraa tunnissa. Polttoainelinjassa on paineensäädin, joka tasaa paineen 3,5 bar:in.

### 3.8 Kaasu ja vaihteiden vaihtaminen

Veneen alkuperäisen hallintalaitteen kaasun ja vaihteiden vaihtamisen osalta on toteutettu perinteiseen tapaan veneen ohjaamosta käsin ohjattavasta kahvasta. Kahvaan on suunniteltu tärkeimmät toiminnot, joita veneen käsittelyssä tarvitaan. Veneen kaasukahvasta pystyy hallitsemaan veneen kulkua eteen -ja taaksepäin. Näiden lisäksi kahvasta pystytään säätämään vetolaitteen/perämoottorin trimmi-kulmaa, sekä käynnistyksessä avustava polttoaineen seoksen rikastus. Normaalisti kahvassa kaasun suunnan valitessaan myös vaihteet eteen ja taakse kytkeytyvät.

Projektissa rakennetaan tähän laitteeseen pelkästään vaihteiden kytkemisen vaijeriohjauksella. Kaasu siirretään autojen tapaan pedaalisäätöiseksi kuljettajan jalkatilaan. Jalkakaasu rakennetaan tukevasta jalkapedaalista, josta moottorin kierrosluvun hallinta ohjataan vaijeriohjauksella. Jalkakaasuratkaisut ovat hyvin yleisiä isokokoisten ja nopeiden veneiden ohjaamoissa.

### 3.9 Mittaristo

Veneen alkuperäinen mittaristo informoi kuljettajalle moottorin kierrosluvun, nopeuden, moottorin lämpötilan, moottorin käyttötunnit, polttoainemäärän, akun jännitteen. Projektiveneeseen asennetaan kaksi erillistä tablettia, joihin ohjataan samat tiedot OBD-portin, sekä Bluetoothin avulla. Nykyajan tabletteja saa vedenkestävinä ja vesitiiviinä malleina, joita usein käytetään veneilyssä karttaplottereiden korvaajana. Myös tablettien värinän ja iskun sietokykyä on saatu paranneltua. Projektin tablettiratkaisu tulee olemaan edullisempi kuin karttaplottereiden hankkiminen. Parannuksina tässä tablettiratkaisussa on lisäinformaatioiden tarkastaminen modernimmasta koneesta, jolloin moottorin vikakoodit saadaan suoraan luettua veneen tablettilta. Toiseen tablettinäyttöön asennetaan karttaohjelma, josta on suuri hyöty merellä liikkuessa. Vanhasta mittaristosta hyötykäyttöön jää ainoastaan polttoainemittari, sekä vetolaitteen trimmi-kulma-mittari.

### 3.10 Virransyöttö ja latausjärjestelmä

Vanhan moottorin 50 A:n latausgeneraattori vaihtuu isomman koneen myötä 120 A:n generaattoriin, joista virrantuotto johdetaan syöttökaapelin avulla akulle. Akulta virransyöttö ohjataan sulakerasian ja päävirtakatkaisijan kautta veneen sähköjärjestelmille.

### 3.11 Turvallisuusvarusteet

Veneen paloturvallisuutta parannetaan riittävän ilmanvaihdon varmistamisella. Lisäksi moottorin ympäristössä olevat rungon lasikuituosat suojataan lämmönkestoteippauksella, jolla moottorista säteilevä lämpö saadaan johdettua pois päin lasikuidusta. Tulipaloriskien takia veneeseen tullaan asentamaan kolme palosammutinta sellaisiin paikkoihin, että sammuttimeen yltää hyvin veneen istuimilta. Palotilanteen sattuessa veneen liikkeessä voidaan tarttua nopeasti sammuttimeen ja kitkeä liekit pois moottorilasta.

Veneeseen asennetaan Blazecut-sammutusletkua (Kuva 13). Tämä sammutusletku toimii automaattisesti palon sattuessa. Blazecut-sammutusletku alkaa keräämään pienissä lämpötiloissa painetta itseensä ja palotilanteen sattuessa +120 °C sammutusletkun pinta sulaa, jolloin letkun sisäinen paineistettu korkeapaineinen kaasu purkautuu ja sammuttaa palon todella tehokkaasti ja nopeasti.



Kuva 13. Kuvassa Blazecut asennettuna konetilan kanteen (Blazecut 2022).

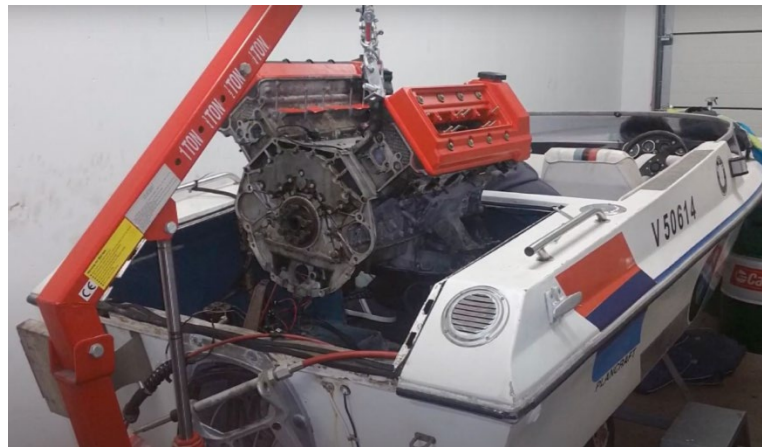
Veneen moottoripuolelle asennetaan sammutuskytkin, joka kytketään joustavalla kuminarulla kuljettajan ranteeseen kiinni. Skenaariossa, jossa veneen kuljettaja lentäisi veneen kyydistä kesken ajon sammutuskytkin sammuttaisi polttoainepumpun ja samalla moottorin. Mikäli polttoainepumppu jäisi päälle moottorin sammuaessa, voisi tulipalo syttyä polttoainevuodosta polttoainelinjan liittimistä tulikuumille pakosarjoille. Ainoat sähköiset laitteet, joita sammutinkytkin ei sammuta, ovat pilssipumput. Nämä hoitavat veneen rungon pohjalla olevat mahdolliset merivedet ulos veneestä, eikä vene uppoa pienen runkovaurion johdosta. Veneen sammutuskytkin pitää huolen, jos kuljettaja estyy ohjaamasta venettä tai lentää tilanteen johdosta pois veneestä, ettei vene pääse jatkamaan matkaa ilman ohjaajaa.

Jalkasäätöinen kaasua on turvallinen uudistus veneelle, jolla ajetaan suurilla nopeuksilla. Veneen vauhdin kasvaessa kuljettajan aika reagoinnille vähenee, jolloin on hyvä, että kuljettajan molemmat kädet voidaan pitää ohjauspyörässä ja kaasua saadaan ohjattua jalalla.

## 4 Projektin toteutuksen vaiheita

### 4.1 Moottorin sovittaminen moottoritilaan

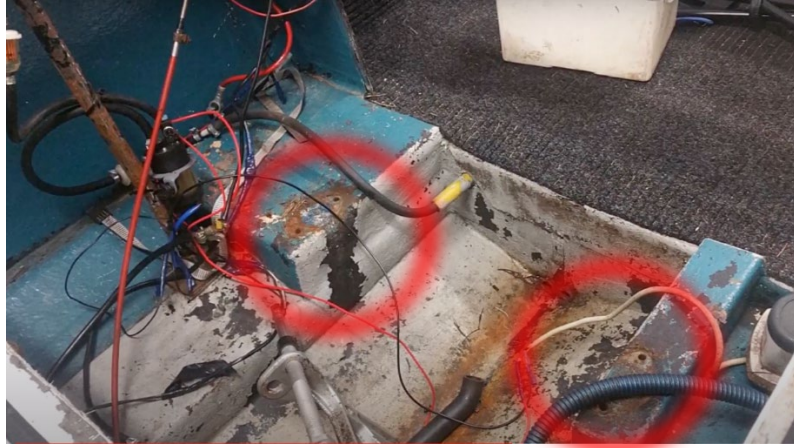
Vaikka moottoreiden massat ovat samaa kokoluokkaa, on uudempi moottori fyysisiltä mitoilta paljon suurempi. Kuvassa 14 sovitetaan uutta M60B40-moottoria veneen moottoritilaan. Tässä työvaiheessa tarkoituksena on mitata ja suunnitella rungon ja moottorin yhdistävät moottoripukit, sekä suunnitella moottorin alle tulevien kannatinkumien sijainnit. Tarkastelun ja mittailun kohteina on myös moottorin sylinterinkansien ja pakosarjojen mahtuvuus.



Kuva 14. M60B40 Moottorin sovittaminen moottoritilaan.

Veneen moottoritilan jäykisteitä ja moottoripukkeja tullaan muuttamaan isomman moottorin mukaiseksi, jolloin moottori saadaan tukevasti ja mahdollisimman matalasti asennettua veneeseen. Moottorin matalalle sijoittaminen tuo veneen painopistettä alemmas ja antaa moottorin yläosalle paljon ilmavamman tilan. Veneen painopiste on hyvä saada mahdollisimman alas, mikäli painopiste olisi liian korkealla tulisi veneestä entistä kiikkerämpi.

Kuvassa 15 näkyy vanhalle moottorille sopivat moottoripukit, sekä moottorin kannatinkumien sijainnit.



Kuva 15. Veneen moottoritila vanhalle moottorille sopivana.

#### 4.1.1 Moottorin kiinnitys

Veneen moottoritilaa joudutaan muokkaamaan moottorin fyysisen koon kasvaessa uudelle moottorille sopivaksi. Vanhat moottorin kannatinkumit ja rungon jäykistävät moottoripukit ovat eri kohdassa verrattuna uuden moottorin kiinnikkeisiin. Projektissa hyödynnetään suurikokoisia kumisia moottorin kannatinkumeja, joiden tehtävänä on vaimentaa moottorin aiheuttamia tärinöitä kohdistumasta veneen runkoon.

Moottorin kiinnittämisessä tulee ottaa huomioon moottorin oikea kallistuskulma. Moottorin vauhtipyörästä lähtevän kytkinakselin tulee olla täysin samassa linjassa vetolaitteen akseliin.

Kumityynyjen kovuuksien osalta pitää tutkia, onko järkevintä laittaa moottorin neljän kannatinkumin sijaan kaksi erilaista kovuuden omaavaa tyynyä, jolloin pystyisi vaikuttamaan eri olosuhteiden tärähdyksiin paremmin. Esimerkkinä pehmeämmän kovuuden omaava kannatinkumi estää pienimmätkin tärinät, kun taas kovat kannatinkumit kestävät suuremmatkin tärähdykset ja tärinät, mutta pienemmät tärinät välittyvät suoraan veneen runkoon.

## 4.2 Rungon jäykisteiden korjaaminen

Projektiveneen rungon materiaalina on lasikuitu eli lujitemuovi. Runko on jäykistetty pitkittäis- ja poikittaisjäykisteiden avulla. Runkoa tutkittaessa selvisi, että rungon jäykisteet on valmistettu sandwich-kerrosrakenteella ja niiden ydinaineena on vaneri. Kerrosrakenteella tarkoitetaan rakennetta, jossa kahden lasikuitukerroksen väliin laminoidaan ydinaine, kuten esimerkiksi vaneri.

Rungon sandwich-rakenteen puuydin oli ollut veneessä jo useamman vuoden ja veneeseen jälkepäin tehdyt asennustyöt sekä mahdolliset vauriot olivat päästäneet kosteutta rakenteisiin. Kosteus oli aiheuttanut sen, että märkä ydinaine irtosi sitä ympäröivästä lasikuitukerroksesta, jolloin sen jäykistävä vaikutus on vähentynyt huomattavasti. Veneestä poistettiin alkuperäiset jäykisteet kokonaan ja valmistettiin uudet pitkittäis- ja poikittaisjäykisteet paksummasta vanerista (Kuva 16). Jäykisteiden määrää lisättiin veneen rungossa ja jäykisteiden välimatkaa toisiinsa nähden pidennettiin jotta rungosta saatiin vahvempi uutta suurempaa huippunopeutta silmälläpitäen.



Kuva 16. Uudet pitkittäis- ja poikittaisjäykisteet.

Uudet jäykisteet laminoitiin runkoon polyesterihartsin ja lasikuitumattojen avulla. Myös moottoritalan moottoripeti uusittiin, koska uuden moottorin huomattavasti suurempi suorituskyky aiheuttaa moottorinkannattimille suurempaa rasitusta. moottoripedit toimivat myös rungon jäykisteinä veneen takaosassa ja yhdistävät veneen peräpeiliin.



### 4.3 Vetolaitteen yhdistäminen moottoriin

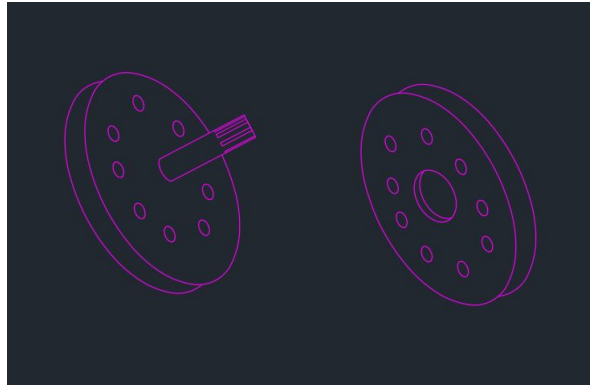
Projektissa voimansiirron ja moottorin väliin ei laiteta iskuja pehmentävää kumikytkintä, koska moottorin ja voimansiirron välinen kytkin akseli joudutaan teettämään, eikä kumikytkimen integroiminen olisi helppoa. Kyseinen osa joudutaan teettämään, koska M60B40-moottoriin ei saa suoraan yhteensopivaa osaa voimansiirron yhdistämiseksi. BMW-vetolaitteen kohdalla vetolaitteen sisällä on jo iskuja pehmittävä märkäkytkin, joten kumikytkin ei ole tässä kohtaa välttämätön.

Vetolaitteessa on kiinteästi kiinni ristikkonivel, jonka veneen päässä on naaraspuolinen ura-akselin paikka. Moottori joudutaan tuomaan moottoritilan koon takia ihan peräpeiliin kiinni, joten alkuperäistä laakerin sisältävää kytkinkaavelia ei voida käyttää.



Kuva 17. Vanha kytkinkaaveli jossa uuteen laippa-akseliin sopiva ura-akseli

Moottoriin teetetään laippa-akseli, joka pultataan kiinni moottorin vauhtipyörään pidennetyillä vauhtipyörän pulteilla.



Kuva 18. Laippa-akseli edestä ja takaa.

Laipasta lähtee kiinteä ura-akseli, joka sopii vetolaitteen päässä olevaan naaraspäähän. Koska moottorin vauhtipyörä tulee hyvin lähelle ristikkoniveltä ei akseliin tarvita erillistä tukilaakeria.

## 5 Yhteenveto

Opinnäytetyön aikana projektia ei saatu rakennettua loppuun asti, joten uuden moottorin testiajot ja muutokset jäävät toteutettavaksi myöhemmin. Haasteeksi tuli veneen vetolaitteen ja uuden moottorin yhdistämisen suunnittelu. Vanhan moottorin vauhtipyörän ja vetolaitteen yhdistävää kytkinkaavelia ei voitu uuden moottorin kanssa käyttää, joten tämän tilalle on keksittävä ja teetettävä uusi ratkaisu.

Ahdas moottoritila ja suurikokoinen moottori luo haasteita projektin edetessä, mutta veneen runko on nyt tutkittu ja muokattu moottorinvaihtoa varten kestäväksi. Moottori on tarkastettu ja todettu toimivaksi. Moottoria ei ole vielä lopullisesti istutettu veneen moottoritilaan. Veneen ohjaamo on suunniteltu pidettävän mahdollisimman alkuperäisen näköisenä.

Veneen turvajärjestelmät on suunniteltu toimiviksi ja niiden sijoittelua veneen runkoon on pohdittu. Opinnäytetyötä kirjoittaessa projektiin tuli useita hyödyllisiä ideoita. Monta turvallisuutta parantavaa asiaa syntyi opinnäytetyötä kirjoittaessa. Tämän työn kirjoittaminen on vienyt projektia ajatuksen tasolla paljon eteenpäin.

## Lähteet

Adrian Mitter 2019. Rum runners of the Baltic. Viitattu 17.22.2021.

<https://www.zfo-online.de/portal/index.php/zfo/article/view/10687/10691>

Aeromarine Reseach n.d. Step design analysis technique for Vee hull and Tunnel hull powerboat performance optimization. Viitattu 19.6.2022.

<https://aeromarineresearch.com/steps.html>

Blazecut 2022. Automaattinen palonsammutin. Viitattu 19.6.2022.

<https://www.watski.fi/Automaattinen-Blazecut-palosammutin-11dot>

BMW Marine GmbH München 1982. Tietoa moottorista ja vetolaitteesta BMW B130 marine & BMW Z-drive Mark 2. Viitattu 19.1.2022.

[https://bmwmarine.com/media/b130\\_detail\\_info08.pdf](https://bmwmarine.com/media/b130_detail_info08.pdf)

Drinking cup n.d. Rum Running: Of cigarettes, horses and hams. Viitattu 12.6.2022.

<http://www.drinkingcup.net/1921-rum-running-and-the-real-mccoy/>

E-ville.blog.com 2020. Veneen potkurin valinta – 5 asiaa, jotka on hyvä ottaa huomioon. Viitattu 13.6.2022.

<https://blog.e-ville.com/veneen-potkurin-valinta-viisi-asiaa-huomioon/>

Orwester media LLC & Wave to wave 2019. Perämoottoritietoja. Viitattu 1.6.2022.

<https://www.wavetowave.com/home/2019/3/5/the-most-powerful-outboards-the-biggest-engines-from-mercury-yamaha-seven-suzuki-and-evinrude>

Vene-lehti 2019. Moottoriveneiden runkomuodot: Runko on veneen selkäranka. Viitattu 12.6.2022

<https://venelehti.fi/moottoriveneiden-runkomuodot-runko-on-veneen-selkaranka/>

Yanmar 2022. Sisäperämoottori ja vetolaite Yanmar 8LV-320Z-esittely. Viitattu 19.6.2022.

<https://www.yanmar.fi/mallisto/merimoottorit/lv-sarja-320-370-hv/8lv-320z-320-hv>