

CHALMERS



[Konfidentiell bild]

Utveckling av monteringsystem för utbytbara längdskidstrugor

Officiell version, vissa delar borttagna

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet Designingenjör

JACOB EVALDSSON & NIKLAS ÖDLUND

Institutionen för Produkt- och Produktionsutveckling
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, Sverige 2015
Examensarbete 2015

EXAMENSARBETE 2015

Utveckling av monteringsystem för utbytbara längdskidstrugor

Product development of a mounting system for interchangeable cross country ski pole baskets

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet Designingenjör

JACOB EVALDSSON & NIKLAS ÖDLUND

Institutionen för Produkt- och Produktionsutveckling
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige 2015

Utveckling av monteringsystem för utbytbara längdskidstrugor
Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet Designingenjör
JACOB EVALDSSON & NIKLAS ÖDLUND

© Jacob Evaldsson & Niklas Ödlund, Sverige 2015

Examensarbete 2015
Institutionen för Produkt- och Produktionsutveckling
Chalmers tekniska högskola
SE-412 96 Göteborg
Sverige
Telefon: + 46 (0)31-772 1000

Omslag:
Bild på projektets resultat, utbytbara trugor

Institutionen för Produkt- och Produktionsutveckling
Göteborg, Sverige 2015

Förord

Rapporten är en del av ett examensarbete på Designingenjörsprogrammet på Chalmers tekniska högskola i Göteborg. Arbetet omfattar 15 hp av utbildningens totala 180 hp och utfördes i samarbete med företaget SKIGO AB i Kiruna.

Vi vill rikta ett stort tack till Andreas Karlsson på SKIGO som under hela arbetet varit en positiv drivande kraft som stöttat oss med sin kunskap och sitt sunda synsätt på produkt- och företagsutveckling.

Vi vill tacka Håkan Almius för sitt goda stöd genom hela projektet, för sina ovärderliga kunskaper i CAD och framförallt för sina korta och koncisa direktiv.

Vi vill också tacka Sven Ekered för att du alltid hade ett minneskort att låna ut.

Vi vill slutligen tacka SKIGO AB som gjorde det möjligt för oss att få jobba med något som vi älskar, och inte minst för att vi med gott samvete kunde sitta bänkade framför VM i Falun men ändå hävda att vi utförde en ”kvalitativ förstudie”.

Sammanfattning

Längdskidåkning bedrivs på det föränderliga underlaget snö, vilket ställer höga krav på utrustningen. För att en längdskidstav ska fungera optimalt krävs att rätt typ av truga används för rätt typ av underlag. En liten truga ger skidåkaren bra pendel i stavtaget men sjunker ner i snön om underlaget är mjukt, då krävs en större truga som ger bärighet. Att byta trugor är en tidskrävande och omständigt process; trugan limmas på staven vilket kräver uppvärmning av limmet för att få av trugan. Syftet med projektet är att utforma ett enklare och mindre tidskrävande system som underlättar byten av trugor. Arbetet har utförts på Chalmers tekniska högskola i samarbete med SKIGO AB.

[Konfidentiell text]

Utformningen av själva trugans vinge behandlas ej i projektet, endast det system som tillhandahåller möjligheten att byta truga. Systemet är så pass optimerat att vikten på alla tre komponenter tillsammans endast är en bråkdel större än befintliga trugor och kan därmed användas av både motionärer och elitåkare, vars krav på låg vikt betyder mycket. Systemet särskiljer SKIGO på marknaden och kan medföra en konkurrensfördel då endast ett fåtal konkurrenter kan erbjuda likande lösningar.

Abstract

Since cross country skiing is performed on various surface conditions there is a demand for adaptable equipment. For a cross country ski pole to function optimally it requires the right type of basket for the right type of surface condition. A smaller basket gives the athlete a great pendulum motion while poling, but might sink deep into the snow causing power loss. If so, the athlete requires a bigger basket to provide better traction. Changing ski pole baskets is a time consuming and bothersome task, since it requires melting the glue which holds the basket in place. The purpose of this project is to develop an easier and less time consuming system for changing the baskets of a ski pole. The project has been carried out at Chalmers University of technology, in collaboration with SKIGO AB.

[Confidential text]

The shape of the actual basket wing has not been considered during this project, only the mounting system providing interchangeability has been developed. The system has been optimized so that the weight of all three components only exceeds the weight of the old basket by a mere fraction. This allows the system to be used by beginners as well as elite skiers, whose demand for low weight equipment is vital. The system differentiates SKIGO on the market and offers a competitive advantage since only a few competitors can offer a similar product.

This report is written in Swedish.

Innehållsförteckning

1 Inledning	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Syfte och mål.....	1
1.3 Avgränsningar	2
1.4 Frågeställning	2
2. Teoretisk referensram	3
2.1 Längdskidstav.....	3
2.2 Truga - definition av begrepp.....	3
2.3 Snö och snötyper	4
2.4 Varumärke	5
2.5 CAD-modellering.....	6
2.6 3D-utskrift	6
2.7 Hållfasthet	6
2.8 Ergonomi.....	7
2.9 Ecodesign strategy wheel	7
3. Metod och genomförande	8
3.1 Förstudie.....	8
3.2 Produktspecifikation.....	8
3.3 Konceptgenerering	9
3.4 Konceptutveckling	9
3.5 Konceptval	9
3.6 Optimering av slutgiltigt koncept.....	10
3.7 Visualisering av slutgiltigt koncept.....	10
4 Resultat – förstudie	11
4.1 Projektets intressenter	11
4.2 Brukarstudier.....	11
4.2.1 Intervjustudie på Borås skidstadion.....	11
4.2.2 Enkät kring användandet av trugor.....	12
4.3 Marknadsanalys.....	12
4.3.1 Konkurrerande lösningar	12
4.3.2 Patentstudie.....	15
4.4 Tävlingsregler gällande trugor	15

4.5 Belastning och hållfasthet	16
4.6 Tillverkning och material	16
4.7 Varumärket SKIGO.....	16
4.7.1 Juridiska varumärken.....	16
4.7.2 SKIGO:s position på marknaden.....	16
4.7.3 SKIGO:s formspråk.....	18
5 Resultat – Produktspecifikation	20
5.1 Hållbarhetsanalys	20
5.2 Funktionsanalys.....	21
5.3 Referenslösning.....	21
5.4 Kravspecifikation	22
6 Resultat – Konceptgenerering	23
6.1 Idégenerering.....	23
6.2 Eliminering av koncept	23
7 Resultat – Konceptutveckling	24
7.1 Konceptbeskrivning - Skisser och CAD-modeller.....	24
7.1.1 Koncept Slangklämma.....	25
7.1.2 Koncept Klicket.....	26
7.1.3 Koncept Bajonett	26
7.1.4 Koncept Gummimolly	27
7.1.5 Koncept Kranmutter	28
7.1.6 Koncept Byta vinge	28
7.1.7 Koncept Klo.....	29
7.2 Konceptutvärdering.....	30
7.2.1 Utvärdering Slangklämma	31
7.2.2 Utvärdering Klicket	31
7.2.3 Utvärdering Bajonett	32
7.2.4 Utvärdering Gummimolly	33
7.2.5 Utvärdering Kranmutter	34
7.2.6 Utvärdering Byta vinge	35
7.2.7 Utvärdering Klo.....	35
8 Resultat – Konceptval	36
9 Optimering – Slutgiltigt koncept	37

10 Visualisering – Slutgiltigt koncept.....	38
11 Slutsats	39
Litteraturförteckning	40
Figurförteckning	42

Bilagor:

- Bilaga 1. Brukarenkät
- Bilaga 2. Konkurrerande företag
- Bilaga 3. Funktionsanalys
- Bilaga 4. Kravspecifikation
- Bilaga 5. SLCA-analys
- Bilaga 6. Morfologisk matris
- Bilaga 7. Elimineringsmatris
- Bilaga 8. FEM-analys av komponenter

1 Inledning

Det här kapitlet är den inledande delen av rapporten och redogör för projektets bakgrund, syfte, avgränsningar och frågeställning.

1.1 Bakgrund

SKIGO är ett företag med ursprung i Kiruna vars verksamhet består av att utveckla och sälja skidtilbehörsprodukter för såväl motionärer som elitutövare inom längdskidåkning (SKIGO, 2015). Företaget är förhållandevis ungt då det startades år 1995, jämfört med flera konkurrenter som funnits på marknaden sedan första halvan på 1900-talet (Längdskidor.se, 2015). SKIGO:s vd är den före detta landslagsåkaren Christer Majbäck, som har flera mästerskapsmedaljer. Företaget sponsrar ett flertal åkare i den yttersta världseliten, däribland Calle Halfvarsson och Theodor Pettersson.

Företagets produktsortiment består av allt från valla och vallatillbehör till rullskidor, stavar och kläder (SKIGO, 2015). I dagsläget finns i SKIGO:s sortiment ett flertal olika stavmodeller och modeller på trugor för olika typer av åkare och förhållanden. Trugan är den vingformade del som sitter längst ner på staven och greppar i snön. Problembilden för det här projektet är att olika snöförhållanden ställer skilda krav på vilken truga som är bäst lämpad att använda på staven. Således finns det ett behov av att byta ut trugorna vid olika snöförhållanden eller om stavarna exempelvis ska användas till rullskidåkning. SKIGO har flera olika varianter på trugor i sitt sortiment som lämpar sig till olika situationer, allt ifrån lös till hård packad snö eller rullskidåkning. De saknar dock ett konkurrenskraftigt system som erbjuder brukare att med ett enkelt tillvägagångssätt byta trugorna. På en marknad med hög konkurrens är innovativa produkter och ny teknik, som tillgodoser brukarnas behov i allt större utsträckning, ett måste för att överleva.

Trugan limmas på stavröret med smältlim vilket kräver en hel del arbete och tid vid byte av truga. Det finns idag inget bra tillvägagångssätt för detta byte av trugor, utan stavänden måste värmas i kokande vatten, alternativt med värmepistol, för att smälta det lim som håller trugan på plats för att sedan avlägsna trugan. Proceduren måste sedan göras på samma sätt när den nya trugan skall monteras. Tillvägagångssättet är omständligt, tidskrävande och med värmepistol riskeras även att materialet i staven smälter. Bytet tar mellan 5 - 10 minuter beroende på tillvägagångssätt och erfarenhet. Behovet att byta trugor mellan olika träningspass/tävlingar tillgodoses därmed inte utav SKIGO på ett enligt dem tillfredställande sätt, vilket ligger till grund för det här projektet (Karlsson, 2015).

1.2 Syfte och mål

Projektet syftar till att utveckla ett system som möjliggör ett snabbt och enkelt tillvägagångssätt vid byten av trugor och som i så stor utsträckning som möjligt passar SKIGO:s nuvarande sortiment av stavar och trugor. Systemet skall uppfylla de krav som finns på viktminimering från elitåkare samt de krav på enkelhet som utövare på motionärarnivå har. Slutresultatet skall även följa SKIGO:s formspråk, representera varumärket och därmed göra företaget mer konkurrenskraftigt på marknaden.

1.3 Avgränsningar

- Projektet kommer inte att utveckla formen på trugans vinge
- Projektet kommer inte resultera i en helt färdig produkt som direkt går att sätta i produktion
- Projektet avser 15 hp/person, ca 1000 h
- Endast rekommendationer ges rörande tillverkningsmetod och material
- Projektet avgränsas till projektets deadline 5:e juni 2015

1.4 Frågeställning

Hur kan gränssnittet mellan SKIGO:s trugor och stavrör utformas för att minimera arbetstid och arbetsmoment vid trugbyten?

2. Teoretisk referensram

I det här kapitlet ges en bakgrund till de begrepp och den teori som används i rapporten. Kapitlet ska fungera som ett verktyg för läsaren att förstå rapportens innehåll på ett mer teoretiskt plan.

2.1 Längdskidstav

En längdskidstav är det instrument som används inom längdskidåkningen för att överföra kraft från överkroppen till en rörelse som för längdskidåkaren framåt. Staven är en av de primära komponenterna, tillsammans med skidorna, som utgör grunden för all längdskidåkning. Staven erbjuder inte bara möjlighet att överföra kraft utan används även som balanshjälpmedel. En längdskidstav består av fyra huvudkomponenter: stavrör, handtag, handrem och truga (se figur 1).



Figur 1. SKIGO längdskidstav med ingående komponenter: rör, truga, handrem och handtag (SKIGO, 2015)

Vad som påverkar hur hög prestanda en stav har beror på en mängd olika variabler. De viktigaste variablerna en konsument tar hänsyn till när en ny stav införskaffas är: vikt, styvhet och pendel (Aktivx.se). Viktmässigt är en så lätt stav som möjligt att föredra. Styvheten har att göra med vilket material stavröret är tillverkat i. De flesta stavar är gjorda av en blandning av kolfiber och glasfiber. Andelen kolfiber i staven har stor inverkan på styvheten, ju högre halt desto styvare. Elitstavar innehåller 100 % kolfiber. Den tredje faktorn pendeln är den variabel som är svårast att definiera eftersom pendelrörelsen staven utsätts för under åkning beror på individuella åktekniker (Erixson, 2015). Pendeln kan beskrivas som vart tyngdpunkten i staven sitter och hur lätt staven är att kontrollera under pendelrörelsens eller staktagens start och stopp.

2.2 Truga - definition av begrepp

Trugan (se figur 2) är en del av det system som utgör en längdskidstav. Trugan sitter längst ner på staven och är den komponent som gör att åkaren får fäste och bärlighet i snön. För att underlätta fortsatt diskussion kring trugan definieras olika delar på trugan med följande begrepp:

- Vinge: den vingliknande yta som sprider ut lasten och ger bärlighet i snön.
- Spets: den spetsiga delen längst ner som ger fäste i underlaget.
- Kropp: den centrala delen på trugan där stavrör, spets och vinge fäster.



Figur 2. Trugans ingående komponenter: kropp, vinge och spets (SKIGO, 2015)

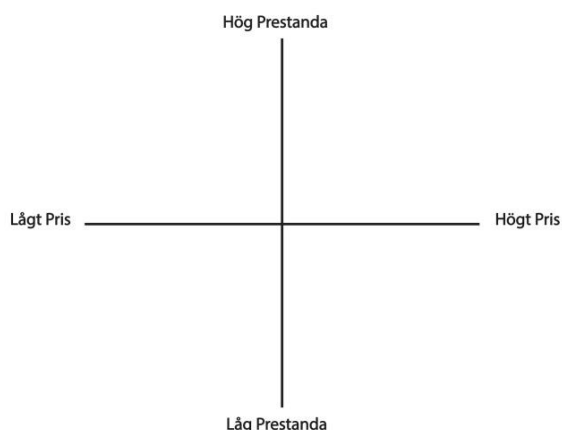
2.3 Snö och snötyper

Snö är fruset vatten som antar olika, ofta sexkantiga, kristallstrukturer pga. vattenmolekylens fysikaliska egenskaper (SMHI, 2013). Iskristaller uppe i molnen klumpar ihop sig och snöflingor växer fram som sedan faller mot marken. Vid rätt förutsättning, dvs. då temperaturen är under eller högst någon grad över noll, lägger sig snön som ett snötäcke på marken. Snöns egenskaper kan variera kraftigt beroende på framförallt temperaturen, där snöflingor som faller vid temperaturer nära noll ofta är stora och ju kallare det blir desto mer minskar generellt sett snöflingornas storlek. Även efter att snön har hamnat på marken varierar dess egenskaper i hög utsträckning beroende på olika faktorer hos vädret. Här utgör också temperaturen den huvudsakliga faktorn, men även andra väderfenomen som vind, luftfuktighet, solstyrka och ny nederbörd som regn eller snö har påverkan på snötäckets egenskaper. Den från början lätta och porösa nysnön kan rivas upp av hård vind och packas med högre densitet på koncentrerade platser i så kallade drivor (Dahlström & Olovsson). Då temperaturen går över noll bildas tö vilket ändrar konsistensen hos snön avsevärt och den blir blöt och tung. Om vädret slår om till kyla efter tö fryser ett hårt islager på toppen av snötäcket, vilket kallas skare. Vid temperaturer nära noll sker det kanske mest välkända snöfenomenet, dvs. det bildas kramsnö, då temperaturen erbjuder gynnsamma förhållanden för att skapa starka bindningar mellan iskristaller (SMHI, 2013). Det här är några exempel på typer av snö med olika egenskaper och det finns många fler. I Yngve Ryds bok "Snö - en renskötare berättar" skildrar författaren över 300 ord som används i det lulesamiska språket för att beskriva snö (Ryd, 2007). Den här variationen av egenskaper hos snö utgör en stor utmaning vid utformning av produkter som används i vintermiljö.

2.4 Varumärke

Ett kännetecken för en näringsverksamhets varor och tjänster definieras i lagen som ett varumärke (Patent och registreringsverket, 2015). Ett varumärkes främsta funktion är att lyfta fram det egna företags produkter mot andra företags produkter på marknaden (Johannesson, Persson, & Pettersson, 2004). Varumärken kan vara både ordmärken och figurmärken eller en kombination av de båda. Ordmärken registreras i ett standardtypsnitt och kan bestå av alla möjliga kombinationer av bokstäver och siffror. Figurmärken är andra grafiska element som exempelvis logotyper eller andra symboler där ett varumärke klassificeras efter olika figurelement som ingår i märket. Patent- och registreringsverket är den myndighet i Sverige som ser över varumärkesskydd och det är där nya varumärken registreras. När varumärket är registrerat hos Patent- och registreringsverket gäller varumärkesskyddet i 10 år och måste sedan förnyas för förlängt skydd. Med varumärkesskydd menas att ägaren av varumärket har ensamrätt, dvs. ingen annan får använda sig av varumärket i näringsverksamhet.

Vid marknadsföring är det inte det juridiska perspektivet på varumärket som är i fokus utan snarare hur ett företags aktiviteter och produkter påverkar hur varumärket uppfattas av målgruppen (Enqvist & Lindroth, 2008). Det är väsentligt för ett företag att veta hur de uppfattas av marknaden för att kunna åstadkomma en effektiv marknadsföring (Agndal & Axelsson, 2012). Det tar ofta lång tid att bygga upp ett starkt varumärke och det kräver ofta stora investeringar både i uppbyggnadsfasen och sedan för att upprätthålla varumärket. Produkter som uppfattas positivt och som uppfyller förväntningar från konsumenterna är enligt Axelsson & Agndal (2012) den viktigaste komponenten för att bygga ett starkt varumärke. För att differentiera sig mot konkurrenter krävs också att företaget har en tydlig identitet där kundsegmentet upplever att de får ett högre kundvärde, dvs. mer värde för pengarna, hos det egna företags erbjudanden. Den särskiljande identiteten fås genom att företaget positionerar sitt varumärke och sin image gentemot andra aktörer på marknaden. Ett företags positionering är relativ och beskriver företags uppskattade position i relation till konkurrenterna. För att visualisera positioneringen använder de sig av något de kallar för en ”positioneringsmatris” med två axlar som beskriver olika värden, ett exempel visas i nedanstående figur 3.



Figur 3. Principiell positioneringsmatris

2.5 CAD-modellering

CAD (Computer Aided Design) är ett modelleringsverktyg som används inom teknik och ingenjörbranschen för att skapa tredimensionella digitala modeller. CAD system brukar delas upp i två kategorier *solidmodellering* och *ytmmodellering* (Johannesson, Persson, & Pettersson, 2004). Solidmodelleringsgeometrier skapas med hjälp av så kallade svep av generatorer (Johannesson, Persson, & Pettersson, 2004). En generator är den yta som används vid svep och kan antingen roteras eller translateras till en solid tredimensionell volym. En solidvolym kan sedan adderas till eller subtraheras från en annan volym för att skapa önskade former, exempelvis hål eller andra komplexa former. Dessutom är programmen parameterstyrda, vilket förenklar ändringar hos komponenter eftersom parametrarna uppdateras automatiskt. Ytmmodellering används ibland istället för solidmodellering eftersom ytmmodellering ger möjlighet att på ett enkelt sätt skapa väldigt komplexa geometrier, exempelvis dubbelkrökta ytor. Ytor byggs upp efter ett antal flerpunktskurvor som sätts samman och spänner upp en yta mellan dem. Det är fullt möjligt att flytta former från ett ytmmodelleringprogram till ett solidmodelleringsprogram för ytterligare modifikation och konstruktionsanpassning.

2.6 3D-utskrift

3D-utskrifter gör det möjligt att direkt, på kort tid, från en CAD-fil skriva ut en modell i skala eller i verklig storlek utan att använda traditionella tillverkningsmetoder eller tekniker (Novakova-Marcincinova, Fecova, Novak-Marcincin, Janak, & Barna, 2012). Syftet med en 3D-utskrift är primärt utvärdering, visualisering och presentation av koncept, men kan även användas till slutgiltiga komponenter i olika typer av system. Nackdelar med 3D-utskrivna komponenter är hållfasthet, begränsningar i godstjocklek, samt toleransnoggrannheten som är beroende av munstyckets dimensioner.

2.7 Hållfasthet

Hållfasthetsberäkningar används som ett verktyg för att dimensionera samt för att säkerställa kvalitet och produktsäkerhet innan produktion (Johannesson, Persson, & Pettersson, 2004). Analysen av hållfasthet är viktig även ur ekonomisk synpunkt för att inte över- eller underdimensionera konstruktioner och därmed höja material- eller underhållskostnader. Hållfasthetsberäkningar utförs genom att simulera laster som konstruktionen utsätts för, ofta mha. FEM (Finita Elementmetoden). På så vis är det möjligt att på ett tidigt stadiet utvärdera om konstruktioner är tillräckligt hållfasta för att sättas i produktion eller var förstärkningar behövs. Beräkningarna kan även vara underlag till val av material och tillverkningsteknik.

2.8 Ergonomi

Ergonomi inom produktutveckling handlar om anpassning av tekniska system till människans fysiska och psykiska begränsningar (Lenhart, 2007). I det här projektet är det framförallt den fysiska ergonomin i händer och fingrar som är av stor vikt. Dvs. att produkten utformas på ett sätt som tar hänsyn till människans styrka och motorik i händer och leder under olika förhållanden. Det utgör grunden för att användaren ska kunna använda produkten på ett korrekt sätt. Avsaknad av kompetens inom ergonomi i utvecklingsarbetet kan omedvetet medföra att problem uppstår med de system ett företag levererar. Människor interagerar på olika sätt i alla olika system som finns i vår omgivning, exempelvis produkter och maskiner. Det blir således en nödvändighet att ur ett ergonomiskt perspektiv nyutveckla samt vidareutveckla system för att företag ska överleva på marknaden.

2.9 Ecodesign strategy wheel

”Ecodesign strategy wheel” (se figur 4) används som ett verktyg inom produktutveckling och ofta i samband med idégenereringsfasen för att analysera olika produkter utifrån flera olika faktorer och för att se nya kreativa möjligheter (White, Pierre, & Belletire, 2013). Verktöget ger exempel på olika designtaktiker och strategier som kan användas i olika delar av produkters livscykel, exempelvis under tillverkning eller vid användning. ”Ecodesign strategy wheel” gör det enklare att identifiera problem ur olika synvinklar med avseende på hållbar utveckling och därmed underlätta utvecklingen av nya innovativa produkter med mindre miljöpåverkan.



Figur 4. Okalas ”Ecodesign strategy wheel” (Okala, 2015)

3. Metod och genomförande

I följande kapitel redogörs för hur arbetsgången i projektet såg ut samt vilka metoder som användes. Metodiken och arbetsprocessen är hämtad från Johannesson, Persson & Petterssons bok "Produktutveckling" samt från Lindstedt och Burenius bok "The value model".

3.1 Förstudie

Förstudien utfördes i ett antal steg hämtade från boken "Produktutveckling" för att få en helhetsbild över befintliga lösningar som finns på marknaden samt för att förstå kundernas behov (Johannesson, Persson, & Pettersson, 2004). För att ge mer ingående kunskap om området vad det gäller metoder för produktion samt materialval.

Marknaden inventerades för att identifiera möjligheter samt hot utifrån intressenter som konkurrenser, brukare och andra berörda organisationer. Det gjordes genom datainsamling via branschhemsidor, besök hos återförsäljare, patentsökningar och internetdatabassökningar. Metoder kring tillverkning samt material undersöktes också för att förstå sambandet mellan de koncept som tas fram och dess potential ur ett tillverkningsperspektiv. Sådan information erhöles genom liknade datainsamlingsmetoder som ovan samt samtal med handledare från företaget som är verksam inom branschen.

Brukare med olika bakgrund och erfarenhet kring området intervjuades i fältstudier med avseende på deras användning av befintliga truglösningar. Det gjordes för att få en konkret bild av problemet och för att få med olika aspekter av problematiken kring trugbyten. Det upprättades även en enkät som skickades ut till diverse skidklubbar runt om i landet där frågor ställdes kring hur skidåkare idag använder sina stavar och trugor. Både kvantitativ och kvalitativ data samlades således in. Ur de två studierna samt med hjälp av observationer erhöles brukarnas behov och krav.

3.2 Produktspecifikation

I produktspecifikationen sammanställdes de funktioner och krav som framkommit under förstudien och som produkten således skall tillgodose. Det gjordes genom att funktionerna ställdes upp i en funktionsanalys med indelning kring huvudfunktioner, stödfunktioner, tilläggfunktioner samt onödiga funktioner (Johannesson, Persson, & Pettersson, 2004). Funktionerna låg sedan till grund för analys av konkurrerande företags lösningar i en referensmatris, där det redogjordes för de funktioner ur funktionsanalysen som ansågs viktigast vid framtida konceptgenerering. Från funktionsanalysen arbetades ett ramverk fram för en kravspecifikation. I kravspecifikationen redovisades de krav som preliminärt ställts på produkten samt vilka mätetal de kontrollerades mot. Kraven ställdes upp i en tabell där de och dess mätetal åskådliggjordes så att koncept kunde verifieras allt eftersom projektet utvecklades.

Under projektet genomfördes en Sustainability life cycle assessment, SLCA för att identifiera vart i en stavs livscykel som den största påverkan på miljön sker (The natural step). Påverkan vägdes mot de fyra systemvillkoren: 1. Utvinning av material från jordskorpan, 2. Icke naturliga substanser producerade av samhället, 3. Undanträngning av natursystem, 4. Kunna möta mänskliga behov. Med identifierad påverkan kan olika designstrategier användas för att

förbättra produktens livscykel. Ecodesign strategy wheel (White, Pierre, & Belletire, 2013) användes för att hitta rätt strategi baserat på vilken del i cykeln som påverkade mest.

Baserat på resultatet från förstudien fastställdes en referenslösning ur referensmatrisen vilken verkade som den bästa lösningen som går att skapa med marknadens samlande innovationer (Lindstedt & Burenius, 2006). Det gjordes för att identifiera styrkor och svagheter med konkurrerande lösningar, samt analysera vikten av olika funktioner hos produkterna.

3.3 Konceptgenerering

Utifrån funktionsanalysen idégenererades dellösningar till de olika funktionerna var för sig. Det användes flera olika typer av idégenereringsmetoder under projektet, däribland traditionell *brainstorming* (Johannesson, Persson, & Pettersson, 2004) där en utomstående grupp tillsammans idégenererade kring funktioner. *Idéassociation med bilder* användes där det med hjälp av bilder genererades idéer som associerades med respektive bild för att öka kreativiteten och möjligheten att se problemen från nya perspektiv. Här användes en inspiration board med olika typer av fästansordningar. Resultatet från idégenereringen kring funktionerna sammanställdes sedan i en morfologisk matris. Med hjälp av matrisen kunde det tydligt diskuteras kring delfunktionslösningarna och på ett systematiskt sätt komponeras en mängd olika konceptförslag. Konceptförslagen beskrevs sedermera i både skiss och kompletterande text för att kunna utvärderas och jämföras.

Baserat på den preliminära kravspecifikationen samt etablerande mätetal fastslogs en fullständig kravspecifikation som de olika konceptförslagen vägdes emot för analysera deras potential och realiserbarhet. Konzepten utvärderades med hjälp av en elimineringsmatris för att ta bort de koncept som inte levde upp till de krav som ställdes (Johannesson, Persson, & Pettersson, 2004).

3.4 Konzeptutveckling

Konzepten som togs vidare utvecklades med övergripande CAD-modeller. Det gjordes för att uppdaga tydliga brister i koncepten och för att i ett tidigt stadie kunna åtgärda dessa. Sedan modellerades mer avancerade modeller i CAD där de testades simulativt. Modellerna skrevs därefter ut i 3D-skrivare för att testa funktioner under verklighetstroga förhållanden. Testfasen syftade till att kontrollera konceptens funktionalitet och kundvärde i förhållande till kravspecifikationen. Här skedde ständig iteration från skiss till 3D-modell.

3.5 Konzeptval

I samråd med SKIGO och med utgångspunkt i testresultaten samt hur väl konceptet uppfyllde kraven i kravspecifikationen togs beslut kring vilket koncept som skulle presenteras. Det var här viktigt att ställa konceptet mot syfte och frågeställning för att verifiera hur väl målet som sattes i början av projektet hade uppfyllts. En urvalsmatris användes som stöd och underlag vid beslutsprocessen och det slutgiltiga konceptvalet gjordes i samråd med SKIGO.

Urvalsmatrisen utformades baserat på Pughs relativa beslutsmatris och modifierades för att bättre passa projektet (Johannesson, Persson, & Pettersson, 2004).

3.6 Optimering av slutgiltigt koncept

Här optimerades konceptet utifrån olika krav från SKIGO, brukare samt producerande företag. Det togs fram förslag till materialval och det skedde även en diskussion kring vilken tillverkningsmetod som lämpade sig bäst för konceptet. Grundläggande FEM-analyser utfördes för att kontrollera konceptets hållfasthet. Konceptet modifierades för att passa SKIGO:s varumärke både formmässigt och grafiskt. I kapitlet genomfördes också en återkoppling och analys av projektets hållbarhetsutmaning.

3.7 Visualisering av slutgiltigt koncept

De 3D-modeller som projektet resulterade i renderades för att skapa en mer verklighetstrogen bild av hur en eventuell tillverkad produkt kan komma att se ut. Här skrevs även en slutgiltig 3D-modell ut i syfte att enkelt kunna beskriva produktens funktion.

4 Resultat – förstudie

Resultatet av förstudien presenteras i följande kapitel som innefattar projektets intressenter, brukarstudier, konkurrerande lösningar, tillverkning och material samt en analys av företagets varumärke och formspråk.

4.1 Projektets intressenter

De intressenter som identifierats och som har intresse av projektets fortlöpande och resultat presenteras i nedanstående tabell.

Beställare/företag:	SKIGO AB
Brukare:	Längdskidåkare (motionärer till elit)
Kundkedja:	Återförsäljare/Sportbutiker
Konkurrenter:	Konkurrerande längdskidstavstillverkare
Övriga intressenter:	Tillverkare (Kina) Svenska skidförbundet FIS (Internationella skidförbundet)

4.2 Brukarstudier

Resultat och slutsatser som kunde fastslås utifrån projektets två olika brukarstudier redogörs för i detta kapitel.

4.2.1 Intervjustudie på Borås skidstadion

Intervjuerna visade att trugornas betydelse vid ett nyinköp av stavar har relativt liten betydelse, det är snarare stavens prestanda som är viktigt (pendel, styvhet etc.) samt stavens varumärke och rykte. Huruvida trugorna på staven var enkla att byta hade mindre relevans och sågs mer som ett plus i kanten när användarna köpte sina stavar, men var inte på något sätt en beslutsgrundande faktor. Gällande en framtida trugprodukt där lim inte är nödvändigt gällde konsensus kring att det hade varit önskvärt att kunna montera produkten i efterhand på sina gamla stavar. Eftersom de flesta köper nya stavar endast när de gamla går sönder och inte när nya produkter släpps på marknaden. Angående användandet av trugor var det vanligt att det alltid kördes med stora trugor då det alltid fungerar trots att pendeln på staven blir sämre. Vid rullskidåkning var det dessutom vanligt att användarna hade ett par separata, ofta gamla stavar, som alltid hade ett par rullskidstrugor monterade.

4.2.2 Enkät kring användandet av trugor

Enkäten hade drygt 100 respondenter med en bra spridning på åknivå hos de som svarade, från nybörjare till elit. Identifierad information som tydligt påverkade hur projektet fortlöpte var framförallt det faktum att 70 % av alla respondenter endast byter till ett par nya stavar när de gamla går sönder. Ur detta kunde det avläsas att trots nya prestandaförbättringar så köper endast 30 % nya stavar innan de gamla går sönder. De 30 % som köper nya stavar gör det för att få bättre prestanda och bland dem var det en stor majoritet elitmotionärer och elitåkare. I det kundsegmentet med åkare på högre nivå kan SKIGO med en ny lösning på avtagbara trugor därmed direkt ta marknadsandelar från konkurrenter. Det gick även att avläsa att ca 90 % hade uppskattat en produkt som underlättar bytet av trugor då flera motionärer och nybörjare tycker det är för tidskrävande eller för omständigt att byta och drar sig för att göra det, trots att det i många fall hade varit fördelaktigt. Hos nybörjare och motionärer kan det på så vis finnas stora möjligheter att ta marknadsandelar då de är intresserade av produkten, men de vill undvika att byta stav. Om systemet utformas så att den här målgruppen kan behålla sina gamla stavar, men ändå erhålla funktionen att snabbt byta trugor, kan stora nya marknadsandelar erhållas. En faktor som talade för det här var att två tredjedelar av alla respondenter uppgav att de köper reservdelar till sina befintliga stavar. De mest utmärkande anledningarna till att folk inte byter trugor är att de nöjer sig med trugorna som sitter på staven från början eller att de tycker det är ett omständigt tillvägagångssätt och tidskrävande. Faktorer som inverkar när de utfrågade köper nya stavar är starkt utmärkande prestanda och pris. Egen erfarenhet visar sig komma före varumärket, men här går det dock att föra en diskussion kring huruvida kunden är medveten om hur varumärket påverkar dem. Vad det gäller vilka stavmärken som är vanligast är det tydligt att det finns två stora aktörer, Swix och OneWay som enligt enkäten äger mer än två tredjedelar av marknaden tillsammans. Övriga märken hamnar på runt 4 %, så även SKIGO. För att se enkäten samt svarsfördelningen hänvisas läsaren till bilaga 1.

4.3 Marknadsanalys

I det här avsnittet presenteras konkurrerande lösningar på marknaden samt den patentundersökning som redogör övergripande för vilka befintliga skydd som finns på konkurrenternas lösningar.

4.3.1 Konkurrerande lösningar

De produkter som löser problemet och finns på marknaden presenteras nedan. Övriga konkurrenter som finns inom samma kundsegment men som saknar direkt lösning på problemet presenteras i bilaga 2.

Swix, Triac basket system

Patent: Ja (se 4.3.2 Patentstudie)

Swix lösning på problemet består av två delar, mutter och truga (se figur 5). När trugan ska placeras på staven träs först muttern sedan trugan på. Stavröret är försett med ett spår längst ner i änden av röret och trugan har motsvarande ribba som passar i spåret vilket gör att trugan hamnar rakt. När trugan är på plats skruvas muttern ner i gängorna, vilket gör att trugans diameter minskar och det skapas ett tryck mot staven som håller trugan på plats. Staven är även försedd med en anvisning (minskning i diameter) just där muttern klämmer åt vilket gör att trugan hålls på plats bättre.



Figur 5. Företaget Swix lösning ”Triac”. Swix (2015)

Salomon, Quick Switch Basket

Patent: Ja (se 4.3.2 Patentstudie)

Salomons ”Quick switch basket” består av två delar, truga och spänne (se figur 6). För att fästa trugan på staven finns två hål på vardera sida om röret. I trugan finns på vardera sida en halv kula som i neutralläge buktar ut från trugan, när spännet trycks på så åker kulorna in i staven och låser fast trugan i höjd och sidled, spännet låses fast på trugan med en vridning på 90 grader där den fastnar i en snäppskåra.



Figur 6. Företaget Salomons lösning ”Quick switch basket”

Fischer, Multi Tip System

Patent: Nej

Systemet består av tre delar, truga, hylsa och låsring (se figur 7). Låsringen träs på staven, sedan limmas hylsan på röret vilket gör att låshylsan blir kvar på röret. Trugan skruvas på låshylsan tills den tar emot det stopp som är inbyggt i hylsan. När trugan nått stoppet fälls låsringen ner och trugan är på så vis låst i sitt läge. När trugan ska avlägsnas lyfts låsringen upp och sedan skruvas trugan enkelt av. Hylsan förblir hela tiden i sitt läge på staven vilket gör det viktigt att den placeras rakt vid första monteringen då den styr trugans läge på staven. Fischers Multi Tip System går enligt Fischer även att eftermontera på alla deras stavar, vilket rimligtvis betyder att systemet även går att applicera på stavar från andra stavmärken med samma diameter.



Figur 7. Företaget Fischers lösning "Multi tip system" (Fischer, 2015)

Rex (Endast rullskidspets)

Patent: Nej

Ofullständig information kring den här lösningen som består av två delar, hylsa och truga (se figur 8). Hylsan fästs på staven med lim och sedan träs trugan på hylsan och låses fast med något typ av snäpplås (antagen lösning). Systemet är endast till för att byta spets vid rullskidåkning, då spetsen slits ut.



Figur 8. Företaget Rex lösning, endast för byte av rullskidspetsar (Oy Redox ab, 2015)

Leki shark fin (Ej rullskidor)

Patent: Ja (se 4.3.2 Patentstudie)

Lekis lösning Sharkfin består av två huvuddelar, truga och förlängningsfena (se figur 9). Förlängningsfenan sitter fast med en skruv och mutter och är försedd med tre olika hål för att erbjuda tre olika storlekar på trugan. Genom att förlänga vingen med fenan kan den totala arean som ger fäste i snön ökas vid lösa snöförhållanden. Lösningen kräver att ett verktyg används för att fästa och lossa skruven.



Figur 9. Företaget Lekis lösning "Shark fin" (Lekisport Ag, 2015)

4.3.2 Patentstudie

Patent som behöver tas hänsyn till är de från Salomon, Swix och Leki. Fischer har i nuläget inget patent och står inför en rättstvist med Swix angående patentövertrång (Mikalsen, Halvorsen, & Jordheim, 2014).

Swix lösning består av 3 olika patent. Ett patent till den avtagbara trugan i sig, dvs. skruvfunktionen som fäster trugan i staven (Karlöf, Pedersen, & Reiten, 2010) samt ett patent för hur staven har försetts med en anvisning för att trugan skall sitta fast ordentligt (Karlöf, Pedersen, & Reiten, 2010). Dessutom finns det ett patent för hur de genom en skåra i staven får trugan att sitta rakt, där trugan är försedd med en ribba som passar i skåran (Karlöf, Pedersen, & Reiten, 2010). Salomons enda patent är heltäckande för hela lösningen och innefattar både truga samt locket som förs över hylsan för att låsa trugan på plats (Donnadieu & Girault, 2014). Lekis patent är heltäckande för lösningen (Lenhart, 2007). Patentet syftar till en justerbar yta för att ge fäste i olika snöförhållanden.

4.4 Tävlingsregler gällande trugor

FIS, Fédération Internationale de Ski (internationella skidförbundets), tävlingsregler för trugor på FIS-tävlingar presenteras nedan, fritt översatt (Fédération International de Ski, 2014).

“1. Trugan får inte förändra förhållanden på banan så att det hindrar eller förstör för kommande åkare.

2. Trugor med varierande geometrisk form och material är tillåtna för att bemästra olika snöförhållanden så länge de inte strider mot punkt 1.

3. Spetsen får fästas till skaftet i valfri vinkel. Det finns inga begränsningar gällande material eller antal spetsar.”

4.5 Belastning och hållfasthet

En längdskidstav uppnår en belastning vid stakning på runt 200 N (Holmberg & Lund, 2008). Den belastning som trugan skall klara av vid axiellt tryck valdes därför till ca 400 N för att säkerställa tillräcklig hållfasthet. Vid drag uppskattades värdet godtyckligt till 150 N. Vridmomentet som trugan måste stå emot i axiell rotationsriktning uppskattades till 10 Nm vilket motsvarar en rotationskraft på 200 N längst ut på trugans vinge.

4.6 Tillverkning och material

[Konfidentiellt]

4.7 Varumärket SKIGO

Här presenteras varumärket SKIGO ur olika perspektiv, både företagets juridiska varumärken och hur företaget positionerar sig på marknaden gentemot konkurrenterna. En analys av formspråket som SKIGO använder sig av för att tilltala målgruppen presenteras också i det här kapitlet.

4.7.1 Juridiska varumärken

SKIGO AB har tre varumärken registrerade hos PRV:s nationella register (AllaBolag.se, 2015). Där ingår två figurmärken som båda är logotyper till företaget samt ett tredje ordmärke EX-ELIT som företaget marknadsför sina juniorskidor under. De två logotyperna är dels en gammal logotyp som registrerades på 90-talet samt en nyare logotyp som används på SKIGO:s nuvarande produktsortiment och visas i figur 15 nedan.

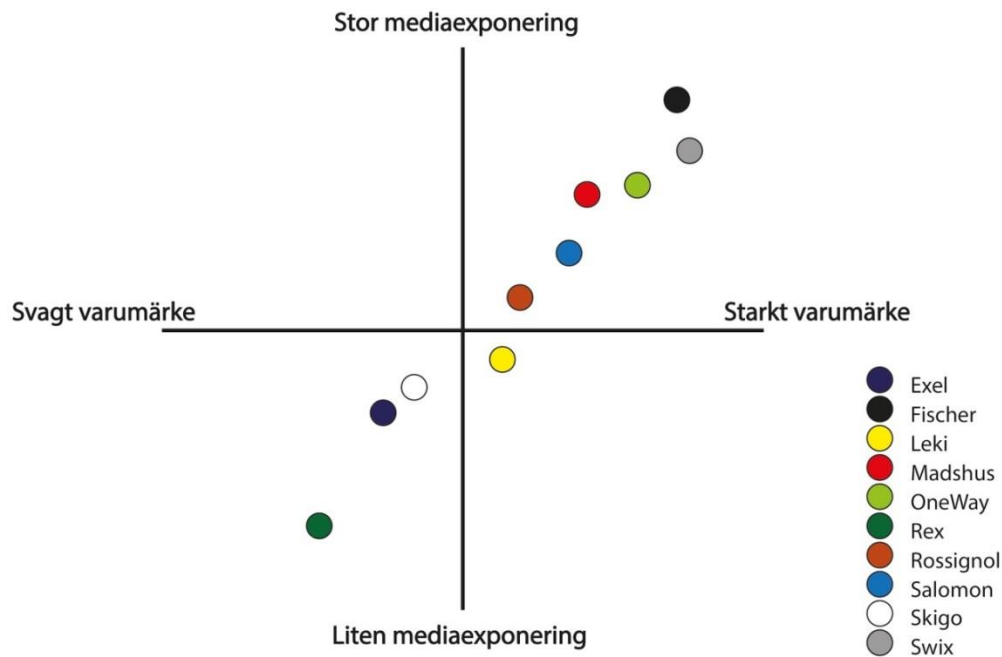


Figur 10. SKIGO:s nuvarande logotyp registrerades hos PRV 2012 (SKIGO, 2015)

4.7.2 SKIGO:s position på marknaden

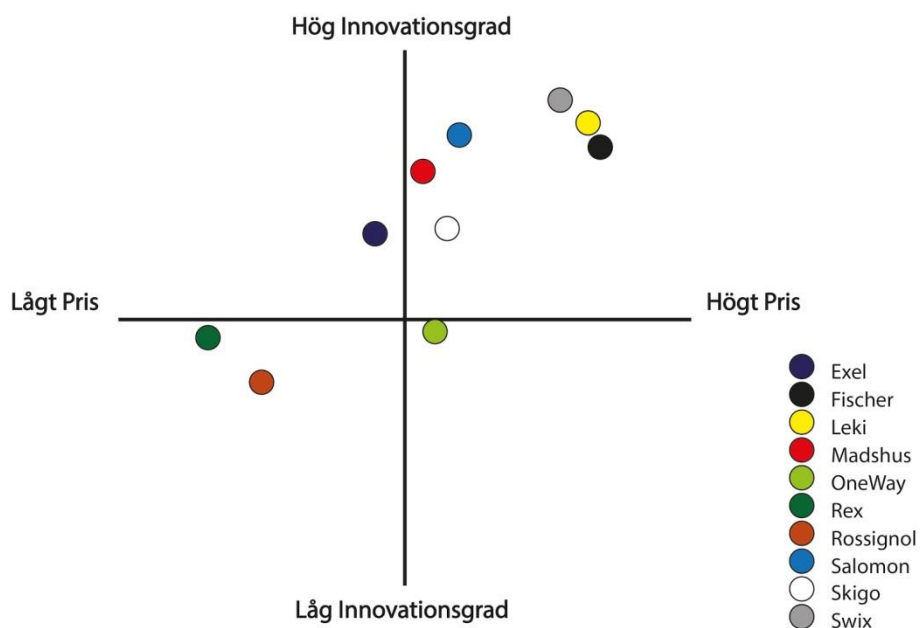
För att få en bild över hur SKIGO positioneras i förhållande till några av de största konkurrenterna avseende varumärke och image uppskattades två olika positioneringsmatriser. Studier av hur företagen exponeras i media, på tävlingar och på träning tillsammans med observation av butiksexponering och säljare har legat till grund för de uppskattningar som gjorts. Det som observerades var bl.a. pris, innovationsgrad, tid i tv, sponsrade åkare, företagsresurser, samt öppna frågor kring vilka varumärken säljare och åkare föredrar. Resultatet presenteras i figur 16 och 17, där enheterna på axlarna är medieexponering–varumärke och innovationsgrad–pris. De konkurrenter som analyserats är de 10 märken som folk enligt projektets brukarenkät (bilaga 1) använder och är Exel, Fischer, Leki, Madshus, Oneway, Rex, Rossignol, Salomon, SKIGO och Swix. Hänsyn har endast tagits till

företagens längdskidssortiment framförallt i Sverige, vilket gör att resultatet inte ger en heltäckande bild över hela världsmarknaden, men metoden ger dock en fingervisning.



Figur 11. Positioneringsmatris med medieexponering och varumärkesstyrka på axlarna

I figur 16 ses ett positioneringsdiagram över hur de olika företagen positionerar sig vad gäller medieexponering kontra varumärke. Ur grafen kan ett relativt tydligt linjärt samband ses där varumärkets styrka är starkt kopplat till graden av exponering i media. SKIGO som är ett relativt litet och ungt företag har här en bit kvar till de största konkurrenterna, både vad gäller varumärkets styrka och hur mycket företaget syns.



Figur 12. Positioneringsmatris med pris och innovationsgrad på axlarna

Om istället faktorerna pris och innovationsgrad ställs mot varandra fås diagrammet i figur 17. Här är sambandet inte lika tydligt som i föregående bild, men ett visst samband mellan faktorerna kan ändå ses. SKIGO intar här en position som ett relativt innovativt företag med rimliga prisnivåer. Det är dock svårt att jämföra de olika varumärkenas prisnivåer då de flesta har produkter som sträcker sig från enklaste modell till avancerade premiumprodukter, vilket leder till att prisnivån skiljer sig mycket mellan stavarna inom samma märke.

4.7.3 SKIGO:s formspråk

De flesta produkter inom längdskidbranschen bär ett relativt likartat formspråk då produkterna med sin lika funktion inte skiljer sig så mycket formmässigt. En viss enkelhet kan ändå skönjas i SKIGO:s design vid jämförelse med konkurrenterna. Ett illustrativt exempel visas i figur 18 där SKIGO:s truga jämförs med en likartad truga från Swix och en från Leki. Här ses tydligt hur de andra företagen försökt skapa ett skarpere intryck med vassa tänder på sidorna, och Lekis truga har även en del hål i sig för att visa på minimerad vikt.



Figur 13. Jämförelse av form på trugor från tre olika tillverkare (Swix AS, 2015)(Lekisport Ag, 2015)(SKIGO, 2015)

Vad som är mer utmärkande är det grafiska formspråket och hur företag väljer att marknadsföra sig med en grafisk profilering. För att illustrera hur SKIGO:s grafiska formspråk ser ut gjordes ett bildkollage där olika produkter från sortimentet visas (se bild 19).



Figur 14. Sammanställning av olika produkter i SKIGO:s sortiment (SKIGO, 2015)

Färgmässigt använder de sig utav mycket svart, vitt och magenta, där det svarta och vita till största del utgör produkten och magentafärgen används för att poängtera och förstärka element. Exempelvis på handremmen, där magentafärgen används som en pil för att markera att ratten ska skruvas medsols för att spänna remmen. På stavröret ses också hur magentafärgen använts vid markeringen för stavens längd. Även på förpackningarna används inslag av magenta, men där mer av estetiska skäl. Andra färger som återkommer är den blå färgen som bl.a. syns på rullskidorna nere till vänster i figur 19 och den guldiga färgen på stavröret. Rent grafiskt använder de sig av sin logotyp i stor utsträckning, där det svarta ställs mot det vita i skarp kontrast. Inslag av snöflingan, som är en del av märket, används också på flertalet produkter och det är inte alltid hela flingan som syns utan ofta en del av den som på handskarna i figur 19. I figur 20, visualiseras en sammanställning av de färger och logotyper som SKIGO i huvudsak använder sig av på sina produkter.



Figur 15. Färger och logotyper som SKIGO använder sig av på sina produkter (SKIGO, 2015)

5 Resultat – Produktspecifikation

Resultaten av hållbarhetsanalysen, funktionsanalysen samt en utvärdering av projektets marknadsreferens presenteras i följande kapitel. Kapitlets olika delar summeras i en fullständig kravspecifikation (avsnitt 5.4).

5.1 Hållbarhetsanalys

Resultatet av SLCA-analysen (Sustainability life cycle assessment) presenteras i text nedan, samt i tabellform i bilaga 5.

Råvaruutvinning

En längdskidstav och dess komponenter är väldigt optimerade vad gäller material och konstruktion då de används i tävlingsammanhang av den yttersta världseliten. Det här utgör till viss del en begränsning kring olika förbättringsmöjligheter då det är svårt att förändra material och form utan att förändra stavens prestanda. Polyamid som används till trugorna framställs från de ändliga resurserna råolja och naturgas som tas från jordskorpan (Terselius, 2008). Även materialet till spetsen, metall, är en ändlig resurs som utvinns ur jorden. Det framställs även en del kemikalier som används till lim, grafiska tryck och ytbehandlingar. Därmed är råmaterialfasen en stor bidragande faktor till ohållbarhet.

Produktion

Produktionen av SKIGO:s trugor ligger i Kina och de processer som används är relativt hållbara där exempelvis spill av material i hög grad går att minimera. Därmed antogs produktionen vara av mindre betydelse ur ett ekologiskt perspektiv. Den har däremot stor inverkan på företagets ekonomiska hållbarhet, då tillverkningskostnaderna för varje komponent endast är en bråkdel av vad de hade varit vid tillverkning i exempelvis Sverige (Karlsson, 2015). Det är därmed inte ekonomiskt hållbart att förlägga produktionen lokalt i Sverige eller i Västeuropa för att minimera distributionspåverkan på miljön. De sociala aspekterna vid tillverkning är svåra att kontrollera och då SKIGO inte äger sina egna fabriker är det svårt att som liten aktör göra stora förändringar.

Transport

Transporter sker framförallt med båt och sedan lastbil där fossila bränslen förbrukas, men sett till hela livscykeln står den här fasen ändå för liten påverkan. Frakt med båt är en betydligt miljövänligare fraktmetod än lastbil eller flyg, då det endast släpper ut 1/40 av vad lastbilsfrakt gör (Havmiljöinstitutet, 2014).

Användning

Användarfasen har nästintill obefintlig påverkan hållbarhetsmässigt, då produkten i stort sett kan antas vara passiv. Det enda som inverkar i den här fasen är om användaren väljer att uppgradera delkomponenter eller om de går sönder och måste bytas ut.

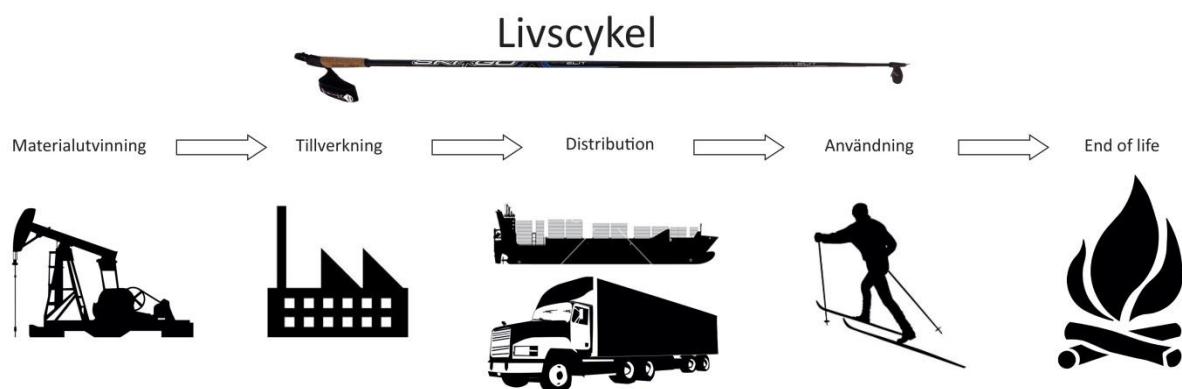
Slutfas (End of life)

En längdskidstav består till stor del av kolfiber och alla delkomponenter som inte består utav kolfiber är limmade på kolfiberröret. Materialet i kolfiber går ej att återvinna utan går i bästa fall till energiåtervinning och övriga komponenter som är limmade på röret avlägsnas sällan, vilket leder till att de därmed också går till energiåtervinning. Det är ett onödigt ohållbart tillvägagångssätt då de andra materialen faktiskt kan återvinnas men att de på grund av konstruktionen av produkten inte gör så. Själva plasten på trugan är inte heller försedd med

någon märkning som beskriver vilket material den består av. Här fanns det mycket att förbättra och därmed kunde slutsatsen göras att slutfasen i produktens livscykel var extra viktig då målet är att återvinna så mycket som är möjligt.

Sammanfattning

Stavens och trugans livscykel följer idag ett linjärt flöde (se figur 21) från råvaruutvinning till resthantering där utvärdering av livscykel faserna, med hjälp av SLCA, har visat att det för staven finns bäst förändringspotential vid resthanteringen (end of life). I den fasen föreslår verktyget Ecodesign strategy wheel bl.a. designtaktiken ”design for disassembly”, dvs. att produkten utformas till ett modulbaserat system där enkel montering och demontering av delkomponenter står i centrum. På så sätt kan olika materialslag återvinnas var för sig eller föras tillbaka in i kretsloppet, istället för som i nuläget fullständigt förbrännas och gå till energiåtervinning.



Figur 16. SKIGO längskidstav livscykel

5.2 Funktionsanalys

Fullständig funktionsanalys återfinns i bilaga 3.

5.3 Referenslösning

Referenslösningen beskrivs i det här projektet inte utav en sammanslagning av dellösningar från olika produkter då de i många fall inte är kompatibla med varandra. Referensen beskrivs således av de fyra produkterna som finns på marknaden idag från varumärkena Swix, Fischer, Salomon och Leki. I figur 22 presenteras på vilket sätt samt hur väl de olika produkterna löser centrala delfunktioner. Urvalet av delfunktioner gjordes baserat på hur enkla de var att analysera samt dess relevans för den totala produkten. De dellösningar som är utmärkande i positiv bemärkelse markeras med grönt för att på ett tydligt sätt visa hos vilken konkurrerande produkt de ”bästa” lösningarna till respektive delfunktion finns, för att kunna analysera dessa och dess potential. De dellösningar som fungerar mindre bra hos produkterna markeras med rött för att belysa diverse problemområden. De olika dellösningarna används som ett verktyg för att se på olika möjligheter vad gäller korsbefruktning av redan existerande lösningar. Viktigt att poängtera är dock att det i den här matrisen inte togs någon hänsyn till rådande patent för produkterna och de olika dellösningarna. På så sätt undveks lösningar i idégenereringsfasen som annars kan uppkomma. Det här förhållningssättet utgjorde därmed en avgränsning som måste tas i beaktning längre fram i projektet.

Funktion	Triac	Multi-tip	Quick switch	Sharkfin
Byta area	Hela trugan	Hela trugan	Hela trugan	Extra vinge
Byta spets	Ja, hela trugan	Ja, hela trugan	Ja, hela trugan	Nej
Minimera delkomponentsantal	2st	3st	2st	4st
Styra riktning	Skåra	Stopp i gänga	Hål i stav	Fastlimmad
Fastspänning	Skruvhylsa/mutter	Gängor + låssprint	hylsa	Skruvförband
Försvåra felhantering (1-10)	8	7	6	5
Minimera påverkan på stav(1-10)	3, anvisning och skåra	10, ingen påverkan	6, borrade hål	10, ingen påverkan
Kompatibel med hela sortimentet	Nej, skåra + anvisning	Ja	Nej, borra hål	Ja
Enkel montering: tid och påverkan av kyla	5, två händer krävs	7, en hand	5, två händer krävs	3, verktyg och pilligt
Förstamontering: tid och möda (1-10)	10	3	10	5 (vanlig limmad truga)
Förstamontering: riktning på truga (1-10)	10, skåra	2, svårt att se vilken riktning som det ska va	10, hål	5 (vanlig limmad truga)

Figur 17. Referensmatris som kartlägger hur väl konkurrenters produkter löser olika delfunktionerna.

Poängsättning som används i figur 22 baseras på en skala från 1-10, där 1 anses vara dåligt och 10 anses vara bra. De delfunktioner som ansågs vara viktigast och de funktioner som låg till grund för konceptgenereringen var:

- Byte av area
- Byte av spets
- Styra riktning
- Fastspänning
- Kompatibilitet med hela sortimentet

De olika produkterna uppfyller funktionerna på skilda sätt, se referensmatrisen ovan.

5.4 Kravspecifikation

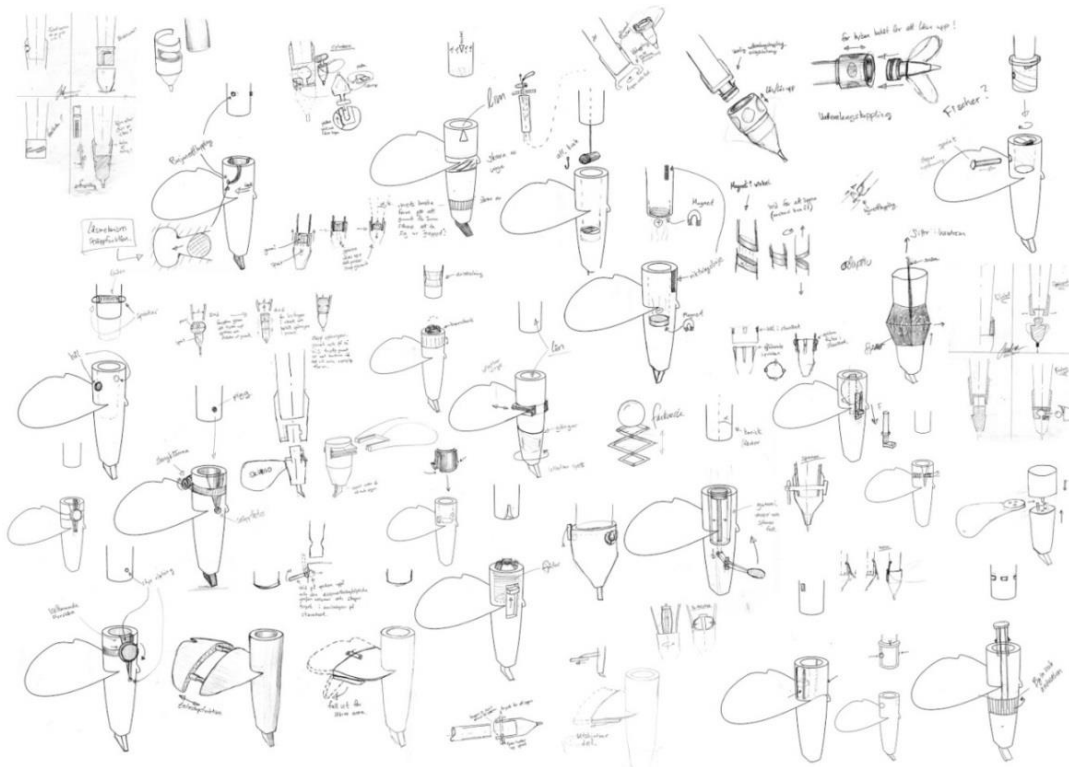
Hela kravspecifikationen återfinns i bilaga 4.

6 Resultat – Konzeptgenerering

I följande kapitel redogörs för resultatet av de steg som utfördes för att komma fram till olika koncept.

6.1 Idégenerering

Det skapades en *inspiration board* med bilder tagna från olika tillämpningsområden, exempelvis inom VVS, konstruktion och elinstallation där olika fästordningar används. Med den som stöd framkom ett brett spektra av dellösningar till hur trugan kunde fästas på stavröret. En annan metod som visade sig vara effektiv var att se sig omkring i vardagen efter diverse kompletta låsanordningar eller delar av låsanordningar som gick att applicera på projektet. Det framkom genom Brainstorming samt *inspiration boarden* en stor variation av lösningar till den morfologiska matrisens olika delfunktioner. Flertalet av funktionslösningar var dock inte kompatibla med varandra, således minskade möjliga kombinationsmöjligheter, trots matrisens bredd. För fullständig morfologisk matris, se bilaga 6. I figur 23 nedan illustreras några av de första skisserna till lösningar som framkom genom att kombinera dellösningarna från den morfologiska matrisen på olika sätt samt koncepten från idégenereringsmetoderna.



Figur 18. Enka skisser som framkom på olika koncept från idégenerering och den morfologiska matrisen

6.2 Eliminering av koncept

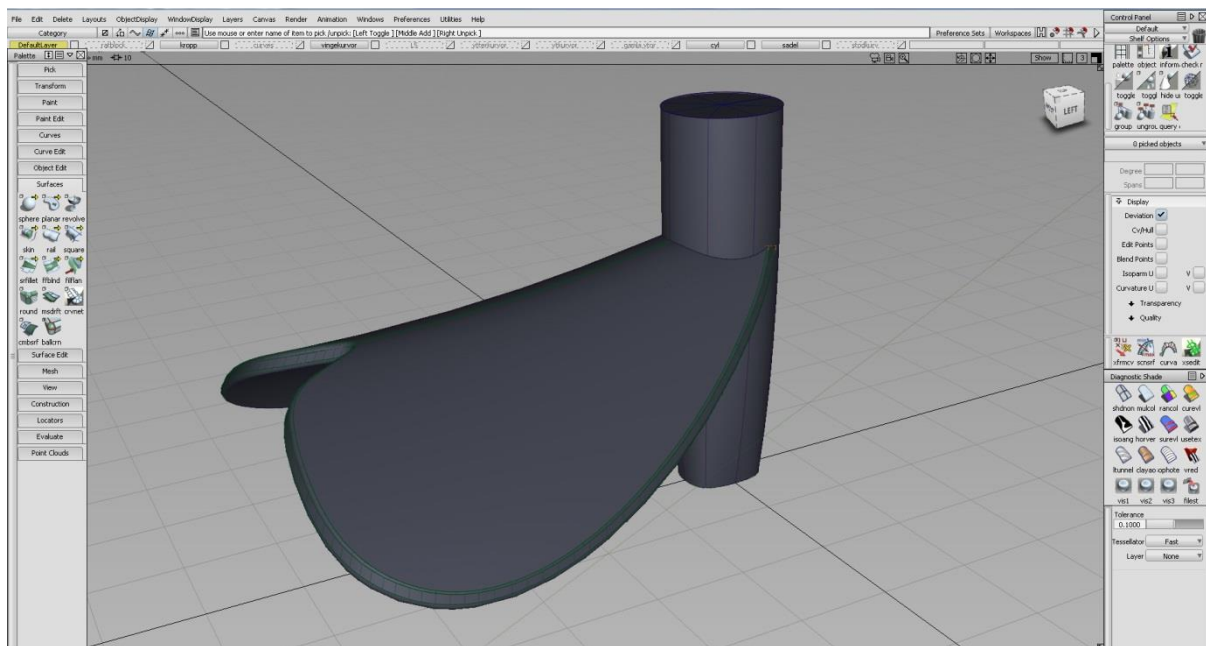
Genom en elimineringsmatris (bilaga 7) gjordes ett urval där de idéer som framstod orealistiska eller på annat sätt överflödiga i en fortsatt utvecklingsprocess sållades bort. Här kunde således antalet koncept reduceras från ca fyrtio ner till endast sju kvarvarande. De resterande sju undersöktes vidare, i kapitel 7, för att kontrollera dess duglighet mot varandra och kravspecifikationen.

7 Resultat – Konzeptutveckling

De sju koncept som togs vidare från konceptgenereringen presenteras i bild samt förklarande text under avsnitt 7.1. I avsnitt 7.2 presenteras utvärderingar av konceptens potential.

7.1 Konceptbeskrivning - Skisser och CAD-modeller

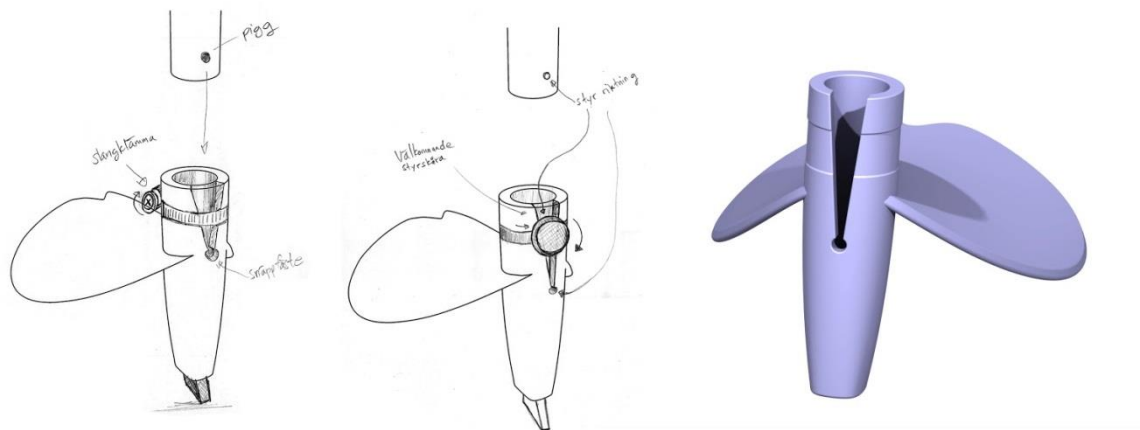
Till en början skapades en principiell datormodell av en SKIGO-truga, se figur 24 nedan, i ytmodelleringsprogrammet Autodesk Alias AutoStudio 2015. Anledningen till att trugan skapades i ett ytmodelleringsprogram var för att på ett enkelt sätt skapa de dubbelkrökta ytorna som vingen har. Modellen är ingen exakt kopia utan endast ett skissunderlag för framtida konceptutvärdering i CAD.



Figur 19. Ytmodellering av truga i Alias

För att på ett effektivt sätt kunna utvärdera de koncept som framkommit och snabbt kunna prova olika konceptvariationer exporterades trugan till solidmodelleringsprogrammet CATIA V5. De sju koncept som gått vidare presenteras och förklaras ingående i följande avsnitt 7.1.1 – 7.1.7.

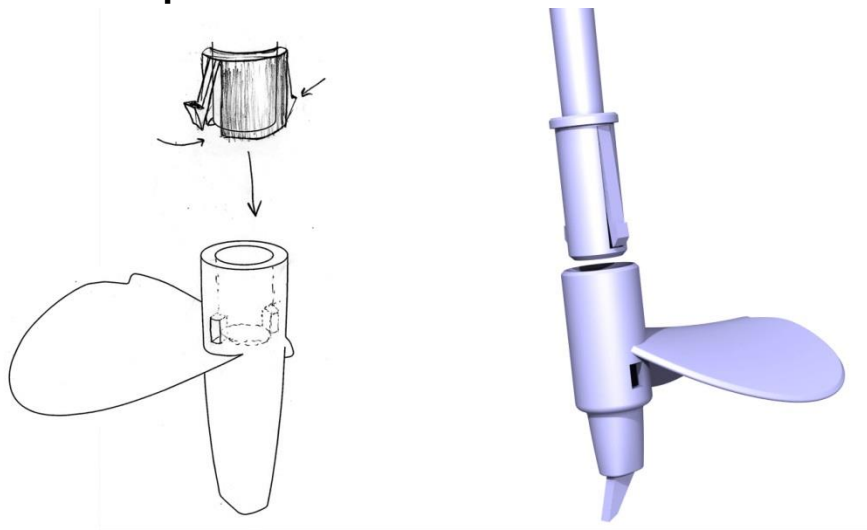
7.1.1 Koncept Slangklämma



Figur 20. Koncept Slangklämma från skiss till CAD-modell

Koncept Slangklämma (se figur 25) består av två delar men där brukaren bara behöver handskas med en del. Den största delen är trugan som är försedd med en kilformad öppning in i stavrörshålet från framsidan av kroppen. Längst ner i kilspetsen finns ett cirkulärt hål som är del av samma öppning. Runt kroppen ovanför vingens infästning går ett spår där en spännanordning ska sitta. Vad spännanordningen består utav är här ännu ej fastställt, men någon form av "slangklämma" illustreras i skisserna ovan. Staven är om möjligt försedd med en utstående "pigg" som styr staven i rätt riktning, ner i hålet. Hålets kilform gör här att stavröret enkelt ställer in sig i rätt riktning. Piggan klickas sedan ner i det cirkulära hålet och därmed är röret på plats. För att ytterligare förstärka infästningen spänns sedan spännanordningen och trugan kramar åt röret och kilöppningen sluts något. Det är i stort sätt friktionen som nu håller trugan på plats, men slutningen av kilöppningen gör även att piggan blir låst i det cirkulära hålet och förhindrar ytterligare att trugan kan lossna.

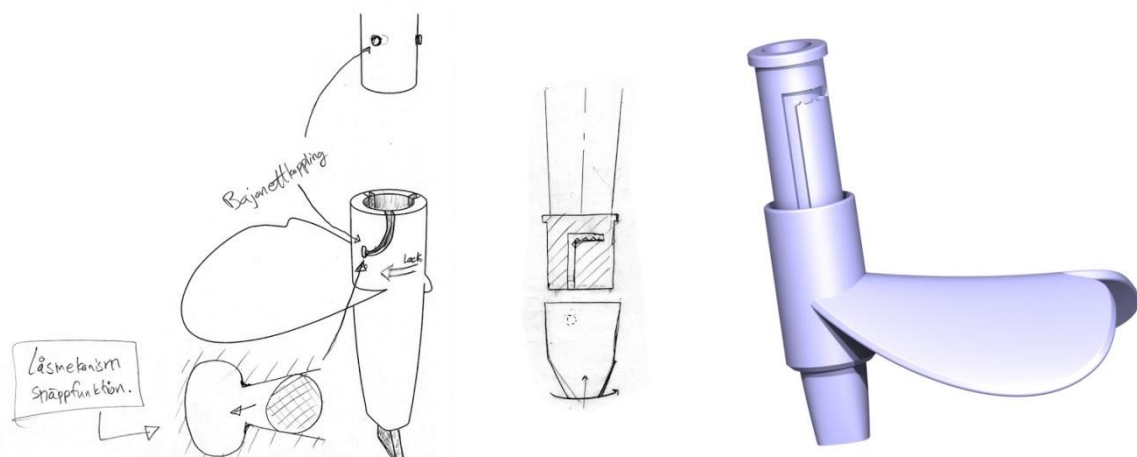
7.1.2 Koncept Klicket



Figur 21. Konceptet Klicket från skiss till CAD-modell

Klicket (se figur 26) består av två delar, dels trugan och dels en hylsa som limmas på staven. Hylsan är försedd med två fjädrande sprintar som i normalläget sticker ut utanför hylsan. Längs ner på sprintarna finns det två hullingar som sticker ut med en kant från sprinten. I trugkroppen finns två hål som matchar hullingarnas position då hylsan är på plats i trugan. På så sätt hålls trugan i rätt läge och hindras från att åka av staven. För att lossa trugan trycks hullingarna in och stavröret med hylsan kan då dras ut.

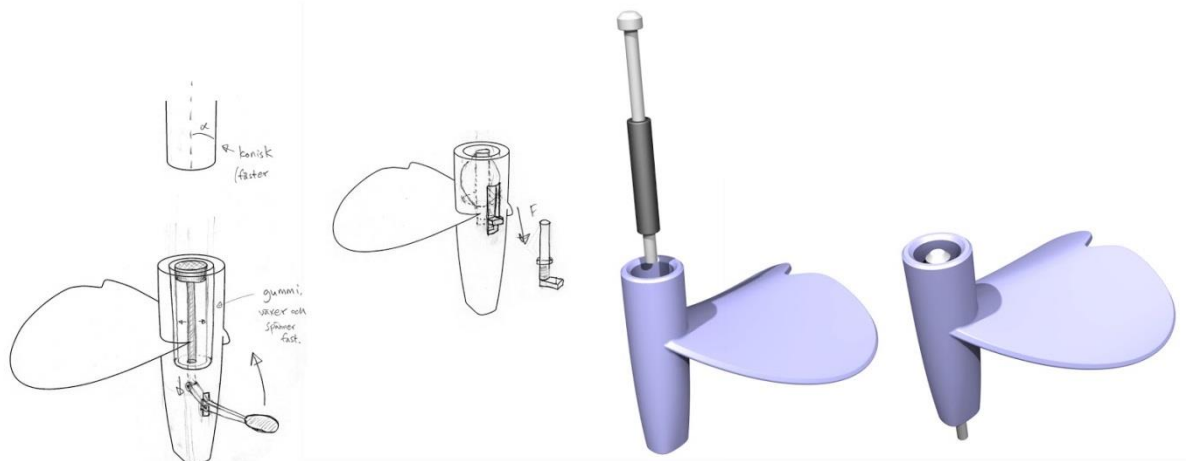
7.1.3 Koncept Bajonett



Figur 22. Konceptet Bajonett från skiss till CAD-modell

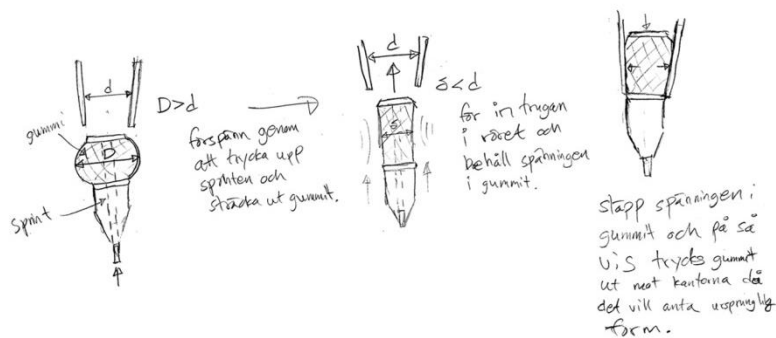
Bajonettkonceptet (se figur 27) består av två delar. En hylsa som limmas på staven samt själva trugan. Hylsan är skårad axiellt samt periferiellt för att kunna låsa trugan i axially. Insidan av trugan är försedd med en utstickande pigg som passar i skåran. Låsning i axiellt rotationsled fås med hjälp av snäpplås för piggen som är implementerade i skåran.

7.1.4 Koncept Gummimolly



Figur 23. Konceptet Gummimolly från skiss till CAD-modell

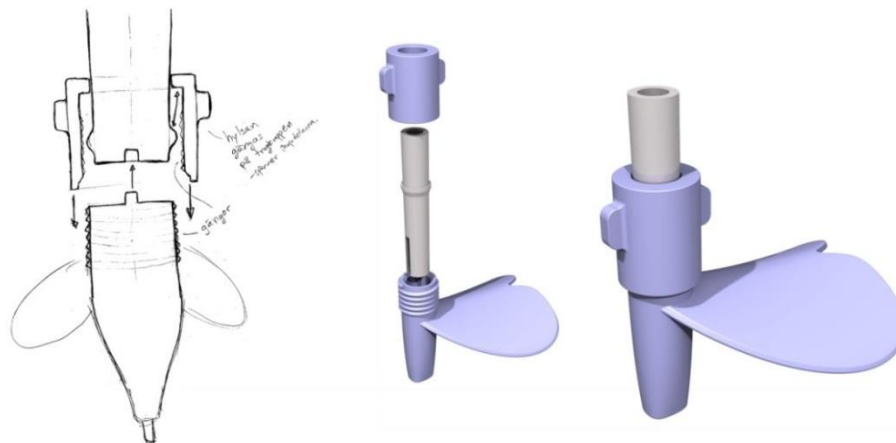
Konceptet Gummimolly (se figur 28) består av två skilda lösningar som bygger på samma teknik, dvs. att expandera gummi inuti det koniska röret. Den första varianten, “Gummimolly - tryck” består av en truga med ett hål i för stavröret och är även försedd med ett mindre hål för en skruv. Kring skruven finns en gummipackning som tillsammans med skruven hamnar på insidan av stavröret. När röret träs på har det alltså trugkroppen på utsidan och gummit med skruven på insidan. Då röret är på plats spänns skruven genom att den dras neråt, alternativt skruvas åt så att gummit trycks ihop inuti stavröret. Då gummit trycks ihop expanderar materialet utåt och det skapas ett tryck mot stavröret som på så vis hålls på plats, dels genom friktion och dels genom rörets koniska form. För brukaren består alltså det här konceptet endast av en del, vilket är en stor fördel, men ur ett tillverkningsperspektiv blir den mer komplicerad.



Figur 24. Förklarande skiss av konceptet Gummimolly där gummit dras ut

Den andra varianten, “Gummimolly - drag” är i stort sätt likadan som den med tryck, med den enda skillnaden att gummit från början har en expanderad form där dess diameter är större än rörets hål (se figur 29). När trugan ska sättas på stavröret dras gummit ut så att det blir smalare, och gummit går därmed in i hålet i röret. När trugan är på plats avlägsnas den utdragande kraften på gummit vilket gör att den vill återgå till sin gamla form och det skapas därmed likt den första varianten ett tryck på insidan av röret som håller trugan på plats.

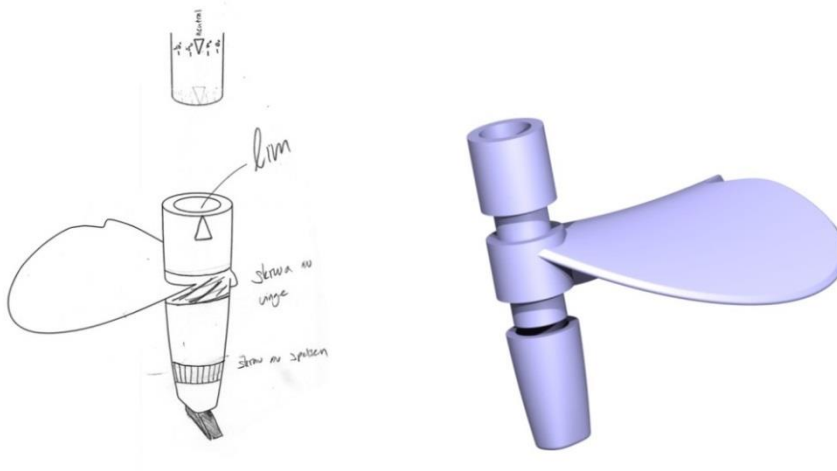
7.1.5 Koncept Kranmutter



Figur 25. Konceptet Kranmutter från skiss till CAD-modell

Koncept Kranmutter visas i figur 30 ovan och består av två delar, en truga och en mutter. Trugan har ett hål i kroppen för stavröret, gängor på utsidan av kroppen och är försedd med en vertikal styrribba inuti hålet. Stavröret har således ett motsvarande styrspar för att låsa trugan i rätt läge. Stavröret är även försedd med en utstickande kant som låser muttern kring stavröret så den inte kan åka av. Den andra delen, muttern, är försedd med invändiga gängor och är den komponent som spänner fast konstruktionen. Muttern sitter på stavröret ovanför den utstickande kanten vilket gör att den inte går att ta av stavröret. När en truga ska monteras förs trugan på stavröret så att den passar med styrspar i staven. När trugan är i rätt läge förs muttern ner och skruvas åt i trugans gängor och på så sätt spänns trugan fast.

7.1.6 Koncept Byta vinge



Figur 26. Konceptet Byta vinge från skiss till CAD-modell

Det här konceptet syftar framförallt till att tillgodose behovet att byta area på vingen (se figur 31). Det består av tre delar: vinge, kropp och spets. Kroppen är gängad nertill och limmas på staven och vingen träs på kroppen. För att klämma fast vingen skruvas spetsen på underifrån och skapar ett tryck mellan vingen och kroppen som håller vingen på rätt plats. En möjlighet att vidareutveckla detta koncept skulle vara med olika varianter på spetsar som kan användas både till rullskidåkning samt på snö.

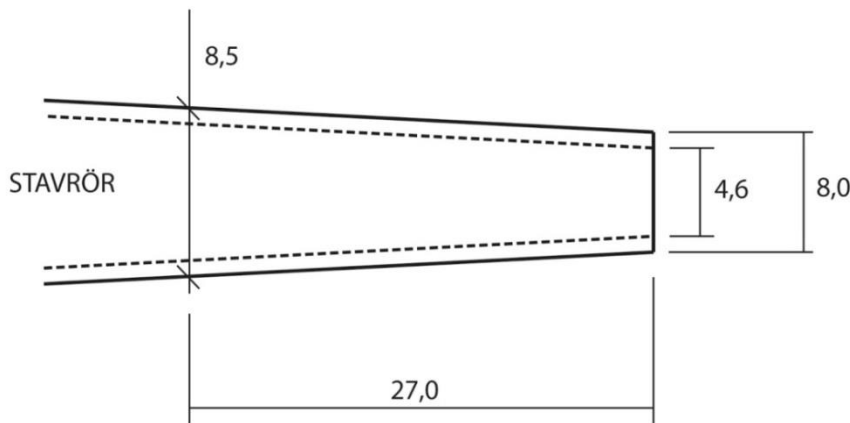
7.1.7 Koncept Klo

[Konfidentiell text]

7.2 Konzeptutvärdering

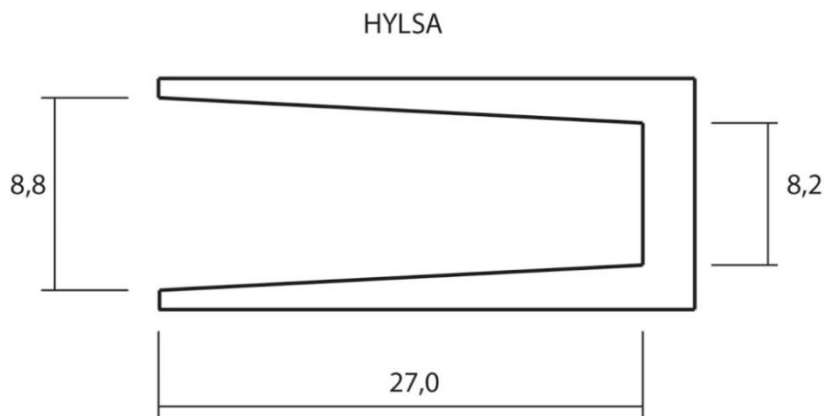
Koncepten som presenterades i kap 7.1 skrevs ut i 3D-skrivare och utvärderades med avseende på hur väl de uppfyller kravspecifikationen samt funktioner från brukarstudierna. Resultat och reflektioner kring de utskrivna modellerna presenteras i kapitel 7.2.1 – 7.2.6. För att effektivisera processen skrevs endast kroppen till lösningskoncepten ut. Stora delar av vingen togs därmed bort men markerades med en avsatts.

De mått ett 8 mm brett stavrör har illustreras i figur 33 nedan. Längst ner håller röret måttet som nämns i angivelsen (8mm) och där trugan tar slut, 27 mm upp på röret, har det diametern 8,5 mm.



Figur 27. Dimensioner vid änden på stavröret

Genom utskrift av diverse olika koncept framgick att följande mått på hylsa och truga var att föredra för att få till en bra passform mot ett 8 mm brett stavrör (se figur 34). Innerdiametern längst in, 27 mm in i hylsan eller trugan, behövde vara 8,2 mm samtidigt som ytterdiametern längst ut fungerade bra vid 8,8 mm.



Figur 28. Dimensioner för eventuell hylsa vid 3D-utskrift

7.2.1 Utvärdering Slangklämma



Figur 29. Utskriven 3D-modell av koncept Slangklämma

Tester av en utskriven 3D-modell (se figur 35) visade på en stor potential då materialet hade tillräcklig svikt för att, när det kramades åt, sätta sig med tillräcklig kraft runt röret. Spännanordningen som testades var en slangklämma, men en vidareutveckling för att förenkla åtdragning utan verktyg samt för att minska vikten, fastslogs som en nödvändighet.

7.2.2 Utvärdering Klicket



Figur 30. Utskriven 3D-modell av koncept Klicket

Tester av en 3D-modell (se figur 36) påvisade att de fjädrande sprintarna inte uppnådde önskad effekt. Sprintarna var sköra och gick enkelt sönder vid borttagning av trugan. De visade inte heller upp tillräcklig elasticitet för att låsa trugan ordentligt. Det kan dock bero på materialet som i 3D-skrivaren inte håller lika god kvalitet som den färdiga produkten kommer ha, men det visar ändå på en svaghet hos konceptet. Lösningen bygger även på att det finns ett visst glapp mellan de båda delkomponenterna vilket inte är optimalt.

7.2.3 Utvärdering Bajonett



Figur 31. Utskriven 3D-modell av koncept Bajonett

Bajonetten gav bra resultat för kraftupptagning i vertikal riktning när en utskriven 3D-modell testades (se figur 37). Snäppfunktionerna för att ta upp kraft i rotationsled höll inte för upprepad användningen och inte heller för att ta upp ett vridmoment på 10 Nm. Detta kunde dock lösas med en låshylsa med två piggar som fäster både i hylsan samt trugan enligt nedanstående figur 38. Det här konceptet ställer krav på bra toleransnoggrannhet för att undvika glapp eftersom trugan inte spänns fast i hylsan.



Figur 32. Utskriven 3D-modell av Bajonett med två olika varianter av låshylsa

Då den tidigare förklarade låshylsan framstod som vek i konstruktionen och då den till formen påminner mycket om den som Fischer använder till sin produkt utvecklades en egen variant som löser problemet på ett liknande sätt. Den nya låshylsan har ett hexagonalt hål som passar kring både trugkroppen och hylsan som har motsvarande hexagonala form (se figur 38). Genom att föra ner låshylsan över trugkroppen och hylsan hindras därmed de båda komponenterna från att rotera inbördes mot varandra. Tillverkning genom traditionell formsprutning blir troligtvis svårt, då de utstickande piggarna erfordrar mycket komplicerade tillverkningsverktyg vilket i sin tur medför dyrare produktionskostnader (Boldizar, 2015).

7.2.4 Utvärdering Gummimolly



Figur 33. Utskriven 3D-modell av koncept Gummimolly

För att testa konceptet byggdes en funktionell modell som visade på att trugan hålls väl på plats i axiell riktning mha. av gummit (se figur 39). Dock behövs någon form av funktion som hindrar trugan från att rotera kring stavröret. I försöket användes en skruv och mutter för att klämma ihop en PVC-slang. Gummi vore att föredra istället för plast, men det framgick ändå tydligt att tekniken fungerar. Ett koncept för hur gummit ska tryckas ihop måste vid fortsatt utveckling utformas på lämpligt sätt. Skruven fungerade bra, men då krävs att spetsen skruvas på underifrån. Det kräver i sin tur en cylindrisk spets som är oberoende av riktningen. Det har SKIGO:s nya lättviktstruga för att öka fästet samt minska friktionen då staven dras tillbaka (SKIGO, 2015). Om en cylindrisk spets går att använda på konceptet måste utvärderas vidare. Den andra varianten av Gummimolly var svår att få till då gummit måste sitta väldigt hårt i de båda ändpunkterna för att kunna sträckas ut, därmed valdes den här varianten bort från fortsatt utveckling.



Figur 34. Utskriven 3D-modell av utvecklat koncept Gummimolly

Det skapades en vidareutvecklad modell, med roterande spets och styrskåra i stavrör samt motsvarande styrkil i trugan (se figur 40). Den visade på god potential och satt där den skulle med enkel montering. Det gjordes ett dragtest och vid stor handkraft kunde ändå trugan avlägsnas från stavröret. Det måste dock tas i beaktning att stavröret borrades ur och därmed förlorade sin koniska form som håller trugan bättre på plats. Det gjordes då de komponenter

som fanns tillgängliga för testet hade för stora dimensioner. Problemet som framgick var att kolfiberröret är skört, och frågan är hur en skåra i röret påverkar hållfastheten. Ett problem som inte var framträdande under testet, men som kan komma att påverka, är att skruven och gummit kan rotera med muttern, vilket leder till att skruven ej dras åt. Här borde någon lösning för högre friktion ses över. En annan fråga som framkom var hur litet konceptet går att göra och hur det förändrar prestandan. I det här testet användes ett 10 mm rör, där innerdiametern borrades ur till 9 mm för att en M4-skruv skulle kunna få plats i röröppningen. Test borde således utföras på rör med diametern 8 mm och se huruvida det går att få in erforderliga komponenter, skruv samt gummi, i röröppningen.

7.2.5 Utvärdering Kranmutter



Figur 35. Utskriven 3D-modell av koncept Kranmutter

Ett komplett test med en 3D-utskrivna prototyp var svårt att genomföra då gängor är komplicerade att skapa i 3D-skrivare. Delarna skrevs ändå ut för att se hur de passade med varandra, vilket påvisade stor potential (se figur 41). Tekniken som används har testats i andra applikationer, som rörkopplingar och visat på stor styrka i förbandet, vilket ändå ger det här konceptet stor trovärdighet. En svårighet konceptet medförde var den kant som måste integreras i stavröret för att hindra låsmuttern från att glida av. En annan komplikation som uppstår blir att få låsmuttern över kanten då den ej kommer att gå på från handtagshållet. Det kan eventuellt lösas mha. vinklade flänsar som tillåter att hylsan träs på men ej av. Alternativt om kanten monteras i efterhand och låsmuttern således kan föras på ovanför kanten från början.

7.2.6 Utvärdering Byta vinge



Figur 36. Utskriven 3D-modell av koncept Byta vinge

Även här var ett komplett test med en 3D-utskrivna prototyp svårt att genomföra då konceptet innefattar gängor. En prototyp utan gängor skrevs dock ut och visade sig vara väldigt smidig (se figur 42). Att skruva fast spetsen underifrån ställer krav på en cylindrisk spets som ej är beroende av riktning, vilket som tidigare nämnts SKIGO:s nyaste truga redan har. Det behöver också finnas någon form av anvisning som gör att vingen hamnar i och håller sig i rätt vinkel, då den annars är fri att rotera kring kroppen. Ett visst glapp observerades även i den tidiga modellen mellan vingdelen och trugkroppen, varpå längden som de två interagerar med varandra förlängdes, se figur 43 nedan.



Figur 37. Utskriven 3D-modell av utvecklat koncept Byta vinge

7.2.7 Utvärdering Klo

[Konfidentiell text]

8 Resultat – Konceptval

Baserat på framkomna resultat och reflektioner från testerna som gjordes på de utskrivna prototyperna i avsnitt 7.2 ställdes de sju kvarvarande koncepten mot varandra i en urvalsmatris (se figur 45). Kriterierna togs fram utifrån brukarundersökningarna, men även i samråd med handledare från SKIGO. Här kunde två koncept, Slangklämma och Klicket, elimineras direkt och de fem återstående koncepten utvärderades vidare tillsammans med representanter från företaget. I den processen låg urvalsmatrisen som grund, men faktorer kring hur en eventuell tillverkning skulle kunna fungera och hur kostsam en produktionsomställning skulle se ut ansågs också viktiga.

Urvalsmatris (skattning skala 0-2, där 2 är bra)								
Urvalskriterium	Viktning (1-2)	Slangklämma	Klicket	Bajonett	Gummimolly	Kranmutter	Byta vinge	Klo
Ej modifiera stav	2	1	2	2	1	0	2	2
Ej limmad	1	2	0	0	2	2	0	0
Tillåter riktigsberoende spets	2	2	2	2	0	2	0	2
Fastspänning, inget glapp	2	2	0	1	2	2	2	1
Antal delkomponenter (kund)	1	2	1	0	2	1	0	0
Antal delkomponenter (tillv.)	1	0	1	0	0	1	0	0
Antal olika material	2	0	2	2	0	2	2	2
Komplexitet vid tillverkning	2	0	1	0	1	0	1	2
Monteringstid (förstamontering)	1	2	0	0	2	1	0	0
Monteringstid (trugbyte)	2	1	2	2	1	1	1	2
Demonteringstid (trugbyte)	2	1	1	2	2	2	2	2
Snökänslighet	2	2	0	1	2	2	2	2
Vikt	1	0	1	1	1	1	2	2
Hållbarhet, över tid	1	0	0	1	1	2	1	1
Ergonomi (Greppvänlighet)	1	0	0	2	1	2	1	1
Ergonomi (Erforderlig handkraft)	1	0	1	2	0	1	0	2
Eftermonterbar (andra/gamla stavar)	1	1	2	2	2	0	2	2
Total poäng		28	29	36	32	33	35	38

Figur 38. Urvalsmatris där de återstående koncepten vägs mot varandra

[Konfidentiellt]

9 Optimering – Slutgiltigt koncept

[Konfidentiellt]

10 Visualisering – Slutgiltigt koncept

[Konfidentiellt]

11 Slutsats

Produkten som projektet resulterat i erbjuder ett nytt konkurrenskraftigt gränssnitt mellan stavrör och truga som medför en tydlig minskning i arbetstid och antal arbetsmoment för användaren. Tidigare tog ett par trugor mellan 5 - 10 minuter att byta, medan de med den här produkten endast tar 10 - 15 sekunder. Projektets resultat visar på möjligheterna till att utveckla en produkt som löser huvudproblemet och även går att tillverka. Konceptet bygger på en relativt enkel funktion där användaren inte behöver göra några avancerade moment, eller använda verktyg för att montera eller demontera produkten. Projektet har resulterat i en produkt som ej påverkar stavröret och de olika delproblemen löstes, utan att betydande extra vikt eller skrymmande detaljer adderats till produkten. Det här gör att en framtida produkt är intressant för såväl motionärer som för de bästa elitåkarna. Systemet passar även hela SKIGO:s sortiment av stavar med en diameter på 8 mm, samt stavar från andra tillverkare av samma dimension. Det går således att sälja produkten separat för eftermontering av kunden vilket är en stor fördel gentemot konkurrerande produkter på marknaden. Genom utvalda former och grafiska inslag följer produkten på ett tydligt sätt SKIGO:s formspråk och en insatt skidåkare kan snabbt koppla produkten till företaget.

I hållbarhetsanalysen framkom att användning av lim, där komponenter utav olika materialslag limmas ihop bör undvikas. Det här konceptet lever således inte helt upp till de kraven, men en klar förbättring av andelen demonterbar plast kunde ändå åstadkommas. Här finns dock ett framtida behov av att försöka få bort limmet som fäster hylsan mot stavröret och på så sätt skulle ännu mer utav materialet i trugan gå att separera från stavröret och materialåtervinnas. En annan nackdel som finns med konceptet är att det består av 3 olika delar, vilket var mindre önskvärt, men för att eliminera en av delarna skulle modifikationer på stavröret varit nödvändiga. Det kan därmed ligga till grund för fortsatt utveckling av produkten, att försöka minska antalet delkomponenter från 3 till högst 2. På så sätt kan eventuellt vikten på produkten minskas och därigenom kan prestandan förbättras ytterligare hos produkten. På grund av projektets avgränsningar har inte alla kriterier i kravspecifikationen kunnat verifieras. Exempelvis har bristande tillgång till vinterföre lett till att den färdiga produkten inte utvärderats i vinterlandskap utan endast i datorsimuleringar. Olika toleranser mellan de ingående komponenterna borde också analyseras och verifieras. Det här måste göras innan produkten produceras till slutkund, för att kunna identifiera eventuella brister hos konstruktionen.

Då det på marknaden redan finns ett antal patenterade lösningar som löser problemet på olika sätt bör även en mer detaljerad studie göras av patent för att säkerställa att intrång har undvikits. Produkten löser dock problemet på ett unikt sätt vilket därmed borde medföra att det inte ligger till grund för något problem.

En nyttig erfarenhet som framkommit var att ett närmre samarbete med företag och tillverkare vore att föredra. Exempelvis hade det i många stunder varit effektivare och enklare för båda parter om projektgruppen och företaget haft sin verksamhet på samma plats. På så sätt kan processer skyndas på och beslut kan fattas snabbare och på mer konkreta grunder. En annan erfarenhet är den stora nyttan projektet fått från prototyper som skrevs ut i 3D-skrivare. Det här gav oerhört mycket kvalitativ information genom snabba och direkta utvärderingar av olika dellösningar.

Litteraturförteckning

- Agndal, H., & Axelsson, B. (2012). *Professionell marknadsföring*. Lund: Studentlitteratur AB.
- Aktivx.se. (u.d.). Hämtat från Aktivx.se: <https://www.aktivx.se/sida/Om-Stavar> mars 2015
- AllaBolag.se. (2015). *SKIGO AB*. Hämtat från http://www.allabolag.se/5565189379/Skigo_AB
- BASF. (2015). Ultramid A3Z HP Polyamid 66. Michigan, USA.
- Basso, R., & Roy, P. (2001). Tube rolling, composites. i *ASM Handbook* (Vol. 21, ss. 565-569).
- Boldizar, A. (den 5 maj 2015). Personlig kommunikation.
- Dahlström, B., & Olovsson, I. (u.d.). *Snö*. Hämtat från Nationalencyklopedin: <http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/l%C3%A5ng/sn%C3%B6> den 14 mars 2015
- Donnadieu, & Girault. (2014). *Patentnr US20140209134 A1*. Frankrike.
- Enqvist, P., & Lindroth, M. (2008). *Konsten att bygga ett varumärke*. Halmstad: Högskolan i Halmstad.
- Erixson, F. (2015). *Langdskidakning.info*. Hämtat från <http://www.langdskidakning.info/> 2015
- Fédération International de Ski. (september 2014). Hämtat från FIS-SKI: http://www.fis-ski.com/mm/Document/documentlibrary/NordicCombined/04/30/53/Competitionequipment_1415_clean_English.pdf
- Havmiljöinstitutet. (den 24 september 2014). *Sjöfarten påverkar Sveriges havsmiljö*. Hämtat från <http://www.havsmiljoinstitutet.se/hav-och-samhalle/sjofart> februari 2015
- Hedge, R., Dahiya, A., & Kamath, M. G. (2004). *Carbon fibres*. Tennessee: University of Tennessee.
- Holmberg, M. J., & Lund, A. M. (2008). *A musculoskeletal full-body simulation of cross-country skiing*. Östersund: Mid Sweden University. doi:DOI: 10.1243/17543371JSET10
- Hågeryd, L., Björklund, S., & Lenner, M. (2002). *Modern Produktionsteknik del 1*. Stockholm: Liber AB.
- Johannesson, H., Persson, J.-G., & Pettersson, D. (2004). *Produktutveckling - effektiva metoder för konstruktion och design*. Stockholm: Liber AB.
- Karlsson, A. (2015). Personlig kommunikation.
- Karlöf, Pedersen, & Reiten. (2010). *Patentnr US8282131 B2*. Norge. Hämtat från Aktivx.se: <https://www.aktivx.se/sida/Om-Stavar> 2015
- Karlöf, Pedersen, & Reiten. (2010). *Patentnr US8505975 B2*. Norge.

- Karlöf, Pedersen, & Reiten. (2010). *Patentnr WO2011042498 A3*. Norge.
- Klason, C., & Kubát, J. (2002). *Plaster - materialval och materialdata*. Stockholm: Liber AB.
- Lenhart, K. (2007). *Patentnr US7926849 B2*. Tyskland.
- Lindstedt, P., & Burenus, J. (2006). *The value model*. Sweden: Nimba AB.
- Längdskidor.se. (2015). Hämtat från Längdskidor.se:
<http://www.längdskidor.se/varum%C3%A4rken-24134153>
- Mikalsen, Halvorsen, B.-E., & Jordheim, O. (den 26 november 2014). Stavkrangel til retten. *Dagens Naeringsliv*. Hämtat från
<http://www.dn.no/dnaktiv/2014/11/26/2156/Ski/stavkrangel-til-retten>
- Novakova-Marcincinova, L., Fecova, V., Novak-Marcincin, J., Janak, M., & Barna, J. (februari 2012). "Effective Utilization of Rapid Prototyping Technology". *Materials Science Forum, Vol 713*, ss. 61-66.
- Patent och registreringsverket. (2015). *Prv.se*. Hämtat från www.prv.se 2015
- Prospector. (2015). Hämtat från [prospector.se](http://www2.ulprospector.com/pm/8_pa66.asp): http://www2.ulprospector.com/pm/8_pa66.asp februari 2015
- RTP. (2015). Hämtat från [rtpcompany.se](http://www.rtpcompany.com/products/product-guide/nylon-66-pa-polyamide-66/): <http://www.rtpcompany.com/products/product-guide/nylon-66-pa-polyamide-66/> februari 2015
- Ryd, Y. (2007). *Snö- renskötaren Johan Rassa berättar*. Natur kultur allmänlitteratur.
- SKIGO. (2015). *SKIGO.se*. Hämtat från <http://www.skigo.se/>
- SMHI. (den 27 November 2013). *smhi.se*. Hämtat från
<http://www.smhi.se/kunskapsbanken/meteorologi/sno-fysikalisk-bakgrund-1.647>
 2015
- Terselius, B. (2008). *Plaster*. Hämtat från Nationalencyklopedin. mars 2015
- The natural step. (u.d.). Hämtat från The natural step: <http://www.naturalstep.org/en/the-system-conditions> februari 2015
- Therell, M., & Karlsson, A. (2011). *En jämförande studie av längdskidåkningsstavar*. Östersund: Mittuniversitet.
- Walsh, P. (2001). Carbon Fibers, Composites. i *ASM Handbook* (Vol. 21, ss. p 35–40).
- White, P., Pierre, L. S., & Belletire, S. (2013). *Okala Practitioner*. Phoenix, AZ: Okala Team.
- Ågren, J. (u.d.). *Pullvermetallurgi*. Hämtat från Nationalencyklopedin:
<http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/l%C3%A5ngpulvermetallurgi> den 7 may 2015

Figurförteckning

AASE GNIST (2015) *"Förenklad bild av förloppet vid tillverkningsmetoden formsprutning"*

hämtat från:

<http://www.magnusaase.no/lang/se/faq-formsprutning.html>

Fischer GmbH *"Företaget Fischers lösning "Multi tip system""* hämtat från:

<http://www.fischersports.com/en/Nordic/Technologies/Poles/Technology-Poles>

Lekisport Ag (2015) *"Företaget Lekis lösning sharkfin"* hämtat från:

<http://www.leki.com/vorschaltseite/uk/product-area/cross-country/poles/2105/primus-shark/>

Matbase (2003) *"Ultramid A3Z HP (Polyamid 66), relevanta egenskaper i siffror"*

hämtat från:

<http://www.matbase.com/material-categories/natural-and-synthetic-polymers/engineering-polymers/material-properties-of-polyamide-66-nylon-66-pa-66.html#mechanical-properties>

Okala (2105) *"Ecodesign strategy wheel"* [Elektronisk bild]. Hämtad från:

<http://www.okala.net/Okala%20Ecodesign%20Strategy%20Guide%202012.pdf>

Oy Redox ab (2015) *"Företaget rex lösning, endast för byte av rullskidspetsar"* hämtat från

http://rex.fi/files/2313/5911/9101/Rex_poles_2014_web.pdf

SKIGO AB (2015) Bilder erhållna från SKIGO:s bildbibliotek med tillstånd

Swix AS (2015) *"Företagets swix lösning triac"* hämtat från:

<http://www.swixsport.com/Products/Poles/Nordic/Spare-Parts/Basket-Triac-97-Large>

Alla bilder utan källa är egna bilder

Bilaga 1. Brukarenkät

Enkät om trugor

Examensarbete om trugor till längdstavar på Chalmers tekniska högskola, Göteborg

1. Vilken typ av längdskidåkare är du?

Markera endast en.

- Elit
- Elitmotionär
- Motionär
- Nybörjare

2. Byter du trugor vid olika snöförhållanden?
(Om svaret är 'Ja', var vänlig gå vidare till fråga 4)

Markera endast en.

- Ja
- Nej

3. Varför byter du inte trugor?
Välj max 3 alternativ

- Omständigt tillvägagångssätt
- Har inte behov av det
- Har olika stavar för olika förhållanden
- Har alltid på de största trugorna för det funkar oavsett förhållande
- Har trugorna som satt på när jag köpte staven och nöjer mig med det
- Kostsamt att köpa olika trugor att byta mellan
- Tidskrävande
- Övrigt:

4. Hade du uppskattat en produkt som underlättar bytet av trugor?
Markera endast en.

- Ja
- Nej
- Jag äger redan en sådan produkt

5. Använder du samma stavar till rullskidor som till skidåkning på snö?
Markera endast en.

- Ja
- Nej, pga omständigt trugbyte
- Nej, jag har specifika rullskidstavar
- Jag åker inte rullskidor

6. Vilken skidstav åker du med i dagsläget?

Markera endast en.

- Atomic
- Exel
- Fischer
- Komperdell
- Kv+
- Leki
- Madshus
- OneWay
- Rex
- Rossignol
- Salomon
- SKIGO
- Swix
- Åsnes
- Övrigt:

7. Köper du reservdelar till dina stavar?

Trugor, handtag, handrem etc

Markera endast en.

- Ja
- Nej

8. När köper du nya stavar?

Markera endast en.

- När de gamla stavarna går sönder
- När ny modell kommer ut på marknaden
- Uppgraderar till stavar med bättre prestanda

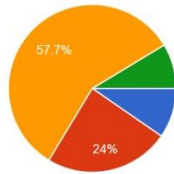
9. Vilka faktorer inverkar mest när du köper nya stavar?

Välj max 2 alternativ

- Varumärke
- Prestanda
- Pris
- Egen erfarenhet
- Nya tekniska innovationer
- Övrigt:

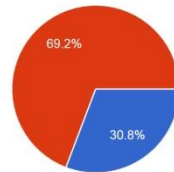
Sammanfattning av svar

1. Vilken typ av längdskidåkare är du?



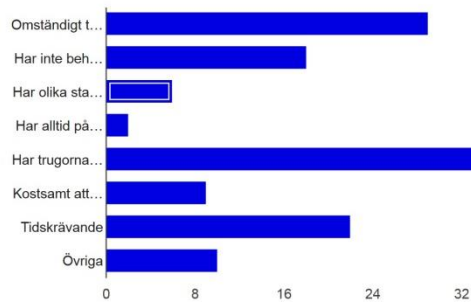
Elit	10	9.6 %
Elitmotionär	25	24 %
Motionär	60	57.7 %
Nybörjare	9	8.7 %

2. Byter du trugor vid olika snöförhållanden?



Ja	32	30.8 %
Nej	72	69.2 %

3. Varför byter du inte trugor?



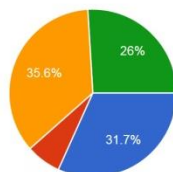
Omständigt tillvägagångssätt	29	38.7 %
Har inte behov av det	18	24 %
Har olika stavar för olika förhållanden	6	8 %
Har alltid på de största trugorna för det funkar oavsett förhållande	2	2.7 %
Har trugorna som satt på när jag köpte staven och nöjer mig med det	36	48 %
Kostsamt att köpa olika trugor att byta mellan	9	12 %
Tidskrävande	22	29.3 %
Övriga	10	13.3 %

4. Hade du uppskattat en produkt som underlättar bytet av trugor?



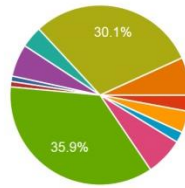
Ja	78	75 %
Nej	12	11.5 %
Jag äger redan en sådan produkt	14	13.5 %

5. Använder du samma stavar till rullskidor som till skidåkning på snö?



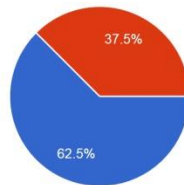
Ja	33	31.7 %
Nej, pga omständigt trugbyte	7	6.7 %
Nej, jag har specifika rullskidstavar	37	35.6 %
Jag åker inte rullskidor	27	26 %

6. Vilken skidstav åker du med i dagsläget?



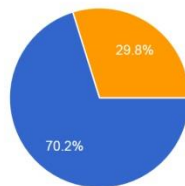
Atomic	0	0%
Exel	3	2.9%
Fischer	4	3.9%
Komperdell	0	0%
Kv+	0	0%
Leki	2	1.9%
Madshus	7	6.8%
OneWay	37	35.9%
Rex	1	1%
Rossignol	1	1%
Salomon	6	5.8%
Skigo	4	3.9%
Swix	31	30.1%
Åsnes	0	0%
Övriga	7	6.8%

7. Köper du reservdelar till dina stavar?



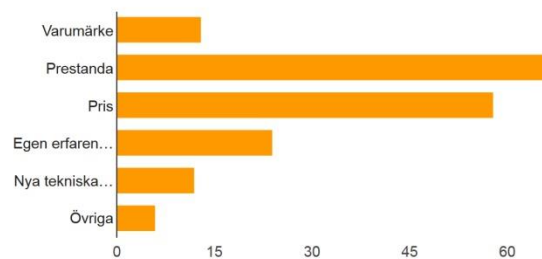
Ja	65	62.5%
Nej	39	37.5%

8. När köper du nya stavar?



När de gamla stavarna går sönder	73	70.2%
När ny modell kommer ut på marknaden	0	0%
Uppgraderar till stavar med bättre prestanda	31	29.8%

9. Vilka faktorer inverkar mest när du köper nya stavar?



Varumärke	13	12.5%
Prestanda	66	63.5%
Pris	58	55.8%
Egen erfarenhet	24	23.1%
Nya tekniska innovationer	12	11.5%
Övriga	6	5.8%

Bilaga 2. Konkurrerande företag

De företag som konkurrerar med SKIGO på marknaden är följande, med tillhörande webbadress.

- Atomic, Österrike (www.atomic.com/sv-SE/)
- Cober, Italien (www.cober.it/winter/)
- Exel, Finland (<http://www.exelsports.fi/>)
- Fischer, Österrike (<http://www.fischersports.com/en/Nordic/Home>)
- Komperdell, Österrike (<http://www.komperdell.com/>)
- KV+, Schweiz (<http://www.kv2.ch/>)
- Leki, Tyskland (<http://usa.leki.com/>)
- Madshus, Norge (<http://en-se.madshus.com/nordic-poles>)
- Masters, Italien(www.masters.it/en/)
- One Way, Finland (<http://www.onewaysport.com/>)
- Rex (Peltonen), Finland (<http://www.peltonenski.fi/rex-poles/>)
- Rossignol, Frankrike (<http://www.rossignol.com/SE/>)
- Salomon, Frankrike (<http://www.salomon.com/se/range/poles-nordic.html>)
- Start, Finland (<http://www.startskiwax.com/en/poles>)
- Swix, Norge (<http://www.swixsport.com/>)
- Techno, Schweiz (<http://www.tecnopro.eu/nordic/poles>)
- Åsnes, Norge (<http://www.asnes.com/skistav/>)

Bilaga 3. Funktionsanalys

Funktionsanalys Trugor				
Nr.	Funktion		Klass	Anmärkning (kommentar)
	Verb	Substantiv	HF= Huvudfunktion N= Nödvändig Ö= Önskvärd O= Önskad	
1	Huvudfunktioner			
	Överföra	Kraft	HF	Från stavrör till snön
2	Stödfunktioner			
	Ge	Bärighet	N	I snön
	Ge	Fäste	N	I snön
	Ge	Fäste	N	På is
	Ge	Fäste	N	På asfalt/grus
	Motstå	Plastisk deform.	N	Vid tänkt belastning
	Möjliggöra	Montering	N	Enkel. Av delkomponenter
	Tåla	Kyla	N	Måste klara minst -25
	Tåla	Fukt	N	Bibehålla prestanda i fuktig miljö
	Motstå	UV-strålning	N	Från starkt solljus
3	Tilläggsfunktioner			
	Byta	Area	Ö	I kontakt med snön
	Styra	Riktning	Ö	Trugan hamnar i rätt läge direkt
	Minimera	Påverkan	Ö	På stav
	Minimera	Delkomponentsantal	Ö	
	Möjliggöra	Demontering	Ö	Efter och under användning
	Försvåra	Felhantering	Ö	
	Passa	Utrustning	Ö	Vara kompatibel med hela sortimentet
	Erbjuda	Enkel första montering	Ö	Vid applicering av systemet
	Uttrycka	Hållbarhet	Ö	I enighet med varumärket
4	Oönskade funktioner			
	Förstöra	Spåret	O	För andra åkare
	Orsaka	Skada	O	Fysisk skada på människor
	Orsaka	Skada	O	Fysisk skada på utrustning

Bilaga 4. Kravspecifikation

Kravspecifikation - SKIGO truga					
Nr	Kriterie	Mätvärden	Krav/ Önskemål	Intressenter	Verifieringsmetod
1	Prestanda				
	Ska gå att montera på äldre stavmodeller	Ja/Nej	Ö	Användare	Test
	Ska gå att montera på alla stavar i SKIGO:s nuvarande sortiment	Ja/Nej	Ö	Användare	Test
	Ska uppfylla samma prestanda som SKIGO:s vanliga trugor	Jämför	Ö	Användare	Test, jämför
	Ska hindra från att ofrivilligt lossna vid användande	Ja/Nej	K	Användare	Test
	Ska följa FIS regler kring trugor	Ja/Nej	K	Användare	Test och analys
	Ska gå att demontera på tid	10 sekunder	K	Användare	Test, tidtagning
	Ska gå att montera på tid	10 sekunder	K	Användare	Test, tidtagning
	Maximalt antal delkomponenter	3st	Ö	Användare	Se produktbeskrivning
	Ska tåla stötar och svängningar i staven	Ja/Nej	K	Användare	Test
2	Vikt				
	Produkten ska väga mindre än	15 g	K	Användare	Volym*Densitet, beräkning
3	Storlek				
	Ska inte ha utstickande delar som är i vägen vid användning	Ja/Nej	K	Användare	Test, reflektion
	Minimal greppyta på stavröret, längd	27 mm	K	Användare	Mätning
4	Material/kvalitet				
	Materialet ska hålla för erforderliga krafter (Axiellt tryck)	400 N	K	Användare, tillverkare	Hållfasthetsberäkning
	Materialet ska hålla för erforderliga krafter (Axiellt drag)	150 N	K	Användare, tillverkare	Hållfasthetsberäkning
	Materialet ska hålla för erforderliga krafter (Axiell rotation)	10 Nm	K	Användare, tillverkare	Hållfasthetsberäkning
	Materialet ska hålla för yttre påfrestningar under lång tid (Utmattningståligt)	Ja/Nej	K	Användare, tillverkare	Studera materialdata
	Materialet ska tåla UV-strålning, utan betydande försämrad prestanda	Ja/Nej	K	Användare, tillverkare	Studera materialdata
	Materialet ska tåla fukt, utan betydande försämrad prestanda	Ja/Nej	K	Användare, tillverkare	Studera materialdata
	Materialet ska tåla kyla, utan betydande försämrad prestanda	-30 grader C	K	Användare, tillverkare	Studera materialdata

	Återvunnet material ska användas	Ja/Nej	Ö	NGOs	Studera materialdata
5	Användarvänlighet				
	Produkten ska vara ergonomisk	Ja/Nej	Ö	Användare	Brukartest
	Produkten ska vara intuitiv	Ja/Nej	K	Användare	Brukartest
6	Estetik				
	Ska uttrycka SKIGO:s varumärke	Ja/Nej	K	Användare	Brukartest
	Ska uttrycka hög prestanda och tillförlitlighet	Ja/Nej	Ö	Användare	Brukartest
7	Kostnad				
	Tillverkningskostnaden ska vara lägre än	*	K	Ägare, tillverkare	Beräkning
	Intäkter från återvunnet material ska täcka elimineringskostnaden	Ja/Nej	Ö	Ägare, tillverkare	Uppskattning
8	Miljö				
	Tillverkningsprocessen ska inte ha någon negativ inverkan på miljö	Ja/Nej	Ö	NGOs, lagkrav, brukare	LCA
	Alla ingående delar i samma transport	Ja/Nej	Ö	NGOs, tillverkare	Kontroll
	Materialval ska vara energieffektiva	Ja/Nej	Ö	NGOs, ägare	Materialdata
	Ska vara återvinningsbar	Ja/Nej	Ö	NGOs	Materialdata
9	Livslängd				
	Teknisk livslängd vid vanligt bruk	>2 år	K	Användare	Kvalitetstester
	Ekonomisk livslängd	4 år	K	Tillverkare, användare	Kontroll/uppföljning
10	Underhåll				
	Produkten ska vara underhållsfri	Ja/Nej	Ö	Användare	Test/utvärdering
11	Standard/säkerhet				
	Användning av produkten ska inte medföra personskada	Ja/Nej	K	Användare, tillverkare	Brukartester
	Användning av produkten ska inte medföra skada på annan utrustning	Ja/Nej	K	Användare	Brukartester
12	Förpackning				
	Utrymmesoptimerade förpackningar	Ja/Nej	Ö	Tillverkare	Kontroll
	Lastnings- och lossningsvänlig förpackning	Ja/Nej	Ö	Tillverkare	Kontroll

*Beror på prissättning av färdig produkt

BILAGA 5. SLCA-analys

Resultatet av SLCA presenteras i nedanstående tabell. De röda fälten är processer som fungerar dåligt ur hållbarhetssynpunkt och där bör extra fokus ligga på att komma fram till hållbara åtgärder.

SLCA	1. Råmaterial	2. Produktion	3. Transport	4. Användning	5. End of Life
Systemvillkår 1	Dåligt	OK	Dåligt	OK	Dåligt
Systemvillkår 2	OK	Vet ej	Bra	Bra	Dåligt
Systemvillkår 3	OK	Bra	Bra	Bra	Bra
Systemvillkår 4	Vet ej	OK	Vet ej	Bra	Bra

Systemvillkor 1: Utvinning av material från jordskorpan

Systemvillkor 2: Icke naturliga substanser producerade av samhället

Systemvillkor 3: Undanträngning av natursystem

Systemvillkor 4: Kunna möta mänskliga behov

Dåligt
OK
Bra
Vet ej

Bilaga 6. Morfologisk matris

Morfologisk matris - Truga					
Funktion	Byta area	Byta spets	Styra riktning	Fastspänning	Kompatibilitet med hela sortimentet
Dellösn. 1	Byta truga	Gångor	Grafiskt, (olika vinklar?)	Lim	Hylsa, samma yttre gränssnitt, olika innerdiametrar
Dellösn. 2	Byta vinge	Bara metallbiten snäppfunktion	Horisontell skåra	Magnet	Oberoende lösning, -två varianter på samma truga
Dellösn. 3	Vikbar vinge	Alltid samma hårda spets, slippa byta	Vertikal skåra	Bajonett	Öppen truga/hylsa som går att variera/spänna efter stavens diameter.
Dellösn. 4	Utskjutbar vinge	Magnet	Hål i stav	Friktion	Olika innerdiameter i, samma truga, typ trappsteg
Dellösn. 5	Isbjörnstass, adaptiv kopplat till bärighet	bajonett	Gångor med stopp	Gångor	Alla trugor är 10mm, sätta i ring som har innerdiameter 8mm
Dellösn. 6	Fackverksdragspel öka area inte volym	Sprint	Bajonett	Delta-balken	Växande insida, spänns beroende på innerdiameter. Troligtvis är innerdiametrarna, mer lika varandra på 8 o 10.
Dellösn. 7	Teleskopfunktion snöskor	Nyckelschackel	Välkomnande skåra (bred öppning)	Fjädrande kula	
Dellösn. 8		Snöre i stavens som spänns i toppen	Fjädrande kula, (hål i stav)	Spännband	
Dellösn. 9		Barnpennor		Ratt med vajer	
Dellösn. 10		BIC-penna		Expanderande gummi	
Dellösn. 11				Borrchuck	
Dellösn. 12				Slangklämma med eller utan ratt	
Dellösn. 13				SDS-chuck	
Dellösn. 13				Mollyplugg	
Dellösn. 14				Moas penna, hylsa eller utan tumgrepp (piggar i hål styr riktning)	

Tabell 1 Morfologisk matris för en truga

Bilaga 7. Elimineringssmatris

x = ja, - = nej	Uppfyller krav	Realiserbar	Inom kostnadsram	Säker och ergonomisk	Passar företaget	3 eller färre material	Tillräcklig info	Färre än 3 komponent	Ej patentintrång
Pjäxan	x	-							
Mollyplugg	x	x	x	x	x	x	?	-	
Magnet	x	x	x	x	x	x	?	-	
Bajonett	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Krok	x	-							
Teleskop	x	x	x	x	x	x	-		
Fjädersprint	x	-							
Fjädersprint hylsa	x	-							
Klo	X	X	X	X	X	X	X	X	x
Moas penna	x	?	x	x	x	x	x	-	
Tandvinge	-								
Fackverk	-								
Delta-balken	x	-							
Skruvvinge, spets	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Fischsprint	x	x	x	x	x	x	x	x	-
Borrhuck	x	-							
Slangklämma	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Skjutvinge	-								
Utsjutbar vinge	-								
Kranmutter vikbarvinge	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Gummispak	x	x	x	x					
Adaptiv	x	-							
Gummimolly	x	x	x	x	x	x	?	x	x
Snäppet	-								
Klicket	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Kulan	x	x	x	x					
RevFisch	x	x	x	x	x	x	x	x	-
Tandkräm	-								
Småsprintar	x	x	x	x	x	x	?	-	
Nyckelschackel	x	-							
Swixtagning	x	x	-						
Klämskjut	x	-							
Haken	-								
Cylindern	x	-							
Klokoppling	x	x	-						

Bilaga 8. FEM-analys av komponenter

[Konfidentiellt]