Ville Matkaselkä

MOOTTORIVENEEN TELAKOINTIASEMAN SUUNNITTELU

MOOTTORIVENEEN TELAKOINTIASEMAN SUUNNITTELU

Ville Matkaselkä
Opinnäytetyö
Kevät 2023
Konetekniikan tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Konetekniikan koulutusohjelma, koneautomaatio

Tekijä: Ville Matkaselkä
Opinnäytetyön nimi: Moottoriveneen telakointiaseman suunnittelu
Työn ohjaaja: Annukka Tyni
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: kevät 2023 Sivumäärä: 36 + 0 liitettä

Tässä opinnäytetyössä esitellään suunnitteluaiheinen tuotekehitysprojekti, joka on toteutettu toimeksiantajalle. Tuotekehitysprojektin tarkoituksena oli suunnitella moottoriveneen telakointiasema. Aihe opinnäytetyölle syntyi toimeksiantajan tarpeesta helpottaa veneen vesille saantia ja rantautumista yksin veneellä liikuttaessa. Toinen opinnäytetyössä tarkasteltu asia oli tuotteen mahdollinen kaupallistaminen. Toimeksiantaja halusi suunnittelutyön lisäksi selvittää, onko tuotteen kaupallistaminen järkevää. Suunnittelun keskeinen tavoite oli saada aikaan ratkaisu, joka on paitsi yksinkertainen mutta myös järkevä logistisesti ajateltuna. Telakointiasema tulisi koostumaan radasta ja kelkasta, minkä päälle vene ajetaan. Kelkan oli tarkoitus liikkua rataa pitkin sähkökäyttöisen vinssin avulla.

Telakointiaseman suunnittelussa edettiin systemaattisen tuotekehityksen prosessin mukaisesti. Suunnittelu jaettiin esisuunnitteluun ja yksityiskohtaiseen suunnitteluun. Opinnäytetyö aloitettiin aloituspalaverilla, jossa sovittiin projektin reunaehdot, kuten työn rajaus, aikataulu sekä projektin tavoitteet. Aloituspalaverin perusteella projektista laadittiin suunnitelma, johon projektin keskeiset asiat kirjattiin. Esisuunnittelun aikana telakointiasemasta muodostettiin kokonaistoiminto, joka jaettiin edelleen osatoimintoihin ja niiden ratkaisuihin. Ratkaisuvaihtoehtoja syntyi muun muassa kelkan liikkumisesta radalla sekä radan profiilin valinnasta. Esisuunnittelun edetessä telakointiasemasta muodostui useita eri ratkaisuvaihtoehtoja, joista yksi valittiin toteutukseen katselmoinnissa esisuunnitteluvaiheen lopuksi.

Yksityiskohtaisessa suunnittelussa lähdettiin valittua ratkaisuvaihtoehtoa jatkojalostamaan eteenpäin. Jo esisuunnitteluvaiheen aikana oli selvää, että materiaalin valinnassa täytyy ottaa huomioon kosteus ja ympäristön aiheuttamat rasitukset, jonka vuoksi sekä radan että kelkan materiaaliksi valikoitui kuumasinkitty teräs. Yksityiskohtainen suunnittelu jatkui tuotesuunnittelulla, jonka aikana telakointiasemasta ja sen komponenteista tuotettiin useita 3D-malleja Solidworks-ohjelmaa käyttäen. Tuotetuista malleista tehtiin valmistus- ja kokoonpanopiirustukset, jotka toimitettiin toimeksiantajalle projektin lopussa. Yksityiskohtaisen suunnittelun jälkeen telakointiasemalle tehtiin kustannusarvio, jossa otettiin huomioon muun muassa tuotteen materiaalikustannukset sekä arvio telakointiasemaa varten valmistettavista osista.

Telakointiasema on rakenteeltaan modulaarinen ja yksinkertainen sekä kustannuksiltaan maltillinen, mikä edesauttaa tuotteen mahdollista kaupallistamista tulevaisuudessa. Opinnäytetyön lopputuloksena syntyi järkevä ja toimiva kokonaisuus, joka täyttää opinnäytetyön alussa asetetut tavoitteet.

Asiasanat: Tuotesuunnittelu, tuotekehitys, mekaniikkasuunnittelu, 3D-mallinnus, Solidworks

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Mechanical engineering, Machine Automation

Author: Ville Matkaselkä
Title of thesis: Docking Station
Supervisor: Annukka Tyni
Term and year when the thesis was submitted: Spring 2023
Number of pages: 36 + 0 appendices

This thesis presents a design-related product development project. The subject of this thesis was to design a docking station for motorboats. The docking station consists of a track and a sled. In addition to the design work, another topic examined in the thesis was the possibility to commercialize the finished product. The central goal of the product development was to create a solution that is not only simple, but also practical from a logistical point of view.

The project proceeded according to the systematic product development process. Product planning was divided into preliminary design and detailed design. The thesis started with a meeting where the boundary conditions of the project were agreed upon. A list of requirements was defined during the pre-design phase on which the product development was based on. During preliminary design, the docking station was formed into an overall function, which was further divided into sub-functions and their solutions. Several different implementation options were created for the docking station, which were then compared with each other using different point evaluation methods. At the end of the pre-design phase, the best implementation option was selected in the review.

During the detailed design phase, several 3D models were produced, and the option presented in this thesis was selected in the final review. A cost estimate was made for the product and an evaluation was made among the current products on the market and the docking station that was designed in this thesis.

As a result of the thesis, the complete CAD models were produced, in addition to required project documentation and final cost estimate. The customer approved the plans based on the requirements, which were determined at the start of the project. The goals pursued in the thesis were achieved and the thesis was completed on schedule.

Keywords: Product development, product planning, 3D-modeling, Solidworks

SISÄLLYS

1 JOHDANTO 6
2 SYSTEMAATTINEN TUOTEKEHITYS 7
2.1 Tuoteohjelman suunnittelu 8
2.2 Esisuunnittelu 9
2.2.1 Vaatimuslista ja tuotespesifikaatio 9
2.2.2 Toimintorakenne ja jäsentelykaavio 10
2.2.3 Ratkaisuyhdistelmien esiarviointi 12
2.2.4 Lopullinen arviointi ja valinta 13
2.3 Yksityiskohtainen suunnittelu 14
3 VENEEN TELAKOINTIASEMAN SUUNNITTELU 16
3.1 Esisuunnittelu 17
3.1.1 Komponenttien valinta 18
3.1.2 Solidworks-mallit 20
3.1.3 Esisuunnittelun päättyminen 21
3.2 Yksityiskohtainen suunnittelu 21
3.2.1 Rata (kiskot) 22
3.2.2 Kelkka 23
3.2.3 Viimeistely 25
4 MARKKINOILLA NYKYISIN OLEVAT RATKAISUT 26
4.1.1 Nykyiset ratkaisut 26
4.1.2 Soveltuvuus markkinoille 27
5 TULOKSET 29
5.1 Kustannusarvio 29
5.2 Vertailu 31
5.3 Jatkokehitys 32
6 YHTEENVETO 33
LÄHTEET 35

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön aiheena on moottoriveneen telakointiaseman suunnittelu. Opinnäytetyön tavoitteena on suunnitella käytännöllinen ratkaisu telakointiasemasta, joka mahdollistaa veneen nostamisen ja laskemisen vedestä helposti ja tehokkaasti. Toinen keskeinen osa opinnäytetyötä on selvittää markkinoilla jo nykyisin olemassa olevat ratkaisut ja pohtia, onko tuotteen kaupallistaminen järkevää.

Työn tilaajana ja suunnitteluprojektin toimeksiantajana toimii Jarmo Kastikainen. Työn lähtökohtana on toimeksiantajan tarve toimivalle ja turvalliselle järjestelmälle helpottamaan veneen telakointia hänen kesämökillään. Toimeksiantajalla nykyisin käytössä oleva ratkaisu on osoittautunut osittain toimimattomaksi muun muassa haastavan rantaprofiilin vuoksi.

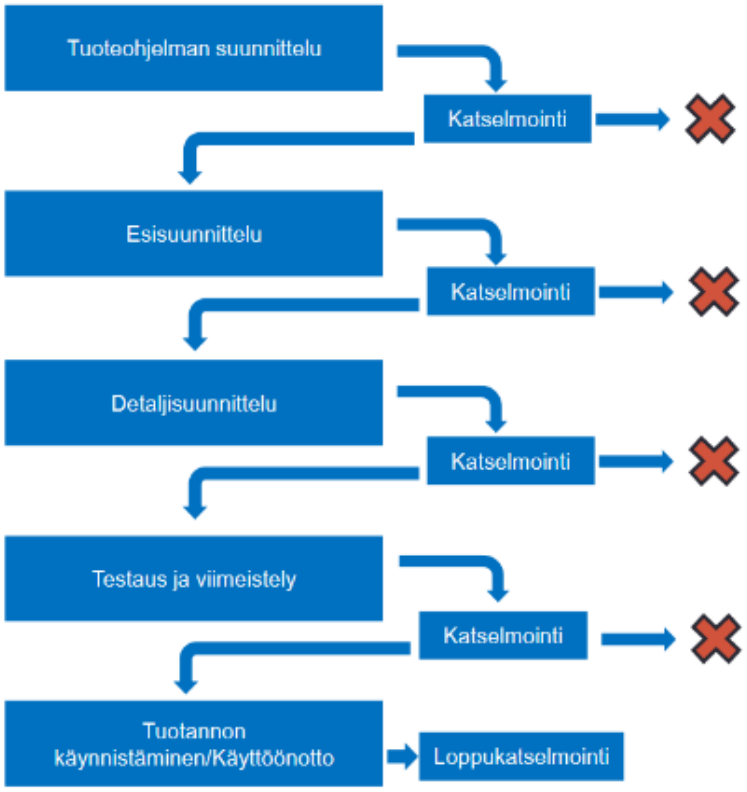
Tämä opinnäytetyö on rajattu pelkästään telakointiaseman suunnitteluun, mutta työn keskeisenä tavoitteena on saada aikaan toteutettavissa oleva kokonaisuus, jota on myös mahdollista laajentaa tulevaisuudessa. Opinnäytetyössä esitellään mekaniikkasuunnittelun tuloksia yleisesti esisuunnittelun osalta sekä paneudutaan tarkemmin yksityiskohtaiseen suunnitteluun ja materiaalinvalintaan sekä valmiiseen ratkaisuun venetelakan toiminnasta. Tässä opinnäytetyössä hyödynnetään systemaattisen tuotekehityksen mukaista mallia aina esisuunnittelusta yksityiskohtaiseen suunnitteluun ja tuotedokumentaation valmistumiseen asti. Suunnitteluprosessiin liittyvät tekniset haasteet ja niiden ratkaisut on pyritty yksinkertaistamaan ja valmiit mallit esitetään pelkistettyinä. Työssä esiteltyjä teknisiä ratkaisuja ja suunnittelumalleja on osittain rajattu tuotteen mahdollisen kaupallistamisen vuoksi.

2 SYSTEMAATTINEN TUOTEKEHITYS

Tuotekehitystoiminta on usein mukana yrityksen koko tuotekehitysprosessissa sekä markkinoinnissa (1, s. 3). Koska onnistunut tuotekehitystoiminta on yksi kriittisimpiä edellytyksiä yrityksen menestymiseen, on tärkeää hyödyntää systemaattista ajattelutapaa osana tuotekehitystä ja suunnittelua. Systemaattinen tuotekehitys on avain onnistuneeseen lopputulokseen. (2.)

Tuotekehitys on toimintaa, jonka tavoitteena on kehittää uusi tuote tai parannella jo olemassa olevaa tuotetta. Tuotekehitysprosessissa on useita vaiheita, joista ensimmäinen on lähes poikkeuksetta konseptointi eli tuoteidean etsiminen. Konseptoinnilla voidaan myös tarkoittaa tietojen selvittämistä, kuten myös markkinoinnin, kehitysnäkymien, tuotteen luonnostelun, optimoinnin tai tuotantomenetelmien kehittämistä. (1, s. 9.) Tuotekehityksessä voidaan puhua täysin uuden tuotteen suunnittelemisesta tai jo olemassa olevan tuotteen kehittämisestä siten, että tuotteesta saadaan suunnittelun avulla aikaisempaa teknisesti parempi tai halvempi (1, s. 10).

Systemaattisen suunnitteluprosessin mukainen tuotekehitys toteutuu vaiheittain (kuva 1).

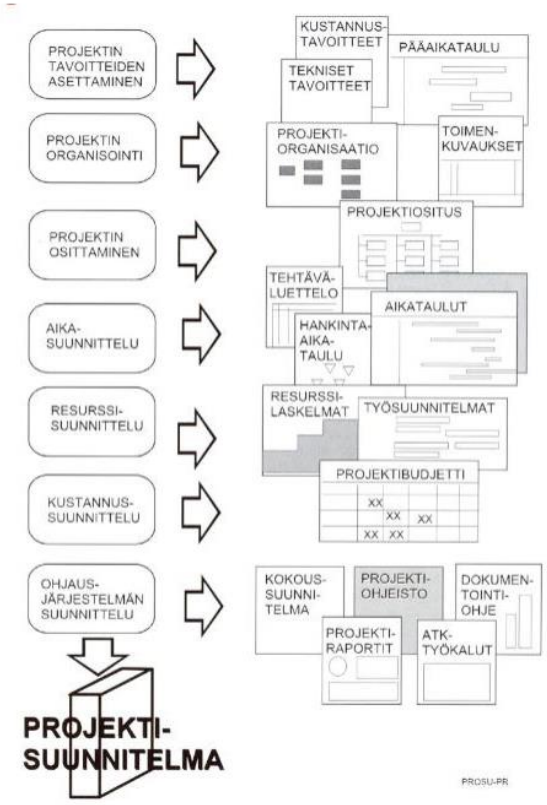


KUVA 1. Systemaattisen tuotekehitysprosessin vaiheet (2)

Tuotekehitystyössä apuna on usein käytössä erilaisia kaavioita, joita noudattamalla on helppo edetä hallitusti tuotekehitysprosessissa eteenpäin seuraavaan vaiheeseen. Kaaviot ja mallit helpottavat tuotekehitysprojektin aikataulutusta ja auttavat havainnollistamaan kehityksen etenemistä. Katselmoinnit jokaisen työvaiheen jälkeen ovat tae sille, että jokaisen vaiheen jälkeen koko tuotekehitysprojektiin kuuluva organisaatio on tyytyväinen suunnittelun tulokseen. (2.)

2.1 Tuoteohjelman suunnittelu

Tuotekehitysprojekti lähtee liikkeelle tuoteohjelman suunnittelulla (kuva 2). Ensimmäisenä täytyy määritellä projektin reunaehdot, kuten tavoitteet, aikataulu, budjetti, projektin organisaatio, resurssien hallinta ja riskien kartoitus. Edellä mainitut vaiheet täydentävät projektin alussa tehtävän projektisuunnitelman, jonka perusteella projektia lähdetään toteuttamaan. (2.) Koska tuotekehitysprojekti voi olla erittäin pitkäkestoinen ja kallis, kannattaa projektisuunnitelman tekemiseen käyttää aikaa ja huolellisuutta. Onnistuneen projektin takaamiseksi projektisuunnitelmassa on syytä pidättäytyä koko projektin ajan. (3.)



KUVA 2. Projektin tuoteohjelman vaiheet (2)

2.2 Esisuunnittelu

Esisuunnittelussa tarkoituksena on tunnistaa ongelma eli suunnittelun tarpeet. Suunnittelun lähtökohdat lähtevät liikkeelle ongelman selkeyttämisestä ja muotoilusta. Esisuunnittelun aikana etsitään sopivia konkreettisia ratkaisuja ongelmaan. Suunnittelutarpeen raamit määräytyvät vaatimuslistan perusteella. (2.)

Vaatimuslistan avulla tuotteesta voidaan tehdä erilaisia ratkaisuvaihtoehtoja, joita esitellään toimintorakenteessa (1, s. 14). Näitä ratkaisuvaihtoehtoja yhdistelemällä ja arvioimalla saavutetaan esisuunnittelussa tavoiteltu lopputulos (2). Luvuissa 2.2.1–2.2.4 on esitelty esisuunnittelun vaiheet yksityiskohtaisen tuotesuunnittelun mukaisesti toteutettuna.

2.2.1 Vaatimuslista ja tuotespesifikaatio

Vaatimuslista on suunnittelutyön tilaajan määrittelemä lista tuotteen vaatimuksista (kuva 3). Vaatimuslista koostuu kiinteistä vaatimuksista (KV), vähimmäisvaatimuksista (VV) sekä toiveista (T), jotka asettavat tiettyjä rajoja tuotteen suunnittelulle. (2.)

KV = Kiinteä vaatimus			
VV = Vähimmäisvaatimus			
T = Toivomus			
Opinnäytetyö: Vaatimuslista			
Projekti: Veneen telakointiasema			
KV,VV,T	**Vaatimus**	Pvm.	Huom.
	1. Geometria		
T	Soveltuvuus eri rantaprofiileille	23.3.2023	
T	Maksimissaan 1000kg veneelle (kokonaispaino)	23.3.2023	
KV	Rata maksimissaan 3metrin profiilista	23.3.2023	
KV	Oltava modulaarinen (kuljetus)	23.3.2023	
KV	Vene saatava kelkan päälle suoraan (ohjurit)	24.3.2023	
	3. Energia		
T	Sähkö	23.3.2023	
VV	Käsikäyttöinen mekaanisesti	23.3.2023	
	4. Aine / Materiaalit		
KV	Ei saa olla ruostuvaa	23.3.2023	
VV	Pyörien laakeroinnin tarve selvitettävä	23.3.2023	
	5. Ergonomia		
VV	Yksinkertainen käyttää	23.3.2023	
	6. Turvallisuus		
KV	Käyttäjälle turvallinen, täytyy voida operoida yksin veneestä käsin	23.3.2023	
KV	Mahdollinen akusto suojattava kotelolla	23.3.2023	
	7. Valmistus ja asennus		
VV	Valmistettavissa normaaleilla konepajamenetelmillä	23.3.2023	
KV	Asennettavissa normaaleilla työkaluilla	23.3.2023	
T	Helposti asennettavissa	23.3.2023	
T	Tarpeen mukaan helposti siirreltävä	23.3.2023	

KUVA 3. Veneen telakointiaseman vaatimuslista

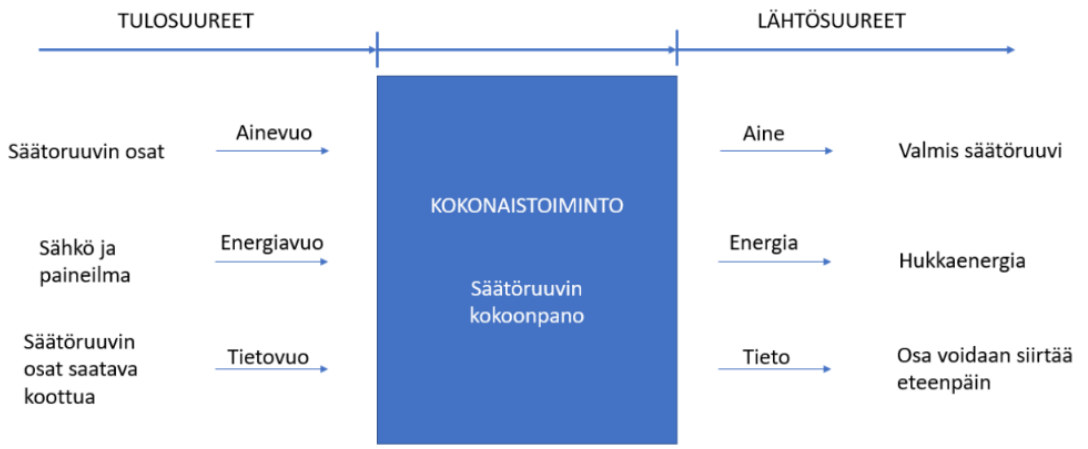
Tuotespesifikaatio (kuva 4) määrittelee kehitystyön lopputuloksen. Tuotespesifikaatioon merkitään yksiselitteisesti ja tarkasti tuotteen ominaisuudet, kuten tavoitearvot ja toleranssit. Tuotespesifikaatioon on kuvattu asiakkaan vaatimukset, jotka tuotteen tulee täyttää. Siinä ei kuitenkaan oteta kantaa, miten kyseisiin arvoihin päästään. (2.)

Ominaisuus	Yksikkö	Arvo	Huom.
Tilat, lattiapinta-ala, energia			
Leveys	m	1,5	
Pituus	m	> 3	*Pituus ei rajoitteena*
Sähkö	V/Hz	230/50	*Verkkovirta*
Paineilma	bar	6	*Oletus*
Iskuvasaran mittoja, koekappaleet			SFS-EN ISO 148
Tukien välinen etäisyys	mm	40	
Koesauvan siirtoon käytettävissä oleva aika	s	5	SFS-EN ISO 148-1, kohta 8.4
Heilurin kulma lähtötilanteessa	deg	161,45	*Tyyppikilven tiedot*
Heilurin varren pituus	m	0,77	*Tyyppikilven tiedot*
Heilurin korkeus	m	1,50	*laskettu*
Heilurin putomiseen kuluva aika	s	0,55	*laskettu*
Heilurin nopeus iskuhetkellä	m/s	5,42	*laskettu*
Koesauvan pituus *(l)*	mm	55	SFS-EN ISO 148-1, taulukko 2.
koesauvan leveys *(W)*	mm	10	*Loven puoleisen pinnan ja sen vastakkaisen pinnan välinen etäisyys*
Koesauvan paksuus *(B)*	mm	10 / 7.5 / 5	SFS-EN ISO 148-1, taulukko 2.
Koesauvan massa	g	< 44	*laskettu*
Luukun mitat			*Luukkua voidaan muuttaa tarpeenvaatiessa*
Leveys	mm	300	
Korkeus	mm	400	
Korkeus lattiasta	mm	740	
Luukun etäisyys vasemmanpuoleisesta tuesta mitattuna	mm	190	
Julabon ulkomitat, jäähdytysallas			
Leveys	mm	545	
Pituus	mm	600	
Korkeus	mm	710	
Altaan leveys	mm	130	
Altaan pituus	mm	150	
Altaan syvyys	mm	170	
Nesteen lämpötila-alue	°C	+20 ... -80	
Koekappaleen minimi jäähdytysaika	min	10	

KUVA 4. Esimerkki tuotespesifikaatiosta (2)

2.2.2 Toimintorakenne ja jäsentelykaavio

Vaatimuslistan ja tuotespesifikaation perusteella tuotteen toiminnot listataan ja esitetään toimintorakenteessa (kuva 5). Toimintorakenteeseen määritellään tuotteen kokonaistoiminnon tulo- ja lähtösuureet, kuten aine, energia ja tieto. Toimintorakenteen tukena suunnittelussa käytetään erilaisia taulukoita tai kuvaajia. (2.)



KUVA 5. Toimintorakenne esitettynä (2)

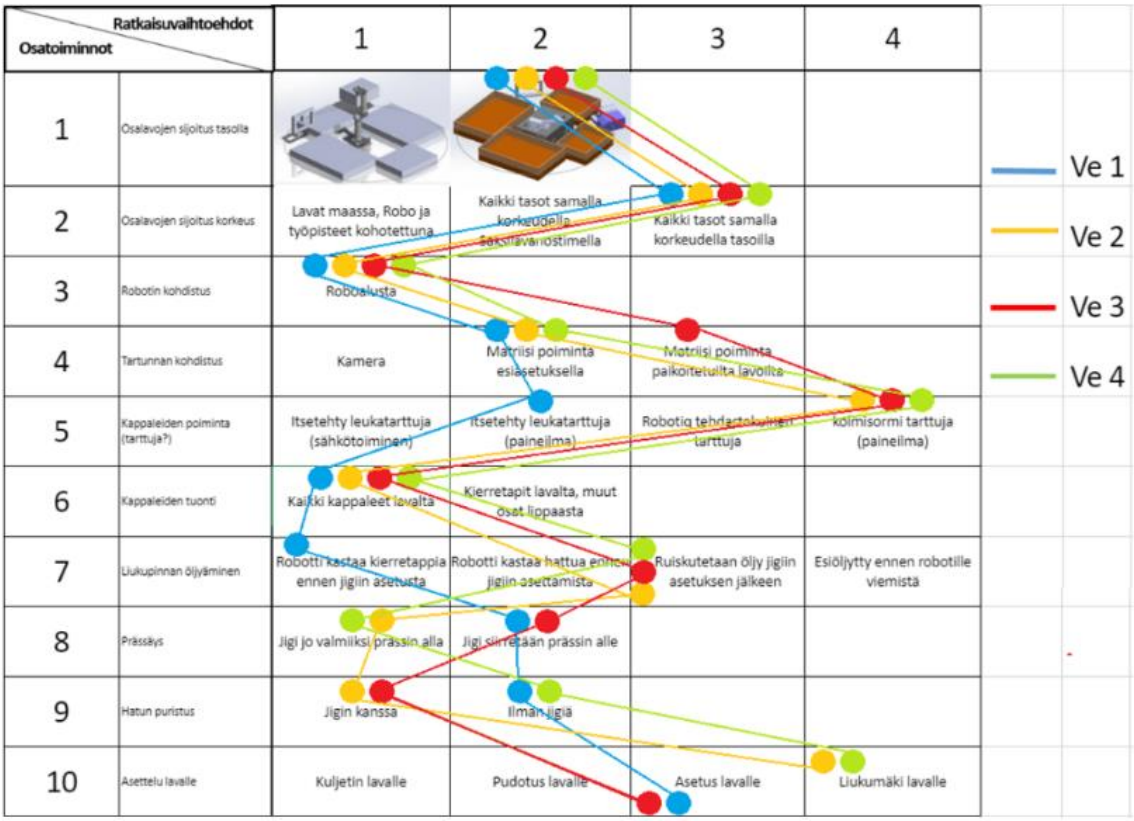
Toimintorakenteen avulla voidaan kokonaistoiminto purkaa osatoimintoihin ja edelleen eri ratkaisuvaihtoehtoihin toimintorakenteen sisällä. Tämä voidaan tehdä esimerkiksi jäsentelykaavion (kuva 6) avulla. Jäsentelykaavion tarkoituksena on luoda useita erilaisia toteutuskelpoisia ratkaisuja. (2.)

Osatoiminnot \ Ratkaisuvaihtoehdot		1	2	3	4	5
1	Osatoiminto 1	Ratkaisuvaihtoehto 1	Ratkaisuvaihtoehto 2	Ratkaisuvaihtoehto 3	Ratkaisuvaihtoehto 4	Ratkaisuvaihtoehto 5
2	Osatoiminto 2	Ratkaisuvaihtoehto 1	Ratkaisuvaihtoehto 2	Ratkaisuvaihtoehto 3	Ratkaisuvaihtoehto 4	
3	Osatoiminto 3	Ratkaisuvaihtoehto 1	Ratkaisuvaihtoehto 2			
4	Osatoiminto 4	Ratkaisuvaihtoehto 1	Ratkaisuvaihtoehto 2			
5	Osatoiminto 5	Ratkaisuvaihtoehto 1	Ratkaisuvaihtoehto 2	Ratkaisuvaihtoehto 3		
6	Osatoiminto 6	Ratkaisuvaihtoehto 1	Ratkaisuvaihtoehto 2	Ratkaisuvaihtoehto 3		

KUVA 6. Jäsentelykaavio eli morfologinen laatikko

2.2.3 Ratkaisuyhdistelmien esiarviointi

Toiminnoista laaditaan kokonaisuuden täyttäviä ratkaisuja (kuva 7) käyttämällä osatoimintojen parhaiden ratkaisujen yhdistelmiä, jotka toteuttavat kokonaistoiminnon. (2.)



KUVA 7. Ratkaisujen yhdistäminen (2)

Jos jäsentelykaaviosta löytyy enemmän kuin kolme yhdistelmää, käytetään esiarvioinnissa mukana valintataulukkoa (2). Tämän yhteydessä arvioinnissa kannattaa ensin suosia niin sanottua ”karkeaa” arviointia. Tämän ansiosta voidaan mahdollisesti luopua joistain vaihtoehdoista hyvinkin aikaisessa vaiheessa suunnittelua. (1, s. 77–78.) Ratkaisuvaihtoehtojen arviointi voidaan toteuttaa esimerkiksi + ja – -periaatteella. Tällöin taulukkoon merkitään vaatimuksen toteutuminen: vaatimus toteutuu (+), ei toteudu (-), puuttuu tietoa (?), tai vaatimuslistaa tarkistettava (!). (2.) Taulukon kriteereiksi täytetään tavanomaiset arviointiperusteet. Kriteerejä täydentämällä saadaan karsittua epäsopivat ratkaisuvaihtoehdot. (1, s. 77.)

Edellä mainitussa tapauksessa päätökset kirjataan taulukkoon (kuva 8) jokaisen vaihtoehdon osalta: kehitetään ratkaisua eteenpäin (+), karsitaan (-), kootaan lisätietoa (?) tai muutetaan vaatimuslistaa (!). (2.)

Toteutus-vaihtoehto	Vastaa tehtävänantoa	Toteutuskelpoinen	Täyttää kiinteät vaatimukset	Kustannustehokas	Helppo käyttää	Turvallinen	Huomautukset	Päätökset
Ve1	+	+	+	+	+	+		Pistearviointiin
Ve2	+	+	+	+	+	+		Pistearviointiin
Ve3	+	+	+	+	+	+		Pistearviointiin
Ve4	+	?	+	+	-	?	Itsetehdyn tarttujan suunnittelu ja mahdolliset ongelmat	karsitaan

KUVA 8. Ratkaisuyhdistelmien esiarviointi (2)

2.2.4 Lopullinen arviointi ja valinta

Yhdistelmien lopullinen arviointi tapahtuu ratkaisuyhdistelmien esiarviointia yksityiskohtaisemmin. Arvioinnissa selvitetään jokaisen ratkaisun ”hyvyys” etukäteen määriteltyjen vaatimusten ja tavoitteiden suhteen. (1, s. 78.) Lopullinen arviointi voidaan tehdä esimerkiksi pistearviointia käyttäen. Pistearviointi voi olla painottamaton, jolloin kaikki vertailukohteet ovat (2)

$$\sum W_j \qquad \text{KAAVA 1 (2.)}$$

jossa *Wj* on arvosana.

Tai painotettu, jolloin arviointikohteille annetaan painokertoimet ja vertailuarvot ovat

$$\sum g_i \cdot W_j \qquad \text{KAAVA 2 (2.)}$$

jossa *gi* on painokerroin.

Usein kuitenkin lopputulosten vertailussa voidaan käyttää suhteellisia painotettuja arvoja.

$$W_{gj} = \frac{\sum g_i \cdot W_j}{W_{max} \cdot \sum g_i} \qquad \text{KAAVA 3 (2.)}$$

Koska asetukset ja vaatimukset eroavat yleensä toisistaan, on järkevää painottaa kriteerit keskenään (1, s. 78). Painotuksen jälkeen ratkaisuvaihtoehdot arvioidaan pisteillä vaatimuksen ja tavoitteen suhteen (kuva 9). Pistearvioinnin arviointikohteiksi valitaan vaatimuslistan tärkeimmät kriteerit, kuten helppokäyttöisyys, varmatoimisuus ja käyttöturvallisuus. (2.)

		Ratkaisuvaihtoehdot									
Arviointikriteeri	Painokerroin (0...1)	Ve1		Ve2		Ve3		Ve4		Ve5	
		Arvosana (1...5)	Painotettu arvosana	Arvosana (1...5)	Painotettu arvosana	Arvosana (1...5)	Painotettu arvosana	Arvosana (1...5)	Painotettu arvosana	Arvosana (1...5)	Painotettu arvosana
Alhaiset valmistuskustannukse	0,1	4	0,4	2	0,2	2	0,2	0	0	4	0,4
Helppo käyttää	0,2	3	0,6	2	0,4	3	0,6	0	0	3	0,6
Helppo huoltaa	0,1	3	0,3	3	0,3	3	0,3	0	0	3	0,3
Varmatoimisuus	0,25	3	0,75	4	1	4	1	0	0	3	0,75
Hyvä käyttöturvallisuus	0,25	3	0,75	3	0,75	3	0,75	0	0	4	1
Kestää ympäristön rasitukset	0,1	3	0,3	4	0,4	4	0,4	0	0	4	0,4
	1										
Yhteensä			**3,1**		**3,05**		**3,25**		**0**		**3,45**

KUVA 9. Ratkaisuyhdistelmien pistearviointi

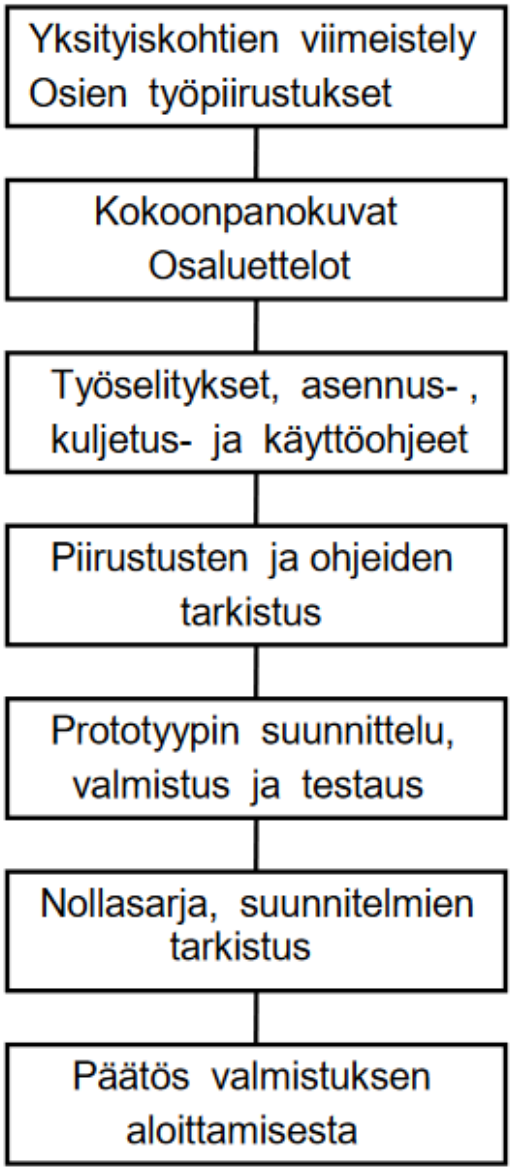
Esisuunnittelun tavoitteena on saavuttaa selkeä käsitys tuotteen rakenteesta. Vaaditut ominaisuudet tulee täyttää siten, että tuote on mahdollista valmistaa. (2.) Esisuunnittelu päättyy ratkaisuvaihtoehtojen arvosteluun ja testaukseen sekä lopuksi parhaan vaihtoehdon valintaan. Esisuunnittelun aikana ei ole tarkoitus laatia tarkkoja osa- tai kokoonpanopiirustuksia tuotteesta, vaan ratkaisut ovat periaatteellisia. (1, s. 89.)

2.3 Yksityiskohtainen suunnittelu

Yksityiskohtainen suunnittelu keskittyy tuotteen tarkasteluun teknistaloudellisen näkökulman mukaan siten, että lopuksi tuotteesta on mahdollista valmistaa tarkat työpiirustukset sekä osaluettelot (1, s. 89). Yksityiskohtaisen suunnittelun vaiheet etenevät askeleittain eteenpäin. Suunnittelun alussa käsitellyt kohdat ovat: toiminnallisuuden suunnittelu, valmistusmenetelmien valinta ja suunnittelu, tuotteen ergonomian tarkastelu, kokoonpanon ja asennuksen huomiointi sekä materiaalin valinta. (2.)

Toiminnallisuuden suunnittelussa on tärkeää, että tuotteesta saadaan poistettua niin sanotut ”heikot kohdat”, jotka saattavat laskea tuotteen arvoa. Huolellinen suunnittelu ja uusien ratkaisujen ideoiminen näyttelee tärkeää roolia tuotteen teknistaloudellisen arvon kannalta. Usein uutta tuotetta luodessa syntyy ongelmia, joiden vuoksi on tarve hankkia lisää tietoa esimerkiksi kirjallisuudesta tai käynnistää erilaisia tutkimushankkeita. (1, s. 90–91.)

Yksityiskohtaista suunnittelua jatketaan tuotteen koko elinkaaren tarkasteluun, jossa suunnitellaan asennusta ja käyttöönottoa, tuotteen käyttöä, huoltoa ja kunnossapitoa sekä tuotteen ympäristövaikutuksia. Yksityiskohtainen suunnittelu päättyy vaadittavien dokumenttien laatimiseen. (2.) Tätä työvaihetta kutsutaan viimeistelyksi (1, s. 96). Viimeistelyn aikana tuotteesta laaditaan tuotedokumentaatiota, kuten valmistuspiirustukset, asennus- ja käyttöohjeet sekä mahdolliset viranomaisdokumentit (2). Kuvassa 10 esitellään viimeistelyn aikana toistettavat työvaiheet (1, s. 97).



KUVA 10. Viimeistelyn työvaiheet (1, s. 97)

3 VENEEN TELAKOINTIASEMAN SUUNNITTELU

Tämä opinnäytetyö on toteutettu systemaattisen tuotekehityksen prosessin mukaisesti. Aihe opinnäytetyölle syntyi toimeksiantajan tarpeesta moottoriveneen telakoinnille helpottamaan muun muassa veneen käyttöönottoa ja rantautumista. Telakka toimisi myös veneen säilytyspaikkana talven aikana.

Koska toimeksiantajalla ei ollut kovinkaan tarkkoja alkutietoja projektille, täytyi suunnittelun alkuvaiheessa antaa erityisen paljon huomiota vaatimuslistan (kuva 11) ja toimintojen abstrahoinnin suhteen. Aloituspalaverin perusteella laadittiin projektisuunnitelma, joka kattaa opinnäytetyön tavoitteet, rajaukset, opinnäytetyön osituksen eri vaiheineen, aikataulutuksen, riskien hallinnan, ohjaussuunnitelman sekä alustavan kustannusarvion.

Koska opinnäytetyössä sivutaan myös tuotteen kaupallistamista, täytyi tuotteesta laatia alustava kustannusarvio mahdollisimman tarkasti sisältäen osaluettelon sekä materiaalit. Tuotteen peilaus markkinoilla jo nykyisin oleviin ratkaisuihin antoi alustavan budjetin materiaalien ja komponenttien hankintoihin. Suunnittelun lähtökohtana on saada aikaan toimiva ratkaisu mahdollisimman yksinkertaisesti ja edullisesti.

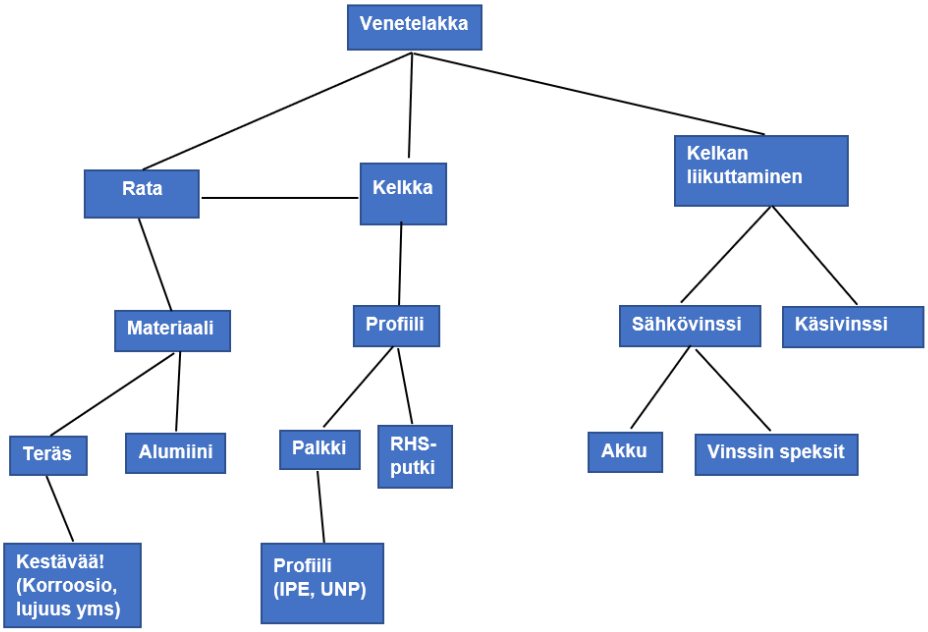
KV,VV,T	Vaatimus	Pvm.	Huom.
	1. Geometria		
T	Soveltuvuus eri rantaprofiileille	23.3.2023	
T	Maksimissaan 1000kg veneelle (kokonaispaino)	23.3.2023	
KV	Rata maksimissaan 3metrin profiilista	23.3.2023	
KV	Oltava modulaarinen (kuljetus)	23.3.2023	
KV	Vene saatava kelkan päälle suoraan (ohjurit)	24.3.2023	
	3. Energia		
T	Sähkö	23.3.2023	
VV	Käsikäyttöinen mekaanisesti	23.3.2023	
	4. Aine / Materiaalit		
KV	Ei saa olla ruostuvaa	23.3.2023	
VV	Pyörien laakeroinnin tarve selvitettävä	23.3.2023	
	5. Ergonomia		
VV	Yksinkertainen käyttää	23.3.2023	
	6. Turvallisuus		
KV	Käyttäjälle turvallinen, täytyy voida operoida yksin veneestä käsin	23.3.2023	
KV	Mahdollinen akusto suojattava kotelolla	23.3.2023	
	7. Valmistus ja asennus		
VV	Valmistettavissa normaaleilla konepajamenetelmillä	23.3.2023	
KV	Asennettavissa normaaleilla työkaluilla	23.3.2023	
T	Helposti asennettavissa	23.3.2023	
T	Tarpeen mukaan helposti siirreltävä	23.3.2023	

KUVA 11. Aloituspalaverin perusteella laadittu vaatimuslista

3.1 Esisuunnittelu

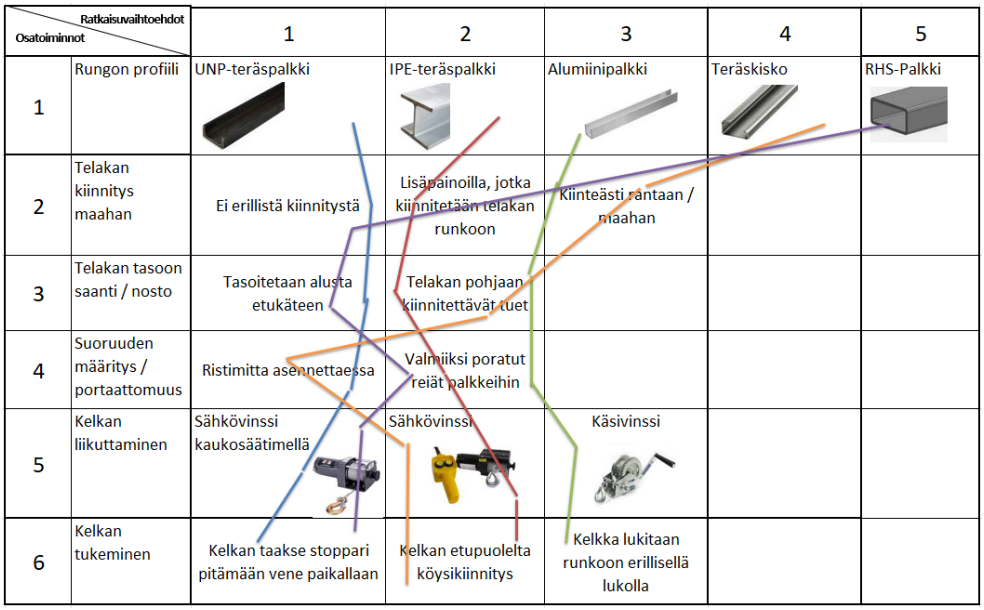
Työn aiheena oli suunnitella telakointiasema moottoriveneelle. Projektin aloituspalaverissa päätettiin, että suunnittelu keskittyy sellaiseen ratkaisuun, jossa vene ajetaan kelkan päälle, mikä nousee veteen ulottuvaa rataa, eli ”kiskoja” pitkin maalle vinssin avulla. Kokonaisuuden tulisi myös olla yksinkertainen kasata ja purkaa.

Esisuunnittelu aloitettiin luomalla toimintorakenne vaatimuslistan perusteella. Toimintorakenteessa kokonaistoiminto (venetelakka) jaettiin kolmeen eri osatoimintoon: rata, kelkka sekä kelkan liikuttaminen (kuva 12), josta edelleen jatkettiin mahdollisia vaihtoehtoja toteutuksiin.



KUVA 12. Venetelakan toimintorakenteen jako osatoimintoihin

Vaatimuslistan avulla pystyttiin aloittamaan varsinaisen ongelman hahmottelu eli tuotesuunnittelu. Koska osatoiminnot oli saatu hahmoteltua kokonaistoimintoon, oli seuraavaksi mahdollista ryhtyä keksimään ratkaisuja tuotteen toiminnoista vaatimusten perusteella. Koska kiinteänä vaatimuksena oli muun muassa modulaarisuus ja ympäristön rasitusten hyvä kestävyys, materiaaliin ja profiilin valintaan täytyi käyttää suhteellisen paljon aikaa. Alustava jäsentelykaavio (kuva 13) täytettiin vaatimuslistan perusteella esisuunnitteluvaiheen alussa. Jäsentelykaavioon on mietitty mahdollisia osatoimintoja ja ratkaisuvaihtoehtoja.



KUVA 13. Venetelakan jäsentelykaavio

Esisuunnittelun aikana osatoiminnoista syntyi useita eri ratkaisuvaihtoehtoja lähinnä eri materiaalien ja profiilien osalta. Koska venetelakka tulee osittain veteen, oli materiaalivaihtoehdot rajattu galvanoituun teräkseen, alumiiniin ja ruostumattomaan teräkseen. Tarkempaa vertailua eri materiaalien välillä tehtiin lähinnä materiaalin hinnan ja kestävyyden perusteella.

3.1.1 Komponenttien valinta

Kelkan liikuttamiseen kiskojen päällä soveltuisi käsi- tai sähkökäyttöinen vinssi. Koska vaatimuslistan mukaisena toivomuksena oli, että telakkaa voitaisiin käyttää veneestä poistumatta, päätettiin vinssiksi valita kaukosäätimellä varustettu sähkövinssi. Sähkövinssiä tai sen käyttöä ei spesifioitu tarkemmin esisuunnittelun aikana.

Rataprofiiliksi valikoitui kuumasinkitty 80x40x3 millimetrin (mm) RHS-putkiprofiili. Kuumasinkityn teräksen etuna ruostumattomaan teräkseen on sen edullisuus. Kyseinen RHS-putkiprofiili on varmistettu olevan tarpeeksi kestävää kantamaan kelkan, veneen ja kuljettajan sekä mahdollisten matkustajien ja varusteiden painon aina 1200 kiloon (kg) asti. Kestävyys on laskettu materiaalin sallitun jännityksen mukaan neliömomentin perusteella seuraavaksi esitetyillä kaavoilla.

Materiaalin poikkileikkauksen pinta-ala A lasketaan kaavalla

$$A = h \cdot b - (b - 2 \cdot t)(h - 2 \cdot t)$$ KAAVA 4 (4.)

jossa, *h* on profiilin korkeus, *b* on profiilin leveys ja *t* on profiilin seinämänvahvuus.

Puristusjännitys σ laskettiin kaavalla

$$\sigma := \frac{F}{A}$$ KAAVA 5 (4.)

jossa, *F* on kohdistuva voima ja *A* on poikkileikkauksen pinta-ala.

Reunaetäisyys *e* laskettiin kaavalla

$$e := \frac{h}{2}$$ KAAVA 6 (4.)

Neliömomentti *I* laskettiin kaavalla

$$I := \frac{b \cdot h^3 - (b - 2 \cdot t) \cdot (h - 2 \cdot t)^3}{12}$$ KAAVA 7 (4.)

Taivutusvastus *W* saadaan neliömomentin sekä reunaetäisyyden suhteesta kaavalla

$$W := \frac{I}{e}$$ KAAVA 8 (4.)

Maksimi momentti *M* saadaan kaavalla

$$M := \frac{F \cdot L}{4}$$ KAAVA 9 (4.)

jossa, *F* on profiiliin kohdistuva voima ja *L* on profiilin pituus.

Lopuksi voitiin laskea putkeen kohdistuva jännitys momentin sekä taivutusvastuksen suhteesta kaavalla

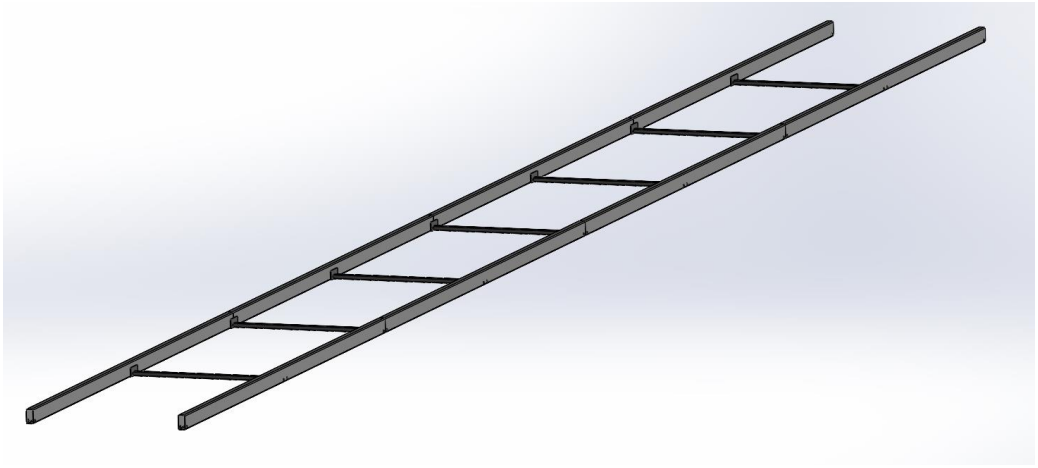
$$\sigma_{jännitys} := \frac{M}{W}$$ KAAVA 10 (4.)

jossa, *M* on maksimi momentti ja *W* on profiilin taivutusvastus

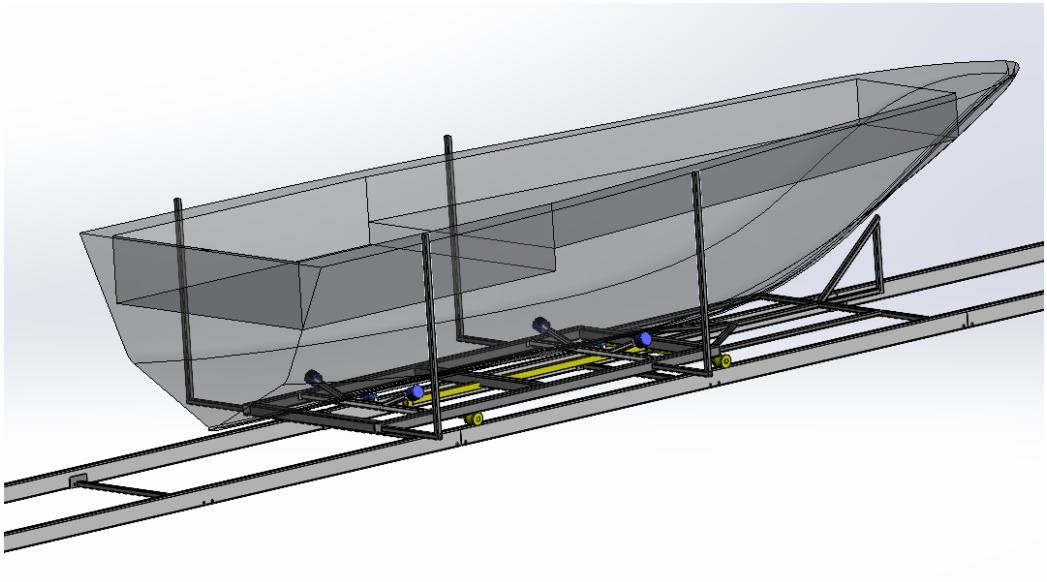
Koska kelkan ei voida olettaa olevan tasaisesti tuettuna maata vasten koko profiilin pituudeltaan, ajateltiin kuormitustapaus tässä tapauksessa kaksitukisena palkkina. Tällä varmistuttiin, että kyseinen profiili kestää varmasti siihen kohdistuvan jännityksen. (4.)

3.1.2 Solidworks-mallit

Esisuunnittelun aikana sekä radasta että kelkasta tuotettiin 3D-malleja Solidworks-ohjelmaa käyttäen. Mallit on luotu havainnollistamaan tuotteen kokonaiskuvaa ja soveltuvuutta jatkokehitystä varten. Rata (kuva 14) on esiteltynä RHS-putkipalkeista kasattuna yhteensä 12 metrin mittaiseksi radaksi. Kuvassa 15 esitellään telakointiaseman kokoonpano, johon kuuluu kelkka ja rata.



KUVA 14. Esisuunnittelun malli radasta



KUVA 15. Kelkan ja radan kokoonpano

3.1.3 Esisuunnittelun päättyminen

Esisuunnitteluvaiheen lopuksi ratkaisuyhdistelmille tehtiin esiarviointia ennalta päätettyjen kriteereiden perusteella. Kriteereinä olivat: vastaa tehtävänantoa, toteutuskelpoinen, kustannustehokas sekä helppo ja turvallinen käyttää. Arvioinnin perusteella jotkin yhdistelmät karsittiin muun muassa korkeiden kustannusten vuoksi. Esiarvioinnin jälkeen siirryttiin edelleen tarkempaan pistearviointiin, jossa jäljelle jääneet ratkaisuvaihtoehdot otettiin yksityiskohtaisempaan tarkasteluun arviointikriteereihin pohjaten. Pistearvioinnissa opinnäytetyössä esitelty yhdistelmä osoittautui parhaaksi ratkaisuvaihtoehdoksi, ja tähän päädyttiin myös projektin organisaation kanssa.

Esisuunnitteluvaiheen lopputuloksena saatiin hyvä käsitys, miten suunnittelua on järkevä jatkaa. Suunniteltavan tuotteen vaaditut ominaisuudet saatiin selkeästi esille, joten suunnittelun jatkolle oli hyvät edellytykset. Esisuunnitteluvaihe päättyi katselmointiin, jossa käsiteltiin valmistuneita dokumentteja, laskelmia ja malleja.

3.2 Yksityiskohtainen suunnittelu

Yksityiskohtainen suunnittelu aloitettiin todentamalla esisuunnittelun aikana havaitut puutteet ja parannuskohteet. Yhtenä keskeisenä havaintona esisuunnittelun katselmoinnissa huomattiin tarve tukkia RHS-putkiprofiilin päädyt umpeen. Profiilin päiden tukkimisella vältytään muun muassa lian ja roskan pääsemiseltä profiilin sisälle. Tällä suojaudutaan esimerkiksi mahdollista korroosiota vastaan erittäin tehokkaasti. Lisäksi huomattiin, että vaikka rata tullaan tukemaan maata vasten asennuksen yhteydessä, täytyy kiskopalojen väliin jättää pieni rako, jotta vältyttäisiin turhalta rasitukselta ja hankaukselta profiilien välillä.

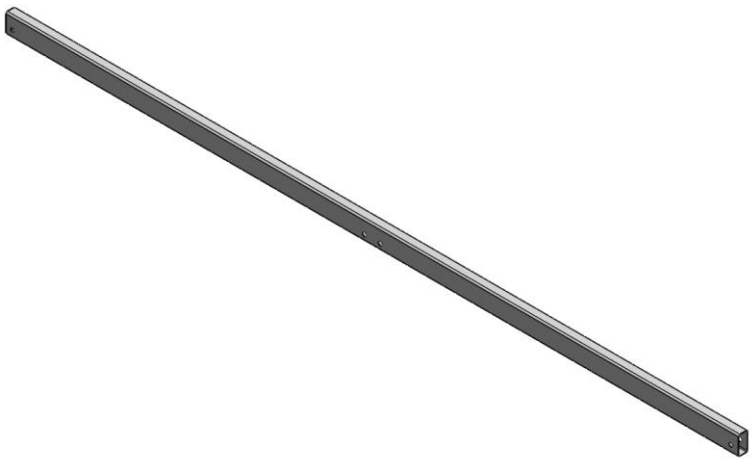
Yksityiskohtaisen suunnittelun tavoitteena oli saada aikaan toteutettavissa oleva ratkaisu veneen telakointiasemasta. Koska jo projektin aloituspalaverissa päätettiin, että opinnäytetyö rajoittuu telakointiaseman suunnitteluun eikä prototyyppiä tulla valmistamaan, täytyi kaikki valmistettavat osat suunnitella mahdollisimman tarkasti. Opinnäytetyön keskeisenä tavoitteena oli suunnitella mahdollisimman edullinen ja yksinkertainen ratkaisu, jonka vuoksi telakointiaseman suunnittelussa käytettiinkin mukana myös valmiita kaupallisia komponentteja lähinnä ajan säästön ja tuotteen yksinkertaistamisen vuoksi.

Yksityiskohtainen suunnittelu toteutettiin pääsääntöisesti Solidworks-ohjelmaa hyödyntäen. Ohjelmalla luotiin mallit ja piirustukset venetelakkaa varten valmistettavista osista sekä todennettiin suunniteltujen osien kestävyys FEM (finite element method) -menetelmällä. Luvuissa 3.2.1–3.2.3 esitellään yksityiskohtaisen suunnittelun tuloksia ja malleja osittain yksinkertaistettuina.

3.2.1 Rata

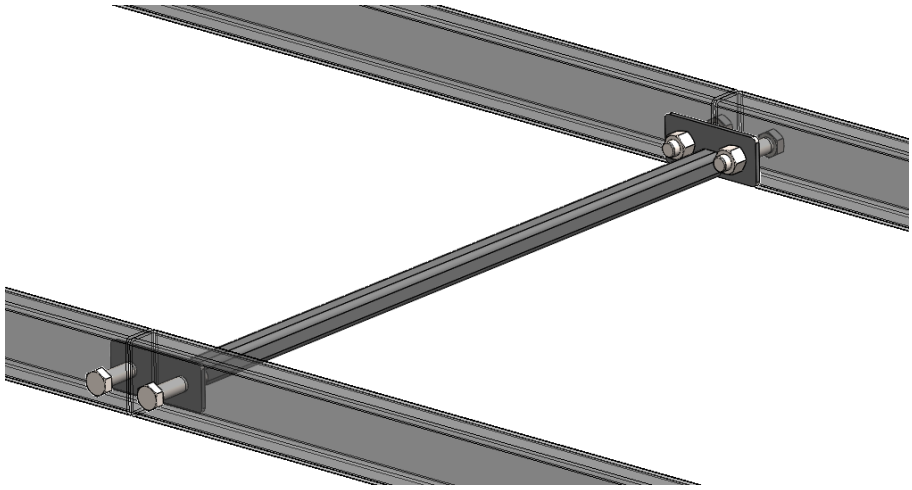
Jo esisuunnittelun aikana syntyi hyvä käsitys venetelakan radan toiminnallisuudesta sekä vaatimuksista. Radan tulisi olla mahdollisimman modulaarinen, mikä helpottaa kuljettamista. Käytännöllisyys ja yksinkertaisuus näyttelivät suurta roolia rataa suunniteltaessa, sillä rata tulisi olla helppo kasata ja purkaa mökkirannassa tavanomaisia työkaluja käyttäen.

Yksityiskohtaisen suunnittelun tuloksena radasta saatiin aikaan toimiva ja edullinen kokonaisuus. Esisuunnittelun aikana suunniteltua ratkaisua hyödynnettiin mahdollisimman paljon eikä suuria muutoksia tarvinnut tehdä. Rata suunniteltiin valmistettavaksi 3 metrin mittaisista RHS-putkipalkeista (kuva 16). Kelkan tulisi myös voida liikkua radan päällä esteettömästi ja sujuvasti, minkä vuoksi rata on suunniteltu olemaan mahdollisimman suora ja portaaton.



KUVA 16. RHS-putkipalkki

Palkin materiaali on sinkittyä terästä, joten se kestää hyvin korroosiota ja ympäristön aiheuttamia rasituksia. Koska kyseistä palkkia on saatavilla valmiiksi 3 metrin mittaisina paloina, on jälkityöstön tarve hyvin vähäinen. Palkin etu- ja takapäätyyn hitsataan palat tukkimaan palkin päädyt umpeen, ja lisäksi palkkiin on tarve porata reikiä radan yhteen liittämistä varten. Rataprofiilin palat liitetään toisiinsa 25x25x3 mm neliön muotoisella putkipalkilla (kuva 17) ja M16x70x38 ruuveilla.



KUVA 17. Rataprofiilin liitospalkki

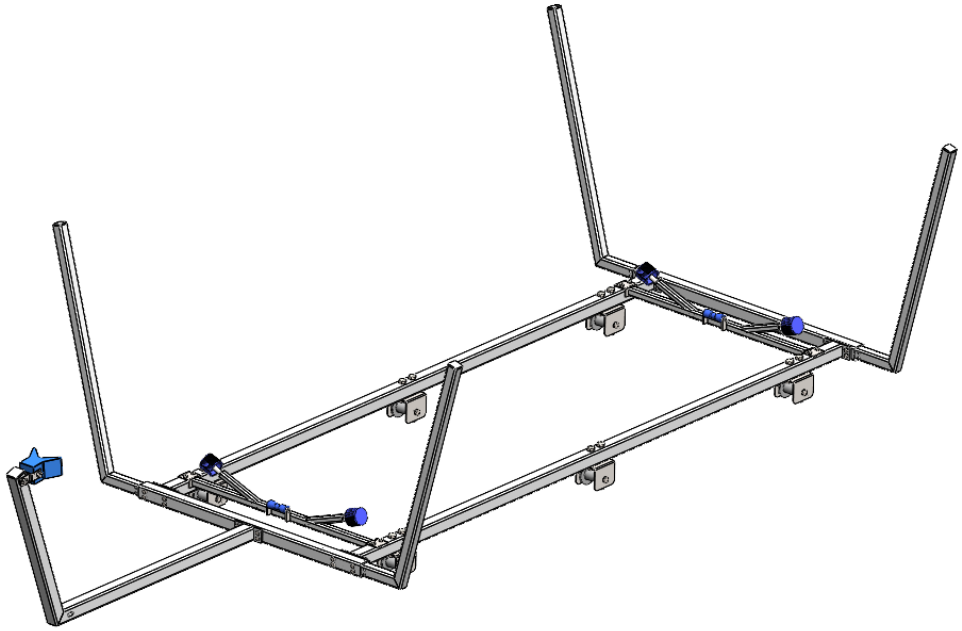
Koska kokemattomalla käyttäjällä voi olla haastavaa hahmottaa, missä kohdassa rataa kelkka on, suunniteltiin radan päähän pysäyttäjät eli stopparit (kuva 18), jotka estävät kelkan rullaamisen liian pitkälle veteen. Tämän avulla voidaan varmistua siitä, että kelkalla ei ole mahdollista ”ajaa” ulos radalta.

KUVA 18. Stopparit

3.2.2 Kelkka

Kelkan suunnittelu oli huomattavasti haastavampi tehtävä. Myös kelkan suunnittelussa lähtökohtana oli rakenteellinen modulaarisuus ja yksinkertaisuus. Kelkan rungon profiiliksi valittiin 50x50x3 mm putkiprofiili, joka on niin ikään valmistettu kuumasinkitystä teräksestä. Kelkassa ei itsessään ole paljon liikkuvia osia, mutta koska kelkkaa tullaan liikuttamaan rataa pitkin, täytyi sen olla tarpeeksi kestävä kantamaan niin hinauksen kuin taakan takia kohdistuvat rasitukset.

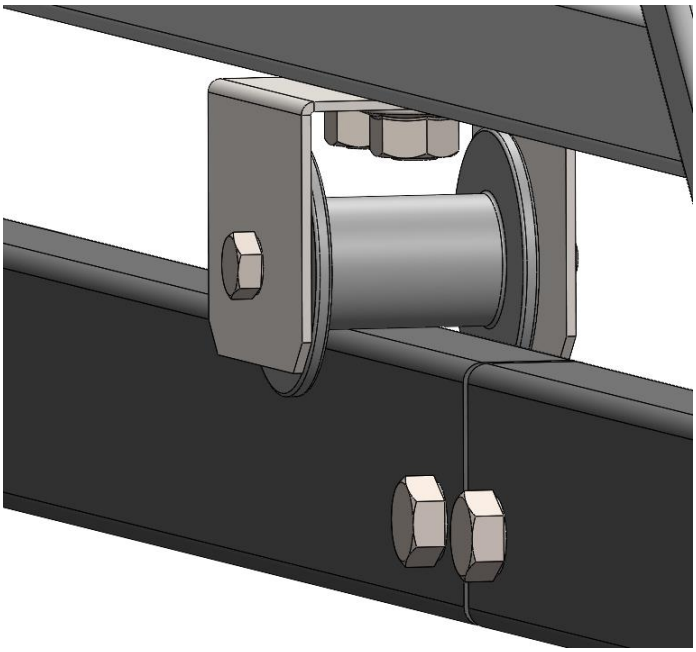
Kelkan suunnittelussa tärkeimpänä kriteerinä oli asiakaslähtöisyys. Suunnittelussa pyrittiin saamaan aikaan ratkaisu, joka on kasattavissa yksin ilman aikaisempaa kokemusta käyttäen yksinkertaisia kasausohjeita. Kelkan suunnittelussa on huomioitu materiaalin kestävyys ja mahdollisimman vähäinen jälkityöstön tarve. Hitsauksen ja koneistuksen tarve on pyritty minimoimaan, jotta osien valmistuksen kustannukset saataisiin pysymään mahdollisimman alhaisina. Kuvassa 19 esitellään kelkan kokoonpano 3D-mallina.



KUVA 19. Kelkan kokoonpano

Kelkassa kiinni olevat venetelat ovat valmiita kaupallisia tuotteita. Ne soveltuvat käyttötarkoitukseen hyvin muun muassa edullisen hinnan ja hyvän saatavuuden vuoksi. Venetelan sivurullat ovat portaattomasti säädettäviä, mikä mahdollistaa erilaisten veneprofiilien käytön. Ruuvikiinnitteiset sivutuet ovat myös niin ikään säädettäviä.

Yksi keskeinen haaste kelkan suunnittelussa oli kelkan renkaiden ja radan profiilin sovittaminen toisiinsa. Suunnittelussa täytyi varmistua siitä, että kelkka ei pääse missään vaiheessa nousemaan pois radalta. Tämän vuoksi ratkaisussa päädyttiin H-uralla oleviin teräspyöriin, jotka kiinnittyvät suoraan kelkan runkoon. Valmiita teräsrenkaita ei ollut saatavilla, minkä vuoksi ne päädyttiin itse suunnittelemaan (kuva 20). Teräsrenkaiden laakerointi toteutettiin muovisilla liukulaakereilla, mitkä kestävät hyvin kosteita olosuhteita.



KUVA 20. Kelkkaan suunniteltu rengaskokoonpano

3.2.3 Viimeistely

Yksityiskohtaisen suunnittelun tulokset vastasivat opinnäytetyön tavoitteita. Telakointiaseman suunnittelussa edettiin aina valmistuspiirustuksiin asti ja tuotespesifikaation perusteella tehdyt 3D-mallit hyväksyttiin loppukatselmoinnissa pienin muutoksin. Suunnittelussa pyrittiin mahdollisimman yksinkertaiseen ja edulliseen lopputulokseen. Telakointiasemasta saatiin valmiiksi valmistus- ja kokoonpanopiirustukset, jotka tarjoavat edellytykset myös prototyypin valmistukselle.

Lopullinen ratkaisu on helppo asentaa kohteeseen ja säätää halutulle pohjaprofiilille. Kelkka soveltuu hyvin erikokoisille veneille ja on hyvin käyttäjäystävällinen. Telakointiasema on kokonaisuudessa suunniteltu siten, että se olisi mahdollisimman vaivatonta ottaa käyttöön. Sekä rata että kelkka on valmistettu yksinkertaisista osista ja osat kiinnittyvät toisiinsa ruuveilla mahdollistaen telakointiaseman kasauksen tavanomaisia työkaluja käyttäen.

Suunnittelun lopputulos on käytännöllinen sekä kuljetusta, että kasausta tarkasteltaessa. Rata on yksinkertainen ja helppo asentaa paikalleen. Kelkka on suunniteltu olemaan mahdollisimman kestävä ja turvallinen käyttää, mikä takaa tuotteelle pitkän käyttöiän.

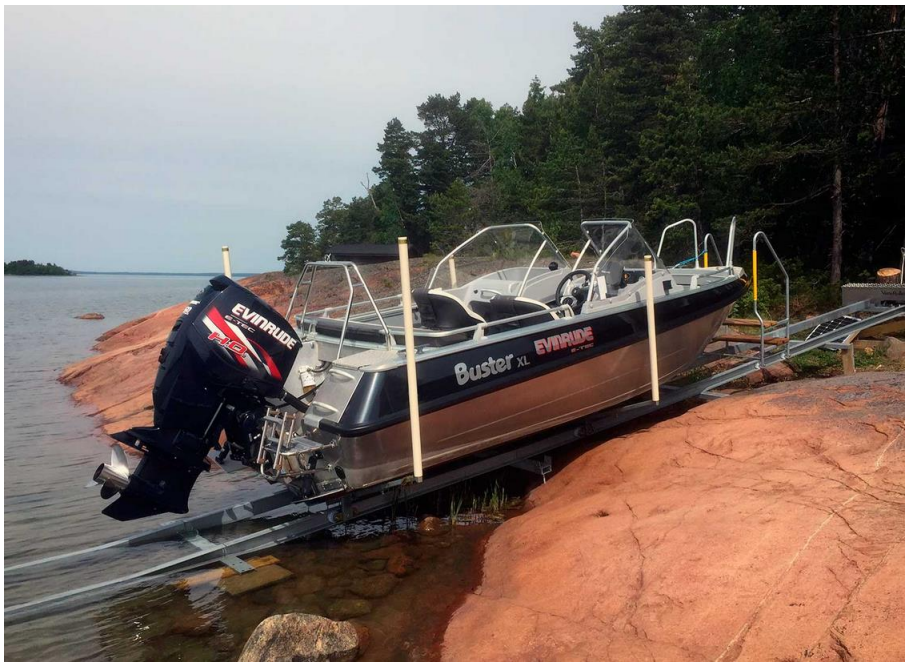
4 MARKKINOILLA NYKYISIN OLEVAT RATKAISUT

Toinen keskeinen osa tätä opinnäytetyötä oli selvittää mahdollisuudet tuotteen kaupallistamiselle. Tätä varten opinnäytetyön aikana tutustuttiin markkinoilla nykyisin oleviin ratkaisuihin ja niiden toimintaan.

4.1.1 Nykyiset ratkaisut

Opinnäytetyön aloituspalaverissa sovittiin reunaehdot telakointiasemalle, minkä perusteella tehtiin vertailua nykyisten ratkaisuiden välillä. Vertailussa tarkasteltiin muun muassa nykyisten ratkaisuiden hintaa, materiaalia ja käyttöperiaatetta. Kuvissa 21 ja 22 esitellään valmiita kaupallisia ratkaisuja veneen telakointiasemasta. (11; 12.)

KUVA 21. Ranturi-13 venetelakka (11)



KUVA 22. VeneRoller VR-1000 (12)

Esiselvityksen perusteella voitiin todeta, että markkinoilla on saatavilla runsaasti eri vaihtoehtoja eri käyttötarkoituksiin. Yksi keskeinen huomio nykyisistä tuotteista oli varustelu ja sen vaikutus tuotteen hintaan. Vakiomallisia venetelakoita oli saatavilla eri painoisille veneille aina 3500 kiloon asti ja hinnat vaihtelevat varustelun mukaan noin 2500 eurosta 7000 euroon. (11; 12.)

Koska markkinoilla olevat telakointiasemat ovat spesifioitu lähinnä radan pituuden ja kantavuuden suhteen, voi se luoda rajoitteita telakointiaseman käytössä eripituisilla ja -muotoisilla veneillä. Opinnäytetyössä haluttiinkin lähteä jalostamaan nykyisiä ratkaisuja yksinkertaistamalla tuotetta olemaan mahdollisimman edullinen ja käyttäjälähtöinen. Telakointiasemasta olikin tarkoitus jättää pois kaikki ylimääräinen varustelu, joka ei vaikuta telakointiaseman toiminnallisuuteen.

4.1.2 Soveltuvuus markkinoille

Liikenne- ja viestintävirasto Traficomin julkaiseman tiedotteen mukaan moottoriveneet ovat edelleen yleisimpiä vesikulkuneuvoja. Vuoden 2019 kesäkuun lopussa rekisterissä oli yhteensä 217 236 vesikulkuneuvoa (kuva 23), joista peräti 90 prosenttia oli moottoriveneitä, ja näiden keskimääräinen pituus noin kuusi metriä. Koska veneen rekisteröinti koskee vain yli 5,5 metriä pitkiä veneitä, haluttiin telakointiaseman soveltuvan myös lähes kaikille ei rekisterissä oleville moottoriveneille, joiden pituus voi vaihdella 4,3 metristä 5,5 metriin asti. (5.)

Moottorivene	193 580
Purjevene	14 243
Vesiskootteri	6 350
Muut	3 063
Yhteensä	**217 236**

KUVA 23. Rekisteröityjen vesikulkuneuvojen määrä 30.6.2019 (5)

Traficomin tiedotteesta ei kuitenkaan ilmene rekisteröimättömien veneiden määrä. Tekniikan Maailma julkaisi verkkolehdessään artikkelin aiheesta vuonna 2017, jossa arvioidaan, että Suomessa on yhteensä noin 1,16 miljoonaa venettä. Artikkelin mukaan pieniä alle 20 hevosvoiman rekisteröimättömiä perämoottoriveneitä on noin 300 000 kappaletta. (6.) Edellä mainittujen tilastojen perusteella voidaan todeta, että tuotteen kaupallistamiselle on olemassa vahvat edellytykset.

Telakointiasema voi myös toimia apuna veneen säilytyksessä. Useimmat suomalaiset päätyvät nostamaan veneen talveksi vesiltä. Yksi yleinen tapa säilyttää venettä talven aikana on ulkona katoksen alla. (7.) Opinnäytetyössä suunniteltu ratkaisu voi säästää paljon aikaa ja rahaa, jos venettä ei tarvitse erikseen nostaa vedestä ja kuljettaa säilytykseen, vaan se voidaan säilyttää kelkan päällä suojattuna talven ajan.

5 TULOKSET

Opinnäytetyön tavoitteena oli saada aikaan toiminnallinen ratkaisu, ja tässä myös onnistuttiin. Tuotekehitysprosessi eteni suunnitellusti aikataulun mukaan. Veneen telakointiasemaa varten ei ollut sovittu erillistä budjettia, vaan tarkoituksena oli saada aikaan kilpailukykyinen tuote, jota voidaan verrata markkinoilla nykyisen oleviin telakointiasemiin niin hinnan kuin myös toimintaperiaatteen ja ominaisuuksien perusteella.

5.1 Kustannusarvio

Esisuunnitteluvaiheen aikana telakointiasemalle laadittiin alustava kustannusarvio (taulukko 1), joka muodostui materiaaleista ja muista tarvittavista komponenteista, kuten vinssistä, akusta ja kiinnitykseen vaadittavista osista.

TAULUKKO 1. Alustava kustannusarvio

Osa	Hinta € (kpl/metri)	Yhteensä (€)
Rata:		
RHS 80x40x3mm	29,1	698,4
Lattarauta 5x50mm	11,59	23,18
Lattarauta 5x100mm	23,8	47,6
OSP 25x25x2mm	11,25	112,5
Kelkka:		
RHS 50x50x3	24,4	219,6
OSP 25x25x2mm	11,25	90
Venetela (Polyuretaani)	40	80
Vinssi:		
Sähkövinssi 12V / 1360kg	145	145
Akku 100 Ah / 12V	150	150
Muut:		
Kiinnitys	150	150
Lisämateriaalit	200	200
Kokonaisarvio		1916
Alv 0% hinta		1456

Kustannusarviota täydennettiin projektin edetessä ja lopullinen kustannusarvio valmistui yksityiskohtaisen suunnittelun tulosten jälkeen. Lopullista kustannusarviota varten täytyi selvittää työn osuus ja sen vaikutus kulurakenteeseen. Opinnäytetyötä tehtäessä ei ollut saatavilla tarkkoja lukuja valmistettavien osien hinnoista.

Lopullista kustannusarviota varten haastateltiin Oulun ammattikorkeakoulun laboratorioteknikko Jari Mahlakaartoa. Haastattelun aikana tehtiin arviota siitä, kuinka monta työpäivää suunniteltujen osien valmistukseen on syytä varata, ja selvitettiin yleisiä tuntihintoja muun muassa CNC-koneistukselle, hitsaukselle ja särmäykselle. Haastattelun aikana keskeisimmäksi huomioksi osoittautui kappalemäärän vaikutus lopulliseen hintaan. Yksittäisten kappaleiden valmistus prototyyppiä varten tulisi olemaan huomattavasti kalliimpaa kuin sarjatuotannolla tuotettujen osien lopullinen kappalehinta. (8.) Taulukossa 2 esitellään lopullinen kustannusarvio, johon on lisätty arvio valmistettavien osien osuudesta.

TAULUKKO 2. Lopullinen kustannusarvio

Osa	Hinta € (kpl/metri/tunti)	Yhteensä (€)
Rata:		
Profiili RHS 80x40x3mm	29,1	698,4
Lattarauta 5x50mm	11,59	57,95
Lattarauta 5x100mm	23,8	119
OSP 25x25x3mm	11,25	112,5
Kelkka:		
RHS 50x50x3	24,4	292,8
Tela (Polyuretaani)	40	80
Kierreputki 42,4x3,2mm	30,5	61
Lattarauta 5x100mm	23,8	47,6
Teräslevy 3x1000x2000mm	139,2	69,6
Liukulaakeri	16,48	98,88
Keulatuki	17,5	17,5
Vinssi:		
Sähkövinssi 12V / 1360kg	140	140
Akku 100 Ah / 12V	150	150
Muut:		
Kiinnitys	200	200
Akkukotelo	50	50
Työ:		
CNC-Koneistus	90	720
Hitsaus	85	680
Poraus	80	320
Leikkaus ja särmäys	77	308
Kokonaisarvio		4223
Alv 0% hinta		3210

5.2 Vertailu

Opinnäytetyössä laadittujen mallien ja lopullisen kustannusarvion perusteella pystyttiin tekemään vertailua suunnitellun ratkaisun ja markkinoilla nykyisin olevien telakointiasemien välillä. Lopullisesta kustannusarviosta selvisi, että yksittäisen tuotteen, eli mahdollisen prototyypin valmistus on kallista muun muassa suurten valmistuskustannusten takia.

Kustannusarviossa käytettyjen materiaalien hinnat oli laskettu yksittäisten kappaleiden mukaan helposti saatavilla olevilta toimittajilta (9; 10). Telakointiasemassa käytettyjen materiaalien suhteen on myös mahdollista tavoitella säästöä esimerkiksi suurempien kertahankintojen kautta ostamalla materiaalit suoraan yhdeltä toimittajalta, jolloin vältytään yksittäisiltä rahtimaksuilta ja muilta lisäkuluilta.

Markkinoilla nykyisin olevien tuotteiden hinta määrittyy muun muassa varustelun mukaan. Vertailussa tarkasteltiin ratkaisuja kahdelta eri toimittajalta sähkökäyttöisellä vinssillä varusteltuna. Telakointiasemien ominaisuudet ovat hyvin samankaltaiset rakenteen ja materiaalin osalta. Käyttöperiaatteeltaan vertailukohteena olevat venetelakat Ranturi-telakka 13 ja VeneRoller VR-1000 toimivat samankaltaisesti opinnäytetyössä suunnitellun ratkaisun kanssa. (11; 12.) Tarkempaa vertailua varten suunnittelusta seuraava vaihe on valmistaa prototyyppi, jonka avulla voidaan todeta venetelakan toiminta myös käytännön tasolla.

Vertailussa käsiteltävät telakointiasemat ovat kilpailukykyisiä myös muiden markkinoilla olevien eri valmistajien tuotteiden kanssa. Taulukossa 3 esitellään markkinoilla nykyisin olevia ratkaisuja. (11; 12; 13; 14.)

TAULUKKO 3. Markkinoilla olevat venetelakat (11; 12; 13; 14)

Tuoteryhmä	Hinta (€)	Huom!
Esa Vaunutelakka 1500	3890	Vinssi tilattava erikseen
Alutrack Warn VRX25	4620	Kantavuus 900 kg
VeneRoller VR-1000	4850	Kantavuus 1000kg
Ranturi-telakka 13	4480	

5.3 Jatkokehitys

Työn ensisijaiset tavoitteet saavutettiin ja opinnäytetyön lopputulokseen oltiin tyytyväisiä suunnitteluprojektin organisaation kesken. Suunnittelun tuloksena tuotetut ratkaisut ja mallit olivat sopivia ja tarkoituksenmukaisia opinnäytetyön vaatimuksia tarkasteltaessa. Veneen telakointiaseman tuotespesifikaatio jäi osittain puutteelliseksi haastavan aikataulun vuoksi, minkä takia kaikkia komponentteja ei ehditty vertailemaan riittävän laaja-alaisesti.

Veneen telakointiasemasta saatiin aikaan modulaarinen ratkaisu, joka soveltuu hyvin erikokoisille ja -pituisille veneille, mutta suunnittelussa olisi voitu myös huomioida kokonaispainoltaan paljon kevyemmät ja raskaammat veneet. Jatkokehityksen kannalta on tärkeää tarkastella, miten veneen massa vaikuttaa kelkan liikkumiseen radalla. Telakointiasema on suunniteltu kestämään kokonaispainoltaan noin 1200 kg veneen, ja tätä voitaisiin jalostaa eteenpäin esimerkiksi valitsemalla vahvempi teräsmateriaali. Telakointiasemaan valittiin jo esisuunnittelun aikana sähkövinssi sen käytettävyyden vuoksi. Jatkossa telakointiasemaan voisi lisätä myös option käsikäyttöiselle vinssille, jonka avulla myös lopullisia kustannuksia saadaan laskettua.

Suunnitelmissa otettiin hyvin huomioon telakointiaseman tarve soveltua lähes kaikille veneille, joiden kokonaispituus on noin 4,3–6 metriä. Kyseinen ratkaisu oli tavoitteiden mukainen, mutta jatkossa voisi tarkastella myös mahdollisuutta useammalle eri telakointiasemalle, jotka spesifioidaan esimerkiksi veneen painon mukaan. Näin on myös tehty markkinoilla nykyisin olevissa ratkaisuissa.

Koska veneen telakointiasema, eli rata ja kelkka, koostuu useista eri osista, jotka kiinnittyvät toisiinsa ruuveilla, on tärkeää luoda helppolukuiset ja riittävän kattavat kasausohjeet. Opinnäytetyön aikana tuotetut 3D-mallit eivät mahdollistaneet tarpeeksi kattavien kasausohjeiden laatimista, joista selviäisi rannan profiilin vaikutus radan asennukseen ja radan tuennan tarve maata vasten. Venetelakan toiminnallisuuden ja käytön tarkastelun kannalta on tärkeää valmistaa suunnitelmien mukainen prototyyppi, jonka avulla venetelakan toiminta ja mahdolliset puutteet päästään toteamaan. Prototyypin avulla voidaan myös luoda lopulliset ja riittävän tarkat ohjeet telakointiaseman käyttöä ja kasausta varten.

6 YHTEENVETO

Opinnäytetyössä suunniteltiin veneen telakointiasema toimeksiantajalle. Suunnittelun tärkein tavoite oli saada aikaan toteutettavissa oleva ratkaisu, jota olisi myös mahdollista jatkojalostaa tulevaisuudessa eteenpäin. Suunnittelun lisäksi toimeksiantaja halusi selvittää, onko telakointiaseman kaupallistamiselle olemassa edellytyksiä. Projektin lähtöpalaverin aikana opinnäytetyön rakenne saatiin rajattua vaatimustasoltaan järkeväksi, jonka ansiosta opinnäytetyö oli mahdollista saattaa valmiiksi aikataulun puitteissa. Lopputuloksena veneen telakointiasemasta saatiin valmis 3D-malli ja valmistuspiirustukset, joiden avulla myös prototyyppi on mahdollista valmistaa.

Opinnäytetyö eteni systemaattisen tuotekehitysprosessin mukaisesti, joka omalta osaltaan selkeytti suunnittelua ja sen etenemistä. Suunnittelussa edettiin organisoidusti esisuunnittelusta yksityiskohtaiseen suunnitteluun ja siitä edelleen viimeistelyyn sisältäen muun muassa teknisten piirustusten ja muun tuotedokumentaation laatimisen. Opinnäytetyö eteni projektin alussa tehdyn projektisuunnitelman mukaisesti alusta loppuun.

Projektin alussa laadittu vaatimuslista toimi hyvänä pohjana suunnittelun aloitukselle ja esisuunnitteluvaihe käynnistyikin hyvin pian aloituspalaverin jälkeen. Opinnäytetyön edetessä ei ollut tarvetta pitää ylimääräisiä palavereita, mutta suunnittelusta pidettiin katselmoinnit esisuunnittelun ja yksityiskohtaisen suunnittelun päätteeksi. Katselmoinneissa suunnitelmat hyväksytettiin toimeksiantajan puolesta. Tällä varmistuttiin, että työ etenee tavoitteiden mukaisesti itsenäisestä suunnittelua koskevista päätöksistä huolimatta. Opinnäytetyössä tuotetut mallit on luotu Solidworks-ohjelmaa käyttäen. Opintojen aikana käydyt suunnitteluaiheiset kurssit osoittautuivatkin suureksi avuksi opinnäytetyötä tehtäessä. Telakointiasemassa käytetyt materiaalit ja muut komponentit valittiin ja mitoitettiin käyttötarpeen mukaan vastaamaan niille asetetut vaatimukset. Keskeisin asia materiaalivalintoja tehtäessä oli valita riittävän kestävä, mutta myös kosteisiin olosuhteisin sopiva materiaali, joka olisi mahdollisimman edullinen ja myös helposti työstettävä.

Suunnittelun lisäksi tärkeä osa opinnäytetyötä oli tuotteen kaupallistamisen mahdollisuus ja siihen liittyvä selvitystyö. Opinnäytetyössä tarkasteltiin markkinoilla jo nykyisin olevia telakointiasemia ja näitä myös verrattiin opinnäytetyössä tuotettuun ratkaisuun. Opinnäytetyön tietoperustaa varten selvitettiin Suomessa olevien veneiden lukumäärää, joka tarjosi näkökantaa kaupallistamisen edellytyksille.

Suunnittelun lopputuloksena saatu ratkaisu oli sellainen, mihin tähdättiin jo esisuunnittelun alusta lähtien. Telakointiasema on modulaarinen, minkä vuoksi se on helppo kuljettaa esimerkiksi henkilöauton trailerilla. Tuotteen kokonaispaino saatiin pidettyä maltillisena ja telakointiasema on yksinkertainen kasata ja purkaa esimerkiksi kesämökin rannalla. Venetelakan osat on suunniteltu kuumasinkitystä teräksestä, jotka kestävät hyvin käytön kosteissa olosuhteissa, mutta ovat myös tarpeeksi kestäviä. Huollettavia kohteita ei juurikaan esiinny, minkä ansiosta venetelakka on varmatoiminen ja käyttöiältään pitkäkestoinen.

Opinnäytetyön aikana telakointiasemalle tehtiin kustannusarvio esisuunnitteluvaiheen lopuksi ja edelleen yksityiskohtaisen suunnittelun päätteeksi, jolloin kustannusarvioon pystyttiin sisällyttämään myös valmistettavien osien osuus kokonaiskustannuksista. Venetelakan lopulliset kustannukset nousivat suhteellisen korkeiksi muun muassa valmistuskustannusten vuoksi, mutta lopullisissa kustannuksissa ei otettu huomioon sarjatuotannolla tuotettuja osia, vaan pelkästään yksittäin tuotettujen kappaleiden hinta-arvio.

Opinnäytetyö oli mielestäni erittäin onnistunut suunnitteluprojekti, joka tarjosi useita uusia näkökantoja niin suunnittelun aikana kuin myös markkinoinnin ja vertailun suhteen. Vaikka projektille ei asetettu tarkkaa budjettia, mihin suunnittelussa tulisi pyrkiä, oli lopputulos mielestäni edullinen ja tuotteen kokonaiskustannukset maltilliset.

Opinnäytetyön rajallisen aikataulun vuoksi jo aloituspalaverissa päätettiin, että työ keskittyy suunnitteluun eikä telakointiasemasta tulla valmistamaan prototyyppiä. Projektin tilaaja oli tyytyväinen tuotettuihin ratkaisuihin ja opinnäytetyö saatiin valmiiksi aikataulun puitteissa.

LÄHTEET

1. Jokinen, Tapani 2001. Aalto-yliopisto: Tuotekehitys. Elektroninen julkaisu. ISBN 978-952-60-3320-4 Hakupäivä 3.4.2023. http://lib.tkk.fi/Reports/2010/isbn9789526033204.pdf.

2. Kontio, Esa 2022. TK00BP67 Systemaattinen tuotekehitys. Opintojakson luentoaineisto kevät 2022. Oulu: Oulun ammattikorkeakoulu, tekniikan ja luonnonvara-alan yksikkö. Vaatii käyttöoikeuden.

3. Matricomp Oy 2023. Tuotekehityksen vaiheet – näin onnistut tuotekehityksessä. Hakupäivä 6.4.2023. https://matricomp.fi/artikkelit/tuotekehityksen-vaiheet/.

4. Jokinen, Kai 2023. TK00BP88 Lujuusopin perusteet – Koneen osien ja rakenteiden mitoitus – 2021. Oulu: Oulun ammattikorkeakoulu, tekniikan ja luonnonvara-alan yksikkö. Vaatii käyttöoikeuden.

5. Liikenne- ja viestintävirasto Traficom 2019. Suomi yksi maailman venetiheimmistä maista – uusien vesikulkuneuvojen määrä kasvussa. Hakupäivä 12.5.2023. https://www.traficom.fi/fi/ajankohtaista/suomi-yksi-maailman-venetiheimmista-maista-uusien-vesikulkuneuvojen-maara-kasvussa.

6. Rainisto, Sami 2017. Veneiden määrä Suomessa kasvoi vuosikymmenessä +57 % - Vesiskootterien määrä +250 %. Tekniikan Maailman verkkolehti 16.2.2017. Hakupäivä 12.5.2023. https://tekniikanmaailma.fi/veneiden-maara-suomessa-kasvoi-vuosikymmenessa-57-vesiskootterien-maara-250/.

7. Alandia 2020. Veneen talvisäilytys. Hakupäivä 12.5.2023. https://alandia.fi/artikkeli/veneen-talvisailytys/.

8. Mahlakaarto, Jari 2023. Laboratorioteknikko. Oulu: Oulun ammattikorkeakoulu. Haastattelu 12.5.2023.

9. Lapin Metallikeräys Oy 2023. Verkkokauppa. Hakupäivä 14.5.2023. https://verkkokauppa.lapinmetallikierratys.fi/.

10. Sah-Ko Oy 2023. Metallimyynti. Hakupäivä 14.5.2023. https://www.metallimyynti.fi/.

11. Hassisen Veljekset Oy 2023. Ranturi venetelakat. Hakupäivä 15.5.2023. https://ranturi.fi/venetelakat/.

12. Autorobot Finland Oy 2023. VeneRoller. Hakupäivä 15.5.2023. https://www.venerol-ler.fi/venetelakat/mallisto/.

13. Alutrack Oy 2023. Kevyt telakka. Hakupäivä 16.5.2023. https://www.alutrack.fi/kevyt-telakka.

14. ESA-laiturit 2023. Vaunutelakka-1500. Hakupäivä 16.5.2023. https://esalaiturit.fi/tuote/vaunutelakka-1500/.