



Paavo Rantala

Veneen modulaarisuus ja konseptin todentaminen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Ajoneuvotekniikka

Insinöörityö

20.5.2024

Tiivistelmä

Tekijä: Paavo Rantala
Otsikko: Veneen modulaarisuus ja konseptin todentaminen
Sivumäärä: 27 sivua
Aika: 20.5.2024

Tutkinto: Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma: Ajoneuvotekniikka
Ammatillinen pääaine: Ajoneuvosuunnittelu
Ohjaaja: Projektipäällikkö Joel Kontturi

Tässä opinnäytetyössä käsitellään veneen suunnittelua uudelta näkökulmasta ja selvitetään, millä tavalla veneestä voisi saada modulaarisuuden avulla monipuolisemman ja paremman verrattuna perinteiseen veneeseen. Tavoitteena oli löytää tapoja hyödyntää veneessä modulaarisuutta sekä tehdä konseptista 3D-malli, jolla todennetaan ja hahmotetaan paremmin modulaarisuuden tuomia mahdollisuuksia ja haasteita.

Konseptiveneelle määritettiin suunnittelijan omasta tarpeesta muodostuvat tekniset ja toiminnalliset vaatimukset, joita sen tuli täyttää. Ennen 3D-mallin tekoa selvitettiin, millaisia, miten ja mistä valmistettuja veneitä on olemassa ja miten ne soveltuisivat modulaarisen veneen suunnitteluun.

Konseptimalli toteutettiin SolidWorks CAD -ohjelmalla. 3D-mallista tehtiin havainnollistava kokoonpano. Lisäksi työssä käsitellään mallin ja suunnittelun haasteita. Kokoonpanon perusteella arvioidaan veneen ominaisuuksia. Lopuksi käsitellään modulaarisuuden tuomia mahdollisuuksia sekä muita lähestymistapoja modulaarisen veneen suunnittelun ideologialle.

Lopputuloksena saatiin 3D-malli konseptiveneestä, jonka rakenne on modulaarinen. Modulaarisuuden todettiin tarjoavan etuja tuotteen elinkaarenaikaisiin kustannuksiin sekä monipuolisuuteen ja huollettavuuteen. Modulaarisuuden ja monimateriaalisen rakenteen osalta kohdattiin haasteita materiaalien yhteensopivuuden ja valmistettavuuden kanssa.

Avainsanat: vene, modulaarisuus, venesuunnittelu

Tämän opinnäytetyön alkuperä on tarkastettu Turnitin Originality Check -ohjelmalla.

Abstract

Author: Paavo Rantala
Title: Boat Modularity and Proof of Concept
Number of Pages: 27 pages
Date: 20 May 2024

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Automotive Engineering
Professional Major: Automotive Design
Supervisor: Joel Kontturi, Project Manager

The subject for this bachelor's thesis is to envision boat design from a new perspective, and to create a base for more diverse and versatile boats compared to boats that are readily available. The goal is to identify ways to utilize modularity in boat design and to create a 3D model to verify and better outline the possibilities and challenges of modularity.

The specifications for the design of the concept boat arose from personal needs and the concept model must follow them. Before creating the 3D model, existing boats and boat designs are examined to analyze how they would suit the concept of modular boat.

The concept model will be created using SolidWorks CAD software, and the goal is to make an illustrative 3D model and have a brief look at its characteristics. At the end of the thesis the possibilities of modular boats and other possible approaches for modularity are discussed.

Keywords: Boat, modularity, boat design

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Vene	2
2.1	Yksirunkoiset veneet	2
2.1.1	Uppoumarunkoiset veneet	3
2.1.2	Liukuvarunkoiset veneet	3
2.2	Monirunkoiset veneet	4
2.3	Veneiden suunnitteluluokat	5
3	Modulaarisuus	6
4	Konseptiveneen rajaus	8
4.1	Konseptiveneen fyysiset ominaisuudet	8
4.2	Käyttövoiman rajoitukset	8
4.3	Modulaarisuus veneissä	9
5	Materiaalit veneen rakennuksessa	12
5.1	Puu	12
5.1.1	Puu ja vaneri	12
5.1.2	Puuperäiset biomateriaalit	12
5.1.3	Puu ja modulaarisuus	13
5.2	Metallit	13
5.2.1	Alumiini	13
5.2.2	Teräs	14
5.2.3	Metallit ja modulaarisuus	14
5.3	Muovit	15
5.3.1	Lujitemuovit	15
5.3.2	ABS- ja PE-muovit	16
5.3.3	Muovit ja modulaarisuus	17
6	Veneen mallinnus	18
6.1	Kansimoduulin suunnittelu	18
6.2	Runkomoduulin suunnittelu	20

6.3	Veneen moduulien kokoonpano	21
7	Modulaarisuuden lisääminen	25
8	Loppupäätelmät	26
	Lähteet	28

Lyhenteet

HMWPE: *High molecular weight polyethylene*. Muovilaatu, jolla on korkea molekyyliapaino.

SAR: *Search and rescue*. Viranomaisten johtama etsintä- ja pelastustoiminta vesillä.

1 Johdanto

Veneen suunnittelulla on pitkä historia. Elämme kuitenkin murroksessa ilmastomuutoksen sekä entistä globaalimmaksi muuttuvassa maailmassa, jossa pitää voida sopeutua uusiin olosuhteisiin ja tarpeisiin. Tämä opinnäytetyö pyrkiiin tarjoamaan uudenlaista näkökulmaa perinteisen veneensuunnittelun rinnalle.

Kaikki nykymarkkinoilla olevat veneet ovat pitkälti kiinteitä kokonaisuuksia, joille on määritetty ominaisuudet, niin että yhdellä toteutuksella yritetään ratkaista useampi ongelma. Veneen täytyy kuitenkin olla erilainen erilaisiin käyttötarkoituksiin, eivätkä perinteiset yhteen muotoon valmistetut veneet ole muokattavissa ilman erikoistyökaluja, materiaaleja ja osaamista.

Modulaarisuudella voitaisiin laajentaa veneen käyttömahdollisuuksia, parantaa saavutettavuutta sekä saavuttaa pidempi elinkaari ja madaltaa elinkaarenaikaisia kustannuksia. Tämän opinnäytetyön tavoitteena onkin laatia suunnitelma sellaiselle veneelle, jota voidaan muokata mahdollisimman helposti ja mahdollisimman vähillä taustatiedoilla ja erikoistyökaluilla. Päämääränä on siis vene, jolle ei ole asetettu vain yhtä kiinteää mallia, vaan sellainen, jota voidaan käyttötarpeen mukaan muokata sopivammaksi.

Konseptiveneestä tehtiin 3D-malli SolidWorks CAD -ohjelmalla, mutta ennen mallin tekemistä hankittiin tietoa eri materiaaleista ja niiden soveltuvuudesta modulaariseen veneeseen. Mallinnus tehtiin konseptin todentamista ja veneen ominaisuuksien arviointia varten. Ohjelma valikoitui voimassa olevan lisenssin ja aikaisemman käyttökokemuksen perusteella. Tiedonhankkimisessa pyrittiin mahdollisimman monipuolisiin lähteisiin.

Opinnäytetyön innoituksena on ollut oma kalastusharrastus sekä kiinnostus luontoa ja veneen tuomia mahdollisuuksia kohtaan. Työn pääasiallisena tavoitteena on tutkia, minkälaisella modulaarisuudella tai millä tavalla modulaarisuutta voitaisiin hyödyntää veneissä ja niiden rakentamisessa, mitä etuja ja

haittoja erilaisilla ratkaisuilla on ja mikä niistä tekee ongelmallisia. Pääkäyttöalueena suunniteltavalle veneelle ovat Suomen sisävesialueet, erityisesti sellaiset vesialueet, joille on vaikeaa tai jopa mahdotonta viedä isompaa venettä, jonka saattaminen veteen vaatisi veneenlaskupaikan. Käyttöpaikkoina olisivat siis sellaiset paikat, joissa urheilu- tai hoitokalastusta olisi mahdollista harjoittaa, mutta maaston tai muiden syiden takia veneen saattaminen vesille on hankaloitunut.

2 Vene

Veneen ja suuremman vedessä liikkuvan aluksen eli laivan välille on haasteellista asettaa tarkkaa eroavaisuutta. EU:n alueella voidaan veneen määritelmänä pitää voimassa olevaan lainsäädäntöä. Huvivenedirektiivissä veneen on määriteltävä olevan vähintään 2,5 metriä ja enintään 24 metriä pitkä alus, jossa matkustajat ovat sijoitettuna rungon sisälle (Direktiivi 2013/53/EU 2013: 90). Veneet voidaan jaotella vielä eri tyyppeihin ominaisuuksien, käyttötarkoitusten tai rakenteiden perusteella. Tämän työn tavoitteille tarkoituksenmukaisimpana voidaan pitää rungon rakenteen perusteella jaottelamista.

2.1 Yksirunkoiset veneet

Yksirunkoisissa veneissä on yksiosainen runko, jolla toteutetaan veneelle tarkoituksenmukaiset ominaisuudet, kuten kantavuus, vakaus ja liukuvuus. Yksirunkoiset veneet voidaan vielä jakaa kolmeen luokkaan niiden ominaisuuksien perusteella. (Kanerva 2019). Uppoumarungon ja liukuvarunkoisen veneen merkittävimpana erona voidaan pitää kykyä nousta liukuun. Kolmas luokka on puoli-liukuva runkoinen vene, joka toimii molempien edellä mainittujen tavoin riippuen sen liikkumisnopeudesta. Kuvassa 1 on tyypillinen Suomessakin vuokrakäytössä oleva yksirunkoinen alumiinivene.



Kuva 1. Yamarin Cross 54 BR -vene (Cross 54 BR).

2.1.1 Uppoumarunkoiset veneet

Venettä kannatteleva voima eli noste määräytyy uppoumarunkoisessa veneessä uppouman eli sen syrjäyttämän vesimäärän tilavuuden perusteella. Uppoumarunkoisen veneen liikkumisnopeus ei juurikaan muuta sen nostetta, vaan vesilinja pysyy lähes samassa tasossa. Uppoumarunko on useimmiten käytössä hitaissa veneissä, kuten purje- ja soutuveneissä. Uppoumarunkoisen veneen etuna voidaan pitää taloudellisuutta, kun nopeuden tarve ei ole suuri eikä runkonopeutta ylitetä. (Kanerva 2019).

2.1.2 Liukuvarunkoiset veneet

Plaanaavat eli liukuvarunkoiset veneet nousevat nopeuden kasvaessa plaaniin eli liukuun. Plaanin noustessa veneen pohjan ja veden kanssa kosketuksissa oleva pinta-ala pienenee. (Vessel Performance and Hull Types.) Pinta-alan muutos johtuu veden virtauksen aiheuttamasta dynaamisesta nosteesta, kun veden vaakasuora liike suuntautuu veneen pohjan suuntaiseksi. Dynaamisen nosteen suuruuteen vaikuttaa väliaineen tiheys, kappaleen liikkumisnopeus, pinta-alan suuruus sekä kohtauskulma, jolla vesi osuu pohjan.

Plaanaavan veneen erona ja etuna voidaan pitää kykyä olla liu'ussa, jolloin veneen on mahdollista saavuttaa korkeampi nopeus. Korkeampi nopeus vaatii kuitenkin enemmän tehoa ja nostaa veneen kulutusta.

2.2 Monirunkoiset veneet

Monirunkoiset veneet koostuvat kahdesta tai useammasta rungosta, mutta noudattavat silti samoja aiemmin mainittuja rungon ominaisuuksia liu'un ja uppouman suhteen. Monirunkoisissa veneissä rungot ovat yhteydessä toisiinsa kannella tai trampoliinilla. Kaksirunkoisista veneistä käytetään yleisesti nimitystä katamaraani ja kolmiosaisesta rungosta trimaraani.

Kansi on kiinteä ja rakenteeltaan lähempänä yksirunkoisen veneen pohjaa, kun taas trampoliini on verkkomainen rakenne, joka on kevyempi ja päästää veneeseen päässeen veden paremmin pois. Kuvassa 2 katamaraani, jossa osa keulan kannesta on korvattu trampoliinilla; verkkorakenne on merkitty kuvaan nuolella.



Kuva 2. Lagoon 60 -katamaraani (Lagoon 60).

2.3 Veneiden suunnitteluluokat

Huvivenedirektiivi määrittelee veneille neljä suunnitteluluokkaa A, B, C ja D. Luokkaan D asettuvat sellaiset veneet, joiden suunnitellut käyttöolosuhteet eivät sisällä kohtalaista kovempaa tuulta tai jatkuvaa yli 0,3-metristä aallokkoa. (Direktiivi 2013/53/EU 2013: 354.) Suunnitteluluokat on esitetty taulukossa 1. Luokitukset on järjestetty käyttöolosuhteiden ongelmallisuuden kannalta, eli luokassa A on veneet, joilla voidaan olla huonoimmissa olosuhteissa vesillä, ja luokassa D on suojaisille vesille suunnitellut veneet, joiden käyttö kovassa tuulessa tai aallokossa on haasteellista tai jopa mahdotonta. Merkitsevä aallonkorkeus on mitattu suure, mutta vastaa kuitenkin karkeasti sitä aallonkorkeutta, jonka vesillä ollessa voidaan havaita.

Taulukko 1. Vesikulkuneuvon suunnitteluluokat (Direktiivi 2013/53/EU 2013: 114).

Suunnittelu luokka	Tuulen voimakkuus (boforia)	Merkitsevä aallonkorkeus ($H \frac{1}{3}$, metriä)
A	Yli 8	Yli 4
B	enintään 8	enintään 4
C	enintään 6	enintään 2
D	enintään 4	enintään 0,3

3 Modulaarisuus

Modulaarisuus asettuu tuotteen ominaisuuksien yhtenäistämisen ja kustomoimisen välille. Yhtenäistetyt tuotteet mahdollistavat helpomman sarjavalmistuksen ja pienentävät suurissa tuotantomäärissä valmistuskustannuksia. Kustomoidut tuotteet ovat valmistuskustannuksiltaan huomattavasti suurempia, mutta ne voidaan suunnitella paremmin yksittäistä käyttötarkoitusta varten. Modulaariset tuotteet koostuvat helposti vaihdettavista ja yhdistettävistä osista eli moduuleista. Modulaariset tuotteet tarjoavat siis mahdollisuuden muokata tuotetta erikäyttötarkoitusta varten moduuleilla, jotka voivat olla yhtenäistettyjä. (Martin.)

Yhtenäistetyistä ei-modulaarisista tuotteista hyvä esimerkki on älypuhelimet. Älypuhelimet ovat mallikohtaisesti yhtenäisiä kokonaisuuksia, joille on suunnittelun ja valmistuksen aikana määritetty ominaisuudet, joita on vaikea tai lähes mahdotonta muuttaa. Kustomoidusta tuotteesta hyvänä esimerkkinä toimii mitatilausvaatteet, jotka on suunniteltu kaupasta löytyvää vastinetta paremmin sopiviksi, mutta ovat silti vaikeita muokata. Modulaarisista tuotteista esimerkkinä voidaan pitää järjestelmäkameroita, joissa käyttäjä ostaa rungon ja omaan käyttöönsä sopivat helposti vaihdettavissa olevat varusteet, joilla kamerasta saadaan omaan käyttötarkoitukseen parempi.

Veneen kohdalla modulaarisuutta voitaisiin käsitellä useammalla tavalla, esimerkiksi veneen modulaarisena rakenteena, jolloin itse vene koostuisi moduuleista. Toisena vaihtoehtona olisi käsitellä veneen sisätilojen ja varustamisen modulaarisuutta. Varusteiden modulaarisuudella veneestä voisi tehdä paremmin käyttäjän tarpeisiin samalla tavalla kuin järjestelmäkameran. Mikäli käyttäjän tarpeissa olisi kuljettaa veneellä useampia ihmisiä kalastamisen sijaan voisi kalastukseen käytettävät moduulit vaihtaa istumapaikoiksi tai muuttaa ne oleskelutiloiksi.

Tässä työssä käsiteltävän veneen tulisi olla perinteistä venettä paremmin korjattavissa, huollettavissa ja muokattavissa. Modulaarisuudella voitaisiin vaikuttaa kaikkiin mainittuihin ominaisuuksiin. Jakamalla vene moduuleihin se voidaan

koostaa pienemmistä helposti vaihdettavista osista. Huoltamisen ja korjaamisen kannalta modulaarisuus tulisi esille erityisesti rungon vaurioituessa. Modulaarisen veneen rungon vaurioituessa käyttäjä voisi suorittaa korjaamisen itse vaihtamalla moduulin. Ei-modulaarisen veneen rungon vaurioituessa veneen korjaaminen itse olisi materiaalista riippuen hyvinkin haasteellista tai korjaamiseen tarvittaisiin kalliita työkaluja. Muokattavuuden puolesta modulaarinen vene tarjoaisi laajemmat mahdollisuudet kuljettamiseen sekä säilyttämiseen. Moduuleihin jaettua venettä voisi säilyttää pienemmässä tilassa tai kuljettaa muullakin kuin pelkällä trailerilla.

4 Konseptiveneen rajaus

4.1 Konseptiveneen fyysiset ominaisuudet

Veneen täytyy olla kuljetuskunnossa Juncar 280L -kevytperävaunuun sopiva, helposti säilytettävissä sekä käytössä mahdollisimman vakaa ja turvallinen. Suunnittelua rajaavat perävaunun koko sekä perävaunun kuormauksen rajoitukset. Perävaunun lavan mitat ovat 1 400 mm ja 2 750 mm ja kantavuus 649 kg.

Perävaunu tulee lastata niin, että kuorma ei pääse sivulta laidan yli ja kaikki irtotai osat ovat tukevasti kiinni. Pituuden puolesta kuorma voi ylittää perävaunun mitat oikein merkittynä yhteensä kolme metriä, joista metri saa olla vaunun etulaidan ulkopuolella ja kaksi metriä saa olla laidan takalaidan ulkopuolella. Liikenneturva kertoo kuitenkin ohjeistuksessaan, ettei leveyden rajoitus koske veneenkuljettamista. Kuljetuskunnossa tapauksen vene ei olisi välttämättä tunnistettavissa veneeksi, vaan toisistaan irrallaan oleviksi osiksi. (Auton pakkaaminen ja peräkärryn kuormaus.)

4.2 Käyttövoiman rajoitukset

Opinnäytetyössä suunniteltavan veneen käyttövoimaa rajoittavat suunnitellun käyttöalueen osakaskuntien rajoitukset, joista osa kieltää kokonaan polttomoottorin käytön tai vahvasti suosittaa, ettei polttomoottoria käytetä. Polttomoottorin käyttörajoitus koskee erityisesti suunnitellun käytön kohteita eli pienempiä järviä, joissa hoito- ja urheilukalastusta olisi tarkoitus harjoittaa. Polttomoottorin käytön rajoitus ei kuitenkaan koske suurempien järvien, kuten Päijänteen alueella liikumista.

Käyttövoiman rajoitus vaikuttaa erityisesti liukuvarunkoisen veneen käyttönopeuksien hyödyntämiseen, sillä liukuvarunkoinen vene saavuttaa suurimman etunsa korkeilla nopeuksilla ja koneteholla.

4.3 Modulaarisuus veneissä

Modulaarisen veneen tulisi koostua sellaisista osista, jotka voidaan tarpeen mukaan ottaa pois tai asentaa siihen. Taulukkoon 2 on koottu eri runkotyyppien mahdollistamia modulaarisuuden kohteita ja hyötyjä veneen kokoluokka huomioiden.

Taulukon 2 ensimmäisellä rivillä tarkastellaan mahdollista osumatilannetta, jossa veneen runko pääsee vaurioitumaan. Yksirunkoisella veneellä rungon vakava vaurio tarkoittaa, että koko runko olisi vaihdettava tai siihen olisi käytettävä erikoisempia työkaluja ja osaamista. Toisena suurena näkökulmana taulukossa on itse veneen modulaarisuus eli se, millä tavoin venettä voidaan muokata eri tilanteisiin sopiviksi ja millä tavoin sen varastoiminen tai kokoaminen onnistuu olosuhteissa, joissa on rajallinen pääsy työkaluihin ja mahdollisiin muihin apuvälineisiin.

Monirunkoinen vene tarjoaisi edellä mainittuihin tarpeisiin huomattavasti enemmän vaihtoehtoja. Monirunkoisessa veneessä voitaisiin hyödyntää suoria pintoja paremmin kuin tavallisessa yksirunkoisessa veneessä. Yksirunkoinen vene tarjoaa sisätilojen muokkaukselle kuitenkin lähes yhtä monipuoliset mahdollisuudet, mutta muokkaukset on joko tehtävä upotettavana olevaan sisärunkoon tai pitäydyttävä yhden rungon tuomissa rajoissa. Monirunkoisessa veneessä olisi mahdollista tehdä esimerkiksi yksi kansimoduuli, joka on toteutettu trampoliinilla ja toinen kiinteällä kannella, johon on mahdollista asentaa tarvittavia laitteita tai mukavuuksia, kuten penkit.

Veneen tiiveyden kannalta olisi helpompi toteuttaa kaksi tiivistä runkoa, joiden päälle voidaan vaihtaa tarpeen mukaan sopiva kansirakenne, kuin sellainen yksirunkoinen vene, joka tarvitsee halkaista helpompaa säilytystä varten. Vähemmän tilaa vaativaan säilytykseen esimerkiksi kuvassa 1 näkyvä Cross 54BR -vene täytyisi halkaista jostain kohdasta.

Keskeltä pituussuunnassa halkaistuna tuotteen uudelleen kokoaminen tapahtuisi kölin kohdalta, jolloin kaikki tuotteen käytössä olevat kiinnikkeet olisivat

jatkuvasti veneen syväyksen matalimmassa kohdassa ja suurimmassa riskissä vaurioitua matalassa vedessä. Poikkisuunnassa halkaistuna vene jäisi kömpelön muotoiseksi säilytystä ajatellen ja kiinnityskohtia olisi pakko suunnitella kölin matalimpaan kohtaan, missä ne olisivat alttiimpia vaurioille.

Monirunkoisen veneen säilytys olisi mahdollista toteuttaa jakamalla veneen rungoista ja kannesta sekä mahdollisista kannen laidoista. Kansirakenne voisi olla suora, jolloin kansia voisi säilöä kyljellään tai pystyssä tilan säästämiseksi. Rungot voisi säilyttää myös helpommin toisistaan irrotettuina, koska kaksirunkoisen veneen rungon ei tarvitse olla yhtä leveä kuin yksirunkoisen. Katamaraanissa kapeampia runkoja olisi kaksi kappaletta, ja niitä olisi muodosta riippuen mahdollista säilyttää päällekkäin.

Yksirunkoisen veneen suurin etu on sen yksin kertaisempi rakenne, mutta modulaarisuutta ajatellen monirunkoinen vene tarjoaa kuitenkin enemmän mahdollisuuksia yksirunkoiseen veneeseen nähden. Monirunkoisessa veneessä on mahdollista tehdä useampi päämoduuli, joista itse vene koostuu.

Taulukko 2. Erilaisten runkojen tuomat edut modulaarisuudelle.

Case	Yksirunkoinen	Monirunkoinen	Modulaarisuuden mahdollisuudet
Karilleajo tai muu rungon vakava vaurioituminen	Koko runko on vaihdettava, tai monimutkainen rungon puolikas olisi vaihdettava.	Monirunkoisessa veneessä vesirajasta ja iskun kulmasta riippuen toinen runko tai kansi vaihdettavissa.	Monirunkoinen vene ei vaadi koko veneen vaihtoa, vaan toisen rungon tai kannen vaurioituessa voidaan vaihtaa vain vahingoittunut.
Matkustamon muokkaus	Rajautuu penkkien, pulpetin ja säilytystilan muokkaamiseen.	Kannen vaihdolla rakenne voidaan muuttaa sopivammaksi eri käyttöön.	Erillinen kansi tuo paljon enemmän mahdollisuuksia.
Sähköjärjestelmien muokkaus	Integroitavissa runkoon, mikäli katkoksia ei johdoissa.	Integroitavissa kansirakenteeseen.	Kansirakenteen mukana poistettavissa kokonaan.
Kansirakenteen muokkaus	Veneen runko toimii kantena, tai kannesta tehtävä monimutkainen ja upotettava.	Kansiratkaisu vaihdettavissa, ja eri materiaaleilla ja rakenteella suuri merkitys painoon.	Monirunkoisella veneellä voidaan vaikuttaa enemmän kannen käyttö mahdollisuuksiin.
Säilytys	Vaatii useampi-osaisen rungon.	Rungot irrotettavissa kannesta kokonaisina.	Yksinkertaisen muotoisia osia on helpompi säilyttää.
Kokoaminen	Halkaistun rungon kaarevat pinnat.	Rungot kiinnitettävissä suorilta pinnoilta.	Pienemmistä osista koostuva monirunkoinen helpompi koota.

5 Materiaalit veneen rakennuksessa

Ensin veneitä valmistettiin puusta, myöhemmin metallintyöstön kehittyessä veneitä alettiin tekemään metalleista ja muovitekniikan kehittyessä veneitä on ruvettu tekemään muovista. Jokaisella materiaalilla on etunsa veneen valmistuksessa, ja parhaasta materiaalista on käyttäjien ja valmistajien välillä vahvoja näkemuseroja.

5.1 Puu

5.1.1 Puu ja vaneri

Puu on yksi pisimpään käytössä olleista veneiden rakennusmateriaaleista. Työkalujen kehittyessä isommista puista kyettiin kaivertamaan kanootinomaisia veneitä, joissa ulkokuori muodostuu puunrungosta. Tekniikan ja työkalujen edelleen kehittyessä puuta on kyetty käyttämään veneenrakennukseen monipuolisemmin.

Perinteisten puuveneiden etuina on korjattavuus, luonnollisuus ja pintakäsittelyssä käytetyistä aineista riippuen kierrätettävyys. Haasteina on huollon ja pintakäsittelyn uusimisen tarve sekä veistämällä ja kovertamalla valmistettujen veneiden valmistuksen vaatima työmäärä. (Virtanen 2020.)

Vanerista valmistamalla puuveneiden rakentamista voidaan nopeuttaa ja helpottaa jonkin verran, mutta vaneria käyttämällä sisärakenteen vahvuuden varmistamiseksi täytyy kuitenkin usein tehdä veneen runkoon rimoitus, joka vie etenkin yksirunkoisissa veneissä tilaa hyötykäytöstä veneen pohjalla.

5.1.2 Puuperäiset biomateriaalit

2000-luvulla hiilijalanjälkeen ja ilmaston muutokseen on haluttu puuttua tiukemmin ja puu- ja metsäteollisuudentoimijat ovat alkaneet kehittämään puusta biomateriaaleja. Biomateriaalien tulevaisuus on auki, ja niitä pidetään alan

toimijoiden mukaan tulevaisuuden materiaaleina. Stora Enso kehittämä NeoFiber on uusiutuva puuperäinen hiilikuitu. NeoFiber on suunniteltu käytettäväksi kohteissa, joissa materiaalin tulee olla kestävä, vahvaa ja kevyttä. (Lupaus vastuullisemmasta tulevaisuudesta.)

5.1.3 Puu ja modulaarisuus

Modulaarisuutta ajatellen puu on yhtä aikaa haasteellinen ja loistava materiaali: puu on vettä kevyempää ja luonnostaan kelluvaa, mutta siitä on työlästä valmistaa monimutkaisia muotoja. Yksirunkoisenkin veneen veistäminen vaatii paljon aikaa ja tarkkuutta osien sopivuuden ja tiiveyden varmistamiseksi. Tosin yksinkertaisempia ja erityisesti suoria pintoja valmistaessa puu on helppokäyttöistä ja kustannustehokasta materiaalia. Biomateriaalien kanssa kaarevien ja monimutkaisten pintojen tekeminen voisi olla helpompaa, mutta biomateriaalit ja tieto niiden käsittelytavoista eivät ole vielä yleisesti saatavilla.

Modulaarisessa veneessä suurin hyöty puusta saavutettaisiin monirunkoisen veneen kansirakenteissa, joissa voitaisiin hyödyntää materiaalin kevyttä ja kestävyttä. Puun kanssa tulee tosin varmistua riittävästä kuivumisesta tai sopivasta pintakäsittelystä, jottei se lahoa ja heikkene. Puusta valmistettu kansi ei myöskään rajaisi muita runkomateriaaleja pois.

5.2 Metallit

5.2.1 Alumiini

Alumiini on kestävä ja verrattain kevyttä materiaalia veneen rakentamiseen. Nykyään alumiinista valmistetaan kaikenkokoisia ja erityisesti ammattikäyttöön suunnattuja veneitä. Alumiinin etuna on sen monipuolisuus valmistuksessa ja korroosionkesto käytössä. Alumiinin pinnalle muodostuu oksidikerros, joka suojaaa sitä korroosiolta. Alumiini ei siis välttämättä tarvitse pintakäsittelyä metallin päälle, ellei käyttöolosuhteitten takia pinnan oksidikerros kulu.

Alumiinin korroosionkestävyys vaihtelee alumiiniluokan ja seostettujen aineiden perusteella. Magnesiumilla seostetut 5000-sarjan alumiinit kestävät erityisen hyvin meriveden aiheuttamaa korroosiota. (Alumiini ja alumiiniseokset.)

5.2.2 Teräs

Teräs on alumiinia kestävämpää ja samalla painavampaa. Teräs on kuitenkin hieman alumiinia halvempi ja helpommin korjattavissa oleva materiaali. Teräksen paino on pienemmissä veneissä isompi ongelma, sillä pieneen veneeseen kohdistuva noste on vähäisempi pienemmän syrjäytettävän vesimassan takia. Toinen teräsveneisiin liittyvä haaste on pienempien veneiden käsittely. Pieniä veneitä käsitellään usein ilman apuvälineitä, ja painon vaikutus käsiteltävyyteen korostuu. Teräksen korroosionkesto riippuu paljolti sen seostuksesta ja teräslaadusta. Vene altistuu pitkäaikaiselle kosketukselle veden kanssa. Veneen kanssa kosketuksissa oleva vesi ei käytännössä koskaan ole puhdasta, vaan veden seassa on siihen liuenneita aineita, joilla on korroosiota edistävä vaikutus. Teräs voidaan kuitenkin pintakäsitellä, jolloin se ei ole yhtä altis korroosiolle.

5.2.3 Metallit ja modulaarisuus

Metallit ovat monipuolisimpia materiaaleja veneen valmistukseen, ja ne tarjoaisivat modulaariseen veneeseen monia mahdollisuuksia. Metallien kestävyys tekee niistä yhden parhaista vaihtoehdoista veneen runkojen valmistamiseen. Erietyisesti teräs olisi kestävä ja sitkeä materiaali runkoihin, jolloin pienempien kolkhujen takia ei tarvitse alkaa korjaamaan venettä. Alumiini taas kevyemmän painonsa ansiosta tarjoaisi paremman kantavuuden.

Suurin riski vaurioitua on veneen rungolla, minkä vuoksi rungossa olisi hyödyllistä käyttää terästä, jotta vene kestää käytössä pidempään. Kannen vaurioitumisen riski on pienempi, ja siinä alumiini säästäisi teräkseen verrattuna painoa. Molempia metalleja käyttämällä voitaisiin siis saada kestävä runko ja kansi, jolloin vene olisi vielä kevyempi kuin pelkästä teräksestä valmistettu.

Kahden tai useamman metallin käyttäminen on kuitenkin ongelmallista, sillä kemiallisen korroosion lisäksi metalleihin vaikuttaa sähkökemiallinen korroosio. Vesi toimii kahden metallin välissä elektrolyytinä, ja kahden metallin välille muodostuu sähkökemiallinen pari. Sähkökemiallisessa parissa epäjalompi metalli alkaa syöpymään. (Sähkö ja vene 2022: 39–41.) Alumiinia ja terästä käytettäessä alumiini toimii anodina ja syöpyy. Sähkökemialliselta korroosiolta voidaan kuitenkin suojautua jonkin verran käyttämällä suoja-anodia eli epäjalompaa metallia, jolla on kosketus jalompaan metalliin. Suoja-anodi ei kuitenkaan ratkaise koko ongelmaa, sillä vettä voi päästä sellaiseen paikkaan, jossa ei ole suoja-anodia.

5.3 Muovit

5.3.1 Lujitemuovit

Lujitemuovit ovat kestäviä ja helppoja ylläpitää, mutta valmistuksessa tarvitaan kemikaaleja, jotka ovat ongelmallisia hävittää. Lujitemuovien kierrätyksessä osa materiaalista voidaan uusiokäyttää valmistuksessa. Kierrättäminen kuitenkin hankaloituu, jos jättemateriaalivirta koostuu useammasta ominaisuuksiltaan erilaisesta kuidusta. Polttamalla lujitemuovin muoviosan hävittäminen on mahdollista, mutta osa lujitteista on huonosti palavia ja poltetut lujitemateriaalit eivät ole enää ominaisuuksiltaan ja kestoiltaan uutta materiaalia vastaavia eli niiden käyttö uudelleen lujitteena on haasteellista.

Lujitemuovit olivat alun perin lähinnä polyesterihartsista ja lasikuidusta valmistettuja, mistä puhekielellä on jäänyt ilmaus lasikuituvene. Nykyään lujitteena käytetään kuitenkin monia muitakin kuituja, kuten hiilikuitua ja kevlaria. (Virtanen 2020.) Lujitemuoveja voidaan valmistaa monella menetelmällä, kuten lami-noimalla, injeksiolla tai puristamalla.

Yksittäisten veneiden tai pienen tuotannon valmistukseen soveltuvin menetelmä on käsinlaminointi. Käsinlaminointi ei vaadi suuria sijoituksia laitteisiin tai erityisen paljon tilaa, mikäli pölyltä voidaan välttyä. Käsinlaminoinnissa kuitu

sekoitetaan hartsiin ja muihin kemikaaleihin muotin päälle, jolla saadaan haluttu muoto. Käsins laminoinnissakin on useampia vaiheita, joiden kaikkien täytyy onnistua, jotta veneestä tulee halutun kaltainen:

- muotin puhdistus
- muotin vahaus
- gelcoat levitys
- laminointi
- topcoat levitys
- irrotus muotista.

Puhdistuksessa jäljelle jäävät epäpuhtaudet heikentävät vahan toimintaa ja jättävät pinnoille jälkiä samalla hankaloittaen laminoitun osan irrotusta muotista. Laminoinnissa tulee huomioida pintojen tartuntaominaisuudet, ja mikäli laminoitu pinta pääsee kuivumaan ennen seuraavaa kerrosta tai seuraavan osan asennusta, pinta täytyy karhentaa hiomalla. Kovemmalle rasitukselle altistuvissa osissa, esimerkiksi moottorin kiinnityskohdassa, on aiheellista käyttää lisävahviketta pelkän laminoinnin lisäksi. (Perustietoa lasikuituveneiden valmistuksesta.)

5.3.2 ABS- ja PE-muovit

ABS-muovi on sarjatuotantoon hyvä materiaali, mutta yksittäisten tai pienempien erien valmistuksessa ABS-muovin käyttö on haastavaa, sillä valmistus tapahtuu usein alipaineen ja muotin avulla (Virtanen 2020). ABS-muovia voidaan liittää toisiinsa hitsaamalla. Hitsaamalla koottuja ABS-muovista valmistettuja veneitä ei markkinoilla ole saatavilla.

PE-muovit ovat ABS-muovien tavoin hyvin kestäviä kemikaaleille, mutta kestävät näitä paremmin mekaanista kulutusta. HMWPE- eli High molecular weight polyethylene -muovi on nostanut päätään viranomaiskäyttöön suunnatuissa

veneissä. Suomalainen Arctic Boats on valmistanut hitsaamalla kokoonpantuja HMWPE-veneitä, joista SAR- eli search and rescue -käyttöön tarkoitettuja veneitä on toimitettu useampaan maahan ja partioveneitä Viron poliisille. (Company.)

5.3.3 Muovit ja modulaarisuus

Muoveja käytettäessä muiden materiaalien käyttö ei tuo korroosio- ongelmia, ja muovit ovat metallia kevyempiä materiaaleja. PE-muovilaatuja on saatavana luonnostaan kelluvina eli sellaisina, joiden tiheys on pienempi kuin veden. Muovien käyttö modulaarisessa veneessä olisi toimiva ratkaisu rungoille tai nostetta kasvattaville ponttoneille.

Modulaarisuuden kannalta lujitemuovit luovat enemmän ongelmia osien lisäämiseen, sillä runkoon tai kanteen uusien osien liittäminen vaatii uudelleen laminoinnin ja muotin, jolla haluttu osan muoto tehdään. Lujitemuoveja voi kuitenkin oikein toteutettujen vahvikerakenteiden kohdalta liittää muulla tavoin toisiin osiin. Vahvikerakenteiden käyttö toisaalta lisää painoa ja hankaloittaa valmistusta.

6 Veneen mallinnus

Tässä luvussa kuvataan SolidWorks 2022 CAD -ohjelmalla toteutettu modulaarisen konseptiveneen ensimmäinen mallinnus. Mallinnus aloitettiin tässä tapauksessa suunnittelun kannalta olennaisimmista mitoista eli veneen kuljetukseen tarkoitetun peräkärryn määräämistä leveys- ja pituusmitoista. Mallista ei ollut tarkoitus tehdä visuaalisesti kaunista ja lopullista mallia, vaan saada mahdolliset suunnitteluvaiheessa huomioimatta jääneet haasteet paremmin esille. Mallinnettavana konseptiveneenä on kaksirunkoinen vene, sillä kaksirunkoisessa saadaan hyödynnettyä modulaarisuutta paremmin rungossa.

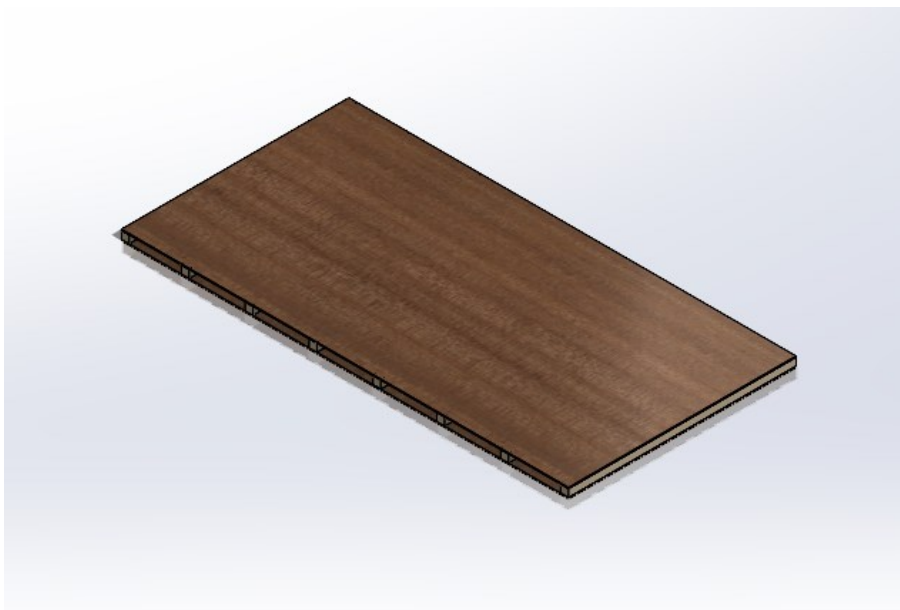
6.1 Kansimoduulin suunnittelu

Kiinteä kansirakenne määrittää veneen muut mitat, sillä katamaraanin rungot on tarkoitus asentaa kiinni kanteen. Kuvassa 3 on 2750 mm pitkä ja 1400 mm leveä kansimoduuli. Moduuli koostuu kahdeksasta 1400 x 48 x 48 mm:n mäntyrimasta ja kahdesta 2750 x 1400 x 6,5 mm:n filmivanerista.

Painon laskennan materiaaleina mallissa käytettiin mäntyä sekä vanerin sijasta mahonkia; valinta perustui tiheyteen sekä väriin. Tiheydeksi SolidWorks laskee mahongille 600 kg/m³. Vanereilla tiheys vaihtelee jonkin verran riippuen käytestä puusta ja lisäaineiden osuudesta. Kauppojen ilmoittamia tietoja vertailemalla filmivanerin tiheys asettuu noin tiheyteen 750 kg/m³. Väärän materiaalin käyttäminen tekisi siis 25 %:n eron lopullisen tuotteen painon kanssa, mikä täytyy huomioida lopullisen mallin painossa ja vesirajan arvioinnissa. Tiheyden manuaalinen syöttäminen ohjelmaan olisi mahdollista, mutta manuaalinen tiheyden syöttäminen ei toisi erityisen paljoa hyötyä vanerin tiheyden riippuessa materiaalin eroista.

Ensimmäinen ongelma kannen koon kanssa tuli esille tässä vaiheessa. Kansi mahtuu kuvan mukaisena suunniteltuun perävaunuun, mutta kannessa ei ole

ollenkaan laitoja. Laitojen osalta kansi täytyy joko mukauttaa laitojen mittojen mukaan sopivaksi, tai suunnitella modulaariset laidat, jotka ovat irrotettavissa.

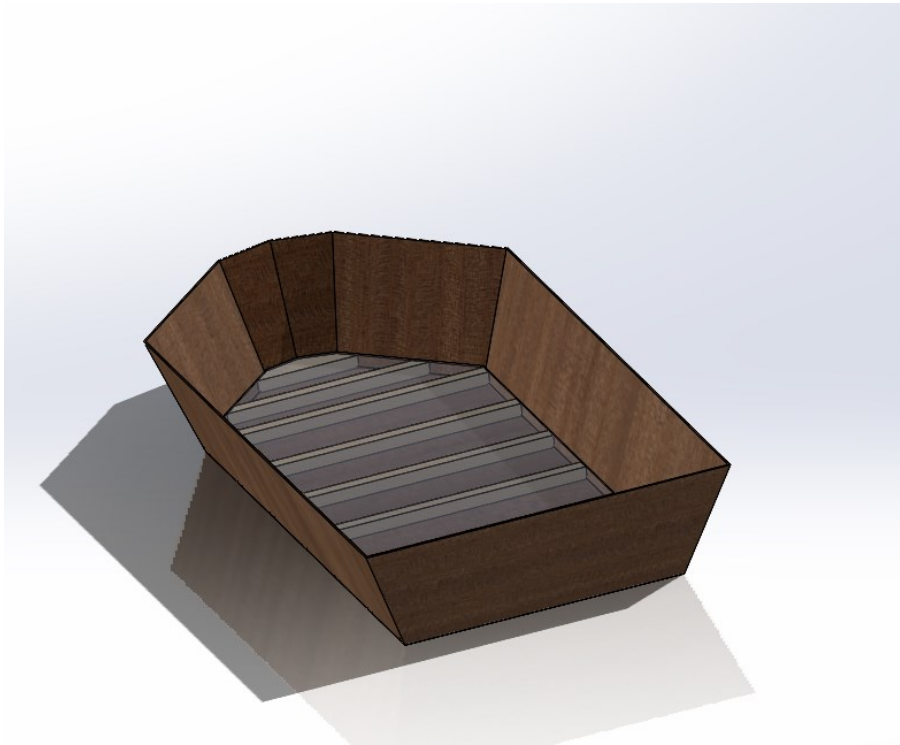


Kuva 3. Kansi V1.0.

Irrotettavat laidat olisivat muuten validi ratkaisu veneelle, mutta laitojen ja kannen välisen osan tiiveys tulisi pystyä varmistamaan. Ilman varmuutta tiiveydestä on veneen mahdollista vuotaa vettä kannen päälle. Pahimmassa tapauksessa vuoto kannelle voisi upottaa veneen. Toki vene toimii ilman laitoja, mutta muistuttaa enemmän lauttaa tai laituria, joka liikkuu vedessä. Laitojen puute ei erityisesti vaikeuta veneen käyttöä, mikäli vesiraja on runkojen tasolla eli kannen alapuolella. Laitojen puute lisää riskiä pudota veneestä veteen, mihin liittyy omat riskinsä. Pahimmassa tapauksessa veneestä putoaminen johtaa päätymiseen vesillä menehtyneiden tilastoon.

Kuvassa 4 on kansimoduuli muokkauksen jälkeen. Kansimoduuliin on lisätty vahvike keulaan ja keulan muotoa on muutettu loivemmaksi, jolloin vähennetään veden vastusta veneen liikkeessä. Kannen rakenne on edelleen muuten sama kuin aiemmassa versiossa, mutta keulaan on lisätty yksi 48 x 96 mm:n vahvike, joka leikataan muotoon. Keulan muotoonleikkaus syö hieman tilaa

verrattuna edelliseen malliin, mutta muodolla on pyritty maksimoimaan keulassa oleva tila.



Kuva 4. Kansimoduuli V1.5.

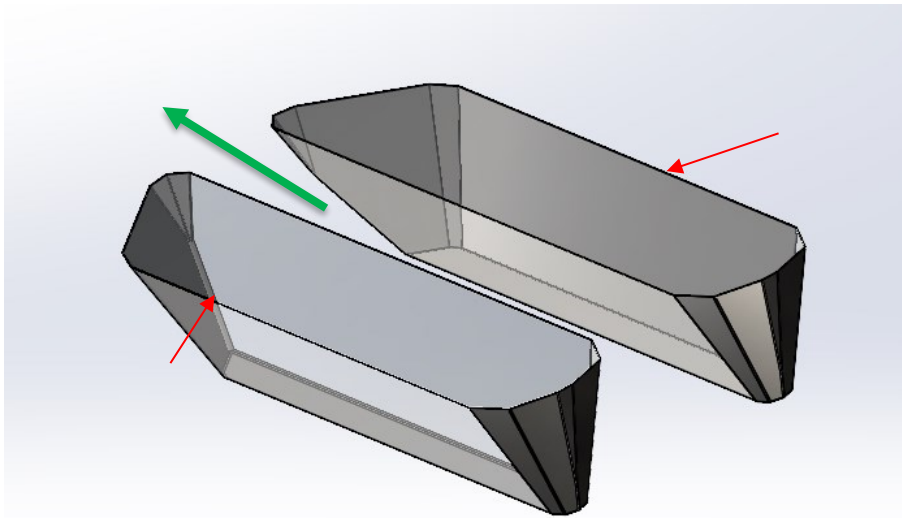
6.2 Runkomoduurin suunnittelu

Runko koostuu kahdesta ponttonimaisesta rakenteesta. Rungot ovat mallissa AISI 304 -terästä, sillä SolidWorksin laskennassa sillä on tiheytenä $8\,000\text{ kg/m}^3$, joka on hieman korkeampi kuin DH36-laatuksen teräksen $7\,850\text{ kg/m}^3$ (LR DH36 Steel). Tiheämmän materiaalin käyttäminen mallissa laskee painon väärin mutta kuitenkin ylöspäin, eli paino on lähempänä lopullisen tuotteen painoa, kun huomioimatta jääneet massat ovat valmiissa tuotteessa.

Rungon keula muodostaa loivan kolmion, jonka on tarkoitus helpottaa veneen etenemistä vedessä ja pitää runkojen väliin tulevalle vesimassalle vene paremmin suuntavakaana. Rungon perä on hieman pyöristetty, mikä vähentää veden pyörteilyä ja samalla kulkuvastusta, kun vesi pääsee poistumaan kapeammasta tilasta avoimempaan.

Kuvaan 5 on merkitty punaisella nuolella runkojen ulkoreunat, joiden on tarkoitus tulla kansimoduulin reunoille ja vihreällä veneen etenemissuuntaa.

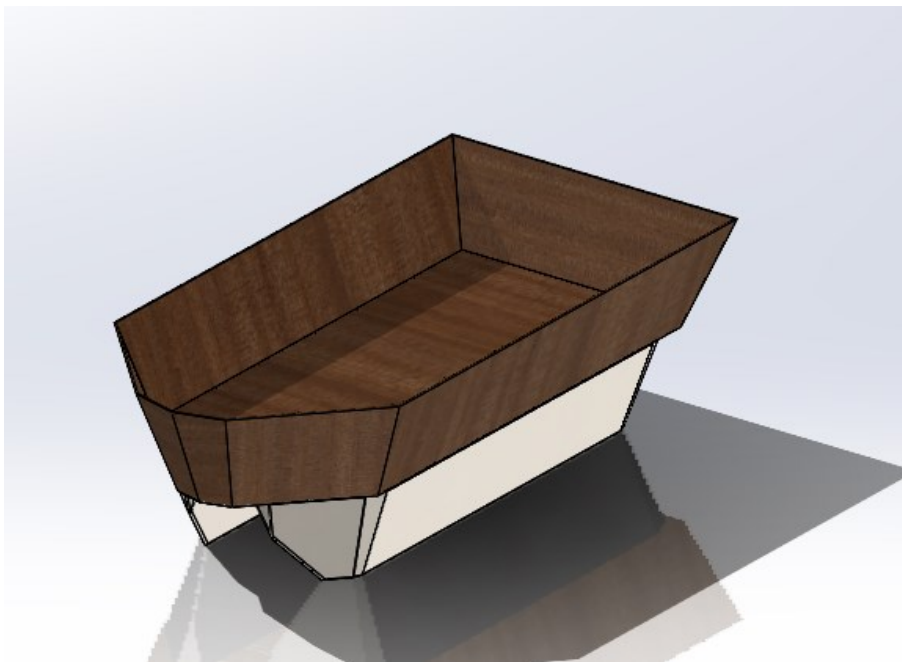
Rungot ovat mallissa vielä sisältä tyhjästä mutta uppoamattomuuden kannalta olisi hyvä täyttää rungot vaahdolla, joka estää rungon puhjetessa sen täyttymisen vedellä. Toinen vaihtoehto uppoamattomuuden parantamiselle olisi rungon sisällä olevat laipiot, jotka jakavat rungon toisistaan erillisiin vesitiiviisiin osiin.



Kuva 5. Runkomoduoilit.

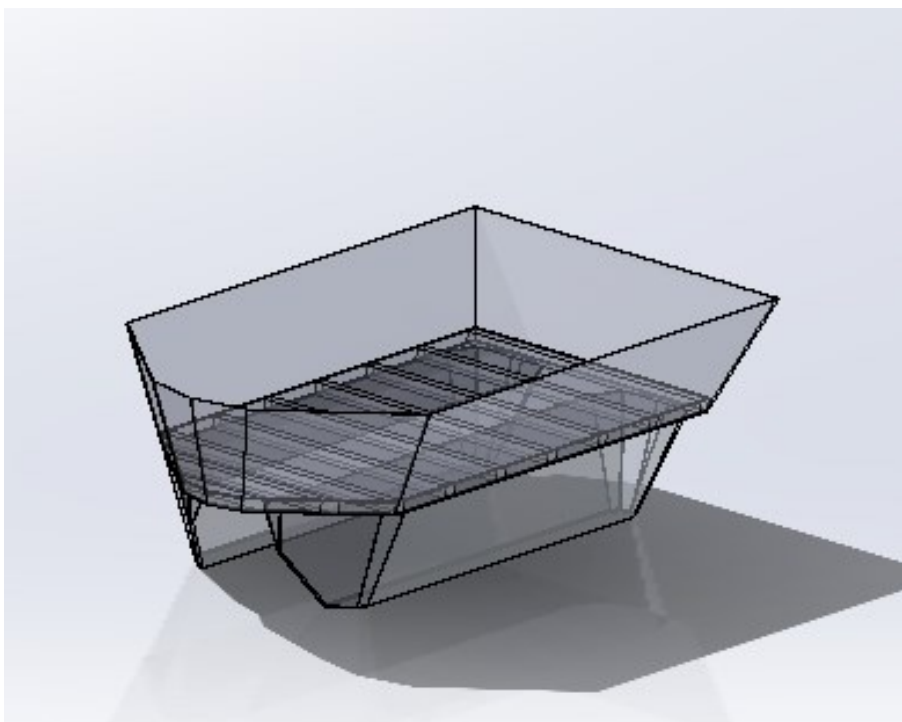
6.3 Veneen moduulien kokoonpano

Kokoonpanomallin kaikki moduoilit yhdistettiin, niin että saatiin veneen kokomalli, joka on kuvassa 6. Kokoonpano havainnollistaa, mille vene näyttäisi valmiina. Toki valmistuksen jälkeen metalliosat tulisi pintakäsitellä, eikä materiaalina mahongin ulkoasu täysin vastaa filmivaneria.



Kuva 6. Moduulit yhdessä materiaaleilla.

Koko veneen rakenteen hahmottamiseksi mallin läpinäkyvyys on säädetty kuvassa 7 niin, että kappaleiden rajat ovat näkyvissä.

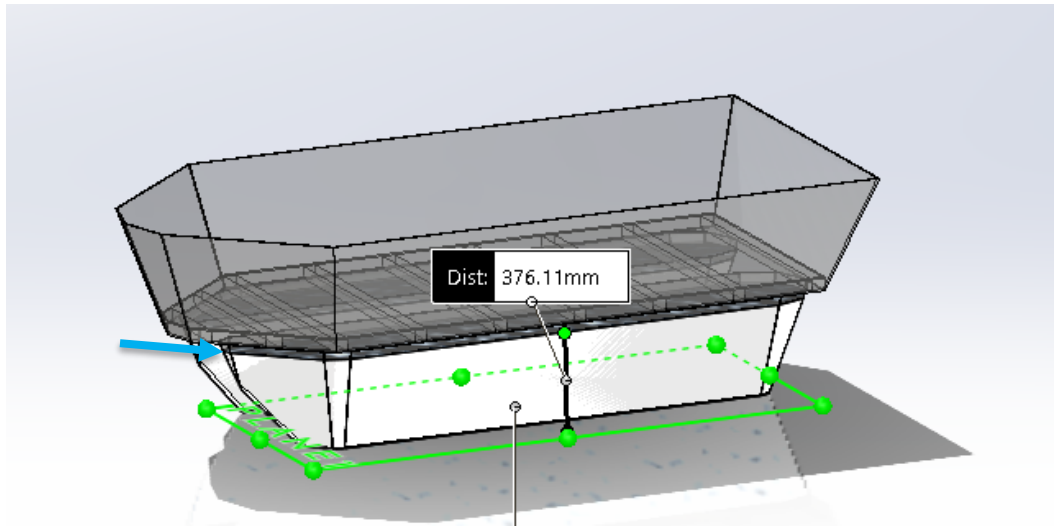


Kuva 7. Moduulit yhdessä lankamallina.

Kokoonpanonmallin tekeminen mahdollistaa myös veneen staattisen vesirajan arvioimisen painon perusteella, sillä kaikilla kappaleilla on määrätty materiaali ja sen mukainen paino. Lopullisen veneen painoksi SolidWorks laskee 132,58 kg, josta kansimoduulin osuus on 38,44 kg ja runkomoduulien osuus 94,15 kg. Kansimoduulin paino oikealla tiheydellä laskettuna olisi 39,42 kg ja runkomoduulin 92,38 kg, yhteensä 131,80 kg. Vesirajan määrittämiseen veneen kokonaismassaan tulee lisätä vielä varusteiden ja ihmisten massa. Kahdelle ihmiselle massana on käytetty 80 kg:aa ja varusteille laskettu arvio 75 kg, eli kokonaispaino kuormatulle veneelle vesirajan määrittämiseen on 366,80 kg.

Staattisen vesirajan karkea määrittäminen onnistuu tekemällä mallin kaikista osista täysin kiinteät, jolloin materiaalin tilavuus saadaan vastaamaan mallin muotoa. Koko mallin kiinteäksi muuttamisen jälkeen materiaaliksi valitaan vesi ja mallille asetetaan massan kertova mittari sensor-toiminnolla. Vedestä tehdyn mallin kokonaismassaksi mittari kertoo ensin noin 1 764 kg, joka kuulostaa veneen koon huomioiden järkevälle. Veden tiheyden perusteella malli vastaisi 1 764:ää litraa. Sensor-toiminnolle asetetaan seuraavaksi raja, jolla toiminto ilmoittaa, kun paino on pienempi tai yhtä suuri kuin määritetty 366,80 kg.

Kuvassa 8 on päällekkäin koko veneen lankamalli ja vesirajaa havainnollistava leikatun veneen malli. Leikatun mallin paino veden tiheydellä laskettuna on 386,19 kg. Koska 386,19 kg on enemmän kuin määritetty paino 366,80 kg, on vesiraja vielä hieman kuvassa olevaa pohjantasolta mitattua 376,11 mm:ä matalammalla. Runkojen kokonaiskorkeus vastaavasti mitattuna on 410 mm. Vesirajan korkeuden arvioinnilla voidaan todeta, että vene olisi oikein lastattuna kelpuva. Tarkemman tason vesirajalle saisi suorittamalla useita leikkauksia pienin välein. Lasketulla kuormalla vesilinja jäisi hieman kannen alapuolelle, mikäli painojakauma on täysin tasainen ja vene on paikoillaan staattisessa vedessä.



Kuva 8. Vesirajan staattinen korkeus mitattuna rungon pohjan tasosta.

7 Modulaarisuuden lisääminen

Modulaarisuudella on monia etuja ja mahdollisia toteutustapoja. Työn aikana saatiin katsaus runkojen modulaarisuuteen sekä siihen, mitä sillä voitaisiin saavuttaa. Rakenteen modulaarisuuden tuomat edut tulevat esiin lähinnä kuljettamisessa, varastoimisessa ja hankalampiin paikkoihin pääsemisessä. Kansi- ja runkomoduuleja voisi muokata, niin että moduulien määrää voitaisiin lisätä ja kasvattaa veneen kokoa. Esimerkiksi erillisillä kyljillä tai erimuotoisella kannella venettä voitaisiin leventää ja lisätä keskelle symmetrinen runkomoduuli. Modulaarisuuden tuomat mahdollisuudet kasvavat moduulien määrän mukaan.

Veneen modulaarisuutta voisi hyödyntää myös muihin osiin kuin veneen rakenteeseen. Veneen sisustuksesta ja oleskelutiloista voi tehdä modulaariset. Viranomaiskäyttöön tarkoitetulle veneille voisi mahdollisesti tehdä tehtäväkohtaisia muutoksia varusteiden ja niiden säilytystilojen modulaarisuudella. Varustuksen modulaarisuudella voisi helpottaa esimerkiksi virka-apuun käytettävien veneiden varustamista, niin että virka-apuun lähtevä vene voitaisiin varustaa tarvittavilla varusteilla nopeasti.

Tämän hetken kiristyneen turvallisuustilanteen seurauksena nousevat esiin myös mahdolliset eri asevoimien käyttökohteet ja tarpeet. Modulaarisuudella voitaisiin parantaa myös asevoimien kykyä muuntautua tehtäviin. Rakenteeltaan modulaarisella veneellä voitaisiin madaltaa kustannuksia vaihtamalla vain vaurioitunut osa, mikäli se on mennyt korjauskelvottomaksi.

Modulaarisuutta voisi hyödyntää myös olemassa olevien veneiden kanssa teemmällä muutoksia veneen rakenteeseen. Sotilaskäytössä tai muussa tilanteessa, jossa on ammutuksi tulemisen riski, voisi veneen olemassa olevan rungon tai kannen päälle tehdä rakenteen, joka kannattelee vaihdettavia luotisuojamoduuleja.

8 Loppupäätelmät

Tälle insinööriyölle ei ollut ulkoista tilaajaa, vaan projekti on tehty omasta kiinnostuksesta ja erityisesti halusta oppia veneistä. Tavoitteena oli saada näkemys siitä, mitä veneen suunnittelu voisi olla ja mitä modulaarisuudella voitaisiin saavuttaa, sekä tuottaa toteutuskelpoinen malli veneestä.

Veneestä oli alun perin tarkoitus saada toteutuskelpoinen malli, mikä toteutui kohtalaisesti, sillä malli toimi selkeyttävänä esimerkkinä omasta konseptista rakenteen modulaarisuudelle ja mallista voitiin päätellä sen olevan kelluva. Mallinuvaiheessa mahdollisia muotoja pyrittiin välttämään, mutta runkomoduulien rakenteessa olisi voinut vielä panostaa enemmän helppoon rakennettavuuteen.

Rakennettavuutta olisi voinut helpottaa erityisesti runkomoduulien suunnittelun toisenlaisella lähestymistavalla. Nyt runkomoduulit suunniteltiin enemmän muoto edellä eikä sen mukaan, millaisista paloista se koostuu. Vaihtamalla suunnittelun lähestymistapa sellaiseksi, jossa runkomoduulin palat ovat muodoltaan helposti leikattavia, olisi valmistuksessa helpompi tehdä tietyt kokoiset osat kerralla ja sitten hitsata ne kokoon.

Kansimoduulin osalta lähestymistapa oli parempi valmistettavuutta ajatellen. Kansimoduulissa oli vältetty hankalasti mitattavia osia paremmin, kuin runkomoduuleissa.

Runkomoduulin muokkaaminen helpommin valmistettavaksi, kansimoduulin optimointi ja sisustan lisääminen voisivat olla seuraavat vaiheet suunnitteluprosessissa. Markkinoille saattamiseen edellä mainitut olisivat kuitenkin vasta pieni askel, sillä CE-merkinnän edellytyksien täyttäminen on oma prosessinsa. Vaatimustenmukaisuuteen olisi kuitenkin helpompi vastata, kun koko venettä ei tarvitse alkaa suunnittelemaan, vaan mallia voisi muokata vaatimusten mukaiseksi.

Modulaarisuuden ja sen tuomien mahdollisuuksien arviointi oli työssä vahvasti esillä, ja se toivottavasti innostaa muitakin miettimään, miten veneistä saisi vielä

monipuolisempia ja hyödyllisempiä modulaarisuuden avulla. Työn uskoisin luvan sitä lukevalle ajatuksen, että modulaarisuutta voisi todellakin hyödyntää veneissä enemmän ja ettei modulaarisuuden tarvitse välttämättä noudattaa yhtä tiettyä tapaa, vaan siinä voidaan ottaa jo tietyn kohderyhmän tai tapauksen vaatimukset huomioon.

Työ opetti paljon veneistä ja kokonaisuuden laajuudesta: veneen suunnittelu olikin huomattavasti aiempaa ymmärrystä suurempi kokonaisuus jo tällä tasolla tehtynä. Markkinoille saatettavan veneen tulisi olla vielä CE-merkitty, vaatimusten mukainen ja vastata ajantasaista standardistoa. Merkittävimpinä standardeina voidaan pitää veneen mittojen määrittämiseen liittyviä sekä vakauden, kelin ja rakenteen mitoituksen määrittäviä standardeja. Omaan käyttöön malliveneen voisi kuitenkin valmistaa ilman CE-merkintää, mutta sellaista ei saa päästää markkinoille viiden vuoden kuluessa (Rakennan itse veneeni 2022).

Lähteet

Alumiini ja alumiiniseokset. Verkkoaineisto. Valmistajat.fi. <<https://valmistajat.fi/materiaalit/alumiini-ja-alumiiniseokset>>. Luettu

13.4.2024. Auton pakkaaminen ja peräkärryn kuormaus. Verkkoaineisto. Liikenneturva. <<https://www.liikenneturva.fi/liikenteessa/auton-pakkaaminen-ja-perakarryn-kuormaus/>>. Luettu 7.4.2024.

Company. Verkkoaineisto. Arctic Boats. <<https://www.arcticboats.fi/company>>. Luettu 13.4.2024.

Cross 54 BR. Verkkoaineisto. Yamarin Cross. <<https://cross.boats/en/models/cross-54-br#accessories=&factoryOptions=&hullSurfaceTreatments=&boatMotors=&boatPackages=443>>. Lainattu 9.4.2024.

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi huviveneistä ja vesiskoottereista. 2013. Direktiivi 2013/53/EU. Verkkoaineisto. Euroopan unionin virallinen lehti 20.11.2013. <[uhttps://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=CELEX%3A32013L0053](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=CELEX%3A32013L0053)>. Luettu 15.2.2024.

Kanerva, Tuomo. 2019. Moottoriveneiden runkomuodot: Runko on veneen selkäranka. Verkkoaineisto. Venelehti. <<https://venelehti.fi/moottoriveneiden-runkomuodot-runko-on-veneen-selkaranka/>>. 19.1.2019 Luettu 13.4.2024.

Lagoon 60. Verkkoaineisto. CCN Cruising Catamarans Oy (YachtsAgent). <<https://yachtsagent.com/en/boats-and-equipment/lagoon-catamarans/lagoon-60/>>. Luettu 6.4.2024.

LR DH36 Steel. Verkkoaineisto. MatMatch. <<https://matmatch.com/materials/tjci005-lr-dh36-steel>>. Luettu. 20.4.2024.

Lupaus vastuullisemmasta tulevaisuudesta. Verkkoaineisto. Stora Enso Oyj. <<https://www.storaenso.com/fi-fi/products/bio-based-materials>>. Luettu 12.4.2024.

Martin, Tobias. All You Need to Know About Modularization. Verkkoaineisto. Modular Management <<https://www.modularmanagement.com/blog/all-you-need-to-know-about-modularization>>. Luettu 14.5.2024.

Perustietoa lasikuituveneen valmistuksesta. Verkkoaineisto. Kevra. <<https://kevra.fi/ohjeet/perustietoa-lujitemuoviveneen-rakentamisesta/>>. Luettu 15.4.2024.

Rakennan itse veneeni. Verkkoaineisto. Traficom. <<https://www.traficom.fi/fi/liikenne/veneily/rakennan-itse-veneeni#:~:text=Vene%20ei%20ole%20eli%20omavalmiste,viiden%20vuoden%20kuluessa%20k%C3%A4ytt%C3%B6%C3%B6n%20ottamisesta>>. Päivitetty 3.6.2022. Luettu 23.4.2024.

Sähkö ja vene. Verkkoaineisto. STEK. 2022. <<https://hns.fi/sahko-ja-vene-2022/#:~:text=S%C3%A4hk%C3%B6tekniikan%20ja%20energiatehokkuuden%20edist%C3%A4miskeskus%20STEK,s%C3%A4hk%C3%B6st%C3%A4%20ja%20sen%20k%C3%A4ytt%C3%B6st%C3%A4%20veneiss%C3%A4%E2%80%9D>>. Luettu 15.4.2024

Vessel Performance and Hull Types. Verkkoaineisto. Frontier Power Products. <<https://www.frontierpower.com/resources/articles-and-links/vessel-performance-hull-types/>>. luettu 4.4.2024.

Virtanen, Juha. 2020. Venemateriaalit: Paatteja alumiinista betoniin. Kippari. Verkkoaineisto. <<https://kipparilehti.fi/venemateriaalit-paatteja-alumiinista-betoniin/>>. 13.5.2020. luettu 11.4.2024.