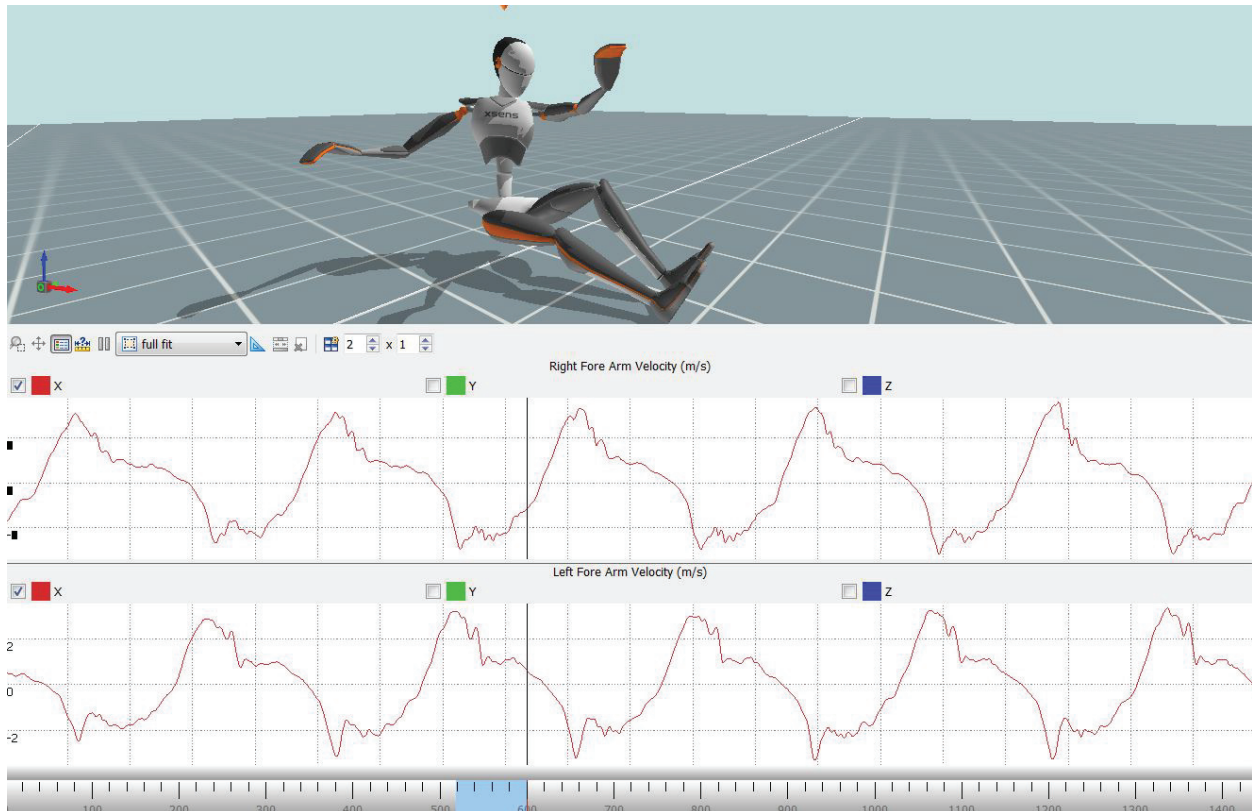




Utvecklingsprojekt av kajakergonometern

Kandidatarbete inom industri- & materialvetenskap och mekanik & maritima vetenskaper

KLARA PÅLSSON

EMIL SEGERLUND

JONATHAN PERSSON

CHRISTOFFER SANDAHL

KANDIDATARBETE

Utvecklingsprojekt av kajakergometern

KLARA PÅLSSON
EMIL SEGERLUND
JONATHAN PERSSON
CHRISTOFFER SANDAHL



Institutionerna för industri- & materialvetenskap och mekanik & maritima
vetenskaper

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige, 2018

Utvecklingsprojekt av kajakergometern

KLARA PÅLSSON
EMIL SEGERLUND
JONATHAN PERSSON
CHRISTOFFER SANDAHL

© Klara Pålsson, Emil Segerlund,
Jonathan Persson, Christoffer Sandahl, 2018.

Handledare: Ola Isaksson, Institutionen för Industri- och materialvetenskap
Examinator: Mikael Enelund, Institutionen för Mekanik och maritima vetenskaper

Kandidatarbete IMSX15-18-05
Institutionerna för industri- & materialvetenskap och mekanik & maritima vetenskaper
Chalmers tekniska högskola
SE-412 96 Göteborg
Telefon: +46 (0)31 772 1000

Omslag: Visualisering av en person som paddlar i programvaran Xsens MVN.

Institutionerna för industri- & materialvetenskap och mekanik & maritima vetenskaper
Göteborg, Sverige, 2018

Utvecklingsprojekt av kajakergometern

KLARA PÅLSSON

EMIL SEGERLUND

JONATHAN PERSSON

CHRISTOFFER SANDAHL

Institutionerna för industri- & materialvetenskap och mekanik & maritima vetenskaper

Chalmers Tekniska Högskola

Sammandrag

För kanotister, boende i Sverige eller andra kalla länder, som inte tillåter paddling utomhus året runt, är kajakergometern ett viktigt vinterträningsredskap. Kajakergometern har sett i stort sett likadan ut de senaste tio åren. Syftet med detta kandidatarbetet har därför varit att undersöka paddelrörelsen i kajakergometern och jämföra den mot rörelsen vid paddling på vatten. Därefter komma med förslag på hur kajakergometern skulle kunna bli bättre och efterlikna paddling på vatten mer.

Paddelrörelsen och kajakergometern undersöktes simultant både objektivt och subjektivt. Totalt har 19 olika personer intervjuats om sina åsikter om kajakergometern och hur det känns att paddla i den. Mätningar har utförts med Xsens MVN motion capture system, ett system som mäter och lagrar rörelsen hos 17 olika sensorer placerade på kroppen. Mätningar gjordes med fyra olika personer. Två mätningar genomfördes på Dansprints kajakergometer, en mätning jämförde Dansprints Kajakergometer med en från KayakPro och den sista mätningen jämförde Dansprint med paddling på vatten.

Under arbetet har det kunnat konstaterats att rörelsen, både objektivt och subjektivt, i vissa delar, skiljer sig stort mellan paddling i kajakergometer och paddling i vatten. Det finns också överhängande risk för skador i kajakergometern. De största skillnaderna i rörelsen uppmättes vid den del där paddlen förs ner i vattnet, och den del där paddlen tas upp. När paddeln förs ner och paddeltaget påbörjas uppstår ett ryck i paddeln vid maskinpaddling. Vid upptaget minskar motståndet vid paddling på vatten, men är linjärt i maskinen, vilket leder till att kanotisten gör längre drag i maskin. Det uppmättes också skillnader i rörelsen hos de två jämförda kajakergometrarna.

Med hjälp av ovanstående resultat genomfördes en produktutvecklingscykel som i sin tur resulterade i tre olika koncept som kommer göra kajakergometern både bättre i allmänhet och få den att bättre efterlikna paddelrörelsen.

Abstract

In some countries, like Sweden or other countries with cold climate, paddlers are dependent on being able to paddle inside, on a kayak ergometer. The kayak ergometer has not been developed much during the last ten years. The purpose of this bachelor thesis has therefor been to examine and analyse the movement of the paddler, both in ergometer and on water. Thence, start a product development cycle and try to find ways to make the kayak ergometer better, and give a similar feeling to paddling in the water.

Both the movement of the paddler and the kayak ergometer were examined and analysed in an objective and in a subjective way. A total amount of 19 interviews were made, about peoples opinions about the kayak ergometer and the feeling while paddling. The measurements where made with Xsens MVN motion capture system, a motion capture system which measure and store the data from 17 different sensors on the body. Measurements were made with four different persons. Two measurements where made on Dansprint kayak ergometer, one to compare the Dansprint with a ergometer from KayakPro, and the last measurement to compare the Dansprint with paddling in the water.

After the interviews and the measurements, the group came to the following conclusions: In some ways the paddlers movement differs a lot between water and machine, both in subjective and objective terms. There is a risk of damaging the shoulders in the machine, due to wear. The most significant differences are found when the paddler enters and exit the water with the paddle. When the paddle is in the position where it enters the water, the paddler will feel a hitch when using the machine while the movement is smooth in the water. When the paddle is in the position where it exits the water, the resistance is decreasing when paddling in the water, while it is linear on the machine. This will make the paddler take longer strokes in the machine. There were also differences in the movement when comparing the two kayak ergometers.

With help from the results above, a production development cycle could be initiated. It generated three concepts which will all improve the kayak ergometer overall and make the movement feel more similar to the movement in the water.

Förord

Denna rapport beskriver ett kandidatarbete som genomfördes vid institutionerna för industri- & materialvetenskap och mekanik & maritima vetenskaper vid Chalmers tekniska högskola våren 2018. Vi har flera vi vill tacka, då det är många vi har kommit i kontakt med och som har bidragit med sina åsikter till vårt arbete. Först vill vi börja med att tacka de på Chalmers som har hjälpt oss. Tack till Ola Isaksson för handledning genom arbetet och ditt stora intresse inom sporten som har bidragit till att vi har fått flera kontakter. Tack även till vår examiner Mikael Enelund för att du kunde vara med på flera handledningstillfällen och Viktoria Börjesson på fackspråk för hjälp med rapportskrivandet.

Vi vill tacka svenska kanotförbundets landslagstränare Åsa Eklund som tillsammans med Ola Isaksson tog fram kandidatarbetsidéen, Magnus Siverbrandt för lånet av din paddelmaskin, Paddla i väst för att ni gett oss tillgång en Dansprint kajakergometer, Magnus Evertsson för lånet av Xsens, Panagiota Papadopoulou för hjälpen med Xsens, ni som har ställt upp på telefonintervjuer, Conny Edholm, Christian Dietz, Henrik Strand, Linnea Stensils, Mackan Andersson, Moa Wikberg, Douglas Annerling, Ole Torp, Webasport, Kent Klitgaard och Sofia Paldanius. Tack till er kanotister på Chalmers som har bidragit, Henrik Larsson och Björn Isaksson. Även ett stort tack till er som vi har fått köra tester med och åsikter som ni har bidragit med, Martin Nathell och Anton Ljungström.

Till sist ett stort tack till alla de andra aktiva inom kanotsporten och det stora intresse många har visat, tack till alla som svarade på vår enkätundersökning, fantastiskt roligt att få göra ett arbete inom ett område där många är positiva och villiga till att bidra.

Innehåll

1	Inledning	1
1.1	Bakgrund	1
1.2	Syfte	1
1.3	Avgränsningar	2
1.4	Samhälleliga och etiska aspekter	2
2	Teori	3
2.1	Paddelteknik	3
2.1.1	Isätt	3
2.1.2	Drivfas	4
2.1.3	Upptag	4
2.1.4	Återföring	5
2.2	Kajakergometern	5
2.3	Referenslösningen Dansprint	5
2.4	Konkurrenters lösningar	7
2.4.1	Stroke2max	7
2.4.2	Weba	7
2.4.3	Rasmussen	8
2.4.4	K1 Trainer	8
2.4.5	KayakPro Speedstroke Gym	8
2.4.6	KayakPro Compact Ergometer	9
2.4.7	Sammanställning	9
2.5	Patent	10
2.6	Tidigare studier	10
2.7	Xsens MVN - Motion capture systemen	11
3	Metod	13
3.1	Förstudie	13
3.2	Intervjuer	13
3.3	Datainsamling med Xsens MVN	14
3.3.1	Testperson 1	15
3.3.2	Testperson 2	15
3.3.3	Testperson 3	15
3.3.4	Testperson 4	15
3.3.5	Analys av mätdata	16
3.4	Funktionsanalys	17

3.5	Kravspecifikation	17
3.6	Konceptgenerering och konceptval	18
4	Resultat	19
4.1	Förstudie	19
4.2	Intervjuer	20
4.2.1	Skador	20
4.2.2	Teknik	20
4.2.3	Känsla	21
4.2.4	Mätdata	21
4.2.5	Förbättringsförslag	21
4.2.6	Återförsäljare/Tillverkare	22
4.3	Mätresultat	23
4.3.1	Testperson 1	27
4.3.2	Testperson 2	28
4.3.3	Testperson 3	29
4.3.4	Testperson 4	38
4.3.5	Jämförelse mellan testpersoner	45
5	Konceptgenerering och konceptval	47
5.1	Idégenerering	47
5.1.1	Bromsa rörelsen/Lägga på motstånd	49
5.1.2	Överföra kraft från paddel till broms	49
5.1.3	Justera bromskraft	50
5.1.4	Efterlikna känslan i vatten	50
5.1.5	Mobil	51
5.1.6	Ge feedback och belöna bra teknik	52
5.1.7	Förebygga skador	53
5.2	Morfologisk matris	53
5.2.1	Utvärdering av lösningsförslag	55
5.3	Konceptval	57
6	Analys och diskussion	67
6.1	Förstudie	67
6.2	Intervjuer	67
6.3	Analys av resultatet från mätningarna	68
6.3.1	Analys av resultatet från testtillfälle 3	68
6.3.2	Analys av resultatet från testtillfälle 4	70
6.3.3	Analys av resultat från jämförelsen mellan testpersoner	71
6.3.4	Analys av resultat från tungstarten	71
6.4	Konceptgenerering och konceptval	72
6.4.1	Idegenerering	72
6.4.2	Koncept förbättrad traditionell	72
6.4.3	Koncept programmerbar	73
6.4.4	Koncept utan linor	73
7	Slutsats	75

7.1	Rörelsen	75
7.2	Skador	76
7.3	Förbättringar	76
8	Rekommendationer	79
8.1	Till klubbarna	79
8.2	Till kommande arbeten	80
	Referenser	81
	Bilagor	I
A	Enkätundersökning formulär	I
B	Enkätundersökning resultat	III
C	Patent	IV
D	Kravspecifikation	V

1

Inledning

1.1 Bakgrund

Som framstående land inom kanotsporten har Svenska kanotförbunden som mål att höja sig ännu en nivå inför VM och OS. För att nå dit behöver träningen hålla en hög kvalitetsnivå under uppbyggnadsperioderna. Sveriges problem är kylan under vinterhalvåret, då behöver det finnas ett bra komplement till utomhuspaddling ifall man inte befinner sig utomlands. Meningen är alltså få till mer specifik träning som går att utföra inomhus och som liknar paddelrörelsen. Då paddelrörelsen är komplex och det ligger en hel del teknik bakom rörelsen, kan denna vara svår att efterlikna och få till träning som är anpassad för att stärka paddelrörelsen.

Idag finns det ett träningsredskap som ska efterlikna paddelrörelsen, detta kallas för kajakergometer. Kajakergometerens utformning har stora liknelser med en roddmaskin som är ett vanligt träningsredskap på gym och motionsanläggningar idag. Skillnaderna är att kajakergometern ska efterlikna paddelrörelsen och inte roddrörelsen och blir därav en typ av träningsredskap med en annan målgrupp och används nästan enbart av aktiva kanotister. Dagens kajakergometrar tar inte hänsyn till vad utövaren använder för teknik, en kanotist kan alltså få ett bättre resultat än en annan i kajakergometer, men ändå vara långsammare i verkligheten på vattnet.

Det finns flera tillverkare av kajakergometerar, men trots detta är variationen av maskiner som finns på marknaden idag ganska begränsad. Detta gör att kajkergometern har stor potential att utvecklas, både i allmänhet, men framför allt mot en mer verklighetstrogen paddelrörelse.

1.2 Syfte

Syftet med projektet var att undersöka och analysera hur paddelrörelsen ser ut i kajakergometer och jämföra den med rörelsen i vatten, för att sedan komma fram med förslag på hur kajakergometern skulle bli bättre och efterlikna paddling på vatten mer.

1.3 Avgränsningar

Enligt bakgrunden till projektet har svenska kanotförbundet som mål att ta medaljer i OS och VM, vilket innebar att undersökningen, både med Xsens motion-capture dräkt (senare i texten hänvisat till "rörelsedräkten") och intervjuer, kom att baseras på kanotister som tävlingssatsar, tidigare har tävlingssatsat eller är i kontakt med tävlingsaktiva. Detta gav en avgränsning mot gruppen elit och problem som endast upplevs av motionärer undersöktes inte vidare.

En kajakergometer har varit placerad på Chalmers under våren 2018. Den var av märket Dansprint och därav har det avgränsats till att Dansprints [1] kajakergometer använts som referenslösning i arbetet. Underlag till denna avgränsning var även att det visade sig i enkätundersökningen (som gjordes tidigt i arbetet) att Dansprints kajakergometer är den vanligaste på marknaden i Sverige och därav relevant att ha som referenslösning.

För att hålla projektet inom dess tidsram, som var begränsat till våren 2018, valdes det att avgränsa arbetet till ett tillfälle med paddling utomhus. Det kalla vädret och elitkanotisternas pressade scheman under våren bidrog starkt till detta.

1.4 Samhälleliga och etiska aspekter

I detta arbete har det gjorts flera intervjuer och många olika personer har varit involverade. Detta har lett till att de samhälleliga och etiska aspekterna framförallt har kretsat kring hantering av personuppgifter och bilder.

I enkätundersökningen som skickades ut tidigt under arbetet fick personerna som svarade välja ifall de ville vara anonyma eller fylla i sitt namn. Senare vid telefonintervjuer eller möten med personer har de tillfrågats ifall de vill nämnas med namn i rapporten och ifall de godkänner att bilder av dem publiceras. Vid testerna har även personerna som deltagit godkänt att mätdata från Xsens MVN (mer om Xsens MVN i kapitel 2.7) publiceras och får användas vid analys.

Kajakpaddling är en idrott- och fritidsaktivitet med växande intresse i Sverige och i samband med att hälsa och motion har fått ett ökat fokus i samhället finns möjlighet att kajakergometern kommer vara ett vanligt förekommande träningsredskap på olika träningsanläggningar. Därav bör det tas i beaktning att de idéer och resultat som kommer fram i detta arbete ska vara anpassat för att kunna användas i en bredare grad, som till exempel på träningsanläggningar för motionärer.

2

Teori

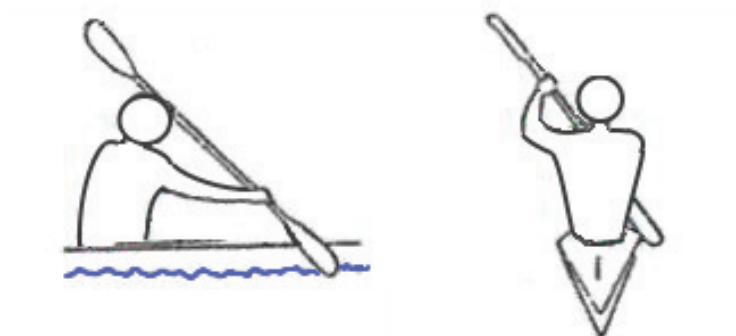
Kapitlet innehåller väsentlig teori om tekniken bakom paddelrörelsen och hur huvudfunktionerna i en kajakergometer fungerar. Vidare behandlas även en genomgång av konkurrerande lösningar och hur de skiljer sig mot projektets referensmaskin, även patent och tidigare studier ingår. Kapitlet avslutas med teorin bakom rörelsedräkten.

2.1 Paddelteknik

För att förstå mer ingående hur kajakergometern fungerar är det viktigt att förstå paddeltekniken och hur paddelrörelsen i vattnet är utformad. I kajaken sitter kanotisten med ca 30 graders vinkel i knäleden och har främre delen av foten mot fotplattan. Kanotisten ska sträva efter att ha ryggen relativt rak och bäckenet något framåttippat. Kroppställningen under paddelrörelsen hålls lätt framåtlutad med axlarna lite framför höften. Den rörelse som sker i ett paddeldrag brukar delas in i fyra faser som presenteras nedan. (Svenska Kanotförbundet, 2018, [2])

2.1.1 Isätt

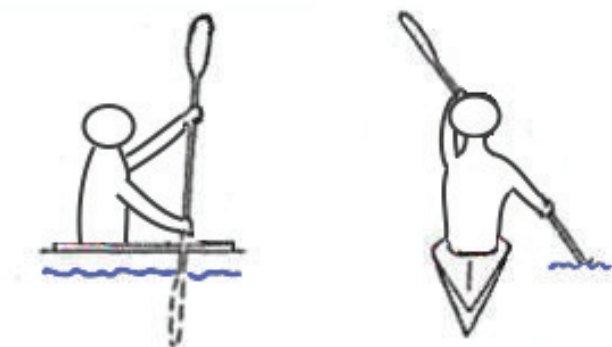
Med isätt menas den del av rörelsen som kanotisten utför för att sätta ned paddeln i vattnet. Vid isätt av paddeln ska kanotisten försöka sätta i paddeln så långt fram som möjligt och även sätta den nära kajaken. Det är viktigt för kanotisten att arbeta med bålrotation och försöka få så hög räckvidd som möjligt vid varje isätt. Eftersom paddeln är vinklad kommer kanotisten behöva vrida paddeln vid isätt i vatten. Den andra handen, (se figur 2.1) vänsterhanden, kallas för kontrollhanden och ska ha ett fast grepp om paddeln samt vara i höjdnivå mellan huvudets ovansida och axeln.



Figur 2.1: Isättningsfas. Författarnas egen bild.

2.1.2 Drivfas

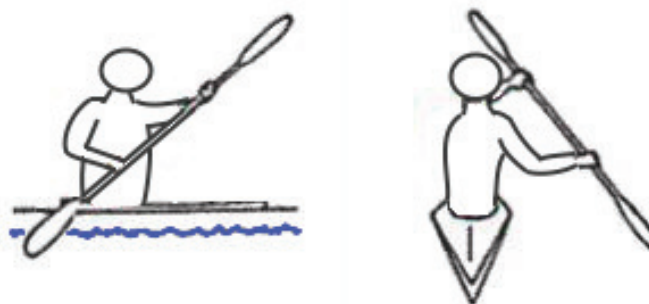
Drivfasen inleds med att kanotisten roterar bålen mot dragsidan, högersidan i figur 2.2 nedan, samtidigt som hen använder samma sidas fot att skjuta ifrån mot fotplattan. Den hand som utför själva drivet kallas för drivhand och är högerhanden i figuren nedan. Kanotisten strävar efter att bibehålla samma raka position av armarna genom draget, men i slutet av drivet böjs armbågen. Viktigt är att överkroppen roterar och väger över till den andra sidan, gör inte kanotisten det finns det en risk att kajaken välter.



Figur 2.2: Drivfas. Författarnas egen bild.

2.1.3 Upptag

Den tredje fasen i paddelrörelsen kommer då draget avslutas och paddeln lyfts upp ur vattnet, se figur 2.3. Upptagsfasen sker när kanotisten har sin drivhand strax innan höften. Följer drivet med för långt bak, trycks kajakens akter, det vill säga längst bak på kajaken, ned i vattnet och bromsar rörelsen.



Figur 2.3: Upptag. Författarnas egen bild.

2.1.4 Återföring

Den avslutande fasen i paddelrörelsen är då paddeln befinner sig i luften och kanotisten gör sig redo för att börja om rörelsen. Kanotisten ska nu ta den tidigare drivhanden, högerhanden i figurerna ovan, upp till huvudhöjd.

2.2 Kajakergometern

En kajakergometer är ett träningsredskap som ska efterlikna paddelrörelsen i vatten. Kajakergometerns utformning har visuellt stora liknelser med en roddmaskin som är ett vanligt träningsredskap på gym och motionsanläggningar idag. Skillnaderna är att kajakergometern ska efterlikna paddelrörelsen, inte roddrörelsen och blir därav en typ av träningsredskap med en annan målgrupp och används nästan enbart av aktiva kanotister som komplement när det inte går att paddla utomhus. I en kajakergometer håller personen i ett paddelskafft som har en lina fastsatt i varje ände. Dessa linor går fram till ett svänghjul, vilket bromsar rörelsen.

2.3 Referenslösningen Dansprint

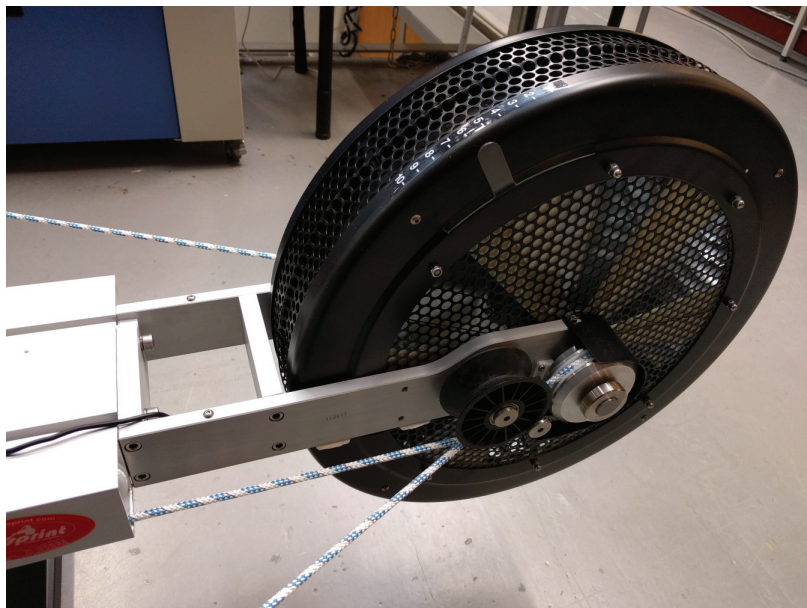
Dansprint är ett danskt märke som har sin adress i Hvidovre. Förstudien som genomfördes med enkätundersökning och intervjuer visade att Dansprint är en populär och välkänd kajakergometer på den svenska marknaden. Dansprint är även den maskin som används vid tester inom landslaget.

Dansprints kajakergometer har stora likheter med många andra i branschen. Chassiet består av en ihålig aluminiumbalk på två ben. Ovanpå den finns en sits i kolfiber och ett i längsled justerbart fotstöd med en fotrem.



Figur 2.4: Dansprint kajakergometer. Författarnas egen bild.

Längst fram på maskinen sitter ett stort svänghjul och en fläkt monterad på samma axel, vilka syns i figur 2.5.

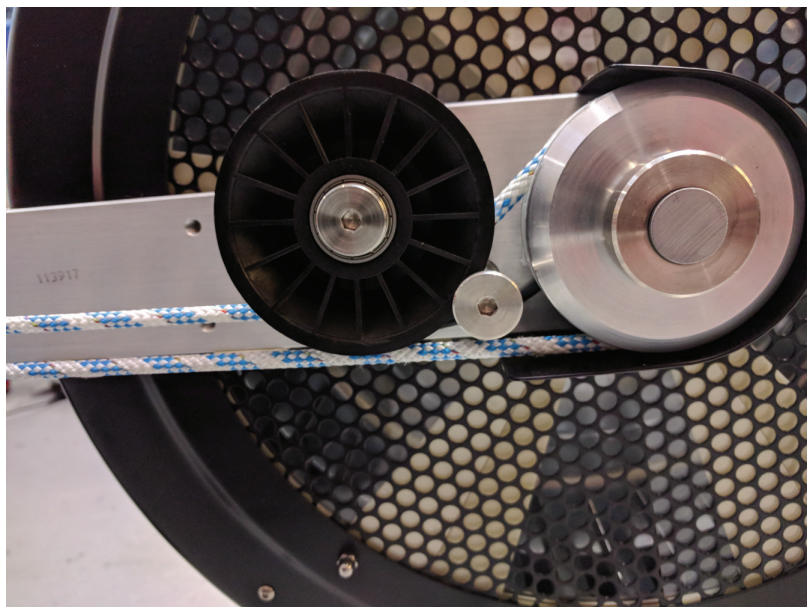


Figur 2.5: Svänghjul. Författarnas egen bild.

Dessa fungerar som maskinens broms. Massan i svänghjulet är konstant, men motståndet från fläkten kan ställas i tio olika lägen genom att välja hur stor öppningen är i fläkthuset. Ett kolfiberrör används för att efterlikna paddeln, i ändarna sitter det fast linor som går fram till svänghjulets och fläktens axel. Det är linorna som överför kraften från paddeln till bromsen.

Linorna går från paddeln fram till svänghjulsaxeln via ett styrhjul, som håller linorna

på plats, och sen runt ett mindre frihjul på varje sida, där kraften från linan överförs genom friktion till svänghjulsaxeln och svänghjulet (figur 2.6). Frihjulsmekanismen gör att broms endast läggs på vid en dragande rörelse, men ej vid tryckande. För att medge att linorna ska kunna röra sig fram och tillbaka ligger det elastiska linor inne i chassibalken som drar tillbaka paddeln och linorna efter varje tag. Längst bak på maskinen finns möjlighet att justera linspänningen.



Figur 2.6: Lindragning. Författarnas egen bild.

2.4 Konkurrenters lösningar

På marknaden idag finns det ett flertal konkurrerande lösningar till Danspriten. Nedan presenteras konkurrenternas lösningar och även de skillnader som finns gentemot Danspriten.

2.4.1 Stroke2max

Stroke2max har stora likheter med Dansprint både till utseende och funktion. Enligt enkätundersökningen som genomfördes i förstudien var det endast en person som hade testat Stroke2max, vilket kan förklaras av att den inte är vanlig i Sverige då Stroke2max säljs i Sydafrika, Frankrike, Spanien, Portugal och Australien enligt Stroke2max hemsida (Stroke2max, 2006, [3]). Skillnader gentemot Dansprint är att denna maskin har en hållare för paddeln och dessutom bluetoothsensor och mobilapplikation.

2.4.2 Weba

Standardmodellen från märket Weba använder sig precis som Dansprint av ett svänghjul med fläktbroms. För att överföra kraft från kanotisten till bromsen används två

linor som är fixerade i två olika ändar av en stav som ska motsvara en paddel. En skillnad gentemot Dansprint är att sits och fotstöd sitter monterade på en platta med hjul, som i sin tur sitter på maskinen och medger att kanotisten kan röra sig upp till en meter i maskinens längsled. Detta dämpar rycket från linorna men bidrar även till att öka känslan av att paddla i vatten eftersom man i vatten drar sig framåt snarare än att dra paddeln bakåt. För att öka motståndet på glidbrädan finns det möjligheter att sätta på vikter. Sitsen är dessutom roterbar kring den vinkelräta axeln mot marken.

Weba har utvecklat sin maskin så det går att justera totallängden på maskinen. Det medför att den blir enklare att förvara och gömma undan än Dansprinten som har en fast totallängd. Precis som Dansprinten har Weba en skärm för mätdata under paddlingen med liknande mätetal. Information har fåtts via en kontaktperson på Webasport (personlig kommunikation, 23 februari 2018).

2.4.3 Rasmussen

Rasmussens kajakergometer är utvecklad av en Einar Rasmussen, tidigare landslagskanotist för Norge [4]. Den kännetecknas av sin förmåga att skapa en vattenlik känsla, men tyvärr finns inga officiella specifikationer på den. En stor nackdel som framkommit genom enkätundersökningen och intervjuerna i förstudien är att maskinen är väldigt otymplig och svår att ställa in.

Bromsningen i Rasmussen kajakergometer sker med hjälp av en generator och överföringen av kraften från kanotist till broms sker via linor. Rasmussen har en glidfunktion på sittdelen, det vill säga att den del av maskinen där sitsen är rullar framåt med hjälp av små hjul när kanotisten paddlar. Detta är en föregångare till dagens mer moderna så kallade "glidplattor" som blivit allt mer populära. Rasmussen återger data till kanotisten via en skärm men vilka data som visas och hur den datan tas fram är oklart.

2.4.4 K1 Trainer

K1 Trainer har stora likheter med Dansprint och använder sig av en fläktbroms som kanotisten överför kraften till via linor som är fixerade i bägge ändar av en stav som ska motsvara paddeln. Precis som i Dansprinten justerars inte sätet utan fotstödet flyttas på för att anpassa längden efter kanotisten. Ramen är i metall och det finns möjlighet att bak på maskinen att justera spänningen i linorna. Det finns en skärm som visar mätdata som även här likt Dansprinten är baserade på fläktens RPM-data. Information hämtad från K1 Trainer hemsida (K1trainer, 2018, [5]).

2.4.5 KayakPro Speedstroke Gym

KayakPro Speedstroke Gym har stora likheter med Dansprint både funktion och utseendemässigt. KayakPro Speedstroke överför, precis som Dansprinten, kraften

från kanotisten till fläktbromsen via linor och visar mätdata på en skärm som är baserade på RPM-data. Skillnaderna mellan KayakPro Speedstroke och Dansprint är att KayakPro Speedstroke har en justerbar paddel. Informationen är hämtad från KayakPros hemsida (KayakPro, 2018, [6]).

2.4.6 KayakPro Compact Ergometer

Den andra modellen från märket KayakPro har även den likheter med Dansprint. Projektgruppen (de som skriver kandidatarbetet, senare i texten enbart "gruppen") fick möjlighet att besöka M. Siverbrandt (personlig kommunikation, 1 mars 2018) för att se ett exemplar och hur den fungerar. Modellen använder en fläktbroms och överför kraften från kanotisten till bromsen med hjälp av linor som är fixerade i två olika ändar av en stav som agerar paddel. Sätet är fixerat i längsled, men det går att justera höjden på sätet. För att ställa in efter olika längd flyttas fotstödet i längsled. Precis som Dansprinten använder sig KayakPro Compact av RPM-data för att återge olika mätetal som sedan visas på en skärm som sitter i änden av maskinen, precis ovanför fläktbromsen.

KayakPro Compact är konstruerad så att den går att fälla ihop vilket medför att totallängden nästan halveras. Maskinen är utrustad med små hjul längst fram för att bli lättare att förflytta. Då maskinen är ihopfälld går den att ställa upp och blir enklare att förvara då maskinen inte används. KayakPro Compact använder även en annan teknik än Dansprint för att dra tillbaka linorna och paddeln. Metoden är samma, det sitter elastiska linor i maskinen, men hur linorna är upphängda skiljer sig åt mellan maskinerna.

2.4.7 Sammanställning

De konkurrerande lösningar som finns på marknaden idag har stora likheter med varandra vad gäller funktion och utseende. De funktioner som har identifierats där det föreligger skillnader mellan märkena redovisas i tabellerna 2.1 och 2.2.

Tabell 2.1: Sammanställning av konkurrenters lösningar del 1

Funktion	Dansprint	Stroke2max	Weba	Rasmussen
Fläktbroms	✓	✓	✓	
Glidplatta			✓	✓
Justerbar paddel			✓	
Enkel att förflytta			✓	
Ihopfällbar			✓	
Bluetooth / Mobilapp		✓		

Tabell 2.2: Sammanställning av konkurrenters lösningar del 2

Funktion	K1 Ergo	KayakPro Speedstroke	KayakPro Compact
Fläktbroms	✓	✓	✓
Glidplatta			
Justerbar paddel		✓	✓
Enkel att förflytta			✓
Ihopfällbar			✓
Bluetooth / Mobilapp			

2.5 Patent

För inspiration och för att undersöka marknaden genomfördes en patentsökning där 13 olika patent för diverse idéer om hur det går att träna paddling på vintern hittades. Alla patent var dock inte helt relevanta då många av patenten är extremt otympliga, inte gjorda för professionell paddling (ex. maskiner med fixerad paddel) eller helt obegripliga (på grund av språksvårigheter och bristande ritningar). De patent som har med alternativ träning till paddling och är något relevanta kommer att vara refererade i bilaga C nedan. De beskrivs inte tydligare här då ingen av patenten var till stor begränsning, då de till exempel handlade om att paddla i bassäng.

2.6 Tidigare studier

Det finns flertalet tidigare studier kring paddelteknik, men inte många som berör kajakergometern.

En studie från Riksidrottsförbundet, Svenska Kanotförbundet och Gymnastik- och Idrottshögskolan, (Rosén, Johansson, Nilsson, Rosdahl och Bjerkefors, 2018, [7]) är genomförd med måttinstrument på kajakergometern. gruppen har dock bara funnit deras presentation och inte några resultat och då den riktar sig till parakanot (som inte är målgruppen för detta arbete) har det inte analyserats vidare.

I en studie av Flemming, Donne, Fletcher och Mahony (2012, [8]) kom de fram till resultatet att kajakergometern kan replikera de ämnesomsättningsmässiga och konditionsmässiga kraven på vatten-kajakpaddling, men den efterliknar inte de biomekaniska kraven perfekt.

Flemming, Donne och Fletcher (2012, [9]) har även genomfört en studie för att se effekterna av kajakergometers konstanta spänning på överkroppen. De slutsatser som kom fram tills och kunde påvisas var att kajakergometers konstanta spänning förändrar rörelsemönstret för framsida (anterior) axlar. De kom också fram till att personen som använder kajakergometern behåller optimala rörelsemönster för armarna trots att yttre krafter ändras genom förändrad axelmuskelsrekrytering.

En svensk studie av Gullstrand, Lindberg, Cardinale och Tarassova (2013, [10]) har undersökt tillförlitligheten i mätdata från ergometrar. Studien baserades på 3D-analys vilket de anser vara bättre för att beskriva äkta paddlingrörelser och tillåta mer exakta kraftberäkningar. De använde sig av en Dansprint kajakergometer i sin studie och kom fram till resultatet att referensmetoden som användes visade att displayen på den använda ergometern uppvisade en underskattad effekt med 37,7 % över hela mätområdet jämfört med referensmetoden.

Även en studie av Luís Carrasco, Inmaculada, Martínez, Moisés de Hoyo, Borja Sañudo och Nicolae (2009, [11]) kom fram till slutsatsen att när hastigheten uppmätt med ergometerns display är referensparametern bör resultatet behandlas med försiktighet. De undersökte fjorton manliga kanotister som alla var med i det spanska landslaget och genomförde tester både i kajakergometer och vatten.

Det har gjorts en studie i Danmark av Klitgaard, Andersen, Nielsen och Heinen (2016, [12]) som ännu inte är fullständigt publicerad. Gruppen fick tillgång till deras sammanfattning via mejl. I den danska studien kom de fram till att det inte finns någon signifikant skillnad mellan paddling på vatten och i maskin när det gäller underkroppens rörelse. På överkroppen är dock skillnaderna större och framför syns det att drivfasen blir längre vid maskinpaddling än vid paddling på vatten. Undersökningen genomfördes med 11 st i sammanhanget erfarna kvinnliga kanotister i åldrarna 15-18 år.

2.7 Xsens MVN - Motion capture systemen

Det hjälpmedel som har använts under projektet för att mäta och analysera rörelsen har varit Xsens MVN Link. Systemet består av en töjbar helkroppsdräkt (rörelsedräkten) som det sedan placeras 17 medföljande sensorer på med hjälp av kardborre, se figur 2.7, dessa kan sedan skyddas genom att dra igen dragkedjorna på helkroppsdräkten. Sensorerna är kabelanslutna till varandra och går sedan till en batteridriven enhet med ett minne och en transmitter som sitter placerat på användarens ländrygg. För att kunna spara ned mätdata ansluts antingen sensorerna trådlöst till en dator med hjälp av den medföljande mjukvaran, eller kan datan sparas ner direkt i det inbyggda minnet och kallas då "on body recording". (Xsens, 2018, [13]).

Utrustningen har en utmatningshastighet på 240 Hz och en trådlös räckvidd på 150 meter, vilket möjliggör mätningar vid höga hastigheter och att den kan användas utomhus vid paddling i vatten. Det finns en fördröjning i systemet på 20 ms.

Den medföljande mjukvara, Xsens MVN Analyze, sparar ned mätdata från alla sensorer och det går även att följa mätningen i realtid vid trådlös anslutning. MVN Analyze visualiserar mätningen både genom en avatar som rör sig likt testpersonen och via grafer som kan visa hastighet, acceleration, vinklar och position. Den nedsparade mätdata går sedan att exportera till en rad olika filformat för att kunna bearbetas med beräkningsprogram som tex Matlab [14]. Xsens MVN Analyze har

ett inbyggt filter som filtrerar bort mätbrus och ger en korrekt signal. Det inbyggda filtret har även som funktion att fylla ut de områden i mätresultatet som blir tomma på grund av att markörerna inte registrerats vid alla tidpunkter.

Innan en mätning börjar görs alltid en kalibrering, där testpersonen först ställer sig i en speciell referensposition, för att sen gå ca fem meter fram och tillbaka. Xsens känner då av hur sensorerna sitter i förhållande till varandra och använder den datan i kommande mätningar. Vid kalibrering när dräkten är uppkopplad till en dator får användaren genast information om kalibreringen gick bra eller inte, vid "on body recording" lagras en kalibreringsfil i minnet som används senare.

Tabell 2.3: Sensorplacering Xsens

Sensorplacering	Antal
Bakhuvudet	1
Skuldrorna	2
Bröstbenet	1
Överarmarna	2
Underarmarna	2
Händerna	2
Bäckenet	1
Låren	2
Smalbenen	2
Fötterna	2



Figur 2.7: Xsens rörelsedräkt med sensorer. Författarnas egen bild.

3

Metod

Detta kapitel innehåller en beskrivning av hur arbetet har fortskridit under projektets gång och hur arbetsgången har sett ut för att ta fram relevant data och information. Här presenteras även tillvägagångssätt och metoder för datainsamling och produktutveckling.

3.1 Förstudie

För att få en bredare kunskap kring hur paddelrörelsen ser ut och en bild av vad det finns för problem och förbättringsområden med kajakergometern, genomfördes en förstudie. Med hjälp av instruktions- och träningsvideos från träning i kajakergometer och även från paddling utomhus i vatten, skapades en grunduppfattning för hur paddelrörelsen går till [15], [16]. Förstudien innehöll även en grundlig analys av referensmaskinen Dansprint. Maskinen monterades och en genomgång av de komponenter och funktioner maskinen har genomfördes.

Förstudien innehöll även en enkätundersökning som gjordes via Google formulär, (se bilaga A) för att tydliggöra de behov som kanotisterna har gällande maskinen. Undersökningen hade ett kvalitativt tillvägagångssätt och enkäten var uppbyggd så att den inledde med neutrala frågor för att få grundläggande information, för att sedan gå över till frågor som gav utrymme för längre reflektioner och mer utvecklande svar. Enkäten innehöll även flervälsfrågor där de svarande ombads att i fem nivåer gradera hur stort problem de upplevde med maskinens begränsningar. Detta gjordes på en skala från ”inget problem” till ”stort problem”. Enkäten delades via kanotgruppens Facebookgrupp och de kontakter som gruppen hade tillgång till.

3.2 Intervjuer

Då arbetet har som syfte att rikta in sig mot elitnivå gjordes telefonintervjuer med tio personer som antingen är eller har varit elitaktiva. Det genomfördes även intervjuer med fem tränare till elitaktiva samt intervjuer med fyra olika tillverkare och försäljare av kajakergometrar. Intervjuerna genomfördes över telefon och anteckningar fördes under intervjuerna vilka analyserades i efterhand. Intervjuerna följde en semistrukturerad utformning där utgångspunkten för frågorna var att intervjupersonen skulle utveckla sina svar i enkäten, från det så ställdes ett antal följdfrågor som inte följde någon förbestämd mall utan var beroende av de svar som personen lämnade. Intervjuerna hade sin grund i det tidigare frågeformuläret (bilaga A) där

de aktiva kanotisterna djupare fick förklara sina åsikter kring frågorna.

Tabell 3.1: Antal intervjuer

Intervju	Antal
Elitaktiv eller tidigare elitaktiv	10
Tränare	5
Tillverkare och återförsäljare	4

3.3 Datainsamling med Xsens MVN

Alla tester som har genomförts med hjälp av rörelsedräkten har haft som grund att följa nedanstående testschema som innehåller nivåer som kanotister är vana att referera till. Nivå 1 avser lätt paddling, nivå 2 är det tempo kanotisten klarar av att hålla en längre tid, nivå 3 är det tempo som kanotisten precis kan hålla utan att få mjölksyra, nivå 4 är tävlingsfart (sprint) och nivå 5 avser kanotistens maxfart. Varje nivå i testschemat varade ungefär 30 sekunder för att kanotisten skulle komma upp i rätt tempo och få en bra mätsekvens i rätt hastighet. Tempot för varje nivå ansvarade kanotisterna själva för då de har varit/är elitaktiva och har erfarenheter av tester sedan tidigare. Därmed vet de vilket tempo de ska hålla på respektive nivå. Mellan varje höjning av nivå fick kanotisten gå ner till nivå 1 för att vila. Vilan hade ingen tidsbegränsning.

Tabell 3.2: Testschema

Nivå	Tid	Kommentar
1		
2	30 sek	Distans
1		
3	30 sek	Tröskelträning
1		
4	30 sek	Tävling
1		
5	30 sek	Maxfart

Datainsamlingen har genomförts med hjälp av fyra olika testpersoner med olika erfarenhet av kajakergometer som visa i tabell 3.3. Dessa fyra valdes på grund av de olika erfarenheterna och rekommendationer från handledaren. I tabellen visas även längd och skostorlek, vilket användes i Xsens som indata för kalibreringen. Utifrån dessa två längdmått gör Xsensprogrammet en schablonmässig uträkning för att ta reda på resterande mått på kroppen. Testernas utformning har skiljt sig från varandra och det beror på faktorer som erfarenhet hos testpersonen, väder och tillgänglighet till kajakergometer. Gemensamt för alla tester, med undantag för testperson 1, är att de har följt det generella testschemat i tabell 3.2.

Tabell 3.3: Testpersoner

Test	Längd	Skostorlek	Erfarenhet
Testperson 1	182 cm	26.5 cm	Ingen
Testperson 2	187 cm	27.5 cm	Tidigare aktiv
Testperson 3	184 cm	26.8 cm	Aktiv
Testperson 4	188 cm	26.8 cm	Elitsatsande

3.3.1 Testperson 1

För att bekanta sig med rörelsedräkten och för att samla in mätdata från en person som inte har någon erfarenhet av att paddla, genomfördes ett test med en person ur gruppen. Då personen inte har erfarenhet av tester och således inte vet vilket tempo som gäller för respektive nivå i det generella testschemat (stycke 3.2), har personen paddlat enligt nedanstående punkter. Motståndet står för inställningen på Dansprintens fläktmotstånd som är graderat från 1-10.

- Behaglig men snabb fart, motstånd 7.5
- Start motstånd 7.5
- Tungstart motstånd 7.5
- Högfrekvens motstånd 1
- Paddling med högre linspänning motstånd 1
- Paddling med högre linspänning motstånd 10

3.3.2 Testperson 2

Testperson 2 har tidigare varit elitaktiv och har erfarenhet av kajakergometer. Med hjälp av testperson 2 genomfördes ett test på Dansprint. Testet följde det generella testschemat i tabell 3.2. Detta test genomfördes för att samla in data från en person med erkänt bra teknik, som sedan kunde jämföras med testperson 1.

3.3.3 Testperson 3

Testet med testperson 3 genomfördes med Dansprint och utomhus med kajak i vatten. Metoden för testerna följde det generella testschemat i tabell 3.2 och genomfördes två gånger i Dansprinten och två gånger i kanot i vattnet. Vid test inomhus testades två olika värden (32 N och 34 N) på linspänningen vid fart fyra.

3.3.4 Testperson 4

Testet med testperson 4 genomfördes på två olika kajakergometrar, referensmaskinen Dansprint (se kapitel 2.3) och en KayakPro Compact, med ett specialbeställt extra tungt svänghjul (se figur 3.1). Testet utfördes enligt tidigare testschema (stycke 3.2) plus tre olika starttester för varje maskin (tungstart, högfrekvensstart och normalstart). Testschemat genomfördes en gång per kajakergometer. I KayakPro Compact genomfördes också ett test med två olika paddellängder, 172 cm och 176 cm vid nivå fem. Testperson 4 ställde in linspänningen på de båda maskinerna efter

sin subjektiva bedömning och erfarenhet, vilka i efterhand uppmättes till samma värde.



Figur 3.1: KayakPro Compact. Författarnas egen bild.

3.3.5 Analys av mätdata

Xsens ger en stor mängd data och möjligheter att titta på allt från position och vinkel till hastighet och acceleration för de 17 olika sensorerna. Den danska studie som har gjorts (Klitgaard KK, Andersen CH, Nielsen MH, Heinen F. 2016. [12]) visade att det inte fanns någon signifikant skillnad på underkroppens rörelse när data från paddling i maskin och på vatten jämfördes. Den visade också att det inte var någon skillnad mellan kroppens högra och vänstra sida. I denna studie har det därför valts att enbart titta på överkroppens högra sida. Under intervjuer och förstudie framkom några påståenden som gruppen ansåg behöva undersökas. Dessa var:

- Det blir ett ryck i rörelsen vid paddling i maskin när linan sträcks.
- Man sitter mer still i maskinen på grund av avsaknad av balansmomentet
- Paddeln tar olika banor under drivfasen. I maskinen kommer motståndet genom linan i en rät linje från svänghjulet till paddeln, men vid paddling i vatten ligger kraftens riktning vinkelrät mot paddelbladet och beror således på bladets vinkel.
- Upptaget skiljer eftersom paddeln automatiskt går upp vid vattenpaddling på grund av paddelns vinkel i slutet på drivfasen, vilket inte sker i maskinen.

För att kunna undersöka dessa påståenden och även ha möjlighet att hitta fler skillnader mellan rörelserna, valdes det att titta på data för hur höger underarm och bröstbenet förhåller sig till bäckenet. De värden som analyserades var acceleration, position och hastighet från underarmen, samt position från bröstbenet. Dessa värden gav möjlighet att följa armens bana och därmed paddelns bana. Det gick även att se plötsliga förändringar i hastighet som kunde uppkomma vid linans sträckning eller vid paddelns kontakt med vattnet, samt se hastighet och frekvens hos paddelrörelsens olika faser. Bröstbenets position visar hur mycket överkroppen gungar.

Funktionen i Xsens som låser bäckenet och låter alla rörelser utgå därifrån kallas "No level". Denna funktion valdes för att kunna göra en rättvis jämförelse mellan vatten och maskinpaddling. Andra funktioner hade gett missvisande data eftersom kanotisten i vatten fysiskt flyttar på sig, till skillnad mot maskinpaddling där hen sitter still i rummet.

Eftersom koordinatsystemet i Xsens anpassades efter positionen testpersonen stod i vid kalibreringen, uppkom problem med riktningarna i mätdata framförallt i testerna från paddling på vatten, då kalibreringen i dessa tester gjordes på land. Problemet som uppstod var att riktningen kanotisten paddlade i, inte var kalibreringens x -riktning. På grund av detta var data tvungen att roteras kring z -axeln vilket gjordes i Matlab. För att importera data i Matlab installerades tillägget "MVN Studio Developer Toolkit 1.0.2".

3.4 Funktionsanalys

En funktionsanalys genomfördes med referensmaskinen Dansprint som utgångspunkt. Funktionsanalysen genomfördes löpande under förstudien för att verkligen förstå de olika funktionerna. Första delen var att gruppen monterade och undersökte maskinen. I takt med att gruppens förståelse för paddelrörelsen sedan ökade, ökade också förståelsen för kajakergometerns funktioner, och funktionsanalysen kunde uppdateras. I funktionsanalysen listades maskinens önskade och oönskade funktioner.

3.5 Kravspecifikation

Kriterierna för kravspecifikation formulerades med hjälp av funktionsanalysen av den befintliga maskinen och materialet från förstudien. Kravspecifikationen användes under hela produktutvecklingsfasen för att säkerställa att arbetet fortskred i rätt riktning. Eftersom projektet riktade sig mot aktiva kanotister som tränar och tävlar på en hög nivå, utgjorde dessa användares uppfattning om kajakergometerns funktioner en god grund för vilka krav och önskemål som skulle ställas på de förändringar som genomförs. Det blev totalt 12 stycken oönskade funktioner och tio stycken önskade. Dessa rangordnades sedan utefter behovsbilden som gruppen formulerat utifrån svaren från intervjuerna och enkäten, där den med högst prioritet fick rangordningsnummer ett. Kravspecifikationen innehåller även mer allmänna krav och

önskemål som gäller vikt, storlek, säkerhet, med mera. Dessa har tagits fram från gruppens uppfattning och antaganden om vad som är rimliga krav och önskemål.

Då flertalet av kraven och önskemålen grundar sig i subjektiva upplevelser hos personen som använder kajakergometern, blir det svårt att verifiera dem objektivt. Majoriteten av de krav och önskemål som kommer från en upplevd känsla hos personen som använder maskinen kommer även att verifieras genom objektiva bedömningar.

Den fullständiga kravspecifikationen återfinns i bilaga D.

3.6 Konceptgenerering och konceptval

För att generera koncept utarbetades lösningar till de delproblem som framkommit. Från kravspecifikationen togs alla funktioner och sammanställdes i 12 diskussionspunkter som redovisas i tabell 3.4 nedan. Punkterna diskuterades sedan i grupper om två och två i fyra minuter för varje punkt. Grupperna träffades sedan och diskuterade de olika lösningsförslagen tillsammans och sammanställde vad respektive grupp kommit fram till. Alla idéer togs med i sammanställningen för att sedan kunna användas vidare i arbetet.

Tabell 3.4: Diskussionspunkter under idégenereringen

Diskussionspunkter	
Bromsa rörelsen/ lägga på motstånd	Göra rörelsen mindre ryckig
Efterlikna balansen i vattnet	Minska linspänning
Ge feedback	Minska linfladdret
Förebygga skador	Justering av bromskraft
Flyttningsbar	Efterlikna rörelsen i vatten
Efterlikna paddeln	Belöna bra teknik

De idéförslag som sammanställdes efter idégenereringen sorterades i fyra kategorier som representerar funktioner, första lösning, andra lösning och problem på grund av en tidigare lösning. Efter sorteringen i kategorier sammankopplades de funktioner, lösningar och problem som hörde ihop. Ett funktionsdiagram skapades för att enklare se hur allt hängde ihop.

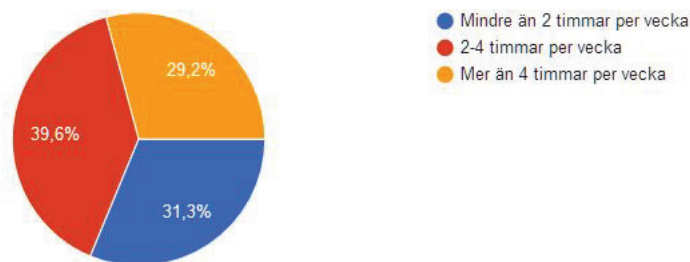
Efter funktionsmatrisen gjordes en morfologisk matris över förslagen som användes för att dela upp de funktioner och dellösningar som påverkar helhetskonceptets utformning. När processen sedan skulle vidare till att slå ihop dellösningarna till koncept så tog gruppen kontakt med personer som har stor erfarenhet av kajakergometer och paddlingsteknik. För att hjälpa till med värderingen av lösningsförslagen kontaktades tre av de tidigare intervjuade via telefon. Lösningsförslagen presenterades och de tillfrågade personerna fick ge sina åsikter och tankar om ifall förslagen skulle kunna uppfylla krav och önskemål eller inte. Efter konsultationen uppdaterades den morfologiska matrisen och helhetskoncept sattes ihop.

4

Resultat

4.1 Förstudie

Enkätundersökningen (se bilaga A) som delades via Facebook fick stort gensvar, (48 stycken olika personer som svarade) och många bra tankar. Sammanställningen av frågorna som rörde uppfattningar kring olika problem rankades med en skalfaktor och presenterades som histogram (se bilaga B). Nedanstående cirkeldiagram 4.1 från undersökningen visar på att det har varit en ganska jämn bredd på träningsaktiva som har svarat, då det är ungefär en tredjedel som tränar i maskinen mer än fyra timmar per vecka och ungefär lika många som tränar mindre än två timmar per vecka.



Figur 4.1: Cirkeldiagram över antal träningstimmar för de svarande till enkäten.

Resultatet från studien visar att Dansprints kajakergometer är den absolut vanligaste och ungefär 50% av de svarande har endast testat Dansprint. Majoriteten av de som svarade på enkäten upplevde att de största skillnaderna mellan paddling på maskin och vid paddling på vatten var gällande att tekniken blir lidande och att känslan i drivfasen är helt olika. Det var även många av de som svarade på enkäten som tycker att maskinen är ryckig och slitsam för axlarna, samt att balansträningen som man får då man paddlar på vatten inte finns vid träning på maskinen. Några nämnde att de avstår att paddla i maskinen på grund av skadderisk.

4.2 Intervjuer

För att enklare visualisera resultatet från intervjuerna kan det delas upp i fem olika delar: skador, teknik, känsla, mätdata och förbättringsförslag, samt en del om vad tillverkare och återförsäljare hade att säga. Alla åsikter nedan har framförts av en eller flera av de intervjuade personerna.

4.2.1 Skador

Ett allmänt problem som alla de intervjuade har kommit i kontakt med är att kajakergometern är slitsam för axlarna och att det främst beror på den konstanta linspänningen som kajakergometern har. Det var en del av de aktiva som försökte att undvika ergometern så mycket det gick på grund av att de upplevde problem med axlarna. Framförallt de kvinnor som har intervjuats poängterade och underströk tydligt att de upplevde problem med att det är slitsamt för axlarna. Även de som inte upplevde några problem med skador kunde se att det är lätt hänt att få problem och flera av dem undvek längre och/eller hårdare pass just för att slippa problem. Något intressant som framfördes om linspänningen är att alla ställer själva in linorna, och de ställs in på känn. Hur stor kraften är från de elastiska linorna blir alltså väldigt subtil. De flesta uppgav också att de kör hela passet med samma linspänning, även om intensiteten varierar under passet.

4.2.2 Teknik

Gällande teknik i maskinen fanns en del skilda åsikter bland de aktiva. En del upplevde inget problem med sin paddelteknik i maskinen medan en del kände att de fick svårt att hålla sin teknik, främst under längre pass, eller att de till och med upplevde en sämre teknik i maskinen. De personer som inte upplevde något problem med sin paddelteknik förklarade det med att de ansåg att de hade en väldigt inarbetad grundteknik, så de kunde känna väldigt tydligt ifall de avvek från den och justera sin teknik. De personer som upplevde att de fick svårt att hålla sin teknik trodde inte det berodde på att de hade en lite sämre grundteknik utan att det nästan uteslutande berodde på linspänningen som gör att det blir väldigt jobbigt och slitsamt för axlarna att hålla en korrekt teknik genom hela träningspasset. En allmän uppfattning är att det krävs en stor grundstyrka och uthållighet för att orka hålla en bra teknik i paddelmaskin under ett längre träningspass. Alla intervjuade personer var av uppfattningen att det, likt problemen med slitaget för axlarna, kunde härledas till den konstanta linspänningen. Ytterligare en aspekt som framkom var att kajakergometern bara kan ge ett motstånd i linornas riktning. I vatten finns det motstånd oavsett i vilken riktning man rör paddeln. Detta gör att paddeln inte kan tryckas nedåt vid maskinpaddling, vilket i sin tur gör att man kan behöva ställa om sin teknik. Vattnets motstånd ger också en stor inverkan på paddelbladets bana och flera av de intervjuade vittnade om att i vatten gör de en båge med paddeln, men att i maskinen drar de mer rakt. Vattnets påverkan på paddelbladet gör också att paddeln automatiskt vill upp ur vattnet vid slutet av drivfasen på grund av dess vinkel, samt att det inte ger någon fart framåt att försöka fortsätta drivfasen. Fle-

ra av de intervjuade uppgav att det kunde vara svårt att veta var drivfasen skulle avslutas.

4.2.3 Känsla

När det gäller hur det känns att paddla i maskin gentemot att paddla i vatten uppges många att det blir en helt annan känsla i vatten när man drar sig själv framåt än i maskin, där man drar till sig paddeln. Av de intervjuade som hade testat Rasmussens maskin framhöll att det var den bästa maskinen när det gällde att efterlikna känslan från att paddla på vatten. De flesta tyckte också att detta var den viktigaste aspekten att jobba med, att få en så bra känsla som möjligt i drivfasen. En utmaning där är att få dynamik i motståndet, i vattnet varierar motståndet med bladets vinkel, men motståndet i maskinen är mer linjärt. På de andra faserna, skiljer känslan väldigt mycket även i isättet och upptaget. En del tyckte att detta var den viktigaste att jobba med. I isättet blir det i vatten ett ganska mjukt ingrepp, men i maskinen betydligt hårdare. Framförallt talas det om ett specifikt kraftigt mottryck även kallat ”rycket” strax efter isättet. Det här rycket sägs uppstå eftersom kanotisterna upplever att de inte får grepp direkt vid isättet där den största delen av accelerationen till drivet görs. I och med detta uppstår ett kraftigt ryck i paddelskaftet. Hur upptaget känns har redan nämnts i teknikdelen. Även där känns det mycket olikt att man i maskin behöver lyfta upp paddeln, när den i vatten åker upp av sig själv. Ock för den handen som är i luften blir känslan annorlunda i maskin, eftersom där finns en lina som drar paddeln framåt.

Flera tillverkare, bland andra Dansprint, har provat att göra en slags balansbräda för att efterlikna instabiliteten som finns på vattnet. Åsikterna hos de intervjuade om balansbrädan går isär lite, men majoriteten tyckte inte att den bidrog till att öka vattenkänslan i maskinen.

4.2.4 Mätdata

Angående tillförlitlig mätdata från maskinen har det varit ganska delade meningar. Några intervjupersoner har sagt att de använder mätdata från maskinen i sin träning för att jämföra och se förbättringar, men att det blir väldigt svårt att göra en korrekt bedömning på grund av otillförlitliga mätdata. Andra använde inte mätdata alls, vilket de sa berodde på den otillförlitliga mätdata men också på grund av att de upplevde det som onödigt. De flesta sa också att de upplevde det lätt att fuska i kajakergometern, vilket i kombination med mätosäkerhet gör att de flesta inte tävlar mot varandra eller jämför data.

4.2.5 Förbättringsförslag

Majoriteten av intervjupersonerna ansåg att det hade varit önskvärt att kunna ställa in och justera maskinen mer, främst höjden på sitsen och längden på paddeln. De har beskrivit det som att de själva inte upplever det som ett stort problem, men för ungdomar, personer som har sämre teknik eller personer som är väldigt korta eller

långa hade det varit väldigt bra att kunna ändra höjden på sitsen och längden på paddeln. Det framkom också idéer om att ha en bit elastisk lina nära paddlen för att minska rycket vid isättet och att linorna som går ut vid svänghjulet inte bara skulle kunna röra sig in och ut, utan även i sidled för att linorna inte skulle styra rörelsen för mycket.

Om de intervjuade hade fått önska, hade de flesta önskat att kunna bygga en maskin utan linor, men det var inte många som kunde se det framför sig. Istället ville de se en modernare maskin med bättre känsla i själva rörelsen och mer tillförlitliga mätdata.

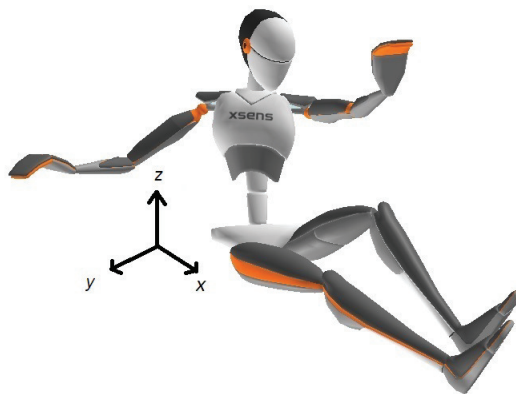
4.2.6 Återförsäljare/Tillverkare

De två återförsäljare av kajakergometrar i Sverige som intervjuades var båda av uppfattningen att linspänningen i paddelmaskin inte är något problem. De tyckte båda att maskinerna kan vara rätt tunga att paddla på för vissa personer, men såg inte det som ett problem med motiveringen att det inte ska vara för lätt vid träning. De berättar om att Dansprinten är den som säljer bäst i Sverige och att när kanotgymnasiet fick välja mellan att köpa in Dansprint eller Kajakpro valde de Dansprint.

Vid samtal med tillverkaren Weba pratades det en hel del forskning och utveckling och de uppgav en del allmän data om hur lång slaglängd det behövs ha i en maskin och vilken kraft som läggs på linorna. En sak som väckte intresse var Webas val av linor, de ansåg att man inte skulle ha starkare och därmed tyngre linor än vad som behövs. Detta för att minska fladdret i linorna och därmed rycket vid isättet. Weba jobbar mest mot den östeuropiska marknaden och de uppgav att tränare där är övertygade om att lösningen med glidplatta är det viktigaste att jobba på för att få paddling i maskin att kännas så lik paddling på vatten som möjligt. Vid samtal med Dansprint uppgav även de att de håller på att lansera en glidplatta.

4.3 Mätresultat

För att förstå och analysera paddelrörelsen har de fyra faserna som beskrivs i teoretikapitel 2.1 identifierats. Figur 4.2 nedan visar hur koordinataxlarna är placerade i förhållande till kroppen i Xsens MVN Analyze.

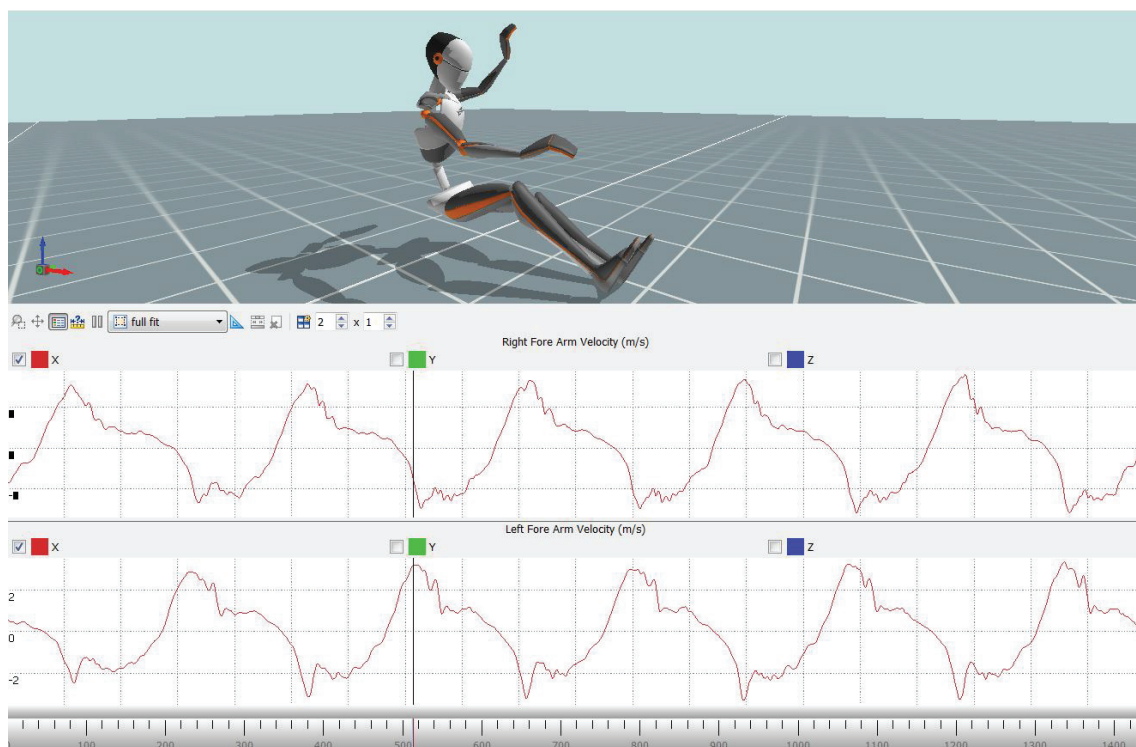


Figur 4.2: Datoranimerad person i Xsens MVN Analyze med tillhörande koordinat-system

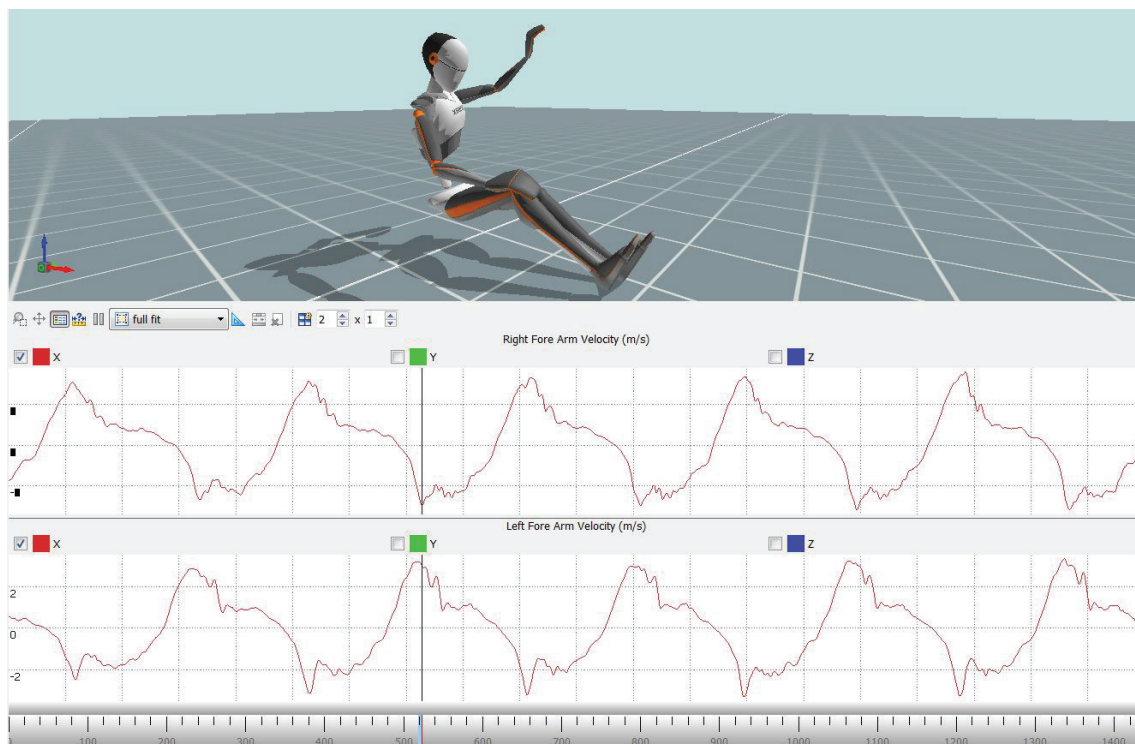
4. Resultat

Figurerna 4.3, 4.4 och 4.5 visar hur de olika faserna har identifierats med hjälp av den datoranimerade person som visas i Xsens MVN Analyze och i alla tre figurerna har sensorerna på underarmarna använts. Gemensamt för de tre figurerna är också att x -axeln visar mätpunkter (240 mätpunkter per sekund) och y -axeln visar hastighet. Den övre grafen i figurerna 4.3, 4.4 och 4.5 visar höger underarm och den nedre grafen visar vänster underarm. Resultatet visar att grafen för höger underarm och vänster underarm är väldigt lika men förskjuten en halv period.

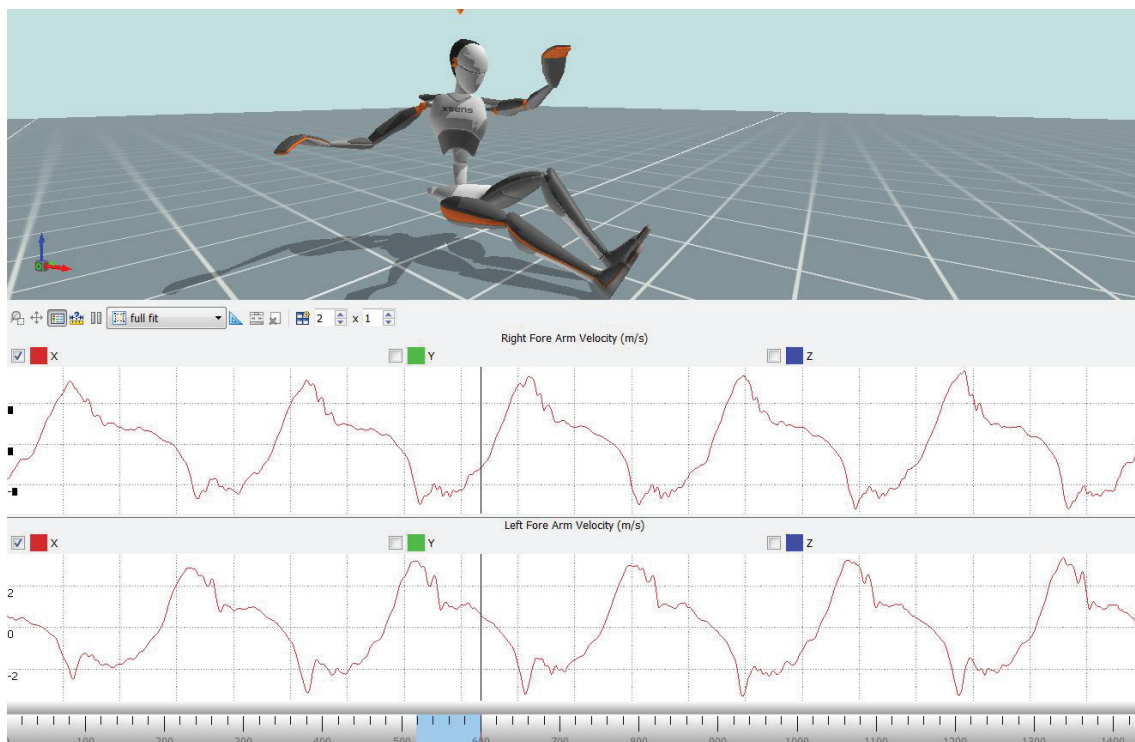
Första figuren 4.3 illustrerar när kanotisten gör isättet med höger hand, med andra ord när paddeln skulle gå i vattnet vid utomhuspaddling. Den högra armen är påväg nedåt och den vänstra påväg framåt. Andra figuren 4.4 visar det så kallade greppet för höger hand, alltså när "rycket" uppstår i maskinen, vilket syns på högerhandens graf där grafen sjunker lite extra innan den går uppåt igen. Tredje figuren 4.5 illustrerar när kanotisten drar upp höger arm, det så kallade upptaget.



Figur 4.3: Principiell figur över isättet. Graferna visar höger, respektive vänster underarms hastighet. Markören markerar hastigheten vid isättet.



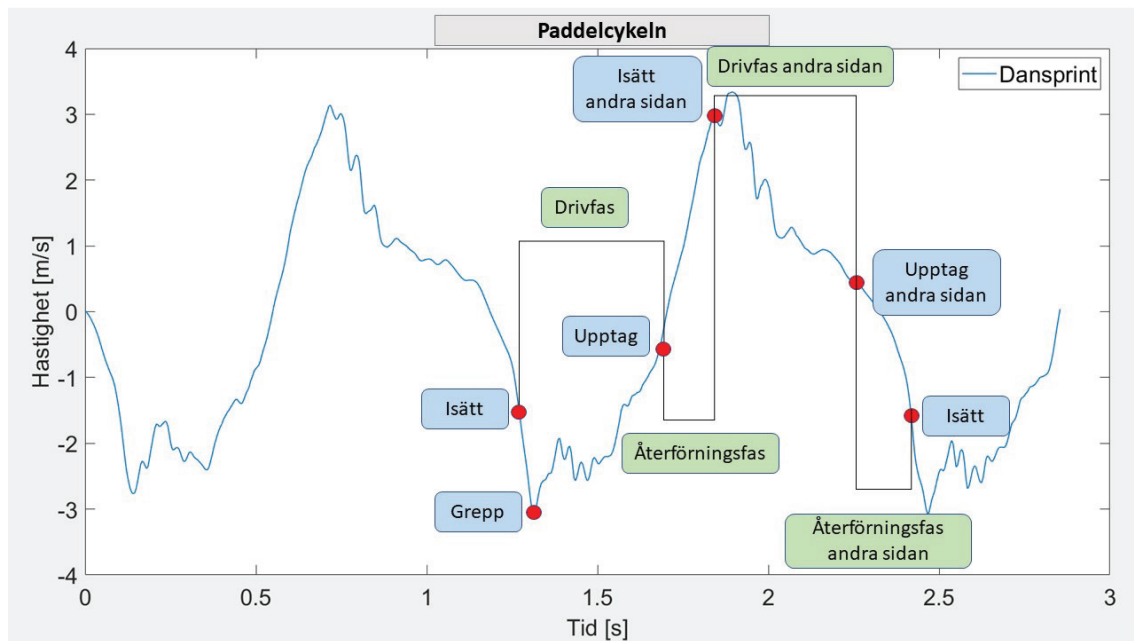
Figur 4.4: Principiell figur för greppet. Graferna visar höger, respektive vänster underarms hastighet. Markören markerar hastigheten vid greppet



Figur 4.5: Principiell figur för upptaget. Graferna visar höger, respektive vänster underarms hastighet. Markören visar hastigheten vid upptaget.

4. Resultat

Vidare är figur 4.6 nedan framtagen för att underlätta tolkandet av kommande resultat som redovisas i kapitlet. Figuren visar var i grafen de olika faserna sker. Blå rutor representerar punkter i rörelsen och gröna rutor representerar ett längre tidsspänn.

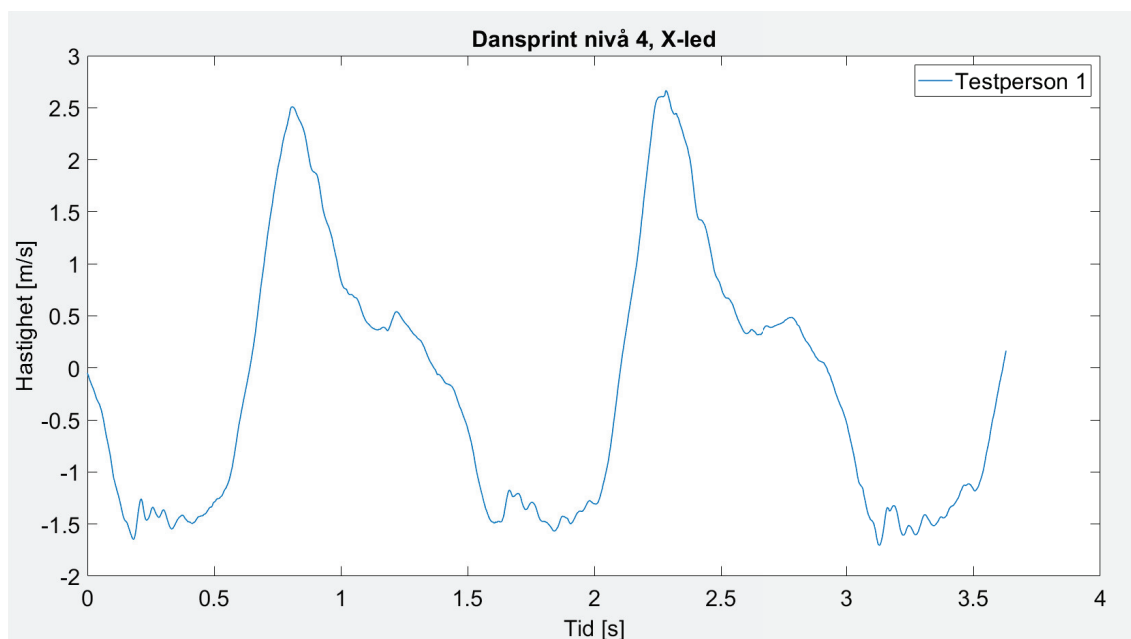


Figur 4.6: Figur över hur hastigheten ändras genom paddelcykelns olika faser. Med förklarande punkter.

Gemensamt för alla kommande figurer som redovisas i kapitlet är att x -axeln redovisar tiden i sekunder. Om inget annat anges är det sensorn placerad på höger underarm som redovisas.

4.3.1 Testperson 1

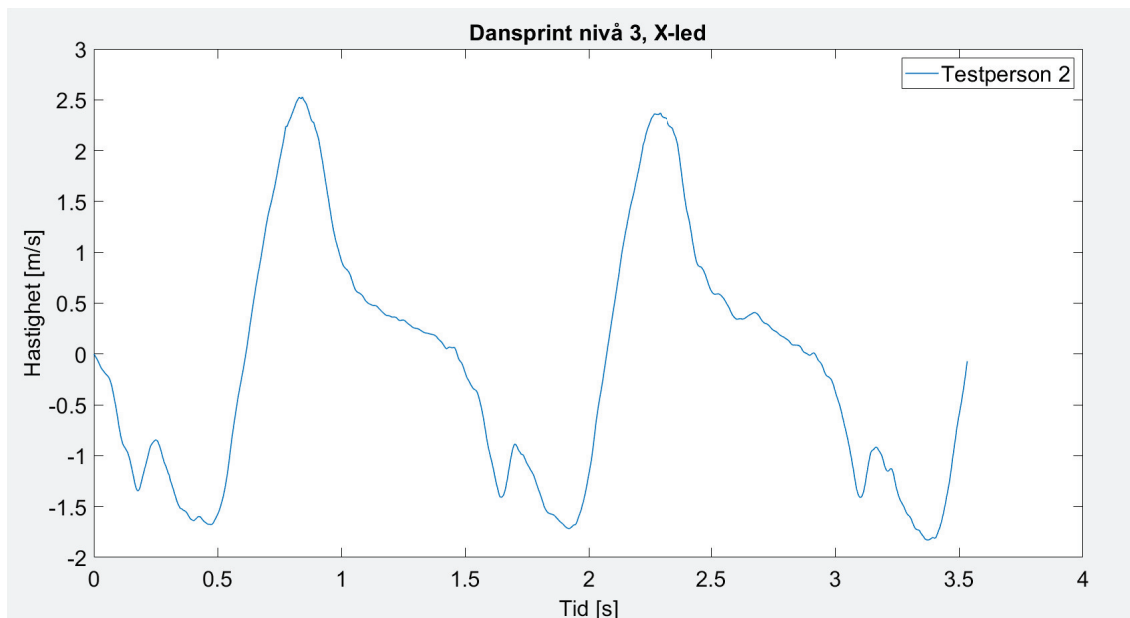
Figur 4.7 visar nivå 4 för testperson 1 i Dansprint och resultatet visar att vid inledandet av drivfasen uppstår det ett litet ryck vid det så kallade greppet. Det här rycket kan härledas till det ryck som de aktiva pratat om och beskrivit i förstudien 4.2.3. Mätdata från testperson 1 har främst använts för att jämföra rörelsen hos personer med olika mycket erfarenhet av paddling. Resultatet av jämförelsen redovisas i kapitel 4.4.5.



Figur 4.7: Hastighetsgraf över Testperson 1:s högra underarm i x -riktningen vid nivå 4

4.3.2 Testperson 2

Figur 4.8 visar nivå 3 för testperson 2 i Dansprint och resultatet visar likt för testperson 1 att vid det så kallade greppet uppstår ett ryck i rörelsen. Mätdata från testperson 2 har främst använts vid jämförelsen av rörelsen hos personer med olika mycket erfarenhet. Resultatet av jämförelsen redovisas i kapitel 4.4.5.

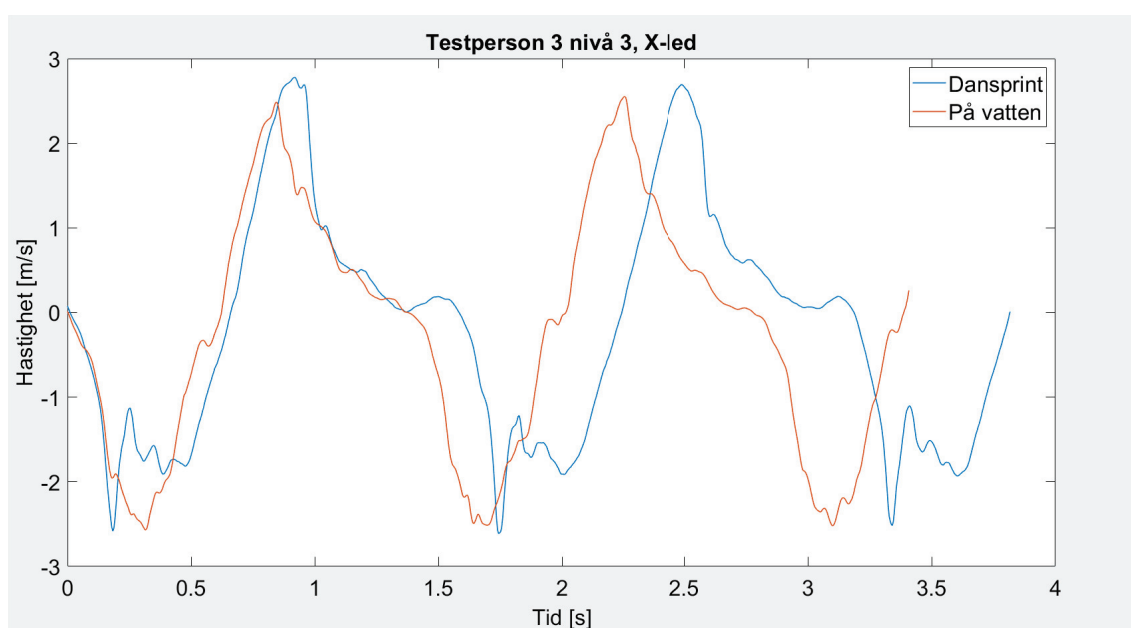


Figur 4.8: Hastighetsgraf över Testperson 2:s högra underarm i x -riktningen vid nivå 3

4.3.3 Testperson 3

Figur 4.9 nedan visar på skillnader i hastighet för höger underarm mellan Dansprint och på vatten vid nivå 3. Det går att avläsa en skillnad i frekvens mellan testerna, det vill säga periodtiden det tar att genomföra ett paddeltag. Periodtiden för paddling på vatten är kortare jämfört med Dansprint vilket visar att ett paddeltag går snabbare på vatten jämfört med i ergometern, detta trots att armens högsta hastighet är högre i ergometern än i vattnet, vilket indikerar att längden på paddeltaget är kortare i vattnet än i ergometern.

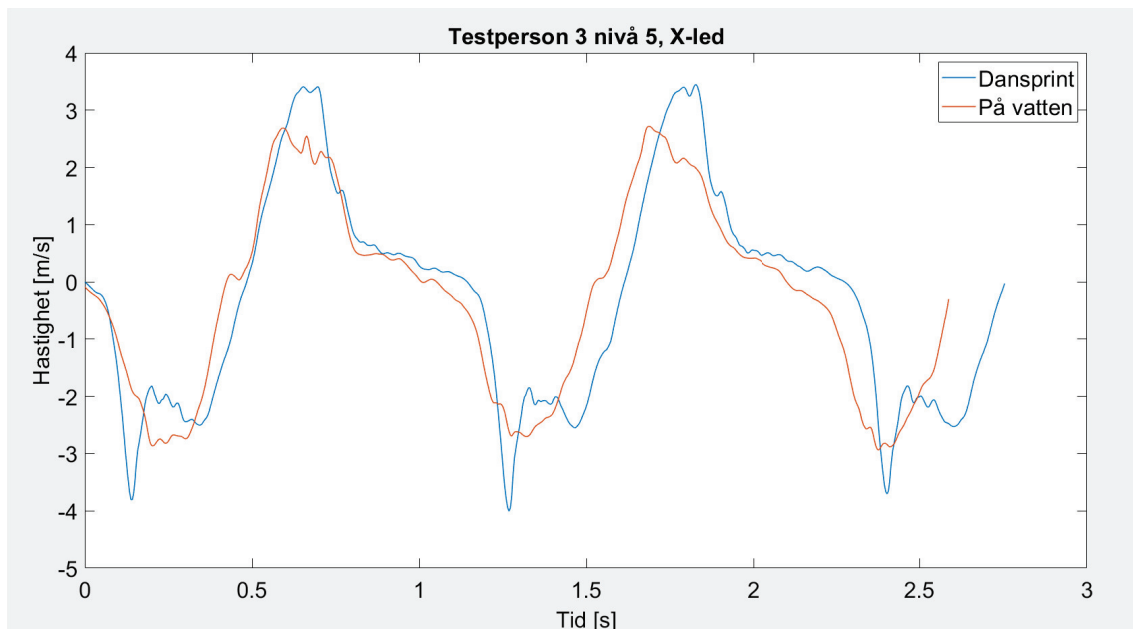
Vid greppet syns ett tydligt ryck i kurvan för Dansprint vilket inte syns i kurvan för paddling på vatten där drivfasen är mjukare i sitt utseende.



Figur 4.9: Hastighetsgraf över Testperson 3:s högra underarm i x -riktningen vid nivå 3 för kajakergometer och för kajak på vatten

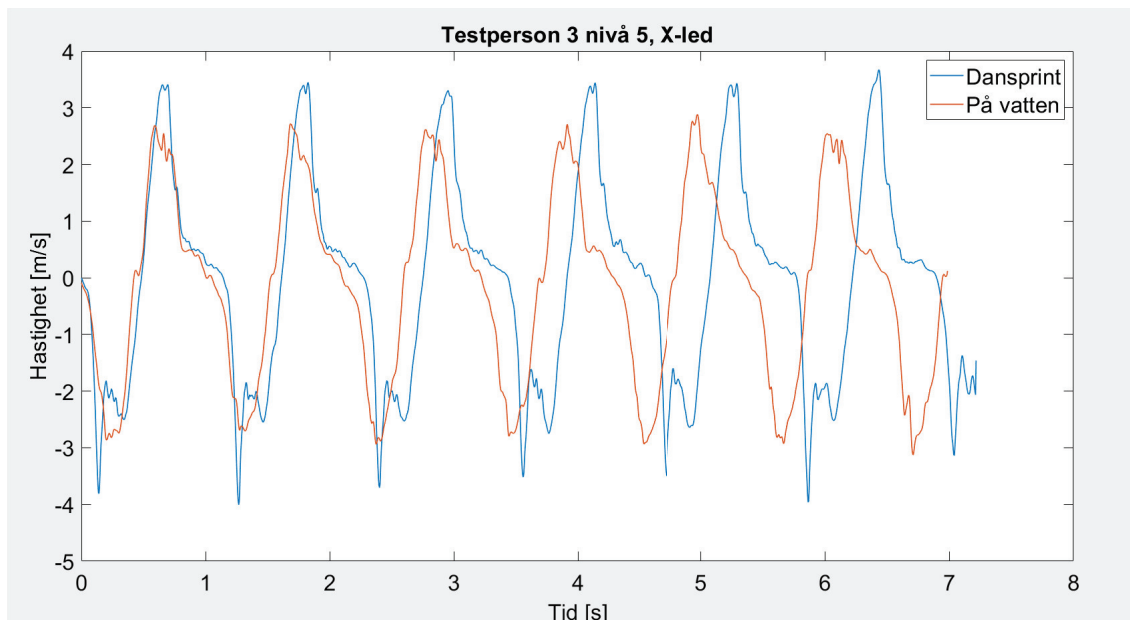
4. Resultat

Figur 4.10 nedan visar samma saker som figuren ovan, skillnaden är att testpersonen här kör i nivå 5. Resultatet visar en större skillnad i hastighet jämfört med resultatet för nivå 3. Resultatet för nivå 5 visar också på ett på ett ännu tydligare ”ryck” i rörelsen för Dansprint i förhållande till på vatten.



Figur 4.10: Hastighetsgraf över Testperson 3:s högra underarm i x -riktningen vid nivå 5 för kajakergometer och för kajak på vatten

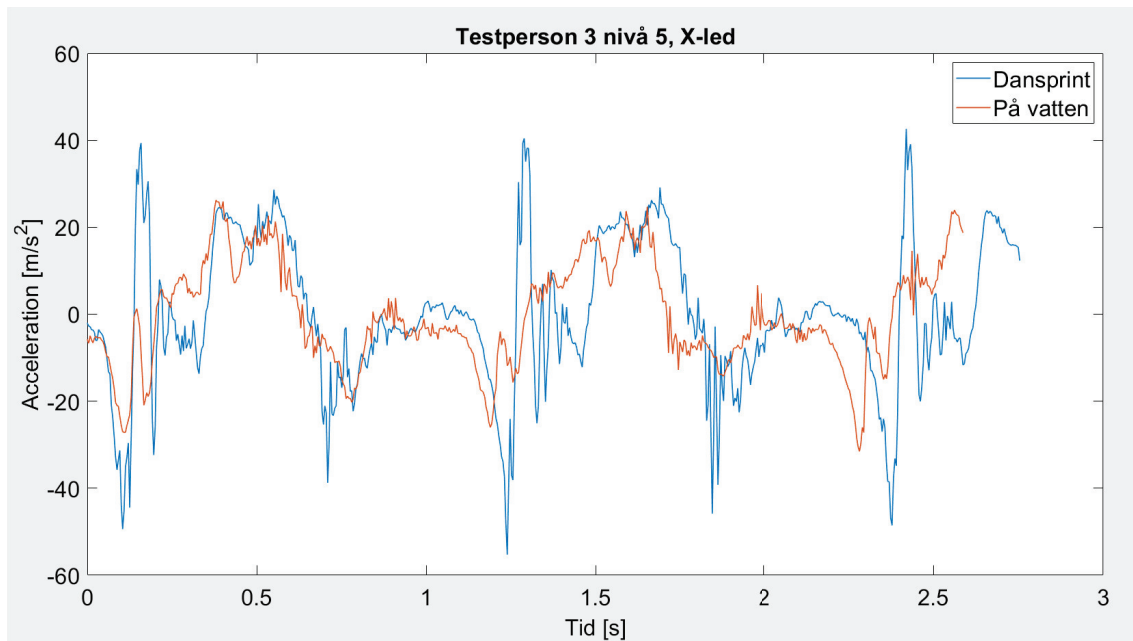
Figur 4.11 nedan visar en tydlig frekvensskillnad mellan paddling i Dansprint och på vatten. Figuren visar samma mätvärden som redovisades i figur 4.10 men under en längre tid. Mätvärdena visar att farten i höger underarm är högre i Dansprint i både det som benämns som återföringsfasen samt i det som benämns som drivfasen.



Figur 4.11: Hastighetsgraf över Testperson 3:s högra underarm i x -riktningen vid nivå 5 för kajakergometer och för kajak på vatten

4. Resultat

Figur 4.12 nedan visar accelerationen i höger underarm för Dansprint och på vatten. y -axeln i grafen visar acceleration och det är nivå 5 som redovisas. Resultatet visar på stora skillnader mellan lägsta till högsta värde för Dansprint jämfört med lägsta till högsta värde för på vatten. Resultatet visar också tydligt det "ryck" som uppstår i Dansprint jämfört med på vatten som har en i sammanhanget betydligt jämnare kurva.

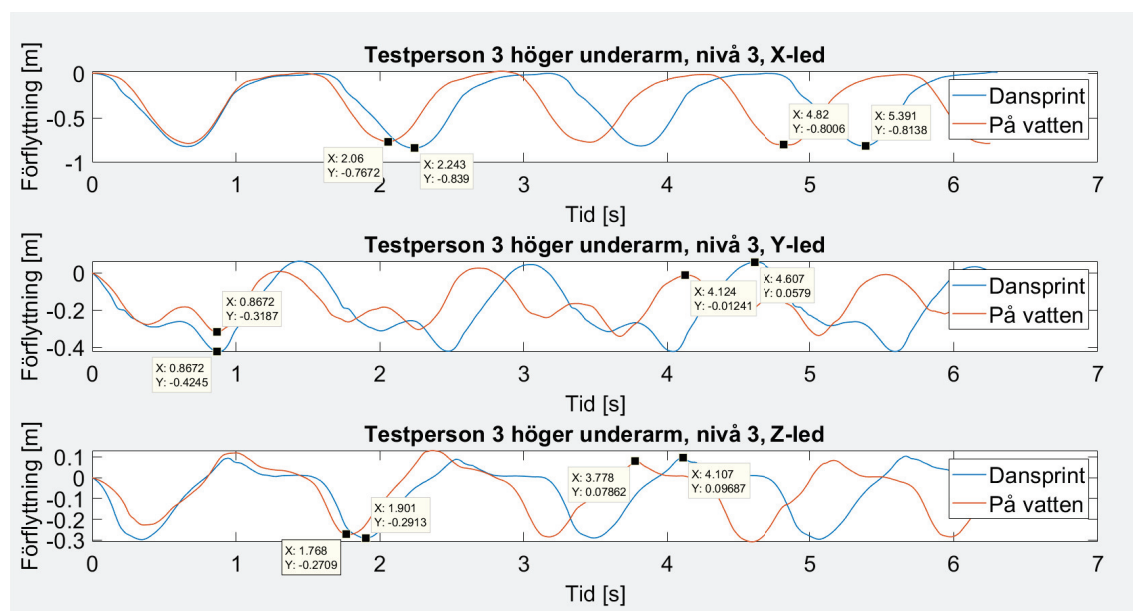


Figur 4.12: Accelerationsgraf över Testperson 3:s högra underarm i x -riktningen vid nivå 5 för kajakergometer och för kajak på vatten

Figur 4.13 nedan visar positionen för testperson 3:s högra underarm vid paddling på nivå 3. y -axeln i graferna visar på förflyttning i meter för respektive riktning. Vänster underarms mätresultat redovisas ej då det är väldigt stora likheter med resultatet för höger underarm. Det skiljde dock betydande i y -led, det har kommenterats vidare i analys- och diskussionskapitlet.

Förflyttning i x -led visar på stora likheter mellan Dansprint och på vatten. Det går att avläsa en kortare periodtid för paddling på vatten jämfört med Dansprint, vilket har visats även i hastighetsgrferna. Även att draget i Dansprinten är lite längre än det på vatten går att tyda.

Förflyttningen i y -led visar att rörelsen från sida till sida är större i Dansprinten än på vatten. Slutligen så går det att se att förflyttningen i z -led är nästan identiskt, men att det finns en tendens till att samtliga värden i vattenpaddlingen förskjuts uppåt.



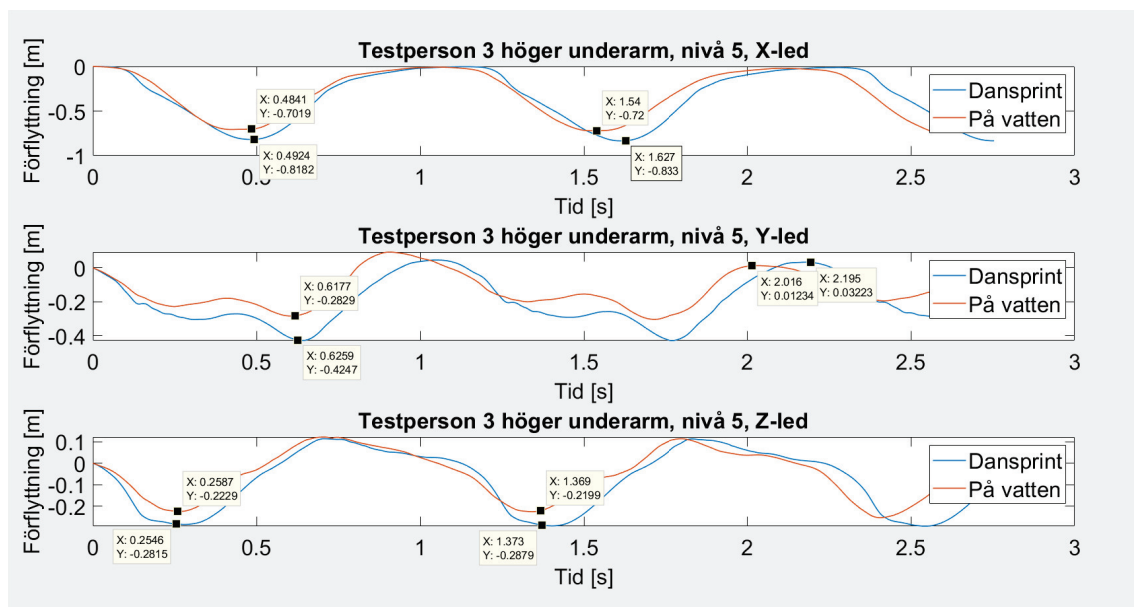
Figur 4.13: Postitionsgraf över Testperson 3:s högra underarm i x , y och z -riktning vid nivå 3 för kajakergometer och för kajak på vatten

4. Resultat

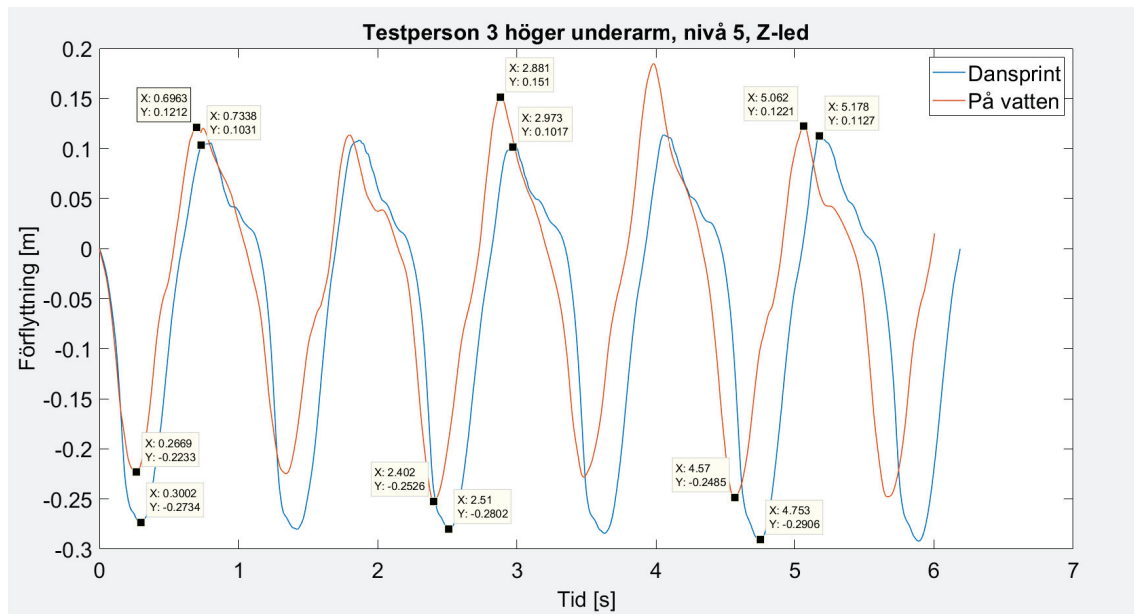
Figur 4.14 nedan visar samma saker som figuren ovan, men vid nivå 5.

Resultatet för förflyttningen i x -led visar likt resultatet vid nivå 3 att testperson 3 drar paddeln längre bak i Dansprint jämfört med på vatten, skillnaden är cirka 0.1 meter. Resultatet visar också att det i princip inte är någon skillnad mellan Dansprint och på vatten för hur långt fram testperson 3 sätter i paddeln. Resultatet för förflyttningen i y -led visar på att testperson 3 gör en större rörelse i Dansprint än på vatten, men sätter i paddeln relativt lika långt ifrån kroppen i både Dansprint och på vatten.

Resultatet för förflyttningen i z -led visar att testperson 3 sänker ned paddeln mer i Dansprint än på vatten. Likt z -ledkurvan för nivå 3 syns en tendens till att värdena i vattnet förskjutits uppåt. Detta går att se tydligare i figur 4.15. I samma figur syns även tydligare att det finns viss skillnad i hur djupt testperson 3 för ner paddeln i vattnet med hänsyn tagen till förskjutningen.



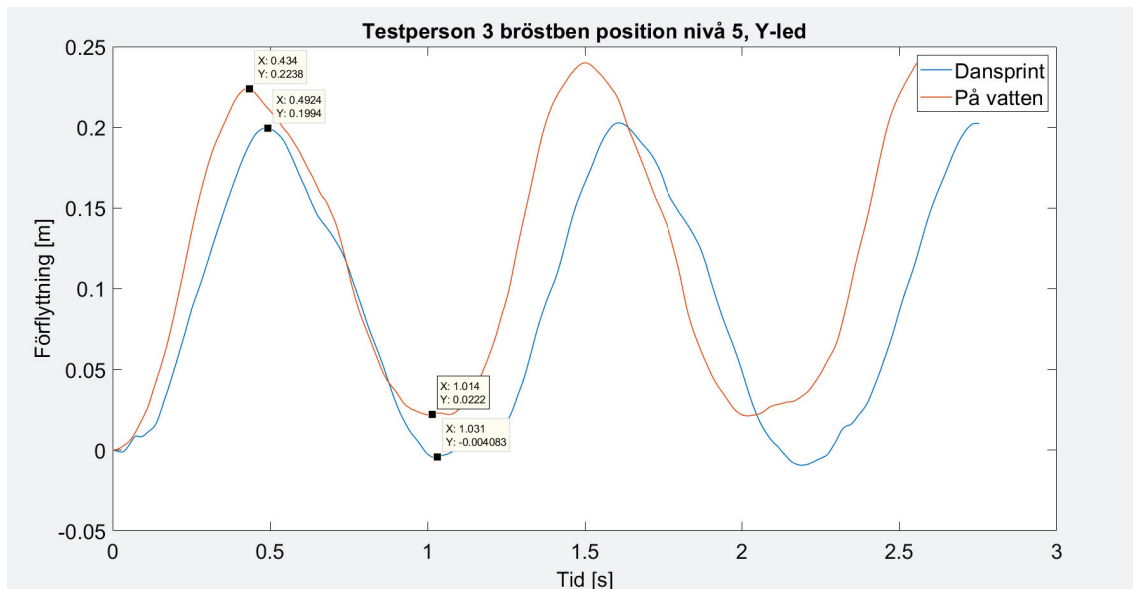
Figur 4.14: Positionsgraf över Testperson 3:s högra underarm i x , y och z -riktning vid nivå 5 för kajakergometer och för kajak på vatten



Figur 4.15: Positionsgraf över Testperson 3:s högra underarm i z -riktning vid nivå 5 för kajakergometer och för kajak på vatten

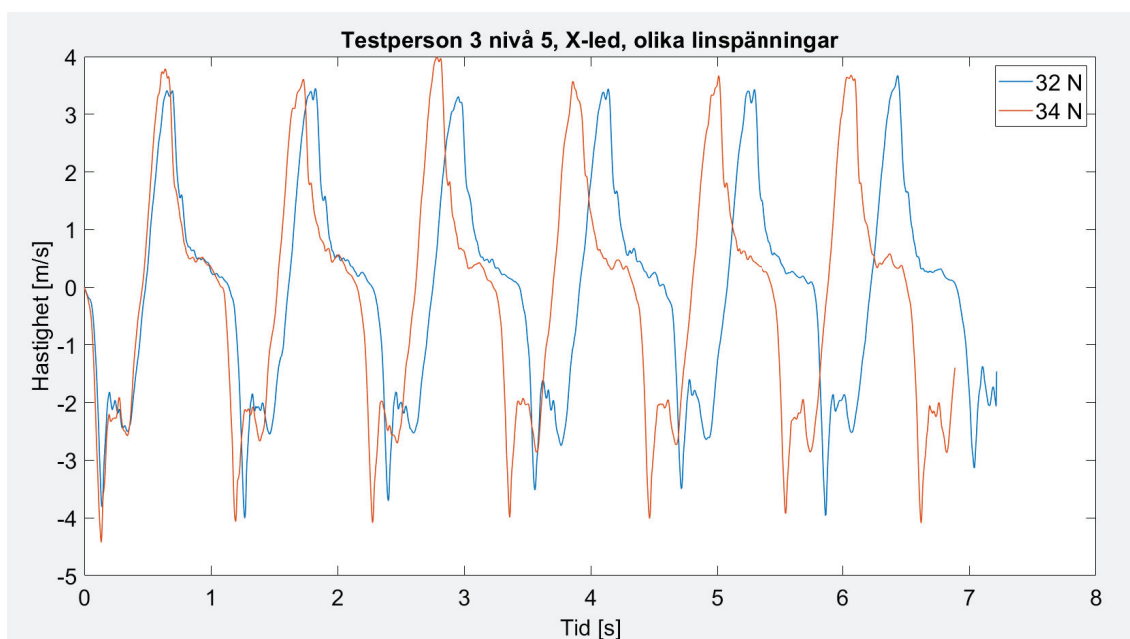
4. Resultat

Figuren 4.16 nedan visar förflyttningen i y -led för sensorn som är placerad vid bröstbenet. y -axeln i grafen visar på förflyttning i meter för sensorn. Resultatet visar att amplituden för mätresultatet från Dansprint och för på vatten antar liknande värden vilket indikerar att testperson 3 rör sig förhållandevis lika mycket i y -led på Dansprint som på vatten. Resultatet visar en förskjutning i höjdläda mellan mätvärdena som troligen beror på hur testperson 3 sitter i förhållande till kalibreringen som genomfördes för mätutrustningen.



Figur 4.16: Positionsgraf över Testperson 3:s bröstben y -riktning vid nivå 5 för kajakergometer och för kajak på vatten

Figur 4.17 nedan visar paddling i Dansprints kajakergometer med två olika linspänningar, 32 N och 34 N. Resultatet visar på att det finns skillnader i paddlingsfrekvens där testperson 3 paddlat med högre frekvens med en högre linspänning. Figuren visar även att det finns en viss tendens till att farten under återföringen är högre för den högre linspänningen. Resultatet visar även att farten under drivfasen blir högre i fallet med högre linspänning. Vidare visar resultatet att rycket vid greppet är för de båda testerna ungefär lika stora.



Figur 4.17: Hastighetsgraf över Testperson 3:s högra underarm i x -riktning vid nivå 5 för kajakergometer med olika linspänning

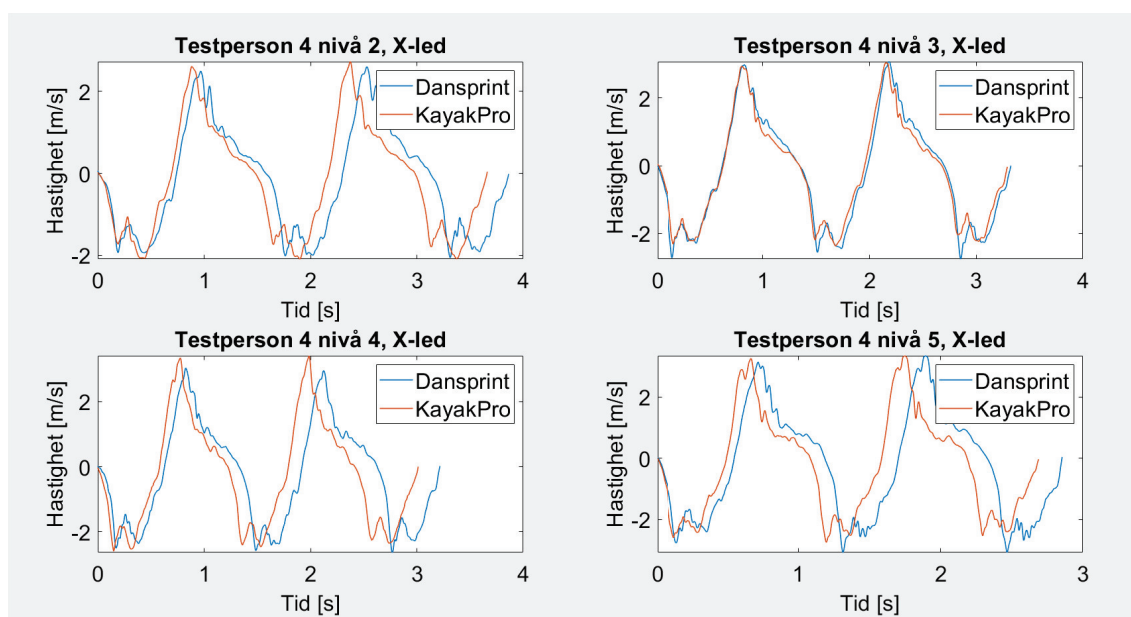
4.3.4 Testperson 4

I figur 4.18 visas exempel på hur linfladdret kunde se ut. När paddeln förs framåt för att påbörja en ny drivfas dras linorna inte tillbaka lika snabbt som paddeln förs. Detta i kombination med paddelns vida bana nerifrån och upp gör att linan fladdrar.



Figur 4.18: Två exempel på fladdrande linor i KayakPro

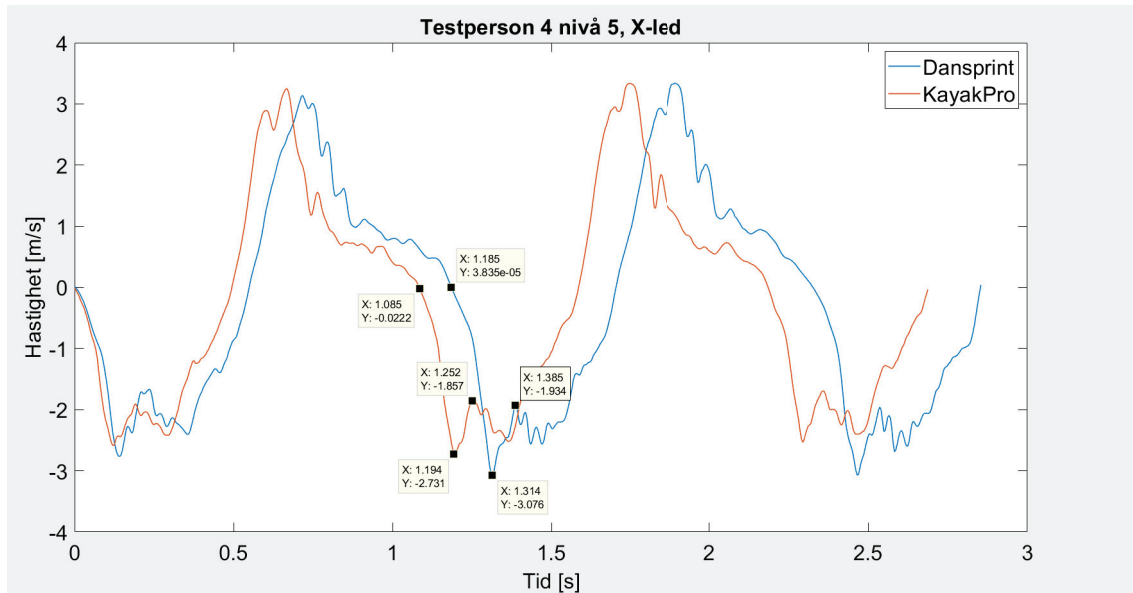
Figur 4.19 nedan visar på skillnader i hastighet för höger underarm mellan de olika fartnivåerna för respektive maskin. Det går att avläsa en skillnad i frekvens mellan maskinerna, det vill säga periodtiden det tar att genomföra ett paddeltag. Periodtiden för KayakPro är kortare jämfört med Dansprint vilket indikerar på att ett paddeltag går snabbare på KayakPro jämfört med Dansprint. Den uppmätta skillnaden i hastighet stämmer överens med den subjektiva bedömning som testperson 4 beskrev i samband med testtillfället.



Figur 4.19: Hastighetsgrafer över testperson 4:s högra underarm i x -riktningen vid de fyra olika nivåerna för två olika kajakergometrar

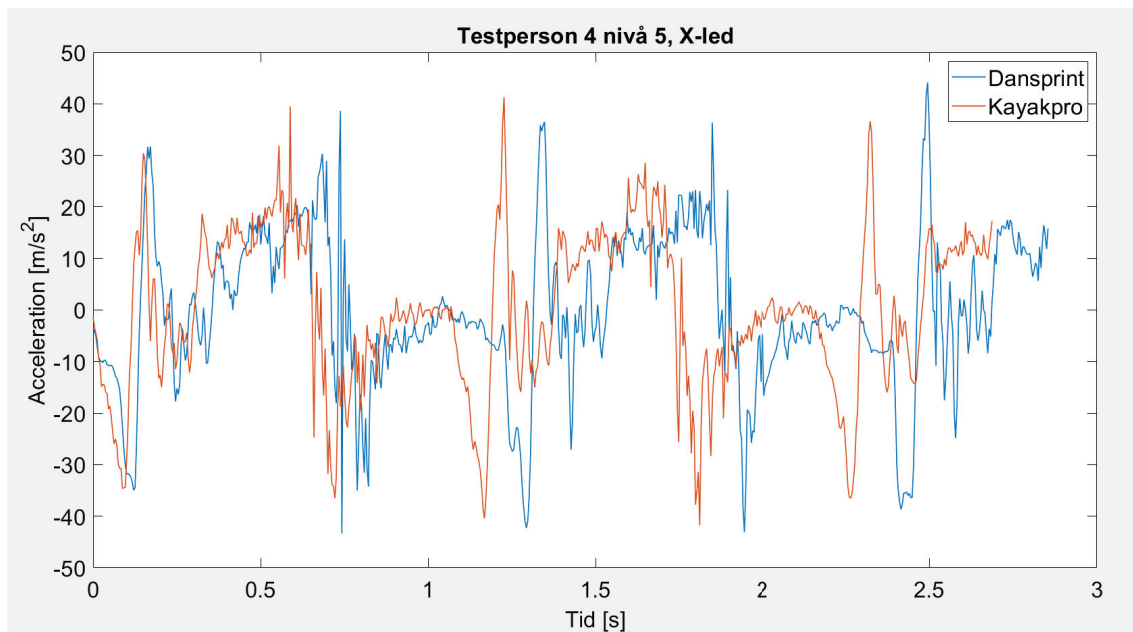
4. Resultat

Figur 4.20 nedan visar jämförelsen mellan de båda maskinerna vid nivå 5. För att kunna avläsa skillnader i det som beskrivs som "rycket" så har punkter markerats i grafen. Skillnaderna mellan högsta och lägsta värdet under "rycket" för KayakPro kan avläsas till 0.89 meter per sekund och för Dansprint till 1.11 meter per sekund. Även detta stämmer med testperson 4:s känsla vid testet, KayakPro beskrevs av testperson 4 som snällare och mjukare i sin rörelse.



Figur 4.20: Hastighetsgraf över Testperson 4:s högra underarm x -riktning vid nivå 5 för två olika kajakergometrar

Figur 4.21 nedan visar acceleration i höger underarm som uppmättes för respektive maskin. y -axeln i grafen visar på acceleration och det är nivå 5 som redovisas. Resultatet visar att skillnaden mellan maskinerna är relativt liten, men med en tendens till att Dansprinten ligger kvar på en hög acceleration lite längre än KayakPron.

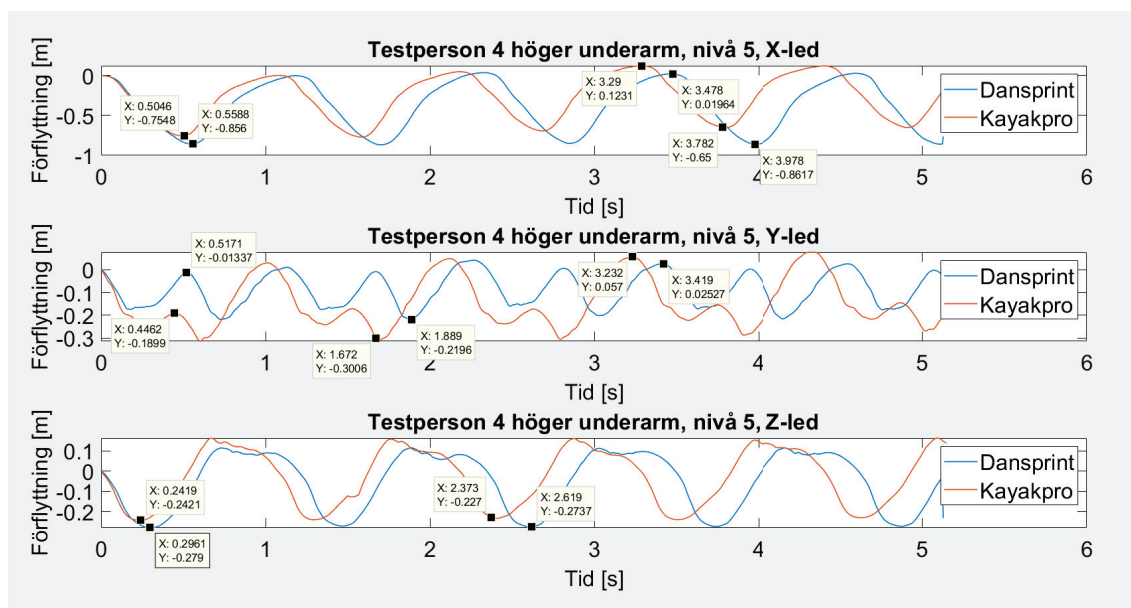


Figur 4.21: Accelerationsgraf över Testperson 4:s högra underarm x -riktning vid nivå 5 för två olika kajakergometrar

4. Resultat

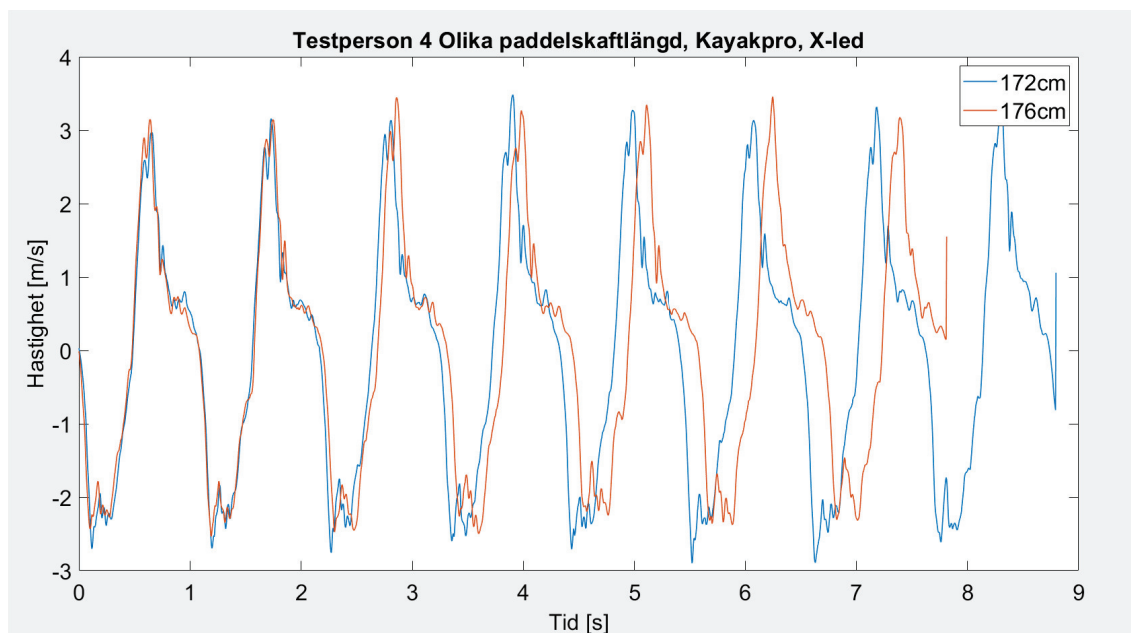
Figur 4.22 nedan visar positionen för testperson 4:s högra underarm på nivå 5. y -axeln i graferna visar på förflyttning i meter för respektive riktning. Förflyttning i x -led visar på att testperson drar paddeln längre bak i Dansprinten jämfört med KayakPro, skillnaden är cirka 0.1 meter.

Förflyttningen i y -led visar på en större rörelse i KayakPro jämfört med i Dansprint. Grafen för förflyttning i y -led visar också på att höger underarm ligger ett par centimeter närmare kroppen för testperson 4 i KayakPro jämfört med Dansprint. Resultatet för förflyttningen i z -led visar på stora likheter mellan Dansprint och KayakPro, den skillnad som går att avläsa är att höger underarm går i sammanhanget lite djupare i Dansprint jämfört med KayakPro.



Figur 4.22: Positionsgraf över Testperson 4:s högra underarm i x , y och z -riktning vid nivå 5 för två olika kajakergometrar

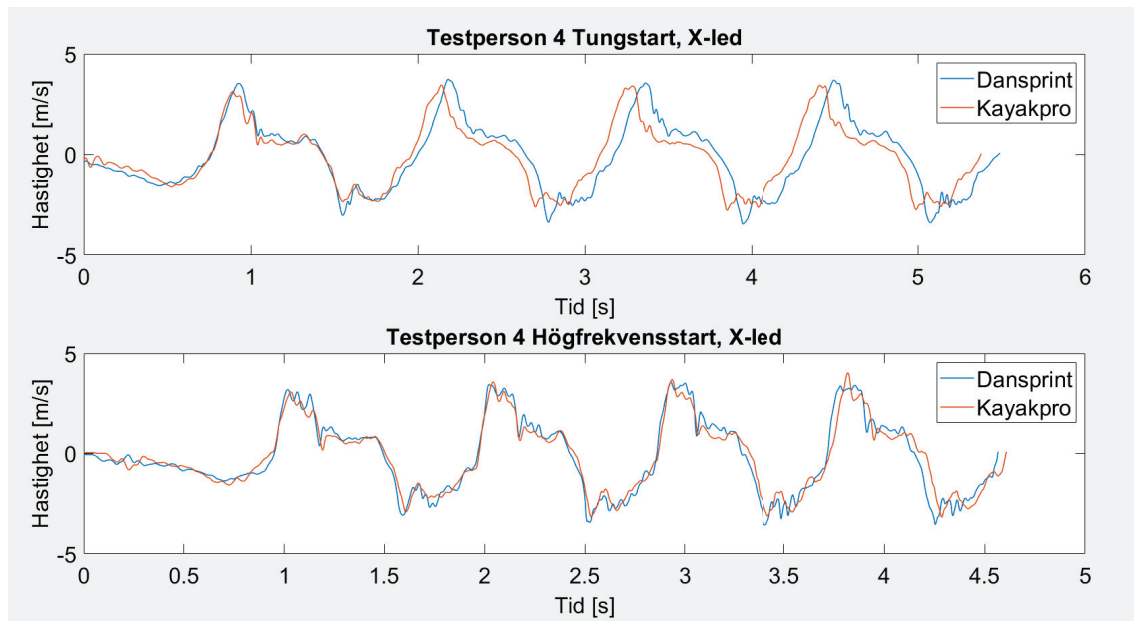
Testmaskinen KayakPro har möjligheten att justera och ställa in olika längder på paddelskaftet. Figur 4.23 nedan visar resultatet för tester som genomfördes med 172 cm respektive 176 cm längd på paddelskaftet. Testperson 4 använder vanligtvis referensmaskinen Dansprint i sin träning och är således van vid längd 174 cm på paddelskaftet. Under testerna för att jämföra skillnader i paddelskaftslängd paddlade testperson 4 i nivå 5. Resultatet för jämförelsen mellan längden på paddelskaftet visar att frekvensen blir högre med ett kortare paddelskaft, vilket stämmer överens med testperson 4:s upplevelse om olika långa paddlar vid paddling på vatten.



Figur 4.23: Hastighetsgraf över Testperson 4:s högra underarm i x -riktning vid nivå 5 för två olika längder på paddelskaft

4. Resultat

Figur 4.24 nedan visar mätresultaten för testerna som genomfördes för det som benämns som tungstart och högfrekvensstart. y -axeln i graferna visar hastighet. Resultatet för tungstart visar relativt tydliga skillnader i det som beskrivs som "rycket" och det blir tydligare att Dansprint ger ett skarpare "ryck" jämfört med KayakPro. Jämförs amplituden på kurvorna i grafen fås en indikation på att testperson 4 får upp en högre hastighet i Dansprint jämfört med KayakPro under de första dragen, men att frekvensen är högre i KayakPro. Resultatet för högfrekvensstart visar på väldigt likvärdig resultat mellan Dansprint och KayakPro.

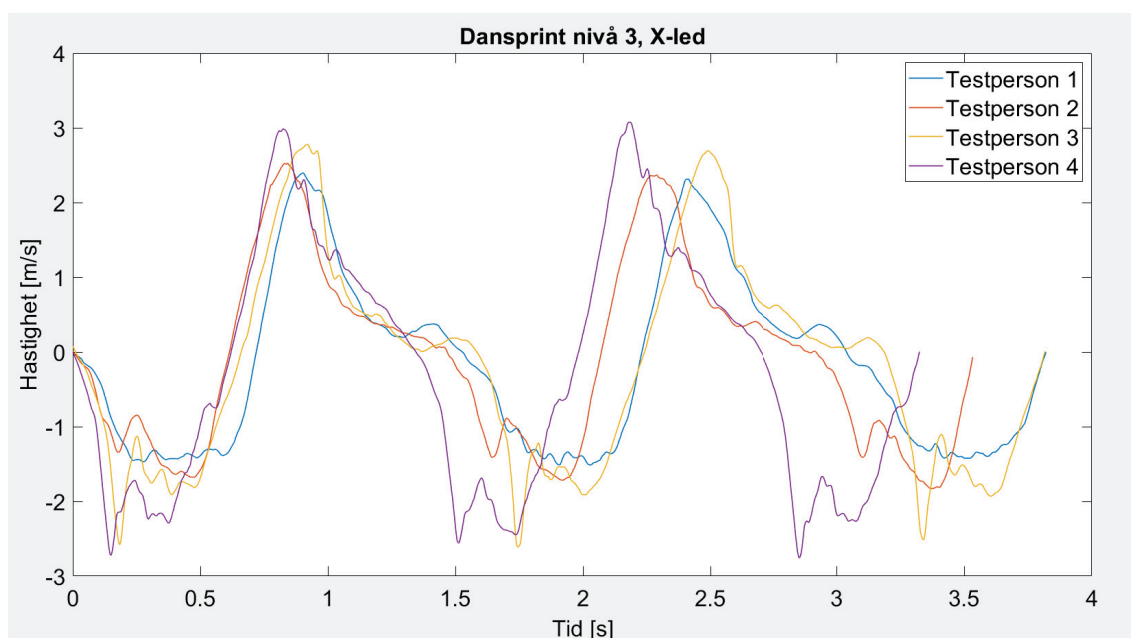


Figur 4.24: Hastighetsgrafer över Testperson 4:s högra underarm i x -riktning vid tungstart, respektive högfrekvensstart för två olika kajakergometrar

4.3.5 Jämförelse mellan testpersoner

Figur 4.25 nedan visar hastigheten i höger underarm för alla testpersoner vid nivå 3. Då datainsamlingen med testperson 1 inte har följt det generella testschemat från tabell 3.2 så har den nivå för testperson 1 som benämns som "behaglig men snabb fart" redovisats i figuren nedan, då den anses motsvara nivå 3 från det generella testschemat. Resultatet visar att den mest rutinerade personen uppnår högst hastighet, och sen följer de andra i fallande ordning. Det går även att se stora skillnader i hur lång tid det tar för respektive testperson att komma in i en regelbunden rörelse.

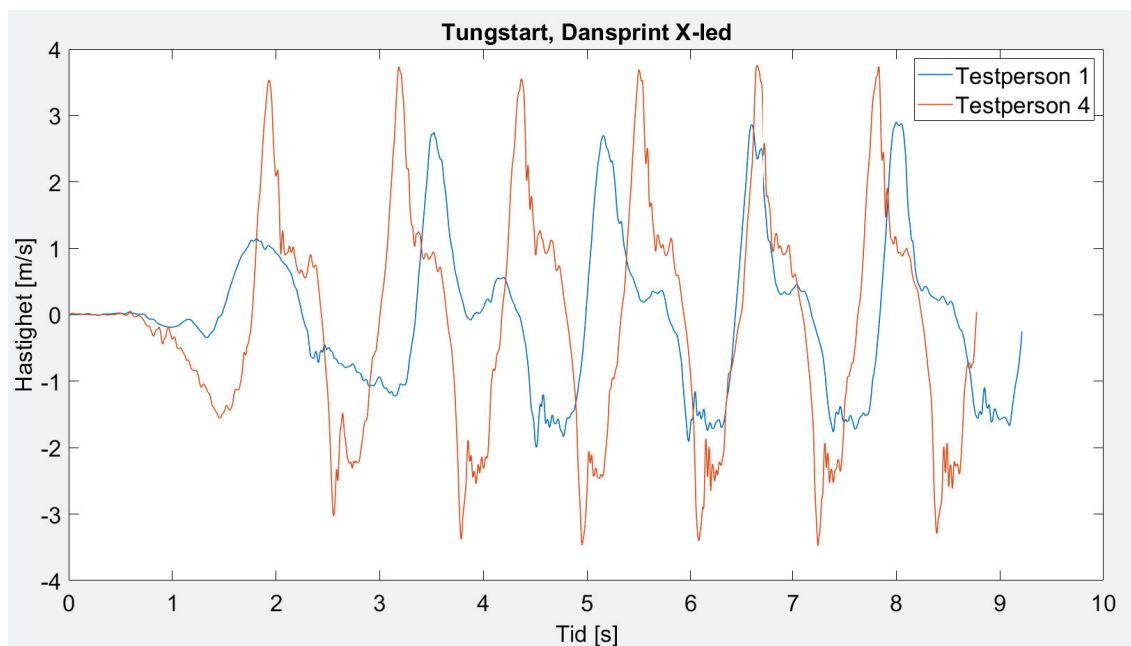
Andra nämnvärda skillnader är att det största rycket kan observeras i testperson 3:s graf. Testperson 3 använder en likadan, men en annan kajakergometer än övriga tre. I testperson 1:s graf kan nästan inget ryck observeras. Testperson 1 har ingen tidigare erfarenhet av paddling



Figur 4.25: Hastighetsgraf över Testperson 1, 2, 3 och 4:s högra underarm i x -riktning vid nivå 3 på Dansprint

4. Resultat

Figuren 4.26 nedan visar resultatet för hastigheten i höger underarm då testperson 1 och testperson 4 gör en så kallad tungstart, vilket menas att försöka dra redan från första draget som ett fullt drag. Resultatet visar stora skillnader i hastighet i höger underarm och i frekvens mellan testpersonerna. Noterbart är ändå att testperson 1:s graf till formen liknar testperson 4:s, trots att testperson 1 helt saknar erfarenhet av paddling.



Figur 4.26: Hastighetsgraf över Testperson 1 och 4:s högra underarm i x -riktning vid tungstart på Dansprint

5

Konceptgenerering och konceptval

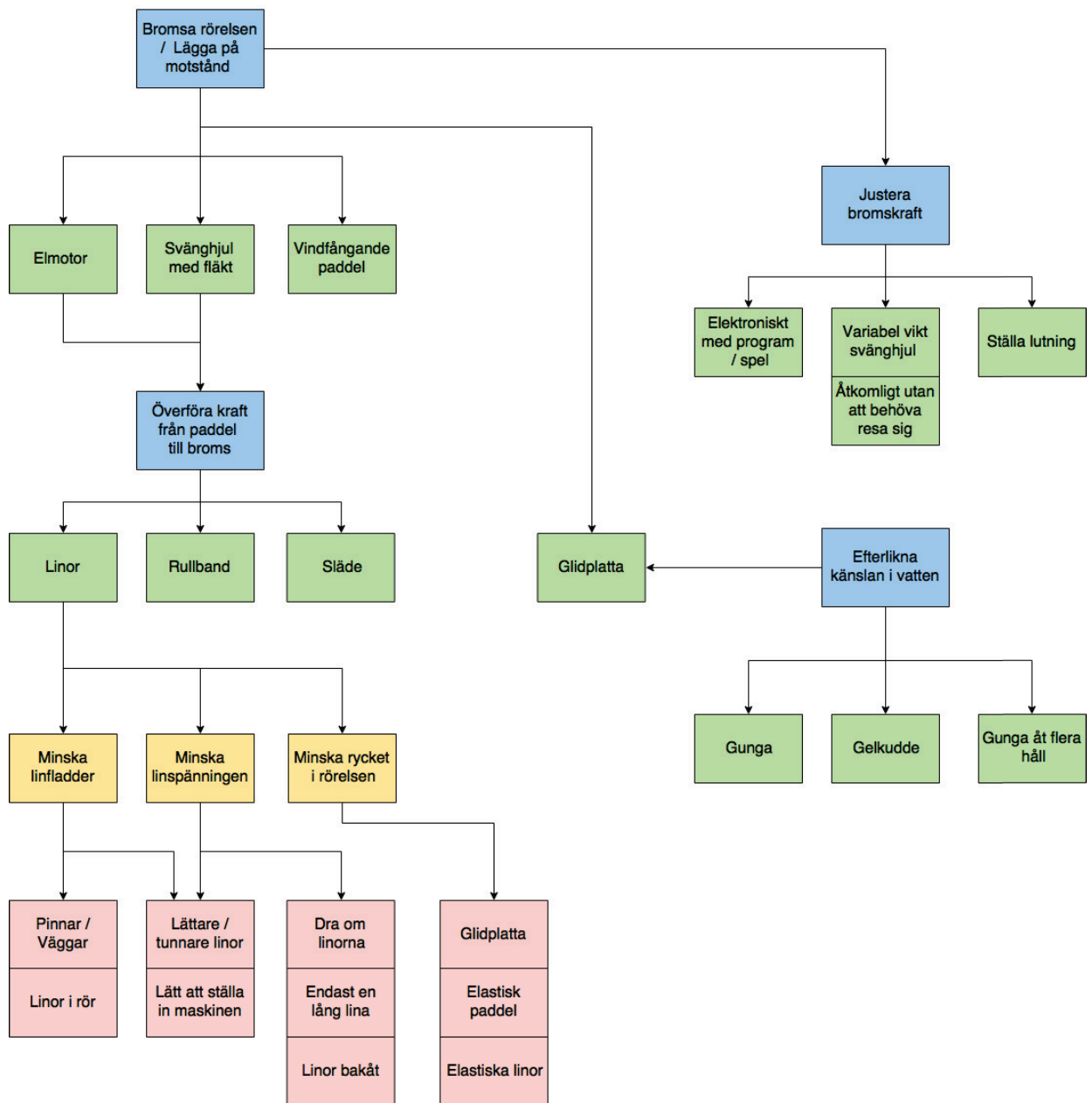
Det här kapitlet redovisar resultaten för hela konceptgenereringen och konceptvalsfasen.

5.1 Idégenerering

Från idégenereringen framkom flertalet lösningar till de olika delfunktionerna. För att visa dessa tydligare presenteras de nedan i ett funktionsdiagram som har delats upp på flera sidor på grund av dess storlek. De olika lösningsförslagen förklaras sedan grundligare i text. Funktionsdiagramet är uppbyggt så att de blå rutorna visar funktionerna som en kajakergometer ska ha. Gröna och röda rutor är sedan lösningsförslag. De gula rutorna visar problem som uppkommer på grund av ett visst lösningsförslag, se figur 5.1.



Figur 5.1: Förklaring funktionsdiagram



Figur 5.2: Funktionsdiagram 1

5.1.1 Bromsa rörelsen/Lägga på motstånd

Elmotor

Istället för dagens vanliga fläktbroms skulle en elmotor användas, lösningen är inte helt ny utan har funnits förut. Den stora fördelen är att man kan justera motståndet lättare och att man med hjälp av reglerteknik och programmering kan skapa olika träningsprogram. Dessa kan bestå av t.ex. intervallträning. Med hjälp av elmotorn skulle det även finnas möjlighet att ha olika motstånd genom rörelsen så att motståndet börjar starkt, men avtar genom draget.

Vindfångande paddel

Idén är att man ska paddla i luften precis som man gör i vatten. Paddeln ska designas sådant att när man paddlar i luften ska motståndet skapas med hjälp av någon form av skärmar fästa på paddeln som i sin tur fångar upp luft och sedan är förhoppningen att det ska skapa en känsla som om man paddlar i vatten.

Svänghjul med fläkt

Som nuvarande maskin med en fast massa och fläkthus med reglerbar öppning.

Glidplatta

En del av motståndet kommer från att man drar sin egen kropp framåt sittandes på en glidande platta. Plattans motstånd kan komma från egna kroppsvikten, vikter, eller elastiska linor.

5.1.2 Överföra kraft från paddel till broms

Rullband

Två rullband, ett på var sida om kanotisten. På rullbanden finns sedan borst som ser till att paddeln fäster, t.ex. borst likt de från en sopkvast, som man för ner paddeln i för att få grepp. Rullbanden kopplas till ett svänghjul eller elmotor för att kunna mäta och justera motstånd.

Släde

Kanotisten sitter i mitten på maskinen med en bana eller räls på varje sida. På rälsen går en vagn där paddlen sätts i. Vagnen dras bakåt av paddeln och bromsas likt den traditionella kajakergometern av en lina kopplad mellan vagnen och ett svänghjul som ger motstånd. Vagnen återförs med elastiska linor, också likt den traditionella kajakergometern. Vagnen är försedd med borst eller annat medium för att få ett vattenlikt isätt och kraftöverföring från paddlen till vagnen.

Linor

Under idégenereringen kom det fram idéer om flera olika sätt att ändra på linorna för att antingen minska linfladder och/eller minska linspänningen och/eller minska rycket i rörelsen. Detta redovisas i 5.2.

5.1.3 Justera bromskraft

Elektroniskt med program/spel

På liknande sätt som hos t.ex. motionscyklar och löpband. Sker lättast om man har en elmotor för att skapa motståndet.

Variabel vikt svänghjul

Idén är att ett tyngre svänghjul ger en högre tröghet och kan då göra isättsfasen mer verklighetstrogen. Skillnaden mellan paddling i vatten gentemot i maskinen är att greppet i vatten kommer snabbt, men mjukt och inte med fördröjning och hårt som dagens fläktbromsande maskiner gör. Vidare bromsas svänghjulet långsammare om massan är större vilket bidrar till ett bättre flyt i rörelsen. Eftersom svänghjulet i någon mening ska simulera kajakens fart framåt faller det rätt naturligt att hjulet inte ska bromsas för fort då en kajak i vatten ej gör det. Om massan på hjulet kan varieras blir maskinen lättare att flytta och att ställa in efter behag och behov. En lösning skulle t.ex. kunna vara att förlänga axeln till svänghjulet och ha vikter liknande de till en skivstång.

Åtkomligt utan att behöva resa sig

Det ska vara enkelt och lättillgängligt att ställa in och justera maskinen med syfte att uppmuntra personen som använder maskinen att ställa om den även under passet och därmed minska slitage och skaderisk på kroppen.

Ställa lutning

Om maskinen förses med glidplatta kan motståndet från glidplattan komma från kanotistens egna massa i kombination med gravitationen. Motståndet justeras genom att ändra hur mycket maskinen lutar.

5.1.4 Efterlikna känslan i vatten

Gunga

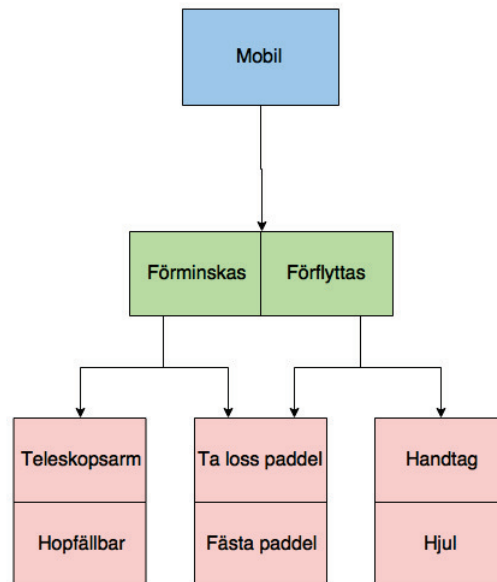
En balansplatta fast istället för att enbart sitsen vippar låter man hela den delen av maskinen man sitter på, från sits till fotstöd, vipa. Axeln vilket fotstöd och sits vrids runt kan ligga strax över kanotistens bäckenben för att ge en avvägd mängd stabilitet. Denna lösning skiljer sig från de befintliga vippbrädorna där axeln vilken sitsen vrider sig runt ligger under kanotisten.

Gelkudde

Kanotisten sitter på en kudde fylld med gelmaterial, beroende på vad kudden är fylld med borde den kunna ge efter "lagom" mycket för att minska rycket från linorna och ge en viss instabilitet.

Gunga åt flera håll

Tanken är att kanotisten ska vara helt fri att kunna föras åt alla håll och vipa för att kunna efterlikna känslan av att sitta i en kajak i vatten. Borde gå att utforma ungefär som en vanlig gunga, men man sitter åt fel håll och har upphängningslinorna framför och bakom kanotisten.



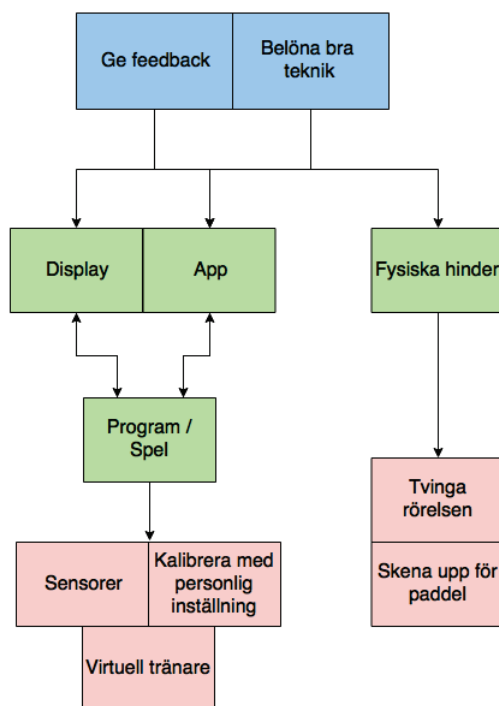
Figur 5.3: Funktionsdiagram 2

5.1.5 Mobil

För att lättare kunna förflytta maskinen eller att maskinen ska ta mindre plats finns idag ett flertal olika lösningar som: handtag, hjul, kunna ta loss paddeln lätt, kunna sätta fast paddeln eller kunna fälla ihop maskinen smidigt. Få av kajakergometrarna som finns på marknaden idag har kombinerat flera av dessa lösningar.

Teleskopsarm

Svänghjulet är under paddlaren och man kan dra fram resten av maskinen och lätt fälla ihop den.



Figur 5.4: Funktionsdiagram 3

5.1.6 Ge feedback och belöna bra teknik

App

Gör det enklare att logga och spara ned data från träningspasset i en extern enhet som t.ex. mobiltelefon, surfplatta eller träningsklocka.

Program / Spel

Som dagens motionscyklar eller liknande där man kan ställa in olika program med olika motstånd som varierar.

Sensorhjälp

Paddeln blir försedd med sensorer som mäter paddelbladets vinkel. Detta kan hjälpa till att göra ett mer verkligt paddeldrag och belöna bra teknik. Om drivfasen blir för lång och paddelvinkeln blir negativ får man inte ut någon kraft i verkligheten, vilket med sensorernas hjälp kan appliceras även på maskinen.

Kalibrera med personlig inställning

Enkelt kunna ställa in maskinen efter egna preferenser för att både minska slitaget och skaderisken, men också göra datan från passet mer användbar och tillförlitlig.

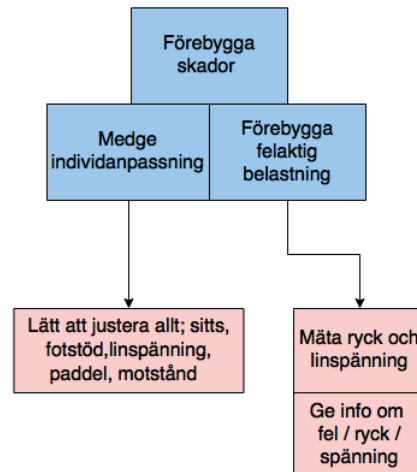
Virtuell tränare

De tränare som har intervjuats upplever att paddelmaskinen är ett bra hjälpmedel för att träna paddelteknik och enklare kunna göra justeringar och visa förbättringar. Med hjälp av loggar ska sedan det passet och de inställningar som görs med tränaren

kunna sparas ned och användas vid annat tillfälle och kanotisten ska då se att hen följer de ändringar som gjordes med tränaren.

Fysiska hinder

Fysiska hinder som tvingar paddeln och kanotisten att hamna i rätt rörelse.



Figur 5.5: Funktionsdiagram 4

5.1.7 Förebygga skador

Minska ryck och linspänning

Med hjälp av glidplatta, elastisk paddel eller omdragning av linorna

Lätt att justera allt

Personen som använder kajakergometern ska lätt kunna justera och ställa in maskinen utan att behöva gå av den.

Ge information om fel/ryck/spänning

Om maskinen kan ge information om vilken linspänning man har och om man kör så att det uppstår ett ryck, blir kanotisten mer medveten om detta och kan justera sin teknik och/eller linspänning.

5.2 Morfologisk matris

Efter funktionsdiagrammet sattes alla funktioner med lösningar ihop till en morfologisk matris (tabell 5.1). Detta för att en morfologisk matris ger en beskrivande bild över de olika lösningsalternativ som har kommit fram till de olika delfunktionerna. Den morfologiska matrisen ger även möjlighet på ett systematiskt vis att generera helhetslösningar.

Tabell 5.1: Morfologisk matris

Funktioner	Lösningar	
Bromsning av rörelsen	Variabel vikt Elmotor Bromsning mha tyngdkraft	Slädar "borst" Rullband "borst" Vindfångande paddel
Justering av bromskraft	Externa vikter Lutning	Ställa in från sittande Elektroniskt program
Ge feedback	Display Spelimplementering Fysiska hinder	Extern skärm, app Rörelselogg
Flyttningsbar	Hållare paddeln Teleskoparm Hjul	Handtag Hoppfällbar
Efterlikna paddeln	Sätta blad på Helt bytbar Justera längd	Justera tjocklek Sensorhjälp
Minska linspänningen	Linor bakifrån Glidbräda Slädar "borst" Vindfångande paddel	Bättre lindragning Lätt att ställa in Rullband "borst"
Minska linfladdret	Kortare linor Lättare att ställa in Tunnare och lättare	Ändra vinklar Något som dämpar Linor rör
Rörelsen mindre ryckig	Undvika linfladder Elastisk paddel Elastisk övergång Undvika slip	Elasticitet i linorna Två bromsningssätt "borst"
Belöna bra teknik	Sensorhjälp Kalibrering	Logga passen Skena ta upp paddel
Efterlikna isätt	Elastisk paddel Programmerbar elmotor "borst"	Linor bakifrån Tung "tröghet" Vindfångande paddel
Driv, upptag och återföring	Minska linspänningen Linor bakifrån "borst"	Vindfångande paddel Program elmotor
Efterlikna balansen vattnet	Helt fri sittbräda Vippande gungbräda	Justerbar Gelkudde

5.2.1 Utvärdering av lösningsförslag

Det var i detta skedet som gruppen såg att viss utvärdering av förslagen behövdes för att undersöka om de var möjliga att gå vidare med. I tabell 5.2 är den morfologiska matrisen uppdaterad så att de lösningsförslag som valdes bort av olika anledningar som presenteras nedan, är markerade i rött.

Idéer som sållades bort:

- Vindfångande paddel
- Helt fri sittbräda som hålls av linor
- Axel vid bäckenet med vippande gungbräda
- Sitta på gelkudde
- Fysiska hinder som hindrar felaktig rörelse
- Låta linorna gå i rör
- Undvika slip

Mottagandet från experterna för alla lösningar som ger en instabilitet ("helt fri sittbräda som hålls av linor", "axel vid bäckenet med vippande gungbräda", "sitta på gelkudde") var blandat, men överlag var alla överens om att det inte är den viktigast funktionen för en kjakergometer och ingen av lösningarna skulle ge en känsla som liknar paddling på vatten. Det ger en komplexitet som inte är önskvärd och något som gungar i kombination med motståndet från linorna ger inte en känsla lik verklig paddling, mycket på grund av att man i maskinen inte kan trycka paddeln nedåt. Dock borde det ge mer träning för bålen, men känslan kommer inte att bli bättre. Eftersom målet med förslagen var att få en bättre känsla och detta inte kan uppfyllas om förslagen appliceras på befintlig maskin med linor, ströks alla förslag som har med instabilitet att göra. Skulle en maskin utvecklas där man kan få respons från paddeln i alla riktningar borde förslagen kunna bli aktuella igen.

En vindfångande paddel kommer förmodligen inte ge tillräckligt med motstånd i draget, men kommer ändå bli tung att föra framåt, vilket inte liknar verklig paddling.

Att sätt upp fysiska hinder var det ingen som tyckte var en bra ide för elitkanotister, möjligtvis att det skulle kunna hjälpa nybörjare. Alla var överens om att det mest skulle störa paddlingen och det skulle bli svårt att ställa in. Dock kunde det eventuellt vara önskvärdt att lätt kunna sätta upp markeringar på maskinen för att visa vart tex isättet borde vara.

Systemen för att begränsa och dämpa slängningen i linorna spekulerades det mest om, då ingen hade lätt för att se hur eller om det skulle fungera. Lösningen med rör sorterades bort eftersom det var den som de trodde minst på. Förslaget med plattor/pinnar fick dock stå kvar eftersom det till viss del är så man begränsar slängandet vid maxtest idag.

Att undvika slip, eller att ha en direkt kontakt med maskinen är bra var alla överens

om, men det verkade dock osäkert om det ens är ett problem. Detta är något som behöver undersökas innan det börjar tittas på en lösning.

Tabell 5.2: Morfolgisk matris 2 - rödmarkerad text indikerar borttagna lösningar

Funktioner	Lösningar	
Bromsning av rörelsen	Variabel vikt Elmotor Bromsning mha tyngdkraft	Slädar "borst" Rullband "borst" Vindfångande paddel
Justering av bromskraft	Externa vikter Lutning	Ställa in från sittande Elektroniskt program
Ge feedback	Display Spelimplementering Fysiska hinder	Extern skärm, app Rörelselogg
Flyttningsbar	Hållare paddeln Teleskoparm Hjul	Handtag Hoppfällbar
Efterlikna paddeln	Sätta blad på Helt bytbar Justera längd	Justera tjocklek Sensorhjälp
Minska linspänningen	Linor bakifrån Glidbräda Slädar "borst" Vindfångande paddel	Bättre lindragning Lätt att ställa in Rullband "borst"
Minska linfladdret	Kortare linor Lättare att ställa in Tunnare och lättare	Ändra vinklar Något som dämpar Linor rör
Rörelsen mindre ryckig	Undvika linfladder Elastisk paddel Elastisk övergång Undvika slip	Elasticitet i linorna Två bromsningssätt "borst"
Belöna bra teknik	Sensorhjälp Kalibrering	Logga passen Skena ta upp paddel
Efterlikna isätt	Elastisk paddel Programmerbar elmotor "borst"	Linor bakifrån Tung "tröghet" Vindfångande paddel
Driv, upptag och återföring	Minska linspänningen Linor bakifrån "borst"	Vindfångande paddel Program elmotor
Efterlikna balansen vattnet	Helt fri sittbräda Vippande gungbräda	Justerbar Gelkudde

5.3 Konceptval

Med den morfologiska matrisen uppdaterad kunde sen olika helhetskoncept tas fram. Under genereringen av helhetskoncept från den morfologiska matrisen blev det tydligt att beroende på vilken av de tre bromsvarianterna man väljer leder det till tre olika koncept. Ett med traditionellt svänghjul och alla förbättringar som är möjliga med det. Ett med en bromsande elmotor, också med alla förbättringar som har med linor att göra, plus de förbättringar som blir möjliga med elmotorn som motstånd. Samt ett koncept utan linor. De tre olika koncepten som kom fram presenteras nedan.

Koncept förbättrad traditionell

Tabell 5.3 nedan redovisar de lösningar som valdes för respektive funktion i koncept förbättrad traditionell.

Tabell 5.3: Koncept förbättrad traditionell

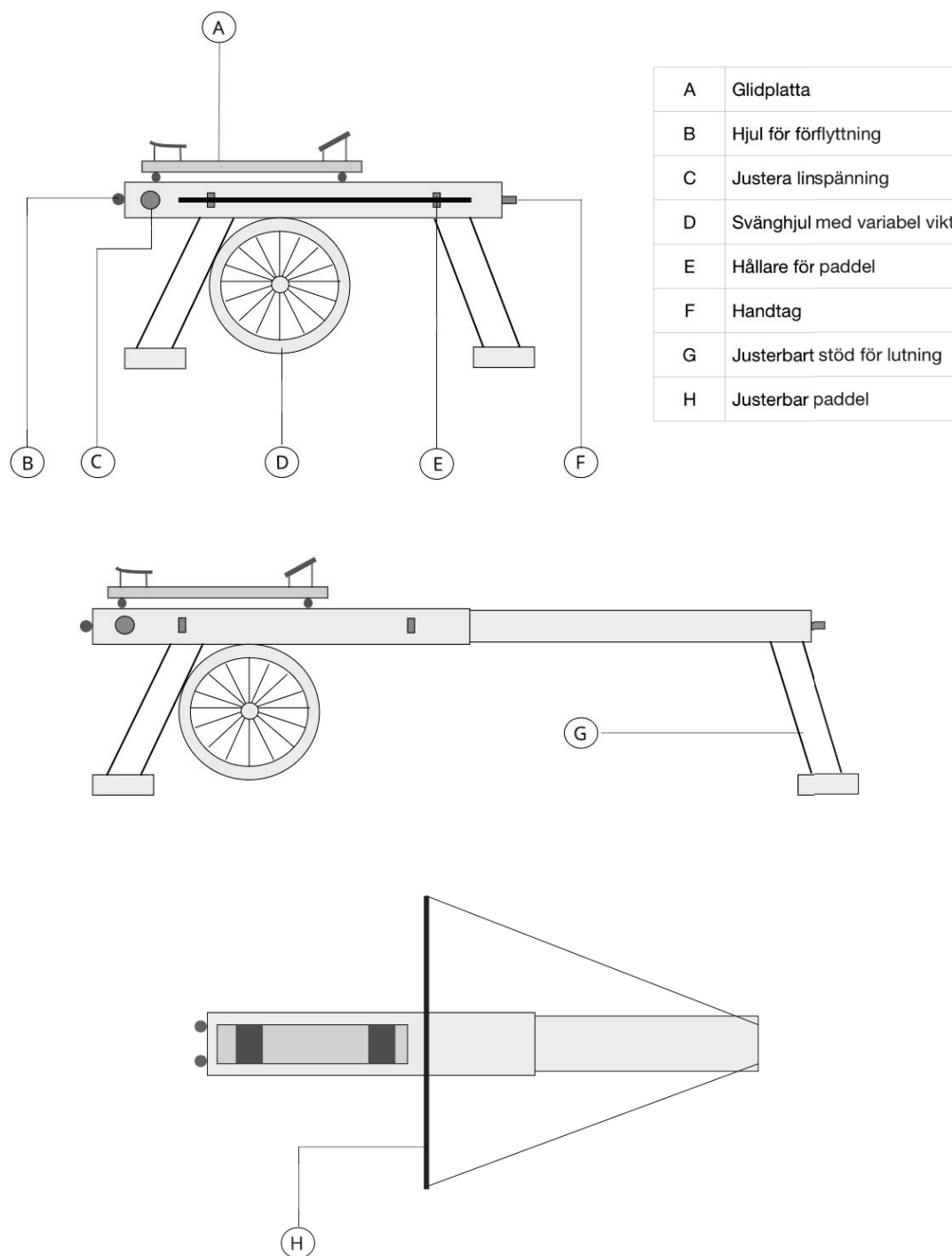
Bromsning av rörelsen	Justering av bromskraft
○ Variabel vikt på svänghjul ○ Bromsning med hjälp av tyngdkraft	○ Ställa in lutning för tyngdkraft ○ Tynga hjulet med externa vikter ○ Kunna ställa in allt från sittande position
Minska linspänning	Minska linfladdret
○ Linor bakifrån ○ Bättre lindragning ○ Glidbräda med justerbar tyngd ○ Lätt att ställa in	○ Tunnare och lättare linor ○ Lättare justera linspänningen under passet ○ Pinnar och/eller plattor som förhindrar stora rörelser
Göra röreslen mindre ryckig	Ge feedback
○ Elastisk paddel ○ Undvika linfladder ○ Mer än en bromsningsmetod för motståndet	○ Extern skärm med app ○ Rörelselogg
Belöna bra teknik	Efterlikna paddelfaser
○ Sensorhjälp ○ Kalibrering av dator innan pass ○ Logga gamla pass som maskinen jämför dig mot	○ Linor bakifrån ○ Minska linspänningen ○ Mjukt isätt med hjälp av elastisk paddel
Efterlikna paddeln	Flyttningsbar
○ Sensorhjälp ○ Helt bytbar ○ Justera längd ○ Sätta blad på	○ Hjul ○ Handtag ○ Teleskoparm ○ Hållare för paddeln ○ Svänghjul under kanotisten

Koncept förbättrad traditionell ser ut och fungerar ungefär som en traditionell kajergometer. Det som skiljer i utseendet är att den blir kompaktare, eftersom kanotisten sitter på svänghjulet och det går fram en teleskoparm som håller linorna. Maskinen är försedd med ett svänghjul där mängden massa i hjulet kan varieras. Rörelsen bromsas med en fläkt som sitter monterad på samma axel som svänghjulet. För att göra rörelsen mjukare och mer lik paddling på vatten förses maskinen med en glidplatta, som medför att kanotisten kan röra sig fram och tillbaka i maskinens längsled. Motståndet från glidplattan ställs in med hjälp av maskinens lutning. Dessutom görs paddelskaftets ände lätt elastiskt för att ytterligare minska rycket från linorna och göra isättet mjukare.

Konceptet är lättare att flytta och förvara än befintliga maskiner eftersom den blir kompaktare, armen som håller linorna kan fällas in, den är försedd med handtag, hållare för paddlen, och den har hjul. Även paddeln är uppdaterad. Den är justerbar i längd, den är lättare att plocka loss och byta till en annan paddel, samt att den har blad med sensorer som mäter paddelbladets vinkel, vilket ger information om hur bra och långt taget blir. I kombination med rätt programvara kommer maskinen belöna den som paddlar med teknik lik den man har på vatten.

Lindragningen har också gjorts om så att den dragande rörelsen som görs med paddlens ena sida, drar in linan på den andra. Detta i kombination med linor som kommer bakifrån gör paddeln mer neutral och minskar linornas drag. Linspänningen justeras direkt från sitsen. Slutligen görs hela det visuella feedbacksystemet om. Istället för en display visas informationen från sensorerna via en app i telefon/platta/klocka. Datan lagras direkt och mer information kommer kunna visas, samt inställningar göras, dessutom kan personlig information som vikt och längd läggas till för att få mer korrekta mätvärden.

Figur 5.6 nedan visar en skiss på hur koncept förbättrad traditionell skulle kunna se ut. Markerat i figuren och tillhörande tabell är de synliga förändringar gentemot referensmaskinen Dansprint. De förändringar som är inbyggda i konstruktionen, som sensorhjälp, är ej markerade i figuren eller i tabellen.



Figur 5.6: Skiss på koncept förbättrad traditionell med utmarkerade positionsbal-longer

Koncept programmerbar

Tabell 5.4 nedan redovisar de lösningar som valdes för respektive funktion i koncept programmerbar.

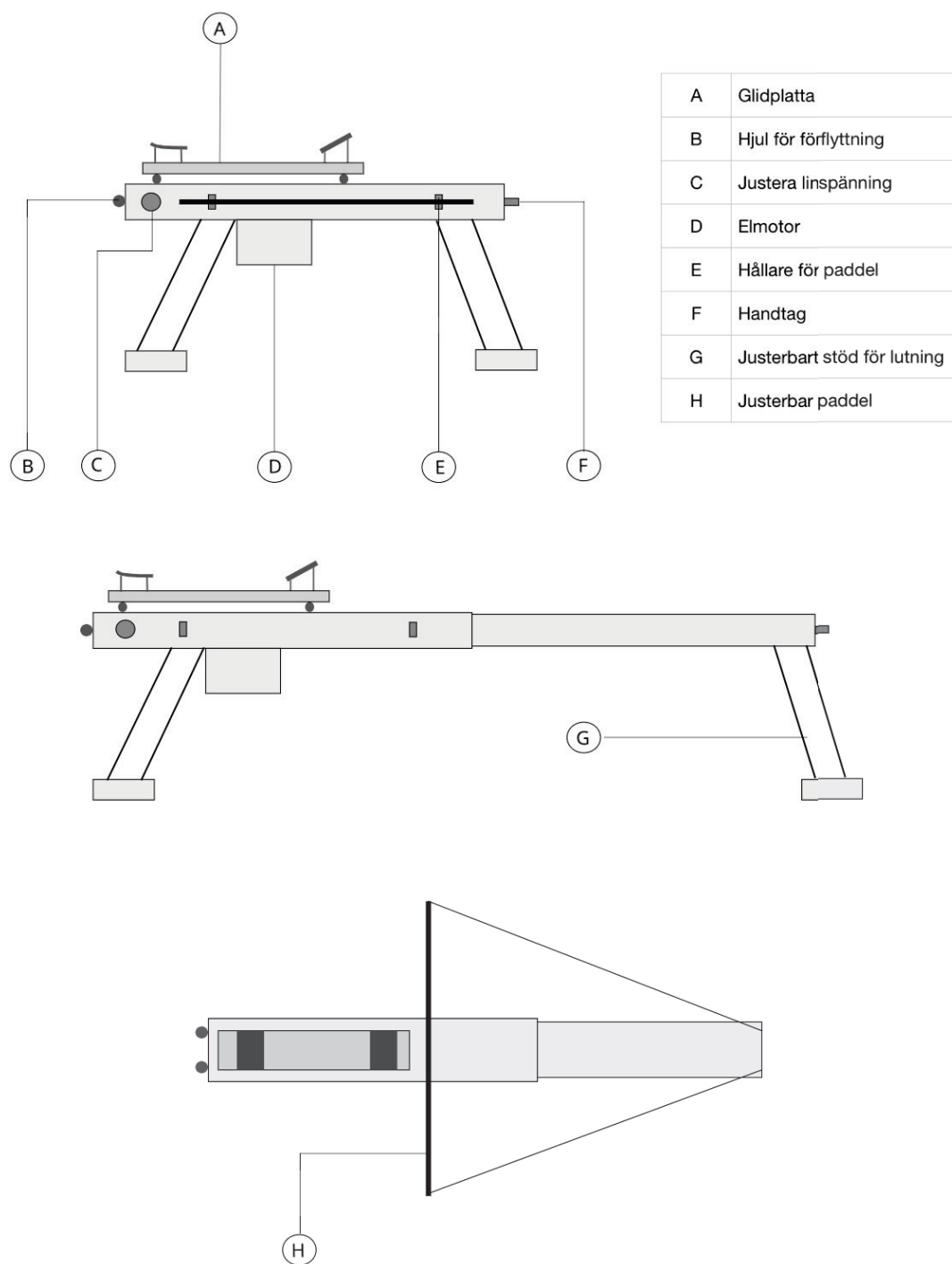
Tabell 5.4: Koncept programmerbar

Bromsning av rörelsen	Justering av bromskraft
○ Elmotor ○ Bromsning med hjälp av tyngdkraft	○ Ställa in lutning för tyngdkraft ○ Elektroniskt med program ○ Kunna ställa in allt från sittande position
Minska linspänning	Minska linfladdret
○ Linor bakifrån ○ Bättre lindragning ○ Glidbräda med justerbar tyngd ○ Lätt att ställa in	○ Tunnare och lättare linor ○ Lättare justera linspänningen under passet ○ Pinnar och/eller plattor som förhindrar stora rörelser
Göra rörelsen mindre ryckig	Ge feedback
○ Elastisk övergång mellan linor och paddel ○ Undvika linfladder ○ Mer än en bromsningsmetod för motståndet	○ Extern skärm med app ○ Rörelselogg ○ Spelimplementering
Belöna bra teknik	Efterlikna paddelfaser
○ Sensorhjälp ○ Kalibrering av dator innan pass ○ Logga gamla pass som maskinen jämför dig mot	○ Linor bakifrån ○ Minska linspänningen ○ Tung "tröghet" för "direkt mothugg" vid isätt ○ Programmerbar elmotor för motståndsanpassning
Efterlikna paddeln	Flyttningsbar
○ Sensorhjälp ○ Helt bytbar ○ Justera längd ○ Sätta blad på	○ Hjul ○ Handtag ○ Teleskoparm ○ Hållare för paddeln ○ Svänghjul under kanotisten

Koncept programmerbar liknar ”koncept förbättrad traditionell” mycket till utseende. Skillnaden är att koncept programmerbar har en elmotor som broms istället. Detta ger mycket större möjlighet att ställa om motståndet från bromsen, och omställningen kan ske mycket snabbt, så snabbt att motståndet kan varieras under drivfasen och göra draget mer likt ett drag genom vatten. Bromskraften kan läggas på mjukt i isättet, vara som tyngst mitt i drivfasen, och sedan avta när paddelns vinkel minskar, så att man inte lockas att göra ett för långt drag.

Flera funktioner som finns på andra träningsmaskiner som tex löpband och testcyklar kan appliceras, som till exempel att man kan paddla en viss bana, köra kanotslalom, ha olika intervallpass inlagda och spelimplementring med belöningar för bra teknik eller hög fart.

Figur 5.7 nedan visar en skiss på hur koncept programmerbar skulle kunna se ut. Markerat i figuren och tillhörande tabell är de synliga förändringar gentemot referensmaskinen Dansprint. De förändringar som är inbyggda i konstruktionen, som sensorhjälp, är ej markerade i figuren, eller i tabellen.



Figur 5.7: Skiss på koncept programmerbar med utmarkerade positionsballonger

Koncept utan linor

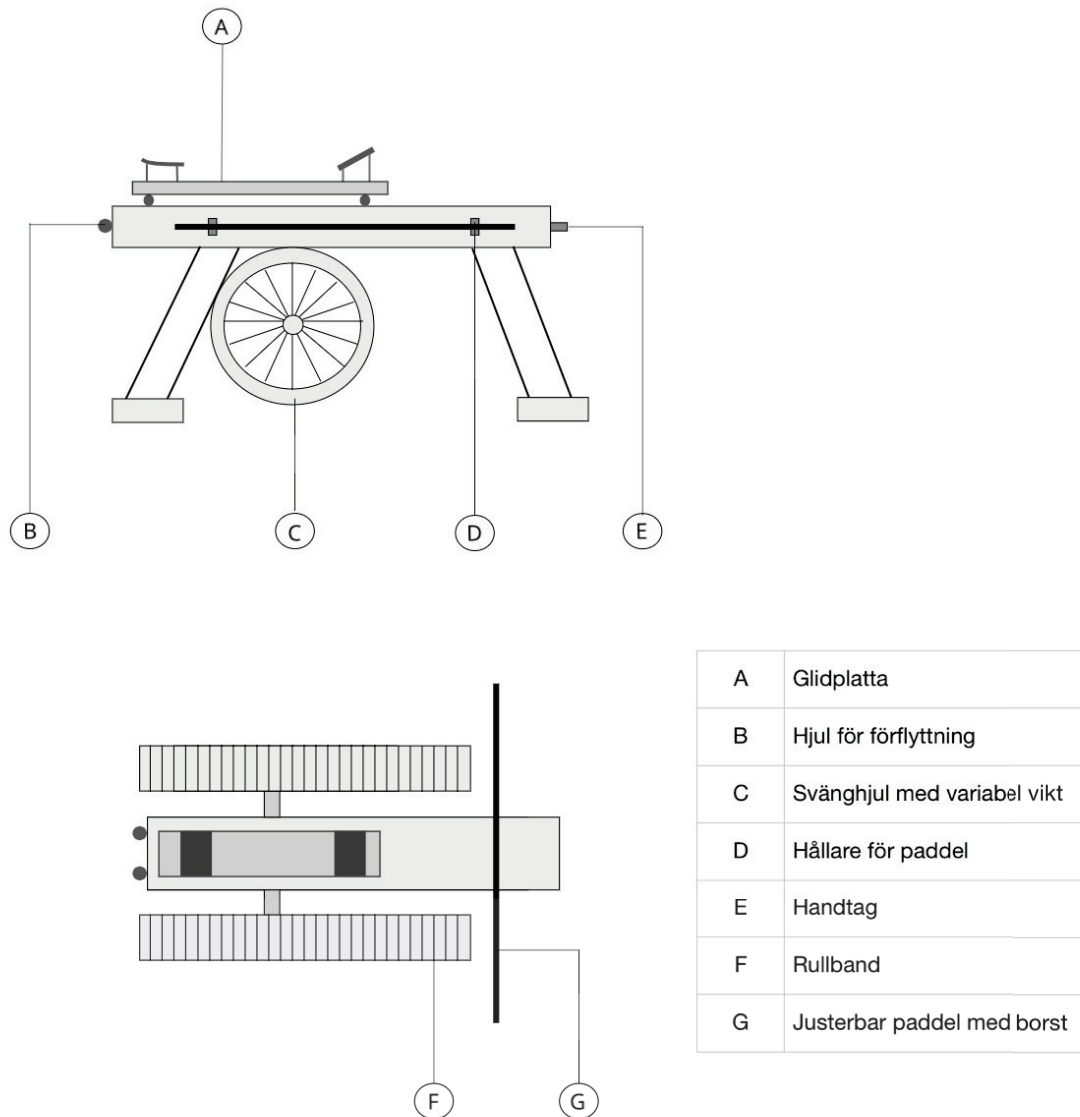
Tabell 5.5 nedan redovisar de lösningar som valdes för respektive funktion i koncept utan linor.

Tabell 5.5: Koncept utan linor

Bromsning av rörelsen	Justering av bromskraft
○ Variabel vikt på svänghjul ○ Bromsning med hjälp av tyngdkraft ○ Rullband med "borst"	○ Ställa in lutning för tyngdkraft ○ Tynga hjulet med externa vikter ○ Kunna ställa in allt från sittande position
Minska linspänning	Göra röreslen mindre ryckig
○ Rullband med "borst" ○ Vinkel eller dylikt ○ Glidbräda med justerbar tyngd	○ Rullband/släde med "borst"
Flyttningsbar	Ge feedback
○ Hjul ○ Handtag	○ Extern skärm med app
Belöna bra teknik	Efterlikna paddeln
○ Sensorhjälp ○ Kalibrering av dator innan pass ○ Logga gamla pass som maskinen jämför dig mot	○ Sensorhjälp ○ Justera längd ○ Justera tjocklek
Efterlikna paddelfaser	
○ Rullband/släde med "borst"	

Koncept utan linor skiljer sig markant från alla befintliga maskiner. Att sitta på den kommer kännas likt att sitta på en vanlig kajakergometer, med en sits och ett fotstöd, men på sidorna kommer det att vara ett rullband på respektive sida. Kanotisten har en lös paddel och paddlar som vanligt, men istället för att föra ner paddeln i vatten förs den ner i rullbanden, som är försedda med långa borst, likt de man kan finna på en piassavakvast. Borsten gör det möjligt att få fast paddeln på ett bra och vattenlikt sätt. Rullbanden är i sin tur kopplade till ett svänghjul som bromsar rörelsen. För övrigt blir funktionerna ungefär som i förbättrad traditionellmed undantaget allt som har med linor att göra.

Figur 5.8 nedan visar en skiss på hur koncept utan linor skulle kunna se ut. Markerat i figuren och tillhörande tabell är de synliga förändringar gentemot referensmaskinen Dansprint. De förändringar som är inbyggda i konstruktionen, som sensorhjälp, är ej markerade i figuren, eller i tabellen.



Figur 5.8: Skiss på koncept utan linor med utmarkerade positionsballonger

6

Analys och diskussion

I följande avsnitt presenteras en diskussion kring arbetets resultat samt huruvida tillämpade metoder påverkar dess trovärdighet. Paddelrörelsen är en mycket komplex rörelse, vilket ofta gör den svår att beskriva med ord, och vid mätningar kan det vara svårt att dra slutsatser med mätdata från endast ett kroppssegment, då en förändring där kan leda till en rad olika förändringar i den totala rörelsen.

6.1 Förstudie

Tack vare det stora antalet inkomna svar på enkäten gav det ett bra underlag för att analysera svaren och dra slutsatser. Det som överraskade gruppen var framförallt hur få det är som använder andra ergometrar än Dansprint. Detta speciellt efter att ha studerat andra konkurrerande lösningar till Dansprinten och insett att Dansprint verkligen inte är ensamma om att tillverka kajakergometrar, dock har de flesta tillverkarna nästintill identiska utseenden på sina kajakergometrar sett till Dansprinten.

Punkter som flest upplevde som större problem handlade mycket om känslan, linspänning som begränsar och att man kan paddla snabbare med dålig teknik i maskinen. Det var förvånansvärt få som angav att det var ett större problem med effektmätningen inte är tillförlitlig, att maskinen är svår att ställa in och att distansmätningen ej är tillförlitlig. Detta förvånade eftersom gruppen tidigt i arbetet studerade en Dansprint och insåg att det är inte mycket man kan justera själv när man sitter i ergometern och att displayen var ganska grundläggande. Dessa frågor lades därför inte undan utan kom att frågas vidare i intervjuerna som kom senare i arbetet.

6.2 Intervjuer

Intervjuerna som genomfördes bidrog till att poängtera och förstärka insikterna om problemen som framkom under förstudien men även till nya insikter som påverkade arbetets riktning. En slutsats från intervjuerna var att många av de problem som upplevs med kajakergometern idag kan härledas till den konstanta linspänningen och att det uppstår ett "ryck" i rörelsen på grund av linorna. De flesta kvinnliga kanotisterna som intervjuades undvek kajakergometer så mycket som möjligt på grund av skador och skaderisk vilket ytterligare visade på den belastning och skaderisk som linspänningen bidrar med. Den slutsatsen påverkade arbetet till att fokusera på förbättringar som reducerar de problemen. Slutsatsen bidrog även till att arbetet med

datainsamlingen med rörelsedräkten fick ökat fokus att försöka identifiera och påvisa de subjektiva bedömningarna av det ”ryck” och det linfladder som uppstår. Under förstudien hade problemen relaterade till linspänningen och ”rycket” identifierats, men intervjuerna bidrog till att belysa den stora påverkan det har för användandet av kajakergometern.

En intressant faktor med intervjuerna var även hur de flesta samtalen vände från att de flesta var ganska nöjda med maskinen i början av samtalet till att de i slutet började reflektera och inse att det är en hel del saker som de skulle vilja ändra på och som hade kunnat förbättras.

6.3 Analys av resultatet från mätningarna

Den analys som presenteras i kapitel 6.3 bygger helt på resultaten från föregående kapitel. Värt att notera är att endast ett litet antal tester har gjorts. Då testerna har gjorts med och av människor behöver testen repeteras för att få en högre säkerhet i resultaten. Förutom den mänskliga faktorn finns ytterligare ett par allmänna felkällor som består i att sensorer kan ha flytta sig under mätningen och fel kan ha uppstått vid efterbearbetningen i Matlab.

6.3.1 Analys av resultatet från testtillfälle 3

Generellt paddlar testperson 3 med högre frekvens på vatten än i Dansprint vilket förmodligen kommer ifrån det tröghetsmoment och återaccelerering av svänghjulet som kajakergometrar kräver vid varje isätt. Då svänghjulet i godtycklig kajakergometer ska simulera kajakens momentum samt vattnets motstånd faller det rätt naturligt att om svänghjulet bromsas snabbare än kajaken i vatten blir periodtiden längre i kajakergometer. Om hypotesen stämmer innebär det att en av de viktigaste delarna med en kajakergometer är hur mycket svänghjulet bromsas.

I figur 4.10 för hastighet vid nivå 5 kan man avläsa att testperson 3 paddlar med högre frekvens på vatten än i Dansprinten. Vidare visas även att ”rycket” på vatten är näst intill obefintligt vilket förmodligen kommer ifrån att kanotisterna är skolade till att börja accelerera vid isättet och på så sätt har motståndet redan uppstått till skillnad från ergometer där motståndet kommer lite efter att accelerationen i isättet påbörjats.

Tittar man på topparna och dalarna i figur 4.10 ser man stor skillnad i hastighetskurvornas utseende. I drivfasen för drivarmen ser man att grafen för vatten är mjukt U-formad med högsta hastigheten lite före drivfasens mitt. I grafen för kajakergometern ser man istället en väldigt hög hastighet precis innan greppet och sen ett ryck. Därefter är hastigheten relativt linjär för att sen öka inför upptaget. Skillnaderna som syns beror förmodligen på linorna. Den höga hastigheten i början av drivfasen på kajakergometern uppstår innan linorna har sträckts helt. Rycket kommer när dom sträcks. Tittar man istället på luftarmen ser man ett liknande mönster,

med snabbare hastighetsförändringar i kajakergometern. Återförningen går snabbare i kajakergometer, förmodligen för att linorna hjälper till att dra paddeln. Detta speglas också väldigt tydligt i accelerationsgrafnen i figur 4.12.

Tittar man istället på armens position vid paddling på vatten jämfört med Dansprint, redovisat i figur 4.14, positionen i x -led ser man att testperson 3 inte driver paddeln lika långt bak i vatten som i Dansprinten. Skillnaden är högst väsentlig då det skiljer cirka 0.1 meter. Det framkom redan under intervjuerna att detta kan ske, och beror på att paddeln, vid paddling på vatten, förs upp automatiskt på grund av bladets vinkelförändring genom drivfasen. Något som inte sker på maskinen. Det hade förmodligen inte varit en fördel att paddla likadant på vatten, eftersom att försätta drivfasen för långt sänker kajakens akter och bromsar farten.

Tittar man på kurvorna i y -led ses en hel del tveksamheter som gruppen inte till hundra procent har kunnat klargöra, det som är konstigt är att sensorn på vänster och höger underarm vid vattenpaddlingen inte gett lika utslag. Ser man till höger underarm i x - och z -led är rörelsen relativt lik mellan höger och vänster. Det här skulle kunna bero på att testperson 3 paddlar väldigt ojämnt i just y -led men det skulle även kunna bero på att kajaken har lutat eller att testpersonen sitter snett. Det syns även i figur 4.16 för bröstbenet, att något lutar lite i y -led. Gruppen utesluter inte att värdena för just y -led på vänster underarm har blivit fel på antingen laborationsnivå eller bearbetningsnivå. Det talar dock för att felet uppstått redan då experimentet genomfördes då resterande grafer verkar stämma mot varandra.

Med antagandet att y -ledkurvan från höger underarm stämmer kan man utläsa att rörelsen i y -led är aningen större samt att paddeln flyter ifrån kajaken mer i Dansprint än i vatten då isätten är på ungefär samma ställe.

Sett till z -kurvan i figur 4.14 ser gruppen att testperson 3 sätter ner paddeln djupare i Dansprinten än i vattnet, vilket troligtvis har att göra med att om kanotisten sätter ner paddeln för djupt i vatten känner och ser hen det. I kajakergometern finns ingen vattenyta att förhålla sig till och det blir därför svårare för kanotisten att veta när hen ska stanna. Skillnad i hur djupt man sätter ner paddeln i vatten jämfört med kajakergometer diskuterades inledningsvis i projektet men stannade av då endast ett fåtal personer uppgav i enkäten att detta var ett problem. Nu i analysen kan det dock konstateras att det skiljer, vilket givetvis påverkar helhetskänslan i paddelrörelsen vid paddling i kajakergometer.

I figur 4.16 för bröstbenets förflyttning syns inget mer än att testperson 3:s kurva drar iväg uppåt, avståndet mellan dalarna och topparna är dock ungefär samma vilket tyder på att rörelsen inte har ändrats utan att någonting förändrats under mätningen.

Grafen över paddlingen i Dansprint med två olika linspänningar, figur 4.17, visar på att testperson 3 paddlar med högre frekvens i fallet med högre linspänning. Detta hänger förmodligen ihop med att testperson 3 har en högre fart i både drivfasen och

återföringsfasen med högre linspänning. Att farten är högre i återföringsfasen för högre linspänning kommer troligast ifrån att den ökade linspänningen bidrar till ett snabbare återförande i och med att linan hjälper till att dra tillbaka paddelskaftet.

6.3.2 Analys av resultatet från testtillfälle 4

Generellt ses att testperson 4 har paddlat med högre frekvens i samtliga tester med KayakPro, jämfört med Dansprintstesterna. Det kan komma ifrån hur snabbt svänghjulet bromsas hos de olika kajakergometrarna. Ju snabbare svänghjulet bromsar desto långsammare bör frekvensen bli eftersom tiden då kommer gå åt till att accelerera upp svänghjulet igen. En faktor som även kan ha påverkat resultatet var att Dansprint hade en display som visade hastigheten, vilket KayakPro inte hade. Testperson 4 berättade att han hade sneglat på displayen på Dansprinten, vilket kan ha bidragit till en jämnare hastighet i den.

I figur 4.20 ser man hastighet för nivå 5 att "rycket" är ca 20 % större i Dansprinten jämfört med KayakPron och känns cirka 0.02 sekunder senare. Detta kan ha med den lindragning KayakPro använder sig av, istället för den Dansprinten använder, samt att den endast har en lång lina. Vidare kan det bero på att KayakProns fläkthjul bromsar in mycket långsammare och på så sätt skapar ett sorts glid, som gör att kanotisten inte stöter på ett lika högt tröghetsmoment vid varje ansats.

De olika nivåerna för testperson 4 följer samma skillnader med undantag för nivå 3, redovisat i figur 4.19, där kurvorna i stort sett följer varandra på ett väldigt liknande sätt. Det här kan komma ifrån att testperson 4 kan vara mer familjär med nivå 3 än de andra nivåerna och på så sätt eliminerar de skillnader i maskinerna som ger upphov till en snabbare paddlingsfrekvens i KayakPron.

Figur 4.22 visar positionen för testperson 4:as höger underarm då han paddlar i Dansprint och KayakPro. Det resultatet visade att testperson 4 drar ca tio centimeter längre i x -led i Dansprinten än i KayakPron vilket skulle kunna komma från att KayakProns svänghjul stannar långsammare och bidrar på så sätt till att rörelsens motstånd minskar i slutet av drivet eftersom paddelrörelsen inte drar lika fort i slutet av drivet. I Dansprinten däremot, om hypotesen stämmer, stannar svänghjulet av snabbare och kanotisten får aldrig känslan av avtagande motstånd vilket då gör det svårare att veta när upptaget ska påbörjas. Tittar man på testperson 3 i figur 4.14 ser man även där tendenser till att man drar längre bak i Dansprinten än i vatten.

Grafen i y -led visar relativt stora rörelseskillnader mellan Dansprinten och KayakPron vilka är svåra att analysera, vad som kan sägas är dock att rörelsen är något stabilare i KayakPron på det sättet att den mindre uppgången i grafen efter isättet är betydande mindre än den i Dansprinten.

Ser man till grafen i z -led ser man att kurvan för KayakPro är aningen förskjuten uppåt vilket kan tyda på att testperson 4 håller paddelskaftet lite högre i KayakPro

än i Dansprint.

I figur 4.23 som visar paddling på samma nivå, men med olika paddelskaftslängder. I KayakPron (där skaftet är justerbart) finns en tydlig trend där testperson 4 paddlar med högre frekvens och högre hastighet på armen med ett kortare paddelskaft. Avståndet mellan kanotistens händer kan anses vara samma i båda fall, så en längre paddel resulterar i en längre hävarm. Resultatet ser därför helt rimligt ut och stämmer med testpersonens egen känsla. Inga övriga skillnader har iakttagits.

6.3.3 Analys av resultat från jämförelsen mellan testpersoner

I figur 4.25 för hastigheten i höger underarm för samtliga testpersoner vid nivå 3 syns tydliga skillnader i den hastighet respektive testperson uppnår. Det är tydligt att mer erfarenhet och rutin ger en högre hastighet, vilket är väldigt väntat, men också att den högre hastigheten med största sannolikhet bidrar till ett skarpare ”ryck” i rörelsen.

En observation som är viktig att poängtera och kan påverka utfallet är att den Dansprint kajakergometer som användes under datainsamlingen med testperson 3 inte är samma Dansprint kajakergometer som användes vid resterande tester. Den kajakergometer som användes vid testtillfälle 3 var mer välanvänd och var märkbart mer sliten, vilket kan vara en bidragande faktor till att det så kallade ”rycket” förstärks. Resultatet visar att det uppstår ett jämförelsevis tydligare ”ryck” för testperson 3 jämfört med resterande testpersoner, främst gentemot testperson 1 och testperson 2. Hurvida det beror på att en mer välanvänd Dansprint användes under testerna eller på utförandet av testperson 3 är inte klarlagt och det ska poängteras att det inte är undersökt hurvida slitage på kajakergometern har en påverkan på hur mycket ”ryck” som uppstår i rörelsen.

Testperson 1 har inget märkbart ”ryck” i sin rörelse vilket förmodligen beror på både den lägre hastighet som testpersonen uppnår samt att det är första gången testpersonen använder en kajakergometer och således anpassar antagligen sin paddelteknik efter maskinen.

6.3.4 Analys av resultat från tungstarten

Resultatet i figur 4.26 över den så kallade tungstarten visar stora skillnader i hastighet i höger underarm mellan testperson 1 och testperson 4, vilket anses vara ett väldigt väntat resultat. Noterbara skillnader förutom den markanta skillnaden i hastighet mellan testpersonerna är att testperson 4 mycket snabbare kommer upp i hastighet, vilket även det anser vara väldigt väntat resultat.

6.4 Konceptgenerering och konceptval

Under mätningar och intervjuer observerades en hel del önskade funktioner som direkt fördes in i kravspecifikationen och från förstudien och intervjuerna kom det fram nya önskade funktioner som också fördes in. Kravspecifikationen arbetades igenom med hjälp av fler intervjuer och gav därmed en väldigt bra grund att bygga konceptgenereringen på.

Konceptgenereringen genomfördes med enbart kandidatgruppens medlemmar fysiskt närvarande, som alla saknar erfarenhet av kajakpaddling. Detta var förmodligen både en fördel och en nackdel. Fördelen är att det blir lättare att ”tänka utanför boxen” när man kommer utifrån och inte har förutfattade meningar om vad som kommer fungera eller inte. Nackdelen är att det lätt uppstår frågor som ingen kan svara på. Tack vare gruppens nära kontakt med flera kunniga personer kunde dock konceptgenereringen genomföras med bra resultat. Eftersom gruppen behövde hjälp med utvärderingen av lösingsförslagen blev det effektivare att låta experterna hjälpa till tidigt i processen och förkasta en del av dellösningarna. Detta sparade både experternas och gruppens tid.

När alla dellösningar var färdigutvärderade blev det tydligt att man utifrån dem kunde skapa tre specifika helhetskoncept. Dessa tre koncept är än så länge bara idéer på ritbordet och behöver mer arbete och validering för att kunna testas och realiseras.

6.4.1 Idegenerering

Idegenereringen har varit en fortlöpande process, så flera av idéerna presenterade i resultatet kan mycket väl komma helt eller delvis från personer utanför arbetsgruppen. Gruppen hade som önskan att ha med en eller flera kanotister vid det kreativa mötet, själva idegenereringssessionen för att öppna upp det kreativa sinnet hos personer med erfarenhet av paddling. Vid intervjuerna tillfrågades alla om de hade egna idéer om hur man skulle kunna utveckla kajakergometern, men vid en intervju på runt en timme kan det vara svårt att komma fram till och formulera en idé, så det flesta förslag gällde enkla saker som låg nära till hands, som till exempel förändringar på fotstöd och sits. Att ha med kanotister vid den kreativa sessionen, eller en workshop tror gruppen hade kunnat ge ytterligare idéer och vinklar som gruppen själva inte har. Detta lyckades tyvärr inte, men med hjälpen från de sakkunniga tror dock gruppen att de idéer som inte sorterades bort är bra och kan tillföra mycket för en uppdaterad kajakergometer.

6.4.2 Koncept förbättrad traditionell

Detta koncept är det som är lättast att känna igen sig i då det liknar de befintliga maskinerna på marknaden, men med förbättringsförslag på de flesta funktionerna. Flera av de aktiva kanotisterna i gruppen har pratat med om inte själva möjligheten att ha en kajakergometer hemma, trots att de gärna hade haft det. Detta på grund

av maskinens storlek och otymplighet. Så ett koncept som medger möjlighet att lätt flytta och förvara maskinen är nästan nödvändigt. Att ha ett bättre gränssnitt och möjlighet att ansluta smarta enheter är också nödvändigt, då det efterfrågades av många i enkäten och finns på flera av de befintliga maskinerna.

Resten av förändringarna gentemot Dansprint syftar framför allt till att göra isättet mjukare och drivfasen mer lik den på vatten, vilket är Dansprints största svagheter.

6.4.3 Koncept programmerbar

Om framtidens kajakergometrar ska fortsätta ha linor, så är det som ”koncept programmerbar” de förhoppningsvis kommer att se ut. Möjligheterna med ett programmerbart motstånd kan verkligen revolutionera kajakergometern och läggs det ner tillräckligt med jobb på styrningen kommer känslan i drivfasen kunna bli mycket lik den i vattnet. Detta arbete har haft målgrupp elit, men tittar man lite bredare kommer möjligheten att ställa om motståndet från i stort sett noll, var en stor hjälp för ungdomar och andra personer som inte har elitkanotistens fysik.

6.4.4 Koncept utan linor

Detta konceptet är det där det verkligen har försökts att tänka utanför de traditionella ramarna. Möjligheten att skapa en kajakergometer helt utan linor är något gruppen har försökt att lägga mycket fokus på, då det är just linorna som skapar många av problemen med de befintliga maskinerna. Vid intervjuerna möttes idén att ta bort linorna med mycket skepsis, men de flesta har efter lite eftertanke ändå bedömt idén som både möjlig och spännande. Konceptet har dock många delar som behöver undersökas och testas ordentligt, men om grundidén fungerar kan det skapas en helt ny slags kajakergometer som i mycket kommer likna verklig paddling. Kanotisten kommer kunna lägga tryck på paddeln i flera riktningar, isättet kommer bli mjukare, lufthanden kan vila och paddeln kommer likt paddling på vatten att automatiskt gå upp när vinkeln mot underlaget blir för stor. Möjligheten att fuska eller paddla med dålig teknik kommer också att minska.

7

Slutsats

I det här avsnittet presenteras de viktigaste slutsatserna för arbetet vilket är förknippat med projektets övergripande syfte.

7.1 Rörelsen

En del av projektets syfte var att undersöka och analysera hur paddelrörelsen ser ut i kajakergometer, jämfört med rörelsen vid paddling i vatten.

Vid både förstudie och intervjuer framkom det att känslan vid paddling i kajakergometer skiljer sig mycket från känslan vid paddling på vatten. De främsta skillnaderna är:

- I kajakergometer har kanotisten ett konstant drag i paddeln från linorna.
- Vid isättet känner man i kajakergometern ett ryck.
- Vid paddling på vatten är motståndet dynamiskt och minskar inför upptaget när vinkeln på paddeln ändras. I maskinen är motståndet istället linjärt och minskar inte inför upptaget.
- Vid paddling i kajakergometer tas inget hänsyn till balansmomentet som finns på vatten.

Vid mätningarna har det konstaterats att rycket som upplevs vid isättet i allra högsta grad är närvarande och att det konstanta draget från linorna förändrar rörelsen till att i maskinen bli längre. Skillnader har också observerats i hur djupt armen sätts ner och armens bana i sidled. Ingen skillnad uppmättes dock i hur mycket överkroppen gungar.

En jämförelse mellan två kajakergometrar, Dansprint och KayakPro, genomfördes. Både den subjektiva bedömningen från testperson 4 och resultaten från mätningarna visar att KayakPro ger ett mjukare isätt med mindre ryck. Mätningarna visar också att testperson 4 övergår från drivfas till upptag tidigare i KayakPro än i Dansprint, vilket indikerar på ett bättre driv i KayakPro som är mer likt det i vatten. De fysiska skillnaderna som har identifierats mellan KayakPro och Dansprint är hur de elastiska linorna har dragits och vid vilken höjd linorna kommer från svänghjulet.

7.2 Skador

Vid både förstudien och intervjuerna framkom det att många får problem på grund av det konstanta draget från linorna. De värsta problemen handlar om rena skador, framförallt i axlarna. Även personer som inte har problem med skador uppger att det är försiktiga med hur långa pass de kör på grund av skaderisken.

Vid utveckling av nya kajakergometrar borde största prioritet ligga på att minska skaderisken.

7.3 Förbättringar

De andra delen av projektets syfte gällde att ta fram förslag för hur kajakergometern i allmänhet skulle kunna bli bättre och hur känslan i maskinen skulle kunna bli mer lik känslan vid paddling på vatten.

Eftersom skaderisken och slitaget på kroppen är kajakergometerns största brist har mycket fokus lagts på att komma till rätta med det. Slutsatsen har dragits att skador uppkommer på grund av det konstanta lindraget, samt på grund av rycket som uppstår i isättet. Båda problemen uppstår på grund av linorna. Gruppen har tagit fram ett koncept där kraftöverföringen inte sker via linor, redovisas i kapitel 5.3. Konceptet är dock bara på idéstadiet. Gruppen har också tagit fram ett koncept med linor, men med en rad förbättringar som anses realiserbara. Konceptet redovisas i kapitel 5.3, men en kort sammanfattning över dellösningarna följer nedan:

- **Isättet (Rycket):** Eftersom isättet känns annorlunda på grund av det ryck som uppstår och att rycket uppstår senare än motståndet i vattnet borde detta lösas genom att fixa rycket vilket gruppen lägger fram lösningar på här: Glidplatta - 5.1.1, Rullband - 5.1.2, Släde - 5.1.2, Annan lindragning - 5.1.2, Variabel vikt på svänghjul - 5.1.3
- **Linspänningen:** Eftersom linspänningen är en stor bidragande faktor till slitaget på kroppen och skaderisken så borde detta lösas genom att minimera linspänningen vilket gruppen lägger fram lösningar på här: Minska linspänning - 5.1.7, Lätt att justera - 5.1.7, Ge information om linspänning - 5.1.7

Alla förslag som tagits fram för att minska skaderisken kommer också förhoppningsvis bidra till att göra rörelsen mer lik den i vatten. Detta ter sig ganska naturligt då paddling på vatten inte ger upphov till skador i samma grad, så en mer vattenlik rörelse blir också mindre skadekrävande. Andra bestydelsefulla förslag som framkommit för att göra rörelsen mer lik de på vatten är:

- **Upptaget:** Då upptaget blir annorlunda på grund av att det inte blir ett naturligt upptag tack vare vattnets lyftkraft samt att rörelsen inte bromsas om kanotisten driver längre bak i kajakergometer konstaterar gruppen att denna

lösningen teoretiskt skulle lösa problemet: Sensorer - 5.1.6

- **Djupet i drivet:** Hur djupt kanotisterna för sin högra arm påverkas troligen av att kanotisterna inte vet exakt var vattenytan är då de paddlar i kajakergometer, därför presenterar gruppen följande lösning: Sensorer - 5.1.6

8

Rekommendationer

Att analysera paddelrörelsen och kajakergometern är ett omfattande och intressant arbete. Under detta arbete har en bra grundförståelse skapats och det finns flera potentiella riktningar att gå i för framtida arbeten. Gruppen tycker därför det är relevant med rekommendationer och frågeställningar till kommande arbeten som liknar detta samt kommande arbeten som ev. bygger vidare på detta. Gruppen vill även delge viss erfarenhet som insamlats genom projektet från samtliga otroligt samarbetsvilliga parter till klubbar ute i landet som bedriver verksamhet inom kajakergometerpaddling.

8.1 Till klubbarna

Nedan listas enkla saker klubbarna kan göra för att förbättra paddlingsupplevelsen i kajakergometer för sina aktiva:

- Serva maskinerna regelbundet.
- Fila kanten där linorna går in (Dansprint) för att minska slitage av linan och på så sätt spara pengar i längden.
- Skaffa ett ställbart paddelskaft för att optimera känslan för olika kanotister.
- Borra fler hål och sätt vingskruvar på sitsen, så att den enkelt kan ställas in efter behag (Dansprint).
- Gör ett gemensamt dokument för klubbar i ett stort område med en lista över förändringar man vill se på sin nuvarande kajakergometer, samt problem med den, och skicka till det företag som tillverkar den.
- Använd originaldelar till kajakergometern alternativt delar som är allmänt accepterade som bra.
- Vid köp av ny kajakergometer, utvärdera flera märken och modeller för att på så sätt hitta den som passar era behov bäst.

8.2 Till kommande arbeten

Förslag på områden att göra arbeten runt som gruppen tror kommer öka förståelsen för kajakergometerpaddling eller förbättra den:

- Utföra ytterligare tester med flera olika märken av kajakergometerar samt på vatten för vidare analys av rörelsen och skillnader mellan maskinerna och maskin/vattenpaddling
 - Se ifall det skiljer sig på lindragningen mellan olika kajakergometrar och ifall det är skillnad på linornas vinkel.
 - Använd pulsband för att säkerhetsställa att kanotisten paddlar med samma belastningsgrad
- Undersök hur olika svänghjul påverkar känslan.
- Utveckla en kajakergometer med styrbart motstånd.
- Utveckla en ny kajakergometer med avseende att minska skaderisken.
 - Neutralisera den överspänning som linorna bidrar med.
 - Minska ryckigheten och rycket vid isättet.
 - Få bort linorna från kajakergometrarna.
- Gå vidare med något av de tre koncept som har presenterats.

Rekomendationer om Xsens MVN ska användas:

- Utforma testerna på sådant sätt att så lite bearbetning i externa program från Xsens (eller annat mätprogram) som möjligt behöver göras.
- Dela upp mätfilerna i mindre segment för att inläsningen av data i externa program inte ska ta för lång tid.

Referenser

- [1] Dansprint. (2018). Dansprint, URL: <http://www.dansprint.com/HOME.html> (hämtad 2018-05-07).
- [2] S. Kanotförbundet. (2018). Svenska Kanotförbundet, URL: <http://www.kanot.com/> (hämtad 2018-05-14).
- [3] Stroke2max. (2006). Stroke2max, URL: <http://stroke2max.com/> (hämtad 2018-05-07).
- [4] Rasmussen. (2018). Rasmussen, URL: <https://www.sports-reference.com/olympics/athletes/ra/einar-rasmussen-1.html> (hämtad 2018-05-11).
- [5] K. Trainer. (2018). K1 Trainer, URL: <https://www.k1trainer.com/aboutus> (hämtad 2018-05-07).
- [6] KayakPro. (2018). KayakPro, URL: <http://www.kayakpro.com/kpc/> (hämtad 2018-05-07).
- [7] N. H.R.H.o.B. A. Rosén J Johansson D, *Forskningsbaserat utvecklingsarbete för prestationsutveckling inom sprint parakanot*, <http://www.svenskidrott.se/globalassets/svenskidrott/dokument/undersidor/elitidrott/elitidrottskonferens-2017/prestationsanalys/johansson-nilsson-rosdahl-bjerkefors-sprint-och-parakanot-.pdf?w=900&h=900>, 2018. (hämtad 2018-05-07).
- [8] F. D.o.M. N. Flemming N Donne B, *A biomechanical assessment of ergometer task specificity in elite flatwater kayakers*, <https://www.jssm.org/volume11/iss1/cap/jssm-11-16.pdf>, 2012. (hämtad 2018-05-07).
- [9] D. B.o.F. D. Flemming N, *Effect of kayak ergometer elastic tension on upper limb EMG activity and 3D kinematics*, <https://www.jssm.org/vol11/n3/10/v11n3-10pdf.pdf>, 2012. (hämtad 2018-05-07).
- [10] C. D.o.T. O. Gullstrand L Lindberg T, *Validation of a kayak ergometer power output*, http://gih.diva-portal.org/smash/record.jsf?aq2=%5B%5B%5D%5D&af=%5B%5D&searchType=SIMPLE&sortOrder2=title_sort_asc&language=sv&pid=diva2%3A897928&aq=%5B%5B%5D%5D&sf=all&aqe=%5B%5D&sortOrder=author_sort_asc&onlyFullText=false&noOfRows=50&dspwid=8781&dswid=-4151, 2013. (hämtad 2018-05-07).
- [11] M. d.H.L.B.S.C.o.N. O. Luís Carrasco P Inmaculada C Martínez D, *Reliability and validity of a discontinuous graded exercise test on Dansprint® ergometer*, <https://search.proquest.com/docview/1190663173/fulltext/C67BDD1C2C974889PQ/1?accountid=10041>, 2009. (hämtad 2018-05-07).
- [12] N. M.o.H. F. Klitgaard KK Andersen CH, *A kinematic comparison of on-water and on-ergometer kayaking using Xsens MVN link*.
- [13] Xsens. (2018). Xsens, URL: <https://www.xsens.com/> (hämtad 2018-05-07).

- [14] Matlab. (2018). Matlab, URL: <https://se.mathworks.com> (hämtad 2018-05-11).
- [15] C. Kayak. (2017). Marcus Cooper Walz Technique, Youtube, URL: <https://www.youtube.com/watch?v=7NUJLQQuLpU>.
- [16] M. House. (2016). Sprint Kayak Stroke Analysis, Youtube, URL: <https://www.youtube.com/watch?v=e8mKZ0fJS1Y>.

Bilagor

A Enkätundersökning formulär

Utveckling av paddelmaskin

I ett kandidatarbete på Chalmers tekniska högskola arbetas det med att analysera paddelrörelsen. Både i kajak och i paddelmaskin. Förhoppningen är att detta ska resultera i bättre förståelse för skillnaderna i rörelsen, samt generera i förslag för förbättring av paddelmaskiner.

1. Namn

2. Vilken maskin använder du mest?

3. Vilka andra maskiner har du testat? Vilken av dem tyckte du var bäst? Varför?

4. Hur många timmar i veckan uppskattar du att du använder paddelmaskinen (Under vinterträningen)

Markera endast en oval.

- ☐ Mindre än 2 timmar per vecka
☐ 2-4 timmar per vecka
☐ Mer än 4 timmar per vecka

5. Vilka upplever du som de största skillnaderna mellan maskinpaddling och kajakpaddling?

6. Exempel på problem med paddelmaskiner. Rangordna dem efter dina erfarenheter

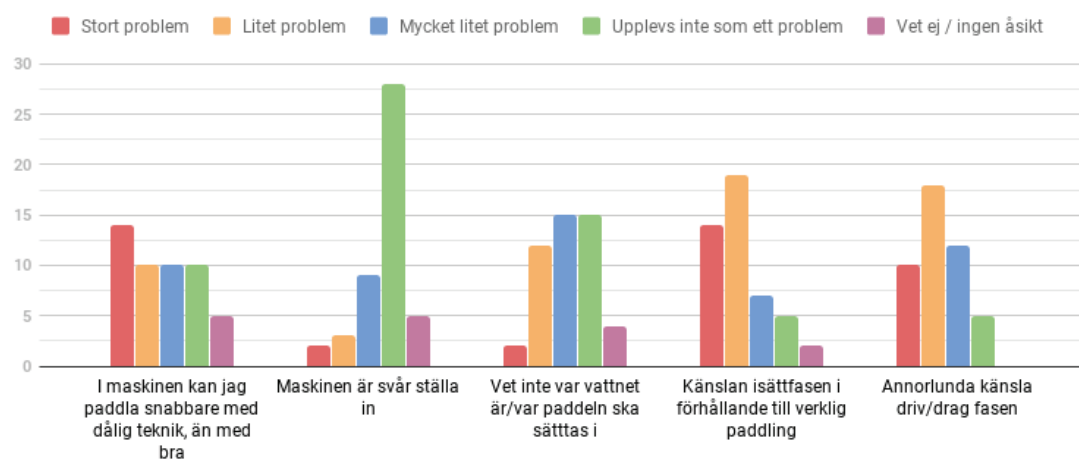
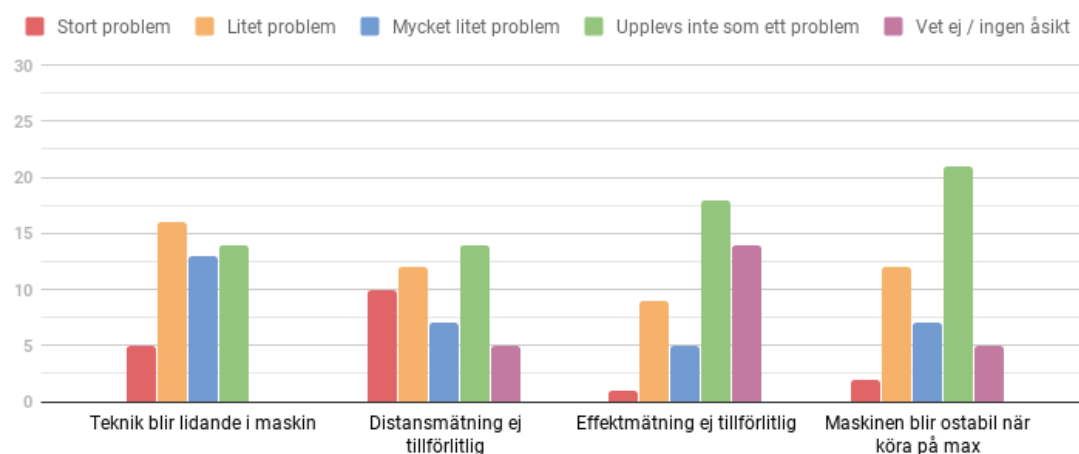
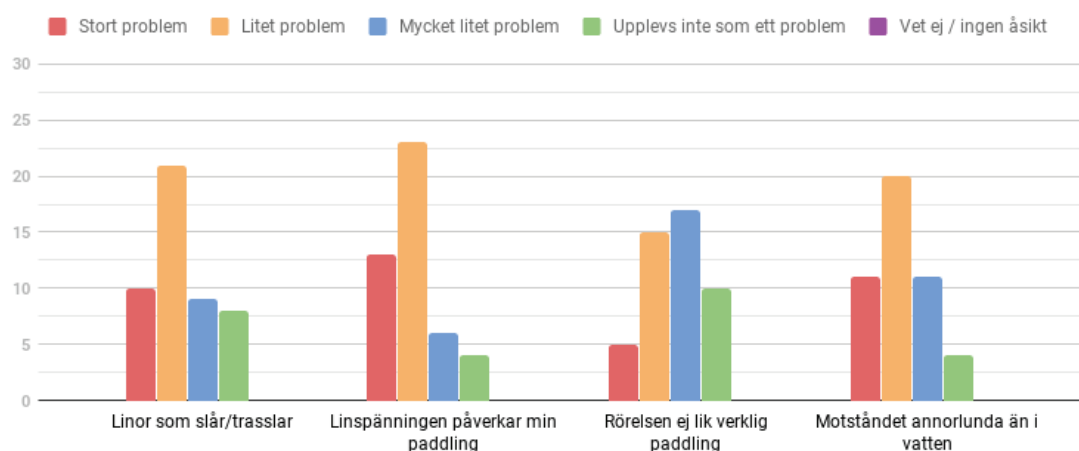
Markera endast en oval per rad.

	Stort problem	Litet problem	Mycket litet problem	Upplevs inte som ett problem	Vet ej/ingen åsikt
Linor som slår/trasslar	☐	☐	☐	☐	☐
Linspänningen påverkar min paddling	☐	☐	☐	☐	☐
Rörelsen är ej lik verklig paddling	☐	☐	☐	☐	☐
Motståndet är annorlunda än i vattnet	☐	☐	☐	☐	☐
Min teknik blir lidande i maskinen	☐	☐	☐	☐	☐
Distansmätningen är ej tillförlitlig	☐	☐	☐	☐	☐
Effektmätningen är ej tillförlitlig	☐	☐	☐	☐	☐
Maskinen blir ostabil när jag kör på max	☐	☐	☐	☐	☐
I maskien kan jag paddla snabbare med dålig teknik, än med bra	☐	☐	☐	☐	☐
Maskinen är svår att ställa in	☐	☐	☐	☐	☐
Jag vet inte var vattnet är/var paddeln ska sättas i	☐	☐	☐	☐	☐
Känslan i isättsfasen i förhållande till verklig paddling	☐	☐	☐	☐	☐
Annorlunda känsla under drag/driv fasen	☐	☐	☐	☐	☐

7. Upplever du några andra problem med paddelmaskiner?

8. Har du ytterligare åsikter, eller saker man borde tänka på vid utveckling av en paddelmaskin?

B Enkätundersökning resultat



C Patent

- Cargill Roger. (1992). Patent No. WO9200780 (A1). Wien, Federal Ministry of Constitutional Affairs, Reforms, Deregulation and Justice.
- Hamel Arno. (2013). Patent No. DE102011121539 (A1). Federal Ministry of Justice.
- Leischner Hearing Stefan (2007). Patent No. DE202007001814 (U1). Federal Ministry of Justice.
- Englehart Susan L Englehart Richard J (1997). Patent No. US5624357 (A). Alexandria, VA: U.S. Patent and trademark office.

D Kravspecifikation

Kravspecifikation					
	Kriterier	Målvärde för valt koncept	Krav / Önskemål	Rangordning	Testmetod
1	Huvudfunktion				
1.1	Träna paddling		K		
2	Underfunktioner				
2.1	Bromsa rörelsen/ lägga på motstånd		K		
2.2	Medge paddelrörelse		K		
2.3	Efterlikna balansen i vattnet		K		
2.4	Ge feedback		K		
2.5	Förebygga skador		K		
3	Nuvarande funktioner				
3.1	Visning och lagring av måtvärden		K		
3.2	Justering av bromskraft		K		
3.3	Medge justering av fotstöd i längdsled		K		
3.4	Justering av linspänning		K		
3.5	Flyttningsbar		K		
3.6	Efterlikna sittande position i kajak		K		
3.7	Efterlikna paddeln		K		
3.8	Hålla linorna på plats		K		
4	Önskade funktioner				
4.1	Linspänning			1	Mätning
4.2	Slånga linor			3	Kundundersökning
4.3	Slitage av linor			6	Kundundersökning
4.4	Icejämna rörelse (Ryckig)			2	Rörelsedräkten
4.5	Otillitlig mätdata			8	Kundundersökning
4.6	Slitage av axlar			1	Kundundersökning
4.7	Skevt förhållande mellan vikt och motstånd			9	Kundundersökning
4.8	Svårt att veta var vattennivån är			7	Kundundersökning
4.9	Maskinen belönar inte bra teknik			4	Kundundersökning
4.10	Dålig teknik pga för lång paddel			11	Kundundersökning
4.11	Svårt att rengöra fläkten från bl.a. damm			10	Kundundersökning
4.12	Skevt förhållande mellan motstånd i vatten och maskin			5	Kundundersökning
5	Önskade funktioner				
5.1	Medge rörelse i rotations- och sidled		Ö	6	Kundundersökning
5.2.1	Medge ett tekniskt bra isätt		Ö	1	Kundundersökning
5.2.2	Medge en tekniskt bra drivfas		Ö	1	Kundundersökning
5.2.3	Medge ett tekniskt bra upptag		Ö	4	Kundundersökning
5.2.4	Medge ett tekniskt bra återförande		Ö	3	Kundundersökning
5.3	Justerbar vinkel mellan fotstöd och sits		Ö	2	Mätning
5.4	Justerbar paddel (framförallt längd)		Ö	7	Mätning
5.5	Pålitliga måtvärden		Ö	8	Kundundersökning
5.6	Alternativa sätt att bromsa rörelsen		Ö	8	Kundundersökning
5.7	Överfartsträningsläge		Ö	9	Kundundersökning
5.8	Lätt att läsa av datan samt logga den i annan enhet		Ö	6	Test
5.9	Vikten får mindre betydelse för måtvärdena		Ö	8	Mätning
5.10	Maskinen belönar bra teknik		Ö	5	Kundundersökning
6	Vikt				
6.1	Inte öka befintlig vikt	< 50 kg	K		Vägning
6.2	Inte öka befintlig vikt	< 10 kg	Ö		Vägning
7	Livslängd				
7.1	Förändringar ska inte sänka nuvarande livslängd	< 1 år	K		-
8	Kostnader				
8.1	Maxkostnad prototypplabbet	< 2000 kr	K		Bokföring
9	Säkerhet				
9.1	Inte försämra kajakergonomterens stabilitet	Förflytta sig vid paddling	K		Balanstest
9.2	Inga vassa kanter på komponenten	Avrundade kanter	K		Visitering
9.3	Inte öka ljudnivån	< Befintlig ljudnivå	Ö		Ljudtest
10	Dokumentation				
10.1	Instruktioner till nya komponenter	Svenska instruktioner	K		Kontroll
10.2	Instruktioner till nya komponenter	Engelska instruktioner	Ö		Kontroll
10.3	CAD-modell	Välkänt format	Ö		Kontroll
11	Transport				
11.1	Flyttningsbar	Två vuxna personer	K		Kontroll
11.2	Flyttningsbar	En vuxen person	Ö		Kontroll
11.3	Ihoppackningsbar	En vuxen person	Ö		Kontroll
12	Storlek				
12.1	Förändring bredd	< 1 m	K		Mätning
12.2	Förändring bredd	< 0,5 m	Ö		Mätning
12.3	Förändring längd	< 0,5 m	K		Mätning
12.4	Längd	Oförändrad	Ö		Mätning
13	Hållbarhet				
13.1	Hållbara material	Återvinningsbara	K		Kontroll
13.2	Komponenter	Företag som främjar social hållbarhet	Ö		Kontroll
13.3	Bidra till en hälsosammare livstil	Attraktivt träningsredskap	Ö		Kontroll
14	Ergonomi				
14.1	Minska slitage på axlarna		Ö		Kontroll
14.2	Lättåtkomligt för att göra justeringar/inställningar	Bra arbetsställning	Ö		Kontroll
15	Utseende				
15.1	Estetiskt tilltalande	Diskret utseende som passar med befintlig maskin	Ö		Kontroll