



Produkt analys/utveckling av Kitewing

Niclas Ålander

Examensarbete
Maskin- och produktionsteknik
2011

EXAMENSARBETE	
Arcada	
Utbildningsprogram:	Maskin- och produktionsteknik
Identifikationsnummer:	
Författare:	Niclas Ålander
Arbetets namn:	Produkt analys/utveckling av Kitewing
Handledare (Arcada):	Henry Ericsson.
Uppdragsgivare:	Kitewing Sports Ltd.
<p>Sammandrag:</p> <p>Arbetet är utfört för Kitewing Sports Ltd. där undertecknad har arbetat med produktionsuppgifter under en period på ca. 4 år. Avsikten var att analysera Kitewing produkten och identifiera utvecklingsmöjligheter. Produktens komponenter har analyserats. Fokus har varit på sådana komponenter som står för en betydande kostnadsandel och där det samtidigt finns potentiella möjligheter till förändringar. För valda komponenter har försök och beräkningar utförts. Grippmaterial, ytbehandlingsalternativ och materialval har utvärderats med försök. Man har även undersökt möjligheten att producera bommen i egen fabrik. Slutsatsen är att produkten redan är rätt väl optimerad. Det föreslås dock att ett starkare bommaterial (AL 6082 T6) skulle utvärderas mera ingående, för att minska på bommens vikt och eventuellt samtidigt öka på dess styrka. Det föreslås även att rakare lator för hårdare vindar testas i praktiken. Billigare material för latorna kunde också provas. Produktion av bommen i egen fabrik skulle vara möjlig utan större investeringar. Gummislang skulle vara ett bra alternativ till nuvarande gripmaterial (EVA) vid egenproduktion.</p>	
Nyckelord:	Kitewing Sports Ltd., vingsegel, lator, aluminium, glasfiber, bom
Sidantal:	41
Språk:	Svenska
Datum för godkännande:	

OPINNÄYTE	
Arcada	
Koulutusohjelma:	Kone- ja tuotantotekniikka
Tunnistenumero:	
Tekijä:	Niclas Ålander
Työn nimi:	Kitewing tuotteen analysointi/kehittäminen
Työn ohjaaja (Arcada):	Henry Ericsson
Toimeksiantaja:	Kitewing Sports Ltd.
<p>Tiivistelmä:</p> <p>Opinnäytetyö on tehty yhtiölle Kitewing Sports Ltd. Allekirjoittanut on neljän vuoden ajan ollut tuotantotehtävissä Kitewing Sportsilla. Tarkoituksena on ollut analysoida Kitewing –tuote ja tunnistaa tuotteen kehittämismahdollisuudet. Tuotteen komponentit on analysoitu. Opinnäytetyössä on keskitytty sellaisiin komponentteihin joissa on potentiaalia muutoksiin ja joiden osuus kustannuksista ovat huomattavia. Valituille komponenteille on tehty kokeita ja laskelmia. Grip materiaali, pintakäsittely vaihtoehdot ja materiaali valinnat ovat arvioitu kokeilla. On myös tutkittu mahdollisuuksia puomien tuottamiseen omassa tehtaassa. Allekirjoittanut on tullut johtopäätökseen, että tuote on melko pitkälle kehitetty. Suositellaan vahvemman puomimateriaalin (AL 6082 T6) tarkempaa tutkimista puomin painon vähentämiseksi sekä mahdollisesti sen vahvuuden parantamiseksi. Suositellaan myös suurempien lattojen kokeilemistä kovassa tulessa käytännössä. Voisi myös kokeilla halvempaa materiaalia lattoihin. Puomin tuotanto olisi ilman suurempia investointeja mahdollista omassa tehtaassa. Kumiletku olisi hyvä vaihtoehto grip materiaalille (EVA) omassa tuotannossa.</p>	
Avainsanat:	Kitewing Sports Ltd., purjesiipi, latta, alumiini, lasikuitu, puomi
Sivumäärä:	41
Kieli:	Ruotsi
Hyväksymispäivämäärä:	

DEGREE THESIS	
Arcada	
Degree Programme:	Mechanical and Production Engineering
Identification number:	
Author:	Niclas Ålander
Title:	Product Analysis/Developement of Kitewing
Supervisor (Arcada):	Henry Ericsson
Commissioned by:	Kitewing Sports Ltd.
Abstract:	
<p>The degree thesis is commissioned by Kitewing Sports Ltd, where the author has been working for 4 years within the production line. The aim has been to analyze the Kitewing product and identify the development possibilities for it. The components of the product have been analyzed. The focus has been on components that largely affect the cost of the product and also have high potential for development. Tests and calculations have been made for the chosen components. Grip material, surface treatment alternatives and chosen materials have been evaluated by testing. The possibility of production of the boom in the own factory has also been investigated. The conclusion is that the product already is quite well optimized. Nevertheless, it is still recommended that a stronger material for the boom (AL 6082 T6) could be further evaluated to reduce the weight of the boom and possibly increase its strength. It is also recommended that straighter battens for stronger winds should be tested in practice. Cheaper material for the battens could also be tested. Production of the boom could be possible in the own factory without large investments. A rubber hose is a good alternative for the current grip material (EVA) in case of in-house production.</p>	
Keywords:	Kitewing Sports Ltd., wingsail, battens, aluminium, glass fiber, boom
Number of pages:	41
Language:	Swedish
Date of acceptance:	

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

FÖRORD	6
1. INLEDNING	7
2. BAKGRUND OCH MÅLSÄTTNING	8
2.1 Användnings områden	8
2.2 Användarsynpunkter	9
3. VINGMODELLER	10
3.1 Allmänt	10
3.2 Vingmodellerna	10
3.3 Produktöversikt	13
4. VINGENS HUVUDKOMPONENTER	14
4.1 Masten	15
4.2 Bommen	16
4.3 Y-rör	16
4.4 Tvärrör	16
4.5 Antenner	16
4.6 Lattor	16
4.7 Beslag	17
4.7.1 Mastkoppling till tvär- och y-rör	17
4.7.2 Y-rörsfästen	17
4.7.3 Mastled	18
4.7.4 Ändpropp för antennerna	18
4.7.5 Skotlås	18
4.8 Seglet och påsen	18
5. UTVECKLINGSPOTENTIAL	19
5.1 Levererade reservdelar	21
5.2 Kostnadsfördelning	22
5.3 Mast	23
5.4 Bommen och y-rör	25

5.4.1	Mekaniska egenskaper	25
5.4.2	Ytbehandling	29
5.4.3	Gripp	30
5.4.4	Y-rör	32
5.5	Antenner	33
5.6	Lattor	33
5.7	Beslag	34
5.8	Seglet och påsen	34
6.	DISKUSSION OCH KONKLUSIONER	35
7.	KÄLLFÖRTÄCKNING	38

BILAGOR

Bilaga 1)	Formler som använts i beräkning av bommarna	40
Bilaga 2)	Bomtest och beräknade värden för olika rörprofiler	41

FÖRORD

Detta examensarbete har utförts år 2011 för Kitewing Sports Ltd, Esbo. Jag vill tacka bolagets VD Martin Finell och produktens upphovsman Carl-Magnus Fogelholm för hjälp med material och information. Jag vill också tacka Henry Ericsson, som varit min handledare på Arcada, för stöd och goda råd gällande arbetets utförande.

Esbo, den 5 December 2011

Niclas Ålander

1. INLEDNING

Kitewing är ett vingsegel som fått sin början på slutet av 80-talet, då Sami Tuurna designade ett vingsegel. Det var dock Carl-Magnus Fogelholm som fortsatte utvecklingen av produkten och grundade företaget Skywings, som numera heter Kitewing Sports Ltd. (Haudu ja menesty s. 4).



Figur 1. Kitewing segling i vinterförhållanden (Kitewing Sports Ltd)

I dagens läge har Kitewing Sports 6 stycken vingmodeller som exporteras till över 30 länder. Ursprungligen var vingen avsedd för vinterbruk på is. Vingseglingen har sedan dess utvecklats till en sport för alla årstider och andra flata ytor, som sandstränder och även vatten. Sporten är lätt att lära sig och möjligheterna många. Vingen lämpar sig för både nybörjare och Extremsportare som kan uppnå hastigheter över 100 km/h. Då man seglar Kitewing har man direkt kontroll över vingen, eftersom man håller i riggen med båda händerna. I vindbyar justerar man spontant vinkeln mot vinden så att kraften i vingen inte blir för stor. Vingen hjälper en också att hålla balansen.

Den främsta konkurrerande produkten kan antas vara en vanlig "kite", d.v.s. en drake som är uppe i luften och driver åkaren framåt via långa linor. Denna betydligt

vanligare sport har dock den nackdelen att den är ganska farlig. Detta konstaterar bland annat Barry Spanier, en av världens mest kända vindsurf segel designer som också har designat Kite-drakar, i en intervju i SURF & KITE: "Jag var med i Kite-businessen för ca.15 år sedan, och planerade även några drakar. Jag blev skrämmd då alltför många av mina vänner skadade sig med dem och slutade." (SURF&KITE 2006 s.13)

2. BAKGRUND OCH MÅLSÄTTNING

Jag har jobbat en längre tid för företaget Kitewing Sports Ltd. och har en god kännedom om produkten och produktionen av den. Detta är grunden till varför jag valt att göra ett examensarbete för Kitewing Sports Ltd. Kitewing är en finländsk produkt som monteras i fabriken i Olarsbäcken, Esbo.

Målsättningen för arbetet är att undersöka om det finns möjlighet att göra Kitewingen bättre och/eller billigare. Man vill också undersöka om det finns möjlighet att i högre grad använda inhemska underleverantörer eller egen produktion av komponenter. Arbetet fokuserar sig på de mest sålda vingtyperna (IV8 och Rage 55). Syftet är att fokusera på komponenter där det finns potential för utveckling och jämföra olika alternativa lösningar. Analysen kommer att basera sig på bland annat hållfasthets beräkningar och materialförsök. Kitewing är en kvalitetsprodukt vars kvalitet man inte vill kompromissa med, utan målsättningen är att hitta andra lösningar.

2.1 Användnings områden

I tabell 1 finns en lista på de olika användningsområdena för kitewing segling samt behövliga åkdon. På sådana underlag som kräver mindre drivkraft, till exempel is i kombination med skridskor eller asfalt med rullskridskor, kan man använda en mindre vinge. Däremot då man åker Kitewing bräde på vatten krävs en större vinge. De medelstora vingarna används i Finland bland annat på is med snötäcke eller fjällvidder med skidor eller snöbräde som åkdon. Då man väljer optimal vinge skall man även ta hänsyn till användarens vikt.

Tabell 1. Kitevingens användnings områden.

Åkdon	Underlag
Skidor	Snö eller is
Snöbräde	Snö eller is
Skridskor	Is
Rullskridskor	Asfalt
Kiteblades	Asfalt packad sand eller gräs
Mountain board	Asfalt packad sand eller gräs
Dirtsurfer	Asfalt packad sand eller gräs
Kitewing bräde	Vatten

2.2 Användarsynpunkter

I Finland är kitewing segling vanligast om vintern. Det beror säkert på att vattnen där man sommartid kan segla eller vindsurfa i fruset tillstånd är ett ypperligt underlag för kitewing segling. En hopfälld kitewing är ungefär av samma storlek som ett skidpaket och kan lätt transporteras i en personbil. Den kända tävlingsseglaren Silja Lehtinen nämner i sin intervju (Fitness 1-2/ 2007 s.31) om hur lätt det är att lära sig sporten även om man inte har seglings erfarenhet.

C. Sandberg konstaterar under rubriken "Sammanfattning och rekommendationer" i sitt proseminariearbete från år 2002 "Inköpsprocessen för en Skimbat" där han intervjuade ägare till Skimbat (=tidigare benämning på Kitewing) att:

"De viktigaste egenskaperna var att Skimbatten var lätt att använda, lätt att transportera och hade god kvalitet. Dessa egenskaper finns redan och bör upprätthållas. Egenskaperna bör även framhållas i marknadsföringen" (C. Sandberg s. 25).

3. VINGMODELLER

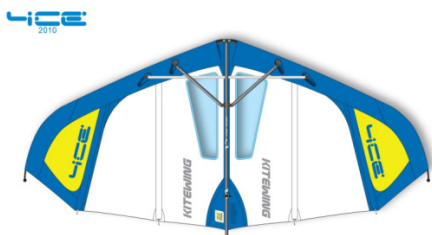
3.1 Allmänt

Härnäst presenterar jag alla de olika vingmodellerna och beskriver de väsentligaste delarna i ett vingsegel. Detta kommer att underlätta läsarens uppfattning av produkten. Till stor del använder man sig av samma komponenter i de olika vingmodellerna. Kitewing har 6 stycken vingmodeller. Nedan finns en lista över de olika vingarna samt deras egenskaper.

3.2 Vingmodellerna

4CE "Force"

4CE, även kallad "Force", som är 4,0 m² är Kitewings minsta vinge. Vingen lämpar sig bra för nybörjare och juniorer. Vingen är även idealisk för vana Kitewing åkare som gillar att åka i hårda vindar.



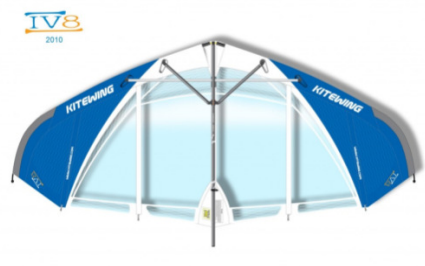
Figur 2. Vingseglet 4CE "Force", (Kitewing Sports Ltd)

IV8 Dacron & IV8 Monofilm

De 4,8 m² IV8 vingarna skiljer sig enbart i fråga om seglets material. IV8 Dacron är något hållbarare medan IV8 Monofilm har en genomskinlig duk. Det smidigare Dacronseglet kan packas genom att rulla det runt den hopfällda riggen, medan det styvare monofilmseglet, bör tas bort från riggen innan det rullas ihop, för att inte ta skada.



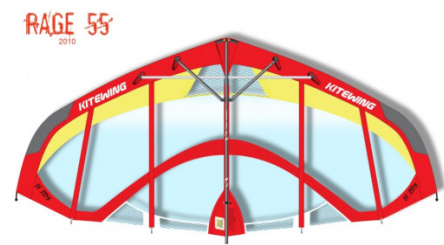
Figur 3. Vingseglet IV8 Dacron, (Kitewing Sports Ltd)



Figur 4. vingseglet IV8 Monofilm, (Kitewing Sports Ltd)

Rage 55 & Rage 55+

Rage vingen är 5,5 m² och lämpar sig för något svagare vindar. Rage 55+ har maströr gjorda av 30 % kolfiber och kommer med ett glasfiber förstärkt tvärrör.



Figur 5. Vingseglet Rage 55, (Kitewing Sports Ltd)

Wave Warrior (WW75)

Wave Warrior är 7,5 m² och är den första vingen utvecklad för vattenbruk. Vattenvingen är till skillnad från de övriga vingarna utrustad med ett justerbart tvärrör och tre stycken flöten. Lattorna är raka kolfiberförstärkta glasfiberrör och är till antalet 7 stycken.



Figur 6. Vingseglet Wave Warrior (Kitewing Sports Ltd)

3.3 Produktöversikt

En översikt över kitevingarna visas i tabell 2.

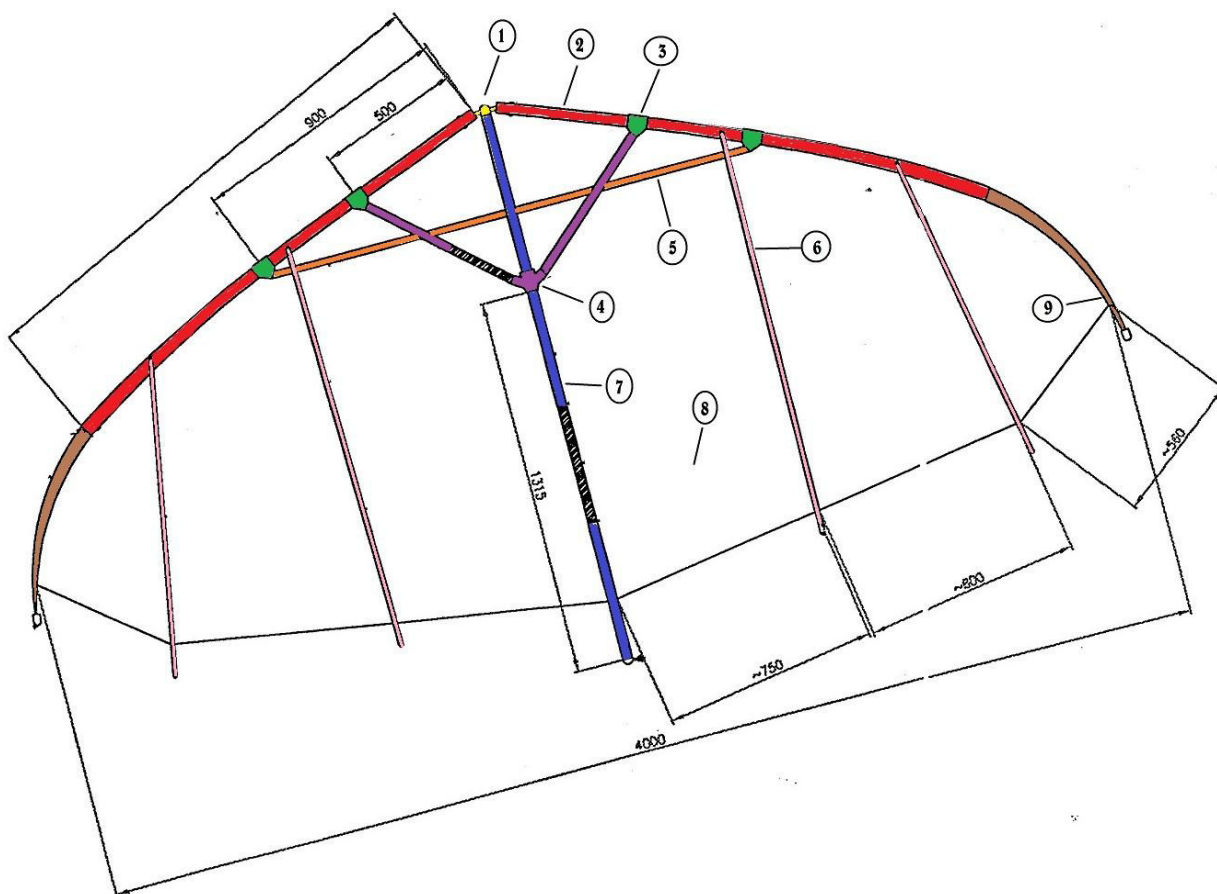
Tabell 2. Produktöversikt, (Kitewing Sports)

Modell	4CE	IV8 & IV8 dacron	Rage 55	Rage 55+	Wave Warrior
Storlek	4,0 m ²	4,8 m ²	5,5 m ²	5,5 m ²	7,5 m ²
Duk	Dacron	Monofilm eller Dacron	Monofilm	Monofilm	Wingtex
Vingbredd	3,3 m	3,9 m	4,0 m	4,0 m	4,76 m
Vikt	6,0 kg	6,5 kg	6,8 kg	7,0 kg	8,5 kg
Transport längd	175 cm	195 cm	195 cm	195 cm	228 cm
Maströr	Exel glasfiberrör	Exel glasfiberrör	Exel glasfiberrör	Exel kolfiber kompositrör	Exel kolfiber kompositrör
Bom	EVA grip AL 6063 rör	EVA grip AL 6063 rör	EVA grip AL 6063 rör	EVA grip AL 6063 rör	EVA grip AL 6063 rör med förlängningar
Tvärrör	AL 6063 rör	AL 6063 rör	AL 6063 rör	AL 6063 rör med glasfiber förstärkning	AL 6074 rör
Lattor	5 st. AL7075 T6	5 st. AL7075 T6	5 st. AL7075 T6	5 st. AL7075 T6	7 st. kol/glasfiber.
Antenner	2 st. Glasfiber	2 st. Glasfiber	2 st. Glasfiber	2 st. Glasfiber	2 st. Glasfiber

4. VINGENS HUVUDKOMponenter

Kitevingen består av följande huvudkomponenter:

1. Mast led (gul)
2. Mastpar / maströr (röd)
3. Fläns och gaffel (grön)
4. Y-stycket (lila)
5. Tvärrör (orange)
6. Lattor (ljusröd)
7. Bom (blå)
8. Segel (vit)
9. Antenn (brun)



Figur 7. Ritning över ett vingsegel, (Kitewing Sports Ltd)

Ett fotografi av kitevingens huvudkomponenter visas i figur 8.



Figur 8. Kitevingens huvudkomponenter från vänster; påse, segel, rigg (bom med master), tvärrör, antenner, lattor (spryglar). (foto, N. Ålander)

4.1 Masten

En kitevinge har två stycken maströr som är ihopkopplade med en mastled. Masternas uppgift i vingen är att spänna ut seglets framkant tillsammans med antennerna som är infästa i masternas ändor. De mest sålda vingtyperna har master av jämntjocka glasfiberrör med ytterdiametern 30 mm och längden 1800 mm.

4.2 Bommen

Kitevingens bom består av ett bockat aluminiumrör. Det är själva bommen och till den kopplade y-rören man håller i då man seglar kitevinge. Ett bra grepp är således av stor betydelse. Grippytan är av betydelse liksom diametern på röret, vilken inte får vara alltför stor med tanke på att greppet skall vara ergonomiskt. Bommen utsätts för rätt stora böjmoment och bör därför ha tillräcklig hållfasthet och styvhet.



Figur 9. Bom med Y-rör. (foto, N. Ålander)

4.3 Y-rör

Varje vinge är försedd med två stycken y-rör som förbinder bommen med masterna. De bildar på så vis handtag för den främre handen då man seglar. Tack vare det här greppet har man kontroll över vingens lutning så att vingspetsen inte tar i underlaget. Även y-rören skall, liksom bommen, ha en bra greppyta.

4.4 Tvärrör

Tvärröret spänner ut masterna. Det utsätts i princip endast för tryckkrafter.

4.5 Antenner

Varje vinge har två stycken så kallade antenner i ändan av masterna som spänner ut den yttre ändan av seglets framkant till en bågform. Antennerna bör vara elastiska och kraftiga. De tillverkas av glasfiberlaminat.

4.6 Lattor

Varje vinge är försedd med fem stycken styva lattor (spryglar), tre långa och två korta. Lattorna är böjda i framändan och de korta lattorna har även en liten böjning i bakändan så att de bildar en S-form. Lattorna är avgörande för vingprofilens form.

4.7 Beslag

Riggens delar kopplas ihop med speciella beslag av vilka de viktigaste beskrivs nedan.

4.7.1 Mastkoppling till tvär- och y-rör

Kopplingen mellan mast samt tvärrör och y-rör görs med hjälp av en fläns (standard beslag, Exel Oy) kring masten och en gaffelpropp som sticks in i rörändorna. I gaffeln monteras en fjädrad tapp som håller y-röret på plats. Dessa är sammankopplade med bultar. Det finns alltså fyra sådana kopplingar, två per mast, en för tvärröret och en för y-röret.



Figur 10. Koppling mellan mast och tvärrör samt mast och y-rör (foto, N. Ålander)

4.7.2 Y-rörsfästen

Y-rörens infästning i bommen görs med ett specialbeslag som har en vridbar led, se figur 11. Ledens funktion är att förenkla ihoppackandet av vingen.



Figur 11. Beslaget mellan bom och Y-rör i hoppackat läge. (foto, N. Ålander)

4.7.3 Mastled

Mastleden förbinder masterna och bommens framända med varandra. Beslaget består av tre stycken proppar med lämpliga hål. Själva förbandet utgörs av en lina och en styv slangstump som skyddar linan från slitage, se figur 12.



Figur 12, Mastleden som förbinder masterna med bommen. (foto, N. Ålander)

4.7.4 Ändpropp för antennerna

Ändproppen monteras i masternas bakre ändor. De har en urborrning för antennernas infästning.

4.7.5 Skotlås

Skotlåset är ett standardbeslag som sitter i bommens bakända. Beslagets funktion är att fästa skotet som spänner ut seglet.

4.8 Seglet och påsen

Kitewing seglet påminner till sin konstruktion och material om ett vindsurfsegel. De huvudsakliga materialen är dacron och monofilm. Dacron är slitstarkt medan monofilm ger god sikt genom seglet.

Påsen påminner om en skidpåse med dragked längs hela övre kanten. Påsen är försedd med bärremmar.

5. UTVECKLINGSPOTENTIAL

Vid utveckling av produkten ifråga kan man ha två huvudsakliga utgångspunkter. Det ena är att göra vingen bättre det vill säga att göra den mera attraktiv på marknaden. Sådana åtgärder kunde vara bland annat:

- Kosmetiska förändringar
- Lättare produkt
- Bekvämare användning
- Förbättrad aerodynamik

I tabellen nedan har jag utvärderat påverkningsmöjligheterna, betydelsen och kostnadsinverkan för ovan nämnda egenskaper på en skala från 1-5. Produkten av dessa poäng ger ett tal som någorlunda borde avspegla de produktens egenskaper som det är värt att satsa på.

Tabell 3. Prioritering av attraktivitetsfaktorer.

Segment	5=stor 1=liten	5=stor 1=liten	5=liten 1=stor	Produkt poäng	Kommentar
	Påverknings- möjlighet	Betydelse	Kostnads inverkan		
Utseende	4	3	5	60	Smaksak
Vikt	3	3	2	18	Betyder dyrare material
Bekväm användning	2	3	4	24	Grip
Aerodynamik	4	3	5	60	Lattor för olika vindstyrkor

Tabellen ovan ger en indikation om att förbättrat utseende och förbättrad aerodynamik kunde vara värt att satsa på.

Utseendet domineras i detta fall av seglets färgsättning. Om man jämför med andra sportartiklar, t.ex. vindsurfsegel, kan man se att produkter med ganska oförändrade egenskaper får nytt utseende med ganska korta tidsintervaller. Kitewing Sports följer också med dessa trender och uppdaterar sin design efterhand. Man har också anlitat professionell design hjälp (Peter Mustelin).

Man kan jämföra kitevingens aerodynamik med aerodynamiken på vanliga segelbåtar. På segelbåtar trimmar man riggen så att seglet blir planare vid högre vindstyrkor. Eftersom kitevingen har styva lattor som är böjda till en fast profil blir trimningsmöjligheterna ganska begränsade. Därför kunde det vara intressant att leverera lattor med olika profil för olika vindstyrkor. Skillnaden skulle närmast utgöras av profildjupet, mindre djup för högre vindstyrkor. Se närmare analys under punkt 5.6.

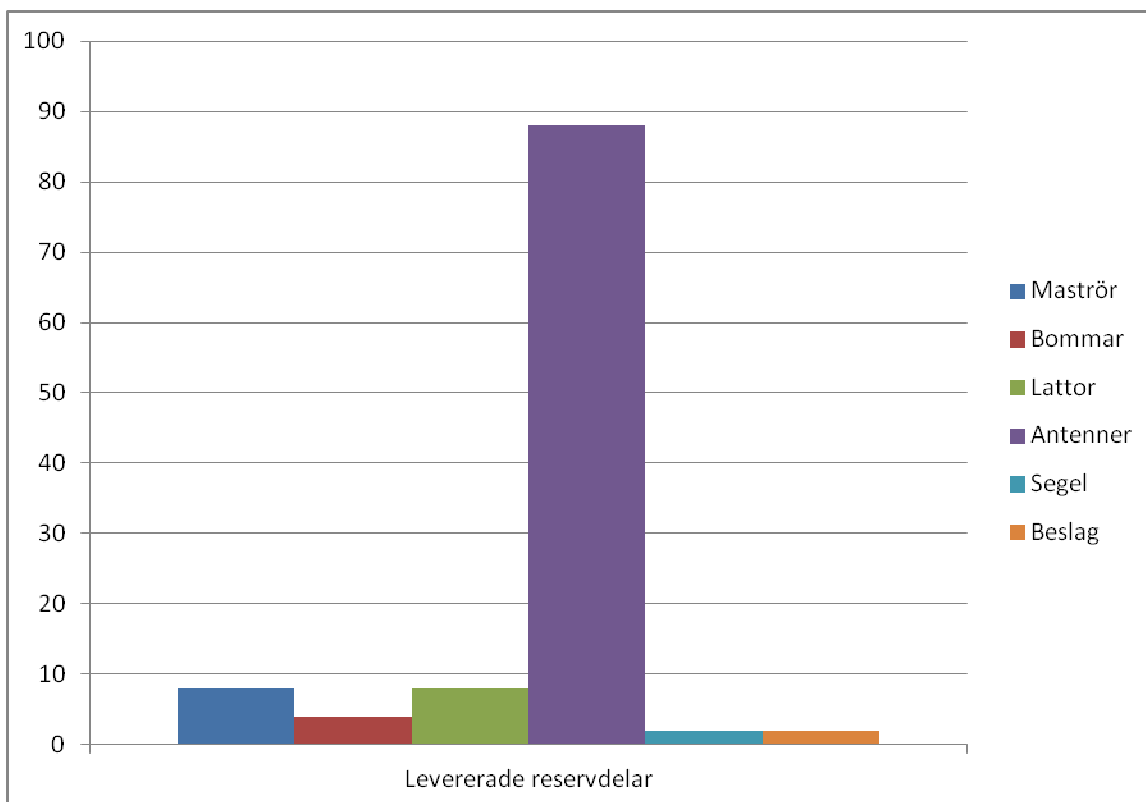
Den andra utvecklingsaspekten är att förbättra produktens konkurrenskraft genom kostnadsinbesparingar. Kostnadsbesparingar kan man uppnå bland annat genom:

- Billigare material
- Minskade transportkostnader
- Minskade produktionskostnader
- Mindre spill
- Hitta optimala underleverantörer
- Mindre reklamationskostnader

Om man utgår ifrån att produkten inte har några tydliga brister, lönar det sig att satsa på sådana produktsegment där det finns stor möjlighet till förbättring och där kostnadsinverkan är betydande. Antalet levererade reservdelar redogörs för i punkt 5.1. En prioriteringsutvärdering finns under punkt 5.2.

5.1 Levererade reservdelar

Antalet sålda reservdelar ger en viss uppfattning om produktens svaga eller utsatta punkter.



Figur 13. Antal levererade reservdelar per tidsenhet.

Antennerna som finns i vingspetsarna är den del av produkten som oftast/lättast får ta emot stötar, t.ex. då vingspetsen tar i underlaget som följd av att seglaren håller för brant vinkel på vingen eller att en vindpust ger extra kraftigt lyft i den övre delen av vingen. Av erfarenhet vet man att maströren inte brister under normal användning, utan att de får skador till följd av missöden. T.ex. om seglaren tappar greppet och vingen rymmer och träffar något hårt hinder kan det bli så stora krafter på masten att den kan brista. Att göra produkten hållbar mot krockar kan inte vara en vettig målsättning. Eventuellt kunde användningsbeskrivningarna förbättras

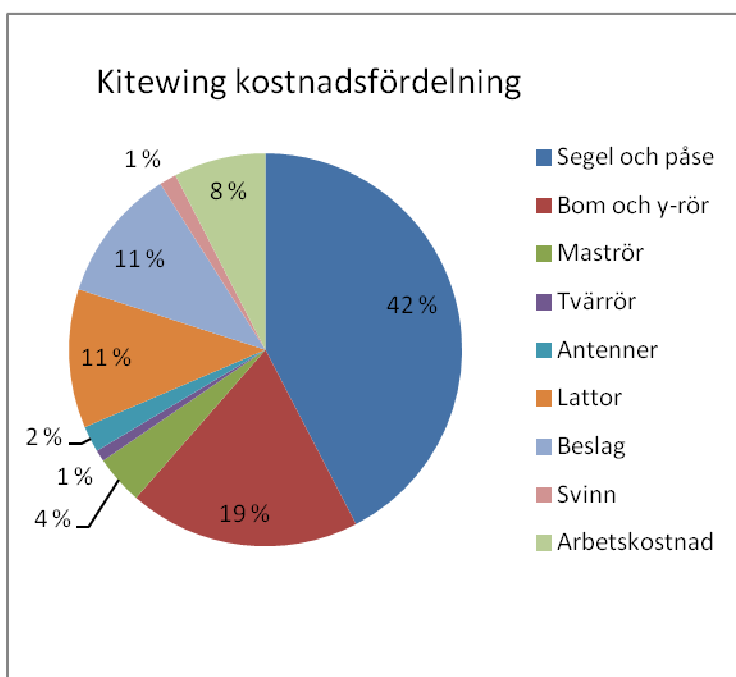
med tanke på undvikande av situationer där man förlorar kontrollen. Det låga antalet sålda reservbommar tyder på att bommarna har haft tillräcklig hållfasthet i de verkliga användningssituationerna.

Antagligen har man i viss mån reparerat eller låtit reparera segel i lokala segelmakerier.

Antalet levererade reservdelar är i varje fall mycket litet jämfört med antalet sålda produkter, med undantag av antennerna. Man kan inte säga att dessa siffror skulle ge en antydning om direkt underdimensionering i någon av produktens komponenter.

5.2 Kostnadsfördelning

Kostnaderna för kitevingen fördelar sig på de olika huvudkomponenterna enligt figur 14. Under sektorn arbetskostnad hör främst monteringen, men också tillverkningen av lator.



Figur 14. Kitevingens kostnadsfördelning.

I tabellen nedan har jag utvärderat påverkningsmöjligheterna och betydelsen för de olika huvudkomponenterna på skalan 1-5. Produkten av dessa poäng och kostnadsandelen ger ett tal, "produktpoäng", som någorlunda borde avspegla de komponenter som det är värt att satsa utveckling på då man eftersträvar kostnadsinbesparingar.

Tabell 4. Prioritering av kostnadsfaktorer.

Segment	5=stor 1=liten	5=stor 1=liten	Kostnads- andel	Produkt poäng
	Påverknings- möjlighet	Betydelse		
Segel och påse	2	2	0,42	1,68
Bom och Y-rör	4	3	0,19	2,28
Master	1	2	0,04	0,08
Tvärrör	1	2	0,01	0,02
Antenner	1	3	0,02	0,06
Lattor	3	3	0,11	0,99
Beslag	2	3	0,11	0,66
Spill	1	1	0,01	0,01
Arbetskostnad	2	1	0,08	0,16

Tabellen ovan ger en indikation om att kostnadsinbesparingar kan sökas främst för bommen och seglet. Vardera levereras från Kina. Kitewing Sports Ltd. bedömer det intressant att utreda om bommen kunde tillverkas i Finland, eventuellt i egen fabrik. Nedan fokuseras speciellt på bommen, medan övriga komponenter ges en mera summarisk genomgång. Produktionsmetoderna har tidigare utvärderats av J. Renlund. (J. Renlund, "Förbättrande av monteringslinje för vingsegel", 2010)

5.3 Mast

Maströren tillverkas i dagens läge av företaget Exel Oy. Leveranserna har för det mesta varit problemfria och rörens kvalitet god. Materialet är glasfiber armerad polyester med pigmenterad yta. Rören är standard profiler med ytterdiametern 30 mm och innerdiametern 26 mm. Maströren är prisvärda med tanke på hållfasthet. Kolfiber armering skulle ge högre hållfasthet och styvhet, men priset är

mångdubbelt och därför används kolfibermaster endast för Rage 55+ vingen och vattenvingen WW75 som p.g.a. sin storlek måste göras av lättare material.

Glasfiberrören har högre hållfasthet (800-1200 MPa) men lägre E-modul (38-45 Gpa) än aluminiumrör. De är således flexiblare och starkare än aluminium. T.ex. AL6063 T6 har en brotthållfasthet på ca. 220 MPa och en E-modul på ca. 69,5 GPa och AL 7075 har en brotthållfasthet på ca. 575 MPa och en E-modul på ca. 71,7 GPa.

I tabell 5 jämförs ovan nämnda aluminiummaterial med nuvarande glasfiber rör. Man kan se att om man önskar bevara nuvarande styrka mot brott så bör man välja betydligt större rördiameter och för AL 6063 T6 även ökad materialtjocklek. Materilabytet skulle medföra ökad vikt, vilket inte är önskvärt. Även beslagen skulle måsta bytas. Styvheten skulle dock öka, dels tack vare att E-modulen för aluminium är nästan dubbelt större än för glasfiber röret, dels för att man blir tvungen att öka på rördiameteren. I tabellens nedersta rader anges vikten och styvheten i förhållande till glasfiber röret. Man kan se att vikten skulle öka med 80 % för AL 7075 alternativet och bli nästan 6-dubbel för AL 6063 alternativet.

Tabell 5. Jämförelse av glasfibermast med mastalternativ av aluminium.

	AL 6063 T6	AL 7075 T6	Glasfiber
D (mm)	40	40	30
d (mm)	25,0	36,0	26,0
I (mm⁴)	106489	43216	17329
M (Nmm)	1155484	1155484	1155484
Böjspänning (Mpa)	217	535	1000
E-modul (Gpa)	69,5	71,7	42
Styvhet EI (GNmm²)	7400982	3098569	727819
Area (mm²)	766	239	176
Densitet (kg/m³)	2700	2700	2000
Vikt/längd (kg/m)	2,07	0,64	0,35
Vikt/Glasfifer	5,9	1,8	1
Styvhet/Glasfiber	10,2	4,3	1

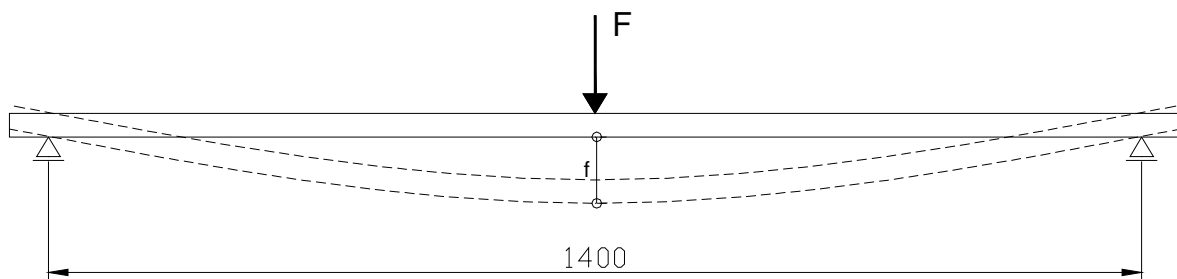
5.4 Bommen och y-rör

Bommen och y-rören står för 19 % av kitevingens kostnader, vilket är den näst största andelen efter seglet. Möjligheten att påverka bedöms relativt stor. Dessa komponenter kan skaffas mer eller mindre färdiga eller produceras i egen fabrik. En parameter är materialvalet och rörprofilens dimensioner. Andra parametrar är ytbehandling och gripmaterial.

5.4.1 Mekaniska egenskaper

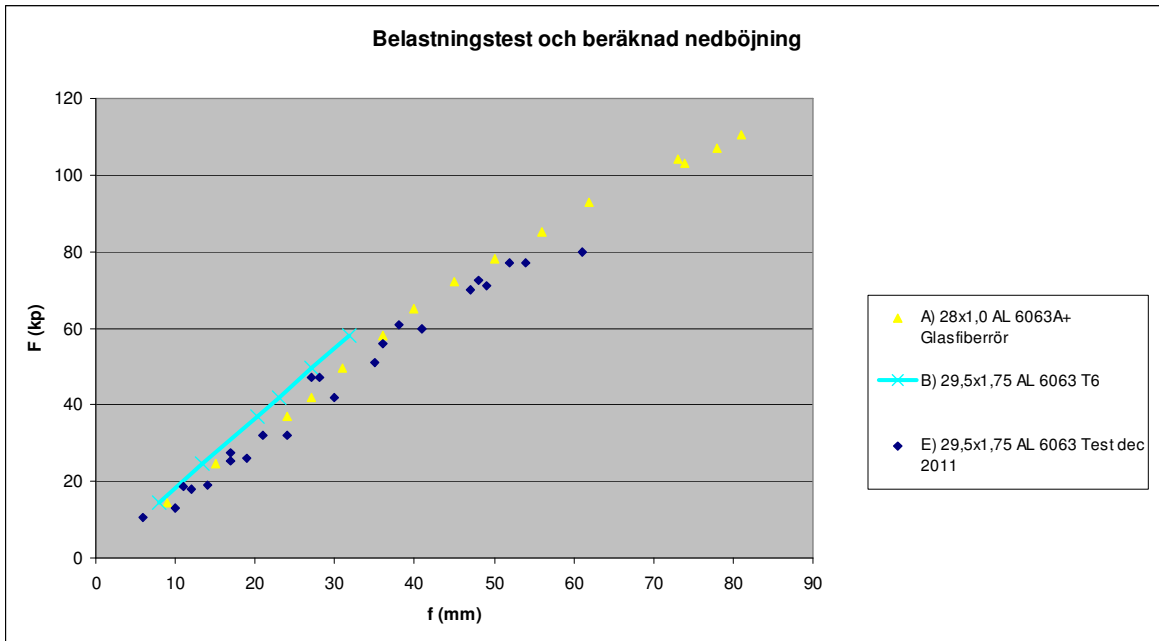
Jämförelse av olika profiler

Bommens belastning i kitevingen vid användning är svår att beräkna exakt. Krafterna i y-rören, som förbinder bommen med masterna, vilka i sin tur belastas av krafterna från seglet, är svåra att analytiskt bestämma. Även kraften som överförs från seglet till bommens bakända är svåra att bestämma. Kitevingens utvecklare Carl-Magnus Fogelholm har tidigare testat olika bommaterial och profiler med hjälp av ett enkelt belastningstest enligt figur 15. Bomprofilen placeras på stöd med avståndet 1400 mm från varandra och belastas med en kraft i mitten av spännvidden. Nedböjning uppmäts vid olika krafter. Efter varje belastning nollställs kraften och eventuella permanenta deformationer uppmäts.



Figur 15. Arrangeman för test av olika bomalternativ.

I figur 16 visas tesresultat av tidigare använd bomprofil med glasfiberförstärkning, nya testresultat för nuvarande bomrör 29,5x1,75 mm av AL 6063 T6 och beräknade värden för den nuvarande bommen ungefär upp till flytgränsen som antas vara ca. 200 MPa.



Figur 16. Testad nedböjning för A) tidigare använd glasfiberförstärkt aluminiumbom E) testad nedböjning för nuvarande bom B) och den lineära delen av den beräknade kurvan för nuvarande bomprofil (antagen flytspänning ca. 200 MPa) .

Eftersom nedböjningen är något större än den beräknade kan man anta att materialtjockleken är något under det nominella värdet, eftersom det är osannolikt att E-modulen skulle avvika från det teoretiska värdet (69,5 GPa). Små permanenta deformationer noterades vid belastningen 60 kp vilket motsvarar elastisk spänning 206 MPa. Om man antar att brotthållfastheten är 220 MPa och räknar med helt plastiskt tvärsnitt blir den maximala belastningskapaciteten ca. 95 kp, se formel (1) och bilaga 2. I praktiken uppnår man inte fullständig plasticitet i hela tvärsnittet, varför den ultimata lasten blir betydligt lägre.

$$F = 4 M_{pl} / (l \cdot g) \quad (1)$$

där

l = spännvidden

g = $9,81 \text{ m/s}^2$

$M_{pl} \sim W_{pl} \cdot R_m$

R_m = brotthållfasthet

$W_{pl} =$ plastiskt böjmotstånd $\sim 0,354 (D-t)^2 \cdot t$

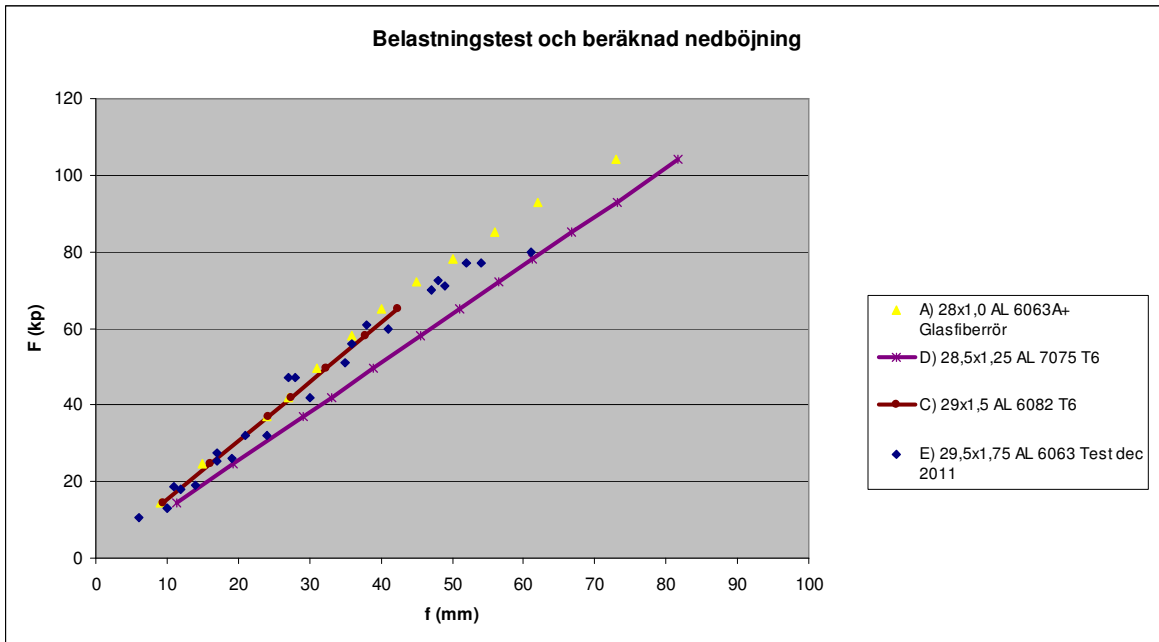
D = rörets yttre diameter

T = rörets materialtjocklek

I figur 17 visas den lineära delen av beräknade kurvor för två alternativa bommaterial. Alternativ C) av AL 6082 som har en flytgräns på ca. 250 MPa med materialtjockleken 1,5 mm och alternativ D) av AL 7075 som har en flytgräns på ca. 500 MPa och materialtjockleken 1,25 mm. I bägge fall är innerdiametern 26 mm, vilket passar för nuvarande beslag.

Tillgängligheten på AL 6082 och profilurvalet är inte lika god som för AL 6063 och enhetspriset är högre. Nyttan skulle vara lägre vikt och med 1,5 mm materialtjocklek även lite starkare bom.

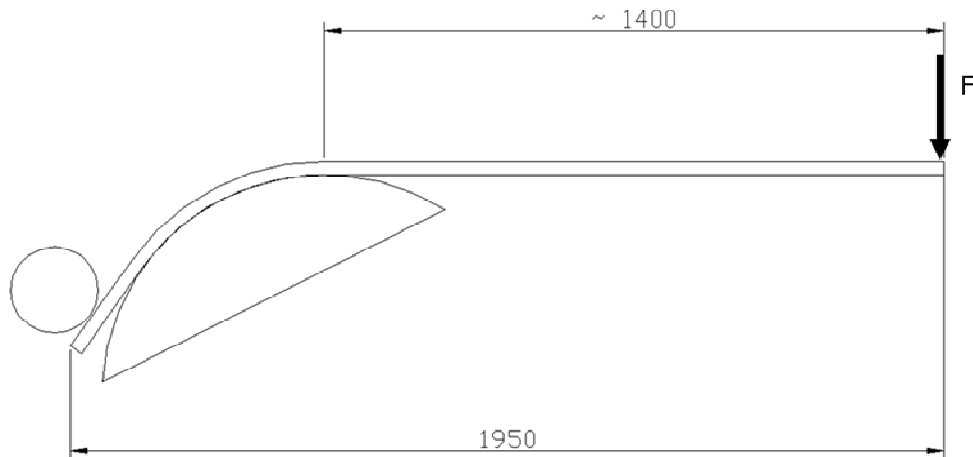
AL 7075 är svårtillgängligt och avsevärt dyrare än 6000 seriens aluminiumsorter. Det beror bl.a. på att denna aluminiumsort används främst i flygindustrin och den omfattande kvalitetskontrollen på detta material medför extra kostnader.



Figur 17. Testad nedböjning för A) tidigare använd glasfiberförstärkt aluminiumbom E) testad nedböjning för nuvarande bom B) och lineära teoretiska kurvor för alternativa material för bommen.

Bockning av bomröret

För eventuell egen produktion av bommen uppstår frågan om man med handkraft kan bocka bomrörets framända till önskad form, se Fig 18. Tidigare har bommen tillverkats i egen fabrik med hjälp av en jigg och handkraft. Då användes 1 mm tjockt aluminiumrör av kvaliteten 6063 med en stump glasfiberrör innanför i mittpartiet som förstärkning. Ifall rör med ytterdiametern 29,5 och innerdiametern 26 mm av aluminium 6063 T6 skall bockas enligt figur 17 behövs en kraft F på ca. 20 kp då antages att flytgränsen är ca. 250 MPa. En sådan kraft är enkel att uppnå med handkraft.



Figur 18. Böckning av bomröret i enkel jigg.

5.4.2 Ytbehandling

De två relevanta ytbehandlingsalternativen är anodisering eller industriell pulvermålning.

Anodisering går ut på att man med hjälp av elektricitet åstadkommer ett skyddande oxidskikt vars tjocklek vanligtvis är 5-25 μm . Fördelen med att anodisera aluminium är att man får en behaglig och beständig yta som också är smutsavstötande. Basfärgen är typiska aluminium grå, men det går också att åstadkomma en rad olika andra färger, se figur 19.



Figur 19. Färger som kan åstadkommas med anodisering.

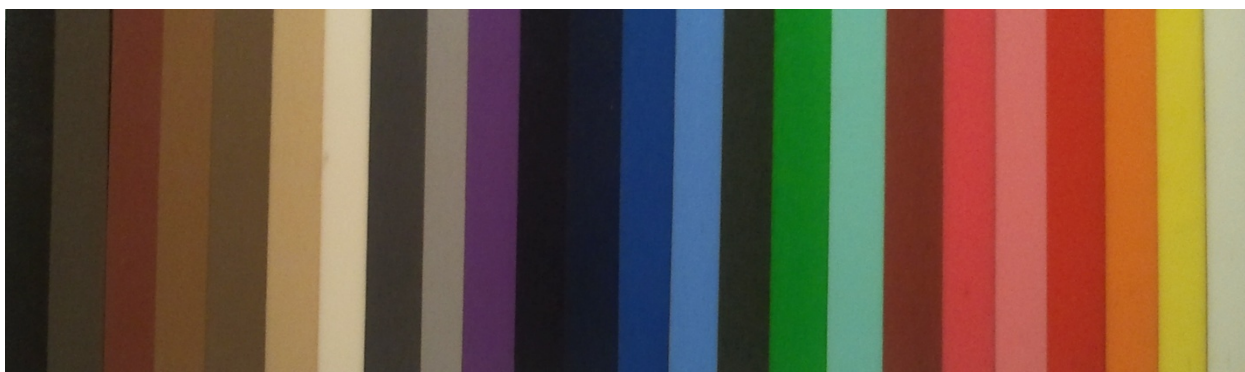
Alternativt kan man ytbehandla med målningsmetod. Ett företag som är specialiserat på sådant är Lainisalo Oy. De rekommenderade automatiserad pulvermålning med polyesterfärg. En provmålning gjordes och resultatet ser bra ut. Kostnaden är en aning dyrare än för standard anodisering. Med målning kan färgvalet och ytstrukturen väljas fritt.

Bommen kommer oavsett delvis att bli täckt av gripmaterial. Tekniskt sett är anodiseringen en bra lösning.

5.4.3 Gripp

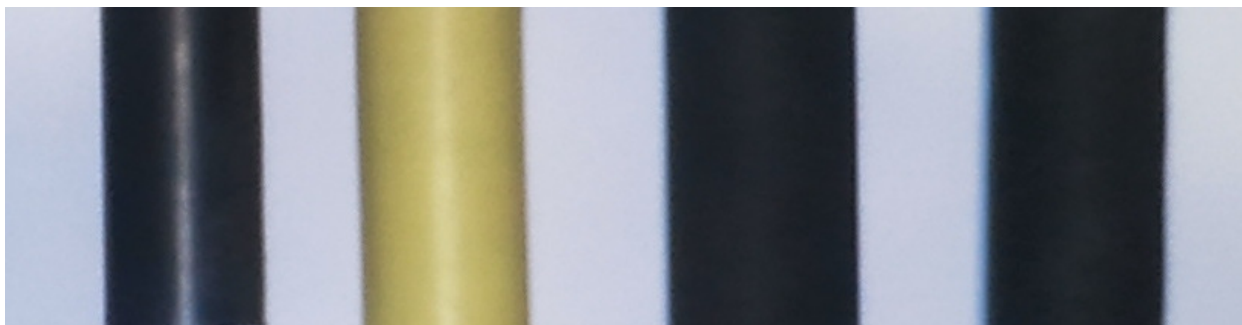
I dagens läge är hela bommen täckt av EVA gripp som är förkortning av Etylen Vinyl Acetat. Materialet används mycket inom sport branschen. EVA passar bra också kiteving bommen då gripp förmågan fungerar likväl i vått som torrt. En annan fördel är att materialet isolerar värme som är en välkommen egenskap under vinterförhållanden.

EVA är en sampolymer av etylen och vinylacetat, där vinylacetatens andel vanligtvis varierar mellan 10 och 40 % medan resten är etylen. EVA är ett mjukt och flexibilitet material, som har god motståndskraft mot UV-strålning och är konkurrenskraftigt med gummi.



Figur 20. Olika färgalternativ för EVA gripmaterial. (foto, N. Ålander).

Ett bra grepp material skall ge ett stadigt grepp, d.v.s. det får inte vara halt i användningsförhållandena och det skall vara bekvämt att hålla i. Således skall det inte vara för hårt och en värmeisolerande egenskap är bra i vinteranvändning. Följande alternativ har utvärderats:



A)

B)

C)

D)

Figur 21. Olika grepp alternativ: A) Plasti dip, B) Krymp film, C) EVA, D) Gummi slang. (foto, N. Ålander)

A) Plastidip

Plastidip är ett syntetiskt gummi material som sprayas, målas eller appliceras genom doppning på önskad yta. Materialet hade bra grepp förmåga men det är ganska svagt och vidhäftningen till underlaget var inte särskilt bra, trots att rekommenderad tvåkomponents grundfärg användes. Det här alternativet skulle dessutom kräva flera lager och appliceringen skulle bli ganska tidskrävande.

B) Krympfilm

Krympfilm är ett plastmaterial, i detta fall i form av en socka, som krymper i värme. Sockan dras över röret på önskad plats och uppvärms med hjälp av värmeblåsare varvid den spänns fast på röret. Resultatet är en ganska hård yta med låg friktion.

C) EVA

EVA är ett poröst plastmaterial som fästs på röret med lim. Fördelen är mjukhet men ändå ganska bra slitstyrka och ganska bra friktion samt god värmeisolering. EVA ger bästa grepp i våta förhållanden utan handskar. Nuvarande bommar som levereras från Kina är beklädda med EVA.

D) Gummislang

Gummislang är en lösning som har använts tidigare på kiteving bommar. Innerdiametern väljs något mindre än ytterdiametern på röret och appliceringen sker enkelt med hjälp av pneumatik. Gummislang ger bra friktion i synnerhet med handskar och någorlunda mjukhet och värmeisolering, beroende på vald materialtjocklek. Denna lösning är ett bra alternativ till EVA för självtillverkad bom.

Applicering av EVA grepp är svårt att göra manuellt. Maskinell applicering är inte aktuell i egen fabrik eftersom investeringen skulle kräva betydligt större volymer. Gummislang kan däremot effektivt appliceras med hjälp av tryckluft, som redan är tillgänglig i Kitewing Sports fabrik.

5.4.4 Y-rör

Y-Rören är gjorda av samma material som bommen med den skillnaden att material tjockleken är mindre eftersom krafterna på y-rören är mindre. Det skulle verka oprofessionellt att inte använda samma grip material på y-rören som på bommen.

5.5 Antenner

Antennerna är gjorda av en massiv D-formad profil av glasfiberlaminat. På så vis uppnås en kombination av flexibilitet, seghet och styrka som är viktig för denna del av vingen. Nuvarande antenner har i praktiken visat sig ha lagom flexibilitet.

Man har tidigare experimenterat med kolfibermaterial, men det ledde till sprödare beteende. Vingarna med segelyta $\geq 5,5 \text{ m}^2$ fick för några år sedan ca. 20 % tjockare profil, vilket reducerade mängden levererade reservantenner med ca. hälften. Att ytterligare öka på profiltjockleken skulle ge högre styrka men också ökad vikt och minskad flexibilitet. Trots att antalet sålda reservantenner är relativt högt i jämförelse med andra reservdelar kan man inte anse att antennerna är underdimensionerade. Det är bättre att endast antennen brister än att det blir större skador på riggen vid ett eventuellt haveri. Nedan föreslagna hårdvindslattor borde i teorin minska risken för haverier som beror på att vingen sliter sig ur seglarens grepp och träffar underlaget.

5.6 Lattor

Lattorna tillverkas av 10 mm rörprofiler av aluminium AL 7075 T6, vilket är ett dyrt material som används mycket inom flygindustrin. Styvhet och lätthet är avgörande egenskaper.

Eftersom lattorna är styva och formade till given profil går det inte att trimma vingen med hänsyn till vindstyrkan, liksom t.ex. med en vindsurfrigg, genom att spänna seglet. En möjlighet skulle vara att, byta lattor eller en del av lattorna.

En ganska enkel och billig metod skulle vara, att som alternativ erbjuda hårdvindslattor med ett mindre profildjup än nuvarande "medelvindslattor".

Sannolikt skulle önskad effekt uppnås endast genom att byta de två yttre kortaste latterna. Det skulle motsvara spännande av häckstaget på en vanlig 7/8 segelbåtsrigg. Profildjupet kunde vara 40...70 % av profildjupet för medelvindslatterna. Inverkan borde testas i praktiken. I teorin skulle vingen bli mindre känslig för anfallsvinkeln mot vinden, vilket är en stor fördel vid hård och/eller turbulent vind. Vinden blir ofta turbulent då den ökar i styrka speciellt i skärgårds förhållanden och i fjällterräng. I princip skulle detta ge förbättrad säkerhet och ökad komfort samt minskad risk för haverier på vingen.

5.7 Beslag

I tidigare arbete gällande monteringsprocessen konstaterar J. Renlund att monteringen sker utan större problem.

Specialbeslagen, som är beskrivna i under punkt 4.7 har utvecklats i flera repriser. Förändring av dessa skulle kräva investeringar i nya verktyg. Eftersom nuvarande beslag fungerar bra både i monteringen och i användning av vingen så bedöms det inte finnas behov för utveckling av dessa i dagens läge. En utförlig studie av gaffelbeslagets hållfasthet har utförts av D. Carole. Han konstaterar att beslaget är rätt dimensionerat och har en säkerhetsfaktor på 3 i de mest utsatta punkterna (D. Carole 2007 s.142).

5.8 Seglet och påsen

Seglet tillverkas av segelmakerier i fjärran östern som specialiserat sig på mindre segel för bl.a. vindsurfning. Trots det är seglet kitevingens dyraste komponent. Avgörande är att anlita en leverantör med låga kostnader men samtidigt bra kvalitet på material och utförande. Produktion i inhemska segelmakerier skulle enligt tidigare förfrågningar vara mångdubbelt dyrare.

Seglet har på basen av långvarig erfarenhet fått en väl fungerande form och förstärkningar på ställen utsatta för slitage.

Viktigt är att följa med trender gällande design och färger, som kan inverka på kundens köp beslut.

6. DISKUSSION OCH KONKLUSIONER

Kitevingen är som helhet en fungerande produkt av god kvalitet.

Bommen och y-rören står för 19 % av vingens totala kostnader. För tillfället köps de från Kina. Leveranstiderna är långa och minimiserierna ganska stora. De kunde även tillverkas i monteringsfabriken i Finland t.e.x. av anodiserat aluminiumrör. Material AL 6082 kunde övervägas som alternativ till AL 6063 på basen av anbud från ett större antal potentiella leverantörer. Bommen kunde bockas för hand i en jigg i fabriken i Finland. Bom och Y-rör kunde förses med grip av gummislang med hjälp av pneumatik (se punkt 5.4).

Preliminär kostnads uppskattning för egen produktion av bommen, tyder på att priset blir ungefär det samma som för de färdiga bommarna från Kina, men med grip av gummislang i stället för EVA, som skulle vara svårt att applicera i den egna fabriken. En slutlig uppfattning får man först efter att ha producerat en serie på 50-100 stycken. Gripp materialets kvalitet har stor betydelse och borde utvärderas ytterligare. Det är en trygghet för företaget att veta att man, i fall det blir problem med leveranser av bommar från nuvarande leverantörer, kan producera dem själv utan investering i nya beslag eller produktionsmaskiner.

I den att erbjuda hårdvindslattor med mindre profildjup (se punkt 5.6) är intressant, men borde testas i praktiken. Testning i verkliga förhållanden har tyvärr inte varit möjligt under den tid som detta arbete utförts, men testning är planerad för kommande säsong. Materialalternativet AL 6082 kunde testas för latorna, med tanke på minskad kostnad.

Aluminiummaterial AL 6082 som har högre hållfasthet än AL 6063 är intressant för bommen eftersom man kunde gå ner i materialtjocklek från 1,75 mm t.ex. till 1,50 mm ifall nuvarande styrka anses vara tillräcklig. I princip borde styrkan med den

föreslagna ändringen t.o.m. öka något eftersom hållfasthetsökningen borde vara större (minst +25 %) jämfört med den föreslagna minskningen av materialtjockleken (-14%). Tyvärr har det varit svårt att få entydiga uppgifter om de olika materialens hållfasthet. Uppgifterna om hållfasthetsvärdena varierar från leverantör till leverantör med flera tiotals MPa. Även prisuppgifterna har varit svåra att jämföra eftersom de baserat sig på standardprofiler. En seriös anbudsförfrågan till ett större antal leverantörer skulle behövas.

Jonas Renlund skriver i sitt examensarbete om förbättring av monteringslinje för vingsegel på följande sätt:

“Kitewing sports har utvecklat sina patenterade produkter sedan 1980-talet men företaget eftersträvar fortsättningsvis att ordentligt slå igenom på marknaden. Produkten ser bra ut och fungerar allt bättre, problemet ligger i priset. För en relativt okänd sport som kräver mycket utrymme och vind är det få som är färdiga att betala produktens pris. Företaget arbetar som bäst med att utveckla en förmånligare produkt utan att dra ner på kvaliteten. För framtiden betyder det att eventuellt flytta tillverkningen/monteringen till länder med lägre kostnadsnivå, exempelvis Kina.” (Renlund 2010 s. 39)

Jag håller med om Renlunds analys, att ett lägre pris kunde göra produkten lättare att sälja. Däremot verkar det inte finnas stora möjligheter att minska kostnaderna. Materialen är rätt väl valda med tanke på hållfasthet, egenskaper och pris, vilket är naturligt för en produkt som redan har funnits över ett par årtionden på marknaden. Tillverkningskostnaderna, d.v.s. monteringskostnaderna i Finland, är redan låga och svarar för bara 8 % av totalkostnaderna.

Jag tror inte att det vore en bra lösning att ännu i dagens läge flytta hela produktionen till exempelvis Kina. Det skulle kräva betydligt större tillverkningsserier och effektiv kontroll av kvaliteten på platsen. Kitewing Sports Ltd. är fortfarande ett relativt litet företag, med små resurser att kontrollera kvaliteten på produkter tillverkade på avlägsna orter. Mina personliga erfarenheter av produktionen i Kina har inte till alla delar varit övertygande. Leveranstiderna har

varit långa och det dyker tidvis upp defekta komponenter från Kina. Jag tror att det finns en större marknad för produkten, men tills vidare är volymen för liten för att det skulle vara lönsamt.

Enligt min mening skulle det vara bättre att satsa på effektivare marknadsföring av en produkt av god kvalitet, väl medveten om att detta är lättare sagt än gjort.

Produkten torde ännu vara rätt okänd, inte bara i sitt hemland, men också på en stor del av de potentiella exportmarknaderna.

Ett rätt så bra marknadsföringsmaterial finns redan i form av videoklipp, broschyrer och användningsbeskrivningar, men det är viktigt att hålla materialet uppdaterat.

En begränsande faktor i Finland är att det bara en liten del av året är lämpliga förhållanden för kiteving segling, d.v.s. tillräckligt hållbar is utan allt för mycket lös snö och tillräckligt med vind.

Världsmästerskapet i kiteving segling ordnas år 2012 i Michigan, USA.

KÄLLFÖRTECKNING

Examensarbeten:

Renlund, Jonas. 2010, *Förbättrande av monteringslinje för vingsegel*, Helsingfors: Arcada, 40 s.

Carole, Donis. 2007, *The stress analysis of a plastic wind sail component*, Helsingfors: Arcada, 143 s.

Sandberg, Christoffer. 2002, *Inköpsprocessen för en Skimbat*, Helsingfors: Svenska handelshögskolan, 29 s.

Internet:

Tillgänglig: <http://www.kitewing.com/products/> hämtad 11.7.2011

<http://en.wikipedia.org/wiki/Kitewing> hämtad 10.8.2011

<http://www.crptechology.com/sito/images/PDF/7075.pdf> hämtad 21.9.2011

http://www.google.fi/imgres?q=aluminium+6063+tubes+anodised+colours&um=1&hl=fi&biw=1280&bih=861&tbn=isch&tbnid=55dHtwtt-fFTvM:&imgrefurl=http://www.alibaba.com/promotion/trends-2011_anodized-aluminium-tube-painting-promotion-list.html&docid=2jYB1_dC6_GXM&itq=1&imgurl=http://i00.i.aliimg.com/photo/446650246/anodized_aluminum_tube.summ.jpg&w=100&h=100&ei=QwbIToeiK8ieOqLEwdsB&zoom=1&iact=hc&vpx=848&vpy=559&dur=3225&hovh=82&hovw=82&tx=101&ty=34&sig=114113563711897696854&page=1&tbnh=80&tbnw=80&start=0&ndsp=20&ved=1t:429,r:13,s:0 hämtad 11.12.2011

[http://en.wikipedia.org/wiki/Ethylene-vinyl acetate](http://en.wikipedia.org/wiki/Ethylene-vinyl_acetate) hämtad 8.10.2011

<http://www.plastidip.com/docs/plasti%20dip%20new%20tech%20brochure%2025-09.pdf> hämtad 11.12.2011

Broschyr:

Kitewing Sports Ab. Kitewing Products. Publicerad 2007.

Kitewing Sports Ab, *Get Blown Away, version 2010*

Tidskrifter:

Haudu ja menesty, *Tuuli on paras ystävä*, Haudu –lehti 304 Uusimaa, Rakennuspaino Oy, 15 s.

Orkomies, Sari. 2007, Fitness, *Jään ja lumen purjehtijat*, nr 1-2, Aller julkaisut Oy, 98 s.

Huhtinen Markus. 2006, Surf&Kite, *Haastattelussa Barry Spanier*, Satakunnan Painotuote Oy, 51 s.

Formler som använts i beräkning av bommarna

$$F = m g$$

$$M_b = F L / 4$$

Rörets tröghetsmoment $I = \pi (D^4 - d^4) / 64$

D = rörets yttre diameter

d = rörets inre diameter

Böjspänning i röret $\sigma_b = M_b D / (2 I)$

