



Universitetet  
i Stavanger

**OLE ANDREAS LUNDBERG**

VEILEDER: OVE MIKKELSEN

---

# Utbyttbar skibinding

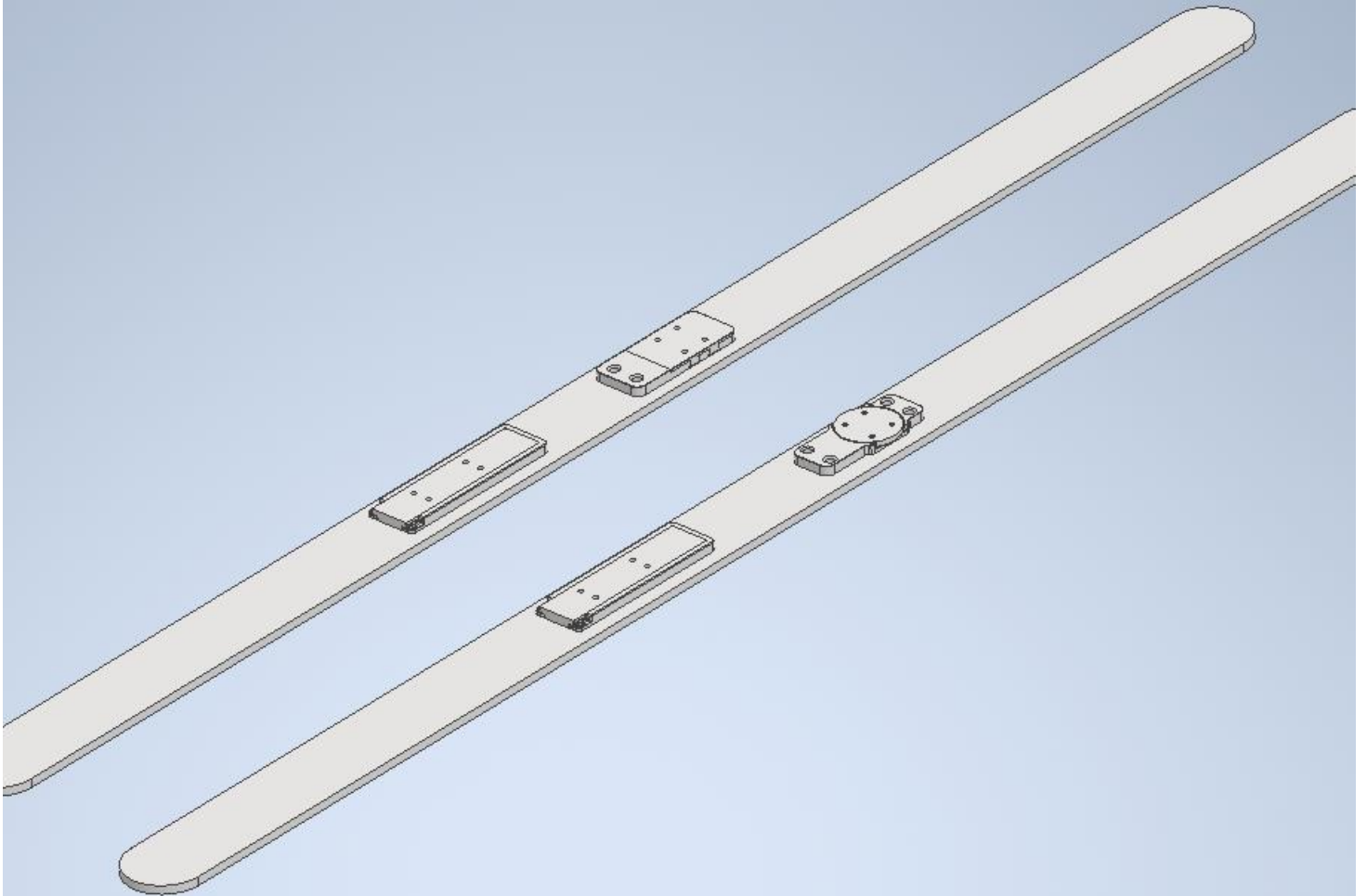
---

[Bacheloroppgave] [2023]

[Maskiningeniør]

[Institutt for maskin, bygg og materialteknologi]

[TN]



## Innhold

Innledning.....	3
Skisser.....	4
Analyse av skibinding .....	7
3d modellering og designvalg.....	11
Konklusjon:.....	26
Kilder.....	26
Vedlegg.....	<b>Feil! Bokmerke er ikke definert.</b>

## Innledning

Et oppsett for alpintski kan variere veldig basert på hvilken type skikjøring som skal gjøres og hvordan forholdene er i bakken. Hovedsakelig er det utformingen på skien som bør endres basert på om det er mye løs snø, skare føre, om en skal kjøre i løype med porter, gjøre triks i parken eller kjøre utenfor løypene. Samme type binding benyttes til alle disse formålene, med unntak av toppturbindinger. Flere skientusiaster går da til innkjøp av forskjellige typer ski til forskjellige formål. For hver type ski trengs en binding som ofte koster mer eller det samme som skiene. Med en god teknologi for å bytte binding frem og tilbake mellom ski kan forbruker spare mye penger og miljø ettersom de da bare trenger en binding for alle formål. Det finnes noen løsninger til dette allerede, men de er lite kjent ettersom løsningene er nokså 'primitive' og har en rekke begrensinger som at bytte av binding er tungvint eller at en ikke kan skifte så ofte en vil uten å slite ut skruene.

Eksisterende løsninger:

[1] Inserts: Stort hull drilles i skien slik at skruene skrues inn i inserten istedenfor skien. Dette fungerer, men det lager en svakhet i skien ettersom hullet som bores er større enn det skien er designet for å ha. Skruene slites også ut over tid.

Formål:

Oppgaven vil ha som mål å utvikle en teknologi som lar forbruker enkelt flytte bindingen fra en ski til en annen uten å kompromittere kjøre egenskaper eller levetid på utstyr. For å finne beste løsning må en se på forskjellige måter å montere bindingen for så å velge en som fungerer best. Et forslag til løsning kan være en skinne som monteres på skien med fester som monteres på binding med en låsemekanisme.

Arbeidsoppgaver:

3d modellering : designe oppsett

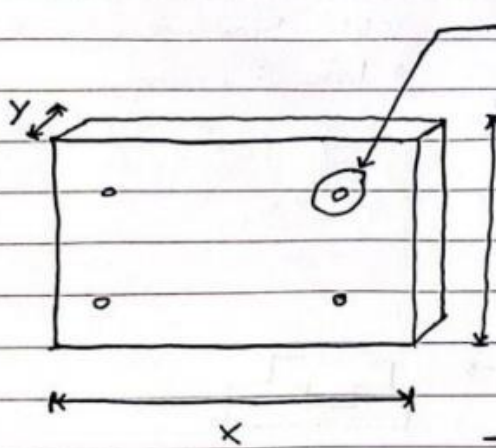
3d print: printe ut oppsett for å teste montering samt se om det ferdige produktet kan være en

Nødvendig utstyr: Ski og binding, 3d printer, PC, skyvelær

# Skisser

## Binding festeplate

- Bli samme for alle koningene



Skrue feste skruer inn i plate?  
Drille hull  $\rightarrow$  Bolt & mutter

### Dimensjoner:

x & z fra gj. mål  
fra flere typer bindinger  
for å være mest diverse

y: Kritical dimensjon:

- unngå for mye høyde for  
å redusere endring av tyngdepunkt

hos skilejører



- Nok tykkelse til å tåle  
belastning

## Ski festeplate

To deler: foran & bak vs En hel del

- Bruker mindre materiale

! - Bedre til Y-versjon

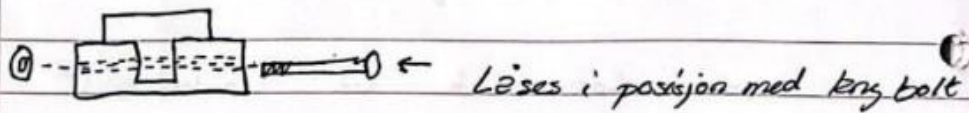
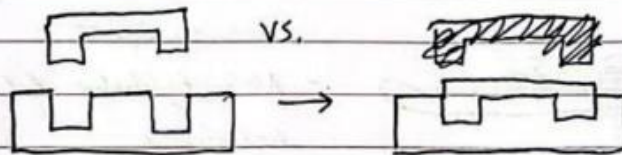
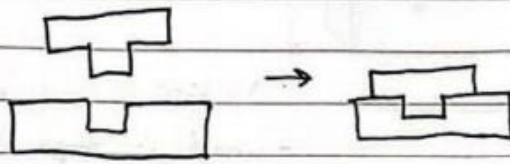
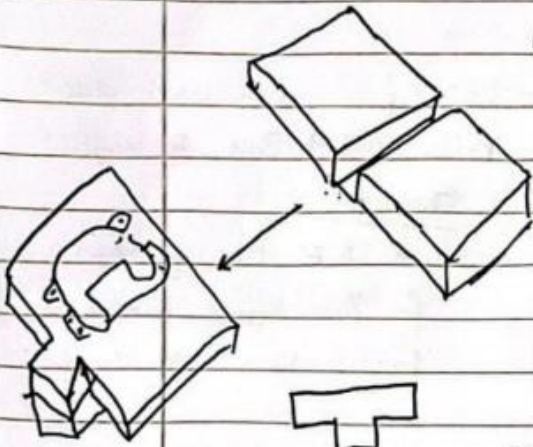
! - Færre skruer inn i skien

!

# Skifte mekanisme X:

Utgangspunkt:

Skli bindingen i x retning  
→ løs i posisjon

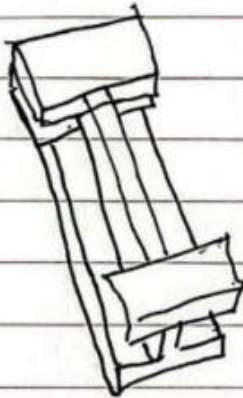
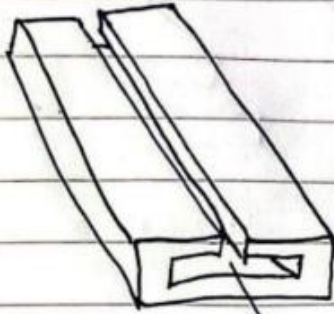


# Skifte mekanisme y

Utgangspunkt:

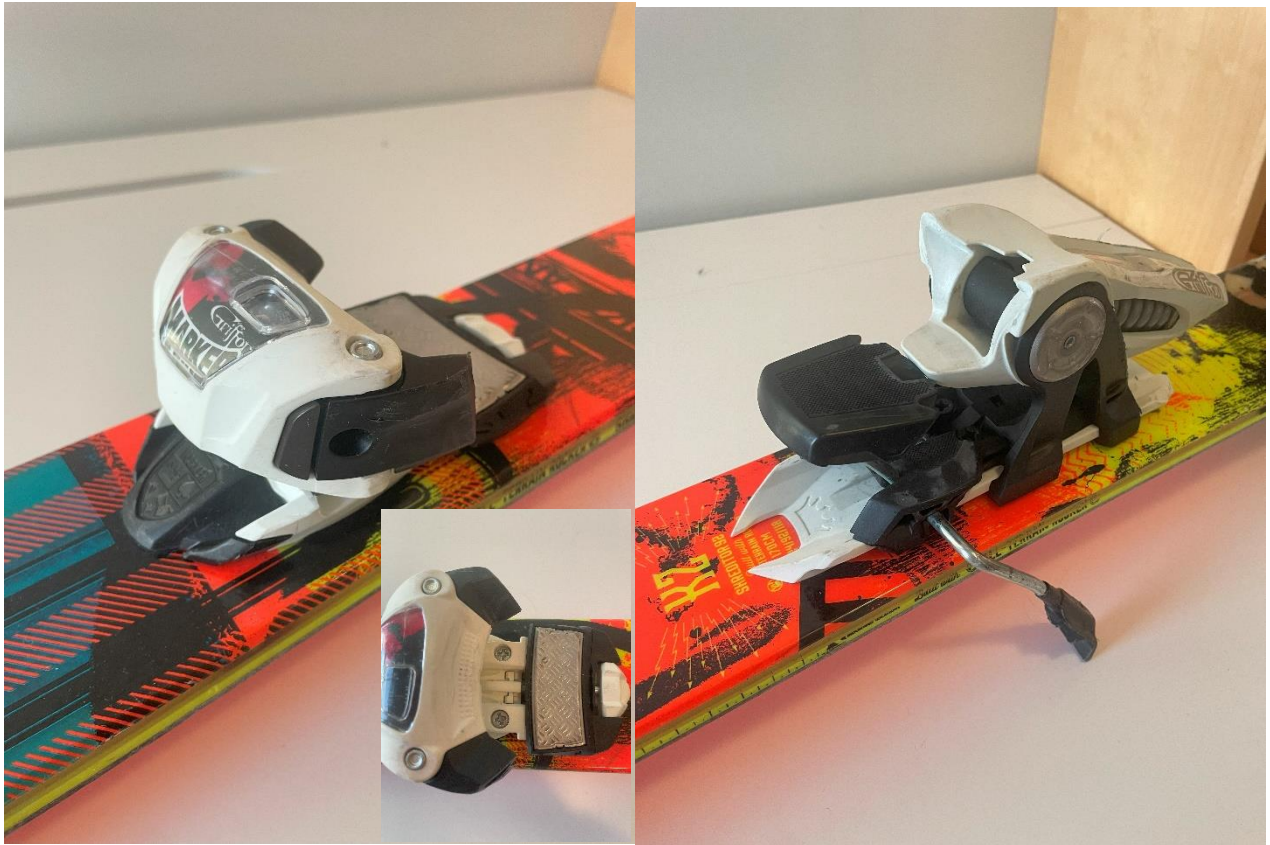
Bruke inspirasjon fra Marker Tour  
til løsning.

Evt. løse pins som i X





## Analyse av skibinding



Figur 1: Fotografi av oppsett for standard skibinding montert på ski.

Figur 1 viser hvordan en skibinding blir montert på en ski. Dette er utgangspunktet for oppgaven. Hvordan denne er satt opp brytes ned i detalj for å kunne etterligne slik at de mekaniske egenskapene bevares i utbyttbar skibinding. Delen som vises på figur 1 er hhv. fra venstre fram delen, perspektiv ovenifra av framdelen og bakdelen av bindingen.



Figur 2: Hull i ski fra montering av skibinding.

For å nå målet om å unngå mer inngripen i skiens struktur enn et normalt oppsett er målet å ikke fjerne mer materiale enn det som er blitt fjernet fra skien i figur 2. Derfor må utbyttbar skibinding ikke behøve mer enn 8 hull med  $\varnothing 6\text{mm}$  og 9mm dybde. Dette vil være en forbedring sammenlignet med inserts [1]. Avstandene mellom hullene og orienteringen dems ovenfor en annen blir kritisk i design av utbyttbar skibinding.





Figur 3: Demontert framdel

Framdelen av binding festes i to deler. Den sorte til høyre på figur 3 skruses ned i skien og deretter sklir den størredelen inn for så å skruses ned i skien den også.



Figur 4: Demontert bakdel

Bakdelen består av tre deler. Delen nede til venstre på figur 4 er en brems som spennes opp når støvelen er nede i bindingen og slippes ned når den løsner for å hindre at skien sklir ned bakken når den ikke er koblet til skikjører. Delen oppe til venstre sørger for å spenne støvelen fast i skien. Denne er lastet med en fjær som det krever en del krefter for å trø ned. I denne fjæren er også sikkerhetsmekanismen til binningen som sørger for å løse ut støvelen fra skien ved fall. Den kan justeres med et skrujern utifra vekt på skikjører. Dette gir også en øvre lastgrense til videre design av utbyttbar skibinding. Til høyre på figur 4 er platen som skrus ned på skien ved hjelp av 4 skruer av typen M6. Bremsen og låsemekanismen sklis inn på platen for å kobles sammen med to skruer.

Gjennom demontering og analysering av skibindingen tas det noen viktige mål med skyvelær som brukes videre i design av utbyttbar skibinding. Her benyttes prinsippet fra produktviklingsfaget "Imitere, ikke kopiere" og "det er ikke nødvendig å finne opp hjulet på ny". Denne typen ski binding og andre lignende varianter benytter seg av de samme løsningen og lignende dimensjoner. Derfor skal noen av disse brukes i utbyttbar skibinding.

Det første som noteres er at samtlige av skruene som brukes er  $\varnothing 6$  skruer med konisk hode, med noe variasjon på lengde basert på hvor de er plassert. Alle stikker like dypt ned i skien. De tynneste delene av bindingen er 2mm. Bindingen bygger omtrent 15mm i høyden. For å forenkle oppgaven holdes designet innenfor disse rammene slik at utbyttbarskibinding kan produseres med samme styrke som en skibinding dersom et lignende materiale benyttes.

Lengde og bredde av kontaktflaten mot skien til fram og bakdelen er hhv 148mm og 59mm, og 200mm og 55mm på det største. Disse målene brukes til å sørge for at det er kontakt mellom utbyttbar skibinding og festeplatene til bindingen over hele flaten.

### 3d modellering og designvalg

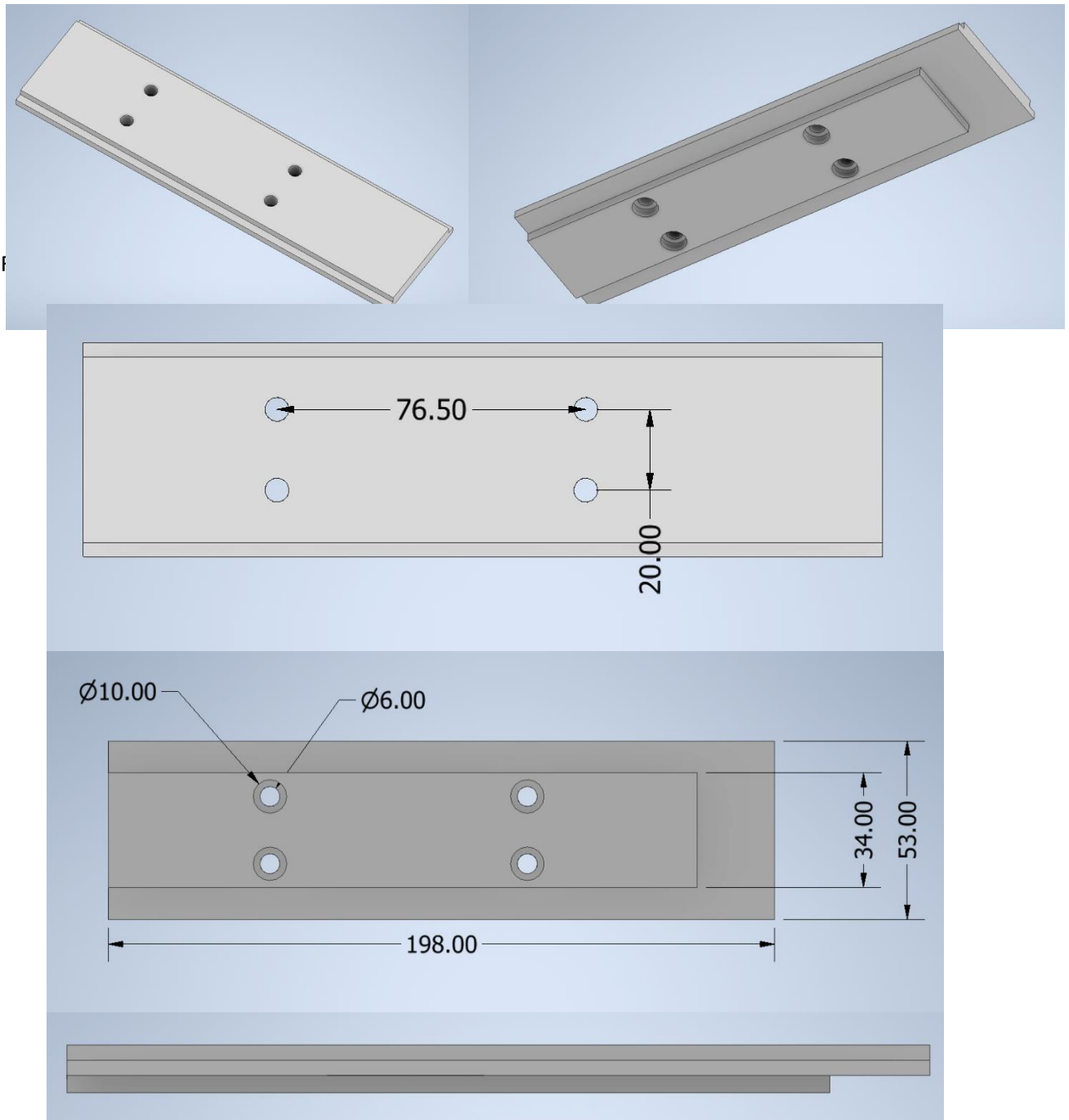
Det er i selve 3D modelleringen utbyttbarskibinding tar form. Input fra både sketching og idemyldring fra starten samt dimensjoner og ny kunnskap om skibindingens oppbygning fra demonteringen er grunnlaget for modelleringen.

Modelleringen foregår i det lisenserte CAD/DAK programmet Autodesk Inventor Pro 2023 med studenttilgang fra UiS. Utfordringen her er å få ideen om hvordan det skal være til å stemme overens med hvordan det må være basert på input fra demontering og analysing av binding. Allerede i denne fasen skrotes noen alternativer og nye oppstår.

“Bottom up” prinsippet for produktutvikling ble brukt i modelleringen av utbyttbarskibinding. Dette vil si at man tar utgangspunkt i mindre komponenter som til sammen blir et ferdig produkt. I motsetning til “Top down” som tar utgangspunkt i et ferdig produkt som så deles i mindre delkomponenter. Grunnen til at “bottom up” ble benyttet her er fordi “sålen” av skibindingen har ett lett målbart omriss som kan designes rundt med kritiske dimensjoner til hullene i bindingens fram og bakdel som må passe for at produktet skal være brukbart. Derfor begynner man med å modellere en del som skal festes til skibindingen. Deretter må en del som skal festes til skien og passe til delen som blir modellert til bindingen. Dette resulterer i en top- og bunndel for både fremdelen og bakdelen av bindingen.

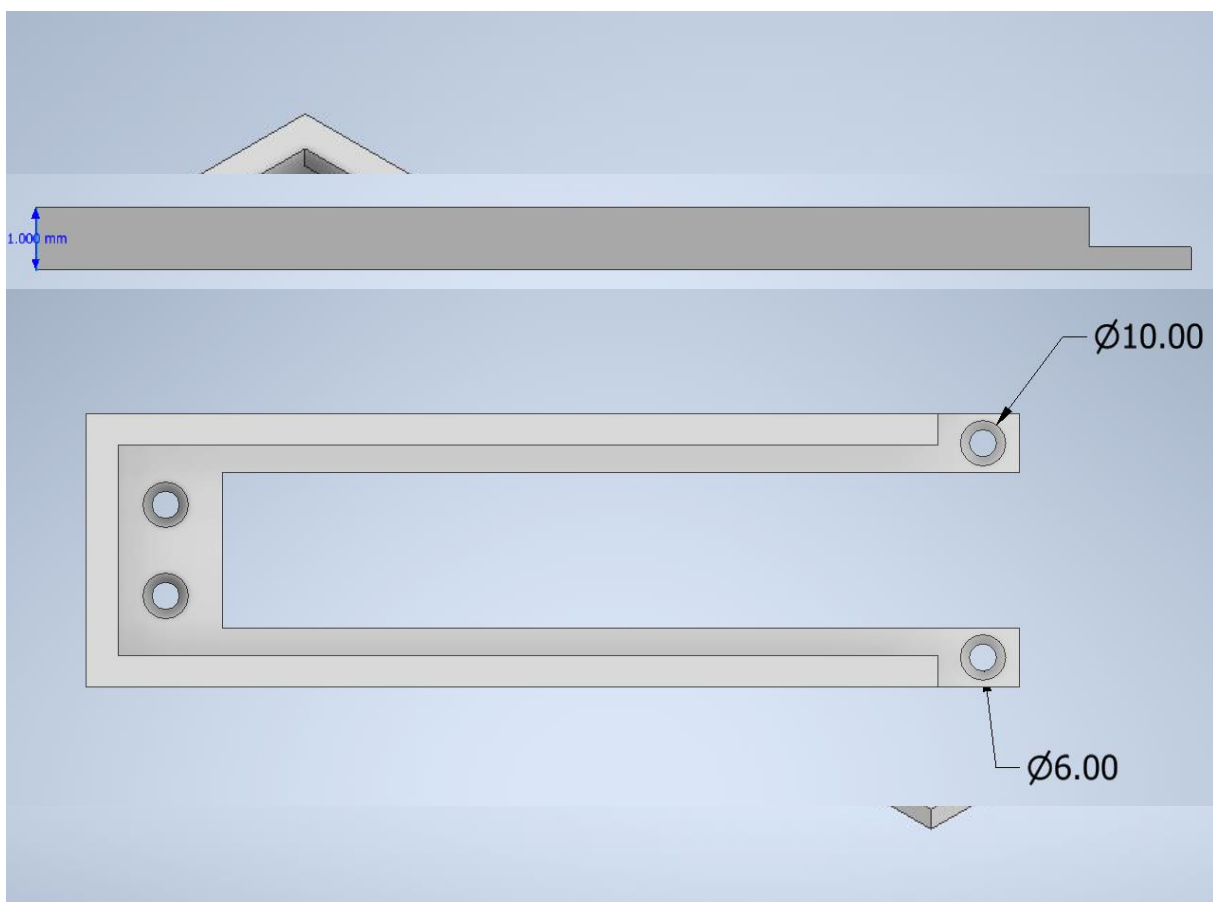
Her utforskes også de forskjellige versjonene x,y og z fra innledningen for å få et mer robust produkt. I en produktutviklingsfase kan det være lurt å ha flere prototyper som testes opp mot hverandre. En utfordring her er å forbli objektiv og ikke ha en “favoritt”, spesielt når en arbeider alene. Når en arbeider i gruppe eller team får en forskjellige perspektiver som kan få lyst ut flere fordeler og ulemper med de forskjellige variantene som utforskes. Selv om denne oppgaven utføres alene fokuseres det på dette.

Videre her forklares designvalg som er gjort og hvordan utbyttbarskibinding er designet i inventar. Modelleringen starter ved bakkdelen av bindingen. Denne blir veldig begrenset med hva som er gode løsninger på grunn av bremsen som vist i figur 1. Det hadde vært mulig å implementer både en x og z variant av denne, men da må bremsen demonteres og brukervennligheten rammes. Derfor står bare y varianten igjen, ettersom denne kan monteres og demonteres med hele bakkdelen intakt. Begrensingene her blir da også rammer som en kan arbeide innenfor. De er som følger; må sklis i posisjon i lengderetning av skien, og den må være max 11 mm høy, aldri tynnere enn 2 mm og den må dekke hele kontaktflaten til bindingen.



Figur 6: Topp og bottom view av platen med dimensjoner

Figur 5 og 6 viser resultatet fra inventar for det som videre blir kalt topp\_bak. Det er platen som skal festes til bindingen. Derfor er det inkludert noen dimensjoner vist i figur 6 som er kritiske. Avstanden mellom hullene på platene må stemme overens med hullene i bindingen. Skulle dette vært maskinert hadde det krevd en fin toleranse. En annen viktig dimensjon er diameteren til de to hullene. Intensjonen med disse er at bindingen skal kunne boltes fast i platen med mutter slik at enten bindingen eller platen kan byttes ut ved slitasje eller skade. Dette fremmer bærekraften til produktet. Et alternativ ville vært å skru bindingen inn i platen men dette vil føre til mer utmatning i skruen og materiale enn løsningen med bolter. Her var det også en intensjon med leppen som stikker ut foran å ha plass til en snap fit lås [KILDE]. Den ideen ble skortet etter litt gjennomført research både på hvordan denne mekansimen virker. Snapfit låsen egner seg ikke til montering og demontering ettersom den svekkes ved gjentatt bruk og dette går i mot prinsippet av utbyttskinding. En midlertidig løsning blir å bruke en festeskruer for å hindre translasjon i y-retning (skiens lengde retning) som er den eneste løse firhetsgraden. Bindingen låses i de andre retningen ved hjelp av skinnen langs siden og geometrien til delen.

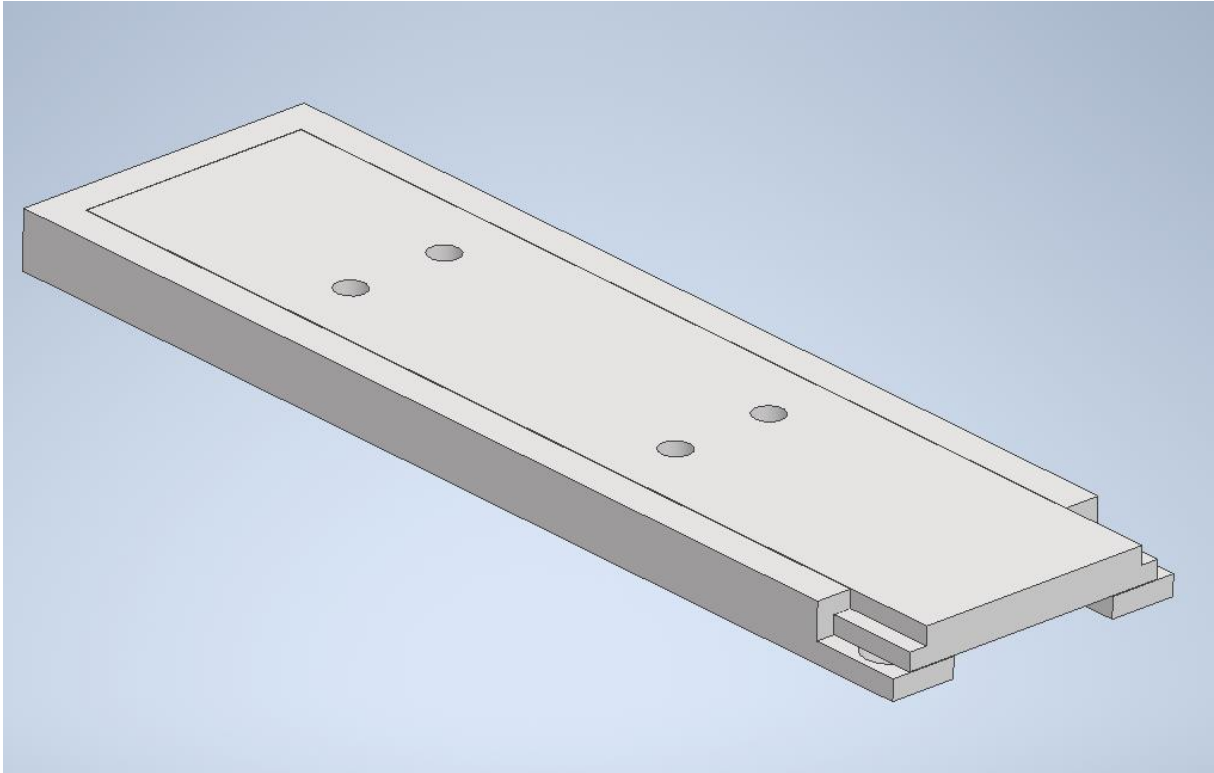


Figur 7: Festemekanisme som skrues inn i skien.

Siste del av bakdelen til utbyttskibinding vises i figur 7. Her skal samme type skruer som bindingen festes med brukes til feste det som blir videre kalt bunn\_bak i skien. Her er det brukt samme



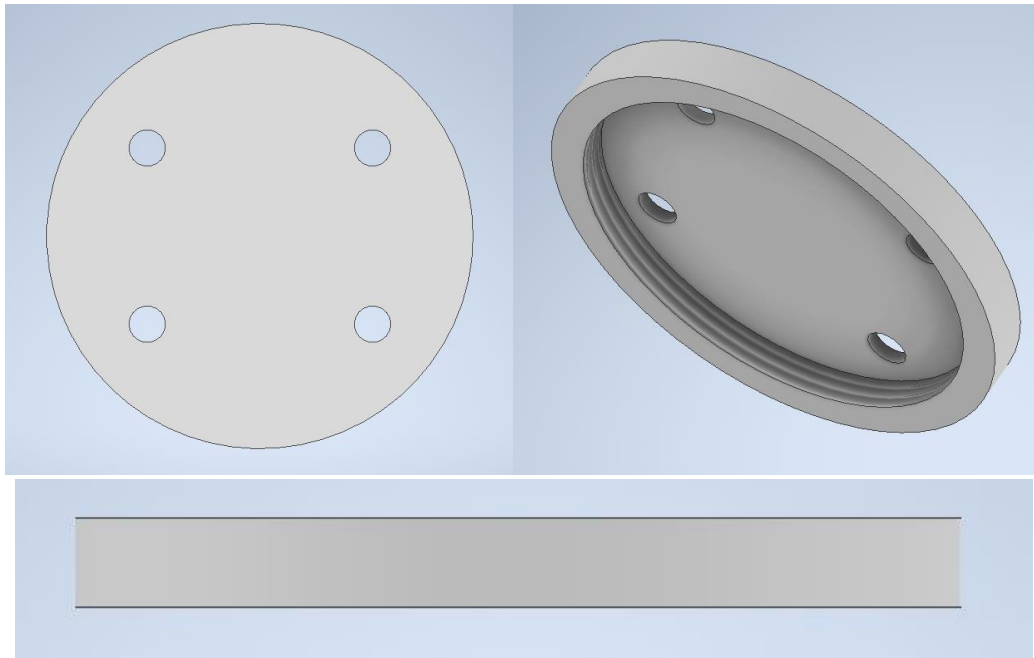
dimensjon for hullene skruen skal inn i som er brukt på bindingen. Dette for å skape en like sterk forbindelse til skien som det en normal montering ville skapt. Resten av delen er modellert for å ha plass til topp\_bak men fremdeles opprettholde rammene som ble satt i analysen. De to delene kan så settes sammen i en sammenstilling i inventor.



Figur 8: Sammenstilling av bak\_topp og bak\_bunn

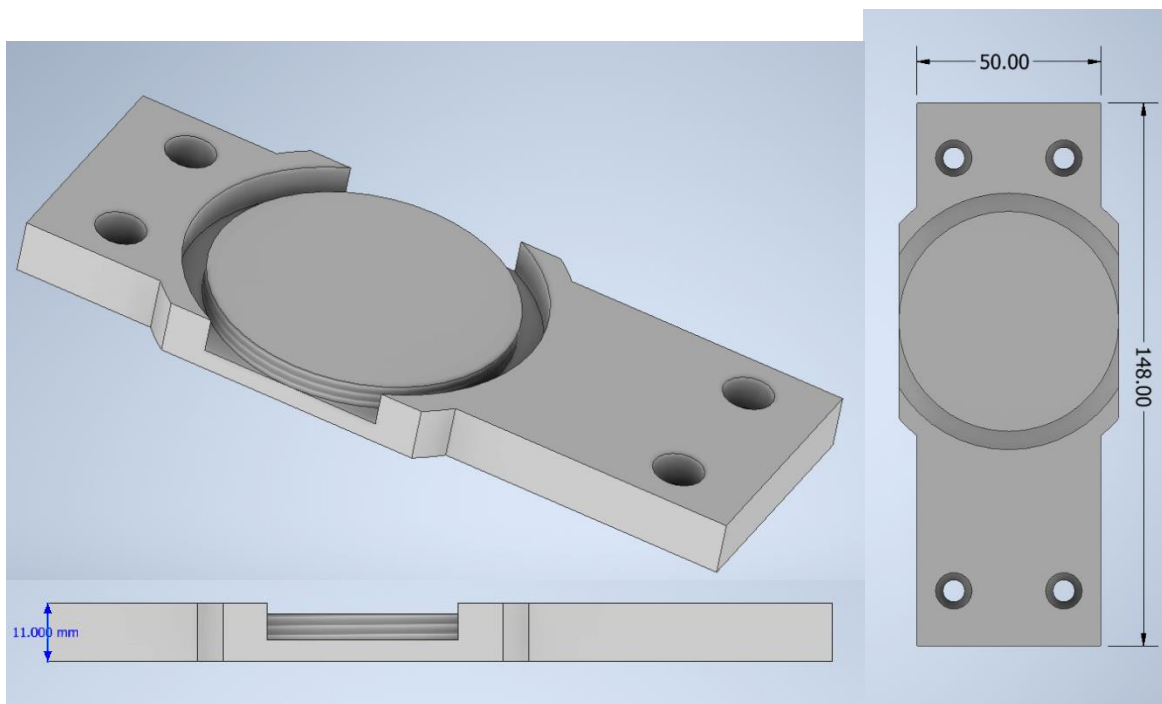
Sammenstillingen av de to delene blir som vist i figur 8. Her er det full kontakt mellom overfaltene som fører til at de oppfører seg som en solid brikke.

Neste steg blir å modellere fremdelen av utbyttbarskibinding som skal kobles til framdelen av skien. Her gjelder de samme rammene som for bakdelen, minus de geometriske begrensingen som skyldes bremsen. En viktig bemerkning å ta med er at fram og bakdelen må være like lange i z-retning slik at bindingen står på ett plan. Her utforskes en løsning for z og x aksen. Fordelen med å ha to deler som er frie i forskjellig retning fra hverandre er at de virker mot hverandre og styrker svakheten til sin motpart.



Figur 9: Topp del av fram bindingen.

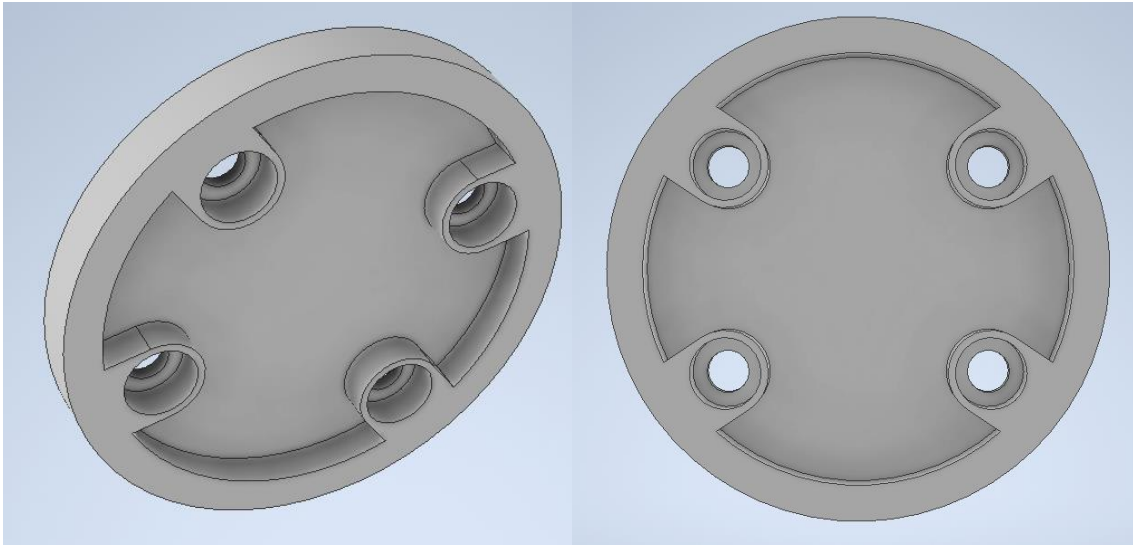
Første løsning som utforskes for frem delen er en gjenget z-løsning. Top delen på figur 8 kan skrues inn i bunn delen på figur 9.



Figur 9: Bunn del av skru løsningen for fram delen.

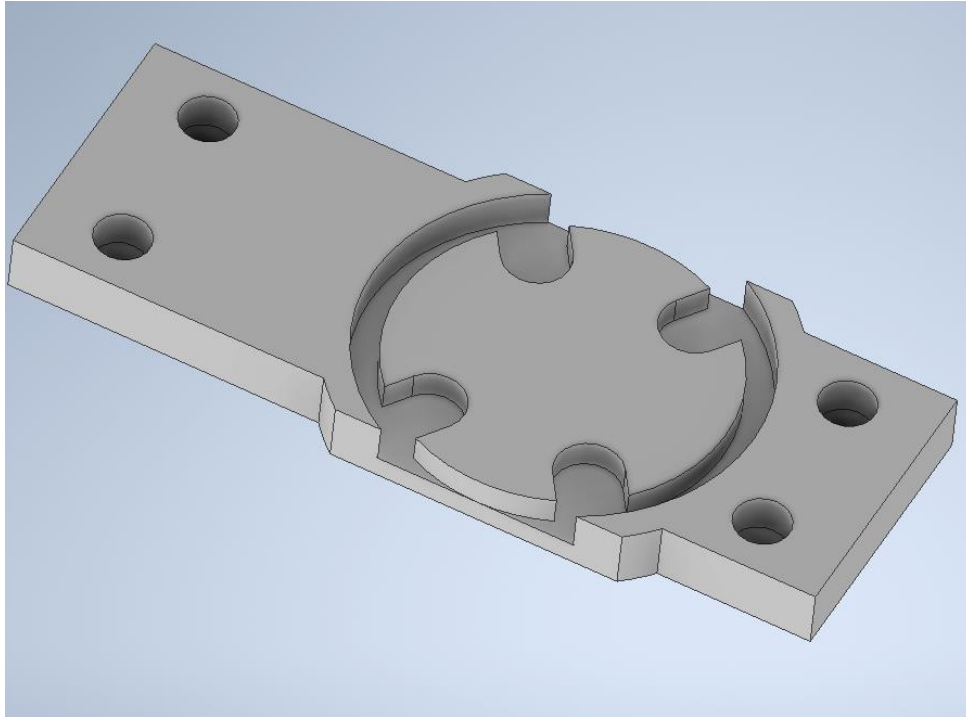
Ved denne løsningen kom det frem noen problemer. For å kunne bolte bindingen fast til toppdelen må det lage plass, både i toppdelen og bunn delen. Delene kan også skrues ut under bruk ettersom det

kan oppstå vri moment i framdelen av bindingen ved skikjøring. Derfor må det også lages plass til en festeskruer. Med disse bemerkningen tatt i betraktning sees det på alternativ løsning.



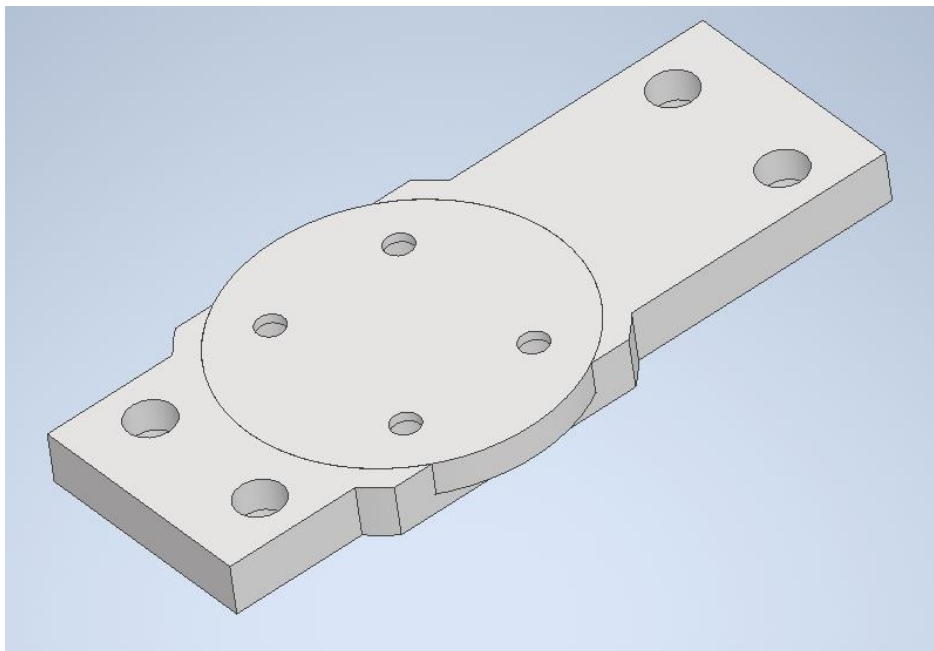
Figur 10: Toppen til fremdelen med plass til bolt og mutter.

Når justeringene er gjort på toppdelen som vist i figur 10 må dette tas høyde for i bunndelen som vist i figur 11.



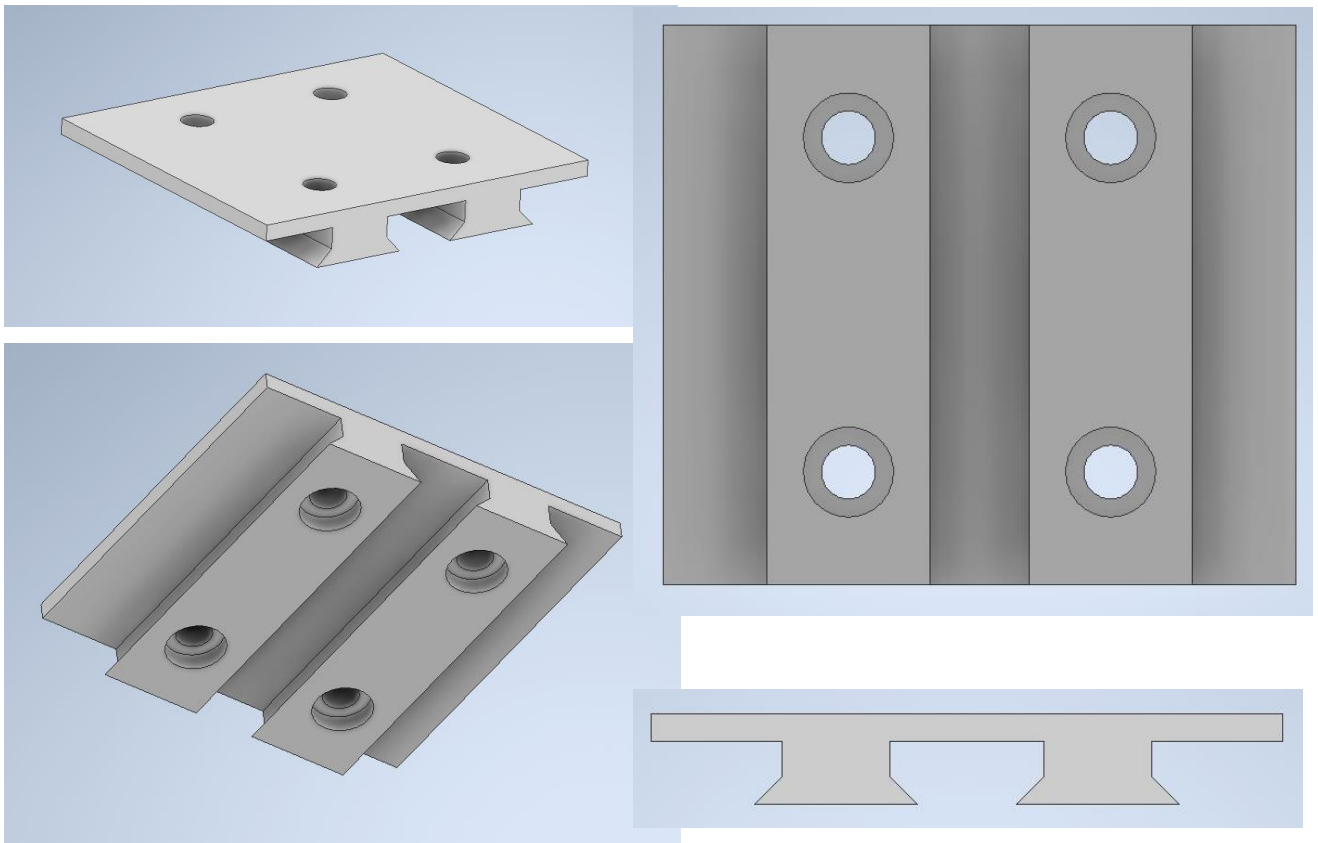
Figur 11: Bunnen av fremdelen til utbyttbar skibinding.

Nå er bindingen låst og trenger bare en feste skrue eller låsepin [KILDE] som nevnt som løsning for bakdelen. Settes disse to sammen danner de det som videre kalles front\_z vist i figur 12.



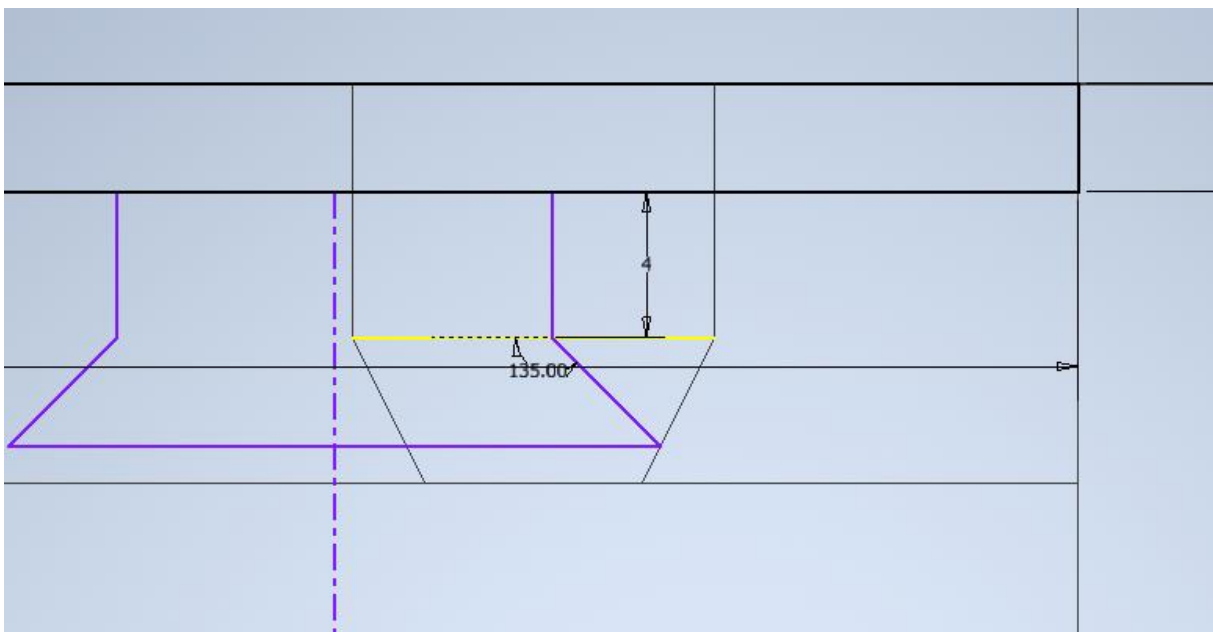
Figur 12: Sammenstilling front\_z

Siste del som modelleres er en løsning til fremdelen der bindingen sklis inn fra siden.



Figur 13: Topp\_x

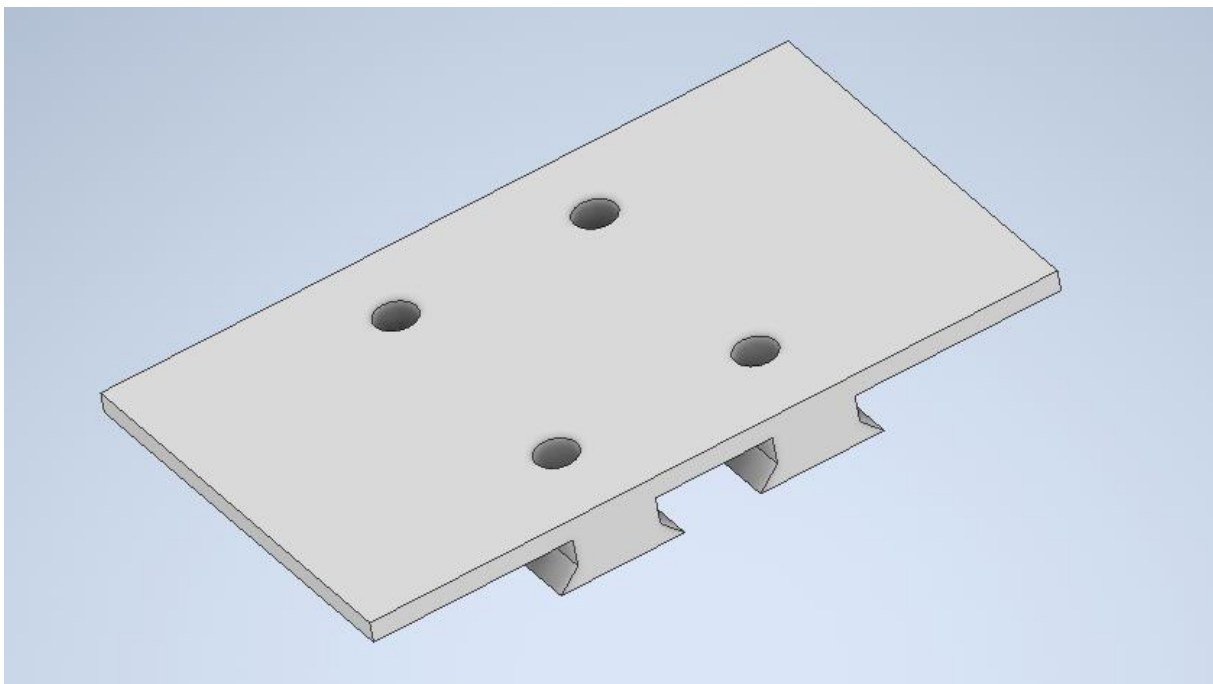
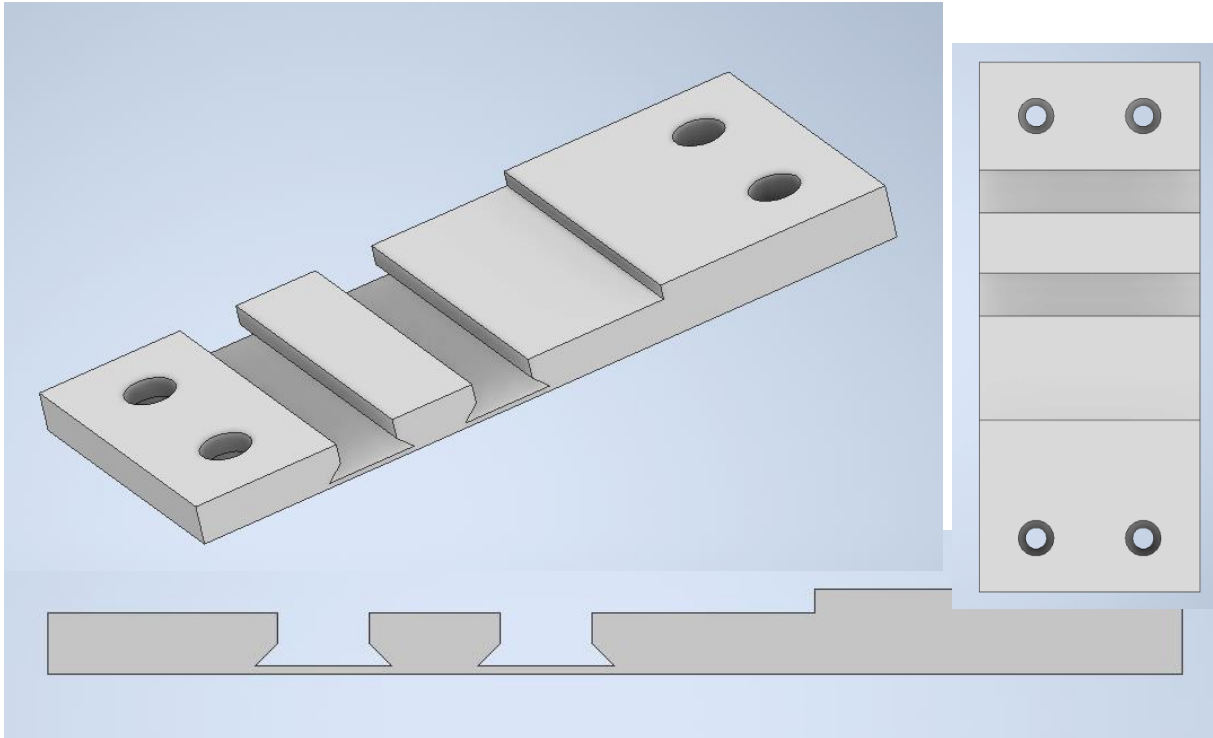
Under design av den motstående bunndelen til topp\_x ble en utfordring oppdaget. Samme grunnmodell fra bunn\_z ble modifisert i dette steget og skinnene sporene som topp\_x skal sklis inn i overlapper med hullene til bindingskruene som en kan se i figur 14.





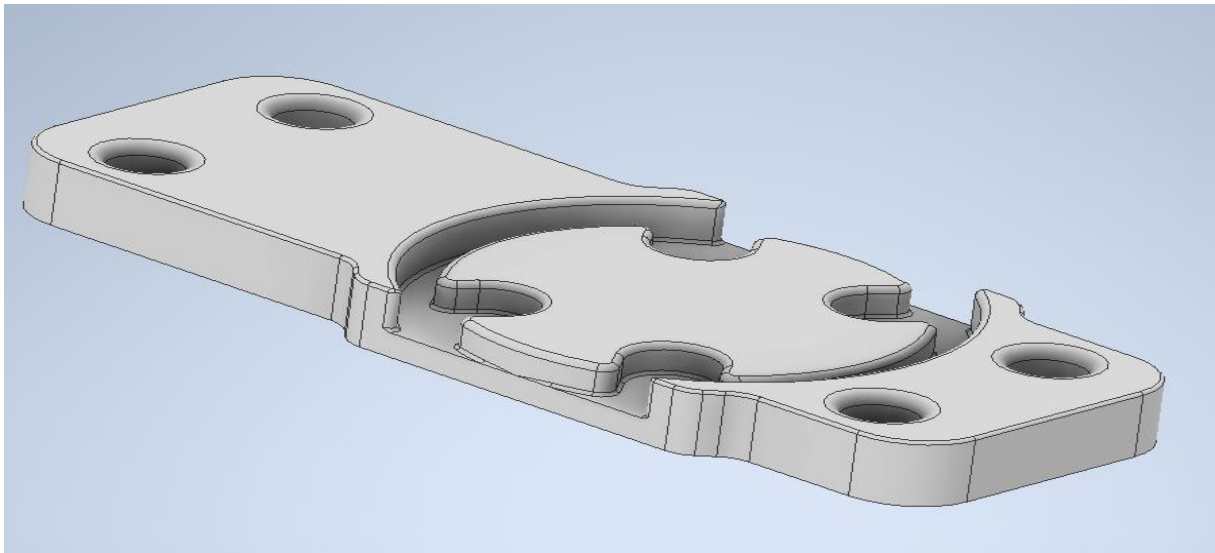
Figur 14: Overlapp oppdaget i wireframe view ved modellering av bunn\_x

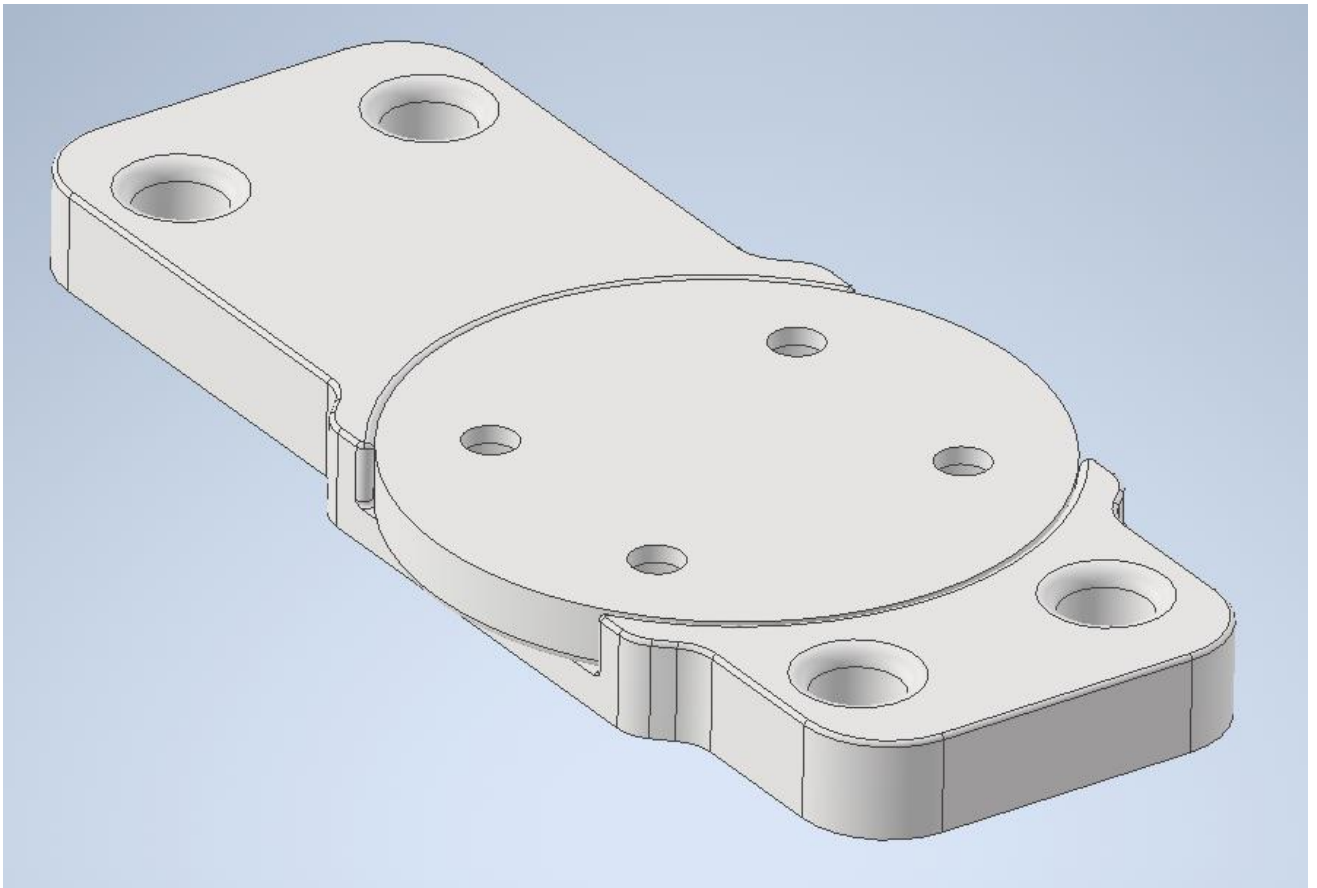
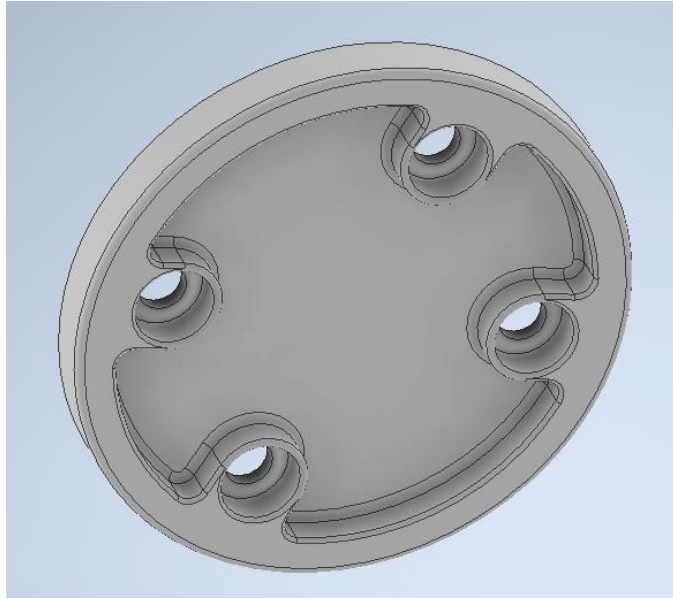
For å løse dette må det lages plass til både hull og skinner så topp\_x og bunn\_x forlenges. Resultatet kan man se i figur 15 og 16.

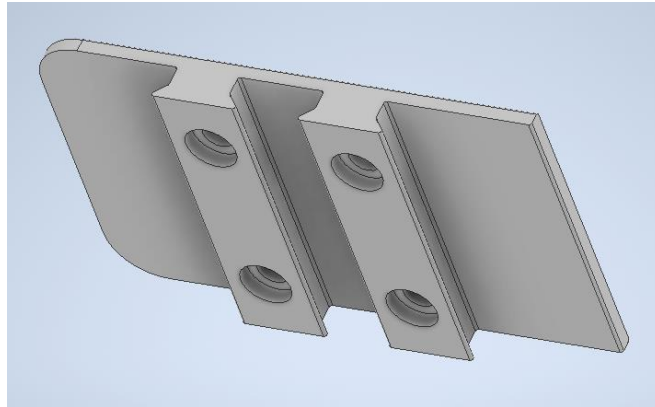
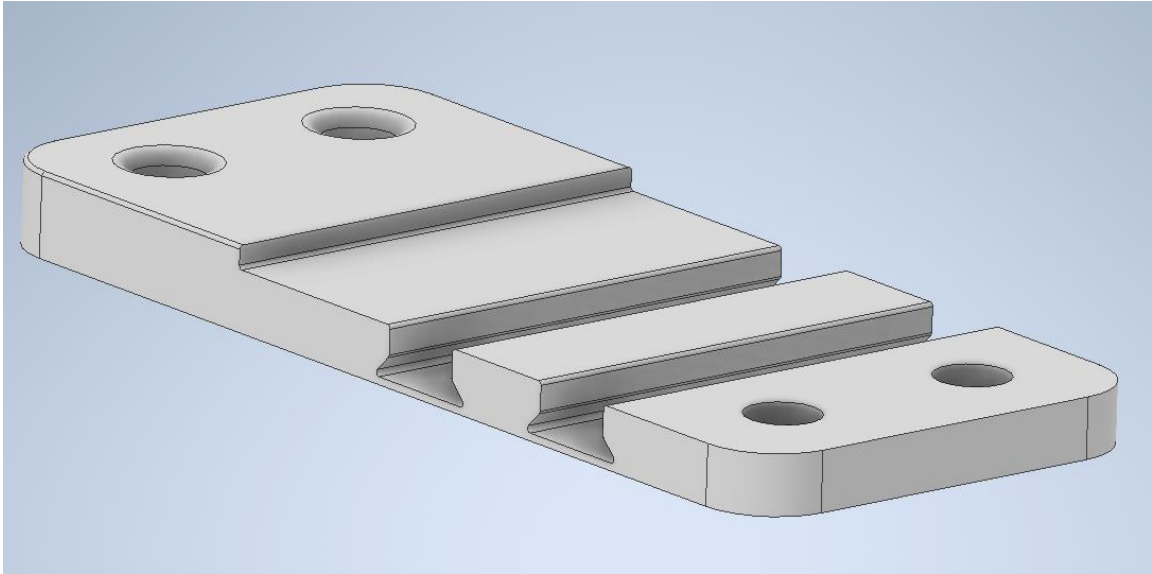


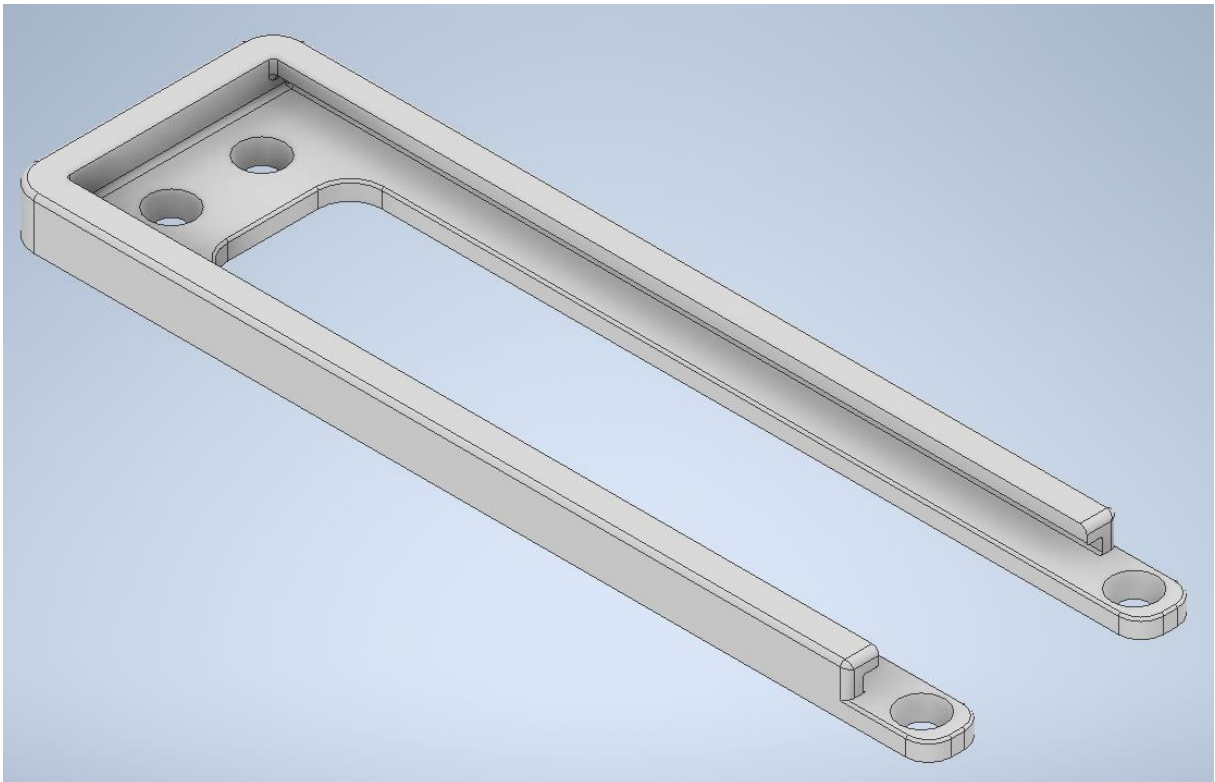
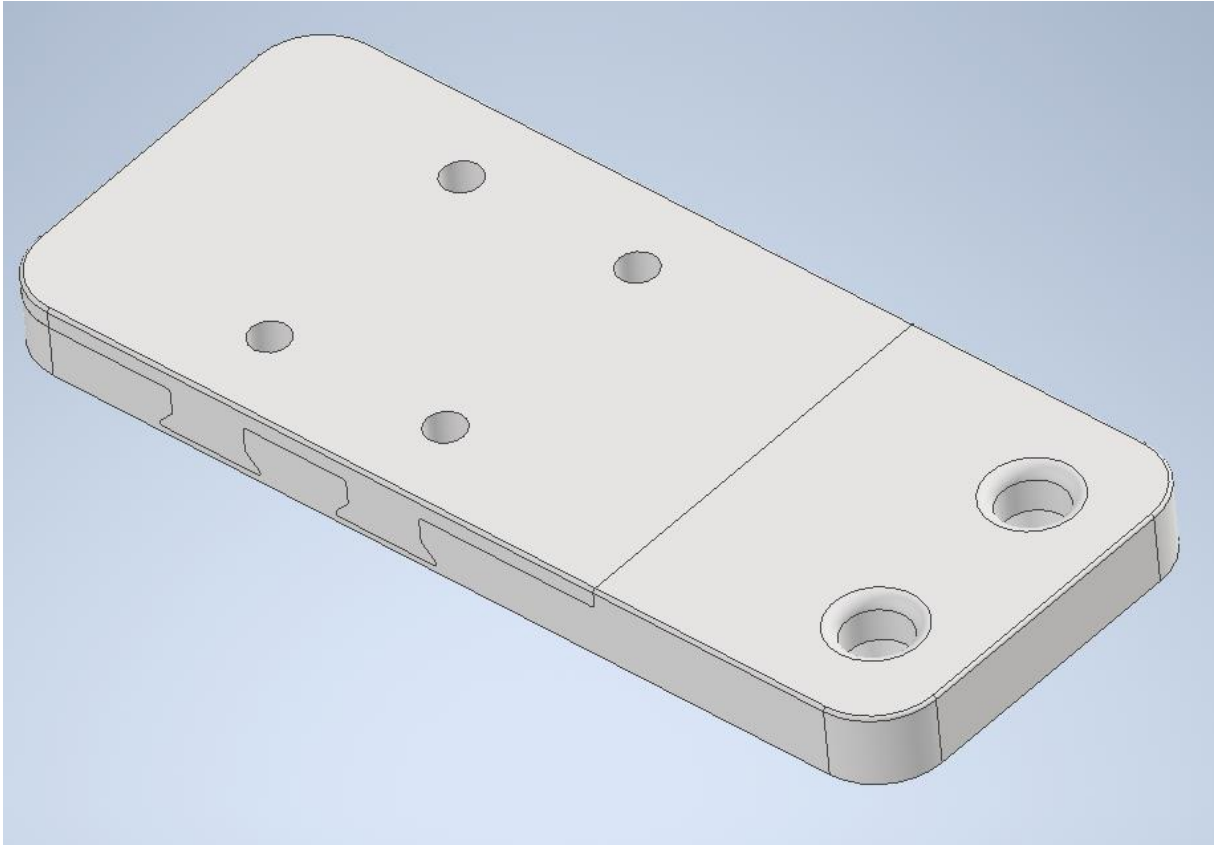
Står igjen med to alternativer til front og ett for baksiden som må gjøres klar for 3d print ved å fjerne materiale og runde hjørner. Her kan det gjøres videre utvikling for å optimalisere hvor og hvor mye materiale som skal fjernes for å bevare den mekaniske bæring og minimere print tid samt materiale forbruk. Her forenkles det veldig for å få effektiv print for å teste om forbindelsene virker etter print.

Resultat av modellering vises i figurene under.

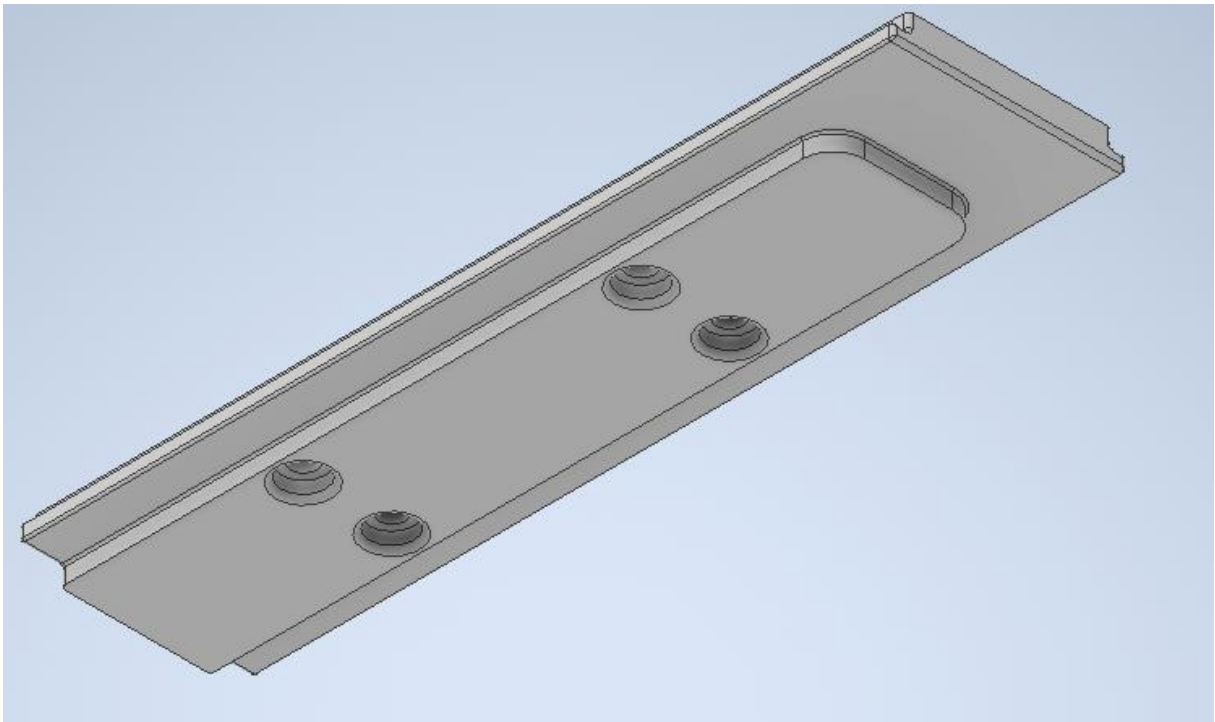
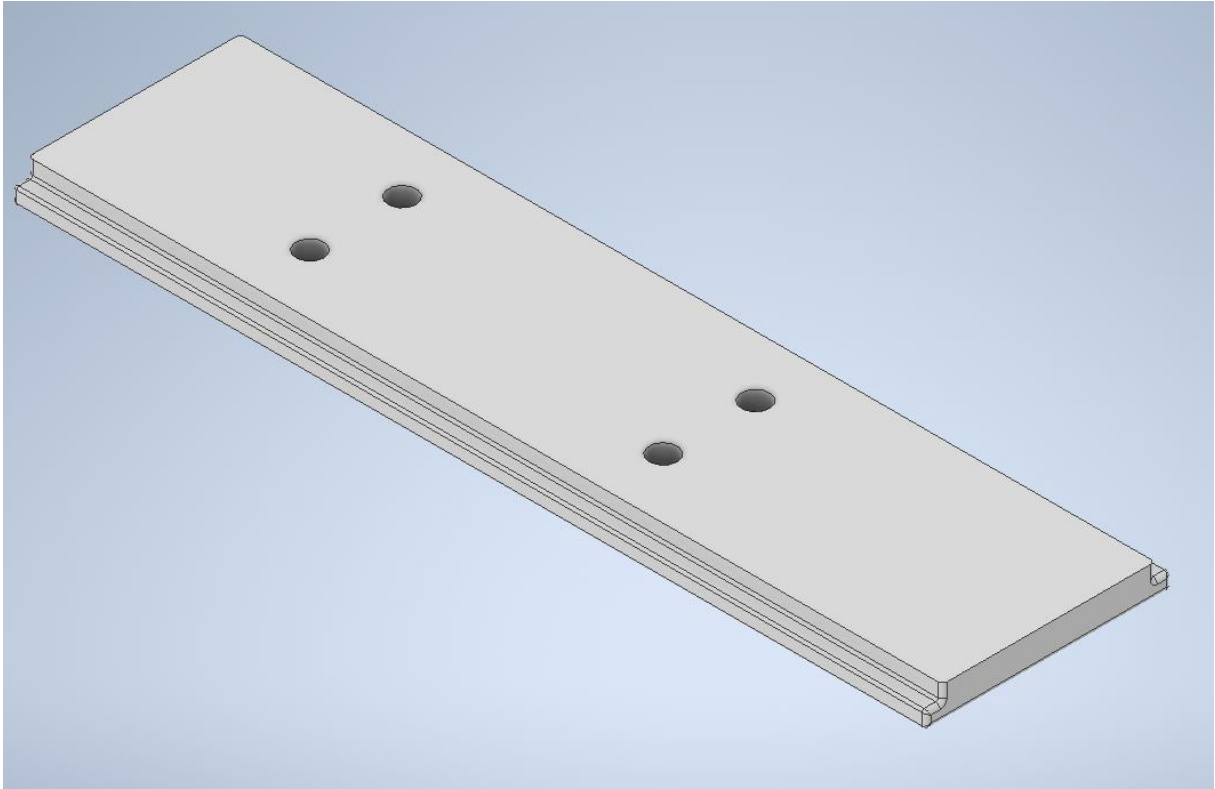


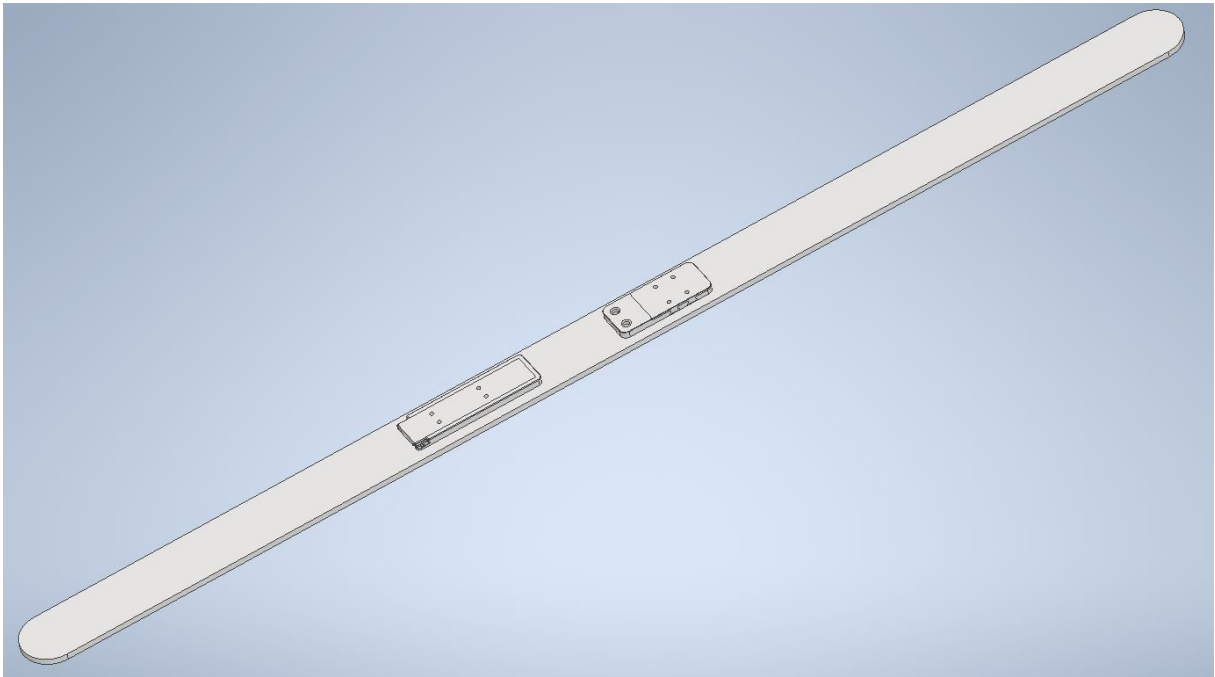
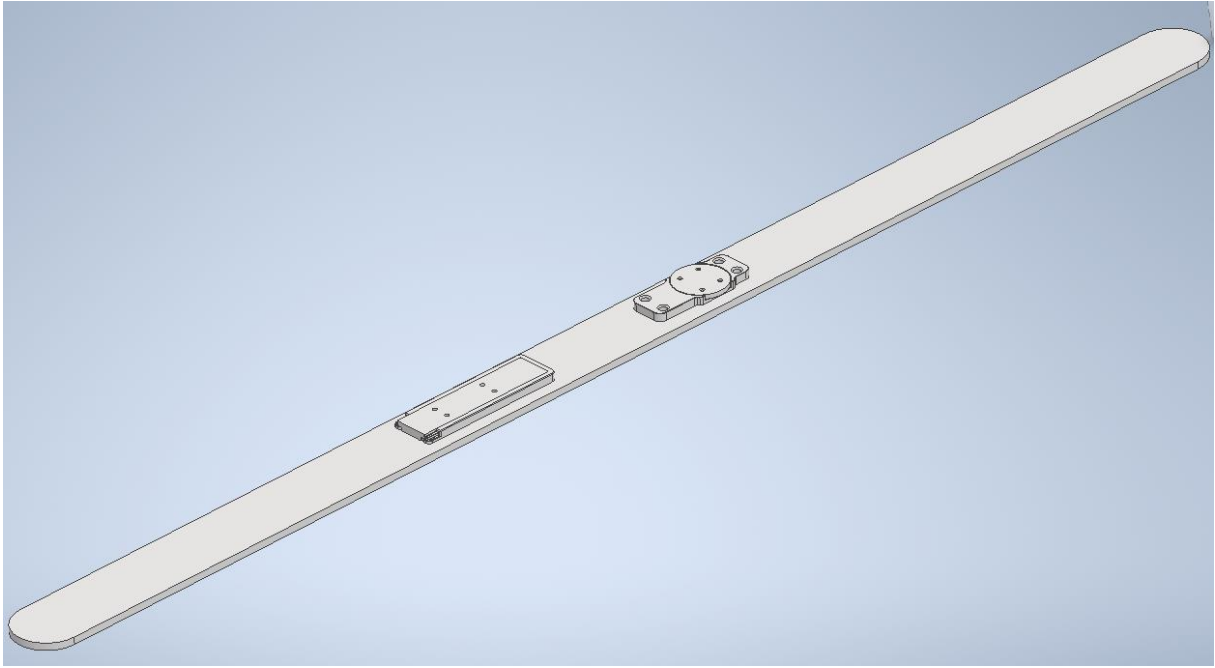












## Konklusjon:

Løsningene som er blitt modellert virker og kan benyttes basert på antagelser basert på analyse i demontering av binding. Målene satt for forbedring av eksisterende løsning "inserts" [kilde] er opprettholdt. Utbyttbar skibinding gjør mindre inngrep i skiens struktur, samt den er lettere å montere og demontere og er utsatt for mindre slitasje enn inserts ved gjentatt bruk. Utbyttbar skibinding er fremdeles en prototype som kan forbedres. Et aspekt av produktet er design. Forbruker vil gjerne være mer villig til å kjøpe produktet om designet er mindre minimalistisk og gjerne etterligner utseende til en skibinding mer. For å redusere material bruk kan estetisk design brukes, men også fjerning av materiale inni bindingen og legge til ribber slik som det er gjort i en vanlig skibinding. Denne prosessen ville krevd en del utregninger og simuleringer for å optimalisere strukturen.

For selve skikjøringen vil økningen av tyngdepunkt være 1,1cm. Tyngdepunktsenteret til ett stående menneske er omtrent ved toppen av hoftene , dette justeres noe ved endring av positur. For gjennomsnitts høyden til hhv. kvinner og menn i norge [3] på 167,1 og 180,6 vil denne endringen i tyngdepunkt være neglisjerbar. Spesielt for drevne amatør skikjørere som er målgruppen for dette produktet ettersom her er sannsynligheten størst for å ha flere par ski. Den økte høyden mellom støvel og ski som blir et resultat av utbyttbar skibinding kan også fremme kantsetting i en ski sving mellom ski og underlag ved å øke momentet som produseres i bevegelsen.

Produktet har rom for forbedring men er en god prototype for utbyttbar skibinding. 3D print leveres etter avtale.

## Kilder

[1] frifly (2012, 10. oktober) <https://www.friflyt.no/blogg/inserts>

[2] HUBS (2023, 25. november) <https://www.hubs.com/knowledge-base/how-design-snap-fit-joints-3d-printing/>

[3] Anneli moholt (2022, 22. januar) <https://www.lommelegen.no/muskel-ledd-og-skjelett/artikkel/hvorfor-har-norske-menn-blitt-10-centimeter-lengre-siden-1900/74779885>