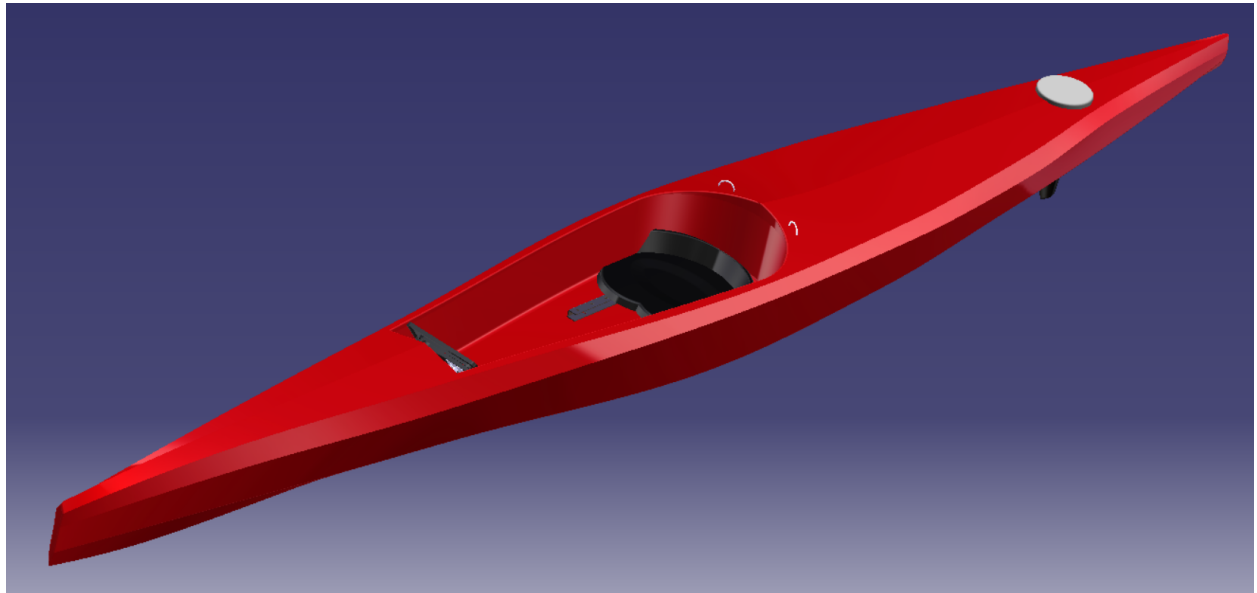




Produktutveckling av kajak för ungdomsverksamhet

Kandidatarbete inom industri- och materialvetenskap

Fredrik Byström
Annie Lindahl
Ludvig Linde
Fredrik Longnell
Anna Skötte
Anna Sundberg

Institutionen för industri- och materialvetenskap
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige 2020

KANDIDATARBETE IMSX15-20-12

Produktutveckling av kajak för ungdomsverksamhet

FREDRIK BYSTRÖM
ANNIE LINDAHL
LUDVIG LINDE
FREDRIK LONGNELL
ANNA SKÖTTE
ANNA SUNDBERG



CHALMERS
UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Institutionen för industri- och materialvetenskap
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige 2020

Produktutveckling av kajak för ungdomsverksamhet

FREDRIK BYSTRÖM
ANNIE LINDAHL
LUDVIG LINDE
FREDRIK LONGNELL
ANNA SKÖTTE
ANNA SUNDBERG

© Fredrik Byström, Annie Lindahl, Ludvig Linde, Fredrik Longnell, Anna Skötte, Anna Sundberg, 2020.

Handledare: Massimo Panarotto, Institutionen för Produktutveckling/Industri- och materialvetenskap

Examinator: Ola Isaksson, Institutionen för Produktutveckling/Industri- och materialvetenskap

Kandidatarbete IMSX15-20-12
Institutionen för industri- och materialvetenskap
Chalmers Tekniska Högskola
SE-412 96 Göteborg

Omslag: Modell konstruerad i Catia V5 illustrerande projektets slutgiltiga koncept för en kajak för ungdomsverksamhet.

Sammanfattning

Ett projekt genomfördes med målet att utforma en kajak för ungdomsverksamhet inom slätvattenspaddling hos svenska kanotklubbar. De slätvattenskajaker som används idag är oftast dyra och kan vara svåra att använda om man är nybörjare, vilket försvårar klubbarnas arbete med att locka till sig nya medlemmar.

En undersökning för att specificera problem och möjligheter hos kajakerna genomfördes på två lokala klubbar, följt av intervjuer med experter på området och en marknadsundersökning. På klubbarna observerades ett antal problem med användningen av kajakerna under, samt innan och efter, träningar. Dessa problem inkluderar svårigheter med att ta sig upp i kajaken vid kapsejsning, problem med tömning av kajaken då den tagit in vatten samt skaderisker associerade med rodrets utformning. Projektet riktade på grund av detta in sig på att utforma en mer välanpassad kajak för användningsområdet.

Under projektets gång hittades väldigt få sätt att minska kostnaden på traditionella slätvattenskajaker utan att påverka deras funktionalitet eller försämra deras prestanda. De kajaker som används idag är nedskalade till sina mest grundläggande funktioner, och när det gäller tillverkning är det i nuläget inte tydligt hur man kan minska deras kostnad på ett effektivt sätt. Detta skulle kunna komma att ändras i framtiden via nya tillverkningsmetoder eller en mer automatiserad process. Detta hänger dock på att efterfrågan blir stor nog för att kunna påkosta sådana investeringar.

Projektet resulterade i en surfski-design, vilket är en sluten kajak utan sits som används främst i varmare klimat och till havspaddling. Det framtagna konceptet löser många av de problem som observerades hos klubbarna och skulle även kunna bli billigare än dagens alternativ om dess popularitet ökar och tillverkning kan bli storskalig. För att göra konceptet mer likt de slätvattenskajaker som används i dagsläget är det utrustat med en justerbar sits, vilket tillåter ungdomarna lära sig korrekt teknik även i en surfski. Konceptet har även diverse mindre ändringar som optimerar dess användning hos klubbarna.

Abstract

A project resulting in the design of a new kayak has been concluded. The created kayak is designed specifically for usage in kayak clubs by beginner youths for flatwater paddling. Problems exist with the current kayaks clubs use for this purpose, mainly relating to the cost and ease of use, which contribute to an increased difficulty in the recruitment of new club members.

An investigation was launched to specify problems and opportunities surrounding the usage of flatwater kayaks under the aforementioned circumstances. To this end, interviews were conducted with key figures within local kayak clubs and experts within fields relating to kayaks. These interviews were supplemented with market research, including a survey aimed at kayak users. This investigation identified clear problems with the usage of kayaks with the main ones being: difficulties reseating after the user has capsized, difficulties emptying a water-filled kayak and damages associated with the rudder.

No clear way was identified to reduce the cost of traditional flatwater kayaks without negatively affecting kayak functions or worsening kayak performance. The root cause for this is that flatwater kayaks aimed at beginners are in general already simplified and downscaled to the base fundamentals of what defines a flatwater kayak. In addition, current production technology and the relatively low scale of production of these kayaks further limit the possibilities of reducing the cost.

The project resulted in a kayak design similar to that of a surfski kayak. A surfski is a kayak with a closed hull and no discrete seat, primarily used in warmer climates and for paddling in the ocean. The designed kayak solves many of the problems that have arisen in traditional kayaks and has the potential for a lower production cost if the scale of production increases. The designed kayak differs in some ways from a pure surfski kayak. The main difference is the inclusion of a discrete seat, allowing beginners to use the same technique in the developed surfski-like kayak as they would in a traditional flatwater kayak.

Förord

Denna kandidatuppsats beskriver det produktutvecklingsarbete som syftade att komma fram till en kajakdesign anpassad för ungdomsverksamhet. Projektet genomfördes inom institutionen industri- och materialvetenskap på Chalmers Tekniska Högskola under våren 2020. Professor Ola Isaksson var examinator i projektet och Massimo Panarotto, doktor inom maskinteknik, var handledare. Uppsatsen skrevs under perioden januari till maj 2020 av fyra studenter från Maskinteknik, en student från Automation och Mekatronik samt en student från Teknisk Design.

Vi vill tacka ett antal personer och organisationer som gjorde projektet möjligt för deras hjälp. Från Chalmers vill vi börja med att ge ett stort tack till vår examinator Ola Isaksson och vår handledare Massimo Panarotto för deras kontinuerliga stöd och kunskap under projektets gång. Vi vill också tacka Professor Leif Asp för hans råd angående material- och tillverkningsaspekter.

Förslagsställaren Dag Johansson från Svenska kanotförbundet bidrog inte bara med idén, utan var även en ovärderlig källa till både information och entusiasm under hela projektet. Vi vill tacka Anders Ljungberg och Tryggve Nilsson från Näsets Paddlarklubb för de delade med sig av sin erfarenhet av kajakvärlden och deras verksamhet. Vidare vill vi tacka Johan Nilsson och Magnus Siverbrant från Kungälv's Kanotklubb för en inblick i deras förening och många bra idéer.

Vi vill även tacka Mikael Hinnerson från sjöräddningssällskapet för hans rådgivning angående säkerhet till sjöss och inom paddling. Slutligen vill vi ge ett stort tack till alla medlemmar i facebookgruppen Kanotgruppen som deltog i vår enkät för deras entusiasm och hjälpsamhet under projektets gång.

Innehåll

1	Inledning	1
1.1	Bakgrund till projektet	1
1.2	Syfte	2
1.3	Forskningsfrågor	3
1.4	Avgränsningar	3
1.5	Aktörer	4
2	Bakgrund till paddelverksamhet	5
2.1	Nybörjarverksamheten	5
2.2	Generella funktioner hos kajaker	6
2.3	Befintliga typer av kajaker på marknaden	7
2.4	Material och tillverkning	9
2.5	Patent	11
3	Litteraturanalys	14
3.1	Värde modellen	14
3.2	Etablera projekt	15
3.2.1	Definiera projektet	15
3.2.2	Planera projektet	15
3.2.3	Etablera projektets kontrollsystem	15
3.2.4	Etablera laget	16
3.3	Analysera kundens behov	16
3.4	Skapa koncept	16
3.4.1	Skapa en referens	16
3.4.2	Skapa koncept som överstiger referensens kundvärde	17
3.4.3	Välj det bästa konceptet	17
3.5	Systemarkitektur och produkt design	17
3.5.1	Skapa en systemarkitektur	18
3.5.2	Designa produkten	18
3.6	Verifiera produktutvecklingsprocessen	18
4	Metod	20
4.1	Teoretisk modell	20
4.2	Utforskning av problemområdet	20
4.3	Kundbehovslista	21

4.4	Marknadsundersökning	21
4.5	HTA	21
4.6	Funktionslista och funktionsträd	21
4.7	Kravspecifikation	22
4.8	Generering av dellösningar	22
4.9	Generering av helhetslösningar	22
4.10	Val av koncept	23
4.11	Val av material och tillverkning	23
4.12	Utveckling och evaluering av koncept	24
4.12.1	Utvärdering av kravspecifikation	24
4.12.2	CAD	24
4.12.3	FMEA	24
4.12.4	Prototyp	25
5	Resultat	26
5.1	Utforskning av problemområdet	26
5.1.1	Intervju och observation på kanotklubbar	26
5.1.2	Intervjuer med professor och Sjöräddningssällskapet	28
5.1.3	Enkät	30
5.1.4	Marknadsundersökning	31
5.1.5	HTA	31
5.2	Kundbehovslista	32
5.3	Funktioner	33
5.4	Kravspecifikation	33
5.5	Generering av dellösningar	35
5.6	Alternativa lösningar	35
5.6.1	Alternativ för skrovets material och uppbyggnad	36
5.6.2	Alternativ dellösning på roderanordning	36
5.7	Generering av helhetslösningar	37
5.7.1	Klassisk kajak	37
5.7.2	Kostnadseffektiv kajak	37
5.7.3	Nyborjarvänlig kajak	38
5.7.4	Produktionsanpassad kajak	39
5.7.5	Säker kajak	39
5.7.6	Justerbar kajak	40
5.7.7	Vidare konceptgenerering	40
5.7.7.1	Traditionell slätvattenskajak	41
5.7.7.2	Surfski-inspirerad kajak	41
5.8	Slutgiltigt koncept	42
5.8.1	Surfski - det valda konceptet	42
5.8.2	Optimering för nyborjarverksamhet	44
5.8.3	Sits och roder	45
5.8.4	Fotstöd och fästen	48
5.8.5	Utseende	50
5.9	Val av material och tillverkning	50
5.10	Utveckling och evaluering av koncept	51

5.10.1	Utvärdering av kravspecifikation	51
5.10.2	Beräkningar på flytkraft	52
5.10.3	CAD	53
5.10.4	Prototyp	54
5.10.5	FMEA	56
5.11	Kostnadsuppskattning	57
5.12	Potentiella produktionspartners	58
5.13	Resultatanalys - ökat kundvärde	59
6	Analys och diskussion	61
6.1	Svårigheter vid utveckling	61
6.2	Rekommendationer till framtida arbeten	63
6.3	Metoddiskussion	64
6.4	Utforskning av problemområdet	65
6.5	Etiska aspekter	66
6.6	Utvärdering av Värde modellen	66
6.6.1	Övergripande tankar	66
6.6.2	Kommentarer kring använda steg från Värde modellen	67
6.6.2.1	Etablera projektet	67
6.6.2.2	Analysera kundens behov	68
6.6.2.3	Skapa koncept	68
6.6.2.4	Systemarkitektur och produkt design	69
6.6.2.5	Verifiera produkten	70
7	Slutsats	71
7.1	Vikt och pris	71
7.2	Användarvänlighet	72
7.3	Framtagen konstruktion	72
7.4	Vidareutveckling	73
	Källhänvisningar	74
A	Bilaga Enkät	I
B	Bilaga HTA	III
C	Bilaga Kundbehovslista	V
D	Bilaga Funktionslista	XII
E	Bilaga Funktionsträd	XV
F	Bilaga Kravspecifikation	XVII
G	Bilaga Morfologisk matris	XXII
H	Bilaga CAD-ritningar	XXV

I Bilaga FMEA

XXXIV

1

Inledning

Projektet har utförts för att undersöka möjligheterna att utforma en kajak anpassad för ungdomsverksamhet. Detta kapitel behandlar bakgrunden till projektet och presenterar syfte, forskningsfrågor och avgränsningar.

1.1 Bakgrund till projektet

Intresset för slätvattenspaddling som motion och fritidsintresse har ökat stort de senaste åren och allt fler ungdomar vill testa på att börja paddla (Svenska Kanotförbundet, 2020). Enligt Svenska Kanotförbundet (2020) har i dagsläget dock många klubbar ekonomiska begränsningar som gör att de inte kan möta efterfrågan på kajaker. Kajakerna är även svåra att hantera då man är ny, vilket gör att många har svårt att komma igång med sporten. Svenska Kanotförbundet, SKF (2020), har uttryckt en önskan om en billig och nybörjaranpassad kajakdesign för att lösa problemet.

I dagsläget finns det 128 kanotföreningar och 90 godkända kanotuthyrare i Sverige, där majoriteten har ungdomsverksamhet. År 2016 ska det ha funnits omkring 17 000 registrerade medlemmar på Idrott Online (Svenska Kanotförbundets Handlingsplan, 2016). Klubbarna drivs ideellt och har därför sällan en budget som kan motivera inköpet av fler eller bättre kajaker än vad som krävs (Svenska Kanotförbundet, 2020). D. Johansson (personlig kommunikation, 21 januari 2020) menar även att målet med dessa klubbar kan variera från att introducera ungdomar till sporten till att möjliggöra träning för eliten och deltagande i tävlingar. Han menar också att det idag finns det stor variation mellan klubbarna i storlek, miljö och vilka kajaker de använder.

En typisk slätvattenskajak kostar i dagsläget mellan 11 000 - 20 000 kr, och för en kajak med riktigt hög kvalitet kan priset vara ännu högre (SKF, 2020). Det relativt höga priset beror främst på materialvalet och de tillverkningsmetoder som används. Materialet styr många av kajakens egenskaper, så som vikt, hållbarhet, elasticitet och ytfinhet, och är därför en av de viktigaste aspekterna att tänka på för klubbarna då de köper in kajaker. Billiga alternativ som glasfiber eller plast fungerar väl, men kolfiber och andra mer avancerade material förbättrar kajakens prestanda ytterligare (Thomasson, 2020). För att kunna konkurrera på tävlingar tvingas klubbar köpa in ett visst antal av dessa dyrare kajaker, vilket begränsar den totala mängd de har råd med och försvårar specifika inköp av nybörjaranpassade kajaker.

Tillverkningsmetoder för kajaker innefattar idag en stor andel manuella steg så som montering, vilket troligt är en av de största anledningarna till kajakernas höga pris. För att kunna minimera dessa steg hade satsningar på automation behövts, något som i sig hade krävt en initial investering. Detta är svårt att rättfärdiga, och även svårt att påverka från Sverige då majoriteten av de större leverantörerna finns utomlands (Nelo, 2020 och Vajda, 2020). Utöver de manuella inslagen är slätvattenskajaker också relativt komplicerade jämfört med andra sorters kajaker, vilket bidrar ytterligare till deras höga tillverkningskostnad. På senare tid har metoder som 3D-skrivning börjat experimenteras med, men är fortfarande i ett tidigt stadie (Dietz, 2020).

Trots att ungdomar i allmänhet har det lättare än vuxna att lära sig paddla, innebär slätvattenspaddlingens initiala svårighet att många ändå kan ha besvär i början. Till skillnad från andra sorters kajaker är slätvattenskajaken gjord för att gå så snabbt som möjlig i en rak linje, utan fokus på manövrerbarhet i sidled eller snabba riktningssändringar. Att hålla balansen i början kan vara problematiskt för många nya paddlare. För att underlätta paddlingen får, enligt A. Ljungberg och T. Nilsson (personlig kommunikation, 4 februari 2020), ungdomarna under de första tillfällena ofta använda så breda kajaker som möjligt då detta ökar stabiliteten. Om de är unga nog och klubben har dem kan de även använda så kallade barnkajaker, som är kortare än vanliga slätvattenskajaker. Enligt M. Siverbrant (personlig kommunikation, 27 februari 2020) används andra sorters kajaker så som surfskis, en sluten kajak utan sittbrunn, utomlands av nybörjare då denna är lättare att ta sig upp i om kajaken välter. Han menar dock surfskis inte ser någon utbredd användning i Sverige med anledning av det kallare klimatet och dess problematiska introduktion till sporten, då man tvingas paddla med en något annorlunda teknik än i en slätvattenskajak (personlig kommunikation, 27 februari 2020).

Projektet har som mål att undersöka dessa områden för att försöka hitta lösningar på problemen och sammanställa slutsatserna i en kravspecifikation. Ett förslag på koncept ska utformas för att sedan kunna vidareutvecklas i framtiden.

1.2 Syfte

Syftet med projektet är att, genom en produktutvecklingsprocess, designa ett koncept på en kajak utifrån en kravspecifikation med välgrundade underlag från ungdomsverksamhet hos kanotklubbar. Kajaken ska vara konkurrenskraftig på marknaden och inriktad mot nybörjare, med fokus på lågt pris och användarvänlighet.

I projektet ska ett antal mål uppnås:

- Upprätta en kravspecifikation för en ”klubbkajak”.
- Sammanställa ett välgrundat underlag och därefter utforma ett koncept på en kajak som möter kravspecifikationen.
- Identifiera möjliga produktionspartners som skulle kunna tillverka kajaken.

- Ta fram en prototyp för att visa på tekniska lösningssidéer.

1.3 Forskningsfrågor

För att uppfylla projektets syfte behöver ett antal forskningsfrågor besvaras. Dessa listas nedan.

R.Q.1 - Vad krävs för att implementera en användarvänlig och konkurrenskraftig kajak för ungdomsverksamhet till ett lågt pris?

R.Q.2 - Hur skulle en sådan kajak vara utformad, utifrån ett användar-, tillverknings- och materialperspektiv?

1.4 Avgränsningar

Projektet riktar endast in sig på ungdomsverksamhet inom slätvattenspaddling, det vill säga paddling på sjöar. Andra miljöer som t.ex havskajakpaddling inkluderas ej. Då stora skillnader i behov och mål med olika sorters kajakpaddling existerar, kan projektet inte på ett rimligt sätt ta fler än ett sätt i beaktning.

Kajaken anpassas för nybörjare i åldrarna 8-14 år, då dessa är åldrar på de barn som deltar i ungdomsverksamhet och kan ha nytta av en anpassad kajak. Barn yngre än åtta år anses inte gamla nog att kunna lära sig paddla slätvattenskajaker och delta i träningar, och de äldre än fjorton anses kunna använda de vanliga kajakerna. Detta innebär att kajaken kommer att vara anpassad för ett visst intervall av kanotister med avseende på deras vikt och längd. Värden på vikter och längder hos ungdomarna baseras på ICD:s databas för ungdomar och har varit till grund för mått till kajaken (ICD, 2020).

Underlaget för den framtagna kajaken baseras på svensk ungdomsverksamhet. Då projektet utförs åt Svenska Kanotförbundet, SKF, är det just den svenska miljön och klubbars kontext som behöver tas hänsyn till. Konceptet behöver därför inte räkna med användning utomlands eller av andra användare än de specificerade i projektet. Informationssökning i projektet kommer inkludera problem och lösningar från utlandet, men endast för inspiration och potentiell tillämpning i Sverige.

Då projektet inte ämnar att producera en fysisk kajak, utan endast ett underlag och koncept, kommer större delen av projektet riktas mot att se till att funktionalitet och användarvänlighet hos konceptet är så bra som möjligt. Detta innebär att material- och tillverkningsaspekter kommer utgöra en mindre del av arbetet, då dessa kan undersökas bättre i samband med tillverkningen av en fysisk kajak. Projektet kommer eftersträva att sammanställa en rekommendation på lämpliga alternativ för material och tillverkning för senare vidareutveckling.

1.5 Aktörer

Syftet att utveckla en kajakdesign för svenska kanotklubbar medför att ett antal aktörer måste tas hänsyn till i projektet. Dessa kan ha olika behov, åsikter och förutsättningar som påverkar deras relation till det slutgiltiga konceptet.

Svenska Kanotförbundet har beställt projektet och är därför en viktig organisation att ha i åtanke under formgivningen av konceptet. De bidrar även med en stor andel av den underliggande informationen som projektet baseras på, och det slutgiltiga konceptet är tänkt att lösa ett problem som de formulerat. För att möta deras förväntningar är det viktigt att tydligt förklara hur konceptet tagits fram och varför det ser ut som det gör. Det behöver också förklaras hur konceptet ämnar lösa de behov som identifierats vid projektets startpunkt.

Målgruppen inom projektet utgörs av ungdomar åldrarna 8-14 som redan paddlar eller vill börja med slätvattenspaddling. Denna grupp åsikter och möjligheter att använda konceptet styr mycket av dess funktion och utseende. Dels måste de kunna använda kajaken på ett tillfredsställande sätt, och dels måste de vilja använda kajaken. Sekundära funktioner som rör klubbens verksamhet, skötsel av kajaken och förvaring är inte relevant för denna grupp, då de inte har något inflytande kring detta.

Den tänkta kunden i projektet är träningsledare och andra inflytelserika personer på svenska kanotklubbar. Dessa individer står för själva inköpet av kajaken och är därför mycket viktiga att ha i åtanke. Priset på kajaken måste vara lågt nog för att de ska kunna rättfärdiga inköpet, samtidigt som funktion och utseende måste matcha det som de letar efter. För att säkerställa att de blir nöjda med produkten efter att de köpt kajaken måste den fungera väl både under träningar och i kringliggande sammanhang. Den måste kunna förvaras i de typiska lokaler kanotklubbar har, den måste kunna transporteras till och från klubben och skötsel måste kunna utföras på ett tillfredsställande sätt.

Andra viktiga intressenter i projektet är de potentiella tillverkarna av konceptet. Dessa måste tas hänsyn till via att anpassa kajakens form och storlek efter de tillverkningsmetoder som används i dagsläget. De kajaker de tillverkar utgör dessutom den grupp av konkurrerande kajaker som konceptet måste tävla med.

2

Bakgrund till paddelverksamhet

Följande kapitel behandlar projektets och områdets bakomliggande teori och återger den grundläggande förståelse som existerade i projektets inledande fas. Bakgrunden beskriver hur ungdomsverksamheten ser ut i Sverige idag, generella funktioner hos kajaker samt de relevanta materialen och tillverkningsmetoderna. Bakgrunden behandlar även delar som patent och befintliga kajaker på marknaden idag.

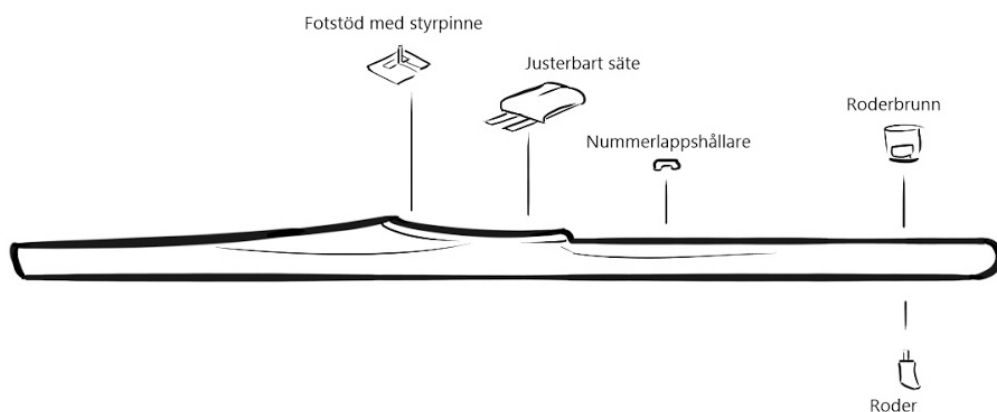
2.1 Nybörjarverksamheten

Träningar för ungdomar på olika klubbar runt om landet har, trots skillnader i miljö och utrustning, flera gemensamma moment. A. Ljungberg och T.Nilsson (personlig kommunikation, 4 februari 2020) förklarar att ett träningspass på en kajakklubb, i detta fall Nässets paddlarklubb, inleds med att bära kajakerna från ett förråd till vattnet för att sjösätta dem, antingen vid en strand eller en brygga. Kajakerna bärs vanligast av barnen själva, då ofta två och två för att minska belastningen. Det är dock inte ovanligt att vuxna ledare eller föräldrar bär kajakerna åt barnen. När en kajak bärs enskilt brukar den greppas med en hand kring kanten på sittbrunnen och när den bärs i par är lyftpunkterna vid kajakens akter och för.

Fortsatt förklarar A. Ljungberg och T.Nilsson (personlig kommunikation, 4 februari 2020) att om sjösättningen sker vid strand går kanotisten ut i vattnet och placerar kajaken tillräckligt långt ut för att den inte ska nudda botten. Om en brygga finns tillgänglig placeras kajaken helt enkelt bredvid denna. Kanotisten sätter sig sedan i kajaken och kan därefter börja paddla. Träningspassen går ut på att paddla runt ett tag, leka diverse lekar på vattnet och sedan paddla tillbaka till land. I slutet på ett träningspass kliver man ur sin kajak, lyfter upp den ur sjön och tömmer den på vatten. Detta görs enklast genom att ställa kajaken på sin för och långsamt vända den, vilket tillåter vattnet att rinna ur. Slutligen torkar användaren kajaken helt torr med en handduk eller trasa.

2.2 Generella funktioner hos kajaker

En kajak definieras som en typ av kanot vars sittbrunn är mer eller mindre stängd, till skillnad från en kanadensare som har en öppen sittbrunn. En kajak paddlas vanligast med en dubbelpaddel. I rapporten refereras det till tre olika typer av kajaker, slätvattenskajak, havskajak och surfski, som förklaras nedan. Figur 2.1 visar en typisk slätvattenskajak vilken främst i sjöar och i lugnare vatten. Detta är den typ av kajak som projektet är inriktat på.



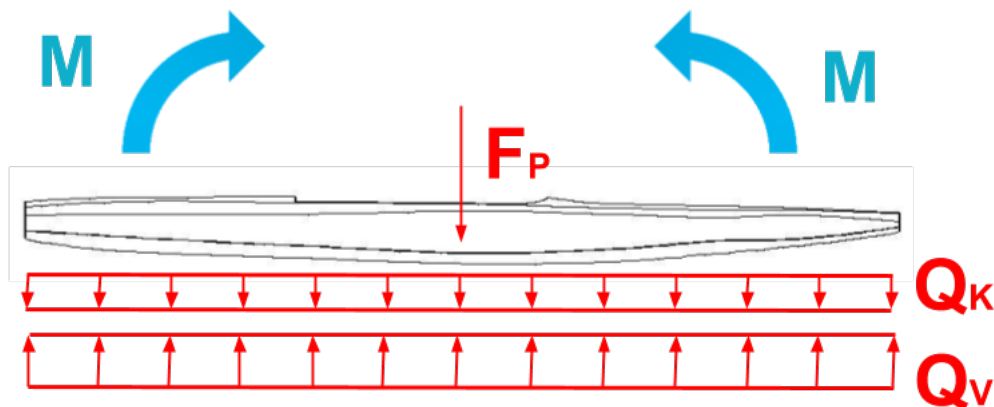
Figur 2.1: Typisk slätvattenskajak.

Vid besök hos kajakklubbar observerades att kajaker styrs med hjälp av ett roder, där rodret i sin tur styrs av kanotistens fötter. Placeringen av rodret skiljer sig beroende på om det är en havskajak eller en slätvattenskajak. Havskajaker har typiskt sett deras roder hängandes längst bak över deras akter medan slätvattenskajaker har det under skrovet nära kajakens mitt. Placeringen av havskajakens roder innebär ofta en enklare konstruktion, men med en annorlunda styrningsförmåga och medföljande inbromsande effekt då rodrets storlek och form påverkar manövrerbarhet samt hastighet. Havs- och slätvattenskajaker tillämpar också olika mekanismer för att styra rodret, där havskajaker har pedaler medan slätvattenskajaker har en styrpinne. Denna kunskap erhöles vid observationer på Näsets paddlarklubb (4 februari, 2020) samt Kungälv's kanotklubb (18 februari, 2020).

Kajakens flytförmåga beskrivs av Arkimedes princip, där lyftkraften av ett föremål i vatten är lika med tyngden av det undanträngda vattnet. Figur 2.2 nedan visar kraftfördelningen i endast vertikal riktning för en kajak, sett i profil, för att illustrera ett vanligt problem kajakers konstruktion måste lösa. Krafterna som en kajak upplever nedåt är en större kraft i mitten, F_P , som skapas av kanotistens

tyngd, samt en någorlunda jämnt fördelad utbredd last, Q_K , som skapas av kajakens egentynghet. Kraften kajaken upplever uppåt är dock endast en någorlunda jämnt fördelat utbredd last, Q_V , som är lyftkraften från vattnet.

På grund av att uppåt- och nedåtriktade krafter inte är symmetriska mot varandra uppstår höga moment, M , kring mittpunkten av kajaken. Detta är ett viktigt fenomen som designen av kajaker måste kunna stå emot, vilket ofta uppnås genom en åtgärdande geometri på däck och område kring sittbrunnen menar L. Asp (personlig kommunikation, 18 mars 2020).



Figur 2.2: Krafter som påverkar en kajak, sett i profil.

2.3 Befintliga typer av kajaker på marknaden

Slätvattenskajaker, se figur 2.3, är de snabbaste varianterna på marknaden idag och är vad som historiskt sett använts inom grenarna sprint och maraton. De är generellt smalare och längre än andra kajakvarianter, vilket gynnar deras hastighet men gör det trögare att svänga (Outdoor Experten, 2020). De har även ett mindre roder än andra varianter, vilket ytterligare minimerar motstånd och ökar hastighet. Konstruktionen är uppbyggd av två delar, ovansidan bestående av däck, med hål för sittbrunnen, och en botten med köl och sidoväggar. Sittbrunnen är utformad för att paddlaren ska sitta med knäna fria och fötterna lutande mot en fotplatta framför. På plattan har slätvattenskajakerna en styrpinne som kanotisten kan skjuta till höger eller vänster för att styra kajaken. Skulle slätvattenskajaken kapsejsa fylls den med vatten, då den har ett ihåligt inre. Enligt J. Nilsson (personlig kommunikation, 18 februari 2020) är de flesta slätvattenskajaker idag utrustade med luftkammare eller tillagda flytkuddar för att göra dem osänkbara.



Figur 2.3: Typisk slätvattenskajaks sittbrunn med justerbart säte och fotstöd. Författarnas egen bild.

Havskajakens skrovform ska istället klara av de mer extrema förhållandena som havet vanligtvis innebär. Havskajakens konstruktion liknar slätvattenskajaken med en övre del, mellanrum för sittutrymmet och en bottendel. Där kanotisten sitter sluter däckets dock om kanotistens ben och knän. Det gör havskanotisten mer skyddad för vågor och vind. Fötterna lutar mot två pedaler som styr roddet istället för slätvattenskajakens fotplatta med styrdon. En havskajak har luftfyllda skott, vilket innebär att bara sittbrunnen vattenfylls vid kapsejsning (Outdoor Experten, 2020).

Surfskis har en nedsänkt sittbrunn liknande de tidigare varianterna, men där havs- och slätvattenskajaken är ihålig inuti är surfskin sluten. Detta innebär att kajaken inte kan fyllas med vatten och därför inte kan sänkas. Skrovet och däckets är byggt så att surfskin kan översköljas av vågor, likt en havskajak. Skillnaden är att kanotisten i detta fall inte skyddas av en sittbrunn, utan blir blöt. Surfskis är normalt smalare än havskajaker, men kan vara lika breda som slätvattenskajaker. Generellt är surfskin lättare än en havskajak, men tillåter samtidigt mindre packningsutrymme (Västkust Surfski, 2017).

Nybörjaranpassade kajaker går att finna i alla de former kajaker kommer i. Ett företag som har kajaker inriktade mot projektets målgrupp är Nelo, vars märke "Viper Mini" är en slätvattenskajak i miniatyr inriktad mot barn åldrarna 14-15 (Nelo, 2020). Kajaken är 4.20m lång och anpassad för att vara stabil samtidigt som den har bra glid. Nelos "FutureKids Ocean" är en surfskilinje med varianter i olika

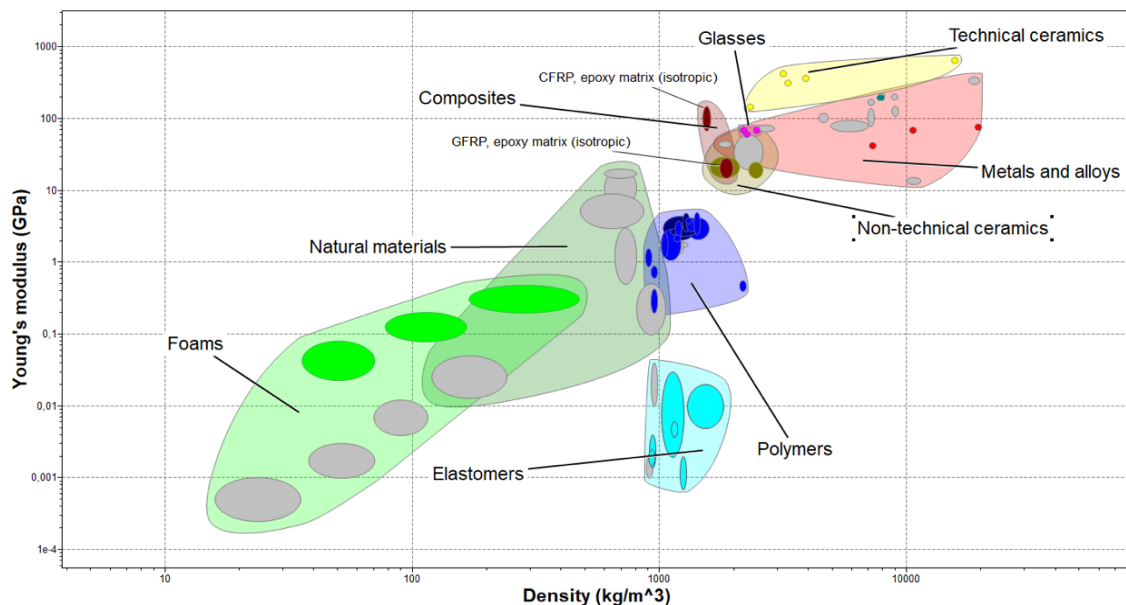
storlekar för barn i olika åldersgrupper (Nelo, 2020). Kajaken har ett bredare och lägre säte, vilket ökar stabiliteten, samtidigt som den beskrivs som både snabbare än andra K1-kajaker som barn i dessa åldersgrupper använder. Vajda erbjuder kajaken ”Minisonic”, som är en kort slätvattenskajak gjord av ABS-plast som innebär att kajaken är mycket stöttålig (Vajdagroup, 2014). I allmänhet är barnkajaker kortare och något billigare än vanliga kajaker.

2.4 Material och tillverkning

I följande kapitel beskrivs material och tillverkningsmetoder som används på kajaker i dagsläget, deras för- och nackdelar samt potentiella framtida metoder under utveckling.

Vid dagens tillverkning av kajaker används oftast en så kallad fiberarmerad polymer, där fibrösa material formas och binds till materialet. Denna metod bygger på att armera en polymer med någon typ av kompositmaterial för att öka dess styvhet. Fördelarna med att armera med komposit är att det går, med en relativt låg densitet, att bibehålla goda dynamiska hållfasthetsegenskaper samt en hög korrosionstålighet. De material som vanligen används är glasfiber, kevlar, kolfiber samt aramider (Hull & Clyne, 1996).

Kolfiber som material används oftast för dess lätta och starka konstruktion, vilket innebär att materialet är starkt i förhållande till sin densitet, något som kan ses i figur 2.4. För att en komposit ska definieras som kolfiber behöver minst 92 viktprocent av materialkompositionen vara kol. Vid tillverkning av kolfiberkajaker används kolfiber, harts och plast (Kirkland, 2008).



Figur 2.4: E-Modul i förhållande till densitet.

Att använda kolfiber som enda armering i en kajak är högst ovanligt då man vid tillverkning vanligtvis handlaminerar manuellt. Det leder till en låg slagtlighet och att laminatet som helhet blir skört. Då är det vanligt att kombinera kolfibern med glasfiber eller aramid. En nackdel vid användning av kolfiber är att det är elektriskt ledande vilket gör att det finns en risk för galvaniska strömmar vid kontakt med metaller (Thomasson, 2020).

Kolfiber som material är dyrare i förhållande till andra material som behandlas i rapporten, vilket kan ses i tabell 2.1. Tabellen visar materialegenskaper för kolfibern t300 som anses inneha genomsnittliga egenskaper jämfört med andra kolfibermaterial. Dagens utbud visar på att de kolfiberbaserade kajaker som finns på marknaden i allmänhet är påkostade och utformade för tävling.

Tabell 2.1: Viktiga egenskaper hos olika kompositer.

Material	Densitet[g/cm ³]	Dragstyrka [MPa]	E-modul[GPa]	Pris [SKR/kg]	Töjbarhet [%]	Referens
T300	1,76	3530	230	950	1,5	900gpa, (2020)
E-Glass	2,6	3400	75	255	4,5	Azom, (2020)
Aramid	1,45	3150	115	834	2,5	DuPont, (2020)

Som material har kolfiber en väldigt hög E-modul längs fiberriktningen, vilket gör att materialet blir känsligt mot stötar i fiberriktningen. Detta på grund av dess starka kovalenta bindningar i basplanen med endast svaga van der Waals-bindningar mellan de olika planen. För att uppnå en hög axiell styrka är det viktigt att basplanen läggs i en korrekt riktning. Det är även viktigt att lagerplanen ligger rätt i tvärsnittet gentemot fibern, då det påverkar både skjuvningsegenskaper och tvärställning (Hull & Clyne, 1996).

Glasfiber är oftast baserade på kiseldioxid där man tillsätter andra typer oxider. Vid kajaktillverkning används nästintill uteslutet glasfibertypen E-glass som har hög styrka, styvhet och bra väderresistens. Styrkan i materialet bestäms primärt av atomstrukturen. Kiseldioxidbaserade glas består till största del av tetraeder sammansatta med kovalenta bindningar (Hull & Clyne, 1996).

Vid inköp av glasfiber är det viktigt att kontrollera att fibern är kompatibel med epoxy eller annan harts som tänkts användas. Kolfiber fungerar också väl. Vid användning av fel typ av väv blir det svårare att veta ut väven med epoxy och detta bidrar i sin tur till en lägre hållfasthet hos materialet (Thomasson, 2020).

I regel är glasfiber cirka tio gånger så billigt på marknaden och har liknande materialspecifika egenskaper som kolfiber. Däremot har glasfiber en låg E-modul i förhållande till kolfiber och detta beror på dess höga töjbarhet (Thomasson, 2020).

Organiska fibrer, utvecklat av DuPont, kallas för aramidfiber och är mest känt som kevlar (Hull & Clyne, 1996). Aramidfiber har en lägre draghållfasthet än glasfiber,

men som kan ses i tabell 2.1, leder detta till att den ändå har en högre E-modul än glasfiber. (Kirkland, 2008)

Aramid är det material som bland annat används till skottsäkra västar då den har en hög böjlighet och en extremt hög slaghållfasthet. Materialet är svårbehandlat och går inte att slipa vilket leder till att den behöver kläs i glasfiberväv för att kunna ytbehandlas. Det är också svårt att väta ut den vilket försvårar tillverkningsfasen (Thomasson, 2020).

Priset för aramidfiber är ungefär lika mycket som för kolfiber och marknaden visar att kajaker som innehåller aramid oftast är ett dyrare val på över 20000 kr per enhet (Nelo, 2020 & Nordic kayaks, 2016).

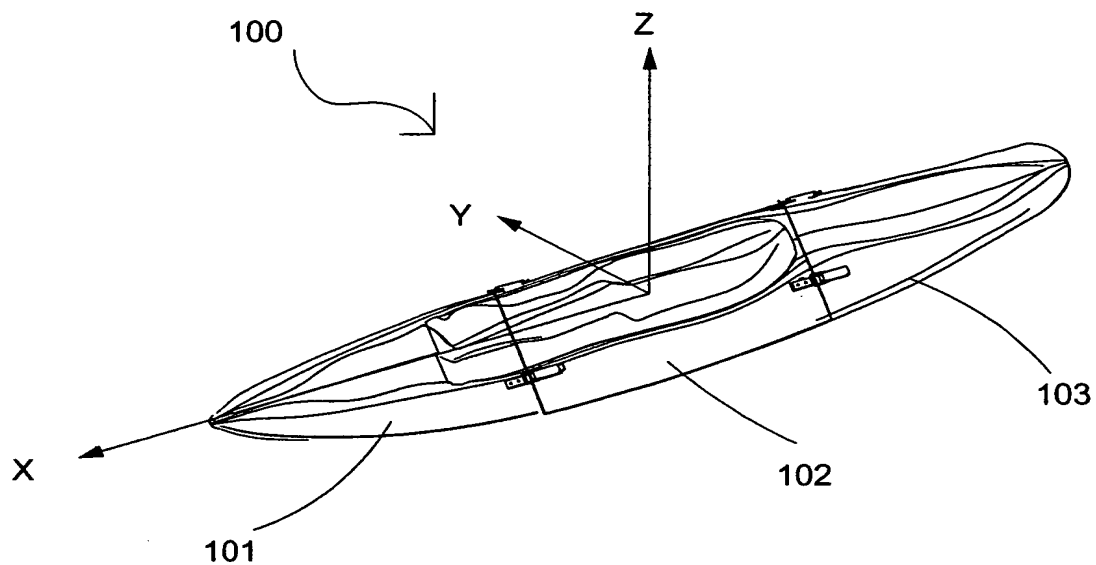
Tillverkningen av kajaker i komposit sker även genom en vakuumassisterad process. Den går ut på att man lägger in torr armering i ett verktyg, som man sedan väter med epoxi. Detta suger man sedan in i materialet med hjälp av vakuum för att se till att epoxin fördelas över hela ytan (Thomasson, 2020).

2.5 Patent

Idag finns det många olika varianter på kajaker där flera har patent på form och konstruktion. Projektgruppen har sökt efter nuvarande patent som finns på kajaker och surfskis med dess tillhörande utrustning. Patentsökningen genomfördes för att finna inspiration i projektets startskede och som en initial marknadsundersökning. Studien har vidare utförts för att se vad som används idag och för att utforska om det valda konceptet kan komma att påverkas av existerande patent eller kräva patentkostnader..

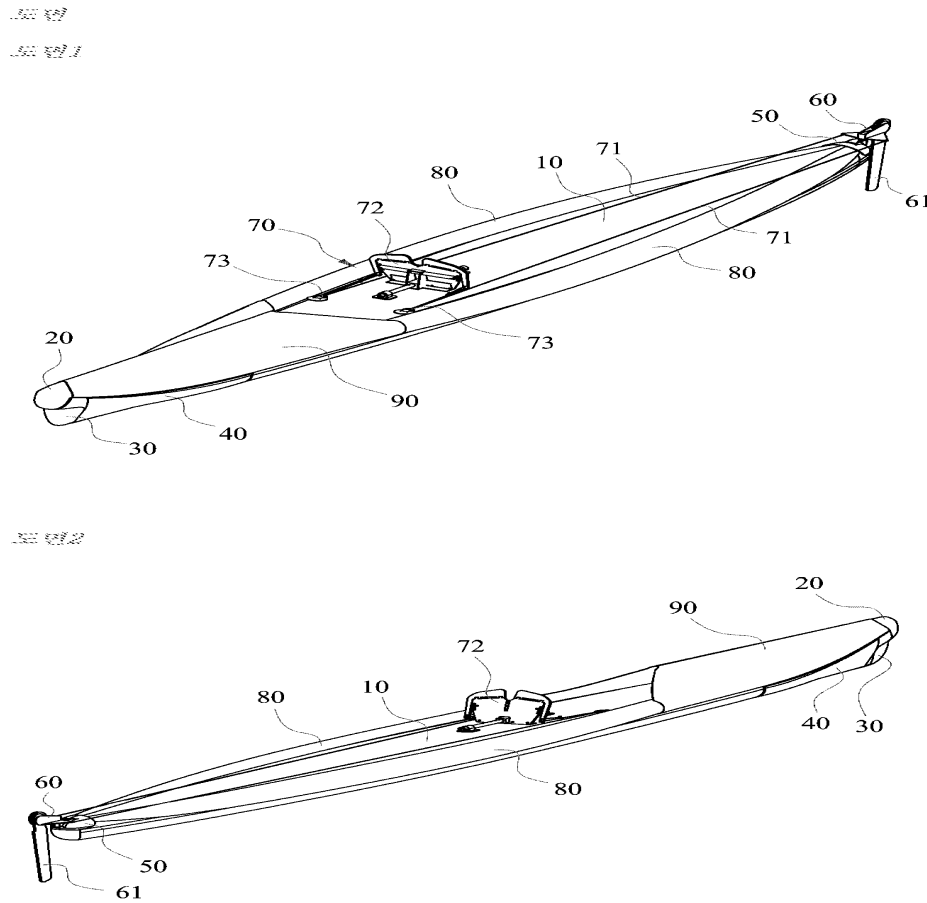
För att utföra en så grundlig sökning som möjligt så genomfördes sökningen med följande sökord: "kajak", "kanot", "surfski", "kajak roder", "kajak skrov". Sökorden varvades även med att lägga till ord "stabil", "sjö" och "havs" för att sökningen skulle täcka samtliga områden som berör projektet. Sökningen utfördes även på engelska med samtliga ord.

På skrovet, rodret och sitsen hittades det inga befintliga patent på specifika former utan främst på specifika lösningar och utrustning på roder, hantering och liknande. Patentsökningen har genomförts via Google Patent (Google Patent, 2020) samt via Chalmers bibliotek på databasen Espacenet (Espacenet, 2020). De patent som betraktats har varit kajaker med klassisk design och som främst används till slätvattenspaddling. De patent som var mest relevanta var bland annat en amerikansk modulär öppen kajak med patent från 2007, se figur 2.5. Detta patent har en form som är tilltalade för projektet då det är en enkel och öppen kajak. Samtidigt är denna kajak modulär, ihopsatt och inte ett stycke vilket kan försvåra tillverkning samt vara ett dyrare alternativ.



Figur 2.5: Patent på modulär kajak (Google Patents, 2007).

Det har inte utförts någon sökning av patent för paddeln då denna inte är tänkt att ingå i konceptet. Projektgruppen har utgått från att en typisk paddel kommer att användas i samband med konceptet. Det patent som hittades på surfski som var mest relevant med avseende på form, men inte för projektet då det är en uppblåsbar surfski, var ett patent från 2007 som hittades på hemsidan Espacenet, se figur 2.6. De delar som undersökts har även kontrollerats i Svenska Patentdatabasen på SPR (Svenska Patent och Registreringsverket, 2020) för att verifiera att inga aktiva patent plagierats. Inget särskilt patent har tagits i beaktning i utvecklingsprocessen, då inget hittades som direkt motsade eller kunde stötta det. Vid patentsökningen framkom det även att det var väldigt få patent som var i kraft och många kunde därför uteslutas.



Figur 2.6: Patent på uppblåsbar surfski. (Espacenet, 2017)

De slutsatser som projektgruppen drar av patentsökningen är att det finns ett flertal patent som är intressanta i viss avseende men som inte är relevanta för just detta projekt. De flesta patent hade lösningar som är för komplexa för att vara applicerbara i projektet. Samtidigt gav patentsökningen en bra insyn till vad som finns på marknaden idag och gav inspiration till vidare idégenerering. En viktig slutsats var även att inga tydliga patent inriktade för nybörjare hittades i sökningen, vilket gör att projektet förhoppningsvis kommer kunna bidra med ett meningsfullt koncept.

3

Litteraturanalys

I detta kapitel presenteras en litteraturanalys av den litteratur som använts under projektets gång. Syftet med detta kapitel är att presentera den modell som projektet är tänkt att följa. Denna teoretiska grund används främst för att ge projektet mer trovärdighet, men också ett tydligare tillvägagångssätt. Hur väl denna litteratur följs diskuteras sedan i diskussionskapitlet.

3.1 Värde modellen

Projektet utgår från produktutvecklingsmodellen “Värde modellen” (Lindstedt & Burenius, 2006). Värde modellen delas in i två delar, en del som innehåller mer utav en teoretisk grund och en del som innehåller en beskrivning på ett mer praktiskt tillvägagångssätt. Den första teoretiska delen grundar sig mycket i att definiera begreppet kundvärde och kundens relation till detta. Kundvärde definieras enligt den svenska standarden EN 12973, se ekvation 3.1.

$$\text{Kundvärde} = \frac{\text{Tillfredsställelse av kundens behov (problem, resultat, källor)}}{\text{Förbrukning av kundens resurser (tid, pengar, möda)}} \quad (3.1)$$

Att öka kundvärdet kan ses som det absoluta målet och detta tänk är något som genomsyrar hela Värde modellen.

Den andra mer praktiska delen som innehåller praktiska tillvägagångssätt är indelad i olika faser. Samtliga faser som presenteras i Värde modellen är inte relevanta för detta projekt, istället kommer modellen anpassas efter projektet där steg som inte är applicerbara kommer utelämnas. Varje fas innehåller delfaser som verkställs med olika metoder och totalt kommer detta projekt använda sig utav fem faser från Värde modellen, listade nedan.

3.2 Etablera projekt

Den inledande fasen av projektet har som syfte att tydligt definiera vad som förväntas av projektet beträffande mål och förväntat resultat. Kundens förväntningar ska sammanställas för att specificera vad som måste göras, och en plan för genomförandet av projektet ska etableras.

3.2.1 Definiera projektet

Vid etablering av ett projekt är det viktigt att definiera projektet. För att skapa goda förutsättningar för att definiering av projektet ska bli tydligt och systematiskt rekommenderar "Värde modellen" att följa tre steg. Steg ett är att se till att alla aktörer, intressenter och roller som på något sätt är involverade i projektet tydligt definieras. Det andra steget är definiera själva projektet. Detta görs genom att skapa ett tydligt mål och syfte för projektet, en tydligt definition av vad projektet ska producera samt göra tydliga avgränsningar. Det tredje och sista steget för att definiera projektet var att projektet ska leda till en god affär. Att resurserna som är lagda på projektet ska vara väl investerade (Lindstedt & Burenius, kapitel 11, 2006).

3.2.2 Planera projektet

Projektet planeras genom att först göra en övergripig plan över hela projektet. Sedan görs en detaljerad plan inför nästa steg. Det är inte realistiskt att kunna detaljplanera hela projektet i inledande fasen på grund att projektets omständigheter förändras under dess gång.

En övergripig plan har som syfte att säkerställa att projektet inte är på väg mot fel håll, utan att projektet håller de delmål som krävs för att uppnå slutmålet, samt för att underlätta uppskattningar av krävda resurser. Milstolpar i planeringen agerar som kontrollpunkter för att säkerställa att projektet i den nuvarande riktningen fortfarande kommer vara framgångsrikt, eller ifall något bör ändras eller i värsta fall om projektet bör avbrytas. De detaljerade planerna har som syfte att förhindra oväntade förseningar och använder sig utav tankegångssättet "planera - göra - studera - agera" (Lindstedt & Burenius, kapitel 12, 2006).

3.2.3 Etablera projektets kontrollsystem

Kontrollsystem ska upprättas för att övervaka mot eventuella risker och uppföljning av projektet. Risker kan innebära händelser som kan ha positiva eller negativa inflytande på projektet, förändringar i produkten eller laget samt finansiella förändringar. Uppföljning kan innebära om uppnådda resultat är kongruent med kundens förväntningar, resursförbrukning, om kundvärdet är fortsatt förväntad hög samt motivation och sammanhållning i laget (Lindstedt & Burenius, kapitel 13, 2006).

3.2.4 Etablera laget

En viktig aspekt i att etablera laget är att skapa en bra arbetsmiljö. Detta uppnås genom att gemensamt bestämma arbetsnormer i ett gruppkontrakt. Lagmedlemmarna ska också förse med möjligheten att själva kontrollera deras arbete, vilket uppnås via diskussion inom gruppen och tydliga instruktioner.

För att upprätthålla laganda respektive produktivitet ska laget med jämna mellanrum lägga undan tid för reflektion och återkoppling av projektarbetet, samt kontinuerligt hålla i gemensamma möten. Det sistnämnda underlättar kommunikation och säkerställer att gruppen arbetar mot ett gemensamt mål.

Större delen av fasen "Etablera laget" utgår på grund av att projektet inte har en officiell ledare och för att sammansättningen av laget är förutbestämd (Lindstedt & Burenius, kapitel 14-16, 2006).

3.3 Analysera kundens behov

De första två stegen i denna fas, "Definiera marknadssegmentet" och "Välja ett attraktivt marknadssegment" utgår från projektet då de är förutbestämda av projektets syfte. I denna del av projektet ska kundens behov definieras. Det viktiga att tänka på i denna fasen är hur denna data samlas in. Datainsamling behöver bygga på en beprövad process för att ge ett trovärdigt resultat. Det är viktigt att kundens röst inte överröstas av de interna rösterna. Slutligen är det viktigt att inte enbart samla in kundens nuvarande behov utan även framtida behov (Lindstedt & Burenius, kapitel 17, 2006).

3.4 Skapa koncept

Kundbehovslistan står sedan till grund för skapandet av en kravspecifikation. Utöver de behov kunden kommunicerat, inkluderas här även krav som upptäckts under besök och litteraturstudier, typiskt sådana aspekter som är svåra att uttrycka i ord. Utifrån kravspecifikationen skapas även en referenslösning som ska sammanfatta hur produkter löser kraven i dagsläget. Denna referens kan sedan användas för att jämföra nya koncept gentemot andra koncept och ideér som uppstår under processens gång, och säkerställa att dessa uppfyller kraven på ett bättre sätt än i nuläget (Lindstedt & Burenius, kapitel 17, 2006).

3.4.1 Skapa en referens

För att kunna utvärdera koncept måste först en referenslösning skapas. En kravspecifikation står till grund för detta, som omformulerar kundens behov till mätbara krav på en produkt. Befintliga alternativ på marknaden undersöks och dess för- och nackdelar sammanställs. En fiktiv referens, som företräder den genomsnittliga kajaken målgruppen använder, slutställs som ett framtida koncept kan vägas mot (Lindstedt & Burenius, kapitel 18, 2006).

3.4.2 Skapa koncept som överstiger referensens kundvärde

Olika koncept, som alla har potential att överstiga referens kundvärde, ska tas fram. Syftet bakom att skapa flera olika koncept är att försöka i högsta möjliga mån uttömma lösningsrymden. Vid framtagning av koncept finns många metoder att utgå från, men ett utav de primära metoderna är att utgå från metodiken “re-use, re-fine, re-duce, re-inforce, re-form, re-place”. Denna metodik utgår från referenslösningen och tar fram vidare iterationer som förminskar referenslösningens nackdelar och förhöjer referenslösningens fördelar (Lindstedt & Burenius, kapitel 18, 2006).

3.4.3 Välj det bästa konceptet

Det mest lovande konceptet ska väljas för vidareutveckling. I detta steg bör många aspekter tas hänsyn till. Dessa aspekter är bland annat det koncept som:

- Har bäst helhetsbild, där kundens alla interaktioner med produktens alla faser tas i hänsyn.
- Tros ha överlägset kundvärde.
- Som har minst antal funktioner, eftersom färre funktioner innebär en mindre komplex produkt.
- Är mest robust.
- Bäst uppfyller interna krav (exempelvis från företaget) och externa krav (exempelvis lagar).
- Innebär främst affärsmässiga risker.
- Har flest affärsmässiga möjligheter.

Efter dessa aspekter tas i beaktning bör ett koncept framstå som det mest lovande konceptet för vidareutveckling. Det valda konceptet ska därefter verifieras med kunden för att säkerställa att konceptet har möjlighet att skapa ett förbättrat kundvärde än referenslösningen (Lindstedt & Burenius, kapitel 18, 2006).

3.5 Systemarkitektur och produktdesign

Designprocessen av produkten bygger på att en produktarkitektur skapas och att denna sedan utvecklas för att bli så simpel som möjligt. Denna systemarkitektur kan sedan användas för att specificera konceptet. Det specificerade konceptet ska sedan designas för att sedan kunna testas och utvärderas (Lindstedt & Burenius, kapitel 18, 2006).

3.5.1 Skapa en systemarkitektur

Då en systemarkitektur eller produktarkitektur skapats ska den kunna visa hur den bidrar till ökat kundvärde, minskad komplexitet i arkitekturen, förenklad produktion samt hur den bidrar till minskade krav på projektet med avseende på tid och resurser. Komplexiteten hos systemarkitekturen kan reduceras genom att minska antalet delsystem och interaktioner mellan dessa. Detta kan göras genom att eliminera delsystem eller integrera delsystemen med varandra. Ett annat sätt att minska komplexiteten, vilken är en kostnadsdrivare för projektet, är att standardisera delar i produkten (Lindstedt & Burenius, kapitel 18, 2006).

Första stegen i processen för att ta fram en systemarkitektur är att skapa en funktionell modell. Denna modell ska försökas hålla så överskådlig som möjligt för att skapa en tydlig överblicksbild över produkten. Efter detta ska modellen trimmas. Här är det dock viktigt att ha i åtanke att inte reducera bort delsystem eller stödfunktioner bara för att de bidrar till ökade kostnader. Det skulle kunna vara så att de fortfarande bidrar till ökat kundvärde. Det tredje steget i denna processen är att skapa moduler genom att integrera och separera delfunktioner. Därefter ska systemarkitekturen standardiseras så mycket som möjligt. Systemarkitekturen kan sedan användas som grund för att specificera det valda konceptet (Lindstedt & Burenius, kapitel 18, 2006).

3.5.2 Designa produkten

Vid design av produkten finns det olika steg att tänka på för att få en så god designprocess som möjligt. Det första steget i designprocessen bör vara att utvärdera de delar av produkten som är mest kritiska. Detta görs helt enkelt för att man inte ska designa nästan hela produkten innan man inser att den inte går att tillverka. Nästa steg är att undersöka vilka delar i designen som kommer att köpas in samt vilka som kommer att tillverkas internt. Under designprocessen är det också viktigt att ha i åtanke att produktens delar inte ska försvåra tillverkningen utan vara enkla och genomtänkta så att de lätt och billigt kan tillverkas (Lindstedt & Burenius, kapitel 18, 2006).

3.6 Verifiera produktutvecklingsprocessen

Att verifiera produktutvecklingsprocessen är ett arbete som sker kontinuerligt under hela projektets gång. Syftet med att verifiera under arbetets gång är att undvika oväntade konsekvenser senare i utvecklingsprocessen eller efter produkten lanserats. Det finns många sätt att verifiera produktutvecklingsprocessen. Fem stycken utav dessa steg från Värde modellen är:

- Utforskning - Kunden bör besökas och intervjuas för att få en utökad förståelse av dess situation, sätt att tänka samt uttalade och outtalade behov.

- Kvantifiering - Använda formala enkäter för att nå ut till en bredare grupp.
- Verifiering - Presentera nya konceptet för kunden och låta dem verifiera konceptet.
- Testning - Ta fram prototyper som kunder eller arbetslag kan testa.
- Validering - Återkoppla med tillverkare hur pilot-serien av produkter blev.

Många av dessa steg, exempelvis utforskning och kvantifiering, är lämpligast att göra i början av utvecklingsprocessen för att maximalt kunna nyttja verifieringarna (Lindstedt & Burenius, kapitel 18, 2006).

4

Metod

Detta kapitel behandlar det tillvägagångssätt som använts under projektets gång. Metoderna bygger främst på den teoretiska modellen “The Value Model”, vilken kompletteras med andra tillvägagångssätt för att anpassa metoden till projektet.

4.1 Teoretisk modell

Projektets arbetsmetodik utgår från modellen “The Value Model” “Section Two: The Value Model Practitioner’s Guide” (2006) som behandlar teori och modeller på ämnet. Denna modell beskriver genomförandet av ett produktutvecklingsprojekt som har målet att maximera produktens kundvärde. Modellen lägger ett stort fokus på uppstartsfasen av ett produktutvecklingsprojekt och är därför endast en utgångspunkt som inte följs fullständigt. De moment i modellen som ej är relevanta för detta specifika projekt utelämnas, exempelvis val av lagmedlemmar och lansering av produkt, vilket beskrivs i ovanstående kapitel.

4.2 Utforskning av problemområdet

När problemställning och syfte med projektet var fastställt började data samlas in. För att samla in data och studera situationen kring kajaker genomfördes både intervjuer med intressenter och observationer. Därefter utfördes en enkätundersökning vars syfte var att bekräfta den information som intervjuerna medgav. Enkäten lades ut på sociala medier i ett forum där det fanns ett gemensamt intresse för kajaker. Slutligen utfördes en studie på nätet av kajaktillverkares hemsidor, paddlargrupperns diskussioner och områdets teoretiska bakgrund.

Kvalitativa, semistrukturerade intervjuer utfördes på lokala kajakklubbar i samband med observationer av deras verksamhet. För att få ett brett perspektiv intervjuades personer med olika mycket erfarenhet av och inblick i kajakpaddling och tillverkning. Utöver klubbarna intervjuades en räddningsledare från Sjöräddningssällskapet samt en person med tillverkningserfarenhet inom området.

Data samlades också in från olika hemsidor och kommersiella lösningar. Detta genom att undersöka dagens utbud av kajaker samt ta del av erfarna kanotisters åsikter och tankar på internet.

4.3 Kundbehovslista

En kundbehovslista sammanställdes utifrån de utförda studierna för att skapa en grund till efterföljande metoder. Behov togs fram från alla de intressenter som intervjuats, observationer som genomförts och den data som hade samlats in på nätet. En preliminär tolkning av svaren gjordes för att översätta de av intressenternas behov till konkreta krav hos kajaken som projektgruppen ansåg mest relevanta för arbetet.

4.4 Marknadsundersökning

En marknadsundersökning genomfördes för att få en uppfattning om produkter på marknaden med liknande målgrupp som projektet har. Tillverkare och återförsäljares hemsidor undersöktes för att identifiera befintliga kajakvarianter som uppfyller de delar av kravspecifikationen som upplevdes mest relevanta, exempelvis bärande vikt och funktionella egenskaper. Olika typer av kajaker i varierande prisklasser och modeller sammanställdes i en tabell, där respektive egenskaper som längd, bredd, vikt, pris och material, listades upp. Tabellen omfattar inte en fullständig marknadsanalys, men ger ett mindre underlag för eventuella kajaker som det framtida konceptet skulle kunna jämföras med.

4.5 HTA

En HTA (Hierarchical Task Analysis) utfördes för att stärka förståelsen kring de moment som användaren behöver genomgå vid själva användningen av kajaken. HTA:n består av ett träd-diagram där aktiviteter delas in i underkategorier tills endast konkreta handlingar kvarstår. Exempelvis består en sjösättning av att först sätta fören i vattnet och sedan att låta resten av kajaken glida i. Att sätta fören i vattnet består av att greppa kajaken, lyfta den, fördela vikten så att fören möter vattenytan osv. Att skriva en HTA hjälper till senare i produktutvecklingsprocessen för att få en konkret helhetsbild kring vilka funktioner som förväntas kunna uppfyllas av den slutgiltiga produkten.

Genomförandet av en kajakträning valdes som huvudaktivitet, då denna inkluderar majoriteten av de viktigaste moment kajaken används till. Dessa moment beskrevs så noga som möjligt för att säkerställa att alla inblandade komponenter på och vid sidan av kajaken inkluderades. Olika miljöer och andra potentiella skillnader hos olika klubbar togs hänsyn till via alternativa aktiviteter för exempelvis sjösättning från brygga och vid strand.

4.6 Funktionslista och funktionsträd

Utifrån kundbehovslistan och HTA:n skapades en funktionslista med alla de funktioner som kajaken bör innefatta för att uppfylla kundens behov. Listan delades upp i en huvudfunktion tillsammans med preliminära underkategorier för att skapa en

överblick kring området och ge en ungefärlig bild av hur problemen var fördelade. Funktioner delades även in i önskvärda- respektive nödvändiga funktioner för att förtydliga hur viktiga de var för intressenten.

För att göra det enklare att förstå hur de olika funktionerna är relaterade skapades även ett funktionsträd. Funktionerna delades först in del- och stödfunktioner, där delfunktioner är de som direkt bidrar till att uppfylla huvudfunktionen, medan stödfunktioner på något sätt underlättar för huvudfunktionen. Huvudfunktionen sattes därefter överst i funktionsträdet med del- och stödfunktioner sammanlänkade under sig.

Funktionerna definierades som stöd- och delfunktioner samt om de bidrar till kundvärde eller ej. Detta för att bedöma hur viktiga de funktionerna är för produktens funktionalitet.

4.7 Kravspecifikation

En kravspecifikation upprättades utifrån funktionslistan, lagar och regler inom relevanta områden samt direkta specifikationer från kund. Kraven viktades antingen som absoluta krav eller som önskvärda på en skala mellan ett och fem. För varje krav noterades även kravställaren, det vill säga vilken källa kravet kommer från och vilken intressent som gynnas av att kravet uppfylls.

Ett målvärde etablerades för varje krav utifrån en potentiell verifieringsmetod som skulle kunna användas för att testa kravet. Dessa värden baserades på marknadsundersökningar, specifikationer från kund och slutsatser dragna inom projektet. Marknadsundersökningarna genomfördes via en enkät, forskning på internet samt intervjuer. Kraven delades slutligen in i en hanterbar mängd olika kategorier.

4.8 Generering av dellösningar

Kring varje kategori i funktionslistan genomfördes en idegenerering för att hitta lösningar till de specifika funktioner som kajaken behövde uppfylla. Idégenereringarna skedde först individuellt för att sedan diskuteras gemensamt inom projektgruppen. På så vis fick alla gruppmedlemmar möjlighet att opartiskt tänka ut unika lösningar, som sedan kunde jämföras med varandra och diskuteras. Potentiella lösningar antecknades och skissades upp för att konkretisera dem och göra dem tillgängliga för medverkande i en morfologisk matris.

4.9 Generering av helhetslösningar

Efter att ha idégenererat fram flertalet lösningar på samma funktion kunde flera olika koncept, var och en med en specifik kombination av lösningar, tas fram. Funktionernas lösningsvarianter sammanställdes i en morfologisk matris för att en-

kelt kunna generera helhetslösningarna. Kajakens skrovform ansågs integrerat i för många funktioner för att kunna hanteras individuellt. Det valdes istället att särskilja på design av skrov och design av kajakens andra delar, exempelvis varianter på sits, fotstöd, roder och liknande. Varje konceptgenerering bildade på grund av detta en uppsättning av lösningar skilda från skrovet, och kunde sedan bli tilldelade ett skrov senare i processen.

I morfologiska matrisen listades funktionerna från funktionslistan upp, samt de olika lösningsvarianterna hos respektive funktion. De olika lösningarna för funktionerna kunde sedan kombineras för att skapa flera olika koncept och därefter utvärderas. Det fulltaliga antalet koncept som kan sammanställas från en morfologisk matris är många, därför användes i detta projektet olika relevanta teman inför varje konceptgenerering. Exempelvis kombinerades lösningar i den morfologiska matrisen med avseende på bland annat användarvänlighet och kostnad. Dessa teman valdes utifrån kundbehovslitan och de prioriteringar de olika intressenterna hade.

4.10 Val av koncept

När helhetslösningar tagits fram ställdes de upp bredvid varandra och diskuterades sedan inom projektgruppen. De lösningar som inte var kompatibla med något av kundernas baskrav kunde elimineras. De kvarvarande helhetslösningarnas för- och nackdelar vägdes mot varandra, där kundens önskemål och projektgruppens åsikter båda togs hänsyn till. De två konkreta koncept som blev kvar specificerades mer ingående med mått, material, konstruktion och tillägg så som sits och roder. Dessa två presenterades sedan för problemställare och examinator med målet att få vägledning och därmed kunna göra det slutgiltiga valet av koncept.

4.11 Val av material och tillverkning

Kunskapen om vilket material som var mest lämpligt att välja till det slutgiltiga konceptet samlades in från flera håll. Dels intervjuades en professor inom material- och beräkningsmekanik för att få expertråd på materialkunskap i sin helhet. Det gjordes också litteraturstudier från flera artiklar på nätet för att få en bredare kunskapsbas. Genom att sedan lista upp flera potentiella material och deras för- och nackdelar gick det att resonera sig fram till vilket som lämpade sig bäst för det slutgiltiga konceptet. Därefter undersöktes marknadens alternativ för att bekräfta materialens rimlighet.

För att kunna föreslå vilken tillverkningsmetod som lämpar sig bäst vid en framtida produktion togs både materialval och det slutgiltiga konceptet med i åtanke. Likt för val av material intervjuades också här professor i material- och beräkningsmekanik, men det utfördes också intervju med erfaren paddlare med kunskap i småskalig kajaktillverkning. Även här gjordes litteraturstudier från artiklar på nätet för att bredda kunskapen om vilka typer av tillverkningsmetoder som kan användas och huruvida de är lämpliga eller inte för det slutgiltiga konceptet.

4.12 Utveckling och evaluering av koncept

När det slutgiltiga konceptet valts och material och tillverkningsmetod rekommenderats, specificerades det valda konceptet ytterligare. Detta för att få en bättre bild över hur konceptet är tänkt att vara samt för att kunna pröva dess funktioner. Hur väl konceptet uppfyller kravspecifikationen utvärderas och diskuteras.

4.12.1 Utvärdering av kravspecifikation

För att utvärdera hur väl det slutgiltiga konceptet uppfyller de ställda kraven i kravspecifikationen görs en utvärdering av hur många krav som är uppfyllda. Uppfyllnadsgraden av kraven presenteras och diskuteras.

4.12.2 CAD

För att visualisera det slutgiltiga konceptet användes Catia V5. I det datorstödda konstruktionsverktyget målades en modell av det valda konceptet upp. Denna modell kan sedan användas för att evaluera hur väl konceptet uppfyller önskemål och krav kring design.

4.12.3 FMEA

En FMEA, Failure Mode and Effect Analysis, genomfördes för att evaluera riskerna med projektet för det framtagna konceptet. En matris upprättades där alla aspekter som skulle kunna vara en risk sammanställdes. Varje komponent presenteras och därefter bedöms varje risk och skada som skulle kunna uppstå på komponenten. Vidare antecknades vilken effekt en felorsak skulle kunna påverka paddlingen samt kanotisten. Varje felsätt evalueras efter sannolikhet av händelse, hur allvarliga effekterna skulle kunna bli samt sannolikhet för upptäckt av skadan. Dessa risktal multipliceras sedan samman för att få ett totalt risktal för varje komponent. De potentiella feffekterna kan sedan jämföras för att se var de största riskerna ligger och vad som bör prioriteras i arbetet.

Den viktigaste kolumnen i en FMEA är "Risktal" där ett felsätt med högt risktal fordrar en åtgärd. Risktalet räknas ut genom att multiplicera de värden som finns i de tre kolumnerna till vänster om risktalet. Siffrorna som står angivna i dessa tre kolumner är inte linjärt skalade utan ökar exponentiellt, det vill säga 1 motsvarar cirka 1, 2: 5, 3: 15 och så vidare. Kolumnen "Sannolikhet för ingen upptäckt" avser sannolikheten för ingen upptäckt av en felorsak då den uppstår. Kolumnen "Nuvarande kontroll/test" anger den förväntade kontrollmetoden om produkten skulle produceras.

4.12.4 Prototyp

Prototyp av de mest lovande dellösningarna gjordes. Detta för att testa om delarna faktiskt fungerar i praktiken med helheten samt för att underlätta kommunikation inom och utanför projektgruppen. En prototyp kan vara mer eller mindre omfattande beroende på vilken eller vilka funktioner som önskas evalueras eller visualiseras. I detta fallet valdes det att bygga prototyper av mindre funktioner hos kajaken. Huvudsyftet var att se om lösningsidéerna överensstämmer med kravspecifikationen samt andra riktlinjerna för projektet, eller inte.

5

Resultat

I detta kapitel redovisas resultatet från projektets olika metoddelar tillsammans med det slutgiltiga konceptet och tillhörande specifikationer. I slutet av detta kapitel evalueras och analyseras det slutgiltiga konceptets kundvärde vilket är projektets huvudfokus.

5.1 Utforskning av problemområdet

För att skapa en förståelse kring problemet och vad projektet syftar att uppnå genomfördes ett antal studier i projektets inledande fas. Dessa studier inkluderar intervjuer med ansvariga ledare på lokala klubbar och andra intressenter, observationer av klubbarnas verksamhet samt informationssamling på nätet.

5.1.1 Intervju och observation på kanotklubbar

Från Näsets Paddlarklubb, NPK, intervjuades två erfarna paddlare som båda har tävlat på elitnivå, men som även deltog aktivt inom ungdomsverksamheten hos klubben. För NPK var ett av de viktigaste kraven på deras kajaker att användaren fick en ordentlig introduktion till sporten. Hjälpredskap såsom pontoner ansågs alltför obstruktivt för att användaren skulle kunna använda korrekt teknik och var därför inte något de var intresserade utav. Klubben hade ett fåtal ungdomskajaker med reducerad längd, men dessa var endast till för de som inte kunde nå ner till vattnet från en vanlig kajak, och alltså inte till för ett bredare spann av ungdomar.

Utöver introduktionen till sporten observerades även ett antal andra viktiga faktorer. Säkerheten på vattnet var såklart viktigt, vilket klubben exemplifierade med att hålla övningar i att välta kajaken och simma in till strandkanten. En viktig lärdom i denna situation var hur slätvattenskajaken skiljer sig från havskajaken. På grund av dess stabilitet är havskajaken lättare att ta sig upp i efter att man har fallit överbord, medan slätvattenskajaker är svåra att ta sig upp i och kräver att man tar sig in till land eller får hjälp av följejått för att komma i kajaken igen. Detta är en nackdel med slätvattenskajaken och leder till fördröjningar under träningspass.

Det framgick även att vikten på kajaken och möjligheterna att transportera och hantera den är viktigt. På klubben förväntas ungdomarna att kunna bära sina kajaker och tömma dem på vatten själva efter att träningen är färdig. Självfallet får de yngsta hjälp med detta från föräldrar eller kompisar, men förhoppningen är att varje

paddlare skulle kunna hantera sin egen kajak. Det är även vanligt att transportera kajaken på taket av en bil i samband med tävlingar, eller i ett ställ i en vagn om man behöver transportera större mängder. När projektgruppen var på studiebesök hos Näsets paddlarklubb fick just detta provas på, se figur 5.1.



Figur 5.1: Typisk slätvattenskajak. Ungdomar uppmuntras att bära sin kajak till och från vattnet på egen hand. Författarnas egen bild.

Skador på kajakerna inträffade oftast på roder och deras tillhörande delar, framför allt utrymmet som rodrets mekanism finns i och de linor som går från rodret fram till styrpinnen. Detta framgick tydligt från klubbens verkstad där en majoritet av de skadade kajakerna hade trasiga roder eller andra skador orsakade av att ha gått på grund. För att underlätta reparationer av dessa delar har slätvattenskajaker ofta en lucka ovanför rodret som låter en komma åt och ersätta eller laga delen. Skador på själva skrovet var ovanligt. Även om skrapor och stötar gör kajaken fulare och något långsammare, är det sällan man slänger en kajak för att dess skrov inte längre fungerar. Istället handlar det oftast om att kajaken redan genomgått en rad reparationer och inte känns fräsch längre.

På Kungälv's Kanotklubb intervjuades en av klubbens ungdomstränare. Denna paddlare hade till skillnad från de på NPK endast några års erfarenhet av sporten och hade även egna barn som paddlade i klubben. Från denna intervju bekräftades flertalet av de krav och problem som upptäckts hos NPK och även en rad unika krav för Kungälv's KK. I allmänhet var klubben mer inriktad mot nybörjare och hade en större ungdomsverksamhet.

En skillnad på klubben var det sätt de hanterade kapsesjningar under en träning. Medan NPK höll sig nära strandkanten och lät sina ungdomar simma in för att

tömma kajaken på vatten och stiga i, använde sig Kungälvss KK av en fölgebåt för att lösa problemet. Då någon ramlar i vattnet kommer fölgebåten dit och plockar upp paddlaren. Därefter lyfts kajaken upp och töms från båten för att sedan läggas tillbaka i vattnet och låta paddlaren stiga i. Träningen kan på så sätt sättas igång snabbare, och tränare kan också ha med sig extra utrustning i båten.

Från Kungälvss KK intervjuades även en mer erfaren paddlare, MS, som också hade insikt från tillverknings- och designsidan av kajakvärlden. Under intervjun diskuterades de kajaker som används i klubbarna och tillverkningen av dessa. Av de kajaker som används i dagsläget är det svårt att hitta några enkla sätt att få ner kostnaden. De tillverkningsmetoder som tillämpas är väl förstådda och etablerade, och metoder som 3D-printning är fortfarande inte konkurrenskraftiga eller fördelaktiga. Tillverkningsmetoderna inkluderar även fortfarande en stor andel manuella moment, vilket bidrar till att höja kostnaderna. Det är dock svårt att motivera stora investeringar i maskiner, då efterfrågan på kajaker inte är tillräckligt stor än vad som efterfrågas i kravspecefikationen.

MS menade på att surfskis skulle kunna vara ett bra alternativ till traditionella slätvattenskajaker när det kommer till ungdomsverksamhet. Till skillnad från slätvattenskajaker har surfskis en sluten form med en sittbrunn vilket gör att inte lika mycket vatten är kvar i kajaken vid kapsejsning. Detta kombinerat med den förenklade sittbrunnen gör att man enklare kan ta sig upp i kajaken från vattnet, något som ju visat sig vara ett önskemål från flera intressenter. Surfskis är också ett bevisat alternativ, då de redan har använts under många år inom nybörjarverksamhet utomlands i länder såsom Australien.

Efter intervju och observation hos kanotklubbarna framgick det att deras största problem angående kajakerna är deras inköpspris. För övriga områden förekom inga större klagomål eller tydliga problem, och kajakerna fungerar i allmänhet väl för deras ändamål. De kunde inte heller identifiera några funktioner som kunde tas bort utan att påverka kajakens möjlighet att användas på träningarna, vilket talar för att designen redan är väl optimerad för sitt användningsområde. Surfskis dök också upp som ett potentiellt alternativ till traditionella slätvattenskajaker.

5.1.2 Intervjuer med professor och Sjöräddningssällskapet

För att skapa en mer djupgående uppfattning om de material och tillverkningsmetoder som används för kajaker intervjuades en professor från Chalmers avdelning för material- och beräkningsmekanik. För- och nackdelar med olika plaster, kompositer och fibrer diskuterades utifrån de aspekter som är viktiga för kajaker. På intervjun framgick det även att professorn hade erfarenhet av kajaker och deras tillverkning, vilket innebar att han kunde förklara tillvägagångssätten ingående.

En viktig lärdom från intervjun var att man kan använda sig av material med viss riktning i konceptet. Detta betyder att man lägger materialets fibrer åt ett visst håll och på så sätt ökar dess styvhet i den riktningen, rimligtvis i kajakens längsriktning.

Man kan också placera mer material vid kritiska punkter såsom kanten på sittbrunn eller liknande. Detta innebär att kajaken kan göras mindre hållfast på de platser där mindre belastning uppkommer, och mer hållfast där det finns risk för brott eller utmattning.

De material som diskuterades var främst olika sorters fibrer och plaster, där det undersöktes vilket alternativ som vore bäst för projektets ändamål. Kolfiber har många fördelar över andra alternativ och är vad som ofta används i professionella tävlingskajaker. Dock är det också mycket dyrare, vilket gör det olämpligt för en nybörjarkajak. Glasfiber delar många av kolfibers egenskaper, men är väsentligt billigare samtidigt som det är mindre styvt. För en nybörjarkajak kan dess lägre prestanda vara tillräcklig, då en nybörjare ändå inte kommer kunna utnyttja den potential materialet erbjuder. Samtidigt är dock även glasfiber enkelt att reparera och skadetåligt.

Ytterligare möjliga materialval inkluderade diverse plaster, trä och aramider. Plaster är i allmänhet billiga, men ger kajaken en låg hållfasthet och sämre prestanda. Trä är vad som har använts historiskt och ett material som kan ge bra kvalité, men är svårt att massproducera då de ofta är handgjorda, vilket är en viktig aspekt för det framtida konceptet. Aramider och andra kompositer fungerar bra och ger ofta en tålig kajak till ett relativt billigt pris.

Från Svenska Sjöräddningssällskapet, SSRS, intervjuades en sjösäkerhetsledare med många års erfarenhet av sjöräddning av både kajaker och andra mindre farkoster. Han förklarade att det finns ett antal problem med kajaker och kanotisters beteende i dagsläget som gör det svårt för SSRS att utföra sitt arbete. Det bör dock anmärkas att SSRS agerar i hav och stora vatten, i vilka flera av de svenska kanotklubbarna inte befinner sig i. Men likväl sitter de fortfarande på generell erfarenhet av kajaker och kanotister på vattnet.

Hos själva kajaken var det främst två bristande aspekter som SSRS ville förbättra. Den första är svårigheten med att ta sig upp i kajaken efter att man vält. Då paddlaren inte klarar av att ta sig upp ligger den istället kvar i vattnet bredvid kajaken och väntar på hjälp. Majoriteten av dödsfall sker på grund av denna nedkylning i vattnet. För att lösa detta föreslog räddningsledaren att paddlaren bör kunna ta sig upp i kajaken eller att de borde kunna hålla sig varma en längre tid i vattnet. Detta dock ingå i kanotskoleutbildningen, som SKF förstår, innan nybörjare går ut på vattnet (Kanotguiden, 2020).

Den andra aspekten var kajakens synlighet i vattnet från räddningsbåten. För att räddningspersonalen ska kunna se kajaken måste reflexer, färg eller ljus finnas ombord. Potentiella reflexer bör även vara strategiskt utplacerade med vinkelräta linjer på både ovan- och undersidan av kajaken. Detta eftersom det är viktigt för räddningsarbetarna att kunna utröna hur kajaken ligger i vattnet och därefter kunna ta korrekt beslut för hur de ska hjälpa paddlaren.

Kanotisters beteende var också ett av de stora problemen utifrån SSRS erfarenhet. Situationerna där man hamnar i riktig fara sker nästan uteslutande på grund av bristande utbildning eller övermod. Räddningsledaren föreslog att alla kanotister bör behöva gå en utbildning som ger grundkunskaperna för att undvika farliga situationer. Dessa kunskaper inkluderar att känna till hur man kan manövrera sin kajak, hur man kan ta sig upp i kajaken och att alltid kolla väderleken innan man paddlar iväg. I allmänhet kommer ungdomar på träningar inte utsättas för situationer som dessa, men då de utgör den framtida grupp som kommer sprida ut sig inom olika grenar av paddling och börja åka på egna expeditioner självständigt från sina klubbar, är det dock viktigt att de får en god utbildning.

Dessa intervjuer sammanställdes med de observationer som gjordes på klubbarna och skapade grunden till en enkät med målet att bekräfta lärdomarna.

5.1.3 Enkät

En enkät, se bilaga A för sammanställning av enkäten, användes för att bekräfta vissa av de behov som studierna funnit samt för att undersöka hur olika undergrupper inom kajakvärlden ser på området.

Enkäten skickades ut till ett forum för kajakpaddlare med strax över 2000 medlemmar (Kanotgruppen, 2020), och fick totalt 67 svar från en utspridd grupp både geografiskt och åldersmässigt. En tredjedel identifierade sig själva som elit medan två tredjedelar såg sig själva som hobbypaddlare. Endast en person definierade sig själv som en nybörjare, vilket sannolikt beror på att enkäten publicerades i en grupp centrerad runt kajakintresse. Bland de undersökta fanns det stora skillnader mellan hur de hade introducerats till sporten. En stor andel hade gått i någon sort ungdomsverksamhet när de var yngre, medan en annan grupp hade lärt sig själva. Vissa var också inblandade i ungdomsverksamhet som tränare eller förälder.

Svaren gav en i allmänhet positiv bild av de kajaker som användarna hade stött på hos ungdomsverksamheter. Vissa klagomål på slitage, antalet kajaker och utseendet förekom, men inga större problem kunde identifieras. När de frågades om vilket det svåraste momentet upplevdes vara under tiden då de var nybörjare, svarade majoriteten att det var att hålla balansen i kajaken. Detta stämmer väl överens med slätvattenskajakens bild som ett instabilt, men snabbt alternativ för bruk på sjöar utan vågor eller forsar enligt A. Ljungberg berättade (personlig kommunikation, 4 februari, 2020).

Ungefär hälften av användarna skrev att de tog hjälp av en kompis då de bar kajaken. 30 tog hjälp när de tömde kajaken på vatten, och en mindre andel när de skulle sätta sig i kajaken. Utöver dessa moment verkar inga andra kräva hjälp från en extra person.

Den vanligaste grova skadan var relaterad till stötar mot rodret i samband med att man tappar kajaken eller kör på grund. Antingen så skadas själva rodret, dess

mekanism eller så knäcks skrovet kring rodret. Den vanligaste mindre skadan var repor på skrovet då kajaken kör på grund eller emot en brygga.

5.1.4 Marknadsundersökning

En marknadsundersökning genomfördes för att få en uppfattning kring utbudet av barn- och ungdomskajaker på marknaden idag. Dels undersöktes marknaden för att få inspiration och jämförelse till vidare konceptgenerering kring utseende och mått, men också till underlag för en kostnadsuppskattning efter att det slutgiltiga konceptet framtagits, vilket presenteras i kapitlet framöver. I tabell 5.1 listas flera kajaker och surfskis anpassade för barn och ungdomar tillsammans med egenskaper som mått, vikt, material och pris.

Tabell 5.1: Delutbud av barn- och ungdomskajaker på marknaden idag.

Nr	Kajak	Längd (m)	Bredd (m)	Förhållande bredd/längd	Vikt (kg)	Material	Maxvikt paddlaren(kg)	Pris	Referens
1	Nelo Futurekids Ocean Ski Maxi (surfski)	4,2	0,38	0,091	9,5	Glasfiber	50	13500	(Nelo, 2020)
2	Nelo K1 Mini Viper (kajak)	4,17	0,47	0,113	10,7	A1 (glasfiber/epoxy)	60	13500	(Nelo, 2020)
3	Nelo Futurekids C1 Maxi (kanadensare)	4,2	0,36	0,086	10	A1	50		(Nelo, 2020)
4	Soul Space Shifter (surfski, utan roder)	3,66	0,46	0,126	12	plast	50	8000	(Soul, 2020)
5	Fenn Bonito Kids Surfski (surfski)	4,2	0,5	0,12	12	PolyVac (glasfiber)	75	13600	(Wetiz, 2020)
6	Wetiz Guppy V20 Kids Adjustable (surfsk)	4,24	0,47	0,111	14	Glasfiber		11 900	(Wetiz, 2020)
7	Wetiz Jester Kids Adjustable (surfski)	4,57	0,485	0,107	13	Glasfiber		11 900	(Wetiz, 2020)
8	Björn Thomasson Kavat Micro (Kajak)	4,03	0,5	0,125	11	Trä	55		(Björn Thoamasson, 2019)
9	Björn Thomasson Kavat Mini (Kajak)	4,68	0,5	0,107	13	Trä	70		(Björn Thomasson, 2019)
10	Stockholm kajak (kajak)	4,3	0,56	0,131	20	1-lagersplast	95	5 990	(Stockholm Kayak, 2020)
11	Hody MK1 Dolphin (kajak)	4,15	0,47	0,114	10	Glasfiber	50		(Hody, 2020)
12	Carbonology Sport Splash (surfski)	4,5	0,48	0,107	12		75	15 990	(Aterra, 2020)

Tabellen inkluderar både surfskis och kajaker från olika tillverkare, men det bör understrykas att den endast är ett utdrag och inte baseras på en fullständig marknadsundersökning. Detta på grund av att undersökningen framförallt används för att ge inspiration och ett hjälpmedel till att väga egenskaper och kostnader mot varandra.

5.1.5 HTA

En Hierarchical Task Analysis, HTA, genomfördes för aktiviteten “att utföra en kajakträning”. De moment som byggde upp träningen baseras på det som observerats på de lokala klubbarna och med en typisk slätvattenskajak. Utförandet av kajakträningen definierades utifrån målgruppens, en ungdom i ålder åtta till fjorton, perspektiv efter det att den anländer till klubben. Alltså inkluderades förberedelser på klubben, själva träningspasset och efterarbete.

Lärdomarna från denna HTA var att det är viktigt att ha i åtanke att användaren ofta måste ha sin paddel med sig, vilket kan göra vissa steg i användningen mer komplicerade än vad man kan tro. Till exempel måste även paddeln transporteras från förvaringen till sjön, rimligtvis i samband med att man bär kajaken, vilket kan ändra den teknik man måste använda. Utöver detta måste användaren också alltid

ha flytväst på sig. Detta är t.ex viktigt att ha i åtanke vid utformningen av sittbrunnen så att användaren får plats.

En annan viktig aspekt att ha i åtanke är de olika förutsättningarna klubbbar kan ha för sjösättningen av sina kajaker. Om de har tillgång till brygga eller inte påverkar kraven på kajakerna, då tekniken för att ta sig in i kajaken blir annorlunda. Vid en brygga kan man hålla i bryggan och kajaken samtidigt, vilket gör det enklare att ta sig in i kajaken då man har bättre stabilitet. Om man går i direkt från stranden tvingas man istället sätta sig i kajaken med rumpan först för att sedan försöka få in sina ben i efterhand. Detta blir ännu mer komplicerat då man tar hänsyn till att man också måste ha med sig paddeln då man gör allt detta.

Utöver de moment som analyserades i HTA:n finns även krav relaterade till andra steg i kajakens livscykel. Dessa inkluderar tillverknings- och materialkrav samt transport och underhåll av kajakerna. Fullständig HTA går att finna under bilaga B.

5.2 Kundbehovslista

I bilaga C finnes den kundbehovslista som baseras på de studier som genomfördes under projektets inledande fas.

De grundläggande behov kunderna hade innefattar möjligheten att kunna utföra en typisk träning på kanotklubb, kunna göra det på ett säkert sätt för både användare och kajak, ha möjlighet till transport och skötsel samt att kunna göra allt detta till en låg kostnad. Kajaken måste också kunna justeras för olika användare, då detta drastiskt minskar antalet kajaker som behöver köpas in. Justeringen bör vara snabb och enkel så att momentet inte tar tid ifrån träningen eller ignoreras för att det anses jobbigt. I dagsläget behövs ibland en skruvmejsel för att kunna justera fotstöden, vilket är för krångligt.

Ett roder måste användas för att styra kajaken och mekanismen måste även likna den som används i dagsläget. Detta beror på att kajaken ska ge en god introduktion till slätvattenspaddling, vilket innebär att ett koncept måste kunna paddlas med korrekt teknik och bekanta användaren med slätvattenskajakers principer. Utöver styrningen av kajaken ställer detta behov också krav på kajakens form, som alltså inte får skilja sig så mycket från dagsläget att den ändrar paddlingen på något större sätt.

Skador associerade med rodret måste antingen undvikas eller göras enklare att åtgärda. Från de studier som utfördes framkom det att majoriteten av de skador som kajaker utsätts för sker i samband med att rodret utsätts för påfrestningar, vilket i dagsläget kan vara svårt att reparera. Skadorna kan dessutom sprida sig till skrov eller rodermekanismen, vilket ytterligare försämrar möjligheterna att laga kajaken.

Från SSRS och projektgruppen tillkom även ett antal sekundära behov, alltså behov som inte är nödvändiga för kajakens huvudsakliga funktion, men som tillför kundvärde på ett annat sätt. Dessa behov inkluderar de säkerhetsaspekter som är viktiga för kajakpaddling i allmänhet, men som inte är ett problem för ungdomsverksamheten då denna endast sker under kontrollerade former med gruppleddare och även under varma temperaturer på sommaren. Dessa behov bör ses som önskvärda, men ej kritiska att ha med i konceptet. Dock är de viktiga att specificera för att kunna säkerställa konceptets funktionalitet längre fram i projektet.

Ett antal behov hos de olika intressenterna var svåra att uppfylla utan att försämra kajakens andra funktioner på något sätt. Sjöräddningssällskapets önskan om reflexer, lampor och mer utbildning står i kontrast mot ett av de huvudsakliga kraven i projektet, att göra kajaken billigare. Att göra kajaken mer stabil innebär i allmänhet också att den blir mer långsam vilket kan göra den mindre spännande att paddla.

5.3 Funktioner

I bilaga D presenteras en funktionslista av alla de funktioner kajaken behöver innehå. Huvudfunktion hos kajaken valdes till att uppfylla målet: "Att till ett lågt pris tillåta svenska kanotklubbar att introducera slätvattenspaddling till nybörjare". Delfunktioner inkluderar att kunna paddla kajaken, att kunna underhålla den och att kunna justera den för olika användare. Funktionerna i listan delades in i önskvärda och nödvändiga funktioner, vilket syftade till att tydligare specificera vad ett koncept behöver uppnå.

Utöver funktionslistan skapades också ett funktionsträd, se bilaga E, som visar på hur delfunktioner hänger samman och tillsammans bygger upp huvudfunktionen. Denna funktionstruktur skapades för att få en överblick över hur kajakens funktioner hänger ihop och bygger på varandra. En tydlig lärdom från funktionsträdet är den begränsade mängd funktioner den resulterade i. Detta kopplat med det faktum att alla funktioner bidrog till kundvärdet indikerar att den typiska slätvattenskajaken är nedskalad och väl optimerad för sin användning. Detta innebär att ett utvecklat koncept troligtvis inte kan förlita sig på att optimera redan existerande aspekter, utan behöver finna nya alternativa lösningar för att utvecklingen av kajaken ska bli framgångsrik.

5.4 Kravspecifikation

En kravspecifikation sammanställdes med alla de krav som konceptet behöver uppfylla. Totalt består specifikationen av 50 ställda krav, där 28 är nödvändiga och 22 är önskvärda. Nödvändiga krav är kritiska för kajakens funktion och inkluderar aspekter som flytförmåga, kostnad och att det inte ska vara möjligt att fastna under kajaken. Önskvärda aspekter handlar istället om delar av kajakens utformning som inte bidrar till dess huvudsakliga syfte, men som kan öka användarvänligheten eller underlätta klubbarnas arbete på något annat sätt. Exempel på detta är indikationer

på skrovet om hur kajaken ska användas samt möjlighet att enkelt kunna transportera kajaken.

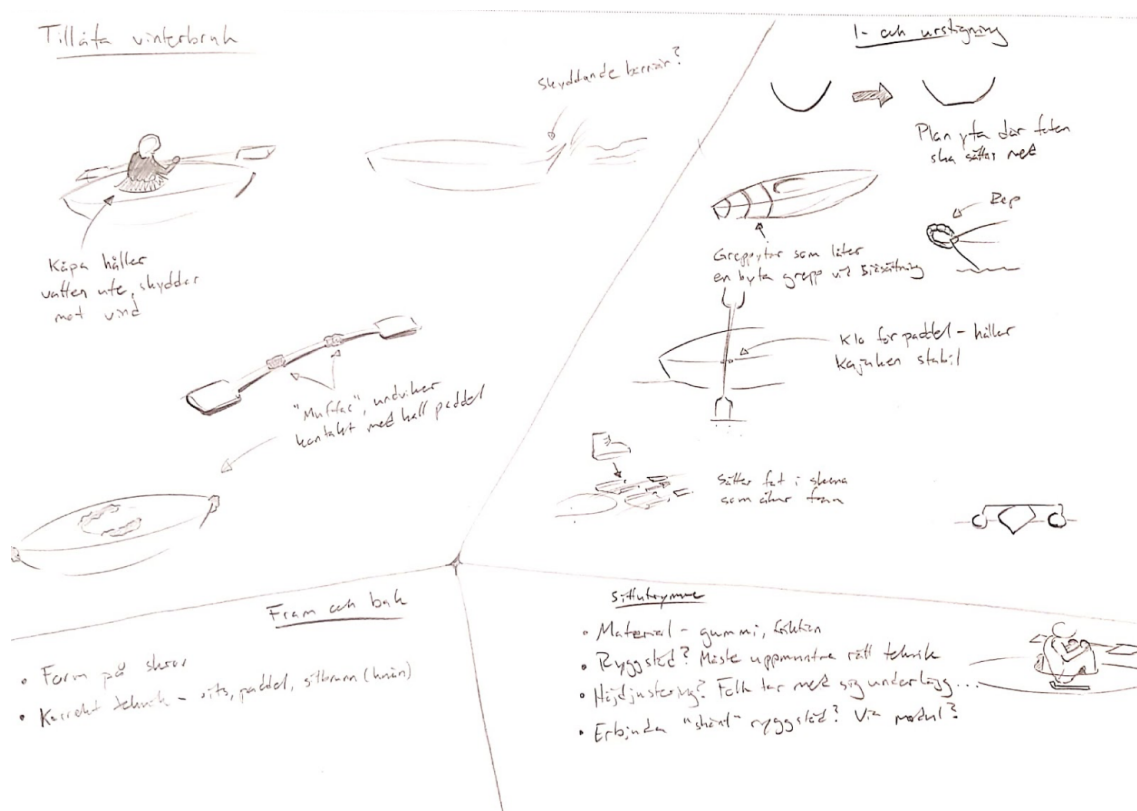
Konceptets uppfyllande av kraven ska efter projektets gång kunna mätas och analyseras. För att göra detta möjligt har varje krav ett målvärde och en verifieringsmetod. I detta projekt kommer ett antal av dessa krav testas, främst för att visa på tekniska principer. Kompletta utvärderade kravspecifikation med beskrivning av verifieringsmetoder och kommentarer går att finna under bilaga F. Baskrav presenteras i figur 5.2.

Kravspecifikation	Krav / Önskemål 1-5 (5 viktigast)	Målvärde	Enhet	Verifieringsmetod	Kravställare
Baskrav:					
Kajak ska ha maximalt inköpspris	K	< 10 000	kr	Undersökning	SKF
Kajak ska ha maximal massa	K	20	kg	CAD	SKF
Material ska vara vattentåligt	K	1	dygn	CES	PG
Skrov ska tåla minimala stötar	K	70	N	Fysiskt test	PG
Kajak ska styras av ett roder	K	Ja	Ja/Nej	CAD	SKF
Kajak ska vara justerbar för personer med olika längd	K	0,4	m	Fysiskt test	PG
Kajak ska kunna förflyttas av två personer på land	K	200	m	Fysiskt test	PG
Kajak ska tillåta istigning från land	K	10	s	Fysiskt test	PG
Kajak ska flyta med användare samt utrustning	K	80	kg	CAD	SRS
Användare ska kunna rymmas i sittbrunn med flytväst	K	0,5	kvm	CAD	PG
Sittyta ska möjliggöra rak hållning	K	3	tim	Fysiskt test	PG
Användare ska ha utrymme på kajaks sidor för att paddla med korrekt teknik	K	<0,45	m	CAD	PG
Användare ska ej kunna fastna i kajak	K	<0,001	%	Fysiskt test	PG
Kajak ska vara attraktiv för målgrupp	K	>80	%	Undersökning	PG

Figur 5.2: Baskrav för kajak anpassad för ungdomsverksamhet. PG är projektgruppens observerade krav.

5.5 Generering av dellösningar

En idégenerering genomfördes baserat på den problembild som etablerats, se figur 5.3. Som ett första steg i processen utfördes en brainstorming och idéskissning på lösningar för alla funktioner i funktionslistan utifrån deras kategorier. Dessa idéer sammanställdes för att sedan sorteras i en morfologisk matris. Se bilaga G för morfologisk matris.



Figur 5.3: Exempel på idégenereringsprocessen. Här kring i- och urstigning, sittutrymme och vinterbruk.

Idégenereringen resulterade i ett visst antal lösningar per delfunktion. Dessa sammanställdes därefter i en matris för att möjliggöra framtagningen av koncept med hjälp av en morfologisk matris.

5.6 Alternativa lösningar

Följande är alternativa lösningar som projektgruppen valde att inte gå vidare med på grund av diverse olika hinder. Om dessa hinder kan överkommas har dessa lösningar möjligheter till att leda till framgångsrika koncept.

5.6.1 Alternativ för skrovets material och uppbyggnad

Det överlägset vanligaste materialet för de nybörjarkajaker klubbar köper in är glasfiberkomposit. Då den högsta kostnadsdrivaren av kajaken är tillverkning av glasfiberkomposit kan en lägre tillverkningskostnad uppnås genom att ersätta materialet med ett mycket billigare plastgjutet skrov.

För att möjliggöra korrekt paddlingsteknik görs kajaken i samma storlek och överlag samma form som dagens kajaker. Det skulle dock leda till en massiv viktökning. Så för att lösa detta görs kajakens skrov tunt. Ett tunnare skrov leder dock till konstruktionen i sin helhet blir mer lättböjlig och upplevs som mindre styv, vilket är något som inte är önskvärt av intressenter menar A. Ljungberg och T. Nilsson (personlig kommunikation, 4 februari 2020). För att lösa det integreras förstyvande stålvarjor in i konstruktionen. Om man kan föreställa sig att samtliga konturlinjer i kajaken är förstärkt med en stålvarjor, kommer detta skapa ett förstyvande nät kring kajaken som erbjuder ett starkt motstånd mot böjning. Detta innebär att trots att kajakens skrovmaterial är vekt upplevs den inte som vek av användaren vid paddling.

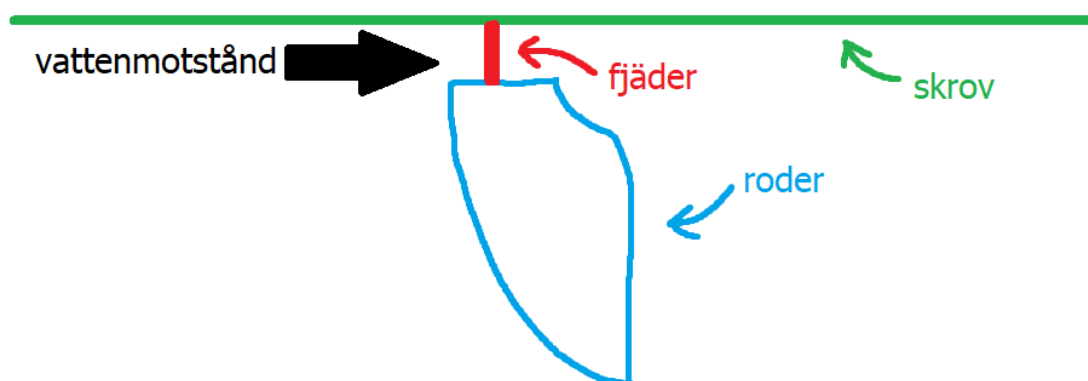
Om ett sådant förstyvande nät är realiserbart i praktiken är okänt. Ett möjligt hinder är att skrovet töjs eller på annat sätt slits av en relativt stark punktbelastning där stålvarjorn är fäst. Ett annat möjligt hinder är kostnaden för att integrera ett sådant nät i skrovet.

5.6.2 Alternativ dellösning på roderanordning

En viktigare dellösning på roderanordning som inte valdes att vidareutveckla presenteras här. Vid användning av kajak riskerar stötar mot roder att knäcka kringliggande skrov. För att lösa detta togs ett koncept fram på en roderanordning som motverkar detta.

Den alternativa lösningen är ett roder som viker undan, men ej lossnar, vid kollision. Denna undanvikning är tänkt ska ske med någon typ av fjäder. Tanken är då att det finns en fjäder mellan roder och roderstång, så när rodret krockar i något viks den helt enkelt undan.

Det primära problemet med detta är att en fjäder behöver utrymme för att kunna böjas. Om övre delen av rodret är i kontakt med skrovet, vilket den bör vara, så har en fjäder mellan roder och roderstång ingen möjlighet att böjas. Om rodret däremot sänks ned, se figur 5.4, så att fjädern har utrymme att böjas, kommer istället vattenmotståndet på fjädern och ovasida roder att öka markant.



Figur 5.4: Illustration av vattenmotståndsproblem vid fjäderlösning.

Alternativa fjäder-lösningar diskuterades även, exempelvis där både roder och roderstång viks in i ett tomrum inne i kajaken vid kollision. En sådan lösning är sannolikt möjlig, men kommer öka komplexiteten av kajaken så pass att även den lösningen övergavs.

5.7 Generering av helhetslösningar

En morfologisk matris användes för att ta fram ett antal initiala koncept. Se bilaga G. Dessa baserades först på de kategorier som tagits fram i funktionslistan och kravspecifikationen och arbetades sedan vidare till att inkludera flera fokusområden och lösningar med olika inriktning.

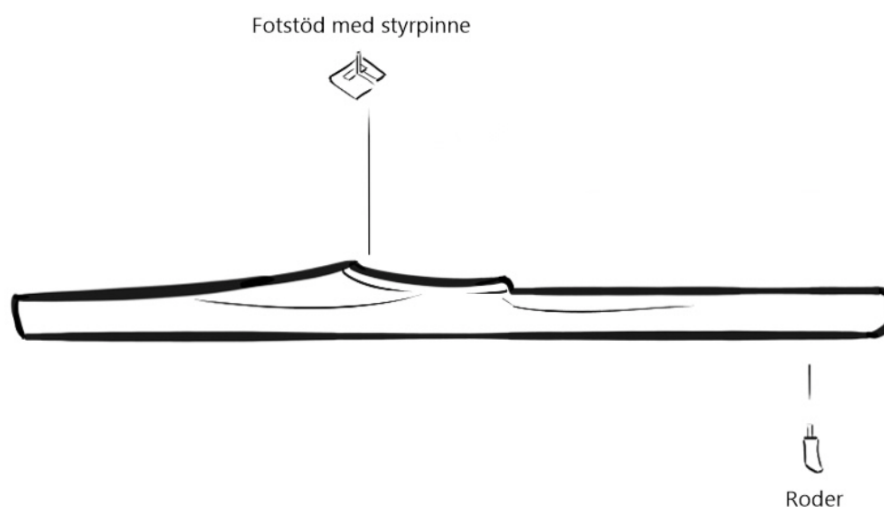
5.7.1 Klassisk kajak

För att ha en referens att jämföra resterande koncept mot skapades först en design med alla de lösningsidéer som redan används på en typisk slätvattenskajak. Typisk syftar här på en relativt simpel slätvattenskajak som används i dagens klubbverksamhet. Utifrån studiebesök på kanotklubbar och med den teoretiska bakgrunden som ackumulerats i projektet kunde lösningarna väljas med god noggrannhet. Konceptet använder sig av en öppen kajakform där användaren sitter på en justerbar sits i botten av kajaken. Fotstödet är inte justerbart utan skruvmejsel. För att kunna styra kajaken används ett roder som kontrolleras via en styrpinne på fotplattan framför kanotisten. Konstruktionen har ingen konkret lösning för att tillåta vattentömning mer än att det är fysiskt möjligt att vända upp och ner på kajaken för att få ut eventuellt uppsamlat vatten.

5.7.2 Kostnadseffektiv kajak

Detta koncept skapades utifrån temat kostnad med målet att göra en så kostnadseffektiv kajak som möjligt. Här valdes endast de billigaste lösningarna, och funktioner som inte ansågs nödvändiga valdes bort. Konceptet består av en traditionell slätvattenskajakform som blivit nedkortad och smalare, detta för att spara in på material.

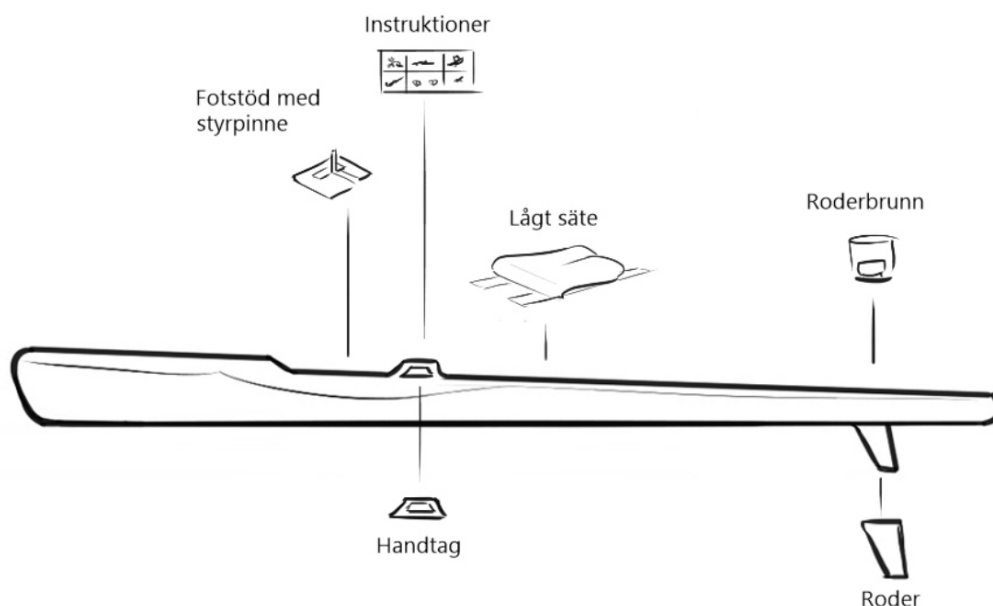
Konceptet har ingen sits, vilket leder till en annorlunda teknik än hos ett traditionellt alternativ. Rodret styrs av en styrpinne, men går inte att komma åt utifrån, vilket innebär att dess mekanism inte kan repareras och en skada troligtvis kommer betyda att kajaken behöver slängas, se figur 5.5. Konceptets användarvänlighet och attraktivitet är låg, vilket är ett direkt resultat av dess fokus på låg kostnad för att därmed få ett lågt inköpspris.



Figur 5.5: Valt koncept för en kostnadseffektiv kajak.

5.7.3 Nybörjarvänlig kajak

Detta koncept är utformat utifrån tema nybörjarvänlighet, och syftar att göra det så enkelt som möjligt för nybörjare att använda kajaken. Konceptet har ett brett skrov som skapar en stabil kajak som är enkel att sitta i, men som inte nödvändigtvis är enkel att använda korrekt teknik i. Det har även instruktioner kring hur man ska stiga i och ur kajaken, hur man ska hålla i paddeln och hur man ska paddla. Viktigt för nybörjare är att kunna stiga i och ur kajaken utan att välta, vilket stöds av handtag på kajakens sidor, vilket kan underlätta vid hantering vid brygga och för tränare på vattnet. Konceptet är en surfskivariant, då denna är mer förlåtande då man välter och inte behöver tömmas på vatten, något som kan vara svårt för en nybörjare. Konceptet visualiseras i figur 5.6.



Figur 5.6: Valt koncept för en nybörjarvänlig kajak.

Detta fokus innebär att många funktioner som kanske inte är nödvändiga läggs till och skapar en mer invecklad produkt. Detta driver kostnaden uppåt och innebär att konceptet, trots att det kan vara attraktivt för nybörjare, inte är rimligt att köpa in från klubbarnas perspektiv.

5.7.4 Produktionsanpassad kajak

Detta koncept är så anpassat för en effektiv produktion som möjligt, vilket bidrar till låga tillverkningskostnader. Precis som i konceptet anpassat för låg kostnad och till skillnad från det användaranpassade konceptet har detta få extrafunktioner, detta eftersom de skulle innebära ett mer omfattande monteringsarbete vid produktion. Formen består av ett helgjutet skrov, med inspiration från surfskis, och platta ytor på övre och undre skrov för att förenkla tillverkningsprocessen. Slutresultatet blir därför en mer stabil kajak, gjuten som en surfski.

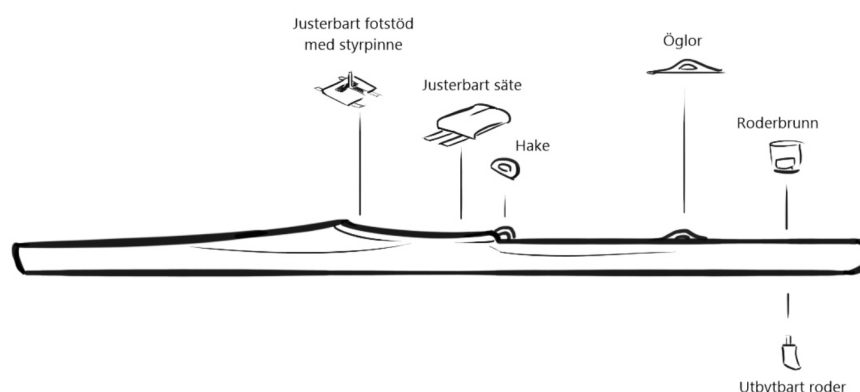
5.7.5 Säker kajak

Ett koncept med fokus på så hög säkerhet som möjligt. En säker kajak ska vara svårare att välta med än dagens traditionella, och skulle vältning trots allt ske ska den samtidigt minimera risken för skador. Detta innebär att konceptet bör vara stabilt, med ett brett skrov i förhållande till kajakens längd och med ytterligare säkerhetsfunktioner som t.ex handtag. Dessa kan också användas för att ta sig upp i eller åtminstone hålla sig fast vid kajaken efter att man vält. Det ska också vara enkelt

att upptäcka om styrmekanismer skulle vara ur funktion, samt lätt att åtgärda det. Därför har konceptet en lucka som tillåter åtkomst till rodermekanismen. Konceptet stöter på samma problem som diskuterats tidigare, där en låg kostnad och extra funktionalitet är svårt att uppnå utan att försämma den andra aspekten.

5.7.6 Justerbar kajak

Detta koncept är framtaget i syfte att skapa en så justerbar kajak som möjligt. Med justerbarhet menas både att den enkelt ska kunna individanpassas för olika långa eller breda personer, men också för kanotistens teknik och preferenser. Kajakens form liknar en klassisk kajak, där sitsen och fotstödet enkelt kan flyttas med fjädrade handtag. Rodret är utbytbart, så att det är enkelt att skifta mellan olika roder med varierande funktionalitet och som också underlättar reparation om ett roder skulle gå sönder. Kajaken har också hakar och öglor fastmonterade för att användas både vid bärning och transport med bil, men även för att kunna hålla fast paddel och för att kunna bogseras, se figur 5.7.



Figur 5.7: Valt koncept för en justerbar kajak.

5.7.7 Vidare konceptgenerering

Utöver de temabaserade koncepten skapades också ett antal mer detaljerade förslag innan det slutgiltiga konceptet bestämdes. Dessa skapades utifrån alla de kategorier och aspekter som projektet täckt och representerade varje projektmedlems bästa förslag. På så vis kunde de bästa idéerna sammanställas och jämföras för att få en uppfattning om vilka som var gemensamma för flera koncept.

Koncepten varje gruppmedlem tog fram visade sig vara relativt lika varandra trots att de skapades enskilt. Att väga varje temabaserat koncepts för- och nackdelar och diskutera de andra framtagna koncepten resulterade i två mer detaljerade konceptförslag. Dessa presenteras nedan.

5.7.7.1 Traditionell slätvattenskajak

Det första är en relativt klassiskt utformad slätvattenskajak, lik dagens kajaker på klubbverksamheter runt om Sverige, men med ett antal mindre ändringar för att bättre kunna användas av nybörjare. Den är bredare än dagens standard för att ge bättre stabilitet likt koncepten baserade på säkerhet och nybörjarvänlighet. Bredden är förskjuten en bit bakom sittbrunnen, vilket låter användaren paddla med korrekt teknik utan att riskera att slå i kajaken. Konceptet är simpelt och avskalat för att minska kostnad och för att kännas enkel och okomplicerad att använda.

Konceptets material, glasfiber, ska vara stöttåligt och segt, vilket gör kajaken mer hållbar då den kör på grund, tappas eller liknande. Eftersom ungdomar generellt är mer vårdslösa med sina kajaker än äldre användare, bör detta förlänga kajakens livstid. Det är inte heller ett större problem att kajaken inte har ett material anpassat för hastighet eller manövrerbarhet, då detta ändå inte är fokuset de första gångerna man paddlar. Materialet ska också vara så lätt att ungdomarna ska kunna bära kajaken, enligt kravspecifikationen.

För att öka användarvänligheten är konceptet utrustat med instruktioner på skrovet som hjälper användaren att hantera kajaken på rätt sätt. Det har även greppvänliga ytor där det är tänkt att man ska bära eller ta i kajaken, vilket hjälper ytterligare med att leda användaren rätt.

Fördelar med ett koncept som detta är att kajaken har en traditionell utformning och ser ut och fungerar som en klassisk kajak, vilket skapar tillit hos användaren och ger en bra introduktion till sporten. Nackdelen är däremot att denna utformning av kajaken inte kan påverka varken kostnad eller funktionalitet på ett avsevärt sätt. Att den ska vara lik dagens kajaker begränsar nya idéer och kan innebära en otillräcklig skillnad mellan de kajaker som redan finns på marknaden och köps in av klubbar idag. I med att konceptet för kajaker också syftar på att vara så enkel som möjligt gör den i så fall mindre prestigefylld och eventuellt oattraktiv på marknaden.

5.7.7.2 Surfski-inspirerad kajak

Det andra konceptet är istället inspirerat av dagens varianter på surfskis. Kroppen är sluten och sittbrunnen är en urgröpning ur ovansidan på kajakens skrov. Kajaken har likt dagens slätvattenskajaker ett justerbart fotstöd som är anpassningsbart för olika benlängd hos användarna, dock utan att behöva använda redskap för att kunna justera. För att styra rodret med styrpinnen är snörena kopplade till rodret på utsidan av kajaken. Detta för att enkelt kunna repareras men också för att minska produktionskostnaden då man slipper göra en gång för snörena genom kajaken. Konceptet har också en sits, något som vanliga surfskis inte har. Sitsen går att justera precis som på en slätvattenskajak, och låter användaren paddla med en teknik som mer liknar den som används i slätvattenskajaker. Det gör även konceptet mer likt dagens lösningar, vilket kan bidra med en viss grad av tillit från klubbarna.

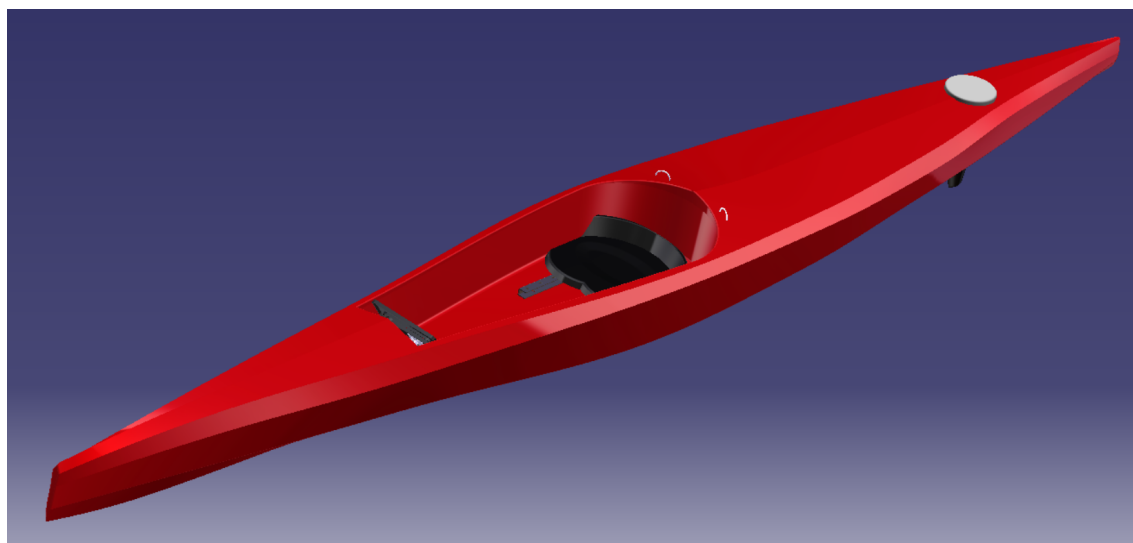
En av de största fördelarna med att använda en surfski-form är att kajaken inte kan fyllas med vatten inuti för att den är hermetiskt tillsluten (The Paddle Channel). Detta innebär att man kan välta kajaken utan att behöva simma in till strandkanten eller plockas upp av en följeboat, och kommer därför göra att träningen fortlöper enklare.

5.8 Slutgiltigt koncept

I detta kapitel presenteras det slutgiltiga konceptet. Det slutgiltiga konceptet valdes till att vara den mer surfski-inspirerade kajaken. Kajakens utseende och olika komponenter presenteras och diskuteras för att skapa en förståelse för det valda konceptet.

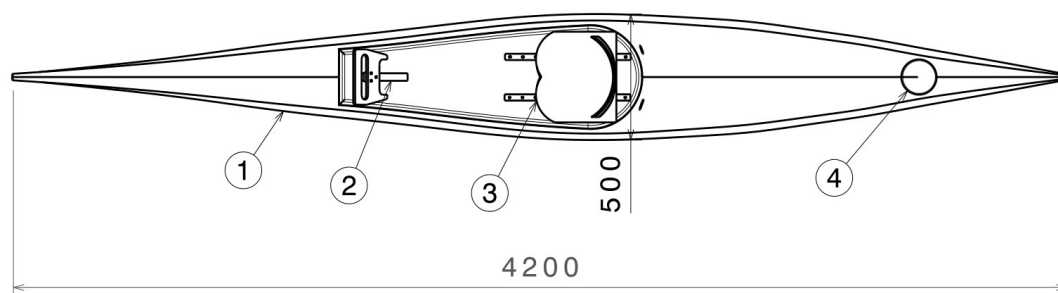
5.8.1 Surfski - det valda konceptet

De två detaljerade förslagen från konceptgenereringen, en mer klassiskt utformad och en surfski-inspirerad kajak, utvärderades med de centrala intressenterna i projektet. Baserat på det resultat som genererats i projektet togs ett gemensamt beslut om att arbeta vidare med koncept 2, den surfski-inspirerade kajaken. Detta koncept utgjorde grunden till det slutgiltiga konceptet, som går att se i figur 5.8.



Figur 5.8: CAD-modell av slutgiltigt koncept.

Kajakens mått och huvudsakliga delar kan ses nedan i figur 5.9. Det slutgiltiga konceptet är som bredast 500 mm, har längden 4200 mm och höjden 320 mm. Markeringarna på bilden visar de huvudsakliga delarna, där 1 är kajakens skrov, 2 är ett fotstöd, 3 är en sits och 4 är ett roderutrymme med tillhörande roder på undersidan av kajaken.



Figur 5.9: Ritning av slutgiltigt koncept med mått och markeringar.

D. Johansson (personlig kommunikation, 31 Mars 2020) menar att det i Australien, Sydafrika och Kanada är vanligt för ungdomar att börja paddla med surfski för att sedan gå över till traditionell kajak då man börjar tävla eller känner sig kompetent nog. Fördelarna med surfskis är många och nackdelarna få, vilket gör att man kan fråga sig varför de inte tagit fart i exempelvis Sverige.

Det starkaste argumentet mot surfskis är det ofrånkomliga faktum att man kommer få in mycket mer vatten i sittbrunnen i kajaken än i en traditionell kajak. Eftersom svenska klubbar endast paddlar på sommaren innebär detta ingen risk för farlig underkylning, utan att man endast blir blöt. Vid användning av den utvecklade kajaken får ungdomar och tränare istället vänja sig vid att bli blöta under ett pass vilket gynnar deras kunskaper om hur man hanterar kajaker från vattnet, hur man kan ta sig upp samt generella simkunskaper.

Rädslan att bli blöt kommer indirekt även att öka säkerhetsaspekten. Enligt intervju med M. Hinnerson från Sjöräddningssällskapet så orsakas en majoritet av dödsolyckor relaterat till kanoter av underkylning av kroppen (personlig kommunikation, 20 februari 2020). Denna rädsla att bli blöt, och därmed även kallare, kommer uppmana kanotister att klä på sig mer när de är ute och paddlar vilket minskar risken för underkylning. Med detta sagt kommer dödsfall på grund av underkylning sannolikt inte att ske i den miljö den utvecklade kajaken planeras att användas, då den planeras att användas på sommaren i grupp. Detta är en miljö som inte blir kall nog att snabbt kyla en kropp, samt en miljö där andra gruppmedlemmar kan hjälpa att rädda en kanotist som är i fara.

Det koncept som presenteras valdes på grund av ovanstående motiveringar till en surfski-design. Projektgruppen tror att detta är ett rimligt alternativ för att kunna påverka kajakvärlden ordentligt, istället för att försöka optimera en redan väloptimerad traditionell kajak. Med en surfski-design frigörs klubbarna till att paddla i vågigare vatten, förberedelser och avbrott under träningen på grund av vältningar kommer underlättas samtidigt som vikt och kostnad kommer sjunka. Då kajakerna kan paddlas på vågigare vatten kan klubbarna också vara placerade på mer centrala platser, vilket skulle kunna medföra ett ökat intresse för de unga att paddla. Med en surfski-design är det lättare att själv ta sig upp i kajaken igen efter man fallit i

vattnet. Detta bidrar både till ökad säkerhet och minskad social utsatthet för att vara den i paddelgruppen som välter sin kajak och som alla måste vänta på innan träningspasset kan fortsätta.

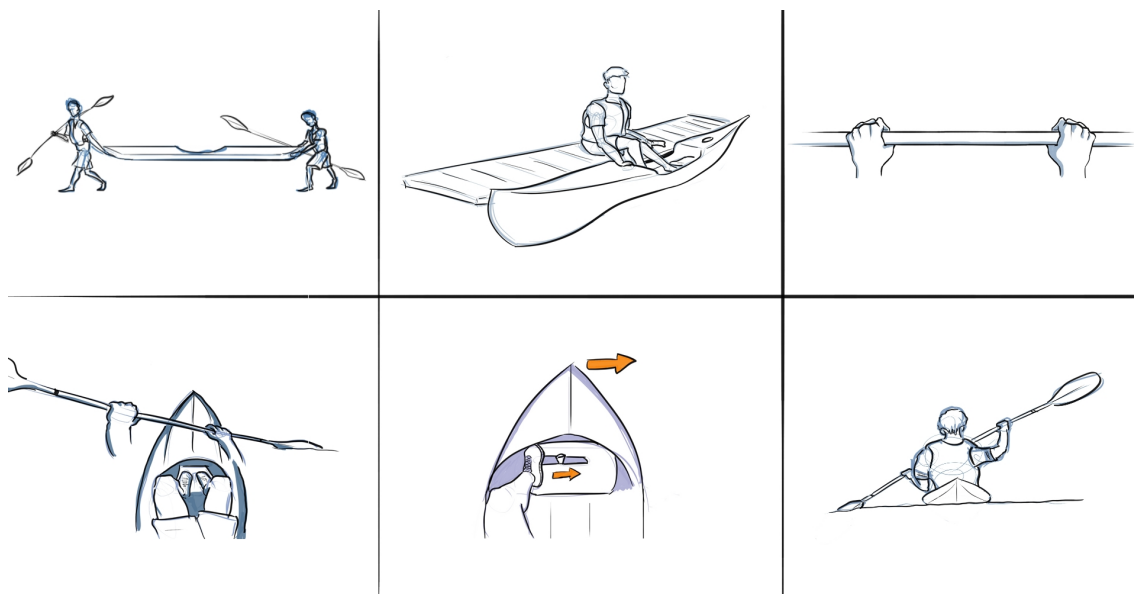
5.8.2 Optimering för nybörjarverksamhet

För att optimera kajaken för ungdomsverksamhet kommer konceptet fokusera på simplicitet och användarvänlighet. Kajaken kommer ha ett bredare skrov än hos befintliga nybörjarsurfkis i dagsläget för att öka balansen. Bredden kommer även förskjutas bakåt för att inte inkräkta på användarens möjlighet att använda korrekt paddlingsteknik. Den bredaste delen av kajaken är bestämd till att vara 50 cm. Ett sätt att minska mängden material som används vid tillverkning av kajaken, och därmed kostnaden hos kajaken, är att minska dess längd vilket även gör kajaken mer lätthanterlig. Nackdelen med detta är dock att kajaken inte kan komma upp i samma hastighet och kommer att ha lägre riktningsstabilitet (där kajaken inte åker helt rakt vid paddling utan svänger något mot den sida kanotisten tar ett paddeltag på). Hastighetsaspekten är inte så pass relevant då den begränsande faktorn kommer inte att vara kajakens skrov, utan snarare den utvecklade tekniken nybörjare paddlar med. Kajakens längd är satt till att vara 4,20 meter som en kompromiss mellan att uppnå en lägre tillverkningskostnad utan att uppoffra för mycket av kajakens egenskaper angående hastighet och riktningsstabilitet. D. Johansson menar även att 4,20 meter anses vara en standard för längden på barnkajaker (personlig kommunikation, 31 mars 2020).

Justerbarhet är ett måste när det kommer till ungdomskajaker, detta då flera användare måste kunna använda dem sina första gånger för att sedan gå vidare till en traditionell kajak. Olika längd kommer att kunna justeras för på kajaken via sitsen och fotstödet. Det kommer även finnas instruktioner vilket gör den tillgänglig för många olika kunskapsnivåer, vilket kommer kunna göras via en sits, fotstöd och instruktioner på kajaken, se figur 5.10.

På kajaken kommer det finnas instruktionerna som består av ett rutnät med bilder som beskriver de moment man måste genomföra för att börja paddla i korrekt sekvens. Rutnätet kommer vara lokaliserat på golvet av kajaken där användaren enkelt kan se dem under paddlingen. Syftet med instruktionerna är att underlätta och påminna för nybörjare som inte har så bra koll på hur man använder kajaken, och är därför inte tänkta som ett komplett paket för att kunna paddla perfekt, utan snarare som ett sätt att komma i vattnet och börja paddla. Om man exempelvis glömmer av hur tränaren sa att paddeln skulle hållas kan man kolla på bilden och enkelt komma igång.

De moment som inkluderas i instruktionerna är endast ett exempel på hur dessa kan se ut. Olika klubbar kan ha olika förutsättningar, och bilderna i sig är inte baserade på några fastställda regler. Det finns därför en stor utvecklingspotential och möjlighet för variation hos instruktionerna att arbeta med framöver.



Figur 5.10: Exempel på instruktioner för kajakpaddling.

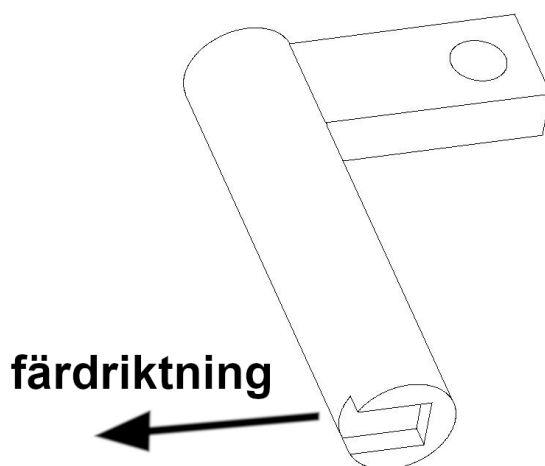
5.8.3 Sits och roder

Surfskis har enligt definition ingen sits, utan låter användaren sitta direkt på botten av dess urgröpning. Det slutliga konceptet kommer istället ha en sits som en traditionell kajak inuti urgröpningen. Denna sits kommer vara justerbar i längsled vilket låter användaren justera kajaken efter sin längd. Sitsen justeras genom att ett handtag trycks in och därmed komprimeras fjädrar som gör att sitsen går att förflytta. Sitsen förflyttas till önskat läge, trycket på handtaget släpps, fjädrarna expanderar och håller fast sitsen med ett tryck. Justeringsfunktionen för sitsen fungerar med hjälp av glidskenor. I CAD-modellen har enbart skenorna CAD:ats för att visa principen för funktionen, se bilaga H. Själva sitsen har ett litet ryggstöd, för att kanotisten inte ska glida av sätet, och en urgröpning för att kanotisten ska sitta bekvämt och stabilt samt att kanotisten inte ska glida av sitsen så kanotisten kan trycka ifrån vid varje paddeltag. Sitsen är 32 cm bred och kommer därför troligt att passa till ett barn/ ungdom i den önskade målgruppen. Urgröpningen i kajaken är 41 cm i sin bredaste punkt samt 120,5 cm lång, vilket medför att de flesta inom den tänkta målgruppen får plats i kajaken, (Kamber, 2007). Sitsen gör också övergången från traditionella kajaker till surfskis mer lättsam och förbereder användaren för de sitsar den kommer stöta på i framtiden. Denna tillämpning möter behovet av att kajaken ska ge en god introduktion till paddling av klassisk kajak, se sista raden i bilaga C.

Roderanordningen har en delvis ny design gentemot vanliga lösningar på marknaden idag för slätvattenskajaker och surfskis. Det första som skiljer är att rodret är fäst vid roderstången (stång i bakre del av kajak som kopplar ihop styrsnöre med roder) med hjälp av en magnet. Detta möjliggör att rodret lossar om den kolliderar med något, exempelvis om kajaken kör på grund.

Denna lösning har utvecklats för att en vanligt förekommande skada på slätvatenskajaker, enligt intervjuer och enkät, är att när kajaken kör i grund så trycks rodret in i kajaken och alltså gör ett hål i skrovet. Om rodret istället lossnar från roderstången vid en kraftig stöt så kan skrovet räddas från skada.

Roderstången, se figur 5.11, är magnetisk. I ändan av roderstången finns ett spår där en magnet kommer att hållas fast med hjälp av magnetiska krafter. Spåret har ett djup på 2 mm och är inte helt inneslutande, det vill säga det har endast 3 kanter. Spåret har endast 3 kanter för att möjliggöra lossning då rodret slår i något frami-från, förklaras mer nedan. Spåret är tillräckligt djupt för att motstå det tryck rodret upplever, då det är vinklat när kajaken svänger, men tillräckligt grunt för att lossna vid kollision då rodret är vinklat. Vidare undersökningar samt tester bör göras på det exakta djupet kombinerat med styrka på magnet som krävs för att uppnå detta.

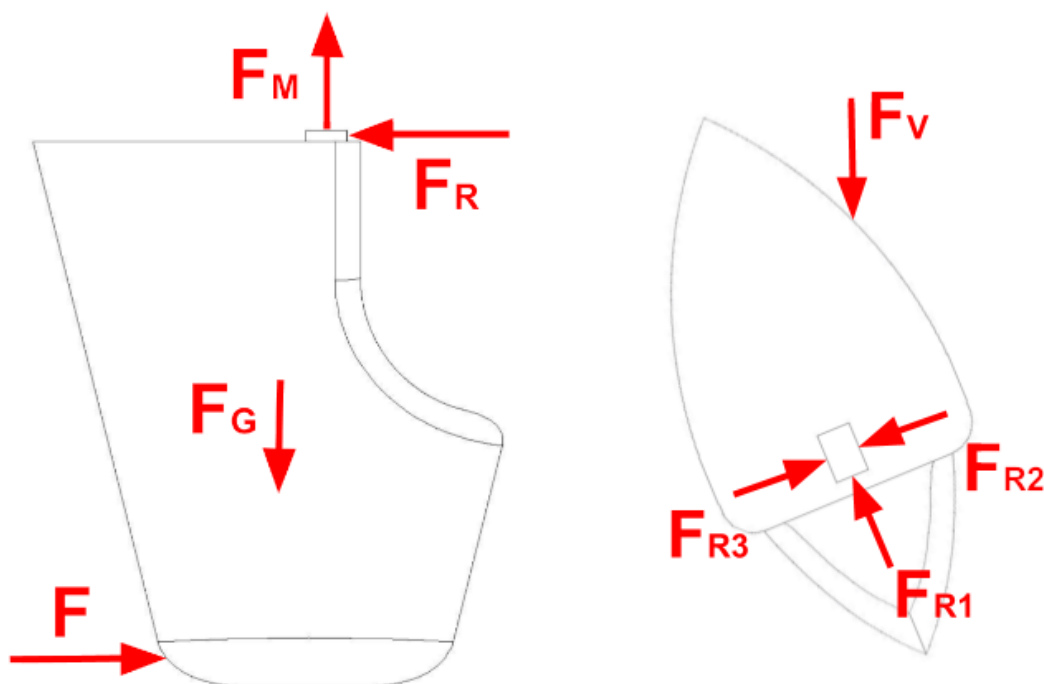


Figur 5.11: Roderstång, där nedre delen av figuren visar utskärning för magnet.

Figur 5.12 visar de krafter roder med fastsatt magnet kommer att uppleva vid kollision (vänster) och vid svängning (höger). Vid kollision har vattnets motståndskrafter försumrats och vid svängning har magnetkraft och egentyngd försumrats. Vid kollision kommer F (kollisionskraft), F_R (reaktionskraft från utskärning) och F_G (egentyngd) skapa ett motursmoment som är större än det medursmoment som skapas av F_M (magnetisk kraft). Kontaktytan mellan magnet och roderstång kommer att minska vilket leder till att F_M minskar och därmed så släpps rodret.

Vid svängning kommer rodret utsättas för F_V (vattenmotståndskraft) som i sin tur skapar F_{R1} , F_{R2} och F_{R3} (reaktionskrafter). F_{R1} betecknar den reaktionskraft som är mellan bakre del av magnet och urskärning. F_{R2} betecknar den reaktionskraft som är mellan övre och högra delen av magneten och utskärning. F_{R3} betecknar den reaktionskraft som är mellan nedre och vänstra del av magneten och utskärning. F_{R2} och F_{R3} kommer inte att vara lika stora, delvis på grund av att de uppstår till följd av moment med olika hävarmar. F_{R2} och F_{R3} kommer att leda till att magneten "nyper fast sig själv" eftersom att F_{R2} och F_{R3} kommer att ge upphov till två-dimensionella

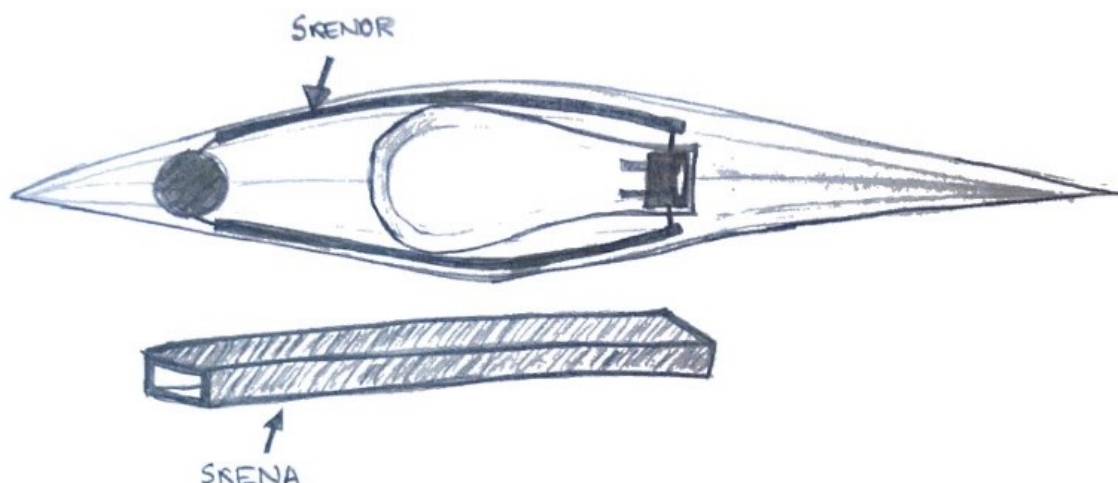
friktionskrafter mellan magnet och utskärning (vilket kommer motarbeta rörelse).



Figur 5.12: Krafter roder med fastsatt magnet som påverkar vid kollision (vänster) och svängning (höger). Kraftervektorernas storlek är inte skalenliga.

I samma utskärning på roder, där magneten fästs med roder, fästs även ett kort snöre som sedan knyts fast på en punkt på skrovet precis bakom roderstången. Detta binder alltså fast roder på kajaken och möjliggör återhämtning av rodret om den slås av. Längden exponerat snöre mellan roder och skrov är minimal och kommer inte att riskera fastna på exempelvis sjögräs.

Det andra som skiljer roderanordningen i det framtagna konceptet är att de snören som går från roderspaken vid fötterna till roderstången leds på utsidan av kajaken. De kommer att gå in genom samma hål som finns ovanpå rodret som används för att komma åt rodret vid exempelvis reparation och montering. Snören kommer alltså inte åka igenom skrovet på samma sätt som på andra kajaker. Detta är för att minska komplexitet och därmed även kostnad vid tillverkning och vid lagning. För att skydda snören kommer de att omslutas av skenor, se figur 5.13 för att se hur listen är tänkt.



Figur 5.13: Skenor som innesluter styrsnören.

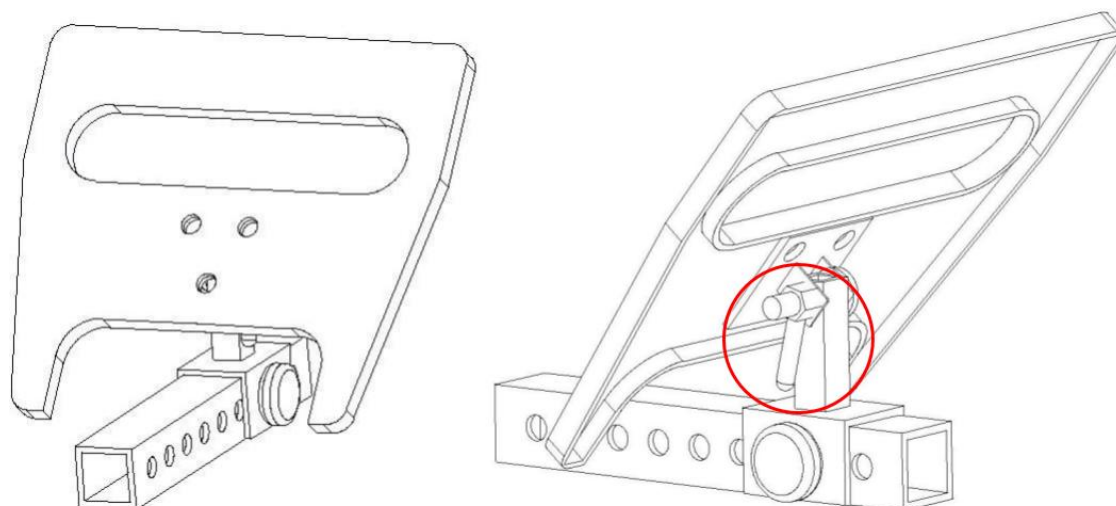
Locket som är placerat bakom sitsen på kajaken finns där för att visa vart luckan för styrdonet är tänkt att vara placerad. Locket ska vara tätslutande så att inget vatten kan tränga in i luckan då locket sitter på. Luckans diameter är 14 cm för att en hand ska få plats och styranordningen lätt nås.

5.8.4 Fotstöd och fästen

Huvuddelen av fotstödet är en fotplatta med en utskärning i, se figur 5.10 vänster. Denna utskärning används till för att rymma roderstyrningen. Fotplattan går att justera längs med kajakens längd och även att ändra vinkel på.

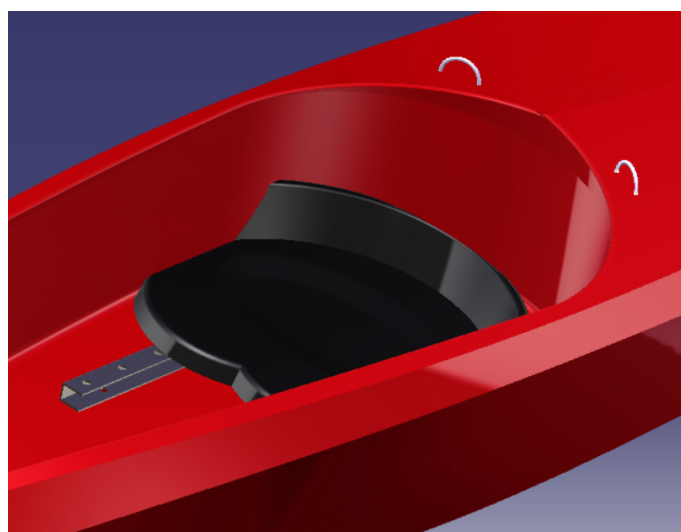
För att justera fotplattan i längstled dras en fjädrad pigg ut av användaren. Detta möjliggör förflyttning av hållaren. När användaren är nöjd med läget släpper hen tag om piggen, som fjädras in i ett hål och låser fast hållaren.

För att justera fotplattans vinkel lossar användaren en skruv. Skruven håller fast vinkeln av fotplattan med hjälp av friktion, så när skruven lossas släpper även friktionen. Skruven har ett handtag på sig för att underlätta lossning, se figur 5.14 höger.



Figur 5.14: Fotstöd framifrån (vänster), handtag för att kunna ändra vinkel (höger).

Bakom kajakens sittbrunn fästs två stycken universella fästen, se figur 5.11. Dessa fästen finns där för att på ett billigt sätt skapa möjligheter till ökad variation på aktiviteter på träningspass. I dessa fästen ska man lätt kunna fästa en väska så att man kan med önskat material för längre träningspass. Exempelvis kan mat packas med för att enklare kunna möjliggöra fikaraster. Fästet kan användas för att öka säkerheten vid transport av kajaken genom att tillhandahålla en bättre inspänningspunkt. De skulle också kunna användas för att fästa pontoner på kajaken för att skapa ökad stabilitet för kajakisten. I dagsläget är fästansordningen för pontoner inte specificerade utan det skulle kräva ytterligare utveckling för att säkert veta att kommersiella pontoner går att fästa i de universella fästena. En lösning på detta skulle kunna vara att forma fästena så att pontoner likt de på figur 5.15 går att fästa i kajaken.



Figur 5.15: Kajakens universala fästen.

5.8.5 Utseende

Ytterligare detaljer som kajaken kommer att innehålla är möjligheten att fästa en plastficka på ovansidan av skrovet. Detta för att medföra möjligheten att identifiera kanotister om någon olycka skulle inträffa.

Kajakens utseende är vidare tänkt att vara en enfärgad kajak. Detta för att kajaken ska vara attraktiv för alla i den tänkta målgruppen. Kajaken kommer att vara röd, då röd (eller gul) färg anses synas tydligt i vattnet enligt M. Hinnerson från Sjöräddningssällskapet (personlig kommunikation, 20 februari 2020). För att kajaken ska vara intressant och ge ett mer attraktivt utseende hos barnen/ungdomarna ska det finnas det möjlighet att beställa med dekorplast att fästa på kajakens skrov för att ge kajaken en unik design. Denna plast ska kunna tas av när användaren av kajaken vill ändra utseendet på kajaken och kunna återanvändas om det önskas. Denna dekorplast ska också kunna fungera som en reflex. Idag finns ingen dekorplast som tillverkas för detta syfte utan den plast som tillverkas idag är främst till för att dekorera hemmet. Det som finns på marknaden idag är dekalerna av olika slag som går att fästa på kajaker, men dessa går ej att återanvända (Amazon, 2020). Ytterligare utveckling av denna dekorplast kommer inte att göras i detta projekt, men har utvecklingspotential för framtiden.

När det kommer till kostnad ligger surfskis idag på ungefär samma nivå som traditionella kajaker. Då deras storlek och material ofta är samma är det främst med tillverkningsmetoder som kostnaden kan påverkas. Tillverkningen av surfskis i dagsläget kan ske i färre steg än hos en traditionella kajaker, men har också högre krav på metoderna då sittbrunnen måste göras i ett stycke istället för att kunna hanteras i flera steg. I framtiden bör denna metodik ha förenklats, vilket kommer leda till lägre kostnader för klubbarna.

Kajakens vikt estimeras till 10 kg räknat med lite marginal. Kajakens mantelarea beräknas i Catia V5 till cirka 4,1 m² och skalet till en tjocklek av 1 cm. Glasfibers densitet är 2,6 kg/dm³ (Epotex komposit). Enligt beräkning gör detta att vikten uppstiger till 9,88 kg som till vidare i rapporten och kostnadskalkyler avrundas upp till 10 kg för att få ännu en marginal. Vidare blir den totala vikten ungefär 3 kg tyngre då sits, fotstöd och roder räknas med. Detta gör att den totala vikten för konceptkajaken blir ca 13 kg.

5.9 Val av material och tillverkning

Konceptets skrov kommer bestå av glasfiber med ett lager av epoxy för tätning. Glasfiber erbjuder generellt bra egenskaper i alla de områden som är viktiga för konceptet (Hull & Clyne, 1996). Materialet tillverkas med hjälp av en vakuumasisterad process och är extremt lättformat under tillverkningsprocessen. Därför har den en fördel gentemot andra material i både kostnad och möjliga former (Thomason, 2020).

På grund av att kostnadsbilden är projektets högsta prioritet valdes glasfiber som material då det är det billigaste alternativet som inte äventyrar andra nödvändiga funktioner eller egenskaper hos en fungerande kajak, exempelvis kajakens styvhet. Vid större produktion är dock glasfiber ett ganska dåligt alternativ då processen under tillverkningen är svår att skala upp, detta på grund av att tillverkningsprocessen idag är så pass manuell.

Ett alternativ till glasfiber är rotationsgjuten polyeten. Detta alternativ vore det bästa för att producera kajaker i större antal, då det tar kortare tid, är en mer automatiserad process som bygger på rotationsgjutning och använder sig av ett billigare råmaterial. Enligt M.Siverbrant (personlig kommunikation, 27 februari 2020) är problemet med denna typ av tillverkning att det är svårt att få till en bestämd tyngdpunkt och den kan hamna lite var som helst, samt att materialet inte är lika styvt som glasfiber.

5.10 Utveckling och evaluering av koncept

För att evaluera hur väl det valda konceptet uppfyller kravspecifikationen analyseras antal uppfyllda krav. För att ytterligare specificera och analysera det slutgiltiga konceptet genomförs olika metoder. En prototyp byggs för att testa funktioner som konceptet har. Konceptet CAD:as i Catia V5 för att få en tydligare helhetsförståelse för konceptet. En FMEA sammanställs för att identifiera eventuella risker med konceptet. För att ytterligare evaluera konceptet görs beräkningar.

5.10.1 Utvärdering av kravspecifikation

Det framtagna konceptet utvärderas i kravspecifikationen genom att varje krav tilldelas ett utav fem olika status. "Ja", "nej", "troligtvis ja", "troligtvis nej" eller "vet inte". De tre sistnämnda statusen förmedlar att kravet har en viss osäkerhet kring sig eftersom konceptet ännu inte är i ett detaljkonstruktionsstadium. Fördelningen av samtliga kravs status ses i figur 5.16:

Status	Antal	Varav krav	Varav önskemål
Ja	26	16	10
Nej	3	0	3
Troligtvis ja	6	4	2
Troligtvis nej	4	1	3
Vet ej	9	6	3

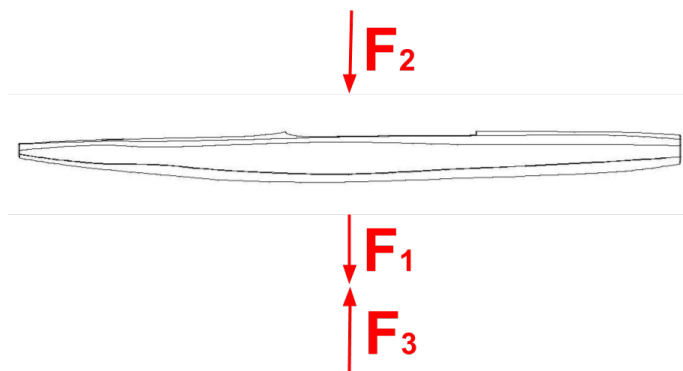
Figur 5.16: Kravuppfyllnadens utfall.

Utvärdering av kravspecifikationen visar att det framtagna konceptet har goda möjligheter att möta den utformade kravspecifikationen, vilket är ett av syftet med projektet. Det är i nuläget inga krav från kravspecifikationen som inte tros uppfyllas, däremot finns det några osäkerheter kring krav som behöver bekräftas om konceptet når ett detaljkonstruktionsstadium.

Samtliga 6 krav som antingen inte uppfylls eller troligtvis inte uppfylls är alla benämna som önskemål. Dessa har inte uppfyllts av konceptet eftersom de inte anses vara väsentliga för att produkten ska kunna uppnå sina huvudfunktioner. Önskemålet "Kajak ska kunna förflyttas av en person på land" uppfylls inte då en åttaårig anses inte kunna bära en cirka 12 kg vikt själv en sträcka på cirka 200 meter. Att önskemålet inte uppfylls är okej då på kajakklubbar är det inte ovanligt att barn hjälps åt att bära kajakerna eller att vuxna hjälper barnen bära kajakerna, enligt A. Ljungberg och T. Nilsson (personlig kommunikation, 4 februari 2020). Önskemålet "Användare ska kunna hålla fast vid kajak i vatten" kommer från Sjöräddningssällskapet och är med avseende på säkerhet. Detta önskemål sattes inte som ett krav då just denna säkerhetsaspekt är inte viktig om kanotister paddlar i grupp, vilket det framtagna konceptet endast ämnar att göras.

5.10.2 Beräkningar på flytkraft

För att säkerställa flytförmåga har enklare beräkningar baserat på Arkimedes princip utförts. Beräkningarna nedan utgår från den friläggning som visas i figur 5.17 och visar att även med grova marginaler, främst med avseende på arean och kanotistens vikt, så kommer kajaken att flyta utan problem. Kajaken kommer även flyta om den är helt vattenfylld och en kanotist står i den.



Figur 5.17: Friläggning av den framtagna kajaken i profil.

m_1 : kajakens massa
 m_2 : kanotistens massa
 A_k : area undersida kajak

h : djup kajak är i vatten
 ρ_v : densitet för vatten
 g : tyngdaccelerationen

$$m_1 \approx 10 \text{ [kg]}$$

$$m_2 \approx 50 + 50 \text{ [kg]} \text{ (50 kg vikt + 50 kg säkerhet)}$$

$$A_k \approx 1.5 \text{ [m}^2\text{]} ; \rho_v = 1000 \text{ [kg/m}^3\text{]} ; g = 9.82 \text{ [m/s}^2\text{]}$$

$$F_1 = m_1 g ; F_2 = m_2 g ; F_3 = A_k h \rho_v g$$

Jämviktsberäkning:

$$\uparrow: A_k h \rho_v g - m_1 g - m_2 g = 0$$

$$\Leftrightarrow$$

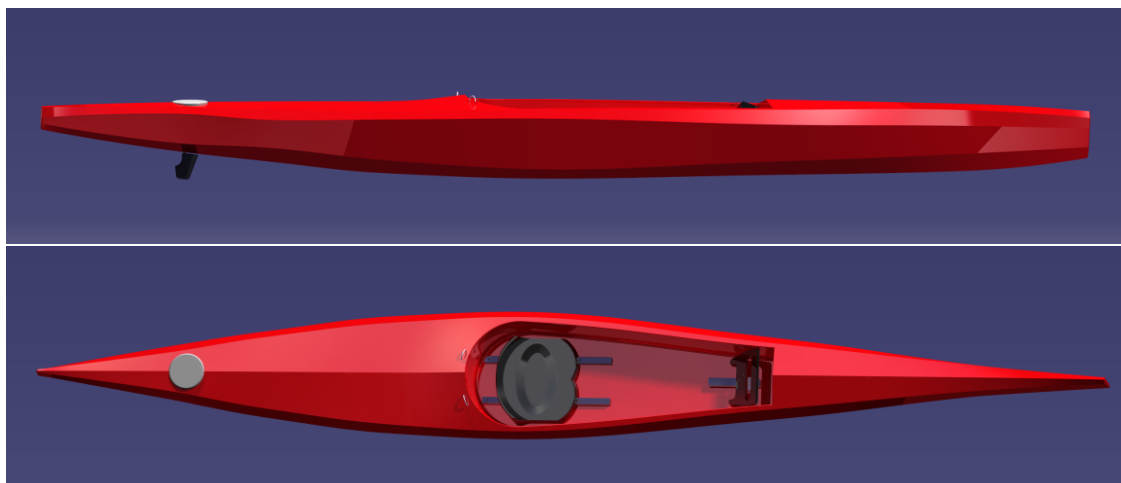
$$\uparrow: h = \frac{m_1 + m_2}{A_k \rho_v} \approx \frac{10 + 100}{1.5 * 1000} = 0.073 \text{ [m]}$$

Om vattenfylld, låt A_1 : area av fyllbart utrymme och l : höjden av fyllbart utrymme:

$$h = \frac{A_1 l \rho_v + m_1 + m_2}{A_k \rho_v} = \frac{0.32 * 0.14 * 1000 + 10 + 100}{1.5 * 1000} = 0.1032 \text{ [m]}$$

5.10.3 CAD

För att få en överblicksbild över det slutgiltiga konceptet framställdes CAD-modeller, se figur 5.14 och bilaga H. De olika delarna av kajaken presenteras i sprängskissen bilaga H. Kajakens kropp är solid med en urgröpning där kanotister är tänkt att sitta. I denna urgröpning finns ett reglerbart fotstöd och en reglerbar sits fastmonterad. På undersidan av kajakens skrov finns ett avtagbart roder fastmonterat. Styrdonet till detta roder finns inne i kajakens kropp och nås genom lucka som är monterad ovansidan av kajaken. Snörena till rodret är sedan dragna i skenor som är fästa på utsidan av kajaken. Dessa skenor skyddar snörena från att skadas. Genom att tillämpa denna lösning kan tillverkningskostnaden för kajaken sänkas eftersom snörena inte behöver dras inuti kajaken utan genom skenor. Dessa skenor finns inte med i CAD-ritningen då de ännu inte är specificerade. Universalfästena som är placerade bakom kajakens sittbrunn, finns inte med i sprängskissen då de tillkom i ett senare skede. De finns dock med på CAD-modellen, se figur 5.18.



Figur 5.18: Slutkoncept sett från sidan (över). Slutkoncept sett ovanifrån (under).

CAD-modellen och ritningarna ger en överblick över hur kajaken är tänkt att se ut, dock är varken modellerna eller ritningarna så pass fulländade att de är redo för tillverkning där bland annat ritningarna inte har angivna toleranser eller fullständig måttsättning. Skrovet på kajaken i CAD-modellerna finns till för att visa hur kajaken är tänkt att se ut i grova drag, men det slutgiltiga formen på skrovet är inte fastställt. De skrov som finns på marknaden idag anses vara så pass välutvecklade att exakt utformning på denna kajaks skrov inte ansågs vara det mest relevanta att utveckla i och med det syfte som kajaken ska uppfylla. Formen på kajakens skrov antas inte påverka kostnaden på något märkbart sätt. Därför är kajakens skrov tänkt att vara formad likt dagens.

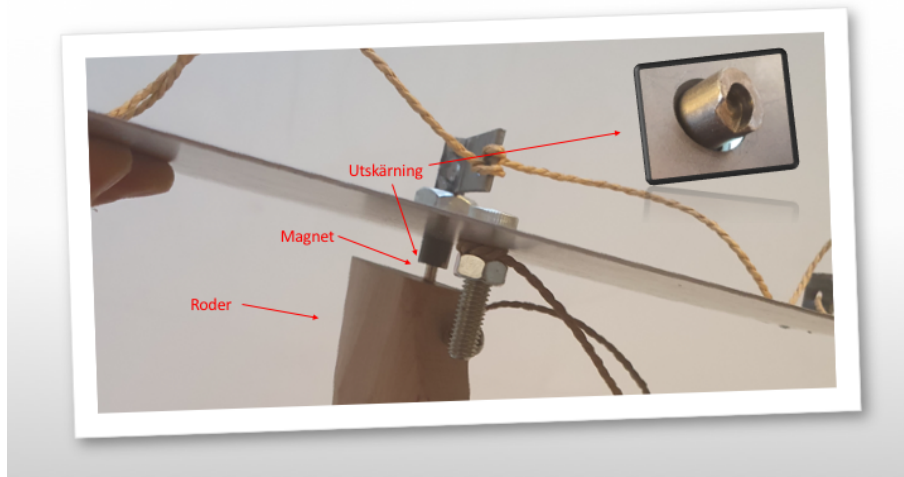
5.10.4 Prototyp

För att uppfylla det syfte som projektet önskar förverkliga togs prototyper fram. Dessa prototyper är tänkta att visa på de tekniska lösningar som tagits fram under projektets gång.

En fysisk prototyp av roderanordningen tillverkades. Överlag lyckades prototypen realisera en fysisk representation av den konceptuella roderanordningen, se figur 5.19. Magnetfästet mellan rodret och roderstången håller kvar rodret både vid mindre kraftpåkänningar samt vid styrning. Magnetfästet lossnar enligt design när rodret utsätts för en större kraft, och det tillsatta snöret fångar upp rodret, så den kan fästas tillbaka på kajaken och återanvändas.

Vid tillverkning av prototypen användes för enkelhetens skull en rund magnet, istället för en magnet med skarpa kanter som förutbestämt, för att fästa rodret på roderstången. Detta ledde till ett problem att rodret riskerade att rotera fritt gentemot roderstången, då det enda som förhindrar detta är friktionen mellan magneten och roderstången. Med andra ord finns det alltså risk att rodret roteras och exempelvis är smått riktat åt höger trots att roderstyrningen är riktad rakt fram. Detta upptäckta problem belyser vikten av att ha en magnet med skarpa kanter, enligt

ritningarna, som kan ta emot vid utskärningen på roderstången för att förhindra rotation.

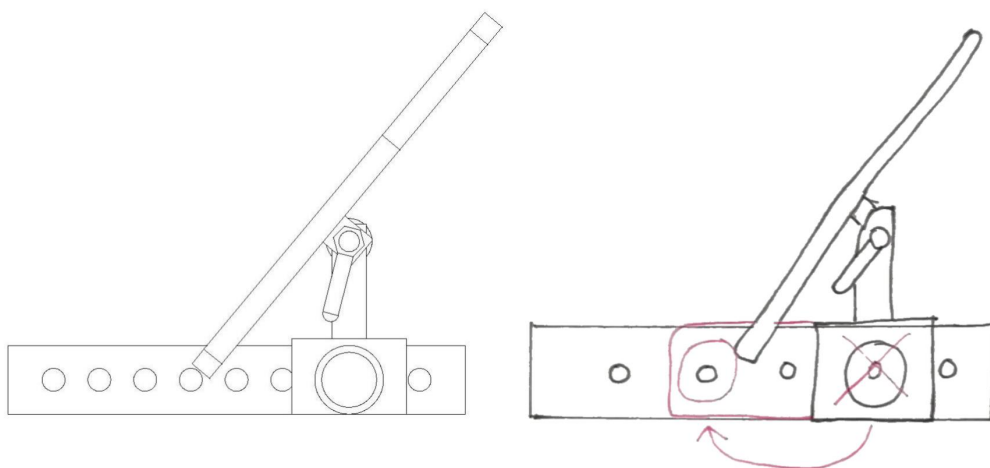


Figur 5.19: Visualisering av fysisk prototyp på magnetfäste. Författarnas egen bild.

På prototypen fästes ett snöre på baksidan av rodret istället för inne i hålet på rodret som magneten är fäst i, enligt ursprunglig design. Den egentliga fästmetoden för snöret på varken roder eller skrov är alltså inte testad i fysiska prototypen.

En virtuell prototyp av fotstödet producerades i CATIA, se bilaga H. På grund av designens enkelhet ansågs fotstödet inte behövas testas via en fysisk prototyp. Den virtuella prototypen visar att alla komponenter passar ihop och att det inte finns några områden där passningsproblem riskerar att uppstå. I kombination med den virtuella prototypen av skrovet ses dock att justeringskomponenterna, främst holder spike men även delvis holder nut, kan vara svåra att nå eftersom utskärningen i fotplattan är liten och eftersom användaren troligtvis inte kan sträcka sig runt fotplattan på grund av trångt utrymme mellan fotplatta och skrov.

En möjlig förändring av designen som åtgärdar detta problem är att bashållaren förlängs framför fotplattan så att justeringsknoppen kan nå utan att användaren behöver sträcka sig förbi fotstödet. Eftersom bashållaren fortfarande kommer med den föreslagna förändringen sannolikt produceras av ett U-fyrkantströr, endast görs lite längre, kommer förändringen leda till en endast minimal kostnads- och viktskillnad, se figur 5.20.



Figur 5.20: Nuvarande fotstöd (vänster) och föreslagen flyttning av justeringsknopp (höger).

Ytterligare ett möjligt problem kan uppstå med avseende på styrstången för roderanordningen. Då fotstödet position och vinkel kan justeras kommer styrstången troligtvis behöva kunna ändra vertikal vinkel, det vill säga att ändan riktad mot användaren kommer behöva kunna röra och upp ned.

5.10.5 FMEA

För att upptäcka möjliga riskområden med tillverkning och användning av produkten utfördes en FMEA, Failure Mode and Effects Analysis, se bilaga I. En FMEA används vid iterativ produktutveckling där varje generation av koncept deras med en FMEA, och sedan vidareutvecklas med hjälp av de föreslagna åtgärderna från FMEA:n.

Endast en omgång av FMEA har utförts och lämnas som en hänvisning om vart potentiella problem befinner sig och förslag på hur de kan lösas. För de fel med tillhörande lågt risktal rekommenderas ingen åtgärd. Vissa felsätt har inte fullt utvärderats med risktal eftersom produkten inte befinner sig i det utvecklingsstadiet än då dessa felsätt kan tillförlitligt bedömas. Dessa felsätt inkluderas ändå i FMEA:n för att ge en vägledning till framtida arbeten. Systemet “Sits” inkluderas inte i FMEA:n då den ännu inte är i ett detaljkonstruktionsstadie.

Överlag visar FMEA:n att risktalen för denna version av produkten är låga. De två risktal som sticker ut som högst är båda risktal som har med komponenten “snöre” att göra. Denna komponent är det styrsnöre som sträcker sig från roderspaken vid fotstödet till roderstången. Felen är att snöret skaver mot något och går av eller att den är felaktigt fäst. Rekommenderade åtgärder är att kontrollera gången där snöret löper för vassa kanter samt säkerställa att design på roderanordning förminskar risken för att användaren fäster snöret på ett felaktigt sätt. Denna version av FMEA antar att systemen “roderanordning” och “fotstöd” levereras omonterade och att användaren själv får montera dem.

5.11 Kostnadsuppskattning

För att uppskatta vilket pris den slutgiltiga kajaken kommer att få, har liknande produkter på marknaden undersökts och jämförts med. Med hjälp av den generella CAD-modellen har också en ungefärlig vikt beräknas för den framtida produkten, och kan därav jämföras med pris per kg på marknaden idag.

I tabell 5.2 har kajaker och surfskis anpassade för samma eller delar av målgruppen som gäller i projektets kravspecifikation, alltså barn- och ungdomsanpassade kajaker, listats upp. Tabellen är densamma som presenteras under delkapitel Marknadsundersökning. I den anses Wetiz's, nummer 6 och 7, Fenns, nummer 5, Souls, nummer 4, samt Nelos, nummer 1, surfski likna det framtagna konceptet allra mest för att lämpligast användas vid en prisklassificering. Detta då de är lika i både storlek och form. Deras längd ligger kring 4,2 meter, med ett liknande förhållande mellan längd och bredd som det framtagna konceptet. De är alla surfskis, vilka liknar det framtagna konceptets form mer än en standard slätvattenskajak. Om något är det Nelos surfski som skiljer sig mest från konceptet av de ovannämnda, vilket också tas hänsyn till. Nelos är något smalare kajak i förhållande till dess längd och i en högre prisklass. Även att märket Nelo upplevs ha en hög status på marknaden kan innebära att prissättningen på deras produkter ligger högre än andra. Det ska tilläggas att samtliga produkters material är glasfiber, vilket det också rekommenderas vara för det framtagna konceptet.

Tabell 5.2: Delutbud av barn- och ungdomskajaker på marknaden, här i syfte att jämföra med vid kostnadsuppskattning.

Nr	Kajak	Längd (m)	Bredd (m)	Förhållande bredd/längd	Vikt (kg)	Material	Maxvikt paddlaren(kg)	Pris	Referens
1	Nelo Futurekids Ocean Ski Maxi (surfski)	4,2	0,38	0,091	9,5	Glasfiber	50	13500	(Nelo, 2020)
2	Nelo K1 Mini Viper (kajak)	4,17	0,47	0,113	10,7	A1 (glasfiber/epoxy)	60	13500	(Nelo, 2020)
3	Nelo Futurekids C1 Maxi (kanadensare)	4,2	0,36	0,086	10	A1	50		(Nelo, 2020)
4	Soul Space Shifter (surfski, utan roder)	3,66	0,46	0,126	12	plast	50	8000	(Soul, 2020)
5	Fenn Bonito Kids Surfski (surfski)	4,2	0,5	0,12	12	PolyVac (glasfiber)	75	13600	(Wetiz, 2020)
6	Wetiz Guppy V20 Kids Adjustable (surfsk)	4,24	0,47	0,111	14	Glasfiber		11 900	(Wetiz, 2020)
7	Wetiz Jester Kids Adjustable (surfski)	4,57	0,485	0,107	13	Glasfiber		11 900	(Wetiz, 2020)
8	Björn Thomasson Kavat Micro (Kajak)	4,03	0,5	0,125	11	Trä	55		(Björn Thoamasson, 2019)
9	Björn Thomasson Kavat Mini (Kajak)	4,68	0,5	0,107	13	Trä	70		(Björn Thomasson, 2019)
10	Stockholm kajak (kajak)	4,3	0,56	0,131	20	1-lagersplast	95	5 990	(Stockholm Kayak, 2020)
11	Hody MK1 Dolphin (kajak)	4,15	0,47	0,114	10	Glasfiber	50		(Hody, 2020)
12	Carbonology Sport Splash (surfski)	4,5	0,48	0,107	12		75	15 990	(Aterra, 2020)

Det bör understrykas att prissättningen endast är en uppskattning, det faktiska priset i framtiden kan skilja sig åt. Skillnaden beror på att en mer detaljerad prissättning kan göras först när produkten är klar för produktion, vilket inte är målet för det aktuella projektet. Dock har fortfarande en uppskattning i dagsläget betydelse, för att få en indikation på om konceptet uppfyller de kraven som är satta. I kravspecifikationen kan läsas att inköpspriset inte får överstiga 10 000 kr och att det önskas hamna mellan 8 000 – 10 000 kr.

Priserna på jämförbara produkterna antas generellt bero av produktionskostnad, materialkostnad, övriga kostnader för organisation och administration, samt en pålagd buffert för att säkerhetsställa vinstmarginal. Produktion och montering antas stå för 60% av priset, materialet för 30% och övrig kostnadsmarginal på kring 10%. Materialkostnaden hänvisas också till CES, ett verktyg för materialval. Enligt CES analysen ligger priset för glasfiber mellan 200 och 280 kr/kg, vilket också är prisspannet för de olika utfallen i kostnadstabellen (CES EduPack, 2018). I tabellen beräknas kajakens vikt på skrovet utan fastmonterade tillägg, som alltså har beräknats genom att multiplicera 10kg med aktuell materialkostnad per kg.

Utefter dessa antaganden har tre olika möjliga utfall beräknats, för olika uppskattningar av kostnaden för kajaken. Det bästa tänkbara är antagande 1 i tabell 5.3, då har också Souls surfskivariant tagits i beaktning vid bestämmandet av produktions- och materialkostnaden. Skillnaden mellan de tidigare nämnda produkterna är att Souls är av plast och utan roder, vilka troligtvis är del av orsaken till ett förhållandevis lägre pris. Det är därför troligare att priset hamnar någonstans kring 10 600 kr som i utfall 2, vilket framförallt baseras på Fenns och Wetiz's kajaker. De ligger närmast i utformning och på ett lägre prisspann än Nelos surfskis. I utfall 3 antas priset hamna närmare Nelos prissättning däremot, och blir därför något närmare syftet att skapa en kajak med låg kostnad.

Tabell 5.3: Kostnadsberäkning. Resultat beräknat utifrån tabell 5.2.

	1. Bäst antagna utfall	2. Troligast antagna utfall	3. Sämst antagna utfall
Materialkostnad per kg	200	255	280
Antal kg	10	10	10
Produktionskostnad 60%	5000	7000	8000
Materialkostnad	2000	2550	2800
Övriga kostnader	417	583	667
Summa utan buffert	7417	10133	11467
Buffert 5%	370,85	506,65	573,35
Slutgiltig kostnad	7787,85	10639,65	12040,35

5.12 Potentiella produktionspartners

För att kunna gå vidare med detta projekt i framtiden samt för att uppfylla det syfte som projektet förväntas förverkliga har möjliga produktionspartners identifieras. Då projektet inte har någon färdig detaljritning eller ett koncept som är färdigt för produktion har ingen kontakt tagits med dessa produktionspartners. Detta medför att skillnader på kostnader hos de olika produktionsparterna inte kan fastställas, men de kommer att diskuteras.

Bloggen Thomasson design som tidigare refererats till är skriven av en kajaktillverkare och innehåller information om bland annat kajaker och dess tillverkning.

Bloggen har rekommenderats av intervjuade och anses därför vara en trovärdig källa att använda. Thomasson (2020) rekommenderar Nordic kayaks som en lämplig tillverkare där han själv är delaktig i bland annat skrovutvecklingen och den visuella designen. Nordic Kayaks bygger surfskis, med till synes stor passion, vilket gör dem till intressanta produktionspartners. Deras utbud idag har inte heller någon liknande surfski vilket skulle kunna bidra till ökat intresse för samarbete (Nordic kayaks, 2016). Fördelen med en svensk tillverkare är att ett kortare avstånd och gemensamt språk underlättar för samarbete, men nackdelen är att arbetskraften och därmed tillverkningen riskerar att bli dyrare.

En annan trovärdig eventuell produktionspartner är Nelo. Deras produktion sker i en modern fabrik i Portugal (Nelo, 2020). Nelo är ett stort och etablerat företag, vilket gör dem trovärdiga och stabila. Nelo har redan en befintlig barnvänlig kajak, vilket ytterligare skulle kunna bidra till att deras intresse för att vara med och producera denna kajak troligtvis inte är så högt. Eventuellt skulle det dock kunna finnas ett intresse då det är en något annorlunda variant med en sits i. Det skulle även kunna vara intressant att ta fram en billigare variant som denna kajak för att väcka intresse för surfskis i Sverige och därmed öka sin försäljning här. Eftersom Nelo är ett prestigefyllt märke skulle det kunna bidra till viss kostnadsökning.

Epic Kayaks i Erwin i Tennessee är en annan produktionspartner som är värda att undersöka vidare. De har tillverkat surfskis, kajaker och paddlar i 20 år och har god erfarenhet (Epic kayaks, 2020). Det skulle dock även här liksom i de andra fallen krävas en större efterforskning för att ta reda på om epic kayaks är en lämplig produktionspartner.

Ett annat alternativ för att pressa ner kostnaderna är att vända sig till tillverkare i länder med billigare arbetskraft. Detta skulle dock kräva efterforskningar för att undersöka hur trovärdig tillverkaren är ur såväl etiska och miljömässiga som logistiska perspektiv.

5.13 Resultatanalys - ökat kundvärde

Kundvärdet definieras som tillfredsställelse av behov i förhållande till förbrukning av resurser (Lindstedt & Burenus, 2006). Kundvärdet för en produkt kan ökas genom att bättre tillfredsställa behov eller genom att minska förbrukning av resurser, där resurser inkluderar aspekter som pengar, tid, möda, med mera.

Den kajak som har tagits fram i detta projekt antas ha nått ett högre kundvärde än kajaker på den befintliga marknaden, vilket svarar till den del i syftet där kajaken som tas fram ska vara konkurrenskraftig. Ett ökat kundvärde medför att produkten är konkurrenskraftig. Priset har kunnat reduceras något. Inköpspriset för kajaken estimerades till 10 600 kr, vilket är lägre än det genomsnittliga priset för dagens ungdomskajaker och därmed har förbrukning av resurser minskat lite, men den största delen av ökningen av kundvärdet beror på att tillfredsställelse av behov har ökat.

Det främsta bidraget till ökning av tillfredsställelse av behov är kajakens användarvänlighet och simplicitet att använda, som följd av att konceptet kombinerar sjövärdigheten av en surfski med justerbarheten av en klassisk kajak. Kajaken är lätt att paddla, skapar en god balans med sitt breda skrov och om fall i vatten skulle ske är det lätt att ta sig upp i kajaken igen. Utöver har tillfredsställelse av behov ökat genom att kajakens säkerhet har förbättrats i och med tillagda reflexer och att man inte kan fastna i kajaken. Det är även lättare att kunna paddla i olika typer av vatten och den har en längre hållbarhet då rodret klarar mer stötar. Ytterligare har denna kajak ett fotstöd som är enklare att justera än de flesta fotstöd i kajaker på marknaden idag, vilket gör att kajaken är mer anpassningsbar för olika barn/ungdomar. Det behövs inga specialverktyg för att justera fotstödet. Möjligheten att kunna göra sin egen design med dekorplast ökar ytterligare tillfredsställelse av behov då kanotisten själv kan påverka kajakens utseende.

6

Analys och diskussion

I följande avsnitt diskuteras resultatet och den utförda metodiken. Avsnittet tar upp kommentarer kring dessa, upplevda hinder och problematik, alternativa lösningar och rekommendationer kring framtida arbeten.

6.1 Svårigheter vid utveckling

Vid inledande kontakt med Dag från Svenska Kanotförbundet var förhoppningen att minska inköpspriset med cirka 50% från 15 000 - 20 000 kr. Samtidigt skulle projektet uppfylla ett medföljande behov från det ursprungliga uppdraget, nämligen att produkten måste starkt efterlikna de kajaker som redan finns idag på klubbar. Detta behov uttalades också av lokala kajakklubbar vid de genomförda intervjuerna. Uppdraget kan alltså grovt uttryckas som "samma kajak till halva priset", något inte har varit möjligt att uppnå. Priset blev reducerat till drygt 10 000 kr, vilket visserligen är hälften av maxpriset på 20 000 kr, men det innebär en avvikning från en slätvattenskajaks mer traditionella utformning istället.

Det medföljande behovet om att produkten ska efterlikna befintliga kajaker kan delas in i mer specifika behov. Definitionen av dessa mer specifika behov är en omformulering av påståenden från intressenter och uppdragsgivaren. Ursprungliga uppdraget och specifika behoven kan formuleras som:

1. Kajaken ska ha ett inköpspris på cirka 50% utav de kajaker som köps in i nuläget.
2. Kajaken måste möjliggöra, och helst uppmuntra, utförande av den paddeltekniken som används i de kajaker klubbar har i dagsläget.
3. Kajaken måste upplevas och kännas ganska likt de kajaker klubbar har i dagsläget. Detta behov är främst med avseende på den upplevda styvheten av skrovet på kajaken, vikten av kajaken samt den hastighet som kan upprätthållas i kajaken.
4. Kajaken måste visuellt identifieras och starkt förknippas med de kajaker klubbar har i dagsläget.

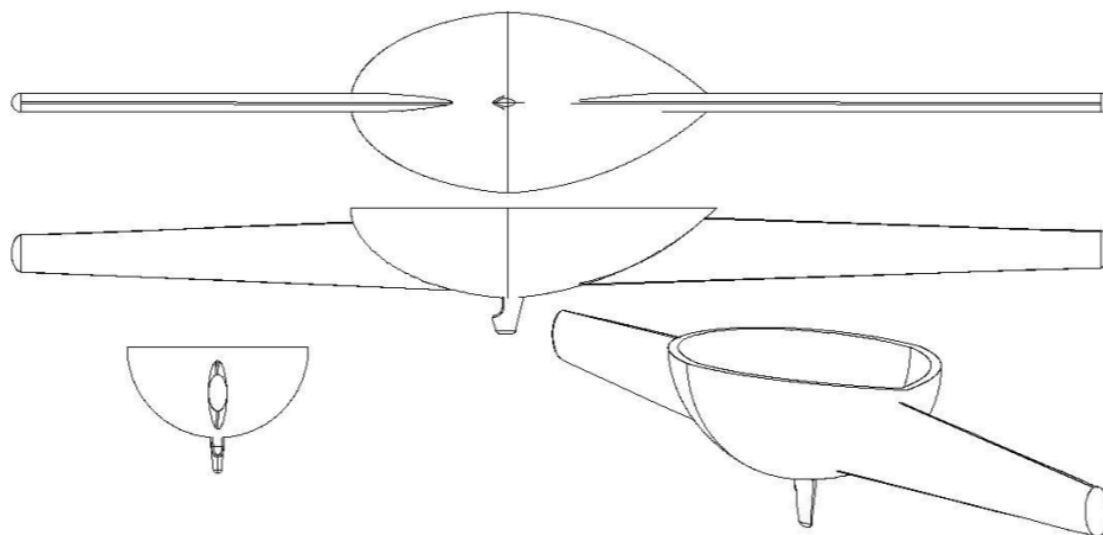
Kombinationen utav punkter 2, 3 och 4 medför en rejäl begränsning till möjligheten för nytänk kring själva utformningen och designen för att kunna lösa punkt 1. Vikten för kund och intressenter av att punkt 2, 3 och 4 uppfylls förstärks av att det i dagsläget redan finns olika varianter av kajaker på marknaden som har ett

inköpspris på cirka 50% utav de kajaker klubbarna köper in i nuläget. Om punkt 2, 3 och 4 inte var viktiga, skulle klubbarna ha köpt in dessa kajaker.

Följande är exempel på hur kombinationen av punkt 2, 3 och 4 begränsar möjligheten till nytänk kring själva utformningen och designen för att lösa punkt 1. Utan de resterande punkterna skulle en något extrem lösning kunna framföras för att lösa en enskild punkt.

Punkt 1 löses alltså genom att radikalt minska storleken av skrovet till det absoluta minimum som krävs för att rymma en person, se figur 6.1. Då skulle kostnaden för materialet drastiskt sänka inköspriset. För att säkerställa att punkt 2 uppfylls behöver kanotisten vara sittandes på rumpan, vilket påverkar formgivning av skrov. Punkt 2 kräver även att styrning ska ske med hjälp av ett roder och att kajaken inte ska svänga märkbart av att kanotisten paddlar, exempelvis att kajaken svänger höger då kanotisten tar ett paddeltag på höger sida. Detta behov löses genom att göra skrovet långt, men ändå smalt för att minska på kostnaden. Delar av skrovet som är under vatten är extra utsatta för skador då kanotisten är mindre medveten om de då de inte syns, så de tillverkas i en mer stöttålig hård- eller termoplast och fästs på skrovet.

Detta koncept stöter däremot på problem vid punkt 3 och punkt 4. En sådan formförändring kommer kräva utförliga simuleringar och beräkningar kring stabilitet samt kring hastighet på grund av vattenmotstånd, punkt 3, vilket är kunskap projektgruppen möjligtvis inte besitter. En sådan kajak särskiljer sig också väldigt mycket från en befintlig kajak, vilket strider mot punkt 4.



Figur 6.1: Radikalt exempel på kajak sett nedifrån, i profil, framifrån och i 3D-vinkel.

6.2 Rekommendationer till framtida arbeten

I produktutvecklingsprocessen har det dykt upp problem som projektgruppen inte har löst och möjligheter som projektgruppen inte har nyttjat. Dessa är angivna nedan.

Besitter framtida uppdragstagare djupare kompetens kring material eller tillverkning kan de möjligtvis uppfylla det ursprungliga uppdraget om kostnadsminskning utan att offra de övriga krav kund och intressenter ställer. I grund och botten är "samma kajak fast billigare" nästan helt och hållet ett problem angående material, tillverkning och möjligtvis näringskedjan och löses därmed helst utav personer som besitter den kunskapen.

Vid tillverkning bör även vidare undersökningar göras kring att maximera prestandan av materialet genom att ta hänsyn till fiberriktningar. Det valda materialet glasfiber har olika hållfasthetsprestanda beroende på om belastningar uppstår i eller ortogonalt fibrernas riktning. Denna aspekt bör tas i åtanke, särskilt kring sittbrunnen då det är skrovets mest belastade del.

Möjlighet för kostnadsminskning genom att kunden själv får montera kajaken bör undersökas. Utöver skrovet har en kajak några ytterligare delar som inte nödvändigtvis behöver vara komplicerade att montera. Dessa är bland annat roderanordning, fotstöd och sits. Kan dessa delar ha en sådan design att deras komponenter kan levereras löst och enkelt monteras av användaren kan inköpspriset för kajaken sänkas.

Ett vanligt förekommande problem med kajaker är att de repas då de åker i grund eller läggs ned på grus. I värsta fall kan dessa repor försämra prestandan av kajaken då de ökar vattenmotståndet, enligt påståenden från utförda intervjuer. Undersökningar bör göras om särskilt utsatta områden, främst undersida av skrovet, kan beläggas med ett material som är tåligare mot små vassa stötar, exempelvis ett gummiaktigt material.

De universella fästen som finns på baksida kajak kan möjligtvis användas för att fästa pontoner för att öka stabiliteten för nybörjare. Möjligheten till att göra detta har mötts av skilda åsikter från intressenter, där vissa klubbar är starkt emot idén och vissa klubbar är positiva för idén då de är oense om pontoner försvårar inlärning av korrekt teknik. Färdigköpta pontoner har dock sina egna infästningspunkter. Undersökningar bör göras om de universella fästen kan göras kompatibla till åtminstone några av de löstagbara pontoner som säljs på marknaden idag.

Eftersom den högsta kostnadsdrivaren är tillverkning av skrovet hade ytterligare fokus på denna del av kajaken kunnat påverka dess kostnad väsentligt, särskilt genom att minska dess storlek. Enligt intervjuer leder en längre kajak i regel till ett minskat vattenmotstånd samt riktningstabilitet vid paddling. Kajaken kommer alltså inte märkbart ändra riktning när ett paddeltag tas på respektive sida, vilket är ett

problem, eller snarare en funktion, på kortare kajaker. Dessa två egenskaper från en längre kajak är huvudsakliga anledningen till varför en kajak i liknande längd efterfrågas av intressenter. Vidare undersökningar bör göras på hur kort en kajak kan tillverkas innan den förlorar de efterfrågade egenskaper om lågt vattenmotstånd och riktningsstabilitet eftersom storleken på skrovet är en sådan påtaglig kostnadsdrivare.

Vid detaljkonstruktion av skrovets utformning bör vidare undersökningar göras kring kajakens flytförmåga. Preliminära beräkningar tyder på att kajaken möjligtvis flyter för bra, det vill säga att den inte sjunker in tillräckligt djupt i vattnet. Detta leder till problem med glidning i sidled samt riktningsstabilitet. Om en kajak endast sjunker ned minimalt i vattnet kommer den märkbart dras med vinden och även förlora sin riktningsstabilitet vid paddling.

Dekorplasten, som är tänkt att användas för att kunna ge varje kajak en unik design, behöver undersökas noggrannare i framtida skede. Dagens utbud av dekorplast är framförallt riktat till inredning och dekorerings av hushåll (Paxlux, 2020). Dekorplastens lämplighet för att placeras på en kajak har inte prövats i detta projekt utöver att plasten är vattentålig. Dagens plast fungerar inte heller som reflexer i dagens läge, även denna punkt bör vidareutvecklas vid fortsatt efterforskning.

Vidare undersökningar bör göras med avseende på miljöaspekter, då dessa inte har bearbetats djupgående under projektets gång. Vid användning av kajakerna är miljöpåverkan i princip helt obefintlig ifall skrovets materialet inte läcker ut giftiga ämnen i sjön. Fokus bör istället läggas på att minimera miljöpåverkan vid tillverkningsfasen, och hänsyn bör tas till miljöpåverkan av transport från tillverkningsplats till användningsplats.

6.3 Metoddiskussion

Konceptgenereringen påbörjades genom att kombinera olika lösningar på funktioner utifrån vissa teman, exempelvis justerbarhet, kostnad, och så vidare. Detta tillvägagångssätt stötte på stora svårigheter på grund av hur integrerade många funktioner och lösningar är med varandra. En stor del av funktionerna löses genom utformningen av skrovet, och därmed fungerar inte lösningskombination som form av konceptgenerering på ett bra sätt.

På grund av denna problematik delades konceptgenereringen upp i två särskilda delar. Alla funktioner som löstes genom utformning av skrov behandlades i en egen konceptgenerering och resterande funktioner som inte är skrovberoende behandlades i en egen konceptgenerering.

Vidare har endast en ungefärlig utformning av skrovet utförts, där en exakt form och tillhörande strömningssimuleringar lämnas åt framtida arbeten. För att kompensera för detta har skrovets ungefärliga utformning försökt att efterlikna befintliga kajakers skrov, där dessa antas vara väl fungerande.

6.4 Utforskning av problemområdet

Bland de intervjuade ses en tydlig trend om att samtliga intervjuade, med undantag för Leif Asp som intervjuades angående material, har mycket erfarenhet med paddling i specifikt slätvattenskajaker. Intervjuer av lead users är viktigt att utföra för att få en expertkunskap kring området, men bland intervjuerna saknades den tänkta primära användaren: nybörjare. Intervjuer med dessa skulle ge ett perspektiv kring nybörjarpaddling som de övriga experterna möjligtvis inte har kunnat ge.

Intervjuer för nybörjare utfördes ej på grund av att de ej fanns lätt tillgängliga. Eftersom det inte var kajaksäsong under projektets gång fanns inga aktiva nybörjare, och de som var nybörjare vid förra säsong har redan hunnit få en säsongs erfarenhet och är därmed inte längre totala nybörjare. Som ett substitut för nybörjare intervjuades istället experterna nämnda ovan, där de kom med ett andrahandsperspektiv på hur nybörjare använder kajaker. Trots att detta ej var förstahandsinformation ansågs den ändå hålla högt värde och relevans då många utav experterna är delaktiga i utläring av nybörjare. Samtidigt vill inte projektgruppen låsa sig till att bara fråga nybörjare och personer i kajaksammanhang. Detta då de kan ha en konservativ bild på hur en kajak bör vara. Projektgruppen anser dock att detta kompenseras av att samtliga medlemmar inom projektgruppen har lite eller ingen erfarenhet inom paddling.

Om mer tid fanns hade det även varit gynnsamt att intervjua människor från andra delar av kanotvärlden för att få inspiration om nya idéer som kan föras över till slätvattenskajaker. Det hade kunnat vara gynnsamt att intervjua personer som representerade följande områden: havskajaker, fiskekajaker, forskajaker, turistkajaker, surfkajaker och även kanotister från olika delar av världen.

Värt att notera är att intervjuerna transkriberades ej då projektgruppen ansåg att detta skulle ta för lång tid. Detta var en bra prioritering eftersom gruppen klarade sig bra på de anteckningar som gjordes vid de olika intervjutillfällen. Dock medför detta att samtalen inte kan källhänvisas på fullständigt korrekt sätt till konversationerna.

Enkäten som efterföljde intervjuerna anses vara lyckad. Då enkäten som skickades ut via Facebookgruppen "Kanotgruppen" hade cirka 70 stycken svar kunde en ganska tillförlitlig helhetsbild av användning av klubbkajaker sammanställas. Enkäten uppfyllde sitt syfte att bekräfta intervjuerna i och med att svar på enkäten var överens med utlåtanden från intervjuerna.

Nästan alla medlemmar i projektgruppen har någon form av erfarenhet med kanot- eller kajakpaddling. Däremot var erfarenheten om specifikt slätvattenskajaker begränsade. Utöver intervjuer hade det även varit gynnsamt för förståelsen om gruppmedlemmarna själva provade på att paddla kajaker. En positiv aspekt av den begränsade erfarenheten är dock att projektmedlemmar har samma ingångspunkt för slätvattenskajaker som den tänkta användare har.

6.5 Etiska aspekter

Säkerhet vid användning är den främsta etiska aspekten som projektgruppen har tagit i beaktning. Kajaken kommer att vara enklare att använda än dagens kajaker vid klubbverksamhet på grund av dess ökade stabilitet som följd av en ökad bredd på skrovet. Genom tydliga instruktioner fästa på skrovet hur kajaken ska användas, samt reflexer och kontrasterande färg till vattnet, blir båten säkrare än dagens då fler olyckor kan motverkas och vid eventuell olycka finns det goda möjligheter att hitta och hjälpa kajak och kanotist. Fler säkerhetsåtgärder skulle kunnat ha tillämpats på kajaken men projektgruppen ansåg att detta skulle öka priset samtidigt då kundvärdet skulle vara det samma. Detta i och med att paddling på en sjö som kajaken är lämpad för innehar vid normala omständigheter inga större risker än om paddlingen hade utförts på havet.

Utformningen kommer även göra att det blir lätt för en tränare i fölgebåt att hålla koll på antalet paddlare samtidigt som det är säkert för en tränare att hjälpa en kanotist utan att skadas själv. Inga fysiska test har dock tillämpats då det inte varit möjligt att framställa en fullständig kajak vilket gör att detta endast är antaganden och kan inte verifieras.

En kajak idag är redan en mycket miljövänlig produkt sett till användning. Det koncept som projektgruppen valt kommer därmed också följa dagens kajaker och inte avge några miljöutsläpp vid användning. Det valda materialet glasfiber släpper inte ut några gifter vid kontakt med vatten. Det som främst blir en miljöaspekt att ta hänsyn till är tillverkning, materialval och återvinning.

6.6 Utvärdering av Värde modellen

Den teoretiska grunden till arbetsmetodiken för detta projekt har varit Värde modellen. Hur väl denna arbetsmetodik passar denna typ av projekt utvärderas i följande avsnitt, där övergripande tankar samt kommentarer kring varje fas, som beskrivna i kapitel 3 - Litteraturanalys, presenteras.

6.6.1 Övergripande tankar

Värde modellen verkar framstå som en arbetsmodell riktad mer åt företagsledning som administrerar och leder ett produktutvecklingsprojekt, gentemot att vara en arbetsmodell riktad åt själva produktutvecklarna. Mycket av det som beskrivs i Värde modellen är på macronivå istället för på micronivå där exempelvis frågor om sponsorer och investerare behandlas. Även mycket stort fokus läggs ned på val och etablering av laget. Trots detta så innehåller Värde modellen fortfarande många praktiska arbetsmetoder som är användbara för en projektgrupp bestående av produktutvecklare.

Värde modellen är exemplarisk på att förklara syftet bakom produktutvecklingsstegen och skapar en väldigt bra övergripande ram över ett produktutvecklingsprojekt

från start till slut. Däremot är en mycket större del av innehållet i Värde modellen fokuserat kring uppstartsfasen än senare delar av utvecklingsfasen. För att illustrera detta används endast cirka 100 utav 700 sidor i Värde modellen om själva genomförandet av utvecklingen och framtagningen av en produkt. Resterande del av Värde modellen ämnas främst åt förberedelser inför dessa 100 sidor.

Värde modellen fungerade bra att utgå från i detta projekt, men projektgruppen gick ganska mycket utanför dess ramar. Väldigt mycket av innehållet i Värde modellen följdes inte, exempelvis mycket innehåll om att etablera laget. Innehållet följdes inte fullt ut främst på grund av att de behandlade moment som inte var relevanta för detta projekt.

Värde modellen rekommenderas inte i sin helhet för ett liknande projekt i framtiden. En stor del av litteraturen är inte tillämpbar i detta projekt, exempelvis innehållet om etablering av laget då laget redan är förutbestämt. Dock så är den litteratur som finns tillgänglig värdefull som en källa på arbetsmetodik projektgruppen kan använda. Optimalt hade projektgruppen föredragit en litteraturkälla som var mer genomgående i själva utvecklingen och framtagningen av en produkt. Denna analys av hur väl Värde modellen fungerade för detta projekt bygger på hur projektgruppen valde att använda modellen. Troligtvis hade Värde modellen kunnat fungera bättre om metodiken nyttjats på annat vis.

6.6.2 Kommentarer kring använda steg från Värde modellen

I denna del diskuteras hur väl projektet följt tillvägagångssättet som Värde modellen rekommenderar följa under en produktutvecklingsprocess. Processen presenteras i enlighet med litteraturanalyskapitlet.

6.6.2.1 Etablera projektet

Etableringen av projektet enligt Värde modellen var svårt, särskilt i planeringsfasen, främst på grund av de osäkerheter som projektet innehåll till följd av den öppna formuleringen av uppgiften. Trots detta lyckades ändå en någorlunda bra grund till projektet skapas.

Vid definiering av projektet följdes de tre rekommenderade stegen från Värde modellen. De två första stegen är mer tydligt genomförda medan det sista steget på att visa att projektet leder till en god affär inte undersöks så grundligt. Detta beslut togs eftersom projektet inte kommer att ge en färdig produkt, och därmed är det svårt att räkna på en exakt lönsamhet.

En övergripande plan i form av GANTT schema gjordes, men eftersom projektet var så icke-definierat var det svårt att göra. I inledande faserna av projektet var det stora osäkerheter på vart projektet skulle leda. Detaljerade planer inför varje steg gjordes men det gjordes informellt, vilket är något Värde modellen inte motsätter sig vid mindre arbetsgrupper.

De största svårigheterna kring planering var osäkerheter i projektet, vilket försvårade att skapa en planering överhuvudtaget. Den planering som väl skapades fungerade däremot bra, både den övergripande planen samt detaljplanerna. Värt att nämna är att gruppen inte har medvetet planerat enligt tankegångssättet "planera - göra - studera - agera".

För att etablera ett kontrollsystem i den övergripande planen integrerades milstolpar för projektet som agerade som kontrollpunkter. Dessa kontrollpunkter följdes inte fullt ut, utan projektgruppen skapade ytterligare kontrollpunkter då osäkerheter uppstod eller när stora beslut togs. Främst användes uppdragsgivare eller handlare som informationskälla vid kontrollpunkter, men även andra intressenter och kunder användes ibland.

En projektdagbok upprättades för att logga den tid samt det arbete som lades på projektet. I projektdagboken loggades i vilken fas som projektet och dess ingående medlemmar var i. Uppgifter som utfördes antecknades samt blev det enklare att följa upp att arbetet följde det utsatta schemat. Genom att förutse problem och risker samt att följa upp hur väl projektplaneringen följdes undveks förseningar som skulle kunna leda till negativa konsekvenser.

Laget etablerades främst genom att diskutera arbetsnormer alla förväntas hålla i gruppen. Ytterligare lades tid ned på teambuilding aktivitet där gruppen fick lära känna varandra bättre. Överlag har laget etablerats bra utan att behöva lägga ned mycket bestämd tid på detta. Kontinuerliga gemensamma möten har hållits i genomsnitt mer än en gång per vecka och dessa har varit väsentliga för att säkerställa en gemensam riktning i projektgruppen.

6.6.2.2 Analysera kundens behov

Då marknadssegmentet redan var valt för detta projekt var detta en del som uteslöts från produktutvecklingsprocessen. Att däremot definiera kundens behov gjordes utförligt då resterande delar av projektets utveckling bygger på hur väl denna del är utförd. Insamlingen av data byggde på flertalet djupgående intervjuer. Dessa intervjuer var väl förberedda innan intervju och formad att passa den person som intervjuades. Enkätundersökningen användes enbart för att bekräfta det som sagt under intervjuerna. Denna metod att ta fram behov anser projektgruppen noggrann och väl beprövad.

6.6.2.3 Skapa koncept

Processen för att skapa koncept efterliknade inte starkt Värdemodellens metod, där någorlunda skillnader uppstod vid skapande av referens och stora skillnader uppstod vid skapande av koncept.

En fiktiv referens skapades, motsvarandes dagens genomsnittliga kajak, som framtagna koncept utvärderades mot. Detta är möjligtvis eftersom uppdraget är att ta fram en kajak med starka jämförelser med existerande produkter. Kajaken behöver

nämligen vara billigare än existerande produkter utan att frånskilja sig alltför mycket från existerande produkter.

Arbetsgången vid att skapa ett koncept som överstiger referensens kundvärde var förenklad för detta projekt och följde inte Värdemodellens metodik kring re-use", re-fine", re-duce", re-inforce", re-form och re-place". Anledningen till detta är de förutnämnda svårigheterna att kajaken är en väldigt integrerad produkt, vilket innebär att en delösning uppfyller många delfunktioner. För mer information, se 6.4 Metoddiskussion.

Val av det bästa konceptet följde Värdemodellens metoder, men strukturerad utvärdering av koncept gjordes inte utifrån de i Värdemodellen nämnda aspekter. Den främsta anledningen till detta är att utvärdering och skapande av koncept skedde i två cykler, där den första cykeln av framtagning av koncept ledde till en korsbefruktning av koncept där endast två återstod. Vid jämförelse av endast två koncept ansågs fri diskussion vara den bästa metoden att välja det bästa konceptet.

6.6.2.4 Systemarkitektur och produktdesign

Designprocessen i detta projekt är något annorlunda den given från värdemodellen. Detta då en helt färdig design inte har tagits fram i detta projektet. Till grund för utvecklingen av designen fanns en systemarkitektur som användes för att ta fram flertalet koncept. Denna systemarkitektur gjordes redan innan steget "skapa koncept". Detta för att använda arkitekturen som ett hjälpmedel för att ta fram koncept samt för att öka förståelse av produkten hos projektgruppen.

Då referenskajakens systemarkitektur var mycket simpel från början och i princip alla dess delsystem bidrog till ökat kundvärde var det inte möjligt att reducera komplexiteten. Istället genomfördes andra metoder för att öka kundvärdet. Vid framtagning av systemarkitektur togs en funktionsmodell fram i form av ett funktionsträd. Denna funktionella modellen användes sedan för att hitta olika lösningar på funktionerna och därmed skapa olika möjliga koncept. Istället för att enbart ta fram en systemarkitektur togs flertalet koncept fram. Dessa koncept evaluerades och integrerades och eliminerades och gav slutligen ett slutgiltigt koncept. Metoden för att ta fram en systemarkitektur modifierades i projektet genom att den funktionella modellen fick ligga till grund för flertalet koncept som sedan reduceras ner till ett bästa koncept. Någon unik systemarkitektur för det slutgiltiga konceptet togs aldrig fram då det inte antogs bidra med något mervärde till projektet i nuläget.

Under designprocessen av produkten valdes de mest komplexa delarna så som roder och fotstöd att designas först för att inte fastna i dessa delar. Men då det slutgiltiga konceptet inte är helt färdigställt är den slutgiltiga designprocessen ännu inte färdig. Under projektets gång har det inte definierats vad som kommer att köpas in och vad som kommer att tillverkas internt då en produktionspartner kommer att producera produkten och detta inte kan fastställas i detta projekt.

6.6.2.5 Verifiera produkten

Arbetsgruppen har kontinuerligt verifierat projektet med intressenter, beställare och handledare. Då hälften av projekttiden hade passerat gjordes en presentation av det som åstadkommits. Mejlkontakt har även hållits för att bekräfta stora beslut och ställa förtydligande frågor.

För att testa vissa funktioner i kajaken skapades virtuella och fysiska prototyper. Även en cadmodell togs fram för att visualisera det slutgiltiga konceptet. För att förebygga eventuella problem och risker vid eventuell fortsatt arbete av detta projekt upprättades en FMEA. Detta verktyg möjliggör för arbetsgrupper att förutse eventuella problem och på så sätt kunna förbereda eventuella åtgärder. Problemen är baserade på erfarenheter från tidigare projekt samt Värdemodellens lista på potentiella risker under ett projekt.

7

Slutsats

I detta kapitel presenteras de slutsatser som projektet resulterat i, vilka är främst kopplade till syfte och de forskningsfrågor, R.Q.1 & R.Q.2, som redovisats tidigare i rapporten. Slutsatserna presenteras inom de områden som har varit mest relevanta för arbetet.

7.1 Vikt och pris

Ett av de främsta syftena med projektet var att förbättra dagens kajaker med avseende på pris, och att försöka göra detta utan att öka kajakens vikt. Från förstudierna samt den givna projektbeskrivningen framgick det att kajakklubbar idag främst önskar billigare kajaker för att kunna köpa in ett större antal, som i sin tur leder till att de kan driva en större verksamhet.

Via de studier som projektet genomförde framgick det att det går att ta fram en kajak som rimligtvis bör bli billigare än dagens alternativ samtidigt som den har en lägre vikt. Men eftersom kostnadsuppskattningen inte kan preciseras i konceptets aktuella teoretiska fas, kan det inte med säkerhet sägas hur mycket billigare den framtagna kajaken kommer att bli. För att göra detta behöver kajaken vara närmre faktisk produktion och tillverkare måste konsulteras. Kostnadsuppskattningen visar dock på att priset troligtvis kommer hamna strax över eller omkring 10 000 kr, vilket var maxpriset från kravspecifikationen.

Projektgruppen anser att projektet delvis har lyckats eftersom pris och vikt ligger på en någorlunda rimlig nivå, men inte fullständigt lyckats då ett av de viktigaste syftena inte uppfyllts. Det återstår även en del arbete med att försöka minska vikten på kajaken utan att påverka dess kostnad. Att göra en kajak lättare kräver bland annat material med lägre densitet som i de flesta fall på marknaden är dyrare. För att göra en så billig kajak som möjligt behövde överflödiga funktioner elimineras, detta var dock svårt då dagens kajaker redan är mycket avskalade i sin utformning. En mer grundlig material- och produktionsanalys skulle behövas utföras för att fastställa den optimala vikten och priset.

7.2 Användarvänlighet

Den andra huvuddelen av projektets syfte var att möta kajakklubbarnas önskan om en kajak som är mer anpassad till nybörjare som fungerar som en språngbräda in i kajaksporten.

Efter studierna visade det sig att dagens slätvattenskajaker är främst utformade för att kunna nå så höga hastigheter i vattnet som möjligt och är därför både smala och ranka. De flesta av de kajaker som används på klubbar idag är mer anpassade för tävling och erfarna paddlare.

Från förstudierna framgick det att den främsta faktorn för att påverka stabiliteten var kajakens bredd. Genom att göra kajaken bredare, speciellt precis bakom sittbrunnen, blir kajaken betydligt mer stabil i vattnet. Det framgick även att inga anvisningar om hur kajaken bör hanteras finns idag, vilket blev tydligt efter enkätundersökningen som genomfördes. Undersökningen gav många svar som påpekade att skador uppstår på grund av dåligt handhavande och okunskap kring hantering.

Dessa slutsatser angående användarvänlighet och pris besvarar forskningsfrågan "Vad krävs för att implementera en användarvänlig och konkurrenskraftig kajak för ungdomsverksamhet till ett lågt pris?". Forskningsfrågan syftar även till vad som gör den konkurrenskraftig på marknaden. Kajakens utformning med fokus på användarvänlighet och lågt pris ger den en relevant konkurrenskraft på dagens marknad. Den faktor som främst anses motverka konkurrenskraften är att det skulle vara ett nytt märke som inte är känt sedan innan då det idag finns flera välgrundade märken på marknaden. Detta skulle dock kunna motverkas om projektets kajak framställs via en redan etablerad tillverkare på marknaden.

7.3 Framtagen konstruktion

Syftet med projektet var att ta fram ett nytt koncept på en bättre anpassad kajak. Den nya konstruktionen på en kajak som projektet resulterade i blev en surfski. Konstruktionen tillåter en lägre vikt och enklare tillverkning vilket gör den billigare samtidigt som den är mer anpassad för nybörjare. Dock så visade också forskningen att dagens kajaker redan är väl avskalade och anpassade efter sitt syfte och att få problem ansågs finnas hos dagens kajaker.

Från enkätundersökningen framgick det att rodret var kajakens främsta brist och den komponent som oftast var involverad i större skador på kajaken. Rodret är den del som oftast går sönder och behöver repareras. Detta löste projektgruppen med ett roder som lossnar vid större kollisioner och kan sedan fästas på kajaken igen då det är fäst med ett snöre till kajakens skrov. Denna konstruktion har genom diskussion samt genom prototyper testas, men ytterligare test bör göras med en prototyp som starkt efterliknar en färdigställd detaljkonstruktion.

Andra aspekter som projektgruppen tog hänsyn till och utnyttjade var att dagens kajaker saknar enkla bruksanvisningarna samt säkerhetsutstyrsel. Detta kunde åtgärdas genom att dels applicera anvisningar hur kajaken ska hanteras samt fästa reflexer på kajaken i ett anpassat mönster. Dessa faktorer är mycket billiga att åtgärda och skapar direkt en bättre förståelse för kajaken, större säkerhet samt att reflexerna och färgen bidrar till ett mer attraktivt val av kajak för yngre kanotister. Detta skulle även kunna tänkas appliceras på de befintliga kajaker som klubbarna idag redan har för att göra dem mer lätthanterliga. Att även göra kajaken enkelt justerbar har varit ett stort önskemål efter intervjuerna vilket också bidrar till en bättre och enklare hantering. Därför ska kanotisten lätt kunna justera säte och fotstöd efter sina önskemål.

Trots att ingen fysisk modell har framställts så har ett koncept enligt den problemformulering som angavs i början av projektet tagits fram. Konceptet uppfyller kraven som ställts att kajakens vikt ska understiga 15 kg, det framtagna konceptet väger totalt ca 13 kg med alla tillhörande komponenter. Kajaken är även mer användarvänlig och billigare än dagens kajaker att köpa in. Men det understiger inte kravet på maxpriset på 10 000 kr. Konceptet är beräknat till ett inköpspris kring 10 600 kr. Det finns en osäkerhet i den framtagna vikten samt priset då det inte har tagits fram exakta kostnadskalkyler, de är snarare en generell uppskattning baserat från det slutgiltiga konceptet och en marknadsanalys.

7.4 Vidareutveckling

Efter genomfört arbete så är det tydligt att vidareutveckling av främst tillverkningsmetoder behöver utföras. Mer detaljerade skisser med exakta mått och detaljer skulle behöva framställas samt fler beräkningar på hållfasthet och liknande. Vidare skulle det även vara nödvändigt om konceptet skulle börja produceras i verkligheten att en fullständig prototyp i verklig skala tas fram.

Ett förslag till detta är att kandidatarbetet återupptas som kan ta sin grund i detta projekt men har som huvudinriktning på dels tillverkning, mer avancerade beräkningar på strömning, hållfasthet samt kostnadskalkyler. Projektet har lagt en grund till ett potentiellt koncept men vidareutveckling är nödvändigt om detta skulle komma att produceras i en större skala till försäljning i framtiden.

Källhänvisningar

900gpa. (2020). T300-100-40B. Hämtad 2020-05-05 från
https://www.900gpa.com/en/product/fiber/CF_00A8A8421E?u=metric

Amazon. (2020). kayak stickers decals waterproof. Hämtad 2020-05-19
<https://www.amazon.com/kayak-stickers-decals-waterproof/s?k=kayak+stickers+decals+waterproof>

Aterra. (2020). Carbonogy Sport Splash. Hämtad 2020-05-05 från
<https://webshop.atterra.se/surfski/ski-barn-ungdom/carbonology-sport-splash.html>

Azom. (2020). Properties, E-Glass fiber. Hämtad 2020-05-05 från
<https://www.azom.com/properties.aspx?ArticleID=764>

Björn Thomasson Design. (2019). Kavat mini. Hämtad 2020-05-05 från
<https://www.thomassondesign.com/katalog/mina-kajaker/barnkajaker/kavat-mini>

Dietz. (2020). Surfskis för nybörjare till elitpaddlare. Hämtad 2020-05-05 från
<https://dietz.se/collections/surfskis/Junior>

DuPont. (2020). Kevlar, aramid fiber technical guide. Hämtad 2020-05-05 från
https://www.dupont.com/content/dam/dupont/amer/us/en/safety/public/documents/en/Kevlar_Technical_Guide_0319.pdf

Epic Kayaks. (2020). Home. Hämtad 2020-05-11 från
<https://www.epickayaks.com/>

Espacenet. (2020). Hämtad 2020-05-05 från
<https://worldwide.espacenet.com/patent/>

Google. (2020). Google patents. Hämtad 2020-05-11 från
<https://patents.google.com>

Hody. (2020). MK1 Dolphin. hämtad 2020-05-05 från
<http://hodysport.citylan.hu/en/products/mk1-dolphin/>

Hull, D, & Clyne, T. W. (1996). An Introduction To Composite Materials (andra upplagan). Cambridge: The University of Cambridge.

ICD. (2020). Normalvärden barn. Hämtad 2020-02-14 från <http://icd.internetmedicin.se/fakta/barn?fbclid=IwAR1jX2be8QzEIN8EI6jrzoqlOzjS-sYaw>

Jans. (2016, 14 Augusti). Context Racing kayaks design [Blogginlägg]. Hämtad 2020-05-05 från <http://sibabob.blogspot.com/2016/08/context-racing-kayaks-design.html>

Kajakspecialisten. (2020). Hämtad 2020-05-05 från <https://shop.kajakspecialisten.se/product/nelo-520-surfski-wwr-4>

Kanotgruppen. (2020) [Offentlig grupp, Facebook] Hämtad 2020-02-28 från <https://www.facebook.com/groups/234546079987401/>

Kanotguiden. (2020). Hämtad 2020-05-05 från: <http://www.kanotguiden.com/sv/Home/Page/3>

Kirkland, D. (2008). Environmental Impact of Various Kayak Materials. (Doktorsavhandling, Massachusetts Institute of Technology, Massachusetts).

Granta Design Limited. (2018) CES EduPack (Version 18.1.1) [Programvara].

Lindstedt P., Burenius J. (2003). The Value Model: How to Master Product Development and Create Unrivalled Customer Value. Sweden: Nimba.

Nelo. (2020). K1 7 S. Hämtad 2020-05-05 från <http://www.nelo.eu/product/k1-7/?size=s>

Nordic Kayaks. (2016). Nordic Kayaks. Hämtad 2020-05-05 från <http://www.nordickayaks.se/index.php>

Outdoorexperterna. (2020). Bra att veta om Kajak. Hämtad 2020-05-01 från <https://www.outdoorexperterna.se/t-bra-att-veta-om-kajak.aspx>

Paxlux. (2020). Svartbeige Högblick marmor Dekorplast 123 cm bredd Löpmeter. Hämtad 2020-05-18 från <https://www.paxlux.se/dekorplastmetervara/svartgra-marmor.htm>

Soul. (2020). Spaceshifter. Hämtad 2020-05-05 från <https://www.soulwaterman.com/products/spaceshifter>

Stockholm kajak. (2020). Seabird Kragerö 430. Hämtad 2020-05-05 från <https://stockholmkajak.se/plastkajaker/seabird-kragero-430>

Svensk patentdatabas. (2020). Hämtad 2020-05-05 från

<https://tc.prv.se/spd/search?lang=sv&tab=1>

The Paddle Channel (2020, Mars 16). How to Break a Surfski...or Two... [Videofil]. Hämtad 2020-05-19 från

<https://youtu.be/sKN-ZIU9Th8>

Vajdagroup. (2014). Minisonic. Hämtad 2020-05-18 från

https://www.vajdagroup.com/gen_page.php?menu=1&catalog_item_id=11

Västkustsurfski. (2017). Vad är surfski?. Hämtad 2020-05-05 från

<http://www.westcoastsurfski.se/2017/01/06/vad-ar-surfski/>

Wetiz. (2020). Fenn Bonito Kids Surfski. Hämtad 2020-05-05 från

<https://wetiz.eu/en/surfski/1222-fenn-bonito-kids-surfski.html>

Wetiz. (2020). Guppy V20 Kids Adjustable. Hämtad 2020-05-05 från

<https://wetiz.eu/en/long-distance/802-guppie-kinder-surfski.html>

A

Bilaga Enkät

I denna bilaga presenteras en sammanställning av de svar som framkom från den enkät som lades upp i Facebookgruppen "Kanotgruppen". Frågan presenteras i den gråmarkerade cellen och hur många svar varje svarsalternativ fick sammanställs under respektive fråga.

Skicklighetsnivå		Alder			Svårigheter			Ungdomsverksamhet	
Nyborjare	1	15-20	16		Balans	31		Ja	37
Hobbypaddlare	44	20-30	11		Ström/vågor	7		Nej	26
Elit	21	30-40	4		Inga				
		40-50	11		I- och ursligning	4			
		50-60	16		Tekniken	14			
		60-70	5		Inställningen	4			
		70+	1						
Asikt om lånekajaker		Ta hjälp av kompis			Vad är tidskrävande			Skador	
Bra/OK	37	Bära kajaken	22		Transport	21		Tapp av kajak	12
Slitna	7	Tömma kajaken	13		Transportera	3		Köra på grund	24
Svårinställda	4	Ramlat i	2		Byta om	9		Tävling	7
Vänerade	3	Ingen hjälp	11		Förbereda	6			
Tunga	2								

B

Bilaga HTA

I denna bilaga visas HTA, "Hierarchical Task Analysis", som utfördes i projektet. HTA:n organiserar moment som utförs i samband med användning av kajak, där varje moment delas in i diverse samlingsområden.

C

Bilaga Kundbehovslista

Kundbehovslistan listar alla de uttalade kundbehoven i vänstra kolumn. I den högra kolumnen listas projektgruppens tolkning av det uttalade kundbehovet, där de uttalade behoven ofta omformuleras till att vara mer övergripande eller specificera grundbehovet som det uttalade kundbehovet framkallas av.

Uttalade kundbehov	Tolkat kundbehov
Kolla vädret och anpassa val av kajak efter detta	Kajaken önskas kunna brukas vid alla olika sorters väder.
Man måste kunna simma 200 meter, det är kravet. Det brukar vara som yngst 8 år. Sedan betraktas upp till 15-16 år som ungdomar.	Klubbar kräver viss vattenvana av kajakisten för att denne ska få paddla. Detta för att öka säkerheten kring paddling.
Barnkajak, kortare med mindre volym (4,50 m)	Kajakens längd ska vara mindre än 5.20.
Vuxenkajaker, standardlängd (5,20 m), olika volym beroende på vikt av åkare	
15000 - 20000 För ungdomskajaker. Den billigaste glaskajakerna i glasfiber kostar 11000. Önskar ett pris på cirka halva priset av nuvarande kajaker.	Önskat pris på kajaken är 6000-10000.
Vill inte offra för mycket på funktionaliteten för att få ner priset, ty nybörjare kan bli avskräckta för att den passar dåligt osv	Kajaken ska ha hög prestanda och god funktionalitet.
Viktigt med bra isättning för paddeln, inte för bred kajak.	Kajakens bredd ska inte påverka kajakistens isättning av paddeln.
Det är stor variation på de som tränar. Vuxna, barn, tjejer, killar osv.	Kajaken ska kunna anpassas för olika storlekar och kön.
Om ungdomarna trillar i så kommer inte saker att blåsa iväg då det är en slätvattensport. Paddel behöver inte sitta fast.	Det finns inget behov av att kajaken, paddeln och kajakisten ska sitta ihop.

Ungdomarna bär själva kajakerna. Det brukar inte vara ett problem med för tunga kajaker. Dom brukar väga mest 13 kg kajaker.	Ska gå att bära relativt enkelt.
	Önskad vikt max 15 kg.
Det är önskvärt att barn och unga bär kajaken själva. Det är målet. Desto lättare desto bättre.	
Klubbkajakerna, väger runt 15 kg.	
Ungdomarna går i kajaken själva från brygga eller strand.	Man ska lätt kunna sätta sig i kajaken.
Det vanligaste är att man välter nära land så simmar man bara till land och tömmer kajaken och går i.	Ska enkelt gå att dra kajaken efter sig då man simmar.
Det är väldigt viktigt att ha bra balans för att kunna vidareutveckling sin teknik.	Kajaken ska gå att balansera enkelt i vattnet.
Det finns väldigt breda kajaker som är så stabila att dom i princip aldrig kan välta. Detta leder till att man lär sig fel teknik, utöver att man måste sätta i väldigt brett med paddlarna. Man vill egentligen inte ha för bred för då sabbar man tekniken hos användaren.	Användaren ska kunna nå ner till vattnet med paddeln samt kunna sätta ner paddeln på rätt sätt.
Dom tycker inte om pontoner ty det kommer bromsa upp farten så mycket. Det är bättre att ha en bredare kajak i så fall.	Pontoner får inte störa paddelteknik. Bredd ska ge stabilitet.
Hjälpmedel att ha med sig ut i kajaken är Paddel, vattenflaska och flytväst.	Kajaken ska kunna förvara mindre föremål som t.ex. Vattenflaska.

När man paddlar så tar man emot med fötterna och vrider på hela kroppen. Om det inte fanns en liten rygg på sitsen som höll fast rumpan skulle man glida av.	Det ska finnas rygg på sitsen.
Gillar dom typerna av fotstöden som har en litet band som håller fast foten. Så man kan dra lite och inte bara trycka emot på fotstödet.	Ha ett integrerat band på fotstödet som går att ta av.
Vid tävlingar så har dom alltid fotband på fotstödet. Nackdel för nybörjare är att man inte lär sig att hålla fötterna på plats.	
Mindre segment är mer önskvärt (kortare och bredare kajak) Viktigaste är att kajakerna är lättmanövrerade i vatten snarare än att de är lätta att bära.	Kajaken ska vara lättmanövrerad i vattnet.
Materialet är största kostnadssänkaren eller kostnadshöjaren. Det kan vara exakt samma modell och form men skilja flera tusenlappar beroende på vilket material det är.	Kajaken ska bestå av ett billigt material.
Ungdomskajaker har en lägre volym mellan botten och toppen. Om man väger mer så kommer kajaken sjunka ner, därför behövs högre väggar.	För att ungdomar med olika vikt ska kunna använda kajaken behövs högre väggar.
Det viktigaste med kajaker för en verksamhet är att det ska vara lätt att justera och ställa in kajaken. Dom flesta har att man måste skruva saker. Fotstödet där framme och sitsen är dom vanligaste justeringspunkterna.	Alla delar användaren interagerar med ska kunna justeras för att användas på ett bra sätt Kajaken ska kunna vara lättjusterad.

Kajaker har ett "veck" på undersidan för ökad stabilitet vid paddling.	Kajaken ska ha hög stabilitet, t.ex. Genom ett veck på undersidan.
Kapell ska kunna användas på kajaken på vintern.	Kajaken ska gå att använda under kalla förhållanden.
Kajaken måste kunna styras.	Kajaken ska inneha ett styrdon.
Det är många kajaker som är extra hårda på undersidan av skrovet för att tåla att paddlas upp på en strand. Ibland på ungdomsverksamheten så instrueras ungdomarna att paddla upp på stranden.	Kajaken ska eventuellt ha ett kompletterande material på undersidan av kajaken i ett mer slittåligt material så att kajaken kan paddlas upp på land samt bli dragen på underlag som grus.
Viktigt att kajaken tål mycket, klubbkajaker är utsatta, tapp, underlag osv. Mindre viktigt för äldre.	Viktigt att kajaken är hållbar.
Den vanligaste skadan är att man åker in i stranden eller på någon grund sten och rodret tar emot. Då trycks rodret in i bakdelen på kajaken..	Rodret ska vara tåligt. Rodret ska enkelt gå att reparera. Rodret ska enkelt gå att ersätta.
I tävlingskajaker så har man ett "skott" för att förhindra att vatten som spills in i brunnen inte ska rinna in till bakre delen av kajaken och sakta ned den. Denna funktion är inte nödvändig för nybörjarkajaker och kostar mycket. Ännu värre är att vatten som kommer väl igenom skottet fastnar där och måste torkas ut med en handduk (går inte att vända kajaken för att få ut det).	Kajaken ska enkelt gå att tömma på vatten.
Det finns kajaker som har en fotpump i brunnen, med en slang som leder till en sprutare på utsidan av kajaken. Denna används för att pumpa ur vatten ur kajaken.	Kajaken ska ha hjälpmedel för att kunna tömma den på vatten.
En riktigt stabil kajak kan vara så stabil att den är även stabil när den är upp och ned, så den är svår att vända rätt.	Kajaken ska kunna vändas rätt ute på vattnet av en simmare om den hamnar upp och ned.

Ett handtag vore bra för när man är nedkyld så har man svagare greppstyrka.	Tillhandahålla möjlighet för försvagade personer att enkelt hålla sig nära kajaken.
Surfski kajaker är så lätta att om man simmar bredvid dom och det blåser, kan dom slå in i ansiktet på simmaren.	Motverka risk för att kajak skadar kajakist när den simmar bredvid kajak.
Problem när man ramlar är att paddeln driver åt ena hållet och kajaken åt det andra hållet.	Säkerställ att paddel och kajak inte förs isär då kajakist välter.
Kajaken ska vara osänkbar, särskilt för en nybörjarkajak.	Kajaken ska ej kunna sänkas.
Stort problem är när ledare tappar kontroll över läget, där många kajakister dras isär från varandra t.ex. vid svårt väder.	Kajaken ska vara stabil i vågigt vatten. Kajaken ska vara synlig i vattnet.
Sjöräddares mardröm, att man inte har koll på hur många det var i en grupp .	Sjöräddare ska kunna veta snabbt hur många kajaker som deltog i en viss grupp.
Sjöräddares mardröm, att man inte ser vilka som är under en kajak.	Sjöräddare ska kunna se om en kajakist har fastnat under en kajak.
Sjöräddares mardröm, att man inte vet vart alla kajakister i en grupp tagit vägen.	Sjöräddare ska kunna veta vart alla kajaker i en grupp tagit vägen då dom sprids ut.
Sjöräddare föreslog namn och kontaktuppgifter (och kanske klubb) på kajaken så man vet om en person saknas om man hittar en ensam kajak.	Kajak ska ha identifikation och kontaktuppgifter på sig.

Folk måste kunna ha på sig flytväst.	Kajakister måste bekvämt rymmas med flytväst på.
Folk måste ha bättre koll på hur vädret kommer vara några timmar efter att dom börjar åka.	Kajak ska påminna om att kolla vädret.
Nybörjare borde veta testa sina gränser innan åker ut på kajaken.	Kajak ska varna om faror med paddling.
Folk borde ha en reflex på dem själva och på kajaken. Undersidan och ovansidan av kajak.	Kajak ska ha reflex som är synlig oavsett hur kajaken ligger i vattnet i förhållande till åskådare.
Sjöräddningssällskapet vill se vilken vinkel kajaken har och hur kajaken rör sig på reflexen, t.ex. en 90-gradig vinkel.	Kajakens reflex ska ha en sådan utformning att den meddelar åskådare om kajakens vinkel mot vattenytan och dess rörelse.
En naturlig fästpunkt för kajakist att fästa en lampa.	Tillhandahålla användare en enkel fästpunkt för t.ex en lampa.
Kajakens färg borde vara enkel att se i alla ljusnivåer.	Kajakens färg ska vara väl synlig.
Användare får en ordentlig introduktion till kajaksporten.	Användning av kajaken ska likna det sätt som övriga slätvattenskajker används på.

D

Bilaga Funktionslista

Funktionslistan listar alla de funktioner som efterfrågas av produkten. Dessa funktioner delas in i två kategorier, som antingen önskvärda eller nödvändiga att ha. Bakomliggande tankar eller förtydligande kring funktioner anges ibland som kommentarer i den mest högra kolumnen.

Funktion	Önskvärd	Nödvändig	Kommentar
Att till en låg kostnad tillåta kanotklubbar att introducera kajakpaddling enligt etablerad kajakpaddlingstradition			
Principer			
Inneha flytförmåga			Ska flyta med en viss tillåten vikt (100kg i nuläget)
Motstå sidförflyttning			Så kajaken ej ska glida sidleds i t.ex. hårda vindar
Inneha tålighet			Stötar, repor, tryck.
Inneha styvhet			Kajaken ej upplevs som böjlig och icke-styv vid bruk
Inneha balans			Måste vara relativt enkel att sitta i/paddla.
Minimera kostnad			
Minimera vikt			
Introducera kajakpaddling			
Användning			
Erbjuda istigning från land			På land.
Tillåta paddling			T.ex. en kort människa kan ej enkelt nå vatten med paddlar om väggarna är höga
Erbjuda styrning			
Tillåta bäring			
Tillåta singelbäring			
Möjliggöra vattentömning			På land.
Möjliggöra vattentömning			På vattnet.
Möjliggöra ledning			Ska kunna ledas av t.ex träningsledare.
Fasthålla paddlar			Vid transport av kajak, t.ex. när man bär den eller har den vilandes på en strand
Fasthålla fötter			Exempelvis en rem som håller fast fötterna på fotstöd

Justerbarhet			
Indikera justerbarhetsnivå			Kajaken ska kunna tydas för att se hur mycket man ska ställa in.
Erbjuda justerbarhet			För olika personer med olika längd/vikt/teknik.
Möjliggör justerbar sits			
Möjliggör justerbart fotstöd			
Utformning			
Tillåta transport			Av kajak till klubb från tillverkare eller till tävling.
Tillåta reparation			
Tillåta tvättning			
Möjliggöra förvaring			Av kajaken.
Erbjuda förvaring			I kajaken, vattenflaska etc.
Erbjuda sittutrymme			
Erbjuda stöd			Exempelvis ryggstöd kan erbjuda en sån funktion
Tillåta vinterbruk			Anpassad till kapellmått t.ex.
Förhindra vattenspill			Förhindra att utomstående vatten spiller in i kajaken
Säkerhet			
Förhindra sjunkning			
Erbjuda grepp			Då man är i vattnet och håller i kajaken.
Möjliggöra vattenbogsering			Att en kajak bogserar en annan kajak
Möjliggöra upptäckt			Ska gå att upptäcka kajaken under olika förhållanden.
Möjliggöra identifiering			Kunna identifiera vartifrån kajaken kommer vid nödläge.
Tillåta evakuering			Då kajaken välter ska man kunna ta sig ur den.
Beskydda användare			Då användare simmar bredvid kajak och kajak slår mot användare
Möjliggöra rättvändning			Då kajaken hamnar upp och ned i vattnet
Signalera kajakist position			Om användare har fastnat i kajaken då den har vält
Erbjuda istigning			På vattnet.
Fasthålla paddel			Då man ramlar i vattnet

E

Bilaga Funktionsträd

I denna bilaga presenteras funktionsträd. Funktionsträdet kategoriserar olika funktioner i olika huvudområden. Vissa huvudområden delas även in ytterligare i mer specifika underområden.

F

Bilaga Kravspecifikation

Kravspecifikationen listar samtliga krav och önskemål satts på produkten. Den 1:a kolumnen listar kraven, den 2:a anger om det är ett krav (K) eller ett önskemål med tillhörande viktighetsrang (Ö). Dessa kompletteras med ett målvärde, med tillhörande enhet och verifieringsmetod, som används för att mäta om kravet har uppnåtts. Om kravet uppfylls eller ej anges med en färg i kolumnen "Uppfylld". Kolumnen "Kravställare" anger vart kravet huvudsakligen har sitt ursprung. Slutligen listas kommentarer om ett visst krav i kolumnen "Kommentar" och den mest högra kolumnen listar motivering till varför ett krav har utvärderats på ett visst vis.

F. Bilaga Kravspecifikation

Färgkodning	Ja	Nej	Troligtvis ja men för tidigt i utvecklingsstadiet för att avgöra.	Troligtvis nej men för tidigt i utvecklingsstadiet för att avgöra.	Vet inte
--------------------	----	-----	---	--	----------

Kravspecifikation	Krav / Önskemål 1-5 (5 viktigast)	Målvärde	Enhet	Verifieringsmetod	Kravställare	Uppfylld	Kommentar	Motivering till om uppfylld eller ej
Baskrav:								
Kajak ska ha maximalt inköpspris	K	< 10 000	kr	Undersökning	SKF			Nej troligtvis inte, då prisuppskattning precis överstiger 10 000 kr.
Kajak ska styras av ett roder	K	Ja	Ja/Nej	Design	SKF			Ja, produkten har ett roder.
För- och efterarbete								
Kajak ska kunna förflyttas av en person på land	Ö4	200 m		Fysiskt test	PG		En åttaåring.	Troligtvis nej, en åttaåring kan troligtvis inte bära cirka 12 kg själv 200 m.
Kajak ska kunna förflyttas av två personer på land	K	200 m		Fysiskt test	PG		Två åttaåringar.	Troligtvis ja. Om två barn lyfter kajaken kommer varje barn bära 6 kg vilket de troligtvis orkar. Kajaken kan även greppas relativt bekvämt på undersida för och akter.
Kajak ska tillåta istigning från land	K	30 s		Fysiskt test	PG		Förstagångsanvändare med instruktioner från tränare ska kunna kliva in på 30 sekunder.	Troligtvis ja då detta är möjligt med dagens nybörjarkajaker och för att den utvecklade kajaken är mer bred, därmed mer stabil, än genomsnittet av dagens nybörjarkajaker.
Kajak ska kunna tömmas på vatten av en person	Ö5	Ja	Ja/Nej	Fysiskt test	PG		En åttaåring ska lyfta en vattenfylld kajak då för eller akter vilar mot ett underlag.	Vet ej, osäkert om en åttaåring orkar.
Kajak ska ha möjlighet för på- och avtagbara pontoner	Ö5	Ja	Ja/Nej	CAD	PG			Vet ej hur kompatibla de universiella fästen är med dagens pontoner.
Kajak ska kunna transporteras med bil	Ö4	Ja	Ja/Nej	Fysiskt test	PG			Troligtvis ja, mha de universiella fästen kan den även säkras enklare än dagens genomsnittliga kajak.

Möjliggöra korrekt teknik							
Användare ska rymmas på bredden	K	0.35	m	CAD	PG		Ja, sittutrymmet rymmer enligt kravet.
Användare ska rymmas på längden	K		1 m	CAD	PG		Ja, sittutrymmet rymmer enligt kravet.
Kajak ska tillåta användare att rotera överkropp	K		2 kvm	Fysiskt test	PG		Troligtvis ja, det finns tillräckligt mycket utrymme för detta.
Sittityta ska möjliggöra rak hållning	K		20 min	Fysiskt test	PG	Målgrupp ska kunna sitta i 20 min intervaller	Troligtvis ja. Sitsen planeras att starkt efterlikna befintliga sitsar som möjliggör uppfyllning av krav.
Användare ska ha utrymme på kajaks sidor för att paddla med korrekt teknik	K	<0,5	m	CAD	PG		Ja, kajaken är mindre än 0,5 m bred bakom sittbrunnen och kommer inte stå i vägen för korrekt teknik
Kajak ska ligga stabilt i vatten	K		25 %	Beräkningar	PG	Då tyngdpunkt befinner sig på 25% av kajakens bredd, mätt från kajakens kant. Alltså då kajaken är på väg att välla.	Detaljkonstruktion ej påbörjad
Indikationer på skrov ska visa hur kajaken bör användas	Ö3	Ja	Ja/Nej	Design	SKF	Ska gå att ta sig igenom instruktionerna på 60s för en 8-åring	Ja, kajaken inkluderar enkla illustrationer som instruerar.
Justerbarhet							
Inga verktyg ska behövas för att justera kajaken	K	Ja	Ja/Nej	Design	PG		Ja, design möjliggör detta.
Kajak ska vara justerbar för personer med olika längd	K		0,4 m	Design	PG		Ja, justerbart fotstöd och justerbar sits möjliggör detta.
Kajak ska vara justerbar för personer med olika bredd	Ö3		0,2 m	Design	PG		Nej, ingen design tillåter detta.
Kajak ska vara justerbar för personer med olika vikt	Ö3		70 kg	Design	PG		Nej, ingen design tillåter detta.
Användares tyngdpunkt ska vara justerbar	Ö2		0,2 m	CAD	PG		Ja, justerbart fotstöd och justerbar sits möjliggör detta.

Säkerhet									
Användares eller ägares kontaktuppgifter kunna identifieras på kajak	Ö5	Ja	Ja/Nej	Design	SRS				Ja, designen inkluderar en plastficka eller liknande där ägare kan sätta in kontaktuppgifter
Kajak ska ej ha skarpa kanter	Ö5	>0,01	m (radie)	CAD	PG				Troligtvis ja då det inte finns ett behov att ha skarpa kanter.
Kajak ska synas tydligt på vatten	Ö5	Ja	Ja/Nej	PG kontrollerar	SRS		Färgstyrka + avvikelse från vit/grå/blå		Ja, kajaken ska vara färgad i en färg som skiljer sig tydligt mot vattnet.
Användare ska ej kunna fastna i kajak	K	Ja	Ja/Nej	Fysiskt test	PG		PG ska testa olika kombinationer av kajakistutrustning och se om det finns risk att användaren fastnar någonstans vid vältning		Detaljkonstruktion ej påbörjad.
Kajak ska vara synlig i mörker	Ö5		50 m	Fysiskt test	SRS		Från en båt med lampa		Ja, det kommer finnas reflexer på kajaken.
Kajak ska flyta med användare samt utrustning	K		80 kg	Beräkning	SRS				Ja, beräkningar med hjälp av CAD modellen visar att kajaken kommer att flyta.
Användare ska kunna vända på kajak i vatten	K		30 s	Fysiskt test	PG		30s för en 8-åring		Vet ej.
Kajak och paddel ska ej föras isär då användare har vält	Ö2	<2	m	Fysiskt test	PG				Detta krav har inte behandlats inom detta projekt
Kajak ska ej sjunka när den är vattenfylld	K		30 Kg	Beräkning	SRS				Ja, beräkningar med hjälp av CAD modellen visar att kajaken kommer att flyta även om den är vattenfylld.
Användare ska kunna hålla fast vid kajak i vatten	Ö5		3 tim	Fysiskt test	SRS				Troligtvis nej, pga att det finns inte ett bra ställe för användare att greppa om kajaken är upp och ned.
Material									
Material ska vara vattentåligt	K	Högsta rankning	Rankning	CES	PG				Materialet E-glass som används är vattentåligt
Material ska tåla hög temperatur	K		Upp till 50 °C	CES	PG				Materialet E-glass uppfyller kravet och materialegenskaperna ändras inte märkbart vid 50°C
Material ska tåla låg temperatur	K		Ner till -20 °C	CES	PG				Materialet E-glass uppfyller kravet och materialegenskaperna ändras inte märkbart vid -20°C
Material ska ej avge miljöfarliga ämnen	K	Högsta rankning	Rankning	CES	PG				Miljöskadliga ämnen avges ej vid användning utav färdig produkt
Material ska tåla solljus	K	Högsta rankning	Rankning	CES	PG				Materialet uppfyller kravet

Dimensioner								
Kajak ska ha maximal massa	K	15 kg	CAD	SKF				Ja, enligt beräkningar utifrån CAD modell.
Kajak ska ha maximal massa	Ö4	10 kg	CAD	PG				Detaljkonstruktion ej påbörjad. Kajakens vikt ligger troligtvis någonstans kring 13 kg.
Kajak ska ha maximal längd	K	5.2 m	CAD	SKF				Ja, enligt mätningar utifrån CAD modell.
Kajak ska ha minimal längd	Ö4	4 m	CAD	PG				Ja, enligt mätningar utifrån CAD modell.
Kajak ska ha maximal bredd framför kajakisten	K	0.45 m	CAD	SKF		Ska kunna tillåta korrekt paddlingsteknik		Ja, enligt mätningar utifrån CAD modell.
Kajak ska ha maximal bredd	Ö4	0.55 m	CAD	PG				Ja, enligt mätningar utifrån CAD modell.
Kajak ska ha minimal bredd	Ö4	0.3 m	CAD	PG				Ja, enligt mätningar utifrån CAD modell.
Kajak ska ha minimal höjd vid sittbrunn	Ö3	0.2 m	CAD	PG				Ja, enligt mätningar utifrån CAD modell.
Hållfasthet								
Roder ska tåla stötar	K	70 N	Fysiskt test	PG				Detaljkonstruktion av roder ingår ej i projektet.
Stöt mot roder ska ej knäcka skrovet	Ö4	Ja	Ja/Nej	Fysiskt test	PG			Ja. Om roder utsätts för kraftig stöt kommer den lossa från roderstangen och ej skada skrovet.
Skrov ska tåla minimala stötar	K	70 N	Fysiskt test	PG				Kravet bortses från då den är dåligt formulerad och ger ingenting.
Skrov ska tåla maximala stötar	Ö3	130 N	Fysiskt test	PG				Kravet bortses från då den är dåligt formulerad och ger ingenting.
Skrov ska tåla repning	Ö3	70 N	Fysiskt test	PG				Glasfiber är ej så reptåligt, däremot förstörs inte materialegenskaper vid repor i materialet
Utseende								
Kajak ska vara lättförståelig	K	<10 %	Undersökning	PG		Felanvändning <10%		Detaljkonstruktion ej påbörjad
Kajak ska vara attraktiv för målgrupp	K	>80 %	Undersökning	PG		>80% av målgruppen ska ha ett positivt intryck		Detaljkonstruktion ej påbörjad

G

Bilaga Morfologisk matris

I morfologiska matrisen listas samtliga önskade delfunktioner i den 1:a kolumnen på varsin rad. Till varje delfunktion presenteras dellösningar som alla är olika sätt att lösa delfunktionen på. Varje dellösning presenteras på samma rad som delfunktionen i de kolumner till höger.

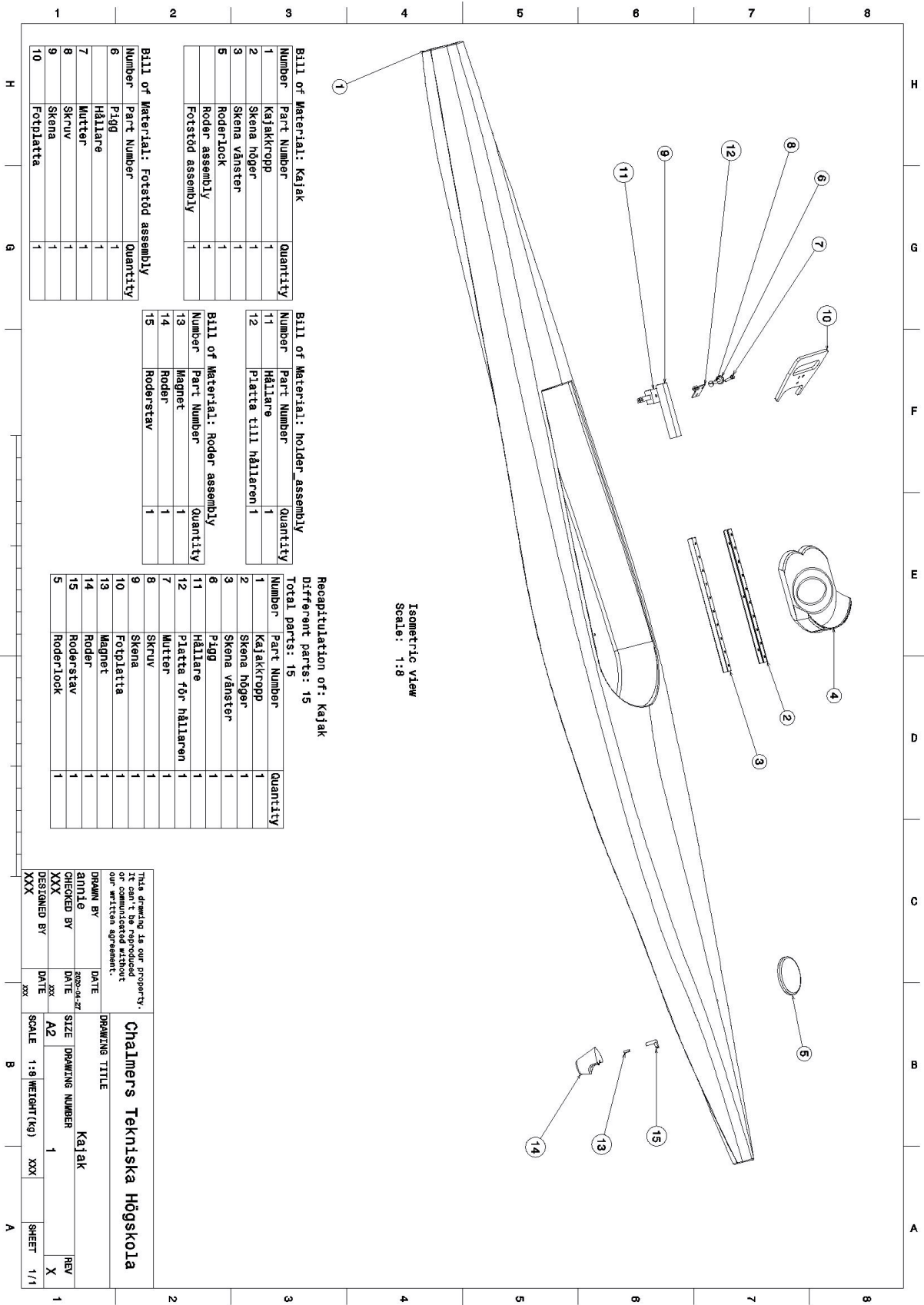
Delfunktion		Delfunktion																
1. Eftbuds i och utsläppning		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q
1.1 Ståbänk	Brett åkrov	Foder / Fodden	Hälsan med byrga	90 graders åkrov	Fasta för vertikall paddel	Plant golv	Reor för fastbindning vid lek byrga	Koi (stabiliserande)										
	Handtag	Materialer för foder och handlar	Reor att gripas	Kojas tillåter användning av alla och rida med korrekt teknik (traditionell åkrova)	Storleken tillåter användning av alla och rida med korrekt teknik (traditionell åkrova)	Underlätta av åkrova har koi												
1.2 Bänk	Handtag	Materialer för foder och handlar	Reor att gripas	Kojas tillåter användning av alla och rida med korrekt teknik (traditionell åkrova)	Storleken tillåter användning av alla och rida med korrekt teknik (traditionell åkrova)	Underlätta av åkrova har koi												
	Handtag	Materialer för foder och handlar	Reor att gripas	Kojas tillåter användning av alla och rida med korrekt teknik (traditionell åkrova)	Storleken tillåter användning av alla och rida med korrekt teknik (traditionell åkrova)	Underlätta av åkrova har koi												
2. Tillåta paddling		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q
2.1 Tillåta fram- och baksladdning	Storlek/morfologi åkrov	Storlek utformad som uppmuntrar vatten att skjuta över kajen och över kajen till åkrova	Storlek utformad som uppmuntrar vatten att skjuta över kajen och över kajen till åkrova	Storlek utformad som uppmuntrar vatten att skjuta över kajen och över kajen till åkrova	Storlek utformad som uppmuntrar vatten att skjuta över kajen och över kajen till åkrova	Storlek utformad som uppmuntrar vatten att skjuta över kajen och över kajen till åkrova	Storlek utformad som uppmuntrar vatten att skjuta över kajen och över kajen till åkrova	Storlek utformad som uppmuntrar vatten att skjuta över kajen och över kajen till åkrova	Storlek utformad som uppmuntrar vatten att skjuta över kajen och över kajen till åkrova	Storlek utformad som uppmuntrar vatten att skjuta över kajen och över kajen till åkrova	Storlek utformad som uppmuntrar vatten att skjuta över kajen och över kajen till åkrova	Storlek utformad som uppmuntrar vatten att skjuta över kajen och över kajen till åkrova	Storlek utformad som uppmuntrar vatten att skjuta över kajen och över kajen till åkrova	Storlek utformad som uppmuntrar vatten att skjuta över kajen och över kajen till åkrova	Storlek utformad som uppmuntrar vatten att skjuta över kajen och över kajen till åkrova	Storlek utformad som uppmuntrar vatten att skjuta över kajen och över kajen till åkrova	Storlek utformad som uppmuntrar vatten att skjuta över kajen och över kajen till åkrova	Storlek utformad som uppmuntrar vatten att skjuta över kajen och över kajen till åkrova
	Storlek/morfologi åkrov	Storlek utformad som uppmuntrar vatten att skjuta över kajen och över kajen till åkrova	Storlek utformad som uppmuntrar vatten att skjuta över kajen och över kajen till åkrova	Storlek utformad som uppmuntrar vatten att skjuta över kajen och över kajen till åkrova	Storlek utformad som uppmuntrar vatten att skjuta över kajen och över kajen till åkrova	Storlek utformad som uppmuntrar vatten att skjuta över kajen och över kajen till åkrova	Storlek utformad som uppmuntrar vatten att skjuta över kajen och över kajen till åkrova	Storlek utformad som uppmuntrar vatten att skjuta över kajen och över kajen till åkrova	Storlek utformad som uppmuntrar vatten att skjuta över kajen och över kajen till åkrova	Storlek utformad som uppmuntrar vatten att skjuta över kajen och över kajen till åkrova	Storlek utformad som uppmuntrar vatten att skjuta över kajen och över kajen till åkrova	Storlek utformad som uppmuntrar vatten att skjuta över kajen och över kajen till åkrova	Storlek utformad som uppmuntrar vatten att skjuta över kajen och över kajen till åkrova	Storlek utformad som uppmuntrar vatten att skjuta över kajen och över kajen till åkrova	Storlek utformad som uppmuntrar vatten att skjuta över kajen och över kajen till åkrova	Storlek utformad som uppmuntrar vatten att skjuta över kajen och över kajen till åkrova	Storlek utformad som uppmuntrar vatten att skjuta över kajen och över kajen till åkrova	Storlek utformad som uppmuntrar vatten att skjuta över kajen och över kajen till åkrova
2.2 Eftbuds åkrytning	Ergonomiskt format	Ergonomiskt format	Ergonomiskt format	Ergonomiskt format	Ergonomiskt format	Ergonomiskt format	Ergonomiskt format	Ergonomiskt format	Ergonomiskt format	Ergonomiskt format	Ergonomiskt format	Ergonomiskt format	Ergonomiskt format	Ergonomiskt format	Ergonomiskt format	Ergonomiskt format	Ergonomiskt format	Ergonomiskt format
	Ergonomiskt format	Ergonomiskt format	Ergonomiskt format	Ergonomiskt format	Ergonomiskt format	Ergonomiskt format	Ergonomiskt format	Ergonomiskt format	Ergonomiskt format	Ergonomiskt format	Ergonomiskt format	Ergonomiskt format	Ergonomiskt format	Ergonomiskt format	Ergonomiskt format	Ergonomiskt format	Ergonomiskt format	Ergonomiskt format
2.2.1 Motverka gäddning	Federkraft material på eller av sås som möjliggör rotation av paddeln	Federkraft material på eller av sås som möjliggör rotation av paddeln	Federkraft material på eller av sås som möjliggör rotation av paddeln	Federkraft material på eller av sås som möjliggör rotation av paddeln	Federkraft material på eller av sås som möjliggör rotation av paddeln	Federkraft material på eller av sås som möjliggör rotation av paddeln	Federkraft material på eller av sås som möjliggör rotation av paddeln	Federkraft material på eller av sås som möjliggör rotation av paddeln	Federkraft material på eller av sås som möjliggör rotation av paddeln	Federkraft material på eller av sås som möjliggör rotation av paddeln	Federkraft material på eller av sås som möjliggör rotation av paddeln	Federkraft material på eller av sås som möjliggör rotation av paddeln	Federkraft material på eller av sås som möjliggör rotation av paddeln	Federkraft material på eller av sås som möjliggör rotation av paddeln	Federkraft material på eller av sås som möjliggör rotation av paddeln	Federkraft material på eller av sås som möjliggör rotation av paddeln	Federkraft material på eller av sås som möjliggör rotation av paddeln	Federkraft material på eller av sås som möjliggör rotation av paddeln
	Federkraft material på eller av sås som möjliggör rotation av paddeln	Federkraft material på eller av sås som möjliggör rotation av paddeln	Federkraft material på eller av sås som möjliggör rotation av paddeln	Federkraft material på eller av sås som möjliggör rotation av paddeln	Federkraft material på eller av sås som möjliggör rotation av paddeln	Federkraft material på eller av sås som möjliggör rotation av paddeln	Federkraft material på eller av sås som möjliggör rotation av paddeln	Federkraft material på eller av sås som möjliggör rotation av paddeln	Federkraft material på eller av sås som möjliggör rotation av paddeln	Federkraft material på eller av sås som möjliggör rotation av paddeln	Federkraft material på eller av sås som möjliggör rotation av paddeln	Federkraft material på eller av sås som möjliggör rotation av paddeln	Federkraft material på eller av sås som möjliggör rotation av paddeln	Federkraft material på eller av sås som möjliggör rotation av paddeln	Federkraft material på eller av sås som möjliggör rotation av paddeln	Federkraft material på eller av sås som möjliggör rotation av paddeln	Federkraft material på eller av sås som möjliggör rotation av paddeln	Federkraft material på eller av sås som möjliggör rotation av paddeln
2.2.2 Tillåta korrekt sättning av paddel	Storlek/morfologi åkrov	Storlek utformad som uppmuntrar vatten att skjuta över kajen och över kajen till åkrova	Storlek utformad som uppmuntrar vatten att skjuta över kajen och över kajen till åkrova	Storlek utformad som uppmuntrar vatten att skjuta över kajen och över kajen till åkrova	Storlek utformad som uppmuntrar vatten att skjuta över kajen och över kajen till åkrova	Storlek utformad som uppmuntrar vatten att skjuta över kajen och över kajen till åkrova	Storlek utformad som uppmuntrar vatten att skjuta över kajen och över kajen till åkrova	Storlek utformad som uppmuntrar vatten att skjuta över kajen och över kajen till åkrova	Storlek utformad som uppmuntrar vatten att skjuta över kajen och över kajen till åkrova	Storlek utformad som uppmuntrar vatten att skjuta över kajen och över kajen till åkrova	Storlek utformad som uppmuntrar vatten att skjuta över kajen och över kajen till åkrova	Storlek utformad som uppmuntrar vatten att skjuta över kajen och över kajen till åkrova	Storlek utformad som uppmuntrar vatten att skjuta över kajen och över kajen till åkrova	Storlek utformad som uppmuntrar vatten att skjuta över kajen och över kajen till åkrova	Storlek utformad som uppmuntrar vatten att skjuta över kajen och över kajen till åkrova	Storlek utformad som uppmuntrar vatten att skjuta över kajen och över kajen till åkrova	Storlek utformad som uppmuntrar vatten att skjuta över kajen och över kajen till åkrova	Storlek utformad som uppmuntrar vatten att skjuta över kajen och över kajen till åkrova
	Storlek/morfologi åkrov	Storlek utformad som uppmuntrar vatten att skjuta över kajen och över kajen till åkrova	Storlek utformad som uppmuntrar vatten att skjuta över kajen och över kajen till åkrova	Storlek utformad som uppmuntrar vatten att skjuta över kajen och över kajen till åkrova	Storlek utformad som uppmuntrar vatten att skjuta över kajen och över kajen till åkrova	Storlek utformad som uppmuntrar vatten att skjuta över kajen och över kajen till åkrova	Storlek utformad som uppmuntrar vatten att skjuta över kajen och över kajen till åkrova	Storlek utformad som uppmuntrar vatten att skjuta över kajen och över kajen till åkrova	Storlek utformad som uppmuntrar vatten att skjuta över kajen och över kajen till åkrova	Storlek utformad som uppmuntrar vatten att skjuta över kajen och över kajen till åkrova	Storlek utformad som uppmuntrar vatten att skjuta över kajen och över kajen till åkrova	Storlek utformad som uppmuntrar vatten att skjuta över kajen och över kajen till åkrova	Storlek utformad som uppmuntrar vatten att skjuta över kajen och över kajen till åkrova	Storlek utformad som uppmuntrar vatten att skjuta över kajen och över kajen till åkrova	Storlek utformad som uppmuntrar vatten att skjuta över kajen och över kajen till åkrova	Storlek utformad som uppmuntrar vatten att skjuta över kajen och över kajen till åkrova	Storlek utformad som uppmuntrar vatten att skjuta över kajen och över kajen till åkrova	Storlek utformad som uppmuntrar vatten att skjuta över kajen och över kajen till åkrova
2.2.3 Tillåta korrekt sättning av paddel	Storlek/morfologi åkrov	Storlek utformad som uppmuntrar vatten att skjuta över kajen och över kajen till åkrova	Storlek utformad som uppmuntrar vatten att skjuta över kajen och över kajen till åkrova	Storlek utformad som uppmuntrar vatten att skjuta över kajen och över kajen till åkrova	Storlek utformad som uppmuntrar vatten att skjuta över kajen och över kajen till åkrova	Storlek utformad som uppmuntrar vatten att skjuta över kajen och över kajen till åkrova	Storlek utformad som uppmuntrar vatten att skjuta över kajen och över kajen till åkrova	Storlek utformad som uppmuntrar vatten att skjuta över kajen och över kajen till åkrova	Storlek utformad som uppmuntrar vatten att skjuta över kajen och över kajen till åkrova	Storlek utformad som uppmuntrar vatten att skjuta över kajen och över kajen till åkrova	Storlek utformad som uppmuntrar vatten att skjuta över kajen och över kajen till åkrova	Storlek utformad som uppmuntrar vatten att skjuta över kajen och över kajen till åkrova	Storlek utformad som uppmuntrar vatten att skjuta över kajen och över kajen till åkrova	Storlek utformad som uppmuntrar vatten att skjuta över kajen och över kajen till åkrova	Storlek utformad som uppmuntrar vatten att skjuta över kajen och över kajen till åkrova	Storlek utformad som uppmuntrar vatten att skjuta över kajen och över kajen till åkrova	Storlek utformad som uppmuntrar vatten att skjuta över kajen och över kajen till åkrova	Storlek utformad som uppmuntrar v

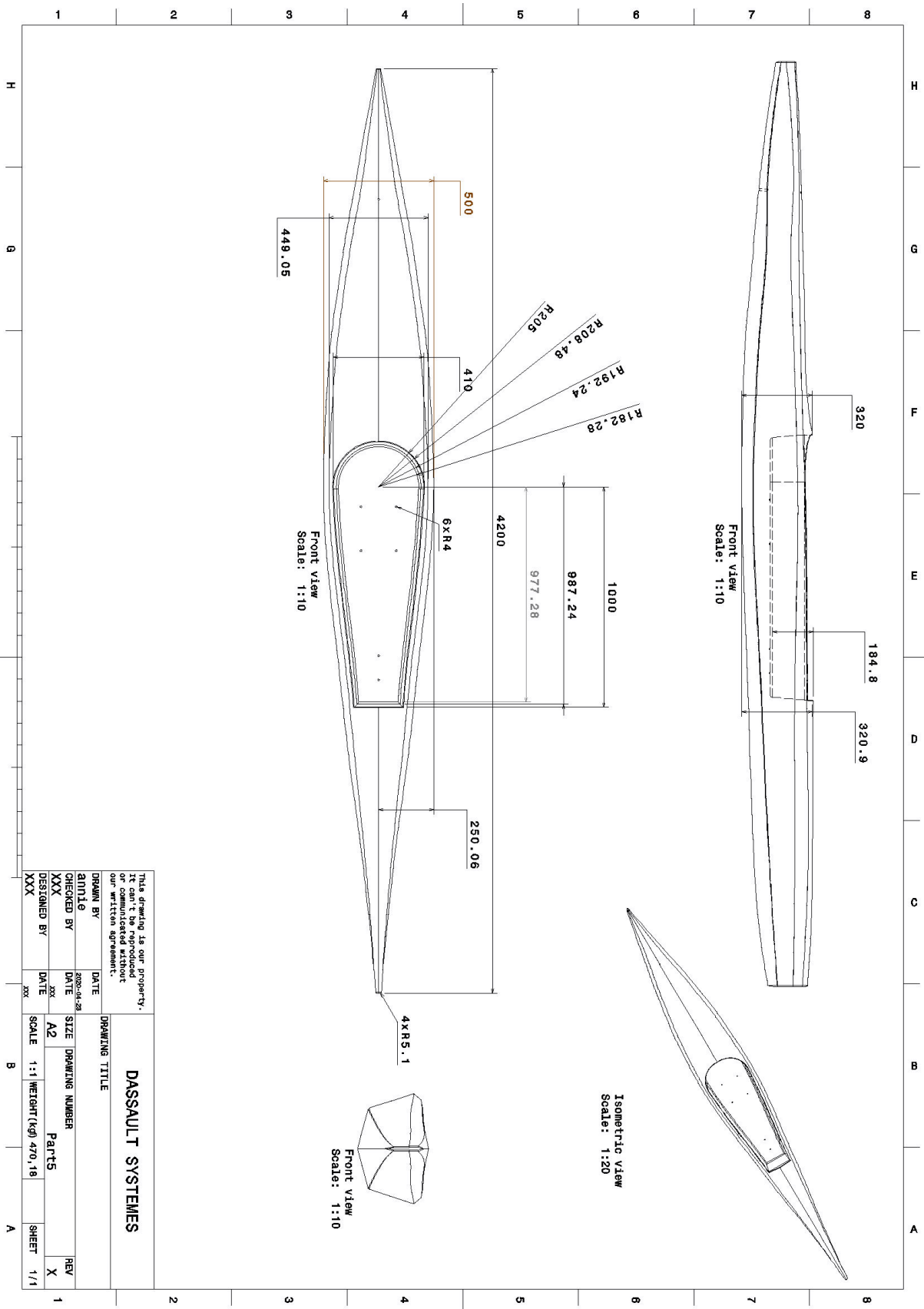
[illegible]

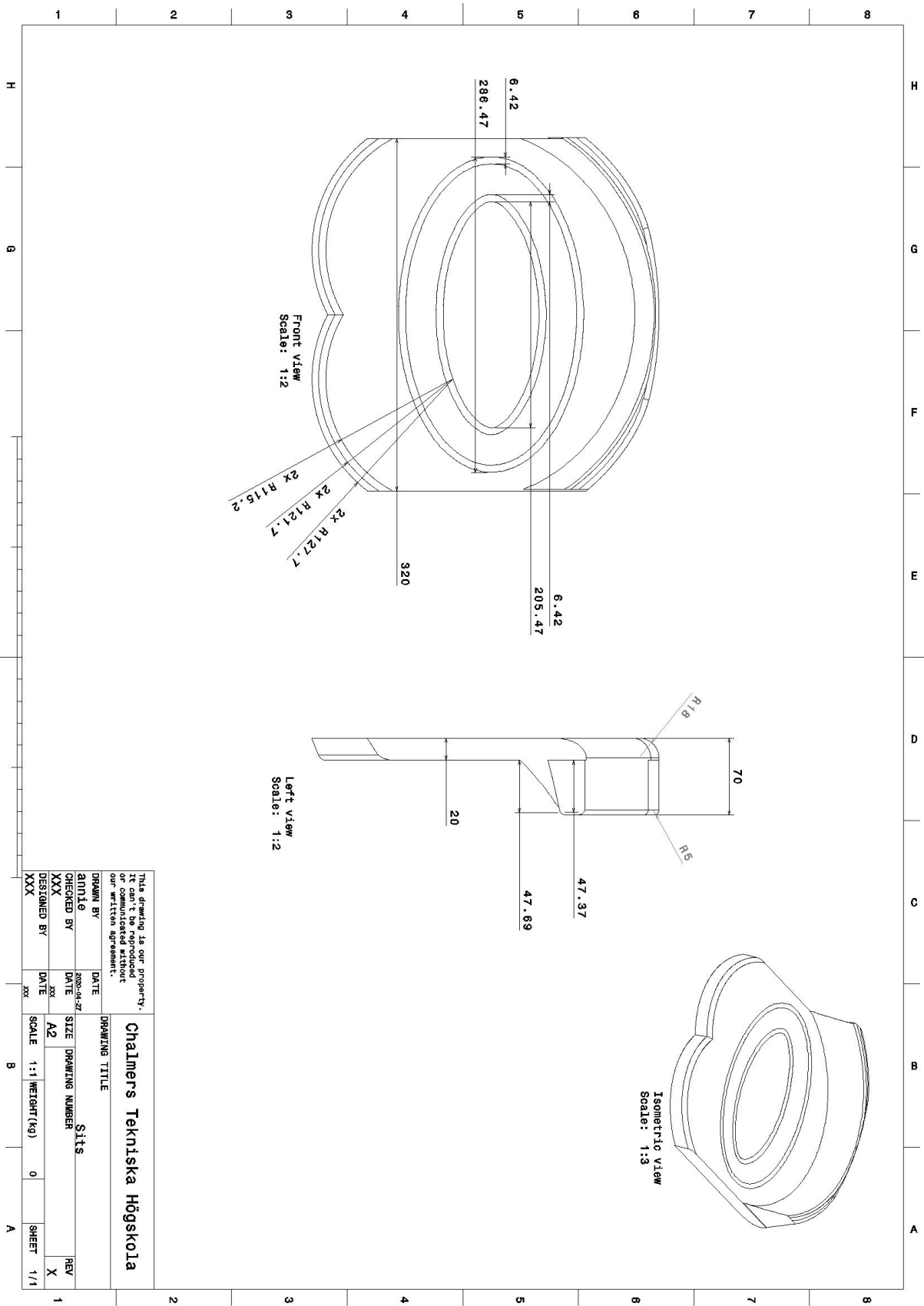
H

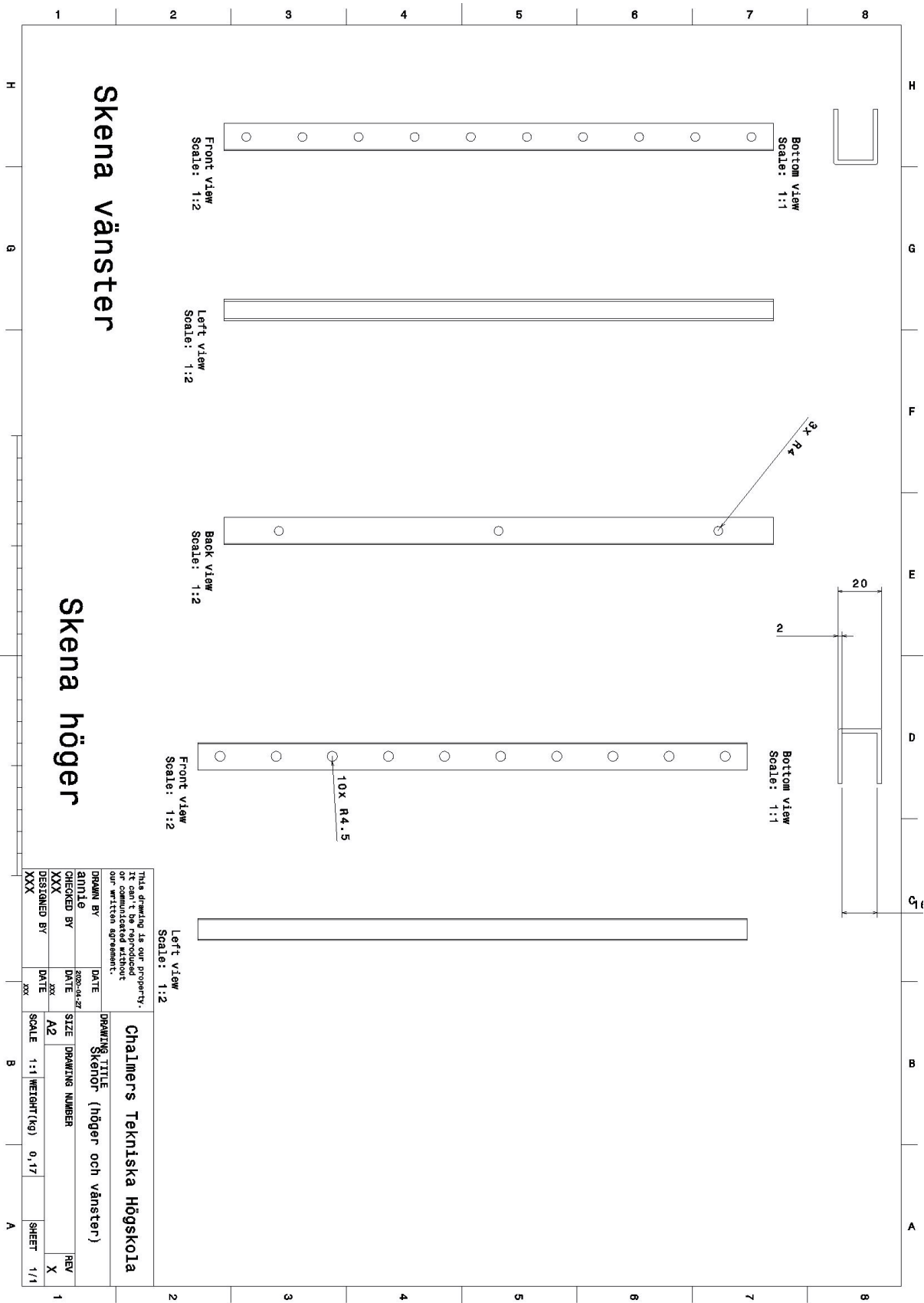
Bilaga CAD-ritningar

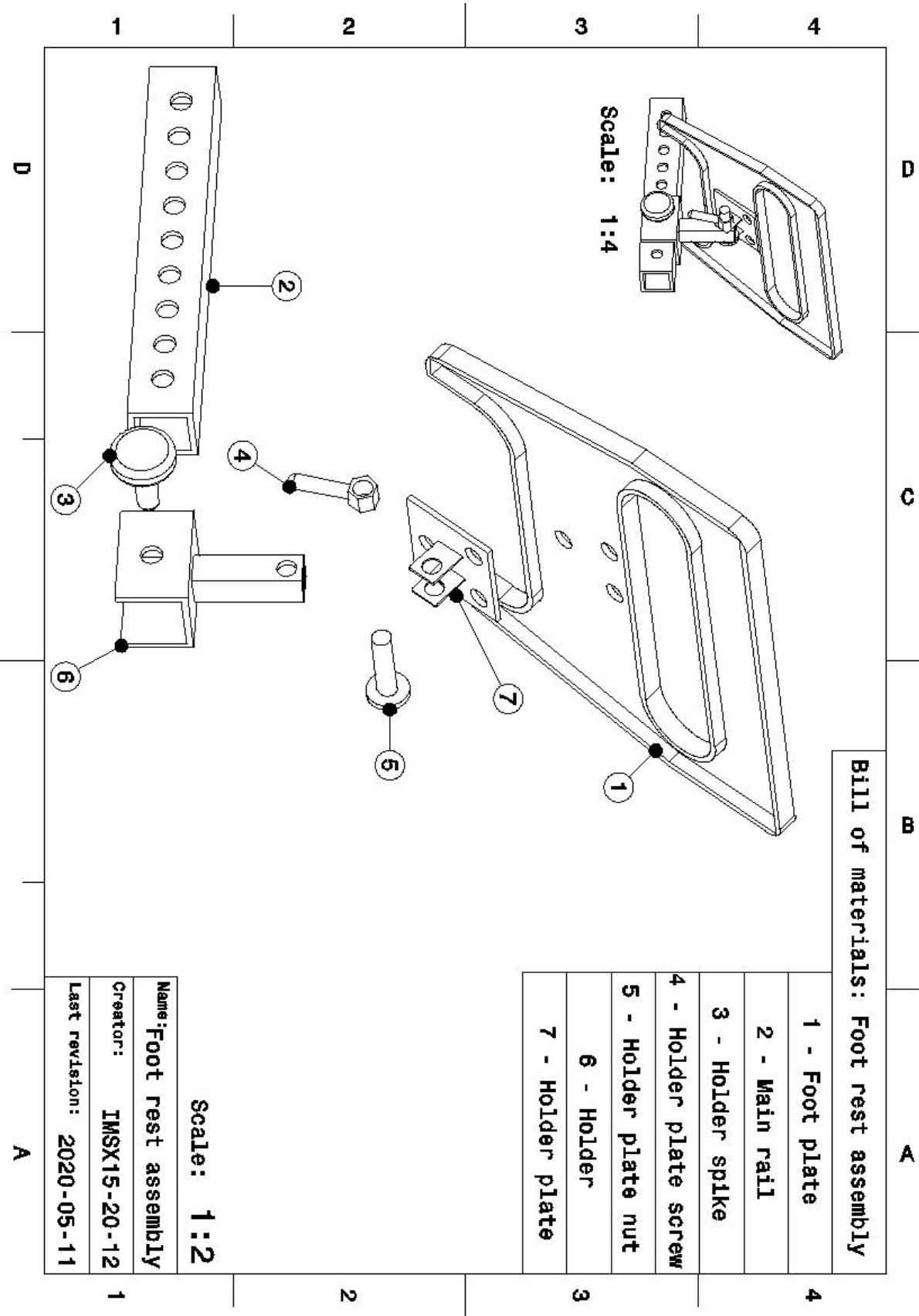
Följande är CAD-genererade ritningar på organ och skrov samt sammanställning av organ med skrov. Dessa är ritningar i konceptstadie och bör ej betraktas som ritningar för detaljkonstruktion.

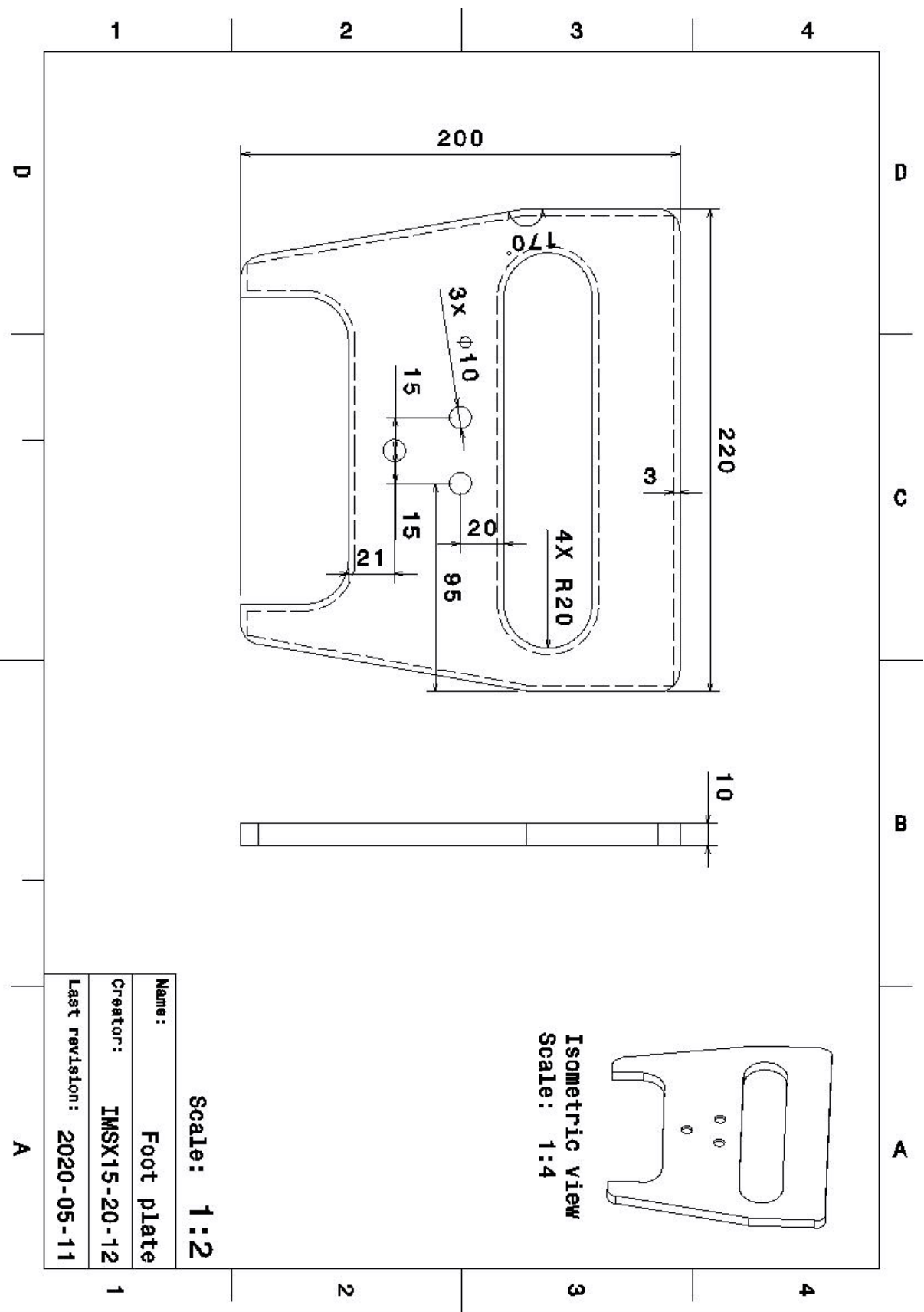


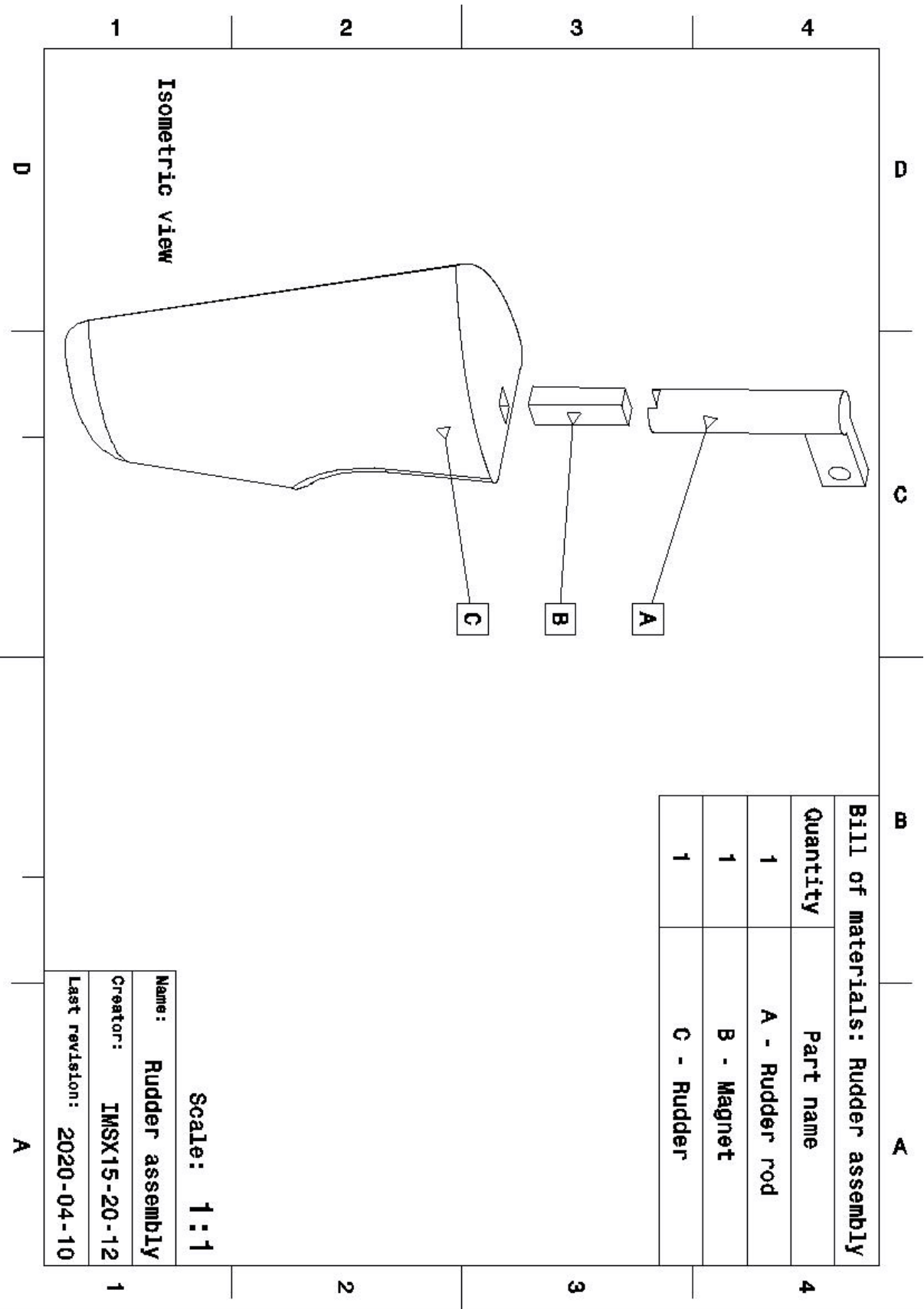


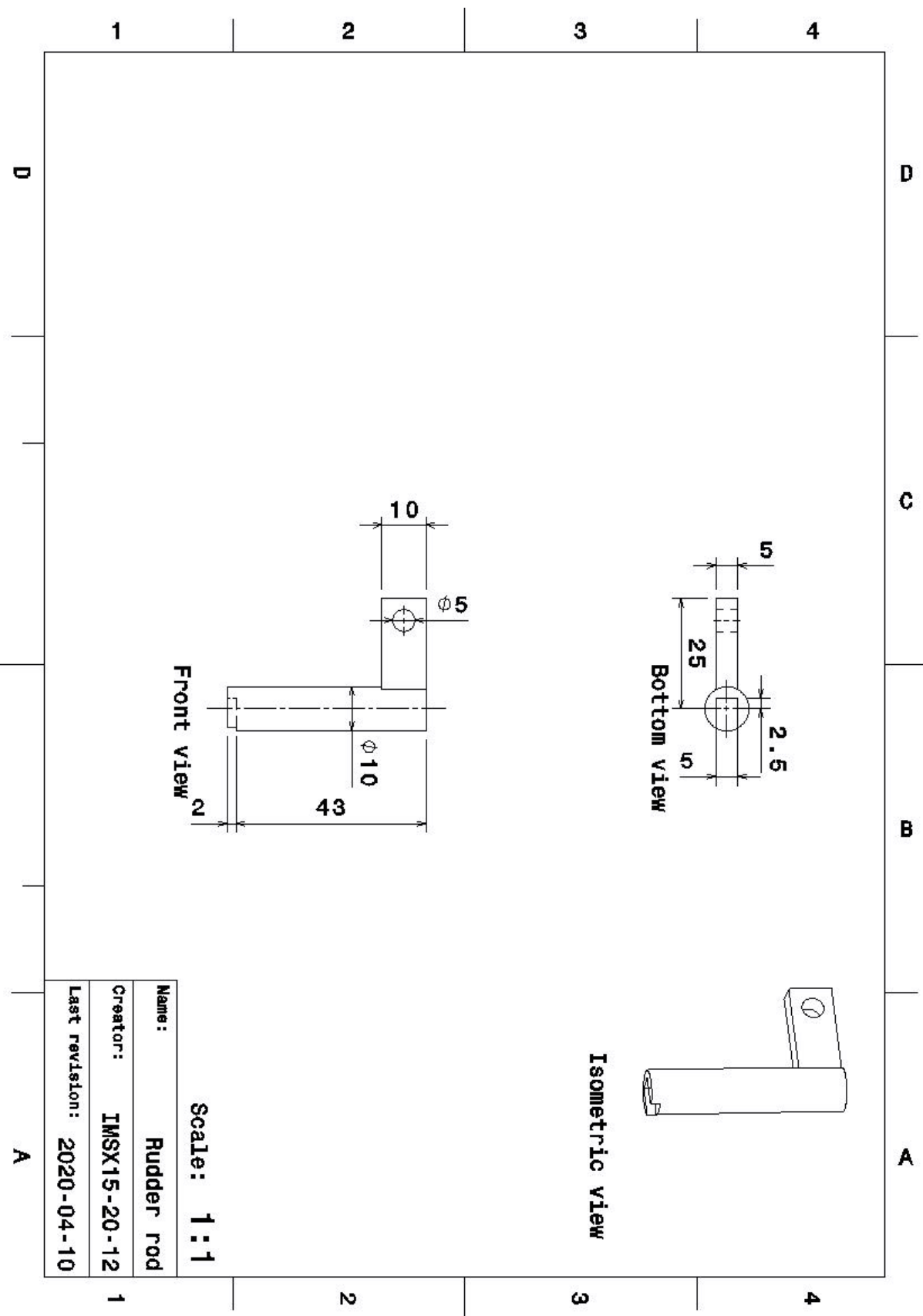












I

Bilaga FMEA

I följande bilaga presenteras en FMEA som utförts under projektet. En FMEA går igenom samtliga risker som kan uppstå under projektets gång. Dessa risker värderas efter hur allvarliga de är med hjälp av ett risktal samt hur de kan förhindras.

I. Bilaga FMEA

Komponent	Felsätt	Feleffekt	Felorsak	Nuvarande kontroll/ test	Sannolikhet för händelse	Allvarlighe t	Sannolikhet för ingen upptäckt	Risktal	Rekommenderade åtgärder
Hållare	Fotstöd vickar märkbart	Fotstöd känns ej stabilt	För stort glapp mellan hållare och skena	Stickprov	3	6	2	36	Belägg insida av hållare med dämpande material
Sprint	Sprint kan ej dras	Användare kan ej justera position	Fjäder för styv	Beräkning av fjäderkraft	2	3	1	6	Lågt risktal - Åtgärd behövs ej
Åtdragningsskruv	Fastnar fastspänt	Användare kan ej justera lutning	Åtdragningsskruv fastspänd för hårt av användare	Ingen kontroll	6	3	1	18	Lågt risktal - Åtgärd behövs ej
Projekt: IMSX15-20-12 System: Roderanordning Senast uppdaterad: 2020-05-01									
Komponent	Möjligt felsätt	Möjlig feleffekt	Möjlig felorsak	Nuvarande kontroll/ test	Sannolikhet för händelse	Allvarlighe t	Sannolikhet för ingen upptäckt	Risktal	Rekommenderade åtgärder
Tätning	Läcker	Roderutrymme vattenfylls	Ej korrekt monterat	Kontrollgrupp för att säkerställa korrekt förståelse av monteringsmanual	??	4	4	??	Rekommendera användare att testa tätningen
Tätning	Läcker	Roderutrymme vattenfylls	Tätning torkar ut	??	??	2	??	??	Använd standardkomponent för tätning så klubbar kan byta ut dessa själva
Snöre	Havererar	Styrning omöjliggörs	Snöre skaver mot något	Kontrollera yta där snöre placeras för vassa kanter	2	7	3	42	Konstruktion omöjliggör att snöre skaver mot något vasst, manual uppmanar användare att dubbelkolla så att snöret inte skaver mot något
Snöre	Lossar	Styrning omöjliggörs	Ej korrekt monterat	Kontrollgrupp för att säkerställa korrekt förståelse av monteringsmanual	3	3	7	63	Välj infästningsmetod som omöjliggör att användare tror snöret är fäst korrekt om den ej är det
Roderstång	Omvänt monterad, bak och fram	Styrning omvänd Roder lossnar vid vanlig paddling	Ej korrekt monterat	Kontrollgrupp för att säkerställa korrekt förståelse av monteringsmanual	4	1	1	4	Lågt risktal - Åtgärd behövs ej
Roder	Omvänt monterad, bak och fram	Styrning kraftigt försämrad	Ej korrekt monterat	Kontrollgrupp för att säkerställa korrekt förståelse av monteringsmanual	1	8	1	8	Lågt risktal - Åtgärd behövs ej
Roder	Lossnar ej vid kollision	Skrov skadas	Magnet skåra i roderstång för djup	Kontroll vid tillverkning	2	7	2	28	Högre precision vid fräsning
Roder	Lossnar ej vid kollision	Skrov skadas	Magnet för stark	Beräkning av forderlig magnetstyrka	1	7	1	7	Lågt risktal - Åtgärd behövs ej
Projekt: IMSX15-20-12 System: Skrov Senast uppdaterad: 2020-05-01									
Del av skrov	Möjligt felsätt	Möjlig feleffekt	Möjlig felorsak	Nuvarande kontroll/ test	Sannolikhet för händelse	Allvarlighe t	Sannolikhet för ingen upptäckt	Risktal	Rekommenderade åtgärder
Ovansida	Materialet förlorar färg inom x år	Kajaken ser sliten ut	Blekning från solen	Kontroll av UV-mostånd av material i CES	??	3	??	??	Säkerställ att färgen tål UV ljus
Där öglor fästs	Infästning läcker vatten	Kajak vattenfylls långsamt	Tätning ej tillräcklig	??	??	7	3	??	Rekommendera användare att testa tätningen
Undersida	Skrov får repor	Högre rörelsemotstånd i vatten	Kajak läggs på grus	Fysiskt test	6	2	3	36	Undersök om undersida skrov kan beläggas med ett tåligare ytskikt
Undersida för	Skrov spräckt	Kajak vattenfylls snabbt	Kajak åker på grund	Fysiskt test	2	8	1	16	Lågt risktal - Åtgärd behövs ej
Sida skrov	Skrov får repor	Kajak ser sliten ut	Kajak gnider mot brygga	Fysiskt test	5	2	1	10	Lågt risktal - Åtgärd behövs ej
Kanter vid sittbrunn	Spricker	Kajaken går av på mitten	För klen konstruktion vid sittbrunn	ANSYS simuleringar	1	10	2	20	Lågt risktal - Åtgärd behövs ej