

Utvikling av kobling mellom skipiggekjelke og ski

Katrine Sønsteby Moe

Produktutvikling og produksjon

Innlevert: juni 2016

Hovedveileder: Knut Einar Aasland, IPM

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Institutt for produktutvikling og materialer



NTNU – Trondheim
Norwegian University of
Science and Technology

Skipigging - Kobling mellom ski og kjelke

Utvikling av ny festemekanisme for aktive konkurranseløpere

Katrine Sønsteby Moe



Masteroppgave

Innlevert: juni 2016

Hovedveileder: Knut Einar Aasland, IPM

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet

Institutt for produktutvikling og materialer

Oppgavetekst

NTNU - NORGES TEKNISK-
NATURVITENSKAPELIGE UNIVERSITET
INSTITUTT FOR PRODUKTUTVIKLING
OG MATERIALER

MASTEROPPGAVE VÅR 2016 FOR STUD.TECHN. KATRINE SØNSTEBY MOE

UTVIKLING AV KOPLING MELLOM SKIPIGGEKJELKE OG SKI

Development of connection between sledge for cross-country skiing and ski

Langrenns-skipigging er en paralympisk idrettsgrein der det er mangel på gode produkter. Skeno AS har tatt fram en prototype på en ny skipiggekjelke for de norske skipiggeerne på toppnivå. Imidlertid er det mange uavklarte egenskaper ved denne, både når det gjelder å ta hensyn til at utøverne er svært forskjellige og enkel bruk. For at det skal være enkelt å bruke kjelken, må det være enkelt å skifte ski på den, både fordi ski må tas av under transport, fordi ski slites og må skiftes, og fordi det brukes ulike ski under ulike forhold. I noen situasjoner er det viktig at skifte av ski går raskt.

I sin prosjektoppgave har kandidaten utviklet et konsept for kopling mellom skipiggekjelken og vanlige standard-ski. Dette konseptet oppfyller mange av de kravene og ønskene som utøverne har. Nå må dette utvikles videre til en ferdig løsning som Skeno kan bruke i sine kjelker.

Opgaven skal inneholde:

- Det konseptet som er utviklet i prosjektoppgaven gjennomgås og vurderes med hensyn på styrker og svakheter – dette gjøres i samarbeid med Skeno
- Eventuelle forbedringer på konseptet gjennomføres
- Utvikling av valgt konsept
- Spesifikasjon av alle innkjøpte deler som skal brukes
- Detallspefikasjon av alle deler som må lages spesielt – denne innbefatter beslutninger om materialer og dimensjoner og til en viss grad også produksjonsprosesser
- I så stor grad som tid og penger tillater: Modeller av kritiske deler, eventuelt totalprodukt, slik at testing er mulig
- Hvis mulig: Testing av ferdig produkt med aktuelle idrettsutøvere
- Vurdering av resultatet fra testene, og konklusjoner om hva som fungerer og hva som må forbedres eller endres

Formelle krav:

Senest 3 uker etter oppgavestart skal et A3 ark som illustrerer arbeidet leveres inn. En mal for dette arket finnes på instituttets hjemmeside under menyen masteroppgave (<https://www.ntnu.no/web/ipm/masteroppgave-ved-ipm>). Arket skal også oppdateres en uke før innlevering av masteroppgaven.

Risikovurdering av forsøksvirksomhet skal alltid gjennomføres. Eksperimentelt arbeid definert i problemstilling skal planlegges og risikovurderes innen 3 uker etter utlevering av oppgavetekst. Konkrete forsøksvirksomhet som ikke omfattes av generell risikovurdering skal spesielt vurderes før eksperimentelt arbeid utføres. Risikovurderinger skal signeres av veileder og kopier skal inngå som vedlegg til oppgaven.

Besvarelsen skal ha med signert oppgavetekst, og redigeres mest mulig som en forskningsrapport med et sammendrag på norsk og engelsk, konklusjon, litteraturliste, innholdsfortegnelse, etc. Ved utarbeidelse av teksten skal kandidaten legge vekt på å gjøre teksten oversiktlig og velskrevet. Med henblikk på lesning av besvarelsen er det viktig at de nødvendige henvisninger for korresponderende steder i tekst, tabeller og figurer anføres på begge steder. Ved bedømmelse legges det stor vekt på at resultater er grundig bearbeidet, at de oppstilles tabellarisk og/eller grafisk på en oversiktlig måte og diskuteres utførlig.

Besvarelsen skal leveres i elektronisk format via DAIM, NTNUs system for Digital arkivering og innlevering av masteroppgaver.

Kontaktperson hos Skeno: Anders Seim / Peder Kjærnli


Torgeir Welo
Instituttleder


Knut Aasland
Faglærer

 **NTNU**
Norges teknisk-
naturvitenskapelige universitet
Institutt for produktutvikling
og materialer

Forord

Denne oppgaven er et resultat av arbeidet som er gjennomført i masteroppgaven skrevet våren 2016 ved Institutt for Produktutvikling og Materialer (IPM) ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU) i Trondheim. Oppgaven bygger på arbeidet som ble gjort i prosjektoppgaven, høsten 2015 [Vedlegg 10.1].

Oppgaven er gitt av Skeno AS, som er et lite firma med opprinnelse fra IPM ved NTNU. Firmaet består av Peder Kjærnli og Anders Seim som utvikler sportsutstyr for personer med nedsatt funksjonsevne. Formålet med oppgaven er å utvikle en ny festemekanisme mellom ski og kjelke innenfor skipigging i samarbeid med Skeno AS.

Oppgaven tar for seg hele utformingsprosessen og helt frem til det endelige resultatet.

Jeg vil gjerne takke følgende:

- Peder og Anders for deres kontinuerlig hjelp og nyttige tilbakemeldinger.
- Snorre Nordbo Olsen for lån av ski til testing.
- Rottefella for støtte av skibindinger.
- Technium for lån av 3D-printer.
- Knut Einar Aasland for faglig veiledning.

NTNU, Trondheim, 10.06.2016



Katrine Sønsteby Moe

Sammendrag

Skipigging er en vinteridrett for personer med funksjonshemning i den nedre delen av kroppen. Det er en krevende idrett hvor man trenger en stor mengde med styrke og balanse, både i armer og overkropp. I dag er det mangel på gode produkter med hensyn på brukeren. Det er vanskelig for utøverne å få vist frem sitt fulle potensiale. Skeno AS har lagd en prototype på en ny skipiggekjelke som det er tatt utgangspunkt i denne oppgaven.

Målet med denne oppgaven er å utvikle en ny festemekanisme på skipiggekjelken for toppidrettsutøvere. I dagens festemekanisme mellom kjelken og skiene er det en bøyse som er skrudd ned bak på skibindingen, noe som påvirker spennet i skiene. Innfestingen var i tillegg ikke stram nok, slik at vandring oppstod og man fikk en uønsket plogende effekt. I denne oppgaven ble det sett videre på de konseptene som var utviklet i prosjektoppgaven.

Denne oppgaven er lagt opp etter IPM-modellen, bestående av 5 faser. I prosjektoppgaven ble de tre første fasene gjennomgått nøye, mens masteroppgaven tar for seg fase 4: Struktur og utforming, og fase 5: Produksjonsforberedelser. For å få en bedre forståelse av hvordan spenningene opptrer i bindingskomponentene, ble det utarbeidet simuleringer i UGS siemens NX 8.5 ved hjelp av FEM-analyse (Finite element method). Ved hjelp av modelleringsfiler ble det også laget prototyper som ble 3D-printet i plast for å teste ut funksjonene og verifisere dimensjonene.

Etter vurdering av konseptene stod det igjen to konsepter som det skulle sees nærmere på. Det var konsept 5 (fremre skibinding både foran og bak) og konsept 6 (fremre skibinding foran og modifisert bakre skibinding som sklir inn på skien bak) [Vedlegg 10.1]. Det var konsept 6 som ble det endelige løsningsresultatet. Dette konseptet var lettere å få på skien, da man ikke trenger å treffe nøyaktig på skien når man skal koble sammen kjelken og skiene. Man trenger heller ikke å kjøpe noe ekstra utstyr da man får alt man trenger i en standard skipakke. I tillegg ble det også det letteste konseptet med en totalvekt på 58,2 gram på bakre komponent. Fremre komponent veier 35,2 gram.

Produksjonsmetodene som ble valgt på den fremre komponenten var vannskjæring og deretter bøyning. Den bakre komponenten skal CNC-freses og deretter skrues fast på den bakre skibindingen. Det ble også valgt krympeforbindelse, der stålsylindere skal monteres inn i begge komponentene for at kjelken skulle ha noe å støtte seg på.

Abstract

Cross-country skiing is a Paralympic winter sport for people with disabilities in the lower part of the body. It is a demanding sport where you need a large amount of strength and balance, both in arms and torso. Today there is a lack of good products for the users. It is difficult for athletes to show their full potential. Skeno AS has created a prototype of a new skiing sledge which was the starting point of this thesis.

The aim of this thesis is to develop a new attachment mechanism on the skiing sledge for top athletes. In today's attachment mechanism between the sledge and skis there is a hoop that is screwed down at the end of the ski binding, which affects the tension of skis. The attachment was also not tight enough so that looseness occurred and there was an unwanted plow effect. In this master thesis, concepts from the project thesis was further developed.

This thesis is structured as in the IPM-model, consisting of 5 phases. In the project thesis the first three phases was reviewed closely, while the master thesis deals with phase 4: Structure and design, and phase 5: Preparing for production. To get a better understanding of how the tension occurs in the binding components, simulations were developed in UGS Siemens NX 8.5 using FEM analysis (Finite element method). By using the modeling files there were made prototypes that were 3D printed in plastic to test out the features and verify the dimensions.

After consideration of the initial concepts, two of them were chosen to be further examined. This was concept 5 (front ski binding both front and rear) and concept 6 (front ski binding and modified rear ski binding that slid onto the ski plate behind) [Appendix 10.1]. It was concept 6 that was chosen as the final solution. This concept was easier to attach to the ski, and more adaptable to the sledge and skis. One does not need to buy any extra equipment when you get everything you need in a standard ski package. In addition, it was also the lightest concept, with the rear component weighting a total of 58,2 grams. The front component weighs 35.2 grams.

The production methods that were chosen on the front component was water cutting followed by bending. The rear component shall be CNC milled and then screwed onto the rear ski binding. It was also chosen interference fit where steel cylinders shall be mounted on both components so that the sledge will have proper support.

Innholdsfortegnelse

| | |
|--|------------|
| Forord | V |
| Sammendrag | VI |
| Abstract | VII |
| | |
| 1 INNLEDNING | 1 |
| 1.1 Problemstilling | 1 |
| 1.2 Visjon og misjon | 2 |
| 1.3 Hva ble gjort i prosjektoppgaven | 2 |
| 1.3.1 Brukerkravspesifikasjon | 4 |
| 1.3.2 Produktkravspesifikasjon | 5 |
| | |
| 2 METODE OG FREMGANGSMÅTE | 7 |
| 2.1 Produktutviklingsprosessen | 7 |
| | |
| 3 STRUKTUR OG UTFORMING | 9 |
| 3.1 Vurdering av konseptene | 9 |
| 3.2 Beregninger | 11 |
| 3.3 Simulering i NX | 12 |
| 3.3.1 Utforming av den fremre komponenten | 14 |
| 3.3.2 Utforming av den bakre komponenten (Konsept 6) | 17 |
| | |
| 4 TESTING | 19 |
| 4.1 Testing av konsept 5 | 19 |
| 4.2 “Rapid Prototyping” | 20 |
| 4.2.1 Den fremre komponenten | 20 |
| 4.2.2 Den bakre komponenten (konsept 6) | 21 |
| | |
| 4.3 Endelig utforming av komponenten foran | 22 |

| | | |
|-------|--|----|
| 4.4 | Endelig utforming av komponenten bak (Konsept 6) | 23 |
| 5 | PRODUKSJONSMETODER | 24 |
| 5.1 | Fresing | 25 |
| 5.1.1 | CNC-fresing | 25 |
| 5.2 | Boring | 25 |
| 5.3 | Bøying | 25 |
| 5.4 | Vannskjæring | 26 |
| 5.5 | Krympeforbindelse | 26 |
| 6 | RESULTATER | 27 |
| 7 | KONKLUSJON | 29 |
| 8 | VEIEN VIDERE | 32 |
| 9 | REFERANSER | 35 |
| 10 | VEDLEGG | 36 |
| 10.1 | Prosjektoppgave | 36 |
| 10.2 | Maskintegninger | 72 |
| 10.3 | Masterkontrakt | 75 |
| 10.4 | Risikovurdering | 77 |

1 Innledning



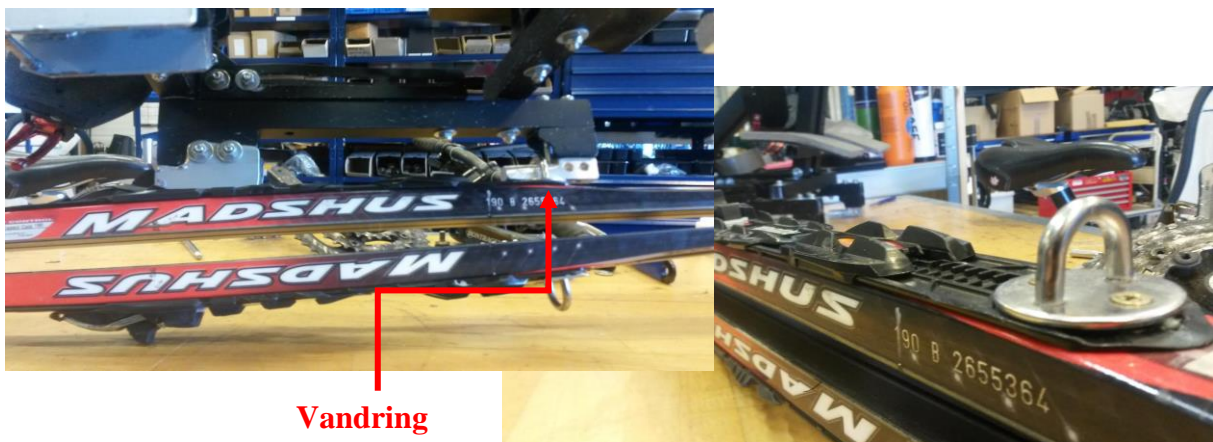
Figur 1: Utøver med alt skiutstyret på

Skipigging er en vinteridrettsgren for utøvere med nedsatt funksjon i den nedre delen av kroppen. Utøverne sitter i en kjelke med ski, mens de staker seg bortover med to korte staver. Skipigging er en krevende øvelse, der balanse og styrke i armer og overkropp betyr mye. For å bytte skispor løfter utøveren opp framparten av kjelken ved bruk av armene og hopper inn i et nytt spor. I sving og bremsing kan de sette hendene eller stavene i snøen. Teknikken man velger å bruke er avhengig av hvilken type grad av funksjonshemming man har. [Vedlegg 10.1]

1.1 Problemstilling

Høsten 2015 ble det gitt en oppgave av Skeno AS om å utvikle en forbedret versjon av skippekjelken, der det skulle sees på festemekanismen mellom kjelken og skiene. En av ulempene med dagens løsning er at det blir skrudd fast bøyler ned i skiene. Det var ugunstig med tanke på at det påvirker spennet i skiene. Bøylen forårsaket også at det ikke var stramt nok mellom innfestet til kjelken og skien. Det oppstod en liten vandring mellom skien og kjelken (figur 2), som forårsaker at skiene beveger seg ut og inn til sidene i en slags ploge/V-stil.

Problemstilling: Det skal utvikles en bedre utgave av festemekanismen til kjelken som tilfredsstiller kravene brukeren har, slik at de norske skipiggeerne på landslaget kan prestere maks i konkurranser.



Figur 2: Det er Skeno AS som har utviklet og produsert kjelken

1.2 Visjon og misjon

Visjonen i dette prosjektet er videreført av prosjektoppgaven som ble skrevet høsten 2015 [Vedlegg 10.1].

Visjon: Utvikle en ny festemekanisme mellom ski og kjelke etter brukerens behov.

Misjon: Utvikle et konsept og bygge prototype.

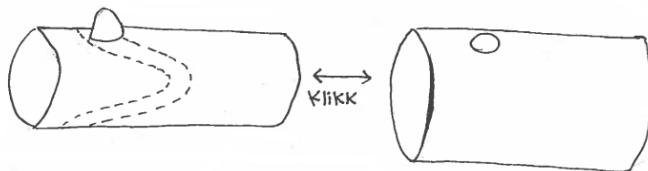
1.3 Hva ble gjort i prosjektoppgaven

I prosjektoppgaven høsten 2015 ble grunnlaget lagt for denne masteroppgaven. Prosjektoppgaven hadde til hensikt å utføre en grundig gjennomgang av både bruker og produkt, som skulle danne grunnlaget til bruker- og produktkravspesifikasjonen. Det skulle legges fram et bredt forslag av løsningskonsepter på en ny festemekanisme. Trygve Larsen som er toppidrettsutøver på landslaget, har vært en stor bidragsgiver for å avdekke de viktigste problemstillingene han har rundt bruken av skipigging i konkurransene. Det ble også tatt i bruk nett og video, for å få mer innsikt i en brukssituasjon for å kartlegge hvordan brukeren opptrer i sitt eget bruksmiljø.

I løpet av høsten ble det foretatt et besøk hos Skeno AS i deres lokale på Fetsund. Der ble det mulig å se og teste deres kjelke i virkeligheten. Besøket resulterte i en produktkravspesifikasjon og testing av noen konsepter som la grunnlaget for videre arbeid. Oppsummert konkluderes det med at det ble vektlagt hvilke krav som var viktigst, for å evaluere de forskjellige konseptene. Disse kravene var at det ønskes en løsning som gir strammere innfesting mellom ski og kjelke, rask av- og påmontering av komponentene (under 10 sekunder per ski), lav vekt og reduserte produksjonskostnader.

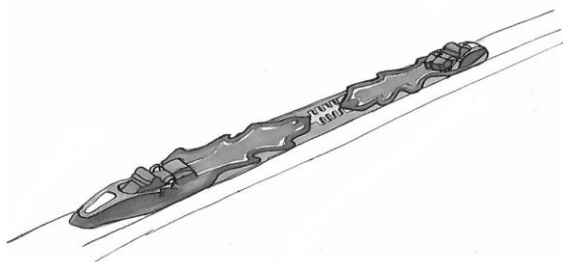
Gjennom hele prosjektet ble IPM-modellen for produktutvikling fulgt, og det ble lagt vekt på å tenke bredt. Til slutt i prosjektoppgaven stod det igjen tre konsepter som oppfylte de gitte kravene som det skulle sees nærmere på i masteroppgaven.

I dag er skibindingen montert på en NIS-plate (Nordic Integrated System), dette gir muligheten til å flytte skibindingen forover og bakover på skiene. Under konseptutviklingen ble det tatt utgangspunkt i at skibindingen foran skulle brukes, og det var den bakre festemekanismen som skulle utbedres. For å holde ting enkelt for brukeren ble det fokusert på å ta i bruk komponenter som allerede var på skien. De tre konseptene som stod igjen var:



Figur 3: Konseptskisse 3

Konsept 3 går ut på å ha en komponent sittende fast på kjelken og en på skien og klikke komponentene sammen, en klikkemekanisme.



Figur 4: Konseptskisse 5

Konsept 5 går ut på å feste to fremre skibindinger både foran og bak på platen. Slik får man samme festemekanisme foran og bak.



Figur 5: Konseptskisse 6

Konsept 6 går ut på at komponenten sitter fast på kjelken og er festet i den bakre skibindingen som følger med skibindingssettet. Den sklis inn på skiplaten.

Det anbefales å lese igjennom prosjektoppgaven for å få en mer grundig forståelse av idretten skipigging, og utviklingsprosessen som har ført til disse gjenværende konseptene. I vedlegg 10.1 ligger hele prosjektoppgaven.

1.3.1 Brukerkravspesifikasjon

Her er brukerkravspesifikasjonen og produktkravspesifikasjonen fra prosjektoppgaven.

Produktkravspesifikasjonen har blitt noe modifisert i senere tid. Det meste er tillegg grunnet økt kunnskap om viktige dimensjoner.

| BRUKERKRAVSPESIFIKASJON | | |
|--|-------------|------------|
| pkt. Beskrivelse | Skal | Bør |
| 1 Funksjonskrav | | |
| 1.1 Rask av- og påmontering ¹ | X | |
| 1.2 Lett å bruke | X | |
| 1.3 Sitter godt | X | |
| 1.4 Justering på kjelken ² | | X |
| 1.5 Plass til en skisko ³ | | X |
| 2. Omgivelseskrav | | |
| 2.1 Fint design | | X |
| 2.2 Ta liten plass | X | |
| 3. Sikkerhetskrav | | |
| 3.1 Ingen skader | X | |
| 3.2 Tåle en person på opptil 100 kg | X | |
| 4. Andre krav | | |
| 4.1 Lav vekt ⁴ | X | |
| 4.2 Ingen eksterne verktøy | | X |

¹Stort sett får utøverne hjelp av en smører i konkurranser til å sette på skienne rett før start, og da er det relativt god tid. Av og til er det konkurranser hvor skibytte er lov og da er det knapt med tid. Her skal det ikke brukes mer enn 10 sek. per ski.

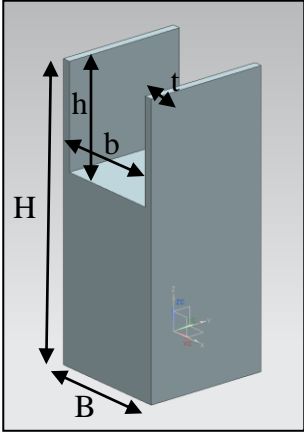
²Det bør være en mulighet å justere noe på kjelken relativt til NIS-platen for å endre trykkpunktet etter føret og lengden på skiene.

³Bør være mulig å teste ski for smørerne. Dermed er det en stor fordel at de får plass til skiskoen på skibindingen.

⁴ Skeno AS ønsker at hele kjelken skal være under 3 kg.

1.3.2 Produktkravspesifikasjon

| PRODUKTKRAVSPESIFIKASJON | | | |
|--|-------------|------------|-------------------------|
| pkt. Beskrivelse | Skal | Bør | Verdi |
| 1 Funksjonskrav | | | |
| 1.1 Kobles til skiene og kjelken | X | | - |
| 1.2 Sitte stramt | X | | - |
| 1.3 Lett å endre posisjon på skien | | X | - |
| 1.4 Unngå inngrep i skien | X | | - |
| 1.5 Ikke subbe borti snøen | | X | - |
| 1.6 Ikke samle for mye snø | | X | - |
| 1.7 Lett å få av og på | X | | < 10 sek. per ski |
| 2. Omgivelseskrav | | | |
| 2.1 Tåle snø, kulde, is og vann | X | | Fra -20 °C til +30 °C |
| 2.2 Beskyttes mot rust | X | | - |
| 3 Operasjonelle krav | | | |
| 3.1 Betjenes av brukeren/treneren/smøreren | X | | - |
| 3.2 Transporteres og lagres uten å bli ødelagt | X | | - |
| 3.3 Brukervekt voksen | X | | < 100 kg |
| 4 Pålitelighetskrav | | | |
| 4.1 Levetid | | X | 4 sesonger (aktiv bruk) |
| 5 Vedlikeholds krav | | | |
| 5.1 Standard verktøy | | X | - |
| 5.2 Vedlikehold | X | | etter behov |
| 6. Sikkerhetskrav | | | |
| 6.1 Ingen skarpe kanter | X | | - |
| 6.2 Tåle påkjenninger | X | | under normal bruk |
| 7 Standarder | | | |
| 7.1 Passe til en skibinding | X | | - |
| 8 Miljøkrav | | | |
| 8.1 Lett å resirkulere | | X | - |

| | | | | |
|---|--|--|-------------------|---|
| <p>9 Utseende</p> <p>9.1 Høyde total</p> <p>9.2 Bredde</p> <p>9.3 Innfestet rundt kjelkerammen</p> <p>9.4 Høyde øvre</p> <p>9.5 Tykkelse</p> <p>9.6 Glatt overflate</p> |  <p>Figur 6: Mål på komponent</p> | <p>X</p> <p>X</p> <p>X</p> <p>X</p> <p>X</p> | <p>X</p> | <p>$H_{maks} = 70 \text{ mm}$</p> <p>$B_{maks} = 41 \text{ mm}$</p> <p>$b = 25,4 \text{ mm (kjelkeramme)} + 0,4 \text{ mm (0,2 mm klaring på hver side)} = 25,8 \text{ mm.}$</p> <p>$h = 25,4 \text{ mm}$</p> <p>$t_{min} = 2 \text{ mm}$</p> <p>-</p> |
| <p>10 Produksjonskrav</p> <p>10.1 Lave produksjonsvolum</p> <p>10.2 Produksjonstid</p> <p>10.3 Unngå manuelt arbeid</p> <p>10.4 Unngå komplekse deler</p> <p>10.5 Få produksjonsmetoder</p> <p>10.6 Montere manuelt</p> <p>10.7 Lett å skifte og reparere defekte deler</p> <p>10.8 Lett å produsere</p> | <p>X</p> <p>X</p> <p>X</p> <p>X</p> <p>X</p> <p>X</p> <p>X</p> | <p>X</p> <p>X</p> <p>X</p> <p>X</p> <p>X</p> | <p>X</p> | <p>antall</p> <p>< 3 timer</p> <p>-</p> <p>-</p> <p>< 3 stk.</p> <p>-</p> <p>-</p> <p>-</p> |
| <p>11 Andre krav</p> <p>11.1 Gode korrosjonsegenskaper</p> <p>11.2 Materiale: stål, aluminium 6082, T6</p> <p>11.3 Lav vekt</p> <p>11.4 Kompakt</p> | <p>X</p> <p>X</p> | <p>X</p> | <p>X</p> <p>X</p> | <p>-</p> <p>- (blir brukt i dag av Skeno AS)</p> <p>< 59 gram fremre komponent og 69 gram bakre komponent (konsept 6)</p> <p>-</p> |

2 Metode og fremgangsmåte

2.1 Produktutviklingsprosessen

Produktutviklingsprosessen i dette prosjektet har stort sett blitt lagt opp etter IPM-modellen [1]. Denne modellen ble valgt fordi den er godt kjent fra tidligere prosjekter. Den er strukturert med klare delmål som gjøre det lett å holde oversikt over hvor man er i prosessen.

IPM-modellen er delt inn i fem faser (figur 7). Utviklingsprosessen er delt opp i et sett med milepæler, der man begynner med oppfatningen av behovene som trengs, og slutter i produksjon, salg og levering av et produkt. Det er en iterativ prosess, slik at etter hver fase blir det gjort evalueringer av det man har gjort, og så vurdert om man kan gå videre, eller om man må gjennomgå fasen på nytt. I prosjektoppgaven ble det gjennomgått de tre første fasene nøye.



Figur 7: IPM-modellen

I starten av prosjektoppgaven ble først og fremst samtaler med Skeno AS og utøvere brukt til å finne alle behovene som skulle oppfylles. Det ble også gjennomført et lite litteraturstudie på hvordan regler og bruken av utstyret til skipigging foregikk. På grunn av mangel på brukerobservasjoner ble videoer på nettet et viktig verktøy for å se brukeren i sitt eget bruksmiljø. Dette dannet grunnlaget for videre utvikling. Videre var det å få alle disse behovene inn en brukerkravspesifikasjon og produktkravspesifikasjon. En god forståelse av brukeren og bruks-situasjonen er essensielt for god produktutvikling, og er viktig for å skape konkurransekraft [2, s.77].

Neste steg var å generere et bredt spekter av masse ideer. Skissering på papir ble brukt tidlig i utviklingsprosessen som er en fin måte å kommunisere på, og i tillegg lett å overføre tankene sine hurtig [2, s.27]. Det ble også tatt i bruk metoden “brainstorming”. Det er en metode for å generere et stort antall ideer. Noen medstudenter og guttene fra Skeno AS var med i diskusjonen. Problemstillingen som ble brukt som utgangspunkt var at det skulle være stramt i innfetting mellom ski og kjelke. Det var om å gjøre og ikke definere problemet for snevert, da omfanget av ideer kan bli begrenset. Mens en veldig uklar problemstilling kan føre til flere vage ideer, som ikke fører til noe [4, s. 48]. Alle kom med egne ideer som etter hvert ble tatt opp til vurdering. Det ble utarbeidet flere forskjellige konsepter som ble evaluert i en

evalueringsmatrise etter de viktigste kriteriene som var satt i bruker- og produktkravspesifikasjonene.

I masteroppgaven har fase 4 og 5 blitt gjennomgått, der det valgte konseptet detaljeres. For videreutvikling og detaljering ble CAD-programvare (Computer Aided Design) tatt i bruk. Fordelen med 3D-modellering er at det gir muligheten til enkelt å visualisere det tredimensjonale designet, lage fotorealistiske bilder for vurdering av produktets utseende, beregne fysiske egenskaper slik som styrke, stivhet, masse og volum og en effektiv måte å lage maskintegninger på [3, s. 301]. Modellering, beregninger og simuleringer ble gjort i UGS siemens NX 8.5. Basert på CAD-modellen ble elementmetoden (FEM-analyse) brukt for å forstå virkningen av påkjenninger på de ulike komponentene.

Produktutvikling krever nesten alltid bygging og testing av prototyper. Det ble lagd prototyper for å presentere utseende, og det ble 3D-printet i PLA-plast for å få et realistisk forhold til dimensjonene til produktet. Det ble først tegnet 3D-modell i NX som ble overført til maskinen som lager plastmodellen. Det var også en god metode for å kunne teste om selve funksjonen til produktet fungerte i praksis. Prototyping er et effektivt verktøy for å visualisere, evaluere og kommunisere presist med andre [2, s.10].

Ved hjelp av "Rapid Prototyping" (3D-printing), kan man få en realistisk 3D prototype som kan lages tidlig i prosessen, og reduserer kostnader og tid som trengs for å lage og teste prototyper. Når dette brukes riktig kan disse prototypene redusere produktutviklingstiden og eller forbedre kvaliteten til det resulterende produktet [3, s. 302]. Å printe en prototype av komponentene i denne oppgaven tok ca. 1 time og ett kvarter per komponent.

I fase 5 blir produksjonsprosesser valgt, og detaljerte maskintegninger utarbeidet. For å skape økonomisk suksess i de fleste firmaer, er man avhengig av deres evne til å identifisere behovene til kundene, og raskt lage produktene som møter disse behovene. I tillegg er det gunstig at produktene blir produsert med lave kostnader. Ulrich og Eppinger nevner fem faktorer som er sentrale i produktutviklingen. Den første faktoren som blir nevnt er kvaliteten av produktet. Det er viktig at produktet tilfredsstillter kundenes behov da det er de som skal betale for produktet. Deretter produktkostnad, hvor det er viktig å holde produksjonskostnadene nede. Det er produksjonskostnadene som bestemmer hvor mye fortjeneste som oppnås for bedriften. Utviklingstiden for produktet må skje raskt slik at konkurrentene ikke kommer i forkjøpet i markedet. Det fjerde er utviklingskostnad, altså hvor mye det blir brukt på å utvikle produktet. Den siste dimensjonen er utviklingsteamet og deres evne til å utvikle nye produkter. Med de-

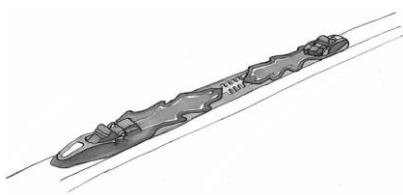
res kunnskaper og erfaringer blir produktutviklingen mer effektiv og økonomisk gunstig [3, s.2-3].

3 Struktur og utforming

3.1 Vurdering av konseptene

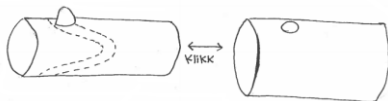
I samtale med Skeno AS ble de tre gjenstående konseptene diskutert og vurdert opp mot hverandre. Det var noen usikkerheter rundt noen av konseptene vi ønsket å teste ut før konseptene ble evaluert nærmere.

Konsept 5: Fremre skibinding foran og bak.



"NIS-platen har litt forskjellige dimensjoner i sporene foran og bak, slik at det i utgangspunktet ikke skal være mulig å sette skibindingen bak frem. Men med litt sliping av sporene på undersiden av skibindingsplaten skal dette gå bra, bør sjekkes ut ytterligere før valg av konsept. Dette er kanskje den raskeste løsning og ta av og på, men man må treffe riktig. Hvor stor avstand mellom festene kan man oppnå? Blir det for smalt og utøveren i tillegg sitter for langt bak, kan det fremre bindingsfeste rives av. Er det mulig å legge inn justering på NIS-platen? Blir bindingen festet skikkelig og trygt til skien? Høyere pris med tanke på to fremre skibindinger på en ski er også et argument, men det er godt mulig at koblingen mellom kjelken og skibindingen er enklere og blir rimeligere å lage, og dermed vil ikke prisen blir høyere totalt sett. Men vekten vil bli noe tyngre".

Konsept 3: Fremre skibinding foran, klikkemekanisme på bakre komponent.



"Det er et spennende konsept men kanskje unødvendig komplisert. Dette konseptet har i bunn og grunn en del likheter mellom å skli kjelken inn på NIS-platen og å skli rørbitene sammen i "klikkmekanismen". Dersom en får prinsippet til å fungere optimalt er det nok litt raskere, men det krever å treffer riktig når en skal prøve å klikke innpå, ellers kan det nok være lett for at det kiler seg litt. I tillegg vil den nedre delen av koblingen måtte festes til skien, de to delene må kobles sammen, og så skal det kobles til kjelken. Trolig vil dette bidra til å dra vekten opp".

Konsept 6: Fremre skibinding foran, platebinding som sklis inn på NIS-plate bak.



"Dette konseptet har Trygve Larsen, skipigget på landslaget, allerede fått testet i noen måneder og han er svært fornøyd med det. Dette konseptet har også potensialet for å bli lettest. En stor fordel er at skiene ikke må modifiseres før bruk, altså at det må skrues fast en bøyle i skien. Dermed kan hvilken som helst ski brukes, og en er ikke låst til ski som er "modifisert". Det sparer også en del monterings- og -kostnader".

Konklusjonen er at både konsept 5 og konsept 6 er gode løsninger som det kan anbefales å jobbe videre med. Konsept 6 har bevist at det fungerer (testet av Trygve), trolig potensiale for å være lettest, rimeligst og trygt. Det blir dermed en optimalisering og produksjonsforberedelsesoppgave med utgangspunkt i de eksisterende komponentene som Skeno AS har lagd.

3.2 Beregninger

For å få et overblikk over hvor store krefter som ble fordelt utover kjelken og videre til komponentene, ble det gjort en forenklet beregning. Det ble tatt utgangspunkt i det verste scenarioet som kan oppstå med tanke på størst spenning. Det vil for eksempel oppstå når man er i høy hastighet i en sving, i bunnen av en bakke, og i tillegg en hindring (isklump) i løypen. I realiteten vil ikke komponenten bli belastet så mye som i denne analysen. En bedre analyse hadde vært å hente akselerasjonsdata fra en utøver under bruk, og beregnet kreftene ut i fra dette sammen med vekten på utøver og kjelken.

Når kjelken og føreren står stille vil kreftene i z retning være $\sum F_z = m \cdot a$

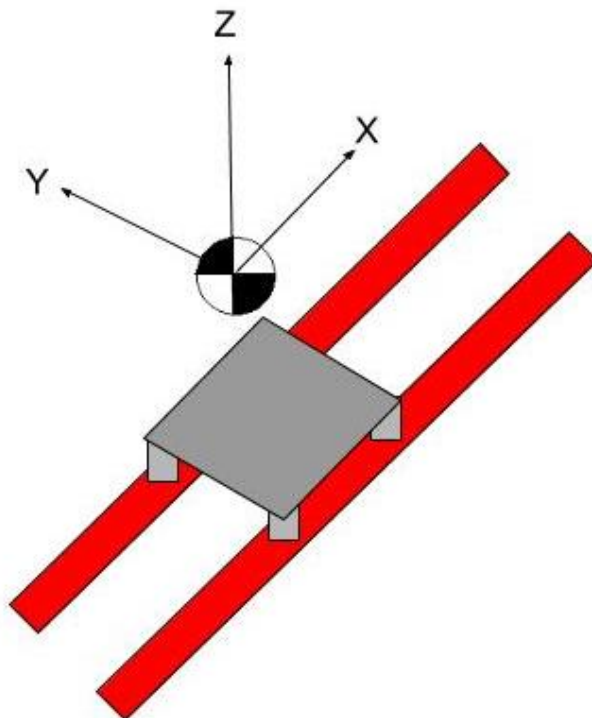
hvor a er lik 1g.

En antagelse er at i bunnen av en bakke vil maksimal akselerasjon i z-retning være ca. 2g.

Videre kan vi si at en maksimal oppbremsing vil være ca. 2g. For å forenkle simuleringprosessen ble det derfor satt på krefter i tyngdepunktet til kjelken og utøveren med akselerasjonen 2g i x-, y-, og z-retning:

$\sum F = m \cdot a = 100\text{kg} \cdot 2 \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \approx 2000\text{N}$. Der utøveren og kjel-

ken har en totalvekt på 100 kg. Hvis mer nøyaktige målinger blir gjort av utøver på et senere tidspunkt kan dette justeres i simuleringen i ettertid.

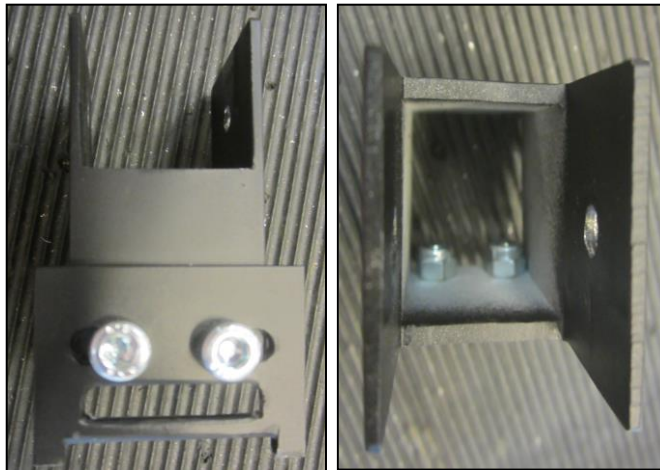


Figur 8: Beregningsmodell

3.3 Simulering i NX

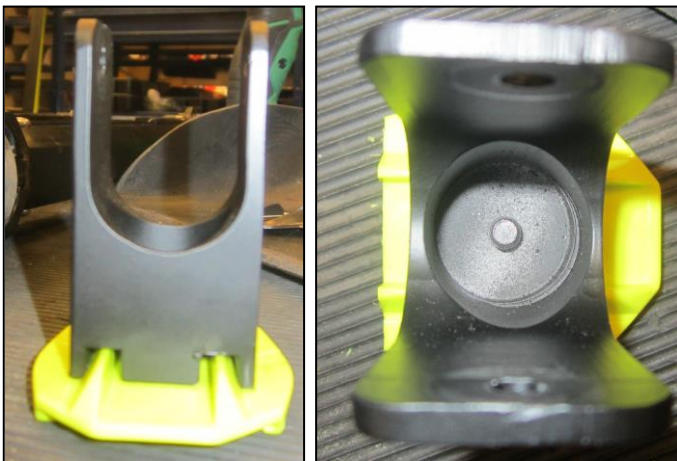
Det ble tatt utgangspunkt i de komponenten som Skeno AS hadde lagd i høst (figur 9 og 10).

Målet var å spare vekt samtidig som man tar hensyn til produksjonskostnader.



Dette er den fremre komponenten (figur 9) bestående av 2 deler, en i aluminium og en i rusfritt stål. Det har blitt kuttet fra et firkantrør-profil for å passe kjelken i toppen og kappet i bunnen for å passe skibindingen. Det er festet to små stålbolter til en stålplate som har blitt CNC-frest/vannskjært. Komponenten veier 59 gram.

Figur 9: Den fremre komponenten



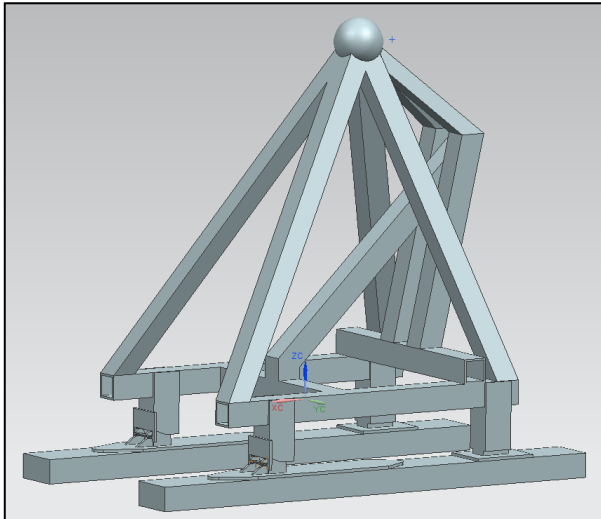
Dette er den bakre komponenten (figur 10), på konsept 6. Denne komponenten har blitt CNC-frest i aluminium og festet i bunnen til den bakre skibindingen med en liten stålskrue. Komponenten veier 69 gram uten den bakre skibindingen som ligger på 11 gram.

Figur 10: Den bakre komponenten

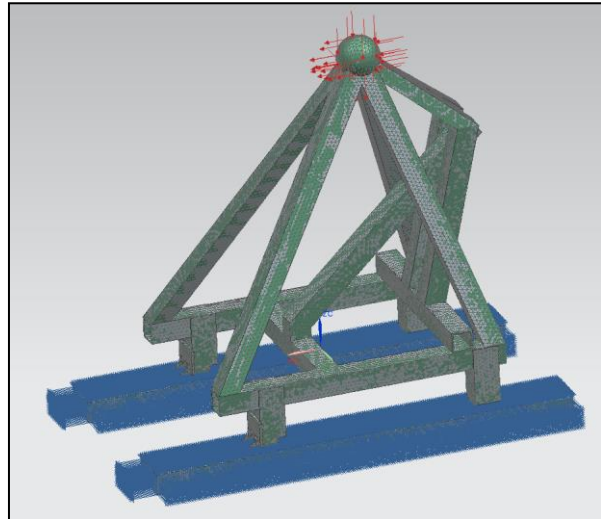


Figur 11: Kjelken satt sammen med rullleski

Det første som ble laget i NX var en forenklet modell av kjelken og skiene (figur 12). Her ble geometrien forenklet for å gjøre videre design, 3D-printing og FEM-analyser enklere. Mesh-størrelsen som ble satt på modellen var 5 mm. Dette er i utgangspunktet ett grovt mesh. For mer nøyaktig simulering kan kjelken deles opp, og lokale reaksjonskrefter settes på med et finere mesh. Stagene er en forenklet link mellom tyngdepunkt og nedre del av kjelken. Kulen representerer tyngdepunktet til utøveren og kjelken, der ble det satt på kreftene som ble definert i kapittel 3.2 i x-, y- og z-retning. Som nevnt er simuleringen basert på maks belastning i en høyresving. Det ble satt på grensebetingelser på skiene der kontakten med underlaget oppstår. Bunnen av skiene ble fiksert i z-retning. En hindring i lengderetning (x-retning) gir fiksering av fremre skiflate i x-retning. På venstre side av skiene i y-retning vil skiene heller ikke flytte seg på grunn av skisporene (figur 13). Dette dannet grunnlaget for simuleringen.



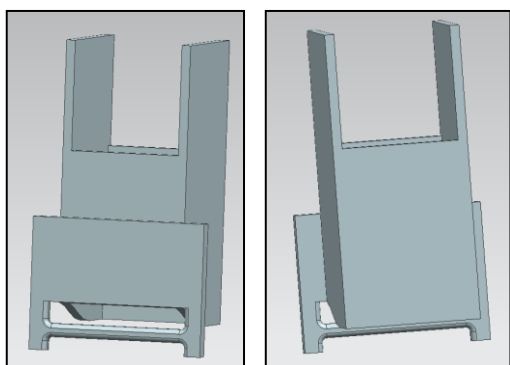
Figur 12: Forenklet geometrimodell



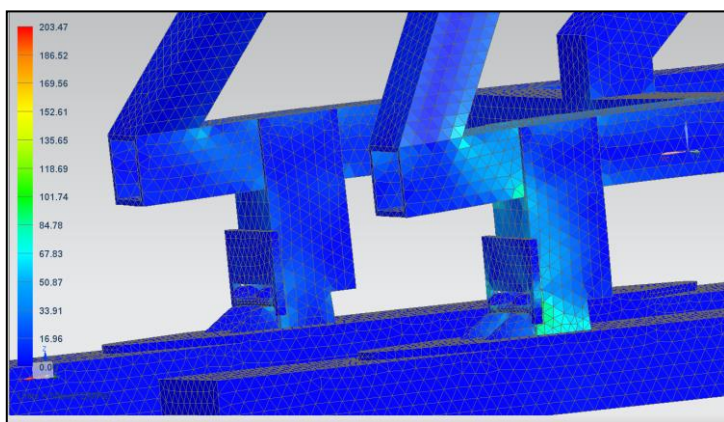
Figur 13: Simuleringsmodell

3.3.1 Utforming av den fremre komponenten

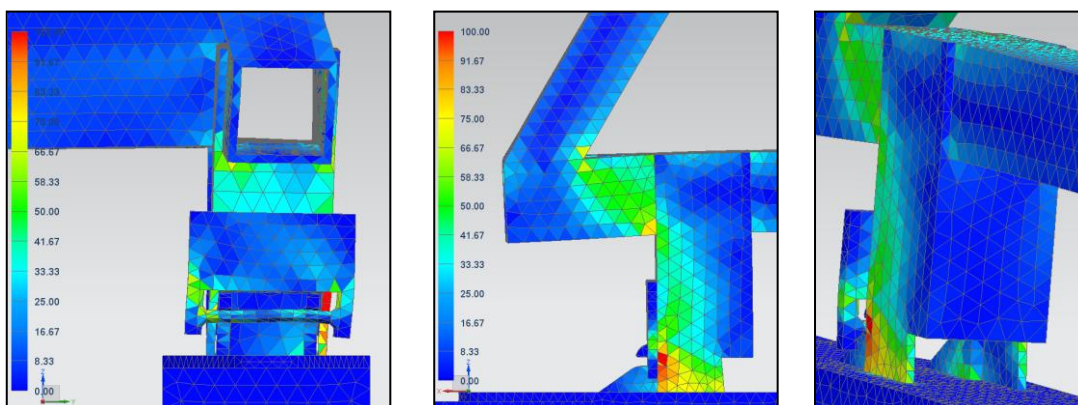
Det ble først sett på å optimalisere den komponenten som skulle sitte på den fremre delen av skibindingen. Materialene som ble brukt er aluminium 6082 med flytegrense på ca. 260 MPa, og rustfritt stål kan ha en flytegrense fra 275-1900 MPa (vanligvis ca. 1200 MPa). NX-modellen (figur 14) veier 52,2 gram. Den største spenningen av de to fremre komponentene opptrådte på den venstre komponenten. Den største spenningen var på 203,47 MPa (figur 15). I figur 16 har det blitt zoomet inn på skalaen fra 0-100 MPa for å få bedre oversikt over fordelingen av spenningene. Ut i fra disse bildene ble det dannet et nytt design ved å ta bort materialet der spenningen var tilnærmet lik 0 MPa (figur 17).



Figur 14: NX-modell

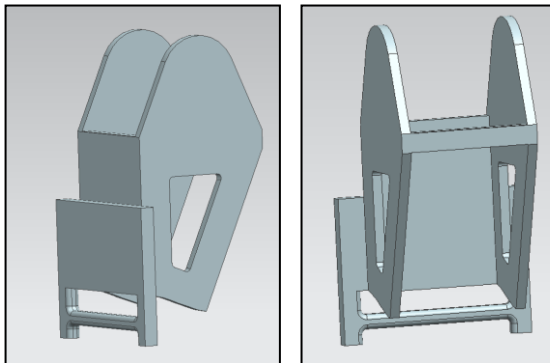


Figur 15: Maks spenning

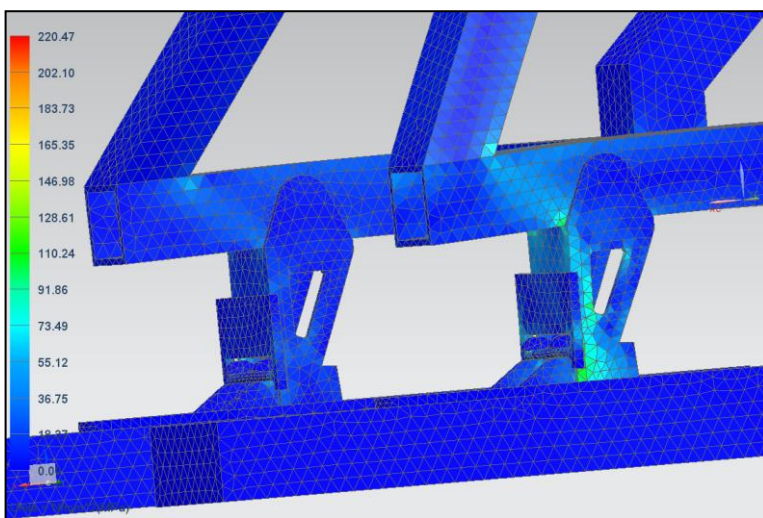


Figur 16: Nærmere bilde av spenningene

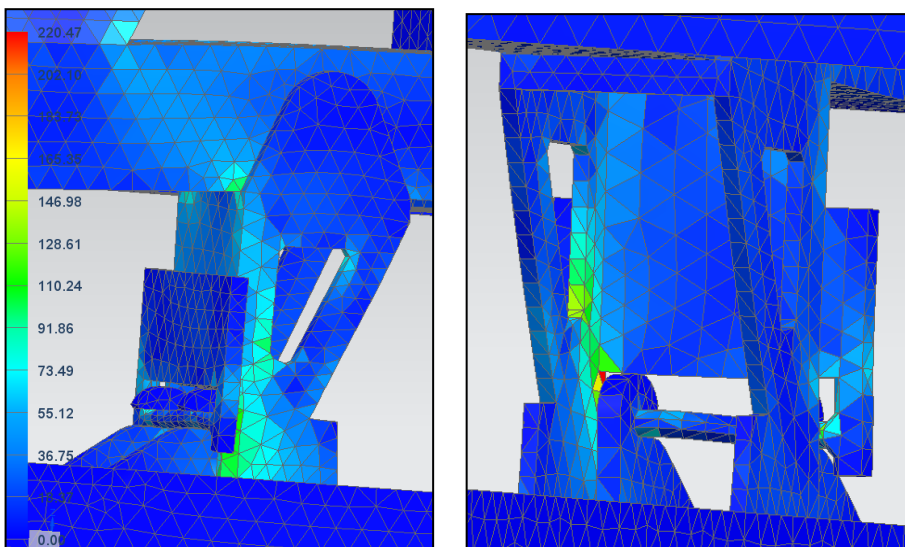
Det nye designet veier 39,2 gram (figur 17). Maks spenning (figur 18) er på 220,47 MPa.



Figur 17: NX-modell

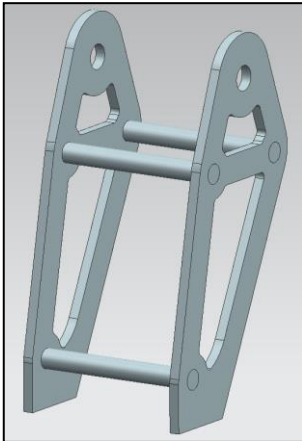


Figur 18: Maks spenning

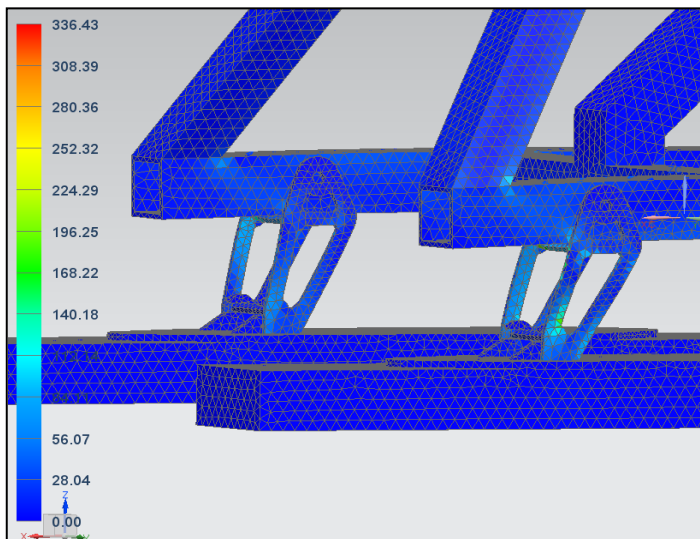


Figur 19: Nærmere bilde av spenningene

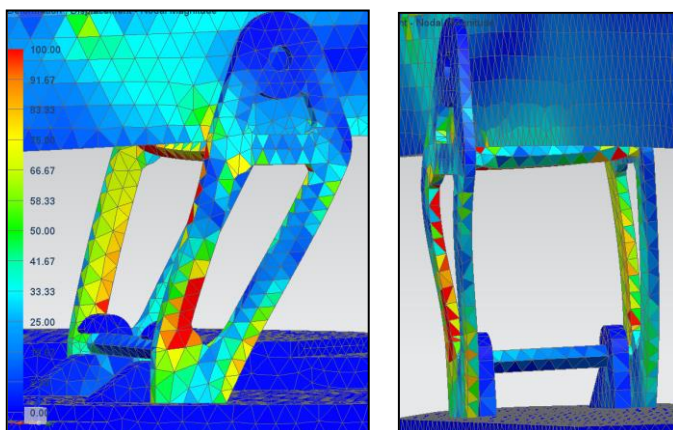
Den fremre platen på komponenten som er sett på i de to tilfellene før er lagd i rustfritt stål og veier 21,9 gram. I stedet for denne platen, var en ide å ha bolt i rustfritt stål som er presset inn (krympeforbindelse) i komponenten, for å spare enda mer vekt. Her er det 3 stålbolter og vekten på hele komponenten er 22,4 gram (figur 20). Maks spenning (figur 21) er 336,43 MPa og den opptrer der stålboltene skal monteres inn.



Figur 20: NX-modell



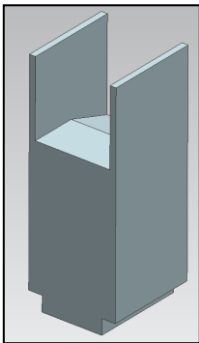
Figur 21: Maks spenning



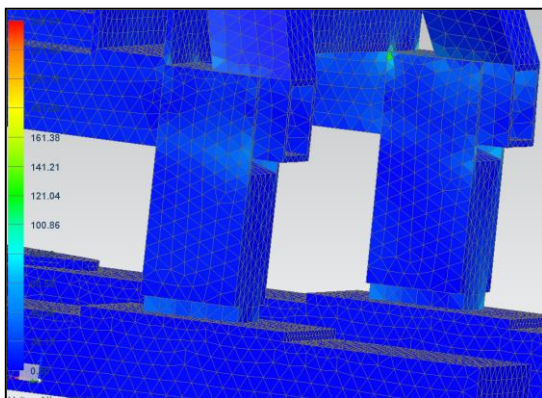
Figur 22: Nærmere bilde av spenningene

3.3.2 Utforming av den bakre komponenten (Konsept 6)

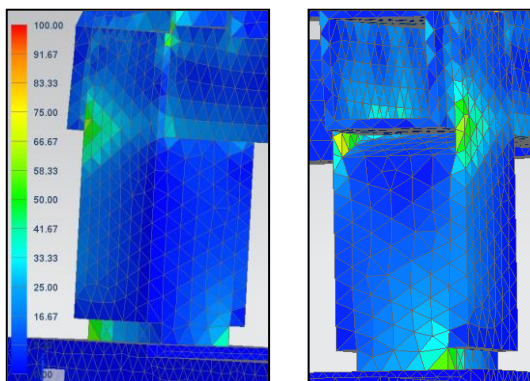
Dette konseptet har som nevnt blitt testet en stund av Trygve og virker lovende. Det blir dermed aktuelt å optimalisere den eksisterende komponenten. Denne komponenten må festes på den bakre skibbindingen. Siden det bakre skibbindingsfeste skal glis inn på kjelken må kjelken rotere litt bakover, ca. 5-10 grader for at det skal være mulig å feste den i den fremre skibbindingen. Det bør også være mulig for undersiden av kjelkerammen å hvile på komponenten. Det ble startet med å lage en enkel massiv komponent med disse nye kriteriene, for så å se hvor man kunne spare materiale (figur 23). NX-modellen veier 119,9 gram. Maks spenning var 123,77 MPa. Figur 25 er skalert til maks spenning på 100 MPa.



Figur 23: NX-modell

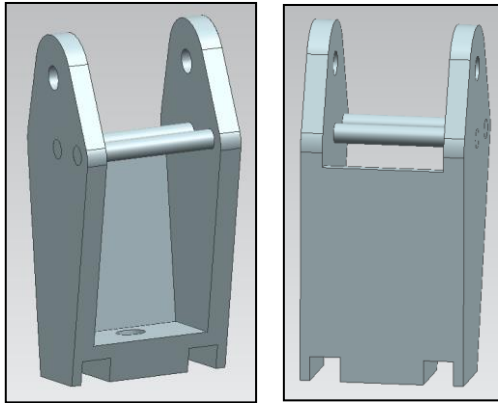


Figur 24: Maks spenning

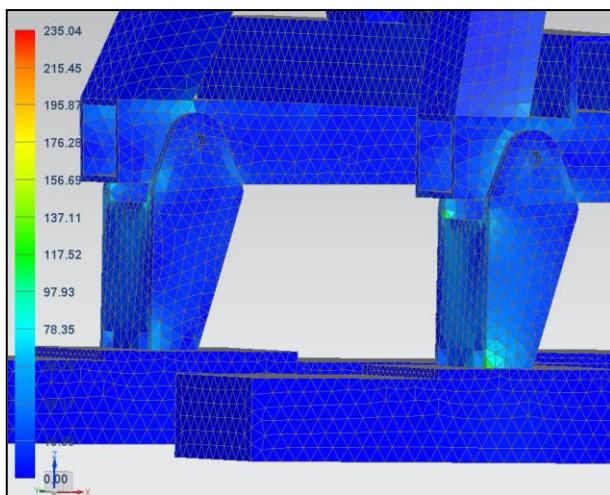


Figur 25: Nærmere bilde av spenningene

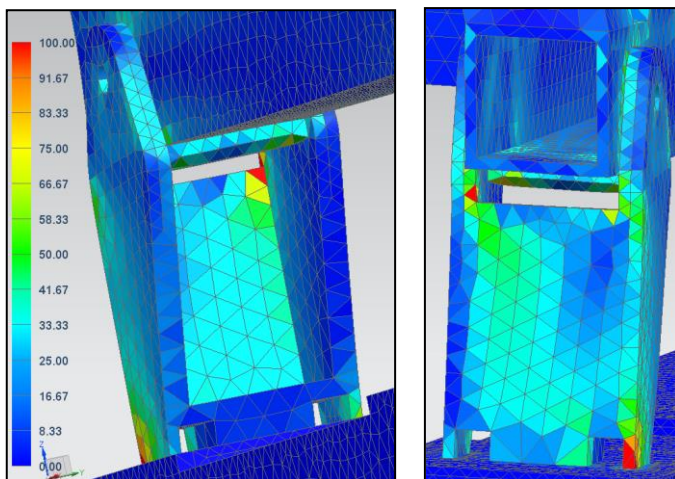
Fra forrige iterasjon ble det tatt vekk materialet der spenningen var lav. Den ble også utformet på samme måte som den fremre komponenten. Det har blitt benyttet krympeforbindelse av stålbolter i denne komponenten også. NX-modellen veier 52,8 gram (figur 26). Maks spenning på den mest belastede fremre komponenten var 236,04 MPa. Maks spenning på den venstre bakre komponenten var 115,79 MPa.



Figur 26: NX-modell



Figur 27: Maks spenning



Figur 28: Nærmere bilde av spenningene

4 Testing

4.1 Testing av konsept 5

Ved konsept 5, fremre skibinding foran og bak, var et spørsmål om det var mulig å sette bindingen bak frem. For å undersøke dette ble sporene under bindingen slipt slik bildene under viser (figur 29).



Figur 29: Sliping av den fremre skibindingen på verkstedet

Etter å ha slipt ned sporene var det lett å gli skibindingen bak frem. Den satt også ganske godt slik at den ikke ville skli av NIS-platen. Maks avstand mellom festepunktene er 255 mm og minste avstand 183 mm. Den modifiserte skibindingen etter bearbeiding veier ca. 77 gram.

4.2 “Rapid Prototyping”

4.2.1 Den fremre komponenten

For å få en følelse av hvordan komponenten var både på styrke og stivhet i de forskjellige retningene og geometrien generelt, ble det lagd en prototype som ble 3D-printet i PLA-plast (figur 30). Der det skulle være krympeforbindelse ble det brukt stålbolter M4 x 40 mm.



Figur 30: Prototype 3D-printet

Ut ifra denne prototypen ble det lagt merke til at stivheten var lavere enn ønskelig. Det var behov for avstivere mellom de to sideflatene og i det største hullet på profilen. Det var også forskjell på avstanden nede og oppe på komponenten mellom sideflatene ved stålboltene. Avstanden nederst på komponenten må være minst 31,1 mm for å passe ned i skibindingen. Øverst der kjelken skal festes må avstanden være 25,4 mm + 0,4 mm (klaring).

4.2.2 Den bakre komponenten (Konsept 6)

Prinsippet bak konsept 6 ble testet høsten 2015. Det går ut på at den bakre delen av skibindingen ble sagt av der låsesporet var (figur 31). Dette førte til at det var svært enkelt å gli den bakre skibindingen frem og tilbake på NIS-platen. For å feste komponenten på denne skibindingen ble det valgt å bore ett hull og deretter skru en skrue igjennom skibindingen. Det er brukt M6 x 10 mm. Maks avstand mellom festepunktene er 288 mm og minste er 183 mm.

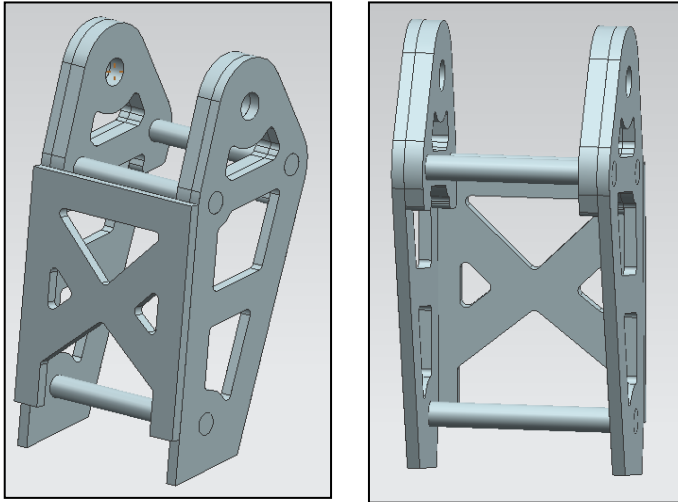


Figur 31: Den avsagde bakre skibindingen

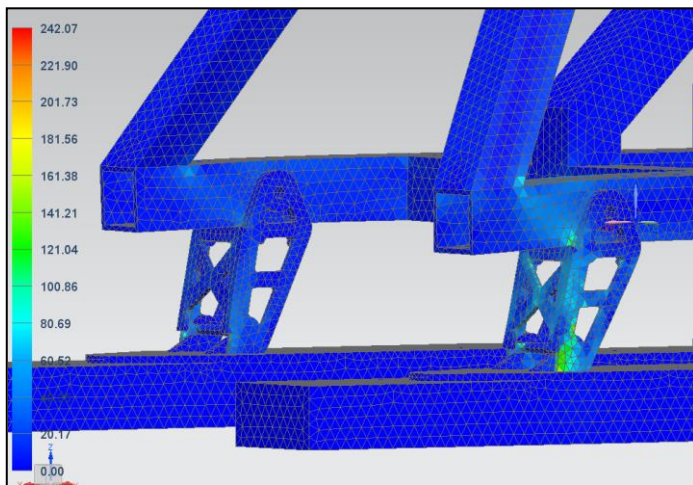
4.3 Endelig utforming av komponenten foran

Etter testen med prototypen ble det satt på en plate foran på komponenten for å øke stivheten.

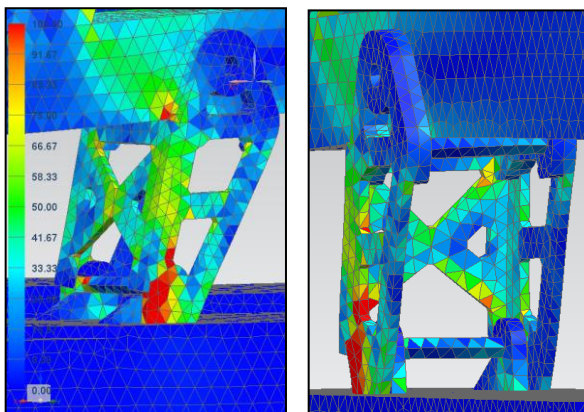
I tillegg er det satt inn små skiver med samme geometri som komponenten øverst, slik at vandrings ikke skal oppstå. Denne komponenten veier 35,2 gram (figur 32). Maks spenning er 242,07 MPa (figur 33) (285,72 MPa etter ny iterasjon bakre komponent, se neste side).



Figur 32: NX-modell



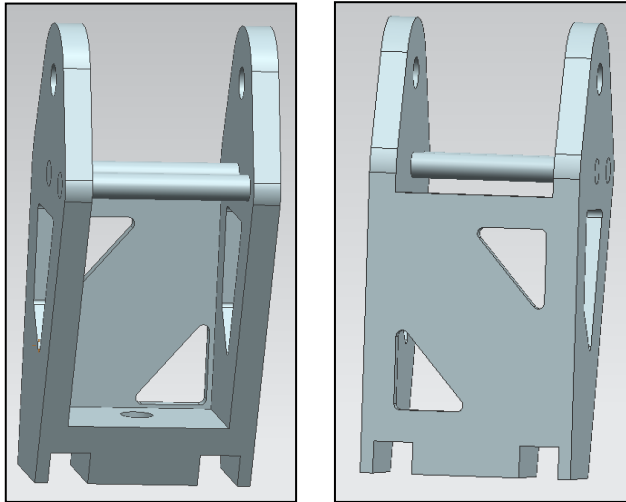
Figur 33: Maks spenning



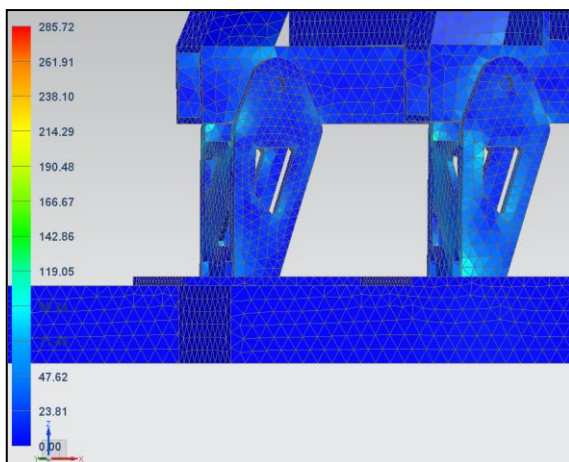
Figur 34: Nærmere bilde av spenningene

4.4 Endelig utforming av komponenten bak (Konsept 6)

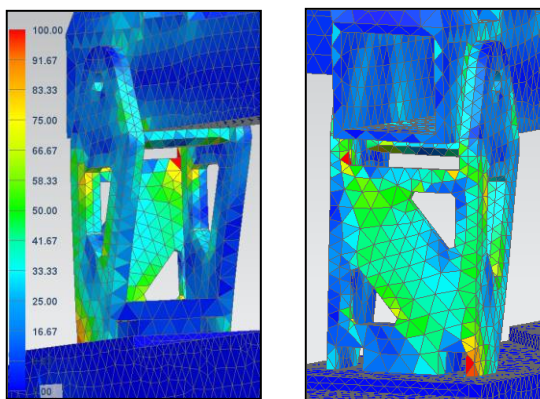
Det ble fjernet litt mer materiale av den forrige komponenten. Den nye modellen veier nå 47,2 gram (figur 35). Maks spenning på fremre komponent er 285,72 MPa, mens på bakre komponent er maks spenning 125,15 MPa.



Figur 35: NX-modell



Figur 36: Maks spenning



Figur 37: Nærmere bilde av spenningene

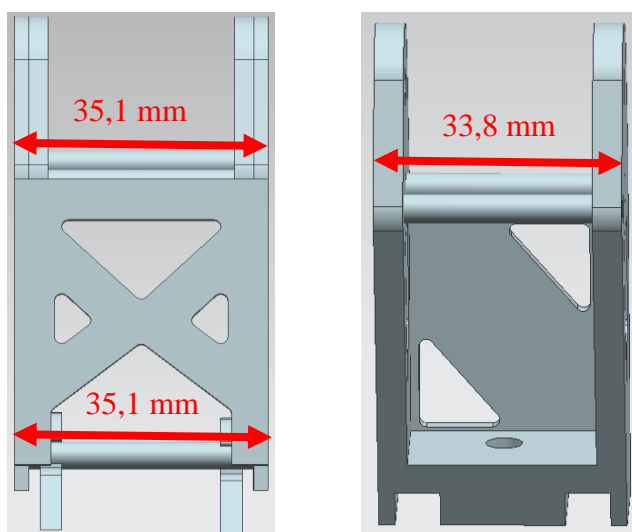
5 Produksjonsmetoder

De vanligste maskineringsprosessene er fresing, dreining og boring. Det er bearbeidingsmetoder som benytter et hardt og forholdsvis skarpt verktøy for å fjerne materiale fra et arbeidsstykke. Formålet med maskinering er å fjerne materiale og å produsere en overflate med riktig kvalitet [5, s.95].

Målet med designet er at en ønsker kort, effektiv produksjon og til en lav pris. For at det skal være mest mulig lønnsomt bør man produsere det i store serier i stedet for å lage en og en.

For å lage komponentene som er designet i denne oppgaven blir det brukt flere forskjellige produksjonsmetoder. Skeno AS har følgende produksjonsmetoder tilgjengelig: manuell sveising, boring, kutting, bøyning, fresing, vannskjæring og CNC-fresing.

Ved utformingen av komponentene har de blitt lagd i forhold til de ulike produksjonsmetodene. Tanken bak den fremre komponenten er at den skal vannskjæres, og så bøyes til. Den bakre komponenten skal ikke vannskjæres da den skal festes under til skibindingen. Den er betydelig vanskeligere å vannskjære og bøyes til grunnet variable tykkelser og geometri, og bør derfor CNC-freses. På begge komponentene skal det inn stålsylindere som en krympeforbindelse. Alternativt kan man bruke bolter. Diameteren på stålsylindrene er 4 mm. Lengden på stålsylindrene til den fremre komponenten er 35,1 mm, og de som skal være på den bakre er på 33,8 mm (figur 38). Anbefalte toleranser på hull til stålsylindre er H7 (nedre 0, øvre +10) og til selve stålsylindrene er p7(nedre +12, øvre +24). Dette vil gi tilstrekkelig krympeforbindelse, samtidig som toleransene er mulig å oppnå (hullet kan være en utfordring). Maskintegninger på komponentene ligger i Vedlegg 10.2. For vannskjæring og CNC-fresing blir filer importert rett inn i maskinen, det er derfor ikke satt på detaljerte mål på maskintegningene.



Figur 38: Mål på stålsylindrene

5.1 Fresing

Fresing er en prosess der verktøyet roterer, og arbeidsstykket står i ro eller har en forholdsvis langsom matingsbevegelse [5, s.96].

5.1.1 CNC-fresing

CNC-fresing (Computer Numerical Control) er en produksjonsmetode for behandling av råmateriale (arbeidsstykket) med en drill-lignende roterende kutter gjennom et sett av multiaksiale, datastyrte bevegelser av skjærehodet. CNC-fresere kommer i mange varianter, det mest vanlige er at skjærehodet kan bevege seg i tre retninger x, y og z, men kan forekomme helt opp til ni akser eller frihetsgrader. [6]



Figur 39: CNC fresing [7]

Man kan bearbeide en mengde materialer, som for eksempel tre, aluminium, messing, stål og plast. CNC-maskinen vil kunne frese og bearbeide med stor presisjon, som vil gi veldig fine overflater [8]. En typisk prosess tar mellom 5 minutter og 3 timer på et medium størrelse CNC-maskin. Etter det trenger man ikke å vaske, sandblåse eller polere den delen som er frest [6]. Siden CNC-maskineringsprosesser er datastyrt blir de nøyaktige. De arbeider i høy hastighet, noe som gjør produksjonen raskere, som igjen senker kostnader [9]. I CNC-maskiner blir det importert filer fra CAD-programmer via en USB-port.

5.2 Boring

Boring brukes for å lage sylindriske hull i materialet.

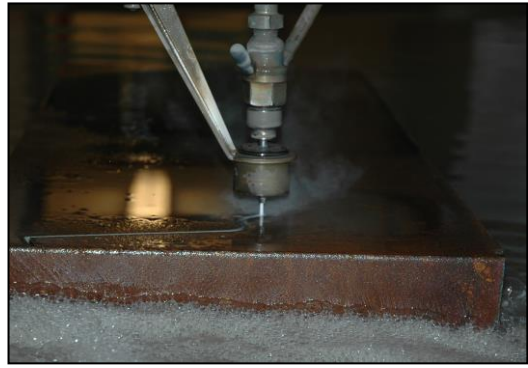
5.3 Bøying

Bøying blir brukt til å bøye materialet slik at det blir en varig formendring i arbeidsstykket.

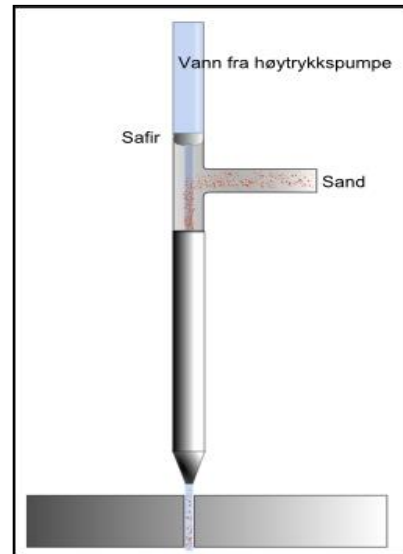
5.4 Vannskjæring

Vannskjæring er en miljøvennlig skjæremetode.

Teknikken foregår ved at en vannstråle under høyt trykk (ca. 4000 bar) presses gjennom et lite hull på 0.1 mm gjennom safiren. Videre øker diameteren til vannstrålen til 1 mm. Det oppstår et undertrykk i blandingskammeret og sanden suges med. En hard vannstråle med sand kommer ut ved utløpet, og



bearbeider materialet (figur 40). For å skjære gjennom harde materialer som stein og metall brukes denne metoden (abrasiv skjæring), for å få en sterkere skjæreeffekt. Ved mykere materialer, som for eksempel skumgummi og isopor, kan man skjære uten sand [10]. Det blir tatt i bruk tegninger fra CAD-verktøy og deretter overført til vannskjæringsmaskinen (typisk en 2D DXF-fil).



Figur 40: Vannskjæring [11]

Det er mange fordeler med vannskjæring. Den største er at nesten alle materialer kan skjæres i en vannskjærer. På grunn av at vannskjæring er en kald bearbeidingsmetode, oppstår det neglisjerbar oppvarming eller spenninger, slik at materia-

lets egenskaper ikke påvirkes under skjæring. Ingen giftige gasser, damper eller skadelig støvutvikling oppstår. Under prosessen er det små mengder restmaterialer. Det blir også fine kutt og relativt stor nøyaktighet slik at det krever lite eller ingen etterbehandling. Metoden er godt egnet for små serier siden innstillingstider ofte er kort. Det er nesten ingen begrensning på skjærekontur i 2D-utseende [12]. Vannskjæring skjer med en nøyaktighet på +/- 0,1 mm [13].

5.5 Krympeforbindelse

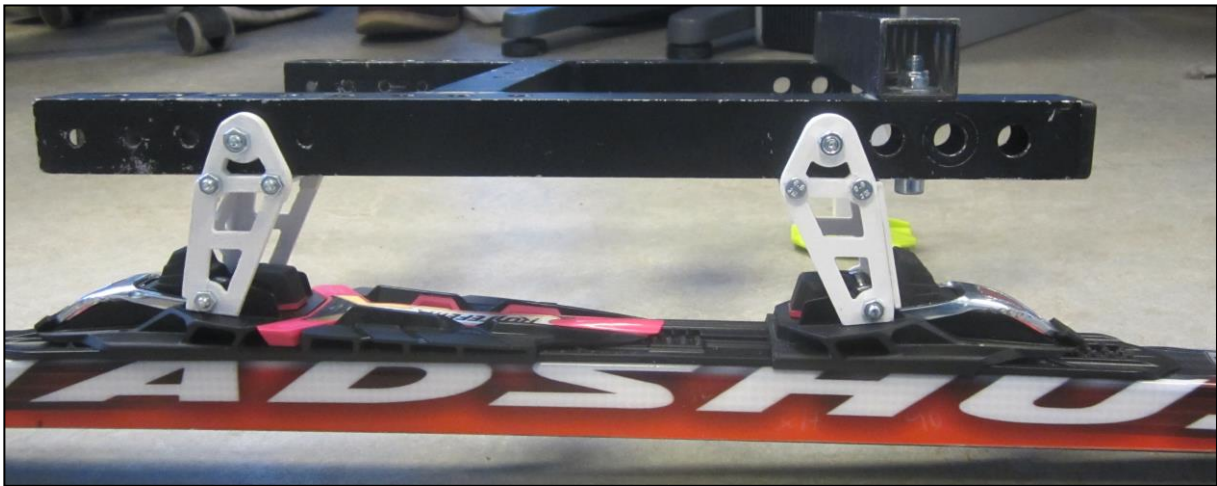
Når man varmer opp en bit av et materiale vil den utvide seg. Et hull i gjenstanden utvider seg også i samme forhold som resten av gjenstanden. Når gjenstanden avkjøles, går den tilbake til sin gamle størrelse. Denne metoden utnyttes når man vil at to deler skal sitte fast i hverandre. Hvis en sylindere skal sitte fast i ett hull, bearbeides den til den er såvidt større mål enn hullet. Deretter varmes den delen med hullet opp slik at den kan tres inn på sylindere. Sammenføyningen avkjøles til romtemperatur, og delen med hullet krymper til den sitter fast på sylin-

deren. Målene/toleransene velges slik at klemkraften gir stor nok friksjonskraft til å holde delene sammen og overføre de krefter som er aktuelle. [14, s.23]

6 Resultater

Fra prosjektoppgaven ble det valgt skruer til å feste komponentene til kjelken. Skrueforbindelser er den vanligste koblingsmetoden vi har i dag. Skruer er enkle å montere og demontere, og det er enkelt å justere hvor på kjelken man vil ha dem med skruehull. De har også god kraftoverføring, enkel justerbar forspenningskraft, enkelt å få tak i og relativ lav vekt. Skruene som skal brukes her er M5 med en lengde på 40 mm. Det trengs 4 stykker av denne.

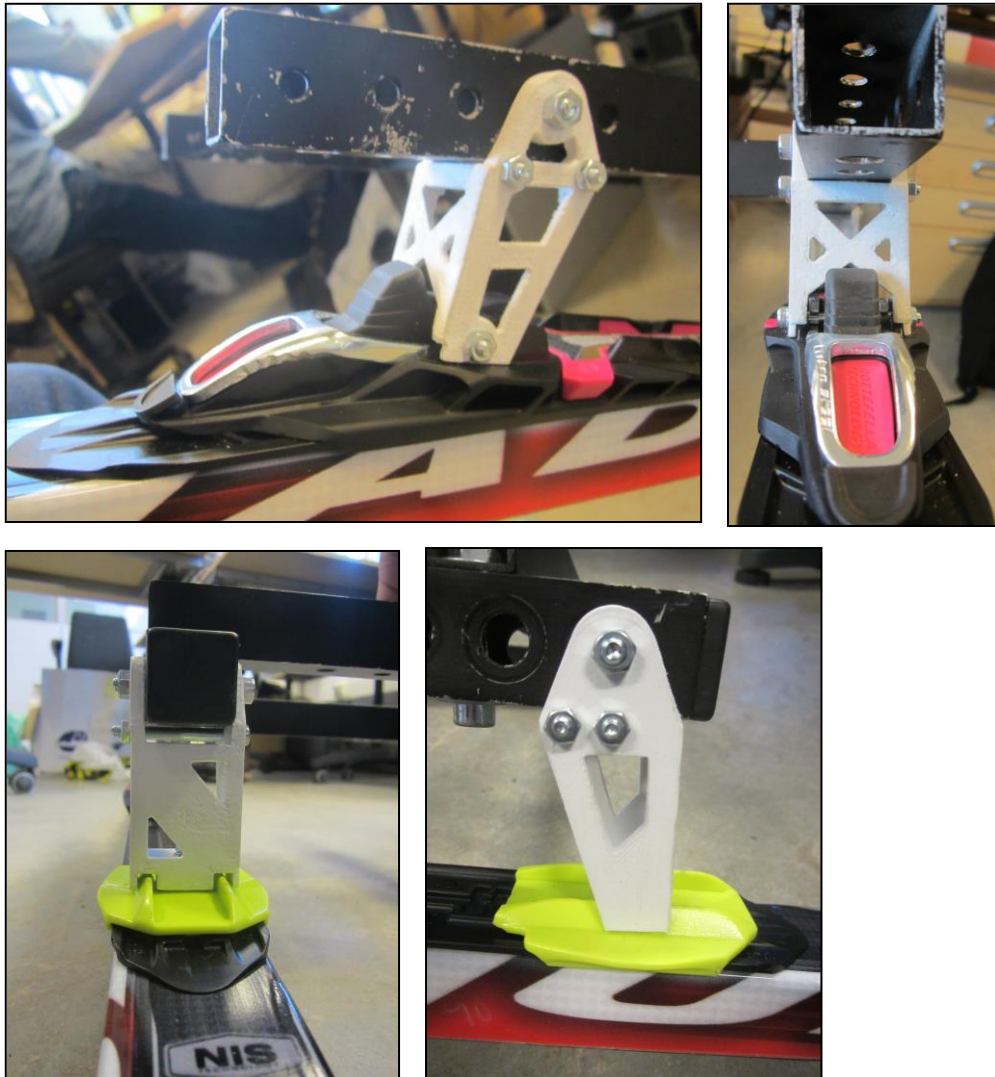
På bildene under er begge konseptene testet og funksjonen fungerer godt og oppfyller alle kravene som er satt i kravspesifikasjonene.



Figur 41: Konsept 5



Figur 42: Konsept 6



Figur 43: Fremre og bakre komponent

Vekten på den bakre komponenten på de forskjellige konseptene:

Konsept 5: 35,2 gram (komponent) + 77 gram (modifisert fremre skibinding) = 112,2 gram

Konsept 6: 47,2 gram (komponent) + 11 gram (modifisert bakre skibinding) = 58,2 gram

Dette tilsvarer en forskjell på 54 gram.

Total besparelse fra gammelt design til konsept 6 er 26,8 gram (fremre komponent) + 21,8 gram (bakre komponent) = 48,6 gram.

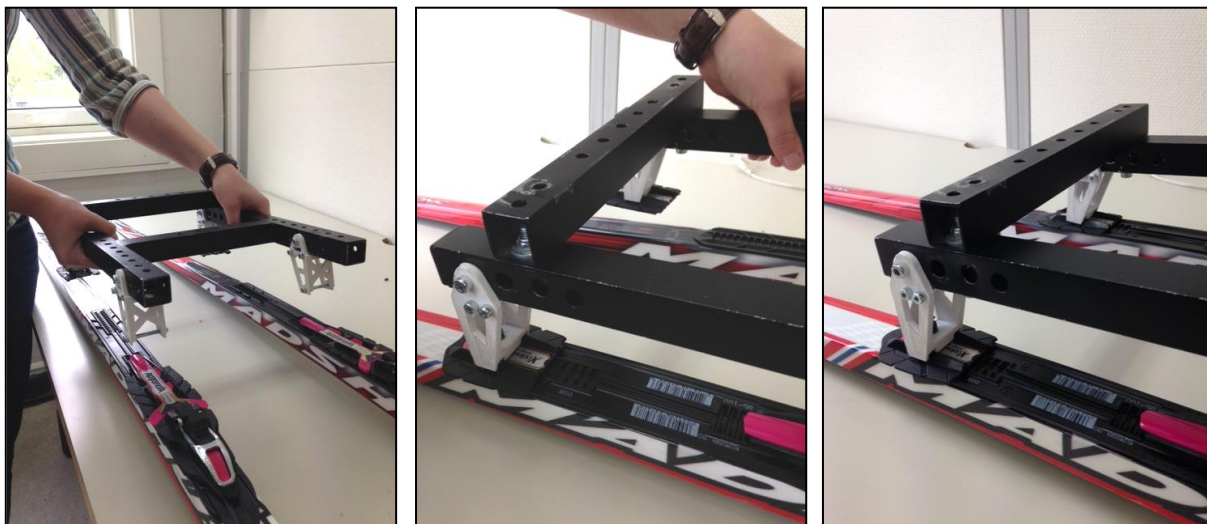
7 Konklusjon

Å regulerer bindingsfestene på kjelken og ha muligheten til å justere hvor på skiene kjelken festes, er noe Trygve setter veldig stor pris på. Ved konsept 6, etter at den bakre delen av skibindingen ble kuttet der låsesporet var, ble det veldig lett å gli den frem og tilbake på NIS-platen. Denne bakre skibindingen er også mye mindre i forhold til konsept 5, der man har en fremre skibinding bak. Det gjør at man får større avstand å regulere bindingsfestene på. Den er også mye enklere å få på skien, ved to fremre skibindinger må man treffe helt eksakt for å feste kjelken til skiene. Flere fordeler med konsept 6 er at den totale vekten på komponenten er betydelig mindre da det er en forskjell på 54 gram. Og i tillegg slipper man å kjøpe noe ekstra utstyr, da man får det man trenger i en standard skipakke. Det eneste man må gjøre er å kutte av tuppen på den bakre skibindingen og bore ett hull slik at man kan feste komponenten med en skrue til skibindingen. Så konklusjonen er at det bør sees videre på konsept 6.

Simuleringer gjort i NX beregnet sikkerhetsfaktor på eksisterende bindingsløsning til å være ca. 1,3. Dette indikerer at analysen har konservative lasttilfeller som heller bør verifiseres med et akselerometer på en utøver. Selv om analysen viser at spenningen så vidt passerer flytegrense for aluminium 6082 trenger det ikke være et reelt problem, men bør uansett testes med utøver under maks belastning. Alternativt kan man for eksempel bruke Alumec 89 som har en flytegrense på ca. 590 MPa som vil gi en betydelig høyere sikkerhetsfaktor.

Det er lagd en samling av bilder under for å demonstrere hvordan funksjonen på konseptet fungerer (figur 44). Man velger selv om man vil feste en og en ski omgangen eller begge på samtidig.

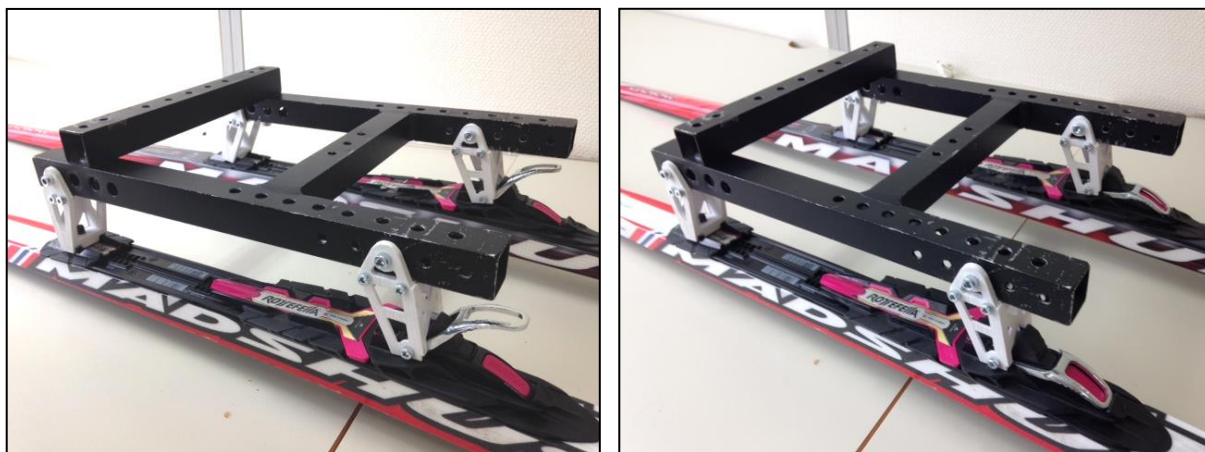
1. Gli de bakre komponentene inn på NIS-platen helt til de fremre komponentene rekker frem til det fremre bindingsfestet.



2. Vipp kjelken litt bakover for å treffe det fremre bindingsfestet.



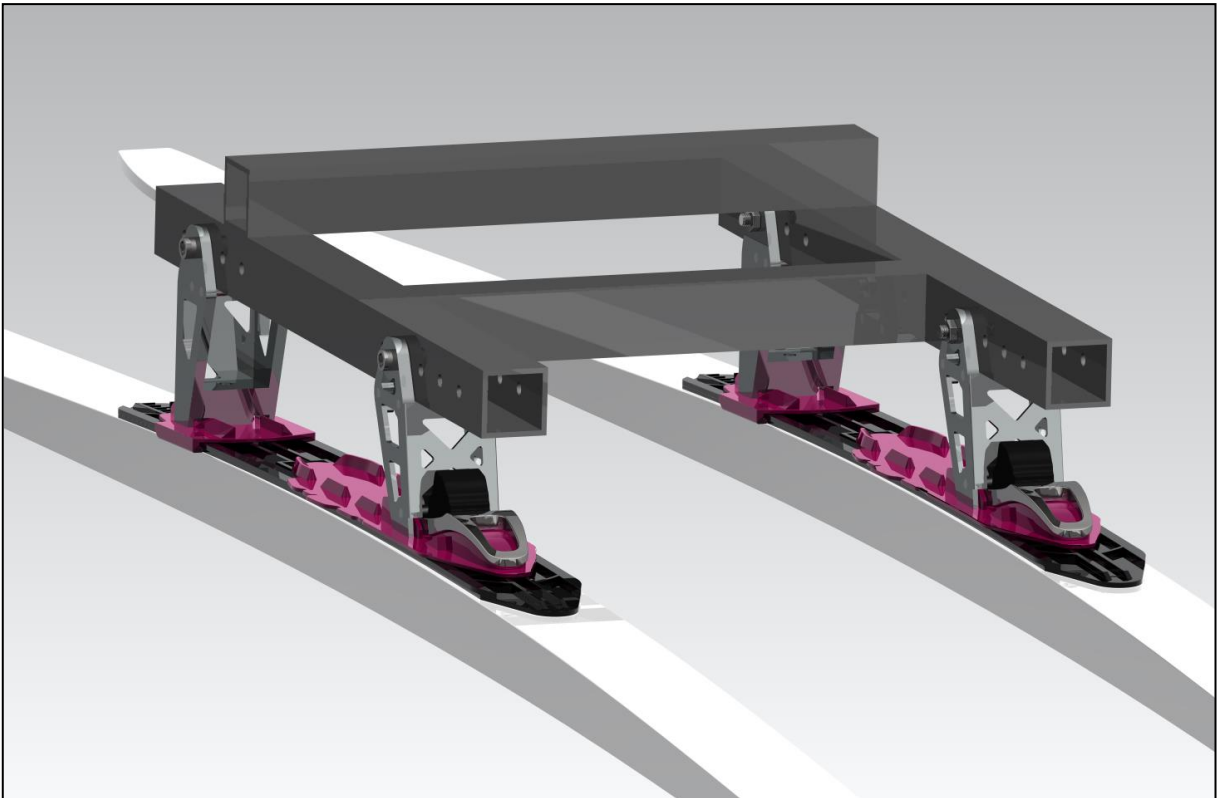
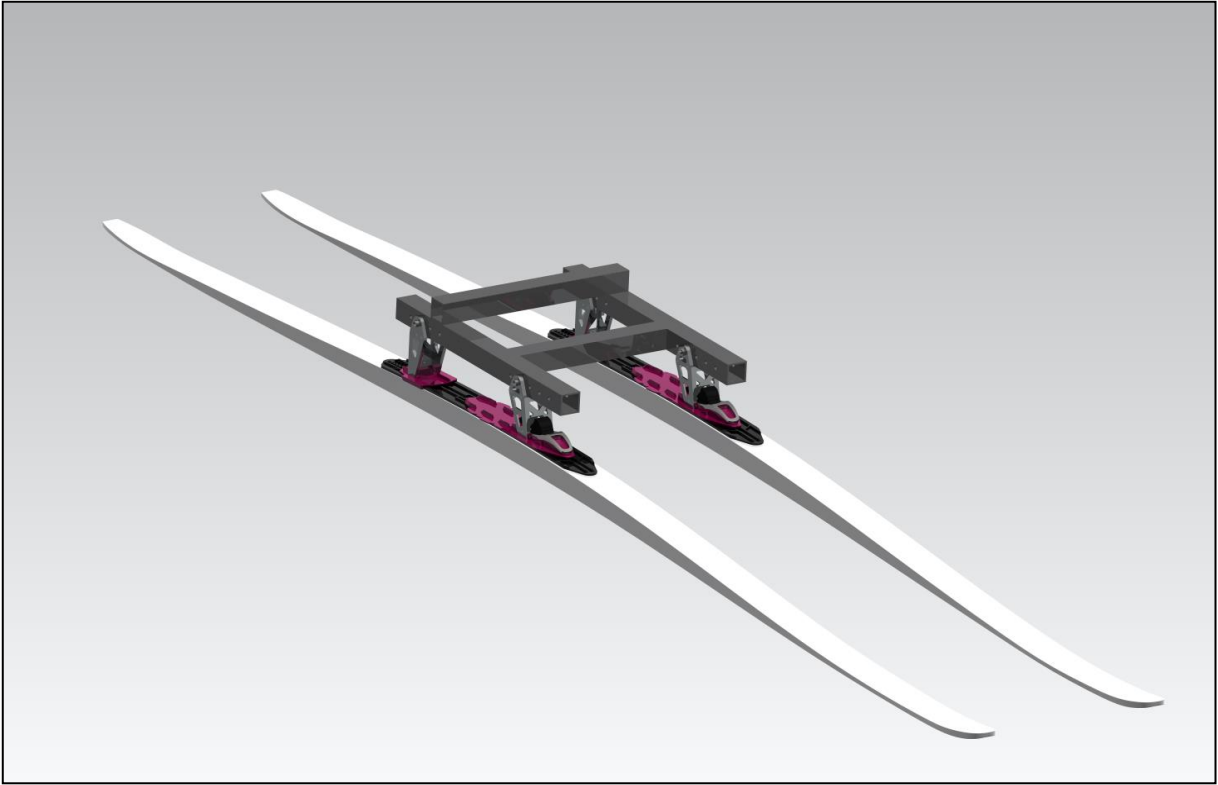
3. Senk kjelken ned i de fremre bindingsfestene og lukk dem igjen.

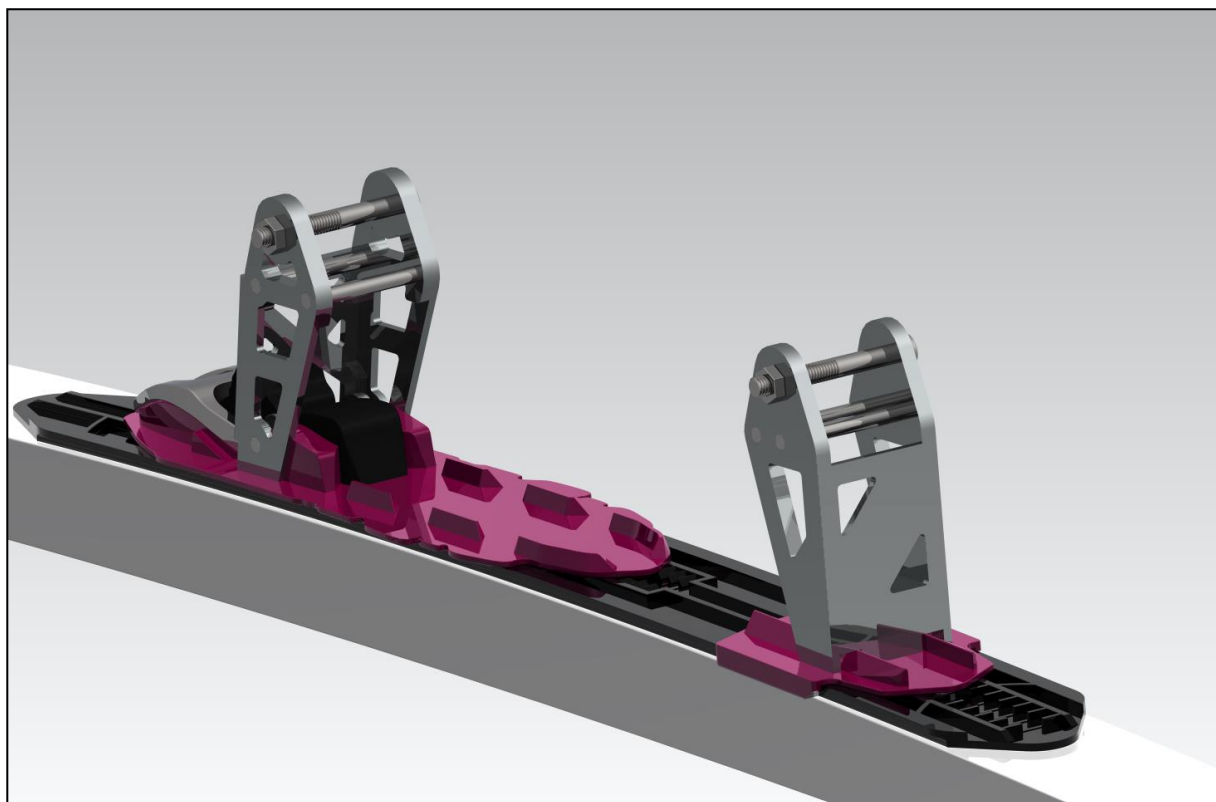
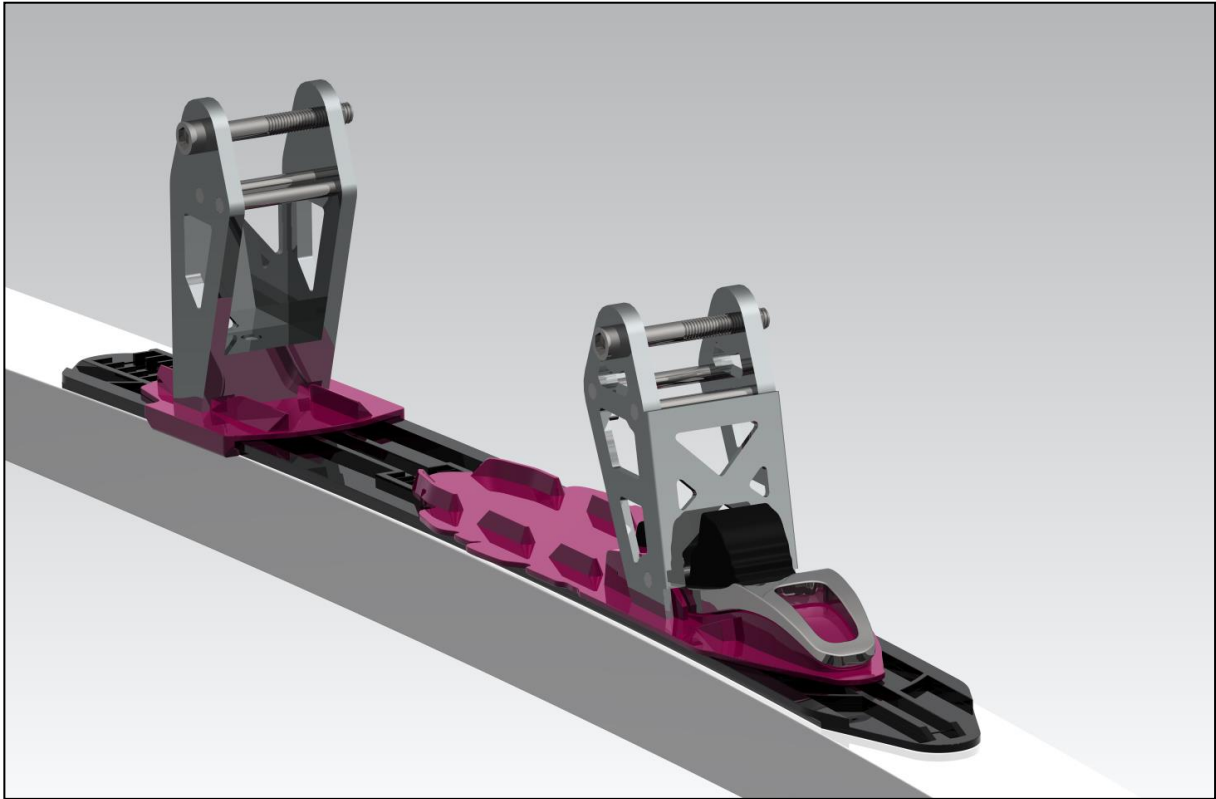


Figur 44: Bruksanvisning

8 Veien videre

Det som må gjøres videre er å faktisk lage disse komponentene etter riktig produksjonsmetode, og teste om de tåler spenningene i skiløypene. Tilbakemeldingene fra Skeno AS er at disse resultater ser bra ut, men at de foreløpig har valgt å legge fokus på sykkelene, med en mulighet for at de videreutvikler skipiggekjelken på høsten.





Figur 45: NX-bilder

9 Referanser

- [1] Grave, Jon Harald Lambert, 2010, Kompendiet TMM4121 Produktutvikling, Tapir Akademisk forlag.
- [2] Hildre, Hans Petter, Ålesund 2007, Produktmodellering, Institutt for produktutvikling og materialer, NTNU.
- [3] Ulrich Karl T. & Eppinger Steven D., 2012, Product design and development, 5th edition, McGraw-Hill Companies.
- [4] Cross, Nigel, 2008, Engineering Design Methods: strategies for product design, 4th edition, John Wiley & Sons Ltd.
- [5] Rasch, Ola og Sørby, Knut, 2012, Kompendium TPK4190 Produksjonsteknologi, Institutt for produksjons- og kvalitetsteknikk, NTNU.
- [6] Guerrilla guide to CNC machining Lesedato: 22.05.2016
Url: <http://lcamtuf.coredump.cx/gcnc/ch1/>
- [7] Figur 37 Lesedato: 22.05.2016
Url: <https://trinekirkhaug.wordpress.com/2014/02/04/om-produksjon-av-knagger/>
- [8] CNC Fresing for din bedrift Lesedato: 22.05.2016
Url: <http://www.dreie.no/fresing.php>
- [9] Fordelene med CNC-maskiner Lesedato: 22.05.2016
Url: <http://www.rockwalldates.com/fordelene-med-cnc-maskiner/>
- [10] Teknikken Lesedato: 18.04.2016
Url: <http://www.kimtech.se/se/vattensk%C3%A4rning/tekniken-14383343>
- [11] Figur 38 Lesedato: 18.04.2016
Url: <http://www.askro.no/index.php/vannskjaering.html>
- [12] Vannskjæring – teknikk Lesedato: 18.04.2016
Url: <https://snl.no/vannskj%C3%A6ring%2Fteknikk>
- [13] Vannskjæring generelt Lesedato: 18.04.2016
Url: <http://www.norsk-vannskjaering.no/>
- [14] Knudsen, Knud Helmer, juni 2000, Maskinkonstruksjonslære, Institut für Maschinenelemente, Universität Stuttgart

10 Vedlegg

10.1 Prosjektoppgave

Skipigging - Kopling mellom ski og kjelke

Utvikling av ny festemekanisme for aktive konkurranseløpere

Katrine Sønsteby Moe



Produktutvikling og produksjon

Innlevert: Høsten 2015

Hovedveileder: Knut Einar Aasland, IPM

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet

Institutt for produktutvikling og materialer

**PROSJEKTOPPGAVE HØST 2015
FOR
STUD.TECHN. KATRINE SØNSTEBY MOE**

UTVIKLING AV KJELKE FOR SKIPIGGING: KOPLING MELLOM SKI OG KJELKE

Skipigging er en populær grein av vinteridrett for handikappede. Den tilsvarer langrenn for funksjonsfriske. Denne idrettsgreina har potensiale til å bli en populær mosjonsidrett i tillegg til å være toppidrett. Pr i dag fins det kjelker som brukes i konkurransesammenheng, men de er lite utviklede og lar neppe utøverne vise sitt fulle potensiale. De er dessuten for vanskelige å bruke på en god måte til at de har slått igjennom for mosjonister.

I samarbeid med Skeno AS skal det derfor utvikles en ny generasjon av skipiggingskjelke. I første omgang vil denne rette seg mot aktive konkurranseløpere, men det skal tas hensyn til at det seinere skal utvikles en kjelke – muligens som en variant – som retter seg mot mosjonister.

De to områdene som først og fremst må forbedres i forhold til nåværende kjelker, er koplingen mellom ski og kjelke og koplingen mellom kjelke og bruker. Hele tida er målsettingen å gjøre det enklere for bruker å styre kjelken slik han ønsker, samt å få mest mulig fart ut fra muskelytelse. Det hele selvsagt mens man tar hensyn til komfort, pris og brukervennlighet.

I denne oppgaven er det koplingen mellom ski og kjelke som står i fokus.

I oppgaven skal:

- Eksisterende kjelkekonstruksjon undersøkes, og styrker og svakheter avdekkes
- Brukere av eksisterende kjelker intervjues om syn på nåværende kjelke og ønsker til ny kjelke
- Krav og ønsker til ny kjelke dokumenteres gjennom en brukerkravspesifikasjon
- Alternative løsningskonsepter for feste mellom ski og kjelke genereres, først og fremst for å skaffe seg innsikt i problemer og dermed finne fram til gode krav og vurderingskriterier for løsninger
- En produktkravspesifikasjon settes opp. Denne skal brukes i den etterfølgende masteroppgaven.
- I den grad tida tillater det: Bygging av funksjonsmodeller for å teste brukbarheten av løsningskonsepter

Formelle krav:

Tre (3) uker etter utlevering av prosjektoppgaven leverer kandidaten et A3-ark med tekst og bilder som beskriver hva oppgaven går ut på (et elektronisk eksemplar i pdf-format). Mal for arket finnes på instituttets hjemmeside på siden for "prosjekt og fordypningsemner" (<http://www.ntnu.no/ipm/prosjekt>).

Eksperimentelt arbeidet i prosjektoppgaven skal risikovurderes. Hovedaktiviteter som er kjent/planlagt skal risikovurderes ved oppstart og skjema skal leveres innen 3 uker etter utlevering av oppgavetekst. Skjemaet må signeres av veileder. Risikovurdering er en løpende dokumentasjon og skal gjøres før oppstart av enhver aktivitet som KAN være forbundet med risiko. Kopi av signert risikovurdering skal være inkludert i vedlegg ved levering av rapport

Senest 1 uke før innlevering av prosjektoppgaven skal kandidaten levere et A3-ark som illustrerer resultatet av arbeidet.

Innleveringsfrist for prosjektbesvarelsen er 15. desember 2015, innen kl 15:00. Besvarelsen leveres i to papirversjoner og elektronisk på e-post til iipmprosjekt@ivt.ntnu.no.

Ved bedømmelsen legges det vekt på at problemstillingen presenteres klart, at besvarelsen er skikkelig gjennomarbeidet og at kandidaten gir en selvstendig framstilling av stoffet med egne vurderinger.

Besvarelsen skal ha med signert oppgavetekst og skal forsynes med innholdsfortegnelse. Rapporten innledes med en klar formulering av problemstillinger bearbeidet i prosjektet, et sammendrag av viktige resultater, og konklusjoner. Rapporten skal være på maksimum 30 sider, inklusive skisser innarbeidet i tekst. Eventuelle tabeller, tegninger, detaljerte skisser, fotografier, med videre, kan medtas i et bilag som regnes i tillegg til de 30 sider. I besvarelsen henvises til de respektive steder i vedleggene, men besvarelsen skal skrives slik at den kan leses uten vedlegg. Figurer og tabeller skal inneholde alle nødvendige påskriften. Litteraturhenvisninger skal være fullstendige med angivelse av forfatter, bok (artikkel), tittel, forlag, årstall og sidenummer. Henvisninger foretas ved nummer i teksten og dette refererer til en nummerert litteraturliste bak i rapporten.

I tillegg til rapporten skal kandidaten levere inn en PU-journal i instituttets format.

Kontaktpersoner:

Fra Skeno AS: Peder Kjæmli / Anders Seim



Knut Aasland
Faglærer



NTNU
Norges teknisk-
naturvitenskapelige universitet
Institutt for produktutvikling
og materialer

FORORD

Prosjektet er gjennomført høsten 2015 ved Institutt for Produktutvikling og Materialer (IPM) ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU) i Trondheim, Norge.

Fordypningsprosjektet utgjør 15 studiepoeng. Formålet med oppgaven er å utvikle en ny festemekanisme mellom ski og kjelke i skipigging i samarbeid med Skeno AS.

Rapporten tar for seg produktutviklingsprosessen:

1. Introduksjon til prosjektet og generell informasjon.
2. Behov og brukerdefinisjon.
3. Konseptutvikling og konseptdetaljering
4. Resultatet og evaluering av designarbeidet.
5. Konklusjon og videre arbeid.

IPM-modellen har i stor grad blitt benyttet, der det har blitt delt opp i følgende faser.



Jeg ønsker å takke følgende personer for deres bidrag med faglig kunnskap og veiledning gjennom prosessen:

- Skeno AS: Anders Seim og Peder Kjærnli
- Veileder: Knut Einar Aasland
- Landslaget skipigging: Trygve S Toskedal Larsen

NTNU, Trondheim, 15.12.2015

Katrine S. Moe

Katrine Sønsteby Moe

SAMMENDRAG

Skipigging er for utøvere med funksjonsnedsettelse i den nedre delen av kroppen. Prinsippene for idretten er basert på akkurat de samme som langrenn for funksjonsfriske. Utøverne sitter i en kjelke, som er individuelt tilpasset etter hvilken grad av funksjonshemming utøveren har. Det blir benyttet vanlige skøyteski som er festet på undersiden av kjelken, og korte staver som de staker med.

Oppgaven beskriver utviklingen av ny festemekanisme mellom kjelken og skiene. Undersøkelser har vært viktig for å få en grunnforståelse for både produktet og brukeren. For brukerobservasjoner har det blitt sett på videoer på nettet, mens for produktet har det blitt sett på eksisterende kjelker som HandiNor har produsert. For brukerforståelsen har intervjuer blitt gjennomført med forskjellige brukere. Skeno har også bidratt med mye kunnskap om både bruker og produkt. Det har blitt satt størst fokus på aktive utøvere i konkurranser, men også fokus på mosjonister. Funnene fra alt dette ble videre brukt til utgangspunktet i oppgaven, der brukerens krav står i hovedfokus.

I forhold til dagens kjelker var det noen krav som var viktig å oppfylle. Det viktigste kravet var at festemekanismen skulle sitte stramt, slik at vandring ikke oppsto som gjorde at skiene ikke stod parallelt i forhold til hverandre. I konkurranser er det lov til å bytte ski underveis, og da er det viktig å ikke bruke for lang tid på skibytting, helst 5-10 sekunder per ski. I dag blir bøyler som er festemekanismen, skrudd ned i skiene. Ulempene ved det, er at man må skru bøyler på alle ski som man skal bruke/teste i tillegg til at man påvirker spennet i skien. Vekten var også ønskelig å få så lav som mulig, helst under 3 kg inkludert kjelken.

Resultatet av prosjektoppgaven ble en grundig gjennomgang av både bruker og produkt, som dannet grunnlaget til brukerkrav- og produktkravspesifikasjoner. Videre ble det satt opp noen løsningseksempler som danner grunnlaget for videre arbeid/testing i masteroppgaven 2016.

ABSTRACT

Cross-country skiing is for athletes with disabilities in the lower part of the body. The principles of the sport are based on exactly the same as cross country for athletes with regular functionality. Athletes sits in a sled, which is individually tailored according to the degree of disability the practitioner has. It is applied normal ski which is affixed to the bottom of the sled, and short poles which they use for propulsion.

This thesis describes the development of a new attachment mechanism between the sledge and skis. Surveys have been important to get a basic understanding of both the product and the user. For user observations, videos has been viewed online, while for the product there has been looked at existing sledges which HandiNor has produced. For user understanding it has been conducted interviews with different users. Skeno has also contributed a lot of knowledge about both the user and the product. The main focus have been on active athletes in competitions, but also on regular exercisers. The findings from all this was further used initially in the task, where the user's requirements were the main focus.

Compared to the current sleds, there were some demands that were important to fulfill. The main requirement was that the attachment mechanism should be tight, so that looseness did not ruin the parallelism of the skis. In competitions it is permitted to change skis along the way, and then it is important not to spend too much time changing the skies, preferably from 5 to 10 seconds per ski. Today, the hoops that are the attachment mechanism, is screwed down the skis. The disadvantages of this, is that one must screw hoops on all skis when use/test as well as to affect the tension of the ski. The weight was also desirable to get as low as possible, preferably under 3 kg including the sledge.

The result of the project work was a thorough review of both the user and the product, which formed the basis for user specifications and product specifications. Furthermore, it was set up some solution examples form the basis for further work / testing for the master's thesis in 2016.

Innholdsfortegnelse

| | |
|---|-----------|
| Forord | iv |
| Sammendrag | v |
| Abstract | vi |
| | |
| 1. Introduksjon | 1 |
| 1.1 Historie | 1 |
| 1.2 Konkurransen..... | 2 |
| 1.3 Utstyr og kjelken | 3 |
| 1.4 Utøvere | 4 |
| 2. Visjon | 5 |
| 3. Behovs- og teknologianalyse | 6 |
| 3.1 Eksisterende løsning | 6 |
| 3.2 Bruker- og bruksanalyser | 7-9 |
| 3.3 Bruksmåte og brukssituasjon..... | 10 |
| 3.4 Brukerkravspesifikasjon | 11 |
| 3.5 Produktkravspesifikasjon | 11 |
| 4. Konseptutvikling | 12 |
| 4.1 Konsept 1 | 12 |
| 4.2 Konsept 2 | 13 |
| 4.3 Konsept 3 | 13 |
| 4.4 Konsept 4 | 14 |
| 4.5 Konsept 5 | 14 |
| 4.6 Feste komponenter til skiene | 15-16 |
| 4.6.1 Konsept 6..... | 16 |
| 4.7 Evaluering av konseptene | 17 |
| 5. Testing | 18 |
| 5.1 Konsept 6 | 19 |
| 5.2 Konsept 5 | 20 |
| 5.3 Konsept 3 | 21 |

| | |
|---------------------------------------|-----------|
| 6. Struktur og utforming | 22 |
| 7. Konklusjon | 23 |
| 8. Videre arbeid | 23 |
| Referanser | 24 |
| Vedlegg | 25-27 |

1. Introduksjon

I dag deltar mange funksjonshemmede i en rekke aktiviteter, både på sommeren og vinteren. Vinteraktiviteter har vært mindre vanlige og tilgjengelige for personer med funksjonshemninger. Man har vært skeptisk ovenfor snø og kulde mot helsen til funksjonshemmede. Men i dag har ny kunnskap, flere nye hjelpemidler og aktivitetstilbud gjort vinteren til en aktiv årstid for dem også [1, s.3].

Skipigging er en fin mulighet på vinterstid for personer med nedsatt funksjonsevne til å komme seg ut i fysisk aktivitet. Eller rett og slett bare komme seg ut i den fredfulle skogen med venner og kjære.

1.1 Historie

Etter krigen ble den alpine skiidretten satt i gang, som et middel til å rehabilitere veteraner da det var krigsskadede fra Mellom-Europa og USA. I 1974 på Beitostølen ble det første offisielle kurset avholdt, og i 1976 deltok vi med alpinister i den første vinterparalympiske leker i Örnsköldsvik, Sverige. Etter det fikk også sittende utøvere og andre aktiviteter mer oppmerksomhet.

I 1999 skjedde et gjennombrudd med Interski-kongressen på Beitostølen, da mange skisteder ville begynne å legge til rette for funksjonshemmede, slik at de også kunne begynne for fullt. Drivkraften i denne utviklingen var utøverens eget initiativ og fremstilling av aktiviteter.

Langrennskipigging er en norsk oppfinnelse. Vidar Johnsen, begynte tidlig på 70-tallet å pigge i rullestol og pulk. Det var veldig fysisk krevende å få framdrift i pulken og den var heller ikke enkel å styre. Sveitserne satte da ski på kjelken slik at aktiviteten ble tilgjengelig for flere og ikke bare de sprekeste. [1, s. 7-8]



Figur 1 - Pigger i pulk. [1, s. 8]

1.2 Konkurransen



Figur 2 - Paralympiske leker ikon.

Skipigging følger akkurat det samme prinsippet som langrenn for funksjonsfriske, men her er det for funksjonshemmede utøvere sittende i kjelker. Skipigging er en krevende øvelse, og sittebalanse og styrke i armer og overkropp betyr mye. Konkurransene må utføres i godt preparerte løyper i flatt, hellende terreng. For å skifte spor løfter utøveren opp framparten av kjelken ved å bruke armene og hopper inn i et nytt spor. For alle sittende utøvere er det ikke lov å bruke beinene for å styre eller bremse, men man kan sette hendene eller stavene i snøen for å bremse. Utfor i svinger kan man styre med armen i innersvingen samtidig som man legger litt vekt på den siden og staker raskt med den andre armen. Hvilken teknikken man bruker er avhengig av hvilken type grad av funksjonshemning man har [1, s. 38].

I dagens konkurranser blir det brukt et prosentssystem. Det er et system der utøverne blir plassert i forskjellige skadegrupper etter hvilken grad funksjonshemning de har. Ved bruk av prosentssystemet vil man forhindre urettferdigheter da de som konkurrerer med hverandre har ulik grad av funksjonshemning. I konkurranser vil det bli gitt et antall prosent som trekkes fra utøverens sluttid, etter type funksjonshemning. Altså vil de utøverne som har størst funksjonshemning (amputasjon høyere opp), få det største fratrukket i antall prosent. Dette systemet brukes i alle de tre kategoriene det konkurreres i langrenn; synshemning, stående og sittende bevegelsehemning. Sittende bevegelsehemning deles inn i LW10-12 [2]. LW står for Locomotor Winter, dvs. bevegelsehemmede vinter [3]. Se vedlegg s. 25 for hva de forskjellige klassene står for.



Figur 3 - Paralympiske vinterleker 2010, ble arrangert i Vancouver i Canada. Her ser vi Trygve Toskedal Larsen leder i starten av stafett for menn i skipigging. Ender med at Norge tar bronse [4].

1.3 Utstyr og kjelken

Skiene og stavene som blir brukt er akkurat den samme typen som hva funksjonsfriske bruker. Men funksjonshemmede langrennspiggere trenger noe spesialtilpasset utstyr. Det blir brukt skøyteski, og stavene skal nå opp til tinningen når man sitter i kjelken. For å få maksimal gli prepareres skøyteskiene med glivoks over hele lengden.

Det fins mange typer kjelker til skipigging i dag. Felles for alle kjelkene er at de har ski som festes til kjelken. Kjelken er utstyrt med et sete som har polstring for å unngå sårdannelse og øke varmeisolasjonen og reimer til festing, og eventuelt fotstøtte, ryggstøtte og andre støtteordninger om man ønsker. Sluttutseende på kjelken er avhengig av hvilken type og grad av funksjonshemming brukeren har. På grunn av dette er det meget vanskelig å lage en standard type, dermed blir de individuelt tilpasset etter brukerens behov. En regel er at det er max sittehøyde på 40 cm, fra toppen av skiene til sitteenheten [1, s. 37], [5].



Figur 4 – HandiSnow-5 piggekjelke produsert av HandiNor AS. Denne kjelken er designet for de med ett ben og god sittebalanse [6].

1.4 Utøvere

Paralympiske vinterleker I Sochi 2014 var det totalt registrert i langrenn 147 utøvere, 94 menn og 53 kvinner innen de 3 kategoriene; sittende, stående og synshemmede utøver[7]. I tillegg er det flere som har utstyr og pigger 1-2 ganger i året på mosjonsnivå.

Vi har tre utøvere i dag på langrennspigging som er aktive i internasjonal sammenheng:

- Trygve Toskedal Larsen
- Jon Ivar Sandhaugo
- Birgit Skarstein

2. Visjon

Visjon og misjon

Prosjektoppgaven ble gitt av Skeno AS der det skal utvikles en forbedret versjon av skipiggingskjelken som skal i første omgang rette seg mot konkurranseløpere, og senere mot mosjonister. I denne oppgaven skal det kun sees på festemekanismen mellom kjelken og skiene. Målet med oppgaven er å hjelpe de norske skipiggeerne på landslaget til å prestere maks i konkurranser. Dette skal gjøres ved å utvikle en bedre utgave av kjelken som brukes i dag.

Visjon: Utvikle en ny festemekanisme mellom ski og kjelke etter brukerens behov.

Misjon: Kartlegge brukerens behov for å utarbeide kravspesifikasjon for å danne grunnlaget for videre utforming av konsepter.

Dette vil danne grunnlaget for masteroppgaven til våren 2016.



Figur 5 – Bedriftslogo for Skeno As og HandiNor

Skeno AS er et lite firma som utvikler sportsutstyr til mennesker med nedsatt funksjonsevne. Firmaet ble opprettet i april 2014, og består av Anders Seim og Peder Kjærnli, begge utdannet sivilingeniører i produktutvikling ved NTNU.

«Vår visjon er å tilgjengeliggjøre aktivitet og legge til rette for god helse for personer med nedsatt funksjonsevne gjennom å utvikle innovativt sportsutstyr med god funksjon og godt design [8].»

De holder til på samme sted som HandiNor AS i Fetsund. HandiNor ble opprettet i 1989, og de driver med salg, produksjon og utvikling av tekniske hjelpemidler for funksjonshemmede [9]. Det er HandiNor som har produsert kjelken som det skal sees på.

3. Behovs- og teknologianalyse

Her skal det kartlegges alle behovene som man må tenke på for å danne grunnlaget for utviklingen av festemekanismen fra skiene til kjelken. For å kunne skape et vellykket produkt, må forståelse av brukerens behov og bruksmåten kartlegges grundig. Det er brukeren som er kilden til god produktutvikling. For å finne fram til hvordan produktet bør være har bruker, bruksmåte og brukssituasjon blitt undersøkt [10, s. 135].

3.1 Eksisterende løsning

Det har blitt tatt utgangspunkt i den kjelken som Skeno har bygd, som er på bildene under. Det blir brukt akkurat de samme ski og skibindingene som hos funksjonsfriske bruker. Her er det vanlig skibinding foran og en bøyle bak for å sikre kjelkerammen til skiene. Problemstillingen med denne festemekanismen er at man må skru bøylere på alle skiene man skal bruke, som igjen kan påvirke spennet i skien. Bøylen er heller ikke helt tilpasset slik at det oppstår vandring mellom feste fra kjelken til bøylen som igjen resulterer i at skiene kan bevege seg ut og inn til sidene og får da pløge/V-stil effekten.



Figur 6 - Bilder over dagens løsning på ski og kjelke festing

3.2 Bruker- og bruksanalyser

Det er mange forskjellige brukere som kan benytte seg av skipigging og alle med forskjellige behov. Det kan være fra barn til godt voksne personer, fra nybegynnere til toppidrettsutøvere. På grunn av dette er det forskjellige krav til utformingen. I denne oppgaven skal det fokuseres på toppidrettsutøvere og deres krav men også ha mosjonister i bakhodet. I forhold til å utforme en kjelke er man avhengig av å ta hensyn til hvilken type funksjonshemning brukeren har. Det er man ikke avhengig av når en festemekanisme skal utvikles. Den kan være den samme uansett bruker, men det eneste er at man må kunne regulere avstanden mellom festene som er montert på skiene med tanke på størrelsen av kjelken og lengden av skiene.

Det har blitt valgt å dele brukerne inn i to kategorier; mosjonist og aktiv utøver.

Mosjonist

I denne kategorien finner vi personer som driver normalt eller lite med skipigging som liker å komme seg ut en vinterstid med familien, som oftest i helger og ferier. Her er det alt fra nybegynner til folk med mer erfaring, og både de som trenger hjelp og de som er selvhjulpne.

Aktiv utøver

Her er det brukere som er mer selvhjulpne når det kommer til å skipigge i løyper. Det er personer som er på toppnivå, trener mye og bruker flere timer om dagen i løypene. Her finner vi toppidrettsutøveren som har god kontroll innen teknikk og hvordan man skal håndtere svinger og fall.

På grunn av at det ikke har vært tilgang til å faktisk se brukere i en brukssituasjon, har nett og video [11] blitt brukt til å kartlegge hvordan brukeren opptrer i sitt bruksmiljø. Det har blitt hentet inn relevant informasjon om brukeren ved å intervju brukeren for å få innsikt i hva deres synspunkter er og eventuelle problemstillinger.

Ola Bye Øiseth



Alder: 16 år

Hjemsted: Trondheim

Klubb: Rosenborg Kjelkehockeyklubb, og er rekrutt på det norske landslaget.

Funksjonshemming: Dismeli, har en vanlig og en kort fot.

Bruker: Mosjonist

Forholdet hans til skipigging er ikke så omfattende, han har brukt den noen få ganger når familien drar på hytten. Han har skipiggekjelken som HandiNor har produsert som man ser på bildene under. Det er faren hans som setter på skiene til kjelken. De hadde ingenting å si på hvordan festemekanismen var. Observasjonen som ble gjort var at det tok litt tid å sette på skiene til kjelken, men det er en øvelsessak, da de ikke har blitt brukt så aktivt.



Figur 7 - Bilder tatt fra hjemmet til Ola av kjelken han bruker. Øverst er selve kjelken og under er skiene som blir brukt.

Trygve Toskedal Larsen



Klubb: Avaldsnes IL

Født: 01.04.1972

Hjemsted: Haugesund/Avaldsnes, men bor på Flisa

Klasse: LW 12

Treningsmengde pr år: 600 timer +

Målsetninger for sesongen: være med å kjempe høyere oppe samt å ta flere pallplasser.

Bruker: toppidrettsutøver

I 2001 var han involvert i en motorsykkellulykke som førte til at han måtte amputere det venstre benet over kneet. Det var gjennom rehabiliteringsoppholdet hans han fikk tilbud med å være med i langrenn. Det var her karrieren hans innen skipigging startet. Trygve har drevet med skipigging i ca. 10 år og har vært med i mange konkurranser. I Sochi 2014 deltok han i sprint og endte på 12 plass, noe han ikke var helt fornøyd med. Men han vil fortsette å jobbe med å ta toppen tilbake [12].

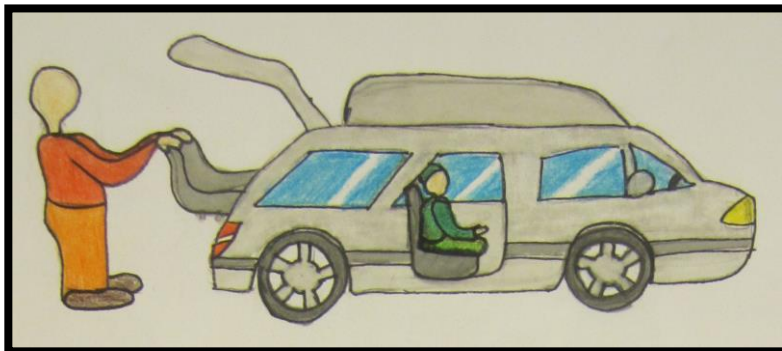
Samtaler med Trygve Larsen har avdekket de viktigste problemstillingene han har rundt bruken av skipigging i konkurransene. Han er den mest rutinerte på landslaget både på erfaring med idretten og utstyret. Han har selv utviklet kjelkene han har brukt.



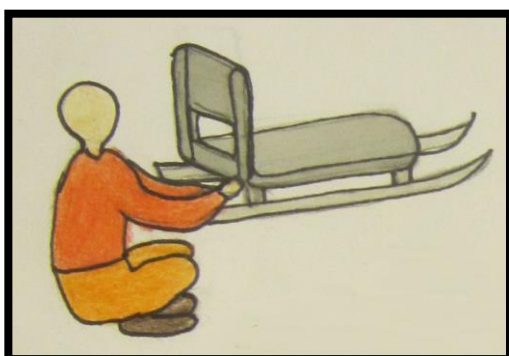
Figur 8 - Trygve Larsen sin kjelke som han har utviklet selv.

3.3 Bruksmåte og brukssituasjon

Her er et storyboard som illustrerer brukeren i de viktigste brukssituasjoner.



Brukeren får hjelp til bæring av kjelken, f.eks. av- og på lasting ut og inn av bilen.



Mange vil trenge hjelp til å sette sammen skiene på kjelken og komme seg ned i kjelken. Dette er avhengig av type og grad av funksjonshemming. Noen kan gjøre alt selv.



Hvis brukeren har god kontroll og erfaring på kjelken kan man bruke den alene. Type terreng, snøunderlag og styrke i armer, overkropp og type funksjonshemming har stor betydning for piggeteknikken.



Fall er vanlig, spesielt for nybegynnere. De trenger de hjelp til å komme seg opp. Aktive utøvere kommer seg opp på egenhånd ved å dytte seg opp med staven.



Nybegynner klarer ikke å pigge så lenge i starten, spesielt barn. De kan da få trekkhjelp for at det skal gå lettere.

Figur 9 - Storyboard

3.4 Brukerkravspesifikasjon

Fra intervjuene med brukerne ble det kartlagt en bruker- og produktkravspesifikasjon.

Montering: Viktig med rask av- og påmontering av skiene. Stort sett under konkurranser får utøverne hjelp fra en smører til å sette på ski rett før start, da er det relativt god tid. Av og til er det konkurranser hvor skibytte er lov og da er det knapt med tid. Her skal det ikke brukes mer enn 5-10 sek pr ski. Man har mulighet til å benytte ekstern hjelp, men noen gjør bytte selv. På grunn av det bør monteringen være så enkel som mulig, slik at man ikke trenger hjelp fra eksterne. Løsningene bør ikke kreve noe verktøy.

Tilpasning: Det bør være en mulighet å tilpasse hvor på kjelkerammen festene skal festes, avhengig av lengden på skiene.

Sikkerhet: Utøveren skal kunne bruke festemekanismen uten å skade seg. Det skal ikke oppstå noe klemsituasjoner eller skade.

3.5 Produktkravspesifikasjon

Vekt: Den totale vekten skal ikke være for tung, ønskelig vekt på under 3 kg.

Robusthet: Den skal tåle aktuelle påkjenninger. Største påkjenning er når utøveren ligger på en ski i sving og f. eks. kjører over en isklump. Den skal kunne transporteres og lagres uten å bli ødelagt.

Materialet: Det skal være i kontakt med mye snø og vann. Dette krever tilstrekkelig korrosjonsegenskaper.

Produksjon: Løsningen bør være enkel slik at kostnader og leveringstid er lave. Få ulike deler.

Skiene:

- Det er en fordel å unngå inngrep i selve skiene og bruke de monterte NIS-platen/skinnene.
- Sikre at skiene blir stående parallelt og at skiene ligger plant mot underlaget.

Festemekanismen:

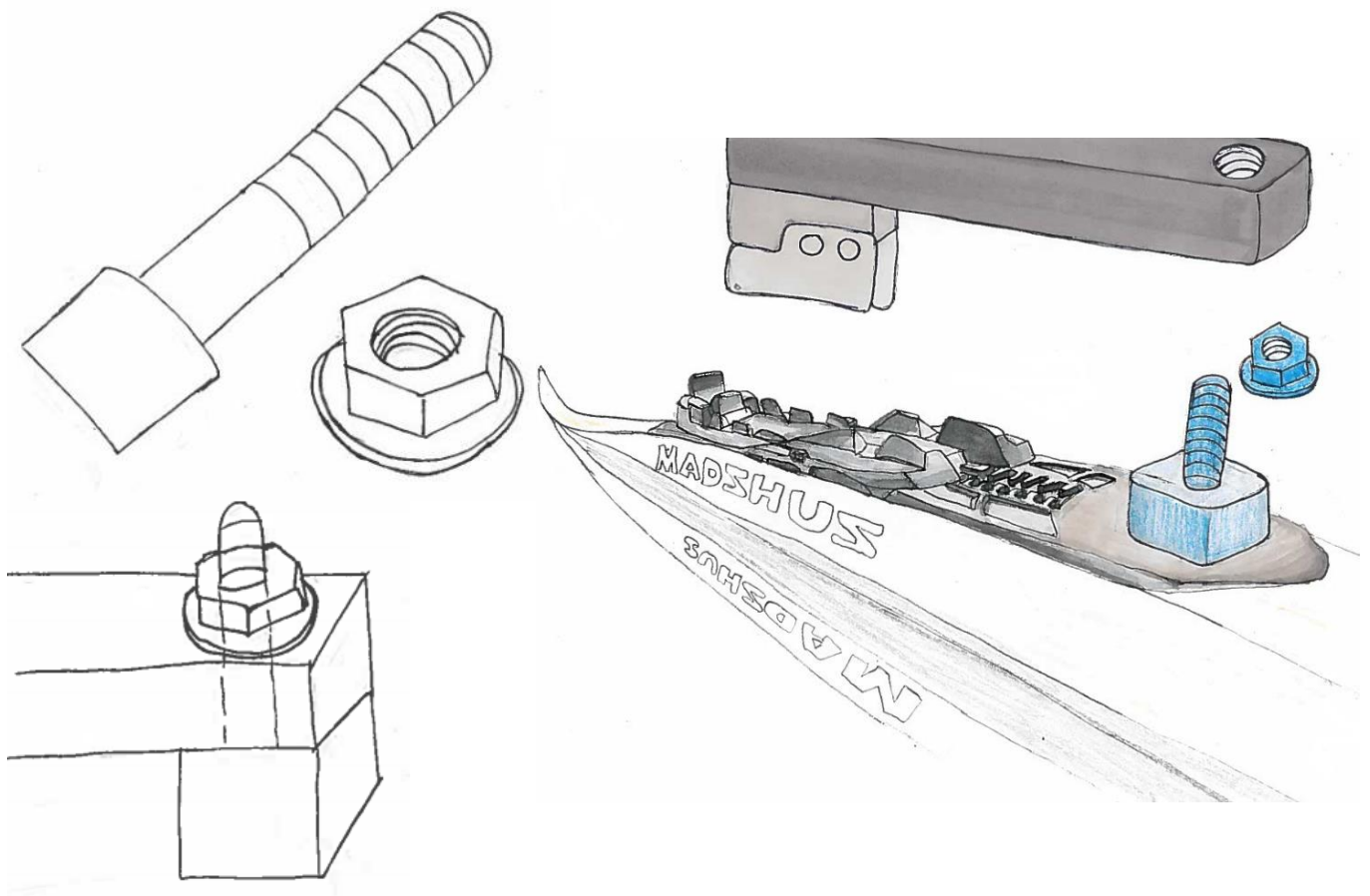
- skal være tilstrekkelig stramt og uten slark, da det kan oppstå vandring mellom feste fra kjelken som resultere i at det blir plogging.
- Ikke subbe borti snøen i sporet.
- Ikke samle for mye snø.

Utøveren er primær brukeren da de fleste kravene gjelder under bruk. Sekundære brukeren er smørere og eller ekstern hjelp som hjelper til å ta av og på skiene og transport.

4. Konseptutvikling

I dette kapitlet skal det ta for seg hvordan de nye løsningene og konseptene har utviklet seg for å finne en festemekanisme mellom kjelken og skiene. I starten var det ikke så mange krav å ta stilling til, da det ikke hadde blitt gjort noen analyser og brukerundersøkelser. Løsningsrommet var bredt. De eneste kravene var at festemekanismen skulle være så stram som mulig slik at skiene holdt seg parallelt, og at det skulle tas utgangspunkt i de eksisterende skiene. Siden det vanlig skibindingsfeste satt godt og det ikke var noe problemer med det, ble det kun sett på andre typer løsninger som skulle sitte bak på bindingen i stedet for bøylen. I konseptutviklingen ble det brukt håndskisser som verktøy.

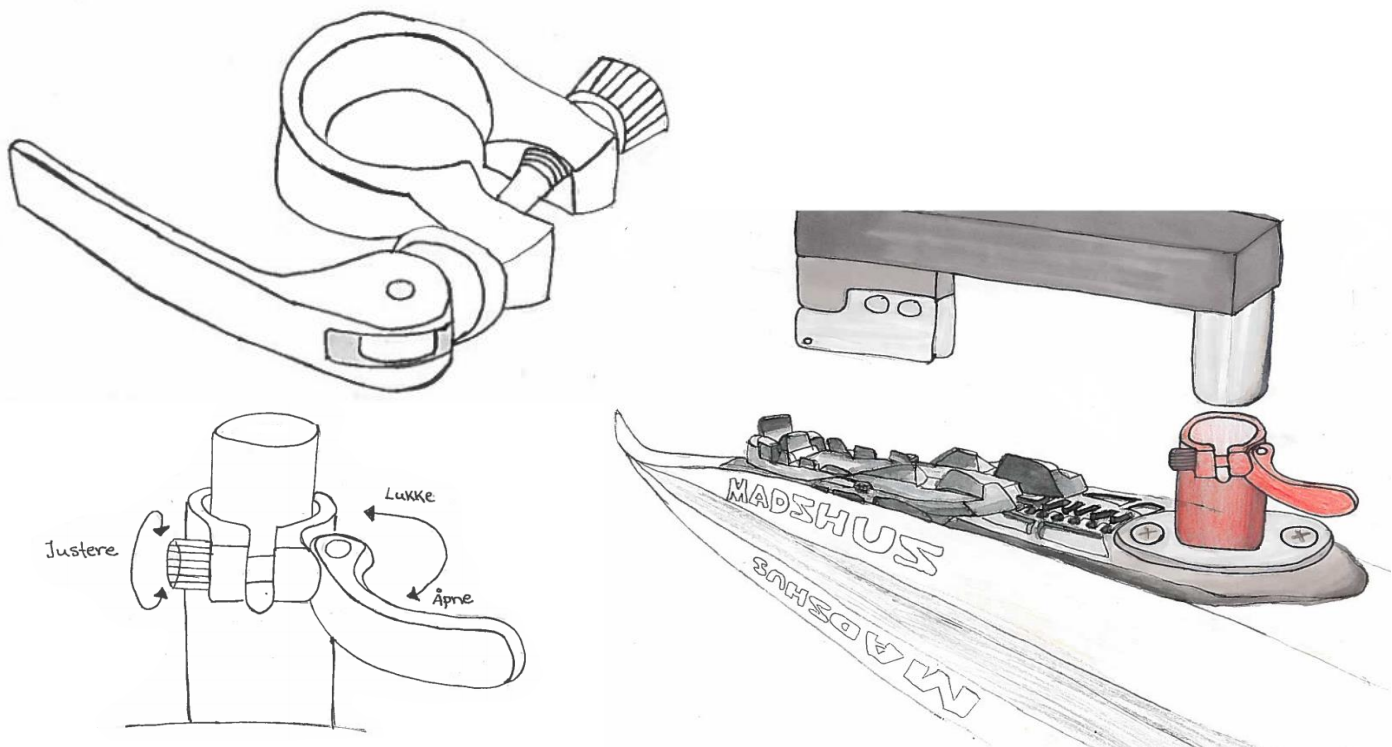
4.1 Konsept 1



Figur 10 – Konseptskisse 1.

Dette konseptet går ut på at festemekanismen er som en enkel skrumekanisme. En boltkomponent er satt bak på skibindingen og en mutter brukes til å stramme kjelkerammen til skien.

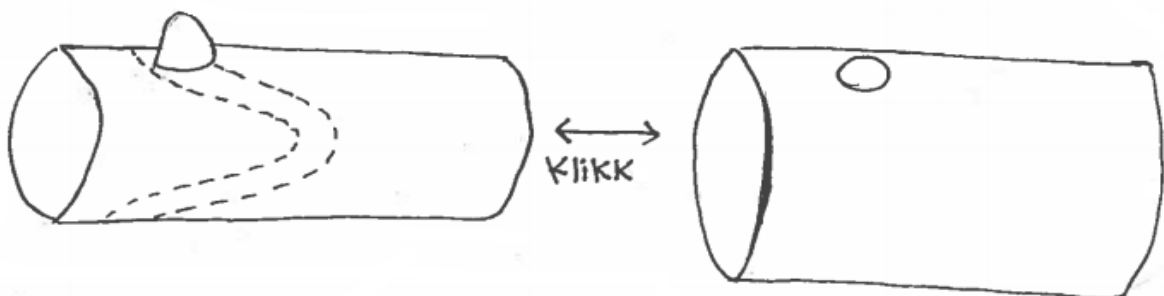
4.2 Konsept 2



Figur 11 – Konseptskisse 2.

Konsept 2, ideen kom fra den eksisterende funksjonen å regulerer setehøyde på en sykkel. Mekanismen er en setepinneklekke, som man kan sette utenpå et rør og stramme til ved å åpne og lukke hanken.

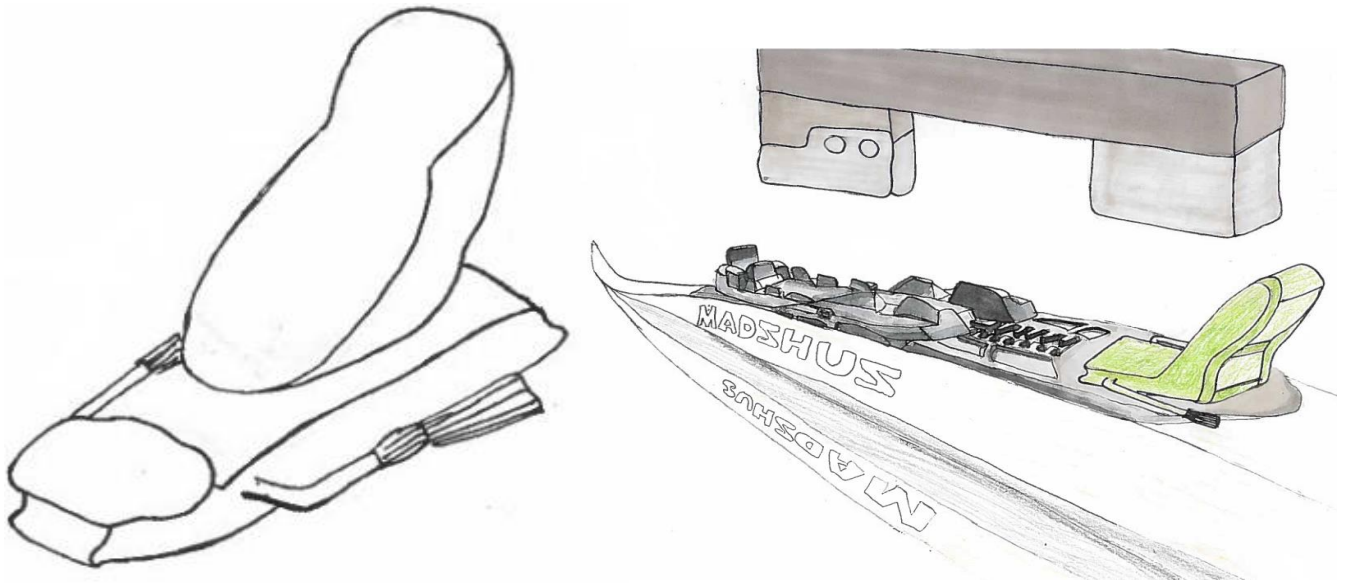
4.3 Konsept 3



Figur 12 – Konseptskisse 3.

Konsept 3 er en klikkemekanisme. Det fungerer ved at man har en innvendig fjær med en knapp stikkende ut, og glir en annen større komponent over den andre. Når man vil løse de fra hverandre holder man knappen inne og drar den ytre komponenten av.

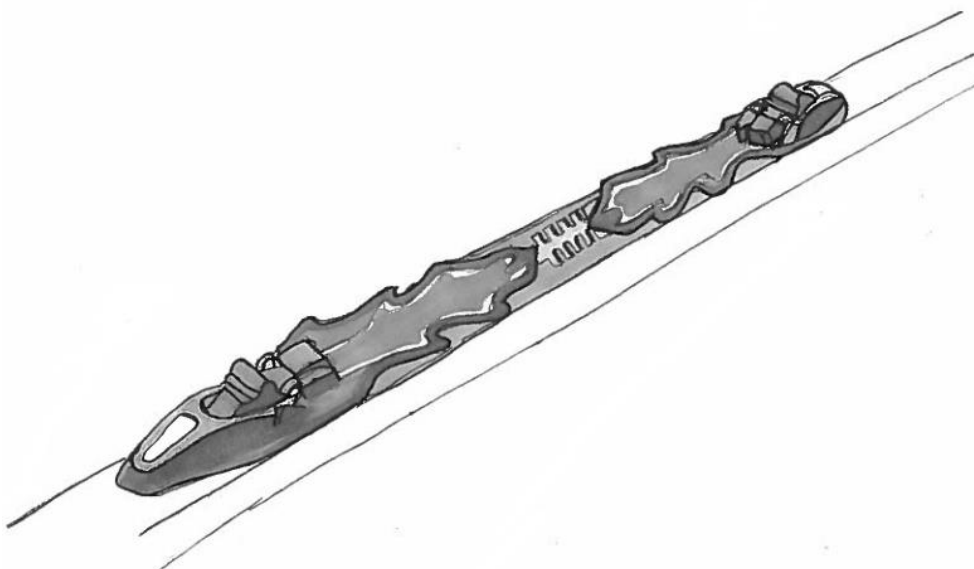
4.4 Konsept 4



Figur 13 – Konseptskisse 4.

Tanken er å bruke samme prinsipp som det er på bakre delen av en alpinski. Rammen til kjelken blir festet til skien på akkurat samme måte som man fester en alpinstøvel til skiene. Funksjonen fungerer ved at man fører fronten av kjelken inn i bindingen i ca. 45 graders vinkel og trykker kjelken ned i bakenden slik at kjelken presses ned i bakre del av bindingen. Bindingen vil da gå i lås når den bakre delen av bindingen spretter opp.

4.5 Konsept 5



Figur 14 – Konseptskisse 5.

Konsept 5 går ut på å feste to fremre skibindinger både foran og bak på platen.

4.6 Feste komponenter til skien

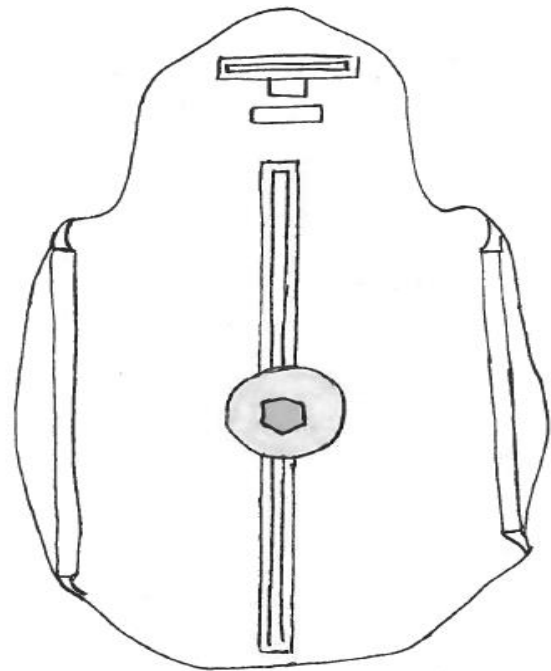
Etter at brukerundersøkelsen var gjort og alle kravene skrevet ned, kom det opp en rekke nye krav som føret til at man måtte tenke nytt på hvordan festekomponentene skulle festes til skien. Et krav var at man ikke bør skru i skien da det kan gå utover spennet på skien og i tillegg blir det mindre vekt da man slipper skruer. Det ble tenkt ut en ny måte å feste komponenten til selve skien.

De fleste nyere ski kommer med en montert NIS-plate (Nordic Integrated System) som sitter fast på skien. Det kan være et godt utgangspunkt og gode muligheter å benytte seg av bindingsplaten. Bindingssystemet med NIS-plate kommer i to deler, den fremre delen til tærne og den bakre delen til helen. Man kan gli den fremre delen på platen foran og bruke en NIS nøkkel til å justere bindingen frem og tilbake etter hvor man vil ha balansepunktet. Det samme kan gjøres med den bakre delen som glir inn bak på platen. Det er denne delen som det skal sees nærmere på.



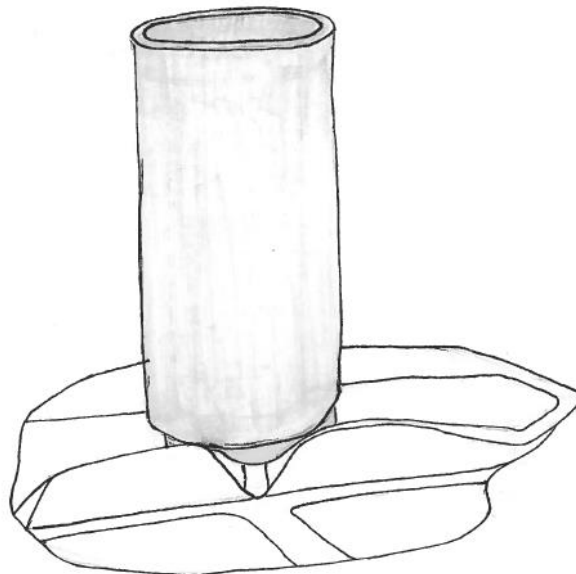
Figur 15 - Bilde av hvordan NIS bindingen fungerer.

Konsept 1-4 kan integreres sammen med den bakre delen av skibindingen ved for eksempel å skru en skrue fra undersiden og opp i bindingen og videre opp i komponenten.



Figur 16 – Feste i den bakre delen av bindingen.

4.6.1 Konsept 6



Figur 17 – Konseptskisse 6.

Etter ideen om å feste komponentene i den bakre delen av bindingen, ble konsept 6 utviklet. Det går ut på at komponenten er skrudd fast i bindingen slik bilde viser, samtidig som den sitter fast i kjelken. For å løsne den av skien glis den bakre delen av bindingen av platen.

4.7 Evaluering av konseptene

For å evaluere konseptene benyttes en evalueringsskema. De blir evaluert etter de aller viktigste kravene som er satt. Skalaen er 1-5, der 1 er dårlig og 5 er veldig bra.

- Hvor stramt sitter kjelken fast i komponenten?
- Hvor raskt kan man av og påmontere komponenten av skien? (Der alt under 10 sekunder er veldig bra)
- Hvor lav er vekten inkludert komponenten som sitter på skien og den ekstra komponenten som skal sitte på kjelken?
- Hvor lav er kostnaden for å produsere disse delene?

| Evalueringsskema | Konsept 1 | Konsept 2 | Konsept 3 | Konsept 4 | Konsept 5 | Konsept 6 |
|-------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Sitter stramt | 4 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 |
| Rask av- og påmontering | 1 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Vekt | 4 | 3 | 3 | 2 | 4 | 4 |
| Produksjonskostnad | 5 | 2 | 4 | 2 | 3 | 4 |
| SUM | 14 | 15 | 17 | 13 | 17 | 18 |

Figur 18 - Evalueringsskema

Velger å gå videre med de tre konseptene som fikk høyest poengsum: Konsept 3 (klikkemekanismen), Konsept 5 (ekstra del av den fremre skibindingen) og Konsept 6 (den bakre delen av skibindingen)

5. Testing

6. november under et besøk hos Skeno ble det prøvd ut noen av konseptene.

I alle konseptene er den vanlige fremre bindingen med. På bildet under er komponenten som Skeno har lagd som skal sitte foran på kjelkerammen og festes på skibindingen foran, slik som tuppen på en skisko. Den fremste platen, den som skal ned i selve bindingen er lagd i rustfritt stål siden den får større belastning, mens alle de andre delene er lagd av aluminium. Aluminium er valgt på grunn av sin lave tetthet, duktilitet og gode korrosjonsegenskaper, og er en av de mest benyttede lettmetallene i dagens industri. Komponenten på bildet veier totalt 0,059 kg.

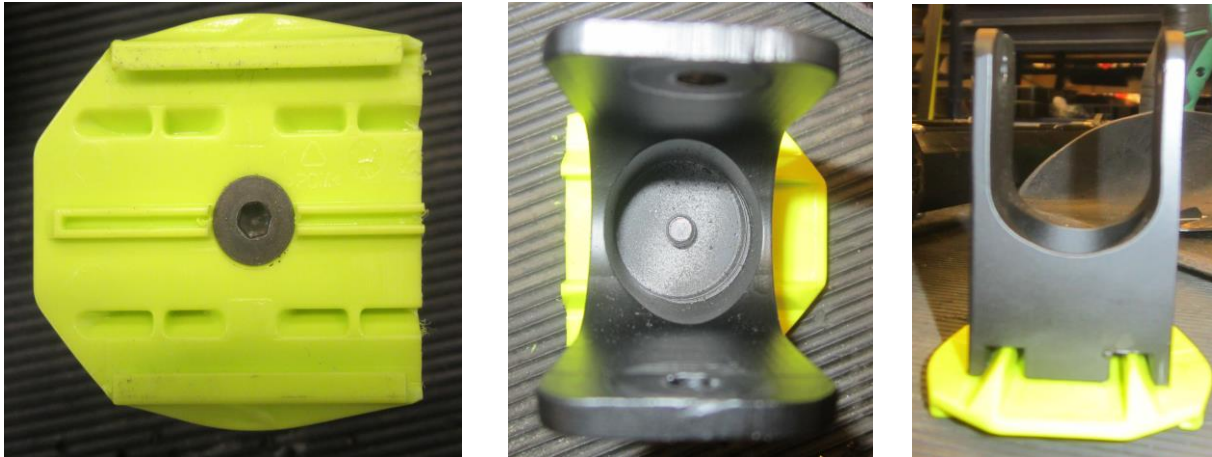


Figur 19 – Komponenten som skal ned i skibindingen foran.

5.1 Konsept 6

Skeno hadde allerede testet ut ett av konseptene, konsept 6. De hadde brukt skruer til å feste toppen av komponenten fast i kjelkerammen, og nederst var det skrudd i den bakre delen av skibindingen. Skien føres inn i bakplaten og deretter festes den som vanlig foran. Som man ser på bildet under har de kappet den bakre bindingen (gul) for enklere montering. På den måten ble det enkelt å skli den av og på skien.

Figur 20 – Testing av



konsept 6

Totalt veier denne ene komponenten 0,083 kg. Det gikk ganske raskt å koble kjelkerammen av og på skiene. Man glir skien inn på den bakre bindingen bak og deretter rett inn foran, og lukker igjen låsemekanismen.



Figur 21- Komponenten festet til en ski og rullleski.

5.2 Konsept 5

Neste som ble testet var å bruke to vanlige skibindinger både foran og bak, begge glidd inn på samme NIS-plate. Koble skiene av kjelkerammen var også her under kravet på 10 sek. En skibinding veier 0,080 kg.



Figur 22 – Testing av konsept 5

5.3 Konsept 3

Det ble dreid ut et cylinderrør som ble skrudd ned i den bakre skibindingen. Deretter ble det plassert en fjærknapp nedi. Videre ble det maskinert en komponent som skulle over denne som skal sitte fast i kjelkerammen.



Figur 23 – Testing av konsept 3.

Siden det må være en viss tykkelse på begge komponentene kom ikke knappen helt tydelig igjennom, og konseptet fungerte ikke helt. Det ble da heller lagd en større åpning til knappen slik at den kom lett ut. Konseptet fungerte, og komponentene veier totalt 0,085.

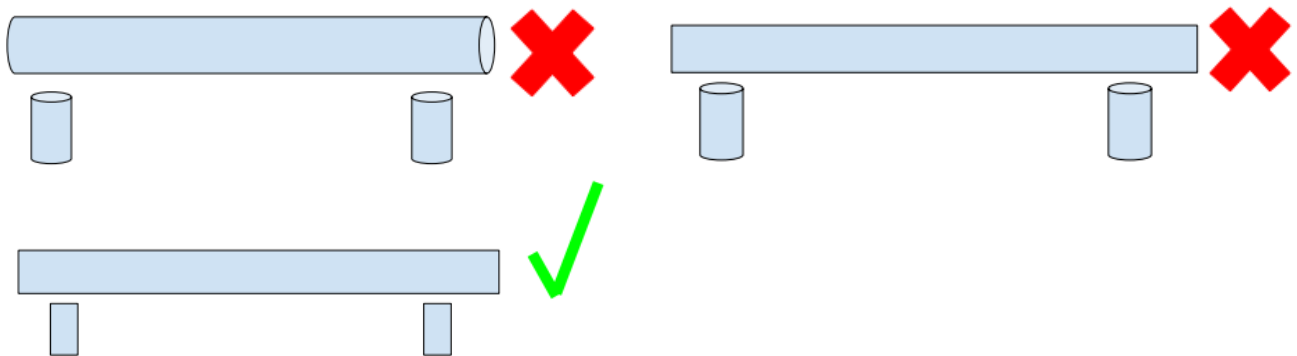


Figur 24 – Testing videre på konsept 3.

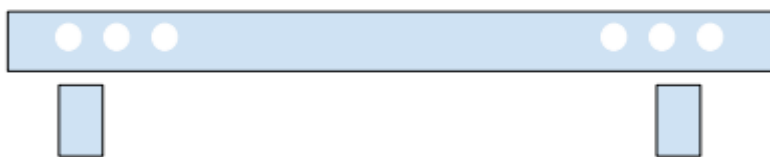
6. Struktur og utforming

Det må også tenkes på hvordan selve kjelkerammen ved innfesting av festene skal se ut. Det kan for eksempel være sylinderprofil eller firkantetprofil. Her har det blitt valgt firkantet rør både på kjelkerammen og festene, siden man da har større flate å hvile på. Det blir mer komplisert hvis det skulle vært firkantet rør på kjelkerammen og sylinder rør på festene, eller sylinder rør på begge to. Det er vanskeligere å sette sammen to komponenter da flatene ikke er flate. Det hadde blitt en operasjon i seg selv ved at man må ty til sveising for å sette det sammen. Det vil også oppstå mye moment i det punktet som ikke er bra for festene.

En belastet bjelke på midten forårsaker trykkrefter på oversiden og strekk på undersiden. Langs midtlinjen vil det for det meste være skjærkrefter. Midtpartiet er mindre belastet og man kan ha en hul bjelke som gjør omtrent samme nytten og i tillegg er den mye lettere og materialkostnadene mindre. Det viktig å holde vekt og kostnader lavt samtidig som at det skal ha stivhet og styrke til å tåle de belastninger det blir utsatt for. Derfor er profilen hul.



Figur 24 – Ulike profiler på kjelkerammen og festene.



Figur 25 – Justering av festene

Det er hull i kjelkerammen slik at man kan flytte festekomponentene etter hvor på kjelkerammen man vil ha dem, avhengig av skilengden. Det blir benyttet skruer for å feste kjelkerammen med festekomponentene.

Av festekomponentene kan konsept 3 videre utformes. Det som er viktig å tenke på er:

- Ingen skarpe kanter, bruker må ikke skade seg (runde kanter)
- Lett tilgjengelig å bruke (stor knapp til å presse inn)
- Minst mulig materiale (vekt reduserende)

7. Konklusjon

I prosjektet har brukerkrav og produktkrav vært viktig å fokusere på for å oppnå et verdifullt sluttprodukt. Det har blitt sett på forskjellige løsningskonsepter og tidlig testing av dem har blitt utført.

Kravene om at det må være stramt, lett og ta av og på, og vekten så lav som mulig har vært de viktigste kravene og som sto mest i fokus. Løsningene det endtes opp med tilfredsstilte disse kravene svært godt. Med tanke på vekt var det konsept 5 som veide mest siden en skibindingen alene veide 0,080 kg pluss festekomponenten som lå på 0,059 kg. Men alle konseptene var innenfor vekten. Det er vanskelig å fastsette produksjonskostnadene, men hvis man ser på antall ulike deler så har konsept 3 og 6 to like komponenter bak og to like foran, mens på konsept 5 er alle festekomponenten de samme. Jo flere like komponenter jo mer kan man masseprodusere og dermed gjøres billigere. Men her må man også ta hensyn til at man må ha en ekstra fremre skibinding på hver ski, og prisen på en ny binding kan variere fra 200 kr til 600 kr.

8. Videre arbeid

Alt som ble utarbeidet i prosjektoppgaven må revideres og fullføres i en videre masteroppgave. Det er også viktig å gjennomføre enda mer testing slik at strukturen og utformingen optimaliseres til de forskjellige komponentene.

Er det mulig å minske enda mer vekt?

Den fremre innfestingen til skibindingen, kan den lages i en del? Tåler den å bare lages i aluminium?

Tåler de spenningene de blir utsatt for under bruk?

Det må bli sett på produksjonsmetoder, hvordan de ulike komponentene kommer til å produseres på verkstedet.

Til slutt er målet å bygge en mest mulig realistisk prototype til testing og bruk.

Referanser

Oppsett og layout etter inspirasjon fra disse oppgavene:

- Anders Seim, Masteroppgave (2013), *Utvikling av ny kjelke til det norske kjelkehockeylandslaget*, Institutt for Produktutvikling og Materialer, NTNU.
- Arne Magnus Mykkelbost, Masteroppgave (2010), *SitSki*. Institutt for produktdesign, NTNU.

1. Kultur- og kirke departementet Idrettsavdelingen, *Vinteraktiviteter for funksjonshemmede* (2010). Lesedato: 03.09.2015 Url: https://www.idrettsforbundet.no/globalassets/funksjonshemmede/aktivitetsmaterie/2010vinteraktiviteter_for_funksjonshemmede.pdf
2. Prosentssystemet - et tilrettelagt tidtakersystem i langrenn for syns og bevegelseshemmede, Norges skiforbund. Lesedato: 09.10.2015 Url: <http://www.skiforbundet.no/Documents/Funksjonshemmede/Div%20dokumenter/prosentsystemet%20i%20langrenn.pdf>
3. Prosentssystemet i handikappidrett. Lesedato: 09.10.2015
Url: https://no.wikipedia.org/wiki/Prosentssystemet_i_handikappidrett
4. Figur 2 Dato: 09.10.2015
Url: http://news.bbc.co.uk/sport2/hi/other_sports/disability_sport/8569078.stm
5. Utstyr – Langrenn. Lesedato: 22.10.2015
Url: <http://www.skiforbundet.no/funksjonshemmede/utstyr/langrenn/>
6. Figur 3 HandiSnow-5 piggekjelke, HandiNor. Dato:23.10.2015
Url: <http://www.handinor.no/produkter/kjelker/handisnow-5-piggekjelke>
7. IPC Historical Results Database Lesedato: 04.09.2015
Url: <http://www.paralympic.org/results/historical>
8. Skeno AS. Lesedato: 03.09.2015 Url: <http://skeno.no/om-oss/>
9. HandiNor Lesedato. 03.09.2015 Url: <http://www.handinor.no/om-oss>
10. Grave, Jon Harald Lambert (2010) *Kompendiet TMM4121 Produktutvikling*. Tapir Akademisk forlag
11. Video: Lesedato: 28.08.2015 skipigging Url: <https://tv.nrk.no/serie/min-idrett/MSPO31010212/sesong-2/episode-2>
12. Trygve Toskedal Larsen – langrenn og skiskyting Lesedato: 29.10.2015 Url: <http://www.skiforbundet.no/funksjonshemmede/landslag/utovere-langrenn/trygve-toskedal-larsen/>

Vedlegg

https://no.wikipedia.org/wiki/Prosentssystemet_i_handikappidrett

Grupper etter hvilken grad av funksjonshemming de har: LW10-LW12 sittende utøvere

| Klasse | Beskrivelse |
|---------|---|
| LW 10 | Ingen funksjonell sittebalanse (rullestolbrukere) |
| LW 10,5 | Liten funksjonell sittebalanse (noe styrke i magemuskler) |
| LW 11 | Noe sittebalanse, men bruker rullestol |
| LW 11,5 | Skade i begge bein, men noe/brukbar sittebalanse |
| LW 12 | Skade i begge bein, men god sittebalanse (amputasjon eller polio) |

Prosentatsene oppgis som en prosent av den reelle tiden, slik at utøvere som skal ha 3% fradrag i tid får en prosentatsats på 97. Dette er Den internasjonale paralympiske komité som reviderer årlig fradrag den enkelte konkurranseklasse får.

For 2005-06 gjelder følgende prosentatsatser:

| Klasse | Klassisk teknikk |
|---------|------------------|
| LW 10 | 86% |
| LW 10,5 | 91% |
| LW 11 | 94% |
| LW 11,5 | 98% |
| LW 12 | 100% |

| | | | | | | |
|------|-------------------------------------|-------------|--|---------------|-----------|------------|
| NTNU | Kartlegging av risikofylt aktivitet | | | Utarbeidet av | Nummer | Dato |
| HMS | | | | HMS-avd. | HMSRV2601 | 22.03.2011 |
| | | Godkjent av | | Erstatler | | |
| | | Rektor | | | | 01.12.2006 |

Dato: 09.09.2015

Enhet: Institutt for produktutvikling og produksjon

Linjeleder:

Deltakere ved kartleggingen (m/ funksjon): Veileder - Knut Aasland, Bedrift SKENO AS - Anders Seim og Peder Kjæmli

(Ansv. veileder, student, evt. medveiledere, evt. andre m. kompetanse)

Kort beskrivelse av hovedaktivitet/hovedprosess:

Prosjektoppgave student Katrine Moe. Utvikling av kjelke for skipigging: Kopling mellom ski og kjelke

Er oppgaven rent teoretisk? (JA/NEI): Nei

risikovurdering. Dersom «JA»: Beskriv kort aktiviteten i karleggingsskjemaet under. Risikovurdering trenger ikke å fylles ut.

Signaturer: Ansvarlig veileder:

Student: *Katrine S. Moe*

| ID nr. | Aktivitet/prosess | Ansvarlig | Eksisterende dokumentasjon | Eksisterende sikringstiltak | Lov, forskrift o.l. | Kommentar |
|--------|------------------------------|-----------|----------------------------|---|---------------------|-----------|
| 1 | Bruk av verksted IPM | KSM | HMS-kurs | Spørre mekanikere/fagperson om hjelp hvis usikker | | |
| 1a | Bruk av roterende maskineri | KSM | Brukermanual, HMS | Spørre mekaniker/fagperson | | |
| 1b | Bruk av kappeverktøy | KSM | Brukermanual, HMS | Spørre mekaniker/fagperson | | |
| 1c | Bruk av sammenføyningsmidler | KSM | Datablad | Spørre Lab-ansvarlig | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | |
|------|--|--|--|--|--|----------------|-----------|------------|--|---|--|
| NTNU | |  HMS | | <h2 style="text-align: center;">Risikovurdering</h2> | | Utlarbeidet av | | Nummer | | Dato | |
| HMS | | | | | | HMS-avd. | HMSRV2601 | 22.03.2011 | | | |
| | | Godkjent av | | Rektor | | Erstatler | | 01.12.2006 | |  | |


Enhet: Institutt for produktutvikling og produksjon

Linjeleder:

Dato: 09.09.2015

Deltakere ved kartleggingen (m/ funksjon): Veileder - Knut Aasland, Bedrift SKENO AS - Anders Seim og Peder Kjærnli
(Ansv. Veileder, student, evt. medveiledere, evt. andre m. kompetanse)

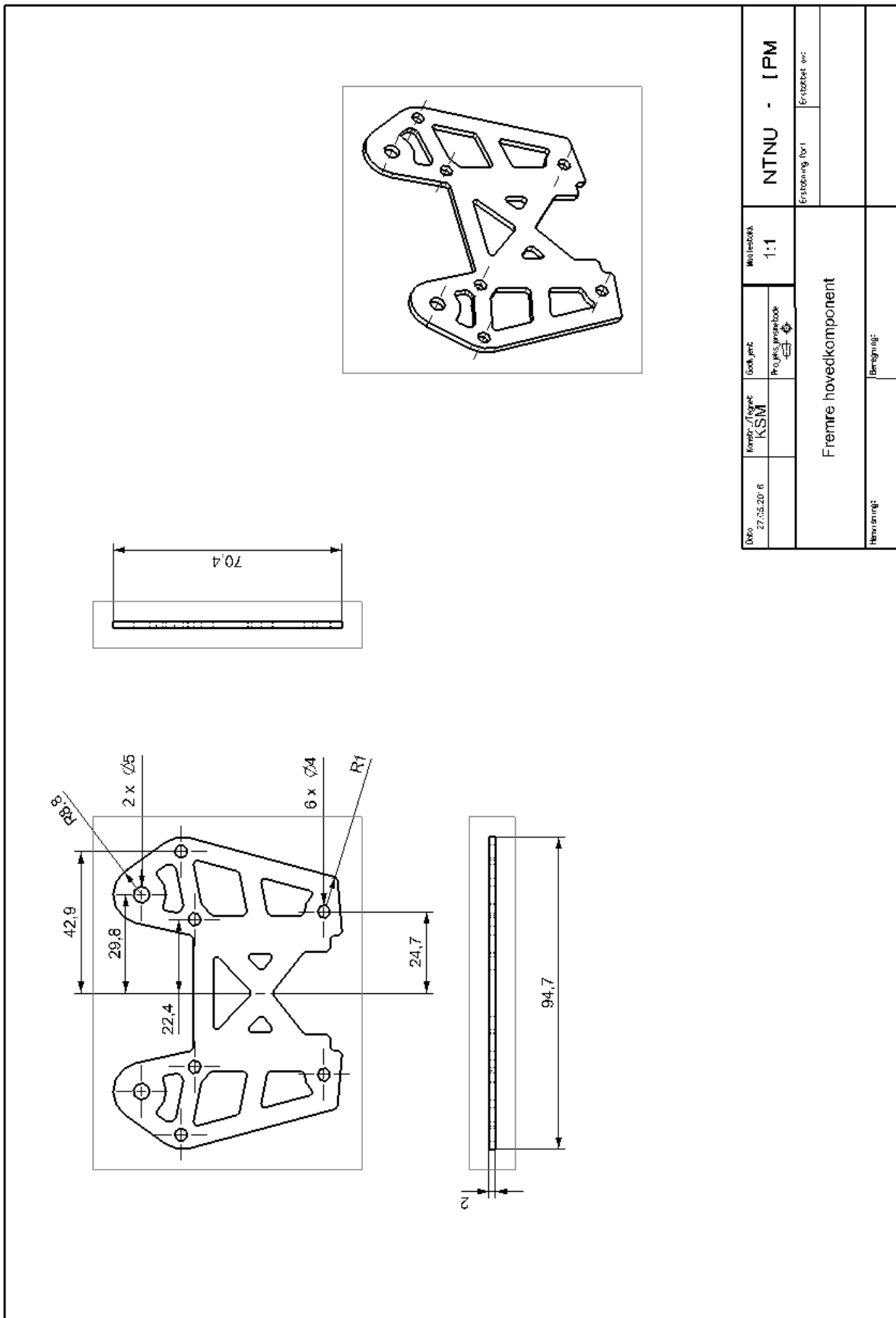
Risikovurderingen gjelder hovedaktivitet: Prosjektopp-gave student Katrine Sønsteby Moe. Utvikling av kjelke for skipigging:
Kjøpling mellom ski og kjelke

Signaturer: Ansvarlig veileder: 

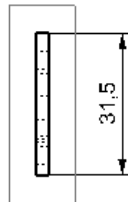
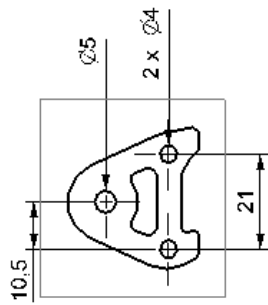
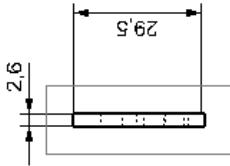
Student: *Katrine S. Moe*

| ID nr | Aktivitet fra kartleggings-skjemaet | Mulig dønsket hendelse/ belastning | Vurdering av sannsynlighet (1-5) | Vurdering av konsekvens: | | | Risiko-Verdi (menneske) | Kommentarer/status Forslag til tiltak |
|--------|-------------------------------------|---|----------------------------------|--------------------------|------------------|---------------------|-------------------------|---|
| | | | | Menneske (A-E) | Ytre miljø (A-E) | Øk/ materiell (A-E) | | |
| 1 | Bruk av verkstedet | | | | | | | |
| 1a-i | Bruk av roterende maskineri | Klemskade | 2 | D | A | B | D2 | Ikke bruk klær som kan sette seg fast i maskinen (skjerf, hettegenser etc.) Bruk vernebriller! |
| 1a-ii | | Flyvende gjenstander som treffer uønsket område (spån etc.) | 3 | C | A | B | C3 | |
| 1a-iii | | Feilbruk => ødelagt verktøy/maskin | 4 | B | A | A | B4 | Ha riktig opplæring, få assistanse før bruk av maskin og ved bytting av verktøy Pass på fingerene. |
| 1b-i | Bruk av kappeverktøy | Kutiskade | 2 | D | A | B | D2 | |
| 1c | Bruk av sammensøyningsmidler | Brannskade, skade på hud og øyne | 2 | C | B | B | C2 | Les datablad nøye! Spør hvis usikker. |

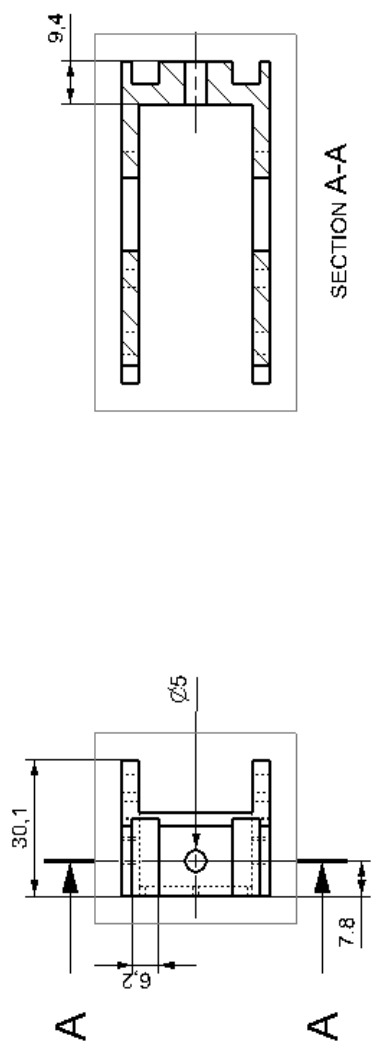
10.2 Maskintegninger



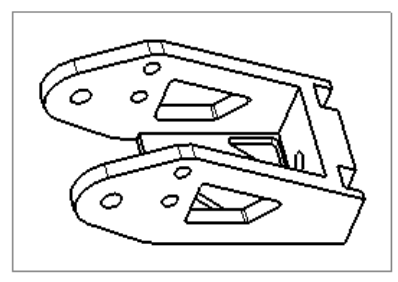
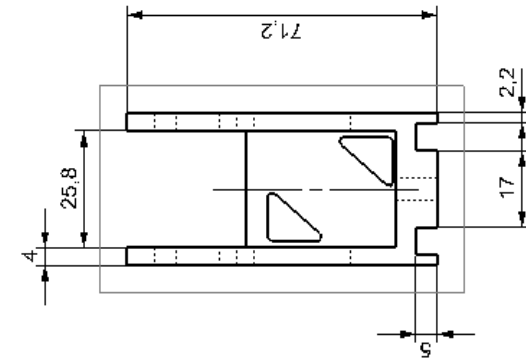
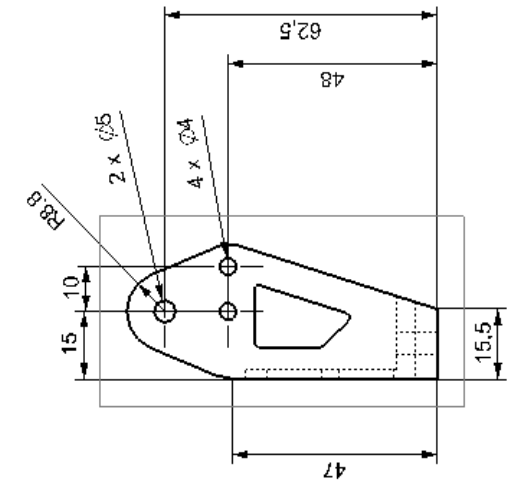
2 stk. per bindingskomponent



| | | | | | | | | | |
|------------------------|------------|--------------------|---|--------------------|--|------------|-----|-----------------|----------------|
| Dato: | 27.05.2016 | Revisjon: | 1 | Godt. av: | | Målestokk: | 1:1 | NTNU - IFM | |
| Prosjekt: | KSN | Prosjektansvarlig: | | Prosjektansvarlig: | | | | Erstatning for: | Erstatning av: |
| Fremre komponent skive | | | | | | | | | |
| Hensikt: | | | | | | | | Bemåling: | |



SECTION A-A



| | | | | | | |
|-------|-------------|-----------------|-----|-----------|------------|-----------------|
| Dato | 25.05.21:16 | Konstr./Tegnet | KSM | Godkjent | Maltesokka | NTNU - IPM |
| | | Prosjektgruppe | | 1:1 | | Erstatning for: |
| | | | | | | Erstatet av: |
| Navn: | | Bakre komponent | | Bemåling: | | |

10.3 Masterkontrakt



MASTERKONTRAKT

- uttak av masteroppgave

1. Studentens personalia

| | |
|--|------------------------------------|
| Etternavn, fornavn Moe, Katrine Sønsteby | Fødselsdato 10. sep 1991 |
| E-post katrism@stud.ntnu.no | Telefon 95186656 |

2. Studieopplysninger

| | |
|--|--|
| Fakultet Fakultet for ingeniørvitenskap og teknologi | |
| Institutt Institutt for produktutvikling og materialer | |
| Studieprogram Produktutvikling og produksjon | Studieretning Produktutvikling og materialer |

3. Masteroppgave

| | |
|--|--|
| Oppstartsdato 15. jan 2016 | Innleveringsfrist 10. jun 2016 |
| Oppgavens (foreløpige) tittel Utvikling av kopling mellom skipiggekjelke og ski | |
| Oppgavetekst/Problembeskrivelse Det skal utvikles videre på konseptet som er tenkt til en ferdig løsning som Skeno kan bruke i sine skipiggekjelker. | |
| Hovedveileder ved institutt Førsteamanuensis Knut Einar Aasland | Medveileder(e) ved institutt |
| Merknader 1 uke ekstra p.g.a påske. | |

4. Underskrift

Student: Jeg erklærer herved at jeg har satt meg inn i gjeldende bestemmelser for mastergradsstudiet og at jeg oppfyller kravene for adgang til å påbegynne oppgaven, herunder eventuelle praksiskrav.

Partene er gjort kjent med avtalens vilkår, samt kapitlene i studiehåndboken om generelle regler og aktuell studieplan for masterstudiet.

Katrine S. Moe
Student

Nordkvein 12-16
Sted og dato

[Signature]
Hovedveileder

Originalen lagres i NTNUs elektroniske arkiv. Kopi av avtalen sendes til instituttet og studenten.

10.4 Risikovurdering

| | | | | | | |
|------|-------------------------------------|-------------|--|---------------|-----------|------------|
| NTNU | Kartlegging av risikofylt aktivitet | | | Utarbeidet av | Nummer | Dato |
| HMS | | | | HMS-avd. | HMSRV2601 | 22.03.2011 |
| | | Godkjent av | | Erstatet | | |
| | | Rektor | | 01.12.2006 | | |

Dato: 01.02.2016

Enhet: Institutt for produktutvikling og produksjon

Linjeleder:

Deftakere ved kartleggingen (m/ funksjon): Veileder - Knut Aasland, Bedrift SKENO AS - Anders Seim og Peder Kjæmli

(Ansv. veileder, student, evt. medveiledere, evt. andre m. kompetanse)

Kort beskrivelse av hovedaktivitet/hovedprosess: Masteroppgave student Katrine Moe. Utvikling av kopling mellom skipiggekjelke og ski.

Er oppgaven rent teoretisk? (JA/NEI): Nei
 «JA» betyr at veileder innestår for at oppgaven ikke inneholder noen aktiviteter som krever risikovurdering. Dersom «JA»: Beskriv kort aktiviteten i kartleggingskjøret under. Risikovurdering trenger ikke å fylles ut.

Signaturer: Ansvarlig veileder: *[Signature]* Student: *Katrine S. Moe*

| ID nr. | Aktivitet/prosess | Ansvarlig | Eksisterende dokumentasjon | Eksisterende sikringstiltak | Lov, forskrift o.l. | Kommentar |
|--------|-----------------------------|-----------|----------------------------|--|---------------------|-----------|
| 1 | Bruk av verksted IPM | KSM | HMS-kurs | Spørre mekanikere/ fagperson om hjelp hvis usikker | | |
| 1a | Bruk av roterende maskineri | KSM | Brukermanual, HMS | Spørre mekaniker/ fagperson | | |
| 1b | Bruk av kappeverktøy | KSM | Brukermanual, HMS | Spørre mekaniker/ fagperson | | |
| 1c | Bruk av sammenføyingsmidler | KSM | Datablad | Spørre Lab-ansvarlig | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

| | | | | | | |
|---|-----------------|--|--|---------------|-----------|------------|
| NTNU | Risikovurdering | | | Utarbeidet av | Nummer | Dato |
|  | | | | HMS-avd. | HMSRV2601 | 22.03.2011 |
| HMS | | | | Godkjent av | | Erstatter |
| | | | | Rektor | | 01.12.2006 |




Enhet: Institutt for produktutvikling og produksjon

Linjeleder:

Deltakere ved kartleggingen (m/ funksjon): Veileder - Knut Aasland, Bedrift SKENO AS - Anders Seim og Peder Kjærnli
(Ansv. Veileder, student, evt. medveiledere, evt. andre m. kompetanse)

Risikovurderingen gjelder hovedaktivitet: Masteroppgave student Katrine Moe. Utvikling av koping mellom skipiggekjelke og ski.

Signaturer: Ansvarlig veileder: 

Student: *Katrine s. Moe*

Dato: 01.02.2016

| ID nr | Aktivitet fra kartleggings-skjemaet | Mulig uønsket hendelse/ belastning | Vurdering av sannsynlighet (1-5) | Vurdering av konsekvens: | | | | Risiko-Verdi (menneske) | Kommentarer/status Forslag til tiltak |
|--------|-------------------------------------|---|----------------------------------|--------------------------|------------------|---------------------|----------------|-------------------------|---|
| | | | | Menneske (A-E) | Ytre miljø (A-E) | Øk/ materiell (A-E) | Om-damme (A-E) | | |
| 1 | Bruk av verkstedet | | | | | | | | |
| 1a-i | Bruk av roterende maskineri | Klemskade | 2 | D | A | B | D | D2 | Ikke bruk klær som kan sette seg fast i maskinen (skjjerf, hettegenser etc.) Bruk vernebriller! |
| 1a-ii | | Flyvende gjenstander som treffer uønsket område (spon etc.) | 3 | C | A | B | B | C3 | |
| 1a-iii | | Feilbruk => ødelagt verktøy/maskin | 4 | B | A | A | A | B4 | Ha riktig opplæring, få assistanse før bruk av maskin og ved bytting av verktøy Pass på fingerene. |
| 1b-i | Bruk av kappeverktøy | Kuttiskade | 2 | D | A | B | D | D2 | |
| 1c | Bruk av sammensøyningsmidler | Brannskade, skade på hud og øyne | 2 | C | B | B | C | C2 | Les datablad nøye! Spør hvis usikker. |

| | | | | | | | |
|---|-----------------|-------------|--|-----------|---------------|-----------|------------|
| NTNU | Risikovurdering | | | | Utarbeidet av | Nummer | Dato |
|  HMS | | | | | HMS-avd. | HMSRV2601 | 22.03.2011 |
| | | Godkjent av | | Erstatter | | | |
| | | Rektor | | | | | 01.12.2006 |



Sannsynlighet vurderes etter følgende kriterier:

| Svært liten 1 | Liten 2 | Middels 3 | Stor 4 | Svært stor 5 |
|---------------------------------|---------------------------------|------------------------------|---------------------------------|-----------------|
| 1 gang pr 50 år eller sjeldnere | 1 gang pr 10 år eller sjeldnere | 1 gang pr år eller sjeldnere | 1 gang pr måned eller sjeldnere | Skjer ukentlig |

Konsekvens vurderes etter følgende kriterier:

| Gradering | Menneske | Ytre miljø Vann, jord og luft | Øk/materiell | Omdømme |
|----------------------------|---------------------------------------|--|--|--|
| E Svært Alvorlig | Dead | Svært langvarig og ikke reversibel skade | Drifts- eller aktivitetssjans > 1 år. | Troverdighet og respekt betydelig og varig svekket |
| D Alvorlig | Alvorlig personskade. Mulig uførhet. | Langvarig skade. Lang restitusjonstid | Driftssjans > ½ år Aktivitetssjans i opp til 1 år | Troverdighet og respekt betydelig svekket |
| C Moderat | Alvorlig personskade. | Mindre skade og lang restitusjonstid | Drifts- eller aktivitetssjans < 1 mnd | Troverdighet og respekt svekket |
| B Liten | Skade som krever medisinsk behandling | Mindre skade og kort restitusjonstid | Drifts- eller aktivitetssjans < 1 uke | Negativ påvirkning på troverdighet og respekt |
| A Svært liten | Skade som krever førstehjelp | Ubetydelig skade og kort restitusjonstid | Drifts- eller aktivitetssjans < 1 dag | Liten påvirkning på troverdighet og respekt |

Risikoverdi = Sannsynlighet x Konsekvens

Beregn risikoverdi for Menneske. Enheten vurderer selv om de i tillegg vil beregne risikoverdi for Ytre miljø, Økonomi/materiell og Omdømme. I så fall beregnes disse hver for seg.

Til kolonnen "Kommentarer/status, forslag til forebyggende og korrigerende tiltak":

Tiltak kan påvirke både sannsynlighet og konsekvens. Prioriter tiltak som kan forhindre at hendelsen inntreffer, dvs. sannsynlighetsreducerende tiltak foran skjerpet beredskap, dvs. konsekvensreducerende tiltak.

| | | | | | |
|---|--|----------------|--|------------|--|
| NTNU | | Risikomatrikse | | Dato | |
|  | | | | 08.03.2010 | |
| HMS/KS | | | | Erstatter | |
| | | utarbeidet av | | Nummer | |
| | | HMS-avd. | | HMSRV2604 | |
| | | godkjent av | | | |
| | | Rektor | | 09.02.2010 | |



MATRISSE FOR RISIKOVURDERINGER ved NTNU

| | | | | | | | |
|-------------|--|----------------------|-------------|-------|---------|------|------------|
| KONSEKVENNS | | Svært alvorlig | E1 | E2 | E3 | E4 | E5 |
| | | Alvorlig | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 |
| | | Moderat | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 |
| | | Liten | B1 | B2 | B3 | B4 | B5 |
| | | Svært liten | A1 | A2 | A3 | A4 | A5 |
| | | | Svært liten | Liten | Middels | Stor | Svært stor |
| | | SANNSYNLIGHET | | | | | |

Prinsipp over akseptkriterium. Forklaring av fargene som er brukt i risikomatriksen.

| Farge | Beskrivelse |
|-------|---|
| Rød | Uakseptabel risiko. Tiltak skal gjennomføres for å redusere risikoen. |
| Gul | Vurderingsområde. Tiltak skal vurderes. |
| Grønn | Akseptabel risiko. Tiltak kan vurderes ut fra andre hensyn. |