



**Høgskolen
i Innlandet**

Fakultet for anvendt økologi, landbruksfag og bioteknologi

Petter Stavrum

Bacheloroppgave

**Design, konstruksjon og testing av modulbasert
kamerafester til undervisning i landbruk**

Design, construction and testing of module-based camera-rigs for use in education
with focus on agriculture

Bachelor i landbruksteknikk

6JB299

2022

Samtykker til utlån hos høgskolebiblioteket

JA NEI

Samtykker til tilgjengeliggjøring i digitalt arkiv Brage

JA NEI

Sammendrag

I denne oppgaven er det blitt designet, konstruert og testet en modulbasert kamerafesteanordning. Målet var å gjøre opptak av redskap og traktor med GoPro til bruk i undervisning på Blæstad campus enklere. Dette ble gjort gjennom en konsept-, evaluering- og testfase, hvor resultatet ble en kombinasjon av komponenter for bruk i forskjellige scenarioer. Komponentene består av en base, en vibrasjonsdemper, et ledd og en overgang. Det ble utarbeidet en rekke konsepter for de endelige komponentene. I evalueringsfasen ble hvert konsept vurdert i en rekke kriterier med en poengsum fra 1-10. Konsept 3 av basene, konsept 4 av vibrasjonsdemperne og konsept 3 av leddene fikk best score. De ble testet, etter en forbedringsrunde. I testfasen ble det foretatt tester ved hjelp av lyd og vibrasjoner fra en høyttaler. Det ble gjort opptak og en vurdering fra opptakene av hvilken mengde demping var best. Etterpå ble det gjort to funksjonstester, hvor målet var å se hvordan kamerafeste oppførte seg i praksis. Det endelige kamerafeste består av flere komponenter. En magnetbase hvor magnetisme kan justeres med en bryter. En vibrasjonsdemper bestående av to 3D-printet sirkler med stålvaiere klemt mellom seg. Et ledd med mulighet til direkte kobling på kamera, og en overgang fra bolt til GoPro feste.

Abstract

In this bachelor thesis, a modular camera mount has been designed, constructed, and tested. The goal was to simplify the process of recording implements and tractors for use in teaching at Blæstad campus. This was done through a concept, evaluation and testing phase, where the result ended in a combination of components for use in different scenarios. The components consist of a base, a vibration dampener, a linkage, and an adapter. There were several concepts for each of the components. In the evaluation phase, each concept was assessed in several criteria with a score from 1-10. Concept number 3 of the bases, number 4 of the vibration dampeners and number 3 of the linkages were the ones with the highest score. After an improvement, they were tested. In the testing phase, the vibration dampener was tested with the use of sound from a speaker for the vibration. The tests were recorded, and afterward used to assess what amount of dampening was optimal. Afterwards, the product was put to the test in a real-world application, to see how well it worked. The final product consists of several components. A magnetic base in which the magnetism can be adjusted with the turn of a switch. A vibration dampener consisting of two 3D-printed discs with steel wires connecting them. A linkage with the ability to connect directly to the camera and an adapter from a bolt to the standard GoPro mount.

Forord

Denne bacheloroppgaven omhandler utviklingsprosessen til kamerafester for bruk i undervisning på HINN Blæstad. Den er sluttpunktet for 3 fine år på Blæstad med mange fine folk. Jeg valgte denne oppgaven fordi jeg har en interesse innenfor video og film, i tillegg til at jeg liker å lage noe. På videregående gikk jeg media og kommunikasjon, og har derfra en del kunnskap rundt kamera.

Ideen bak oppgaven kom fra Hans Christian Endrerud, og handler om digitalisering av undervisningen på Blæstad.

Takk til veileder Dag Jørgensen for gode samtaler, veiledning og kommentarer. Takk til administrasjonen for lån av GoPro til testing.

Takk til medstudenter for gode faglige samtaler, og mange gode ikke-faglige samtaler.

Petter Stavrum

Inderøy, 1. juni 2022

Innhold

SAMMENDRAG	3
ABSTRACT	4
FORORD	5
INNHold	6
1. INNLEDNING	10
1.1 DIGITALISERING AV UNDERVISNING.....	10
1.2 PROBLEMSTILLING	11
1.3 OPPBYGGING AV OPPGAVE	12
2. TEORI	13
2.1 HVA ER VIBRASJON	13
2.2 KAMERAFUNKSJON	15
2.2.1 <i>Litt om goPro</i>	16
2.3 EKSISTERENDE PRODUKTER	17
3. MATERIALE	20
3.1 PROGRAMVARE	20
3.2 3D PRINTER	21
3.3 VERKSTED.....	22
3.4 INNKJØPTE ARTIKLER	22
4. METODE	23
4.1 INNSTILLING AV 3D PRINTER.....	23
4.1.1 <i>Printerinnstillinger</i>	23

4.2	EVALUERINGKRITERIER	24
4.2.1	<i>Størrelse</i>	24
4.2.2	<i>Brukervennlighet</i>	24
4.2.3	<i>Demping</i>	24
4.2.4	<i>Holdbarhet</i>	24
4.2.5	<i>Fleksibilitet/universalitet</i>	25
4.2.6	<i>Simpelhet</i>	25
4.3	FREKVENSTEST	25
4.4	FUNKSJONSTEST	26
5.	KONSEPTER	27
5.1	BASE	27
5.1.1	<i>Konsept 1</i>	27
5.1.2	<i>Konsept 2</i>	27
5.1.3	<i>Konsept 3</i>	27
5.2	VIBRASJONSDEMPING	28
5.2.1	<i>Konsept 1</i>	28
5.2.2	<i>Konsept 2</i>	29
5.2.3	<i>Konsept 3</i>	29
5.2.4	<i>Konsept 4</i>	30
5.3	LEDD	30

5.3.1	<i>Konsept 1</i>	30
5.3.2	<i>Konsept 2</i>	31
5.3.3	<i>Konsept 3</i>	31
6.	EVALUERING, FORBEDRING OG TESTING AV EVALUERT MODUL	32
6.1	EVALUERING	32
6.1.1	<i>Evalueringssmatrise</i>	32
6.1.2	<i>Base</i>	32
6.1.3	<i>Vibrasjonsdemper</i>	33
6.1.4	<i>Ledd</i>	34
6.1.5	<i>Konklusjon av evaluering</i>	35
6.2	FORBEDRET VIBRASJONSDEMPER	35
6.3	FREKVENSTEST	36
6.3.1	<i>Testmetode</i>	36
6.3.2	<i>Frekvensresultat</i>	37
6.3.3	<i>Analyse av frekvenstest</i>	38
7.	LØSNINGSPRESENTASJON	39
7.1	VISUALISERING	39
7.2	BESKRIVELSE AV FUNKSJON OG BRUKSMETODE.....	40
7.3	FUNKSJONSTEST	43
7.4	KOSTNAD	44
8.	DRØFTING	45

8.1	VURDERING AV KONSEPTPROSESSEN	45
8.2	VURDERING AV EVALUERINGSPROSESSEN	45
8.3	VURDERING AV KAMERAFFESTE	46
9.	AVSLUTNING	48
10.	REFERANSER.....	49

Vedlegg:

1 Arbeidstegning festeplate base

2 Arbeidstegning strammeplate

3 Arbeidstegning ledd

4 Arbeidstegning overgang

5 Arbeidstegning magnetbase

6 Evaluering konsepter

7 Tabell evaluering frekvenstest

8 Diagram evaluering frekvenstest

9 – 11 Bilder av endelig produkt

1. Innledning

1.1 Digitalisering av undervisning

Undervisning er opplæring hvor kunnskap og ferdigheter læres fra en eller flere personer til andre personer. Gjennom historien har undervisningsformen utviklet seg, fra ren muntlig og praktisk, til bøker, ord og skriving. I den digitale hverdag har også internett og datamaskiner blitt tatt i bruk.

Det finnes flere grunner til å digitalisere undervisningen, i forskjellig grader. Nettsteder som ItsLearning, Canvas og Fronter gir læreren en plattform å dele ut informasjon om timer, dele dokument og filer, dele opp i grupper og åpne for digital innlevering av oppgaver og lekser. Visning av video og bilder er blitt gjort i mange år, men det har blitt lettere og lettere for læreren selv å lage disse videoene spesifikt for klassen. Da kan innholdet innpasses undervisningsplanen slik at temaene blir introdusert i den rekkefølgen den fysiske undervisningen gjør.

Med et økende antall elever og ikke nok lærere vil også digitalisering gi muligheten til hver enkel elev å se og lære i sitt tempo, slik som man kanskje ikke får til i det fysiske.

I de siste årene har full digital undervisning blitt aktualisert gjennom den pågående Covid-19-pandemien. Digital undervisning under pandemien foregår hvor lærer eller foreleser underviser i faget slik de har gjort før, men elevene eller studentene sitter andre steder enn i klasserommet og ser, hører og lærer gjennom lyd og bilde på skjerm. Det er utfordringer med denne undervisningsformen, da kroppsspråk, blikkontakt og dialogen mellom lærer og elev lettere faller bort.

For studiestedet Blæstad kommer største utfordringen med digital undervisning på det praktiske. Foreleser kan gå igjennom det teoretiske, og fortelle hvordan noe gjøres eller skjer i det praktiske, men studenten får ikke prøvd selv eller nødvendigvis sett hvordan noe fungerer i praksis.

En digitalisering av undervisningen må til, og et av tiltakene er tydelig visuell presentasjon av tema. Som sagt har det blitt lettere og lettere for lærerne selv å lage videoer. For Blæstad kommer dette i form av opptak av praktisk undervisning.

1.2 Problemstilling

På Blæstad har det alltid vært et fokus på en praktisk tilnærming av faget. I starten da Blæstad ble en småbrukskole var undervisning og kurs delt opp i vinterhalvår med teori og sommerhalvår med praktisk. Dette er blitt videreført gjennom årene til i dag hvor Blæstad finner seg som eneste skole som tilbyr graden bachelor i landbruksteknikk, og har en praktisk tilnærming av faget agronomi. I de siste årene av 2010-tallet har antallet søkere til Blæstad økt, og med det har også klassene blitt større. Dette gir en utfordring til emneansvarlige og forelesere, som skal legge opp undervisningsplanen slik at alle skal få tilgang på praktisk undervisning (Kurser og undervisning, 1949).

I mars 2020 ble undervisningen lagt om til digital ved utbruddet av Covid-19. Dette gjorde at mange av emnene måtte forandre på undervisningsplanen, og praktiske øvelser ble gjort om til teoretisk forelesing. På våren i 2021 var igjen undervisningen lagt om til digital, og det ble leid inn entreprenør firma for å gjøre deler av våronna på Blæstad, da studentene ikke fikk være med og det ikke var realistisk at ansatte ved skolen skulle klare å gjøre alt. Før 2019-kullet var det blokkundervisning, hvor det ble lagt opp til intensiv jobbing i våronnsperioden, slik at studentene fikk gjort mer. Under pandemien ble emnet Feltmekanisering 1 – våronn ble derfor et langt mer teoretisk emne, bestående av forelesninger, fagartikler og bøker og videoopptak av teoretisk og praktisk gjennomgang av redskap og deres innstillinger. I tillegg ble det gjort noen opptak av redskap i åkeren, men da på avstand og ikke særlig oversiktlige.

Målet med denne oppgaven er å utvikle et kamerafeste for å lettere gjøre opptak av forskjellige redskap og utstyr når de brukes i felt. Slik at man kan vise hvordan de forskjellige komponentene og delene fungerer og oppfører seg i praksis.

1.3 Oppbygging av oppgave

I forhold til en standard bacheloroppgave, med innledning, teori, materiale, metode, resultat, diskusjon og konklusjon, er denne oppgaven strukturert litt annerledes. I stedet for teori, test og resultatfaser, er oppgaven bygd opp med konsept-, evaluering- og testfaser. Dette er fordi det var ønskelig med en mer organisk prosess for utviklingen, og å få denne prosessen fram i oppgaven. I materialedelen beskrives de verktøyene og innkjøpte delene som er brukt i oppgaven. I metodedelen beskrives kalibreringen av 3D-printeren, de kriteriene som konseptene evalueres ut ifra, hvordan den ene delen, vibrasjonsdemperen, blir testet, og de to funksjonstestene som ble utført med det endelige kamerafeste. Det kommer en kort oppsummering av testene før resultatet i teksten. Etter metodedelen blir konseptene beskrevet, med illustrasjoner. I kapittel 6 blir konseptene evaluert og den vibrasjonsdemperen med høyest score blir forbedret og testet. Det endelige kamerafeste blir presentert i kapittel 7, med bilder og en beskrivelse av oppbygging. Der er også funksjonstesten beskrevet, resultatet diskutert og en grov kostnadsestimering. I drøftingen er hver prosess i oppgaven vurdert, med litt bakgrunn i hvordan arbeidet har vært, forbedringspotensialet og mulige feilkilder.

2. Teori

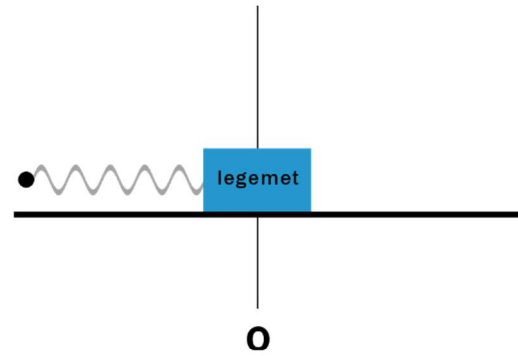
2.1 Hva er vibrasjon

«Vibrasjoner er hurtige og periodiske bevegelser, svingninger. Ordet blir spesielt brukt om hurtige, elastiske svingninger i stive legemer» (Vibrasjoner Store norske leksikon, 2021).

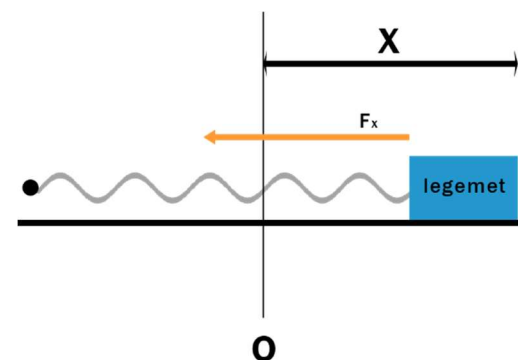
Vibrasjoner er et fenomen hvor svingninger skjer rundt et likevekts punkt. Likevekts punkt er et stabilt punkt for et stivt legeme. Et stivt legeme vil si et legeme som ikke kan deformeres, og som kan roteres og beveges i x og y akser. Det at legemet ikke kan deformeres betyr at avstanden mellom to hvilke som helst punkt på legemet er konstant, uansett eksterne krefter. Når legemet blir påvirket slik at det beveger seg fra likevekts punktet, vil en kraft eller et dreiemoment forsøke å trekke det tilbake til likevekts punktet. På vei tilbake til likevekts punktet vil legemet overskride punktet. En plass stopper den og går tilbake til likevekts punktet. Dette skjer til bevegelsen etter hvert stopper opp. Den enkleste måten å visualisere dette er ved en pendel på en klokke. Kulen på enden har et likevekts punkt rett ned for festet. Når man flytter kulen opp til siden, gir man den potensiell energi. Gravitasjonskraften vil trekke den nedover, og armen fra kulen til festet gjør at den potensielle energien blir gjort om til kinetisk energi etter hvert som den beveger seg i bane. Når kulen kommer til likevekts punktet, vil den ha kinetisk energi slik at den fortsetter i banen forbi og opp igjen, hvor den gradvis vil gjøre om den kinetiske energien til potensiell energi fordi gravitasjonskraften jobber imot. Den kinetiske energien blir gjort om til potensiell energi. På et punkt vil kreftene fra kinetiske energien og gravitasjonen bli lik null, og kulen vil slutte å bevege seg. Dette er fordi det er energitap i form av vindmotstand og friksjon i festet på armen (Bishop & Johnson, 1960) (Young, Freedman, & Ford, 2008).

Et annet eksempel er med en fjær og et stivt legeme. På figur 2.1 er legemet vist som en blå boks. Fjæren sitter i ene enden fast i legemet og i den andre enden sitter den fast i et punkt. Punktet blir vist som en svart prikk. Legemet ligger på en vannrett friksjonsløst spor, så den bare kan flytte seg i en akse, x -aksen. Massen til legemet beskrives med m . I startposisjon (figur 2.1) er fjæren hverken utstrukket eller presset sammen. Legemet er altså på likevekts punktet. Det beskrives som O . Hvis man trekker på legemet vekk fra fjæren og det faste punktet, forså å slippe, vil fjæren trekke legemet tilbake til O . Avstanden fra O blir beskrevet med x . Kraften som påvirker legemet beskrives som F_x . Legemet vil akselererer med a_x og når den kommer til O vil ingen krefter påvirke den, men den vil ha bygget opp kinetisk energi og fortsette å bevege seg i den retningen. Når den krysser O , vil fjæren begynne å påføre en kraft mot legemet, da fjæren blir presset sammen. F_x i motsatt retning. Den avstanden man maksimalt trekker legemet, kalles forskyvning. Dette er amplituden av bevegelsen. Amplituden betegnes med A og SI-enheten er meter. Med en ideal fjær vil punktet hvor legemet returnerer til O fra den negative siden, være $x = -A$. En komplett runde for legemet er fra A , til O , til $-A$, tilbake gjennom O til A igjen. Tiden det tar for en runde kalles perioden. SI-enheten for periode er sekund. Frekvens er antall perioder i en gitt tidsenhet. SI-enheten er hertz, hvor 1 Hz er en periode i sekundet (Young, Freedman, & Ford, 2008).

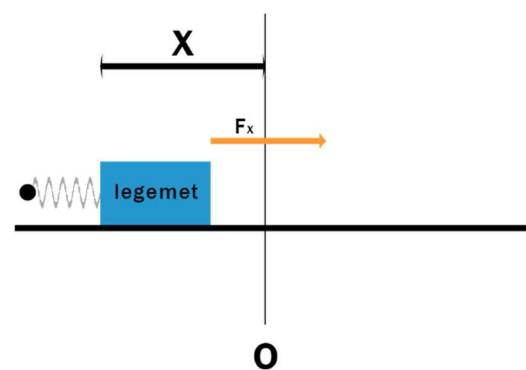
Man kan altså si at amplituden på vibrasjoner er hvor mye noe beveger seg, mens frekvensen er hvor fort den beveger seg. Vibrasjoner og lyd fungerer likt, da bevegelsen av noe skaper



Figur 2.1 Legemet festet med en fjær på likevektspunktet O . Egen illustrasjon.



Figur 2.1 Legemet trukket vekk fra O med avstand x med en kraft på F_x mot O . Egen illustrasjon.



Figur 2.3 Legemet forbi O med avstand x med en kraft F_x mot O . Egen illustrasjon.

bølger i luften, som treffer og vibrerer øretrommen. Dette tolker hjernen som lyd. Amplituden er volumet, mens frekvensen er tonen. Jo høyere frekvens, altså jo raskere noe vibrerer, jo lysere tone hører man. Menneskelig hørsel er sensitiv fra cirka 20 Hz til 15-20 kHz.

Kreftene som påvirker legemet, kan være forskjellige ting. I eksempelet med fjæren vil kraften være at noen drar på legemet. I denne oppgavens sammenheng vil det være krefter fra og overført fra traktoren som påvirker feste til kameraet og fører til vibrasjoner. Dette kommer blant annet av de kreftene som kommer fra masser som forandrer retning i motor og drivverk. Når et stempel i en forbrenningsmotor beveger seg ned etter eksplosjon av drivstoff, har den kinetisk energi. Kinetisk energi avhenger av masse og hastighet. Den energien vil bevege seg mot veivakselen etter antenningsfasen. Når stempelet skifter retning og går oppover, vil energien påvirke motorblokken og motoren for øvrig. Når flere sylindere beveger seg hele tiden vil denne energien føre til vibrasjoner. I tillegg vil andre ting som motorvifte, vannpumpe og lignende skape vibrasjoner (Young, Freedman, & Ford, 2008).

Når traktoren kjører på et jordet, vil kjøreflaten sjeldent være helt flat og fin. Ujevnheter på bakken vil føre til at traktoren kan vingle, som for et kamera festet på hytten på traktoren vil bli plutselige akselerasjoner og stopp. Disse bevegelsene og massetreggheten til kameraet vil føre til vibrering. Disse bevegelsene er annerledes enn vibrasjoner fra motor og drivverk, da frekvensen er mye lavere, men amplituden er større (Bishop & Johnson, 1960).

2.2 Kamerafunksjon

Et kamera tar bilder ved å utsette en sensor for lys i et visst tidsrom. Fra gammelt av når man tok bilder på film, var det film materialet man utsatte for lys. Filmen bestod av en base av enten nitrocellulose, celluloseacetat eller polyester (PET) med en emulgator av gelatin med mange små lysfølsomme krystaller av sølvhalid. Når disse krystallene ble utsatt for lys ble de formørket. Ved veldig rask og kort utsettelse, dannet de et negativt bilde av lyset de ble utsatt for. Ved hjelp av objektiv som konsentrerte og rettvinklet lyset, og en kjemisk prosess for å utvikle filmen, kunne man få bilder av ting fremom objektivet. I digitale kamera er filmen byttet ut med en CMOS eller CCD sensor som oppfører seg mye likt som fysisk film (Preus & Pihl, 2022).

Når filmen eller sensoren blir utsatt for lys, er det vanligst at dette skjer i linjer. Det øverste i bildeutsnittet blir eksponert først, så går det linje for linje nedover. Med film skjedde dette ved at lukkeren, som hadde i oppgave å blokkere lys inn til filmen inntil knappen blir trykket, besto av to lystette dekker som hadde en tynn stripe åpent mellom seg. Når lukkeren beveget seg forbi filmen, slapp den lys inn den tynne åpningen, som gjorde at lyset beveget seg over filmen. Med digitale sensor CMOS, skannes lyset linje for linje, hvor hver linje består av piksler. Antallet linjer er vertikale oppløsningen og antallet piksler i en linje er horisontale oppløsningen (Preus & Pihl, 2022).

Ved å utsette filmen eller sensoren for lys flere ganger i sekundet får man bevegelige bilder. Med film ble rullen matet for hvert bilde som ble tatt, mens med sensor blir hvert bilde «sett» av sensoren, lagret i minne, så «ser» sensoren et nytt bilde som den lagrer i minne. Dette kan skje mange hundre eller tusen ganger i sekundet. De vanligste bildefrekvensene er 24, 25, 30 og 60 bilder i sekundet. På moderne kamera og mobiler kan man filme i et mye høyere antall bilder i sekundet, men da ofres ofte oppløsningen.

2.2.1 Litt om goPro

GoPro er et merkenavn på action kamera. Det som karakteriserer et action kamera er at det er kompakt, tåler støt og vann. Alle typer kamera har et tiltenkt bruksområdet. En profesjonell fotograf bruker speilreflekskamera og et stort utvalg objektiv slik at hen kan manuelt styre alle variabler og stille inn verdier slik at det det endelige bildet blir akkurat slik hen vil. I filmverdenen er kameraene bygget slik at det tar opp mest mulig detaljer og informasjon slik at det i redigeringsrommet kan gjøres forandringer for å fortelle historien på best mulig måte. For folk flest er kameraet på mobiltelefonen nok til å oppnå det de trenger, et bilde av det de peker kameraet mot.

Bruksområdet til action kamera er som navnet tilsier, i action. Med action mener vi i handling. Siden de er kompakte og robuste er de populære innen ekstrem sport, friluftsliv, bilsport og i utfordrende omgivelser. GoPro ble utviklet for denne bruken, da grunnleggeren ville ta opptak av ham selv som surfet, men digitale engangskamera på markedet tålte ikke det den ble utsatt for og annet utstyr var for dyrt (Mac, 2013).

GoPro har en standard på hvordan de festes til kamerafester. Denne standarden er så allment brukt at andre produsenter av action kamera som Sony og Garmin ofte har tilgjengelige adaptere slik at fester kan brukes på tvers av merkene.

2.3 Eksisterende produkter

Det finnes utallige eksisterende produkt for å feste kamera til noe. Prisen kan variere fra lommerusk til en stor økonomisk investering. Forskjellige produkter oppfyller forskjellige krav som man kan ha. Faktorer som er sentrale er hvilken type kamera og hva det skal festes på, og hvilket miljø de er tenkt å tåle. Det enkleste kravet å oppfylle er å feste et kamera fast til noe annet, uten noen form for demping. For dette fungerer det meste. Det er variasjon om man har flere ledd man kan bruke for å forandre posisjonen til kamera i forhold til festepunktet.

For å dempe vibrasjoner er det flere alternativer. For å beskrive forskjellige løsninger brukes det i denne oppgaven forskjellige begrep. Disse begrepene er mekaniske, elektroniske og digitale måter å fjerne uønskede bevegelser på. At et feste mekanisk fjerner uønskede bevegelser, betyr at man bruker balanse, gravitasjon og motvekt for å kansellere det uønskede. Med elektronisk menes at en sensor oppdager bevegelser og sender signal til en elektrisk motor eller lignende som skaper en motbevegelse. Digital fjerning foregår i programvare uten noen bevegelige deler. Hvis man ser tilbake på eksempelet i kapittel 2.1 med fjæren og legemet, vil et elektronisk feste oppdage når legemet bevegede seg vekk fra likevekts punktet, og bevege det legemet var festet til i en motsatt bevegelse.

Innen kameraverdenen har man forskjellige navn på de bevegelsene som et kamera kan gjøre. Navnene kan deles i enten translasjonsbevegelser eller rotasjonsbevegelser. Translasjonsbevegelse vil si å bevege seg rettlinjet, mens rotasjonsbevegelse vil si å rotere om en akse. De bevegelsene som går under translasjon, heter i kameraverden for dolly, boom og truck. Rotasjonsbevegelsene heter pan, tilt og roll. Disse begrepene kommer fra engelsk og navnene på translasjonsbevegelsene beskriver utstyret som brukes for å oppnå bevegelsene.

For å motvirke disse bevegelsene med en mekanisk eller elektronisk løsning, må man ha et system som kan bevege seg likt som kameraet. For å beskrive hvilke akser et slikt system

kan bevege seg i, brukes frihetsgrader. Antallet frihetsgrader vil innenfor dette temaet bety antallet parametere som må defineres for å beskrive posisjonen og tilstanden til kameraet. Det er 6 mulige frihetsgrader et kamerafeste kan ha. De 6 frihetsgradene er lik de 6 begrepene for bevegelse av kameraet. Hvor mange frihetsgrader et system har, varierer med prisen på produktet. Hvis noe dekker 3 rotasjonsgrader, er det ofte bestående av flere slingrebøyler. En slingrebøyle består av en metallring som er festet til enten noe fast eller en annen slingrebøyle på en akse. Når flere slingrebøyler henger i sammen, festes en slingrebøyle på innsiden av en annen slik at de kan rotere i 2 akser. Med 3 slingrebøyler dekker man de 3 rotasjonsfrihetsgradene. Hvis enten gravitasjon eller motorer på leddene gjør jobben sin, vil den indre ringen holde seg flat mot horisonten, uansett hvordan man prøver å rotere den (Introduction, 2011).

For demping i translasjonsaksene finnes det et mindre antall tilbud for en lav pris. Dette er fordi mekanismen ofte er noe dyrere og mer komplisert enn rotasjon. Steadicam er et merkenavn på et slikt produkt. Grunnen til at oppfinneren Garret Brown fant opp den, var fordi han mislikte de skjelvende opptakene man fikk ved bruk av håndholdt kamera. De eneste alternativene for opptak med bevegelse uten vibrasjon, var ved bruk av en Dolly, som har hjul og går på utlagte skinner, en kamerakran eller kamerabil. Steadicam fungerer på prinsippet om balanse. Det består av en arm som er festet til en stang. Stangen har en vekt montert nederst, og et festepunkt for kamera på toppen. Armen festes til en plate som festes til kroppen på kameramann med seler. Armen oppfører seg som en menneskearm, og gir kameraoperatøren mulighet til å rotere, panorere, vippe og bevege kameraet med relativ liten kraft. Steadicam brukes enda i dag, med flere forskjellige modeller. Det finnes produkter for bruk på GoPro og lignende, men det er rettet mot bruk av en kameramann (Tiffen).

Det finnes også løsninger i programvare. Dette er digitale løsninger. GoPro har noe som heter HyperSmooth, som beskjærer bildet og analyserer bevegelser for å forminske uønsket støy. Dette er bare tilgjengelig på GoPro 7 og nyere, da prosessorkraften som kreves er for mye for eldre modeller. I tillegg har Hero 9 og 10 noe som heter In-Camera Horizon Leveling, intern horisontnivellering. Dette bruker informasjon fra et internt gyroskop og akselerometer til å rotere utklippet av videoen slik at det ligger horisontalt. På grunn av størrelsen og formen på sensoren og utsnittet på videoen, er det en grense for hvor mye man kan rotere til hver side før videoen begynner å rotere. Graden man kan, kommer an på hvilke innstillinger man velger, slik som oppløsning, bildehastighet, størrelsesforhold og grad av

Hypersmooth. På GoPro Max, som er et 360° kamera, gir objektivet et såpass stort synsfelt, at man kan rotere kameraet 360° rundt mens horisonten holder seg horisontal. På grunn av nevnte begrensninger på utsnitt og sensor, kan man bare bruke Linear lens på GoPro 9 og 10, som er fra 19-34mm. All stabilisering som nevnt over, er digital, altså brukes prosessorkraft og ikke bevegelige deler. Dette gjør at det tar mer batteri, altså blir brukstiden kortere (GoPro Support, 2020) (GoPro Support, 2021).

3. Materiale

3.1 Programvare

Utregninger og analyser ble gjort i Microsoft Excel. Skrivning ble gjort i Microsoft Word. Adobe Photoshop ble brukt til produksjon og redigering av figurer. Adobe Premiere ble brukt til videoredigering.

Programmet som ble brukt til DAK (data-assistert konstruksjon), var Autodesk Inventor. Et DAK-program kan brukes til å utvikle design, lage arbeidstegninger, lage modeller til 3D printing eller visualisering av design. I Inventor begynner man med en todimensjonal tegning, som man manipulerer i 3D. Manipulasjonen kan for eksempel være å trekke, extrudere, rotere om en akse, trekke fra punkt til punkt eller lage overgang mellom flere todimensjonale tegninger. Videre kan formen man lager modifieres av andre tegninger, eller med funksjoner i programmet som å avrunde kanter, lage hull eller gjenge sylinder eller hull, for å nevne noen eksempler. I programmet kan man lage flere deler som man senere setter sammen i en assembly, en sammenstilling. Dette hjelper til å vise hvordan alt henger sammen. I dette stadiet kan man oppdage problemer som at deler krasjer inn i hverandre, eller at hullene ikke passer sammen. Ved å sette på constraints, begrensninger, kan man fortelle programmet hvordan delene skal reagere på hverandre. Man kan for eksempel si at to flater skal henge sammen, at en bolt eller sylinder skal plasseres midt i et hull, eller at to flater skal være innenfor et spektrum av vinkler i forhold til en tredje flate.

For å overføre 3D filen til et filformat som printerens forstår, må man bruke et slicer program, et kutteprogram. Det et kutteprogram gjør helt grunnleggende, er å dele opp en 3D-modell i flere lag. Så lager programmet instruksjoner til printerens for hvilke motorer må bevege seg hvor mye og når den skal legge ned plastikken. Disse instruksjonene heter G-kode (EIA-274.D standard). Dette er tilsvarende som brukes til CNC, computer numerical control, datamaskinbasert numerisk styring. I tillegg kan man legge inn informasjon om plastikken, gjøre valg i hvordan resultatet skal bli og mye mer. I denne oppgaven ble det brukt Ultimaker CURA. Der kan man styre prosent av innsiden som skal fylles, tykkelsen på lagene, mengden kjøling av lag for å nevne noe.

3.2 3D printer

3D printing eller 3D skriving er en prosess hvor en rull med plastikk blir matet gjennom et printerhode. Printerhode består av et varmeelement, kjøling og en dyse. Varmeelementet smelter plastikken mens den mates gjennom hode. Dysen er formet slik at plastikken tyter ut et veldig lite hull (vanligvis 0.4mm). Printerhode kan bevege seg i 3 akser i forhold til printerunderlaget. Typen plastikk som kan brukes er mange, hvor hver type har forskjellige bruksområder, utfordringer under printing og priser. I denne oppgaven ble det brukt PLA, polylactic acid, polymelkesyre, som er en bioplast med smeltepunkt mellom 150 til 160°C. Dette er den mest utbredte typen plastikk som brukes til 3D printing. Det er ikke den typen plastikk som tåler mest, og er dermed ikke optimal for bruk i denne oppgaven, men det er det billigste alternativet som oppfyller kravene godt nok.

3D printeren som ble brukt var en Sovol SV01. Sovol er et selskap som tar eksisterende 3D printere på markedet og forbedrer komponenter og programvare. SV01 er en direct extrusion 240x280x300mm dual z akse 3D printer. Direct extrusion, direkte ekstrudering, betyr at matingen av plast skjer i printerhode, istedenfor ved plastikkrollen, som kalles bowden extrusion. Fordelen med direct extrusion er mindre friksjon, ettersom røret som plastikken går gjennom i bowden extrusion vil gnisse mot platen. Dual z akse, dobbel z akse, betyr at det er to motorer som styrer z akse bevegelsen, på denne printeren betyr det to kuleskruer som styres av to motorer. Dette sørger for mindre skjevheter i printerhode-aksen.

Hvor varmt printerhode og underlaget blir satt til stiller man på kutteprogrammet, og kan variere etter hvor fort man printer, og med hvilken plastikk. Etter varmen og tykkelsen på plastikken (oftest 1.75mm) justerer man hvor mye plastikk som mates, og hvor fort man skal bevege printerhodet. I tillegg må mateskruen trekke plastikken tilbake når hodet skal bevege seg uten at plastikk skal komme ut, som for eksempel mellom forskjellige deler. Hvis denne mengden ikke er rett, vil det bli små strenger av plast mellom det man printer ut.

På små deler er det også lurt å printe et par lag på bunnen som modellen printes på. Dette kalles i Cura for build plate adhesion, og man har 3 forskjellige typer å velge mellom. Raft, som er en av typene, lager en flate på 4-5 lag under modellen. Brim legger til ekstra linjer på ytre del av modellen for bedre feste av hjørner og skirt lager en stripe rundt ytterkant. Skirt

holder ikke modellen bedre fast til underlaget, men varmer opp plastikk materialet og sørger for at plasten mates rett når man begynner på materialet. I denne oppgaven ble raft brukt.

3.3 Verksted

For bruk på frekvenstest på oppgaven ble en plate på 20 x 48 x 1 cm pusset og boret hull i 4 hjørner for montering på høyttalerkasse.

3.4 Innkjøpte artikler

For bruk i oppgaven er indikator klokke (art.nr. 19-1443) på Biltema. Den består av en magnetbase, et stativ og en analog indikator klokke. Indikator klokken blir ikke brukt i denne oppgaven. Stålwire (art.nr. 19-086) ble også kjøpt inn til bruk til vibrasjonsdemping samt skrue- og muttersett (art.nr. 19-1034) til montering (Biltema) (Biltema) (Biltema).

4. Metode

4.1 Innstilling av 3D printer

Det som er viktig for å få et godt resultat når man 3D printer, er å justere innstillingene på printeren og kutteprogrammet. Det viktigste er å få gode første lag. Avstanden mellom dysen og underlaget er svært viktig at er rett og lik over hele arealet. På Sovol SV01 er det fire skruer i hvert hjørne som justerer høyden på underlaget. Med programvaren på printeren kan man kjøre en underlagskalibrering. Da flytter printeren printerhode rundt på forutstemte plasser på underlaget, hvor man kan måle avstanden med bladmål og justerer høyden på skruene. Et bladmål er et instrument som består av flere blad med en eksakt tykkelse. I tillegg kan man justere på printeren en pluss-minus verdi for hvert punkt, som printeren lagrer i minne. Det vil gjøre at printeren automatisk justerer høydeaksen rundt det området slik at avstanden blir jevn.

På deler som skal passe eksisterende komponenter som for eksempel muttere, så må en viss toleranse regnes inn i tegneprogrammet når det skal bli 3D-printet. Fra prøv og feil ble det kommet til en 0.1-0.3 mm økning for innvendige mål, med en 0.2-0.4 på utvendige mål.

4.1.1 Printerinnstillinger

Plastikken som ble brukt er svart Clas Ohlson Filament PLA Universal til 3D-skrivere. Denne er på 1 Kg med tykkelse på 1.75 mm. Temperaturen på tuppen er satt til 200°C, mens underlaget har temperatur på 60°C. Tykkelsen på lagene er på 0.2 mm, med 4 topplaget og 4 bunnlag. Det er to lag med yttervegger, med tykkelsen på 0.8 mm. Det er 20% fyll med krysslinjer. Hastigheten på printerhodet er 60 mm/s, med 30 mm/s på første laget. Det er støtte på alt over 30°. Det brukes Raft på alle delene som printes ut, med 5 mm ekstra margin, med 2 lag på topp og en tykkelse på 0.36 per lag (Clas Ohlson).

Materiale	PLA Clas Ohlson
Lagtykkelse	0.2 mm
Hastighet	60 mm/s
	30 mm/s første lag
Fyll	20 %
Støtte	Fra over 30°
Kjøling	100 %
Build Plate adhesion	Raft, 5 mm margin 2 lag på topp

*Figur 4.1
Printerinnstillinger.*

4.2 Evalueringkriterier

Det endelige kamerafeste måtte oppfylle en rekke kriterier, så godt som det lot seg gjøre. Disse kriteriene var utarbeidet av informasjon fra lærere på skolen, observasjoner fra eksisterende løsninger og tenkte situasjoner. I evaluering av de forskjellige konseptene fikk de få en poengscore på disse kriteriene.

4.2.1 Størrelse

For å gjøre feste mest mulig kompakt og universalt, foretrekkes en så liten konstruksjon som mulig. Dette henger også sammen med kostnad og strukturell oppbygging. I størrelse legges det både opp til sammenpakket tilstand og i oppmontert tilstand. Som et eksempel, hvis konsept 1 består av flere små deler som lett kan tas fra hverandre, vil sammenpakket tilstand være liten. Hvis for eksempel konsept 2 som består av 1 del som har lik størrelsen som alle de delene i konsept 1, vil konsept 2 få en lavere score.

4.2.2 Brukervennlighet

Hvis det tar mer tid å bruke kamerafeste enn å ikke bruke det, vil ikke kamerafeste bli brukt. Må man bruke lang tid på å stille inn vinkel, stramme, finne en god plass for det, vil det være enklere å filme for hand eller et annen kamerafeste. Det er derfor viktig at det ikke er noen flaskehals eller mindre optimale løsninger på det endelige kamerafeste. Man skal kunne bruke kamerafeste uten at det kreves mye forskjellig verktøy eller tid.

4.2.3 Demping

Man må kunne se det man filmer, og ikke blir forstyrret av vibrasjon og uklart bilde. Som nevnt i teori-delen er det forskjell på vibrasjoner, som betyr at for å effektivt oppfylle ønsket bruksområdet, bør dempingen være på et balansepunkt mellom hard og mjuk. En mulighet til å justere hvilken vibrasjon man demper vil være en fordel. Den bør også dempe i flere akser, slik at man ikke blir hindret i å bruke kamerafeste fordi plasseringen ikke er god.

4.2.4 Holdbarhet

Kamerafeste må kunne tåle å bli utsatt for elementene. UV, støv, regn og støt vil være spesielt viktig. Den mekaniske oppbyggingen og konstruksjonen av kamerafeste bør gjøres

med styrke i tankene. Man bør ikke være redd for å miste kamerafeste i bakken, eller tenke at man ikke kan bruke det i en situasjon fordi det kan bli ødelagt av andre ting.

4.2.5 Fleksibilitet/universalitet

Kamerafeste må kunne brukes på flere forskjellige redskap, uten mye justeringer. Dette betyr at det må være mulig å justere hva kameraet kan se, og at man ikke må modifisere redskapet mye for å bruke kamerafeste.

4.2.6 Simpelhet

Godt design er enkelt design, det er ingen grunn til å gjøre noe mer komplisert enn det trenger å være. Med enklere og færre deler er det mindre som kan gå galt. I tillegg spares det i printertid da større og mer kompliserte deler tar lengere tid å printe.

4.3 Frekvenstest

For å gjøre testing av vibrasjonsdemperne mest mulig etterprøvbar, ble det brukt lyd til å skape vibrasjoner. Dette ble gjort med en kasse med et 12 tommer høyttaler element. Et høyttalerelement på den størrelsen passer best til å spille lave frekvenser. Det ble spilt av sinusbølger på frekvensene 30, 35, 40, 45 og 50 Hz. Høyttaleren ble drevet av en forsterker. Forsterkeren var koblet til en datamaskin gjennom en RCA/phono kontakt. En metallplate på 20 x 48 x 1 cm ble skrudd fast på toppen av kassen, med et oppmerket området midt over elementet for basen. Et ark med linjer i forskjellig tykkelse ble hengt på veggen foran høyttaleren, 65 cm foran basen. Høyttaleren ble satt på en sammenbrettet overmadrass for å minske risting mellom gulv og høyttaleren. Det ble målt med tangampermeter hvor mye strøm som går gjennom ledningen fra forsterkeren til elementet. Strømmengden i ampere for hver frekvens er oppgitt i tabell 1.

Tabell 1 Frekvens og ampere for test.

Frekvens (Hz)	Strømmengde (ampere)
30	1.22
35	1.54
40	1.59
45	1.48
50	1.42

4.4 Funksjonstest

2 funksjonstester ble utført. Den første på Blæstad campus og den andre på gården Kløvstad Søndre. Den på Blæstad ble utført den 10.05.2022 fra klokken 13:15 til 14:00. Den ble gjort på jordet mot nord-vest med traktoren John Deere 5400, med forsøksfeste til sålabb til Underhaug direktesåmaskin. Under testen ble fire forskjellige alternativer prøvd, vibrasjonsdemper med liten og lang vaierlengde, kamera rett på basen og med to ledd. Innstillingen på GoPro-en var en av standardinnstillingene, med 1920x1080 oppløsning og 50 bilder/sekundet. Objektivet var wide, høy HyperSmooth innstilling, standard bit-rate, auto lukker, auto hvitbalanse, minimum ISO på 100 og maksimum på 1600, høy skarphet og GoPro farge innstilling. Det ble gjort tester med kamera inne i hytten rettet fremover, mot siden og ut bak. I tillegg ble det gjort opptak av sålabb ved jorden, og flere opptak av sålabben fra armen på feste. Da ble det kjørt på en traktorvei med varierende fart for å utsette kamera for mye forskjellig bevegelser.

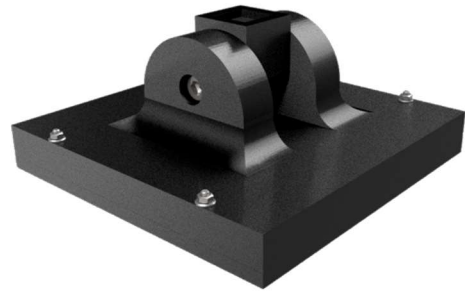
Funksjonstest 2 på Kløvstad søndre ble utført den 26.05.2022 fra klokken 11:44 til 12:00. Det ble gjort med traktoren MF 6470, med Kverneland Mod. E 3 skjærs vendeplø. Det ble gjort opptak med 3 forskjellige plasseringer. Den første var under ploegen, hvor basen var festet til rammen på ploegen med bildeutsnitt av det første skjæret. Den andre plasseringen var på tårnet, hvor opptaket ble gjort vertikalt. Den tredje plasseringen var på rammen til bakluka i hytta. På de 3 plasseringene ble det gjort to opptak hver, et der kameraet var festet direkte på basen, og et med vibrasjonsdemperen med lang vaier på alternativ 1. GoPro-en var innstilt til Slo-Mo innstilling, med 1920x1080p oppløsning og 200 bilder i sekundet. Objektivet var linear, HyperSmooth var av, bitrate var standard, auto lukker, native hvitbalanse, minimum ISO på 200 og maksimum på 6400, medium skarphet og GoPro farge innstilling.

5. Konsepter

5.1 Base

5.1.1 Konsept 1

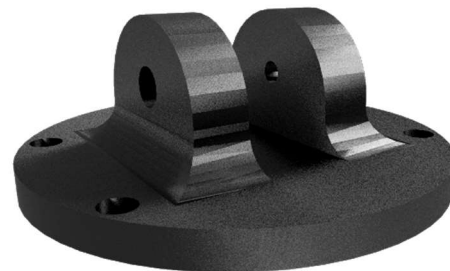
Konsept 1 består av en kvadratisk base med to avrundede ører som lager et ledd til vibrasjonsdempingen. Basen er laget i to deler slik at man kan legge magneter i grunnplaten for magnetisk festing på redskap. Ved å fjerne magnetene og rammen nederst vil man kunne bruke hullene for å skru fast basen der magnetene ikke vil fungere.



Figur 5.1 Konsept 1, med undersiden nederst og oversiden øverst, bilde fra Inventor.

5.1.2 Konsept 2

Konsept 2 er lik 1, men med en avrundet form og at rommet for magnetene er fjernet. Hullene er større, for bedre festing. Dette er material-besparende og sikrer bedre festemulighet.



Figur 5.2 Konsept 2, bilde fra Inventor.

5.1.3 Konsept 3

I dette konseptet er basen byttet ut med en magnetbase originalt brukt til indikator klokker. Den består av et ytre skjell i tre deler, to jern deler separert av aluminium. En sylindrisk magnet befinner seg i midten og kan roteres. Når magnetens poler peker mot aluminiumen, er ikke basen magnetisk, men roteres magneten ved å snu på bryteren på framsiden, blir

jerndelene på sidene magnetisert av den sylindriske magnetens poler og basen blir magnetisk (Dexing Magnet, 2007).

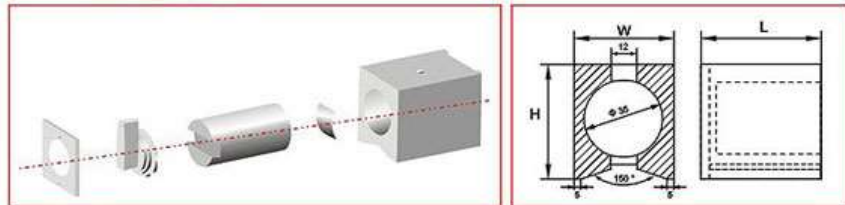
I toppen er det et gjenget hull for M8 skruer. Nedre del av basen er formet slik at den kan holde rundt sylindriske objekter.

60101 ON/OFF TYPE MAGNETIC BASE

- With on/off switch
- The shadow material is used low carbon steel
- The middle is aluminium alloy , die-casting forming
- Tapped hole : M8 X 1.25 mm

Code	Model	Magnetic force	Base(L x W x H)	Weight
60101-11	MB-8D	80 kg	58 x 50 x 55	0.95 kg
60101-21	MB-8D	80 kg	80 x 50 x 55	1 kg
60101-31	MB-10D	100 kg	74 x 50 x 55	1.2 kg
60101-41	MB-12D	120 kg	118 x 50 x 55	1.85 kg

- Can producing different standard magnetic bases according to your wish

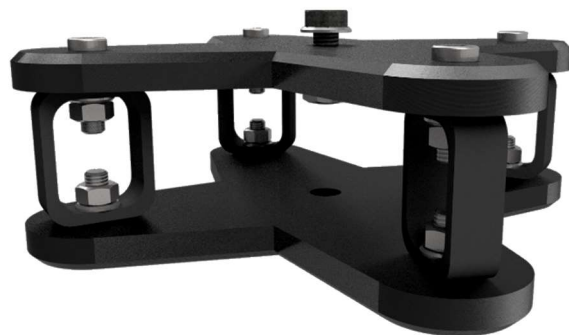


Figur 5.3 Oversikt over modellnummer og intern oppbygging magnetbase. Hentet fra magnetsource.com.cn

5.2 Vibrasjonsdemping

5.2.1 Konsept 1

Vibrasjonsdemperen består av to stjerneformede flater, med 4 tupper hver. Deler av gummi for originalt bruk på bileksosanlegg holder flakene sammen ved tuppene, med hensikt at vibrasjoner fra redskapen skal dempes ved gummiens elastiske egenskaper. På det øverste flaket er det et hull for montering av foten som holder kameraet. I det nederste flaket er det et hull som passer på basen. Foten til kamera kan rotere, slik at man lettere kan stille kamera for å gi oversikt.



Figur 5.4 Konsept 1, gummi skruet fast med innvendig sekskant-skruer. Bilde fra Inventor.

5.2.2 Konsept 2

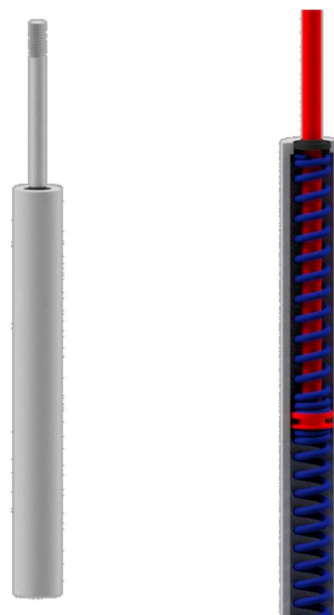
Oppbyggingen av demperen minner om konsept 1, men gummien er byttet ut med stålvaier som er under bøyning. Tanken bak er at vaieren vil ha en viss elastisitet, men ikke så mye at demperen vil fremme med bevegelser.



Figur 5.5 Konsept 2, bilde fra Inventor.

5.2.3 Konsept 3

Ideen for konsept 3 kom fra støtdempere på biler. Tanken var at en viskøs støtdemper med fjærer på begge sidene av stempelet internt i sylinderen ville holde seg midt i skyvelengden. Stempelet vil ha små hull slik at oljen kan trenge gjennom, men ikke helt fritt. Ved vibrasjoner som beveget stempelet en vei, ville fjæren på den siden presse stempelet tilbake til midtposisjon, mens oljen i sylinderen gjorde til at bevegelsen ble mjuk, og unngikk til en frem- og tilbakegående bevegelse. Utfordringen med denne løsningen er vibrasjoner i flere enn en akse. På figur 5.6 ser man både utsiden og internt. På det interne er fjærene farget blå og stempelet farget rødt.

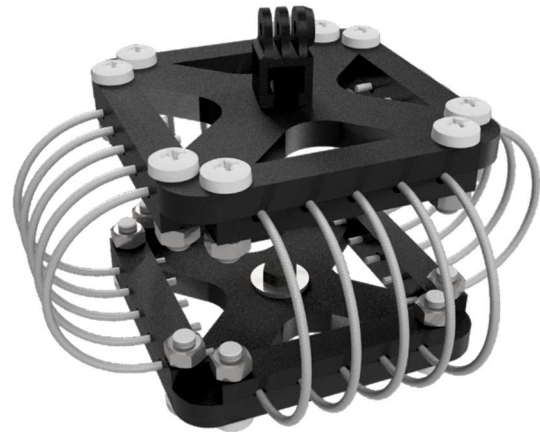


Figur 5.6 Konsept 3, til venstre totale demperen sett fra siden, til høyre innsiden med fjær i blått og stempel i rødt, bilde fra Inventor.

5.2.4 Konsept 4

Konsept 4 er likt konsept 2, men formen på vibrasjonsdempere er forandret og antallet vaiere som kan brukes øker betraktelig.

Istedenfor stjerne så er den formet som et kvadrat med materiale fjernet der det ikke trengs for å spare vekt og plastikk. Det er mulig å variere hvor mange vaiere som plasseres, da det er plass til 5 på hver side. I tillegg er det rom på innsiden til å trekke vaierne lenger inn, slik at lengden på vaieren kan justeres. Mengden og lengden vaier justerer hvor hard eller mjuk dempingen er.



Figur 5.7 Konsept 4, med 5 vaiere per side. Bilde fra Inventor.

5.3 Ledd

5.3.1 Konsept 1

Konsept 1 vil være å bruke leddene fra indikator klokken som konsept 3 av basen bruker. Disse leddene holder sammen metall stenger. Leddene holder rundt ene stangen, og strammer rundt den med en skrue. Den samme skruen trekker til seg en innvendig del som holder fast den andre stangen. Langs denne skruen har man muligheten for å forandre vinkelen. Rundt den første stangen kan man også rotere hele leddet, og dermed skifte hvilken retning den andre stangen skal gå fra den første.



Figur 5.8 Konsept 1, ledd fra indikator klokke. Gjenskapt i Inventor.

5.3.2 Konsept 2

Konsept 2 blir 3D-printet, og måten man låser leddene, som er hovedutfordringen, er gjennom mønster i materialet ved leddene. Mønstrer på dette konseptet er tagger rundt i en sirkel. Med to ledd vil toppene og bunnene kunne gå i sammen i flere hakk, i dette tilfellet



Figur 5.9 Konsept 2, et ledd uten endeovergangene. Bilde fra Inventor.

18 tagger. Hullet i midten gjør at man kan skru leddene sammen med skruer og låse leddet i posisjon. Ved basen, vibrasjonsdemperen og kamerafeste, anvendes disse leddene inn på en spesial kobling som passer for kamera, vibrasjon og basen.

Taggene må ha en størrelse som er liten nok til at man får stort nok utvalg av vinkler, men samtidig må de være store nok til at 3D printeren har oppløsning nok til å printe hver tagg for seg, slik at det ikke blir en sirkel i midten.

5.3.3 Konsept 3

Konsept 3 tar utgangspunkt i hvordan GoPro feste fungerer, med ører som klemmes rundt andre ører. Dette gjør at man slipper en egen del som går mellom leddet og kameraet. På den siden med 3 ører er det også et mønster som passer til en M5 mutter. Dette er for å gjøre stramming av leddene lettere. For å redusere vekt og materiale er leddet tynnet inn mot midten, men tykkelsen for øvrig er såpass at styrken ikke blir vesentlig redusert.



Figur 5.10 konsept 3, mutterside. Bilde fra Inventor.

6. Evaluering, forbedring og testing av evaluert modul

6.1 Evaluering

6.1.1 Evalueringsmatrise

For å kunne gi en evaluering på forskjellige konseptene må det lages et felles vurderingsgrunnlag for hva kamerafeste skal oppnå. Ved å sette opp de forutnevnte punktene og de konseptene som blir presentert, vil man kunne gi en poengscore og evaluere hvilket konsept som tilnærmet objektivt er best. Det settes opp en matrise for hver del (base, vibrasjonsdemper, ledd) med poengscore fra 1-10, hvor 10 er best. Der hvor et kriterium ikke er relevant blir det satt en x. Den som summert har høyest score vil bli ansett som det beste alternativet for hver del, og til sammen være det beste kamerafeste. I vedlegg 6 er alle evalueringene samlet og oversiktlig.

6.1.2 Base

Tabell 2 Evaluering av base-konseptene. 1-10 hvor 10 er høyest.

base	konsepter		
	Konsept 1	Konsept 2	Konsept 3
størrelse	1	5	8
brukervennlighet	3	6	7
demping	x	x	x
kriterier			
holdbarhet	4	7	6
fleksibilitet	7	5	7
simpelhet	6	8	7
Sum	21	31	35

Som man ser på tabell 2 så var det konsept 3 som kom best ut av evalueringen. Det slo de andre på størrelse, brukervennlighet og var likt med konsept 1 på fleksibilitet. Størrelse sier seg selv, da den er vesentlig mindre enn de andre konseptene, og brukervennligheten kommer av at man bare vrir en bryter, istedenfor å skru inn skruer som på konsept 2. Konsept 1 scorer dårlig på brukervennlighet da det ikke er mulig å skru av magnetene. Dette gjør at det kan feste seg små jernpartikler fra jord og annet støv på, noe som minsker effekten av magneten. Videre må man trekke med mer kraft for å fjerne feste. For å bruke

skruefestene må man videre skru av dekslet for magnetene og legge de vekk imens man bruker hullene.

Grunnen til at konsept 1 har lav holdbarhet, er mye lik grunnen til den lave brukervennlighetsscoren. Magnetene vil tiltrekke seg mye drit og lort, som vil gjøre at passformen vil bli dårligere og dårligere. Konsept 2 og 3 scorer bedre, 2 noe bedre enn 3 da det er mindre forskjellige deler som kan bli ødelagt, og ingen magneter.

Konsept 1 og 3 har lik fleksibilitetsscore, da konsept 1 kan brukes med enten magneter eller ved skruer. Konsept 3 er bare magnetbasert, men har mulighet til å festes på bøyde overflater, som sylindre og stag. Konsept 2 derimot krever hull, eller noe smalt nok til å bruke u-bolter. Konsept 2 scorer derimot best på enkelhet, da den består av kun en del. Konsept 3 er hakket bedre enn konsept 1, da de interne delene er dekket av det ytre skallet.

6.1.3 Vibrasjonsdemper

Tabell 3 Evalueringsmatrise av vibrasjonsdemperne. 1-10 hvor 10 er høyest.

vibrasjonsdemper		konsepter			
		Konsept 1	Konsept 2	Konsept 3	Konsept 4
	størrelse	4	6	9	6
	brukervennlighet	6	5	7	5
	demping	4	6	3	8
kriterier	holdbarhet	4	6	4	8
	fleksibilitet	4	5	3	4
	enkelhet	8	8	4	7
	Sum	30	36	30	38

Ut av vibrasjonsdemperne er det konsept 4 som kommer best ut, men da med kun 1 poeng bedre enn konsept 2. Dette er ikke uventet da de er svært like. Konsept 4 er best på demping og holdbarhet, og verst på enkelhet og brukervennlighet. På størrelse er det konsept 3 som kommer best ut. Dette er fordi den består kun av et gassdemperstag. Konsept 2 og 4 har lik score, mens konsept 1 scorer lavest. Konsept 3 er igjen best når det kommer til brukervennlighet, Det er ikke spesielt vanskelig å skru fast et kamerafeste til en gjenget stang. Konsept 1 kommer på andre plass fordi det er vanskeligere å komme til for å stramme skruen enn konsept 3. Det er enda vanskeligere å komme til konsept 2 og 4, som er grunnen til at de scorer lavest.

På dempingen kommer konsept 4 best ut. Den kommer over konsept 2 da det er mulighet for flere stålvaiere, som gjør at man kan justere dempingen til man for rett. Konsept 1 er for stiv til å effektivt kunne dempe noe, mens konsept 3 bare demper en retning, og øker vibrasjonen i de andre retningene ved å plassere kameraet lengere oppe. Likens scorer 1 og 3 dårlig på holdbarhet, da gummien i konsept 1 vil degradere etter hvert som den blir utsatt for elementene. Konsept 3 vil også bli nødvendig å bytte ut, da gassdempere er forbruksvarer. Konsept 4 har en mer stiv utforming enn konsept 2, som er grunnen til at den scorer høyere. Stålvaierne vil kanskje miste elastisiteten sin etter hvert, men meterprisen på PVC-dekket stålvaier er såpass lav at det er billig å bytte ut.

Alle vibrasjonsdemperne scorer dårlig på fleksibilitet, da de hovedsakelig fungerer vendt en retning. Konsept 3 scorer lavest av alle, da den bare fungerer rett opp og ned. 1 og 4 scorer likt da utformingen er svært lik, konsept 2 scorer bedre enn 4 fordi den fordeler kreftene likt ut, og fungerer bedre sidelengs. På simpelhet kommer konsept 1 og 2 best ut. Konsept 1, 2 og 4 bruker samme idé for dempingen. Konsept 3 kommer dårlig ut fordi den krever innkjøp av en spesiell gassdemper. Konsept 1 er enkel, og den eksterne delen som kreves er vanlig og forbruksvare. Konsept 2 er også enkel, med færre deler enn konsept 4, som er grunnen til den litt høyere scoren.

6.1.4 Ledd

Tabell 4 Evaluering av ledd. 1-10 hvor 10 er høyest.

ledd		konsepter		
		Konsept 1	Konsept 2	Konsept 3
	størrelse	6	7	7
	brukervennlighet	8	6	7
	demping	x	x	x
kriterier	holdbarhet	8	6	7
	fleksibilitet	7	6	8
	simpelhet	4	5	7
	Sum	33	30	36

Av alle konseptene scorer konsept 3 best av leddene. Den topper på fleksibilitet og simpelhet, og scorer likt med konsept 2 på størrelse. Konsept 1 scorer lavest på størrelse, da metallstengene tar en del plass uansett hvordan den er vinklet. Konsept 1 har høyest poeng på brukervennlighet, da de store innfestingene er lette å skru på, og det er intuitivt hvordan man bruker det. Konsept 2 kommer lavest på brukervennlighet da det justeres i hakk istedenfor fri vinkel som konsept 1 og 3. Konsept 3 kommer midt imellom 1 og 2. På

holdbarhet kommer konsept 1 på topp, da det ikke er noe plastikk som bøyes for å låse leddene. Konsept 3 kommer over konsept 2 da taggene på konsept 2 vil bli nedslitt etter hvert og fungere dårligere.

På fleksibilitet topper konsept 3 da man ikke avhenger fester mellom arm og kamera som konsept 2 og den tar mindre plass enn konsept 1 som gjør at den kan stilles i flere vinkler. På simpelhet er igjen konsept 3 best, da den består av mindre deler enn konsept 1 og mindre innviklet låsemekanisme enn konsept 2.

6.1.5 Konklusjon av evaluering

Konsept 3 av basene, konsept 4 av vibrasjonsdemperne og konsept 3 av leddene er de som kommer best ut. En kombinasjon av disse blir derfor valgt for videre testing. Konsept 4 av vibrasjonsdemperen kom på topp totalt, men har lav score på størrelse, fleksibilitet og brukervennlighet. En forbedret versjon med fokus på å forbedre disse punktene designes.

6.2 Forbedret vibrasjonsdemper

For å gjøre vibrasjonsdemperen mindre, blir formen byttet fra firkantet til sirkulær. Dette gjør også til at innfestingen til stålvaierne blir en del, istedenfor 4. Dette gjør det lettere å montere sammen. Strammehull og hull for vaier kommer annenhver slik at alle vaierne blir strammet godt. I tillegg gjør den runde formen til at kreftene fra vibrasjonen blir fordelt likt utover, og demperen fungerer bedre sidelengs enn originalt. Det



Figur 6.1 forbedret vibrasjonsdemper, bilde fra Inventor.

er hull til mutter og skrue, slik at festelementene blir i flukt med konstruksjonen. Hullene til mutterne gjør også til at man slipper å bruke verktøy for å holde de igjen når man strammer. For å mer effektivt kunne fjerne vibrasjonsdemperen, er bolten på basen og den nedre platen på vibrasjonsdemperen forandret. Bolten blir slipt ned slik at den er rektangulær. Den nedre platen har et rektangulært hull slik at bolten passer inn en vei. På den andre siden er det laget et spor for bolten for å kunne rotere 90° og treffe en kant på platen. Dette gjør at man kan

rottere vibrasjonsdemperen for å stramme bolten. For å løsne vrir man demperen andre veien og bolten vil plassere seg slik at man kan trekke av vibrasjonsdemperen. Alt dette gjør at bolten i basen ikke trengs å skrues ut.

6.3 Frekvenstest

6.3.1 Testmetode

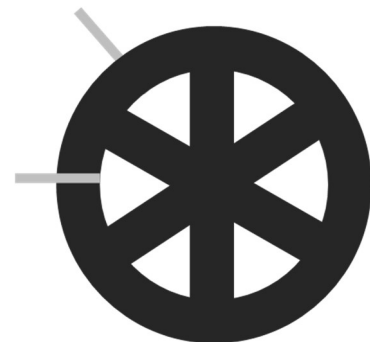
Det ble gjort en test av forskjellige mulige dempingsnivå på vibrasjonsdemperne. Dette ble gjort gjennom bruk av en høyttaler for å lage vibrasjoner. Det ble spilt sinusbølger på 30, 35, 40, 45 og 50 Hz. Kamerafeste med kamera ble montert på en metallplate på høyttaleren.

Det ble tatt opptak på alle frekvensene med forskjellig dempingsnivå. Bildeutsnittet på opptakene var av et bilde av kvadrater i forskjellig størrelser. Bilde ble brukt som en lettere visuell indikator på vibrasjon.

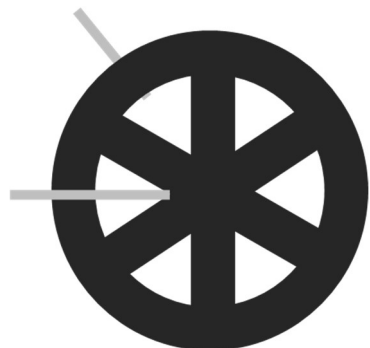
Vibrasjonsdemperen består av to sett med plastikk plater, med PVC-dekket stålvaier mellom seg. Lengden på stålvaierne forandrer hvordan vibrasjonsdemperen oppfører seg. Lengere stålvaier gir mjukere demping. For å finne den beste lengden ble gjort forsøk på forskjellige frekvenser med forskjellig lengde på stålvaieren. Vaieren kan forskyves inn i hullene på platen, og dermed får man flere lengder fra samme vaier. Dette gjør at man får testet flere lengder uten å lage så mange forskjellige vaier-lengder. I forsøket ble det brukt 3 forskjellige lengder av stålvaier, med tre alternative plasseringer av vaier i hull. Figur 6.3, 6.4 og 6.5 viser hvordan vaieren ble plassert på de forskjellige alternativene. Avstanden mellom øvre og nedre plate ble målt som referanse. Tabell 5 viser avstandene. Lengdene på stålvaierne var 15,5, 12,5 og 10 cm, omtalt lang, medium og liten. Tykkelsen på ringen den klemmes i var 1,5 cm, og avstanden fra midten til ringen var



Figur 6.2 Høyttaleren og arket på veggen, bilde tatt 8. mai 2022.



Figur 6.3 Alternativ 1 av plassering av stålvaier. Figur laget i Excel.

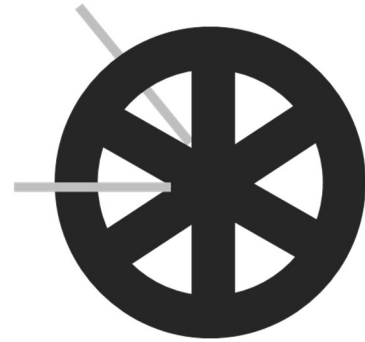


Figur 6.4 Alternativ 2 av plassering av stålvaier. Figur laget i Excel.

1.1 cm. Til sammen ble det 10 opptak, 9 opptak med vibrasjonsdemper og et uten. De 9 opptakene med vibrasjonsdemper består av tre alternativer på hver av de tre lengdene.

Opptakene ble lagt inn i et videoredigeringsprogram hvor det ble klippet opp til bare opptaket av når tonen ble spilt av. Alle opptakene fra en spesifikk frekvens ble redigert i rekkefølge, med tekst i hjørne for hvilke parameter som passer opptaket. Dermed kunne man se hvordan medium lengde vaier på

alternativ 1 sammenligner med lang lengde vaier på alternativ 1 på 30 Hz. Alle de forskjellige kombinasjonene vurderes i en evaluering med en score fra 1-10 hvor 10 er best og 1 er dårligst. Da får man en oversikt over hvilke lengder som er best på hvilke frekvenser, og hvilken lengde som var best sammenlagt.



Figur 6.5 Alternativ 3 av plassering stålvaier. Figur laget i Excel.

Tabell 5 Avstander mellom platene med forskjellige vaierlengder og alternativer.

Vaierlengde	alternativ	avstand	enhet
lang	alt 1	59.3	mm
	alt 2	55.5	mm
	alt 3	47.4	mm
Medium	alt 1	45.5	mm
	alt 2	40	mm
	alt 3	32.8	mm
liten	alt 1	30.9	mm
	alt 2	24.5	mm
	alt 3	15.8	mm

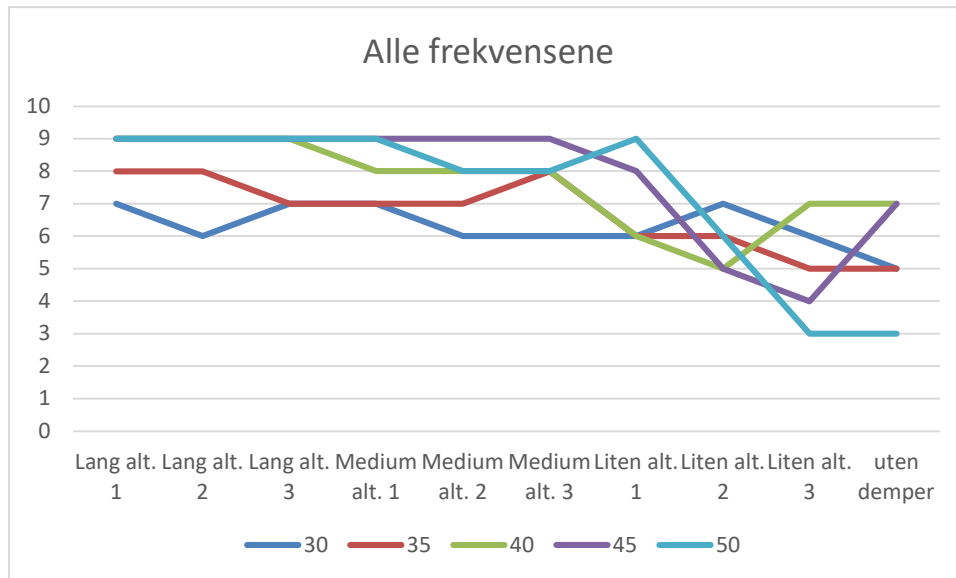
6.3.2 Frekvensresultat

Resultatet ble lagt i en matrise med frekvens på y akse og lengden på vaier på x akse. Verdien i cellen er scoren som alternativet fikk på frekvensen. Cellene ble betinget formatert med fargeskala fra grønn til rød, for å lettere kunne visualisere fordelingen. Resultatet ble i tillegg lagt i linjediagram, et samlet diagram med en linje for hver frekvens, og i 5 separate diagram med hver sin frekvens.

På vedlegg 7 kan man se matrisen med poeng på de forskjellige lengdene, med fargekoding. Poengene og fargene i en nedovervinklet bane. Dette med unntak av opptakene uten demper på 40 og 45 Hz. Der har uten demper en høyere score enn liten alt 1 og 2 på 40 Hz, og en høyere score enn liten alt 2 og 3 på 45 Hz. Alle lengdene hadde lav score på 30 Hz.

6.3.3 Analyse av frekvenstest

Alle trendlinjene på diagrammene viser at det var lavere score jo kortere vaierne ble. I tillegg viser figur 6.6 at lavere frekvens som 30 og 35 Hz ga gjennomsnittlig lavere score enn 40-



Figur 6.6 Alle frekvensene. Y-aksen er scoren, mens x-aksen er lengdene i synkende rekkefølge. Fargeforklaring nederst.

50. Dette er med unntak av de korteste alternativene, hvor de scorer lavest på de høye frekvensene. Ut ifra mønstret skulle det egentlig vært lavest score på alternativ 3 og uten demper på 30 Hz, men de fikk en lavere score på 50 Hz. Diagram med hver frekvens for seg er i vedlegg 8. Summen av scoren på alle alternativene viser at generelt jo lengere vaier jo bedre dempes det. Det vil ikke imidlertid si at lengst mulig vaier vil være best for kamerafeste her. En lengere vaier enn den lengste som er prøvd her, vil være for slapp og vil skape problemer ved store bevegelser. Det blir derfor satt at alternativ 1 med lang vaier blir best.

7. Løsningspresentasjon

7.1 Visualisering



Figur 7.1 Modeller av kamerafeste, laget i Inventor.



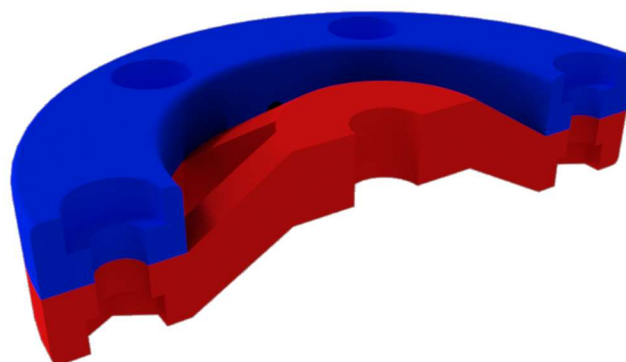
Figur 7.2 Bilde av kamerafeste, redigert bort bakgrunn i Adobe Photoshop.

7.2 Beskrivelse av funksjon og bruksmetode

Det endelige kamerafeste består av en base, en vibrasjonsdemper, en overgang og et ledd. Arbeidstegninger med mål er i vedlegg 1 til 5. Vedlegg 9 til 11 er flere bilder av det endelige produktet. Basen er kjøpt fra Biltema som en del av et sett for indikator klokke, men det finnes flere produsenter og størrelser tilgjengelig. Basen er BHD 49 x 55 x 64 (80 med bryteren) mm og har mulighet for festing på flate og kurvede overflater. Basen er magnetisk, som man kan skru av og på. Når bryteren på fremsiden står på Off er den svært lite magnetisk, mens når den står på On har den en magnetisk kraft på 60 kg (oppgitt i dataark fra biltema). Basen består internt av to jernblokker som står på hver sin side av en magnetisk

sylander kjerne. Kjernen har aluminium som holder den i midten, med kontakt på endene ut til jernblokkene. Når basen er i Off-posisjon, er polene på magneten rettet opp og ned, slik at de ikke har kontakt med jernblokkene. Ved vridning til On-posisjon, blir polene orientert mot jernblokkene og magnetiserer dem. Slik kan man «slå av» magnetismen uten noe form for strøm slik som på en elektromagnet. Yttersiden av basen er dekket av et belegg, med bar overflate på bunnen. Bunnen har to føtter som er vinklet til midten, slik at man kan feste den på kurvede overflater som sylindre. Baksiden har to ubehandlet striper ytterst. På toppen er det et hull med gjenger til M8 bolt. Hullet er 6.5 mm dypt. Basen veier omtrent 700 g.

Vibrasjonsdemperen består av to sett med to plater. For forklaringens skyld kaller vi den ene platen festeplaten og den andre platen strammeplaten. Det paret av plater som festes til basen har en litt annerledes festeplate enn det paret som festes til kamera. På figur 7.3 ser man oversikt



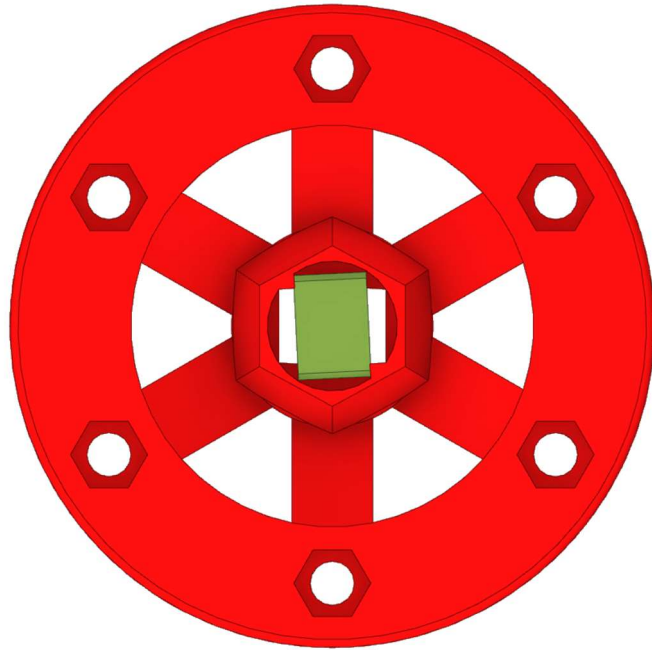
Figur 7.3 Feste- og strammeplate til kamera i henholdsvis rødt og blått. Bilde fra Inventor.

over paret for festing til kamera. Den er kuttet på midten slik at man ser hvordan de ligger på hverandre. Her er festeplaten i rødt mens strammeplaten er i blått. Festeplaten skrues fast til kameraovergangen gjennom hullet. Platene er sirkulære med 6 hull i seg. Festeplaten har armer som går til midten. Disse armene går oppover, slik at flaten i midten blir i flukt med toppen av strammeplaten. Bolthullene har forsenkninger til skruehode i strammeplaten, og mønster til mutter i festeplaten. De to settene med plater holdes sammen av stålvaier. I skjøten mellom feste- og strammeplatene er det 6 hull tvers igjennom ytre ring. I disse hullene blir stålvaierne tredd gjennom. Stålvaierne er kjøpt på biltema og er dekket i PVC plastikk. Ytre mål på vaier er 3 mm, og hullene er 2.9 mm. Den ekstra 0.1 mm blir til når PVC-en blir presset sammen og vaieren sitter godt fast. Disse hullene til vaierne er mellom bolthullene, slik at hver vaier sitter godt. Fra testingen i kapittel 6.3 viser det at dette er den optimale lengden for demping av vibrasjoner fra 30 til 50 Hz.

Det paret av plater som festes til basen er annerledes. På figur 7.4 ser man festeplaten til basen sett ovenfra. Bolten er farget grønn. Festeplaten festes til basen med en M8 bolt inn i hullet på basen. M8 bolten er filet ned slik at den er rektangulær, med 13 x 9mm hode. Hullet på basen er lik størrelsen på hodet, slik at bolten kan gå gjennom en vei. På den andre siden av hullet er det stoppere slik at bolten stopper 90° i forhold til hullet.

Dette gjør at man bruker vibrasjonsdemperen til å stramme og låse bolten.

Kameraet festes til vibrasjonsdemperen med en overgang. Overgangen har et hull og mønster slik at en M8 bolt går inn og ikke kan rotere, dermed låses bolten, og gjøre montering lettere. Figur 7.5 viser overgangen og mønsteret for bolten. Det betyr også at man kan ta av overgangen uten å skru bolten helt ut. Overgangen har 3 ører med hull gjennom seg og et mønster for en M5 mutter på den ene enden og en forsenking for hodet på bolten. Størrelsen på ørene og hullet passer overens med standard GoPro-feste. Ørene er avrundet slik at man kan vippe kameraet opp eller ned. Denne overgangen brukes også når leddet skal brukes istedenfor



Figur 7.4 Festeplaten for basen i rødt med bolten i grønn i låseposisjon. Bilde fra Inventor.



Figur 7.5 Overgang med spor til mutter og hull for bolt. Bilde redigert i Photoshop.

vibrasjonsdemperen. Da skrues overgangen til hullet på basen med en bolt, og leddet skrues fast til overgangen.

Leddets består av to ender. Figur 7.6 viser leddet. Den ene enden har to ører, mens den andre har 3. Den enden med 2 ører er lik bunnen på GoPro, og passer da de samme festene som GoPro-en gjør. Den andre enden er lik som overgangen, med 3 ører, hull og mønster til en M5 mutter.



Figur 7.6 Ledd med spor til mutter. Bilde redigert i Photoshop

Dette gjør at GoPro-en kan festes direkte på leddet uten noen overgang. Siden leddet har endene slik den har det, kan man feste flere ledd sammen i en rekke for å få ytterligere muligheter til å justere hva man skal filme.

7.3 Funksjonstest

Det ble gjort to funksjonstester hvor målet var å se hvor godt det endelige kamerafeste ble. Opptakene ble gjort på Blæstad Campus og Kløvstad Søndre i Inderøy. På Blæstad ble fokuset satt på kjøring og opptak inne i hytta, mens på Kløvstad Søndre ble det satt fokus på opptak av redskap i drift, fra flere vinkler.

Fra funksjonstesten kan man se at det fungerte best uten noen demping når man skal filme redskap når basen er montert på redskapet. Skal man filme overblikk over redskapet ble det imidlertid best opptak med vibrasjonsdemper. I hytten avhenger det på hva hovedfokuset på opptaket skal være. Er det en skjerm som henger på en stang og vibrerer



Figur 7.7 Bilde fra funksjonstest på Blæstad. Rød ring der kamerafestet er.

litt, var det best med demper, mens hvis man skal se noe som sitter godt fast i hytten, fungerte det best med bare kamera og basen. Er det imidlertid ikke mulig å feste basen slik at man ser det man skal filme, kan et ledd brukes, men ikke to, da det blir for mye vibrasjon.

7.4 Kostnad

Tabell 6 Oversikt over kostnadsestimering.

Material kostnad				
Komponent	pris	mengde	antall	sum
Vibrasjonsdemper	0.28 Kr/g	94	1	26.32
Overgang	0.28 Kr/g	15	2	8.4
Ledd	0.28 Kr/g	11	1	3.08
Vaier	7 Kr/m	0.15	6	6.3
Base	319 Kr		1	319
<u>Festelementer</u>				
ISO 4018 M8 x 20	0.29 Kr		2	0.58
ISO 7045 H M5 x 20 - 4.8	0.71 kr		15	10.65
ISO 4032 M5	1.2 Kr		15	18
ISO 4034 M8	0.7 Kr		1	0.7
				393.03

Det er gjort en utregning på pris på alle komponentene, med priser fra Clas Ohlson og Biltema, da disse er brukt for innkjøp. Den totale summen kom på 393 kr. Utregning for plastikken ble gjort gjennom å se på kutteprogrammet, hvor antall gram plastikk blir oppgitt, samt lengden i meter. Fra å finne prisen kroner per gram til å finne vekt på hver komponent ble summen regnet ut. Slik ble det også på vaieren, hvor meterprisen ble regnet ut og multiplisert med den totale lengden for det utvalgte alternativet. For basen ble prisen på hele settet fra biltema tatt med, men basen alene kan kjøpes andre steder for en billigere pris. Pris på festelementer ble regnet ut ifra stykkpris og antall brukt i kamerafeste. Disse prisene kan også variere etter kvantum innkjøpt og forhandler.

8. Drøfting

8.1 Vurdering av konseptprosessen

Konseptprosessen startet tidlig, før skrivingen på oppgaven ble påbegynt. Det ble sett på mange eksisterende løsninger og relevante artikler og videoer. En av de store utfordringene var finne ut forskjellige løsninger på dempingen. Å lage et ledd som hadde en blanding av stivhet og fleksibilitet ble fokuset. Resultatet ble bruk av gummioppheng, stålvaier og en kombinasjon av væske og fjærer. For å utforske flere muligheter, kunne dette fokuset kanskje blitt flyttet til å se på andre dempingsmuligheter. Bruk av flere-leddet konstruksjoner ble aldri sett noe mye på, da det ble antatt for komplisert og ikke gjennomførbart. Dette kunne vært utforsket mer på for å kanskje fått et bedre resultat.

8.2 Vurdering av evalueringsprosessen

Evalueringsprosessen ble spredt over to evalueringer. Den første evalueringen var av alle konseptene, for å finne ut hvilke som fikk best resultat på de kriteriene som ble satt i metode-delen. Den andre evalueringen var fra frekvenstesten, hvor dempingsgraden av forskjellige lengder vaier ble testet. Dette ble gjort med lyd i forsøk om å gjøre testen etterprøvable.

Evalueringen av konseptene ble gjort uten at noen av konseptene var konstruert. Dette ble gjort for å minske antallet prototyper som måtte ble konstruert. Det ble brukt en evalueringmatrise som verktøy for å være objektiv. Det er allikevel en evaluering, og ikke ren objektive data, så det vil være en grad av partiskhet. Hadde man konstruert alle konseptene og utarbeidet en metodikk for å teste dem på de kriteriene som ble satt, hadde man kunne fått et mer objektivt resultat og kanskje et bedre kamerafeste. Man hadde også oppnådd en bedre etterprøvablehet.

Evalueringen av frekvenstesten ble gjort på rent visuelt vis. Opptakene av testene ble redigert slik at de kom i stigende rekkefølge av frekvenser, med lengden på stålvaieren i synkende rekkefølge. Evalueringen ble gjort mens man så på videoen. Denne evalueringen ble ren subjektiv. For å lettere kunne ha sett forskjeller skulle amplituden på vibrasjonene vært større. Dette vil si at volumet på høyttaleren skulle vært høyere. Dette ble ikke gjort da det var fare for å ødelegge elementet. Det kunne i tillegg blitt utarbeidet en metodikk for å

objektivt vurdere dempingsevnen. Dette kunne vært gjennom programvare som analyserte opptakene og brukte arket som et punkt og målte bevegelsene på kameraet ut ifra det.

Frekvenstesten hadde en del ukontrollerte variabler. Plasseringen av kamerafeste på kassen til høyttaleren kunne vært målt og beskrevet bedre, da elementet har en vinkel i forhold til toppflaten. Kassen skulle ha vært laget for oppgaven, med mål og totalt volum målt. Det ble prøvd å bestemme lydvolument ved å måle amperen fra forsterkeren til høyttaleren. Dette vil ikke kunne gi et eksakt likt lydvolument på andre høyttalere, da effektiviteten på høyttalerelement varierer, og frekvensresponsen varierer. En kalibrert lydmåler på en gitt avstand fra elementet ville vært en mer presis måling. I tillegg må rommets akustikk bli medregnet, og et mer optimalt test-rom vil vært tomt med kjente mål. Et annet alternativ er et anekoisk rom, som er konstruert for å lage minst mulig ekko. Grunnen til at det nevnt over ikke ble gjort, er av tid og økonomiske grunner.

8.3 Vurdering av kamerafeste

Det endelige kamerafeste fungerer godt, og oppfyller problemstillingen. Det finnes imidlertid forbedringspotensialet. Basen vil ikke kunne tåle mye vann eller jord, og en bedre løsning eller videreutvikling av denne løsningen vil være en fordel. Vibrasjonsdemperen fungerer fint på små vibrasjoner og bevegelser. På større, brå bevegelser, vil den introdusere mer videostøy enn den stanser, og dermed ikke være effektiv. En løsning hvor man slipper å velge mellom stødighet og demping hadde derfor vært å foretrekke. Eventuelt kunne det ha vært lettere å variere lengden på vaieren, og dermed kunne justert dempingsevnen etter oppgaveområdet. Demperen fungerer også ikke veldig godt hvis den ikke står rett vei.

Leddets, som er en del av kamerafeste, er ikke helt heldig med stivheten. Den lager større bevegelser ved en jevn vibrasjon, som tomgang på en traktor. En større infill prosent på printeren eller annerledes konstruksjon ville kunne hjelpe på dette.

Overgangen til kamera kunne ha hatt muligheten for å rotere, uten at det hadde strammet en bolt. Ved bruk av kun basen, overgangen og kameraet, er muligheten for å rotere kameraet rundt dårlig da overgangen skrur fast boltene til basen. Et låsbart, roterende ledd i overgangen hadde hjulpet på dette problemet.

Generelt for hele kamerafeste skulle en annen type plastikk blitt brukt. PLA er fint for rask prototyping, men taper seg på styrke og holdbarhet. PETG, polyetylenterephthalate glycol, er en sterkere plastikk som tåler varme bedre enn PLA. Denne plastikken hadde vært bedre for endelig kamerafeste.

9. Avslutning

Målet med denne oppgaven var å utvikle et kamerafeste for å gjøre opptak av redskap og utstyr i felt lettere. Det ble først sett på hva vibrasjon er, hvordan et kamera fungerer og eksisterende løsninger i markedet. Utviklingsprosessen ble gjort gjennom bruk av konsepter som ble evaluert og testet. Det ble satt kriterier som konseptene skulle designes rundt, og som de ble evaluert ut ifra. Resultatet ble en magnetbase med vibrasjonsdemper, ledd og en overgang til GoPro. Magnetbasen gjør det enkelt å plassere kamerafeste på redskap og traktor, da mye av dette er i metall. For å digitalisere undervisningen gjør kamerafeste det lettere å raskt plassere kamera slik at innholdet blir godt med. Man får lett en god oversikt over redskap og utstyr. Dette gjør at undervisning som tidligere krevde fysisk oppmøte av alle studenter, nå kan legges ut på nettet for tilgang av studentene.

10. Referanser

Biltema. (u.d.). *Indikator klokke*. Hentet April 21, 2022 fra Biltema:

<https://www.biltema.no/bil---mc/verkstedsutstyr/testinstrument/analoge-testinstrumenter/indikator klokke-2000024034>

Biltema. (u.d.). *Skrue- og muttersett, 125 deler*. Hentet Mai 6, 2022 fra Biltema:

<https://www.biltema.no/bygg/festelementer/bolter/skrue--og-muttersett-125-deler-2000017244>

Biltema. (u.d.). *Stålvaier*. Hentet April 25, 2022 fra Biltema:

<https://www.biltema.no/fritid/hage/gjerde/vaiere/stalvaier-2000017301>

Bishop, R. E., & Johnson, D. C. (1960). Introduction. I *The Mechanics of Vibration* (ss. 1-2). Cambridge: Cambridge University Press.

Clas Ohlson. (u.d.). *Clas Ohlson Filament PLA Universal til 3D-skrivere*. Hentet Mai 12, 2022 fra Clas Ohlson: <https://www.clasohlson.com/no/Clas-Ohlson-Filament-PLA-Universal-til-3D-skrivere-/p/Pr387986001>

Dexing Magnet. (2007). *Magnetic Bases*. Hentet Mars 21, 2022 fra Magnetsource:

<https://www.magnetsource.com.cn/permanent-magnet/magnetic-assembly-10.htm>

GoPro Support. (2020, September 3). *HERO8 Black - HyperSmooth 2.0*. Hentet fra GoPro

Support: https://community.gopro.com/s/article/HERO8-Black-Hypersmooth-2-0?language=en_US

GoPro Support. (2021, Mai 4). *HERO9 Black - In-Camera Horizon Leveling*. Hentet fra

GoPro Support: https://community.gopro.com/s/article/HERO9-Black-In-camera-Horizon-Leveling?language=en_US

Introduction. (2011). I J. M. McCarthy, & G. S. Soh, *Geometric Design of Linkages* (ss. 1-3). London: Springer.

Kurser og undervisning. (1949). I I. Haraldseid, *Blæstad Småbruksskole 25 år* (ss. 39-41). Hamar: Norsk skoletidende boktrykkeri A/S.

Mac, R. (2013, Mars 24). The Mad Billionaire Behind GoPro: The World's Hottest Camera Company. *Forbes*.

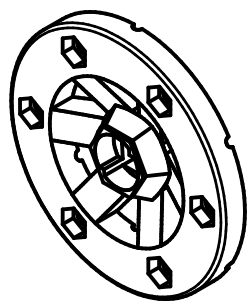
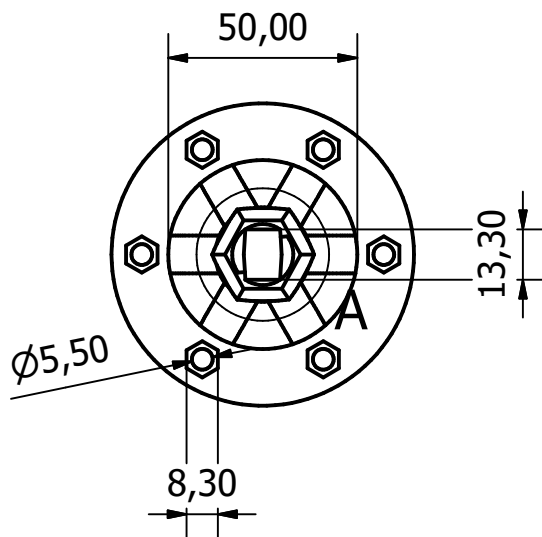
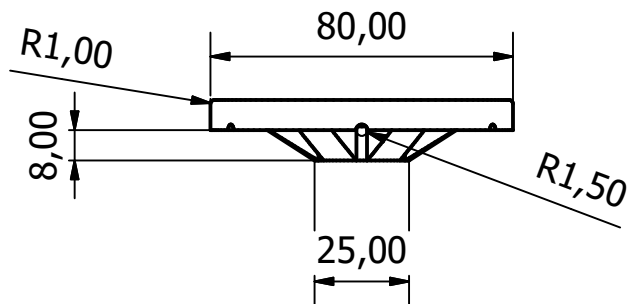
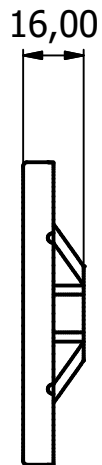
Preus, L., & Pihl, R. (2022, Januar 4). *Film (fotografi)*. Hentet Mai 30, 2022 fra Store norske leksikon: https://snl.no/film_-_fotografi

Tiffen. (u.d.). *THE HISTORY OF STEADICAM*. Hentet Mai 12, 2022 fra Tiffen: <https://tiffen.com/pages/history-of-steadicam>

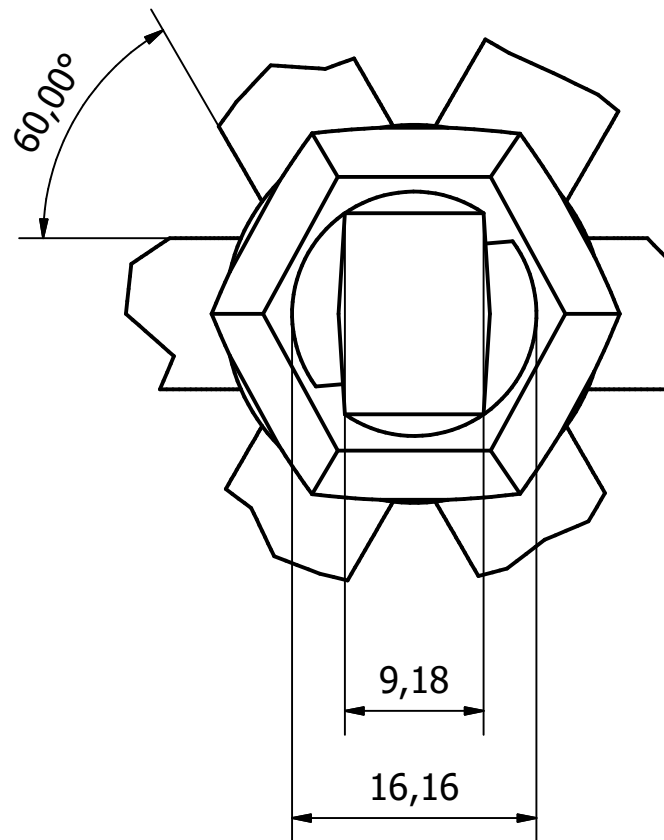
Vibrasjoner Store norske leksikon. (2021, Januar 27). Hentet april 6, 2022 fra snl.no: <https://snl.no/vibrasjoner>

Young, H. D., Freedman, R. A., & Ford, L. A. (2008). Periodic motion. I *University physics - with modern physics* (12. utg., ss. 419-424). San Francisco: Pearson Addison-Wesley.

Vedlegg 1

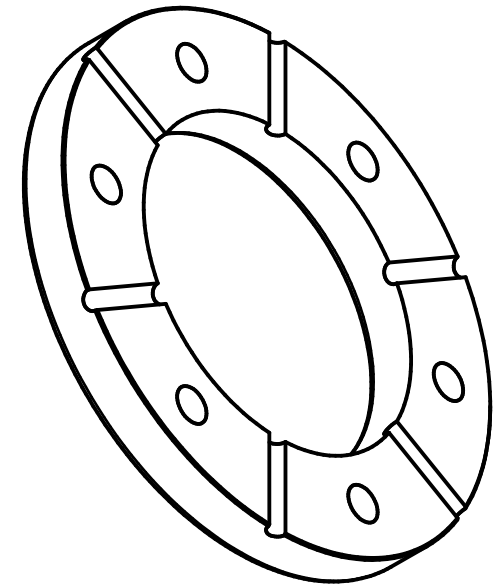
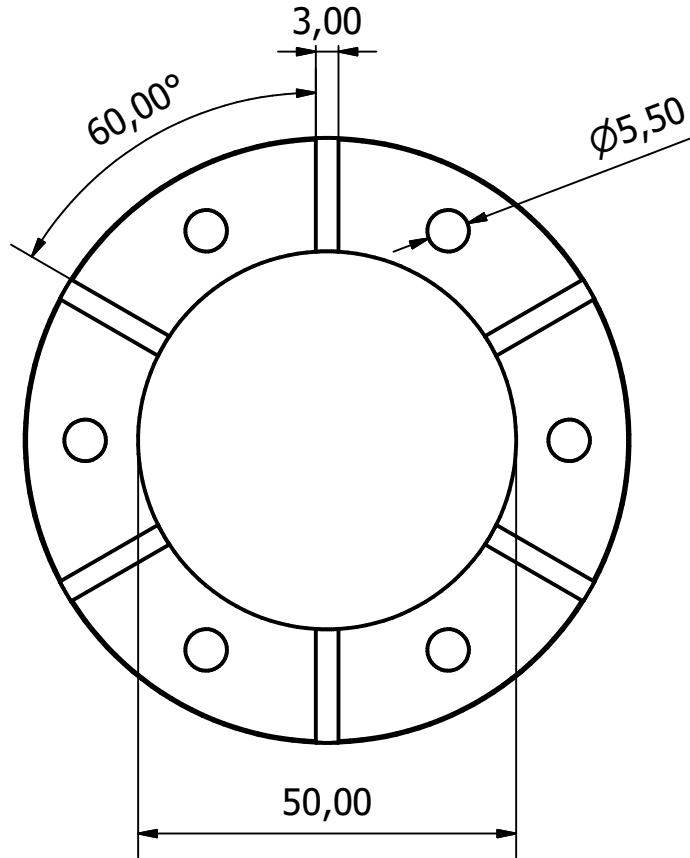
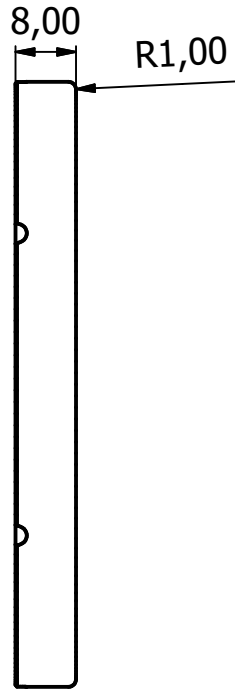
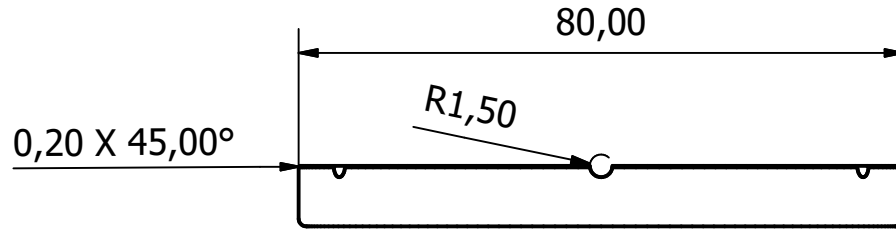


A (2 : 1)



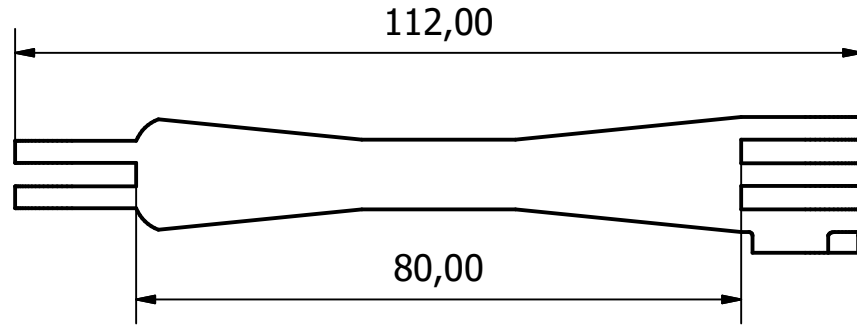
Designed by Petter Stavrum	Scale 1 : 2	Material PLA Polylactic Acid	Date 28.05.2022
Bacheloroppgave kamerafeste			
Videretvikling vibrasjon festeplate			Sheet size A4
			Sheet 1 / 1

Vedlegg 2

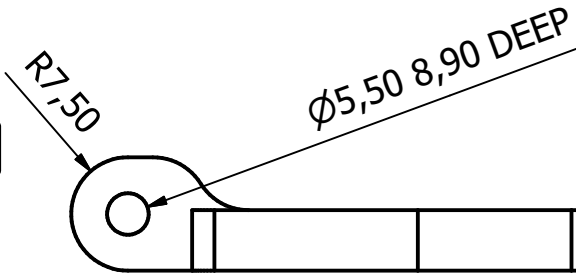
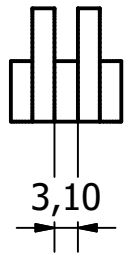


Designed by Petter Stavrum	Scale 1 : 1	Material PLA Polylactic Acid	Date 28.05.2022
Bacheloroppgave kamerafeste			
Strammeplate			Sheet size A4
			Sheet 1 / 1

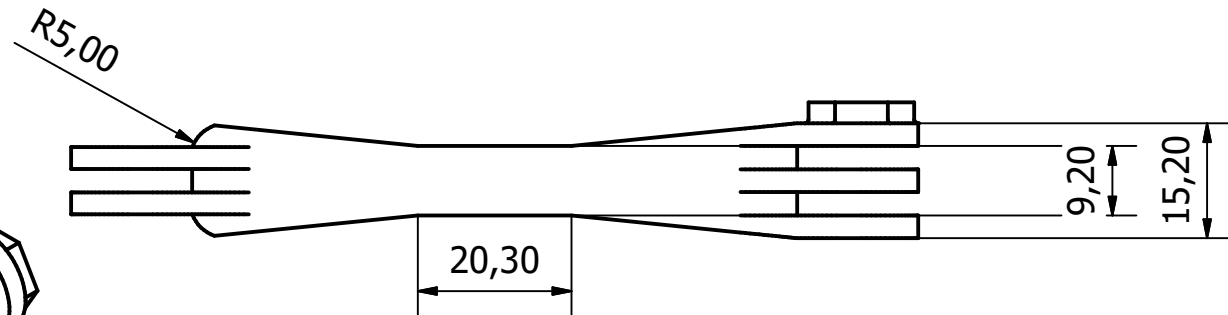
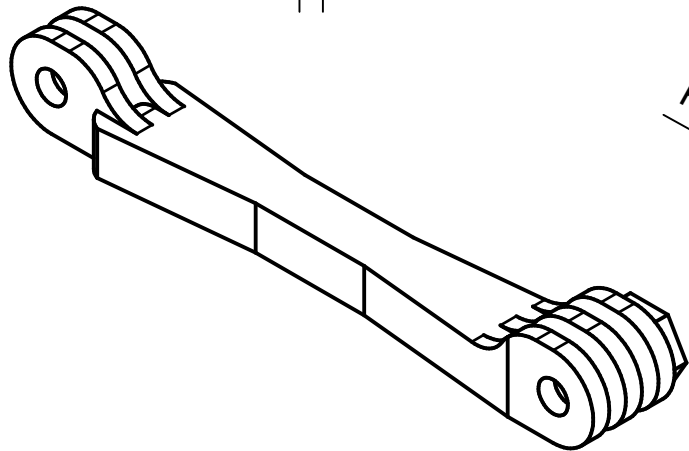
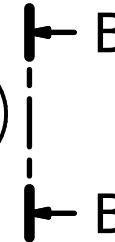
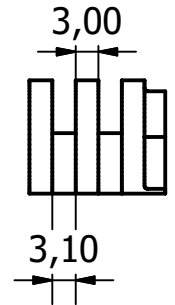
Vedlegg 3



A (1 : 1)



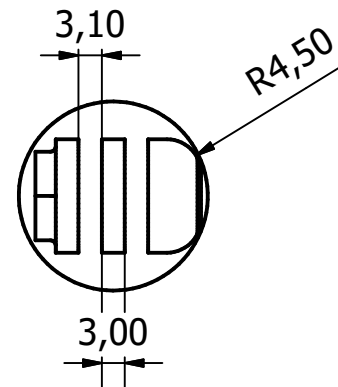
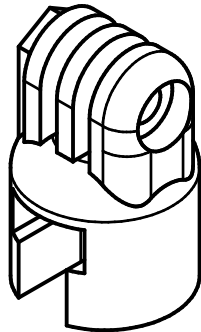
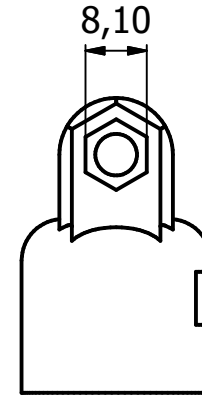
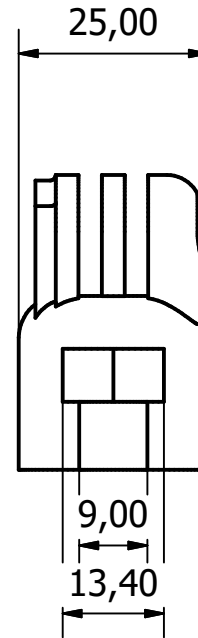
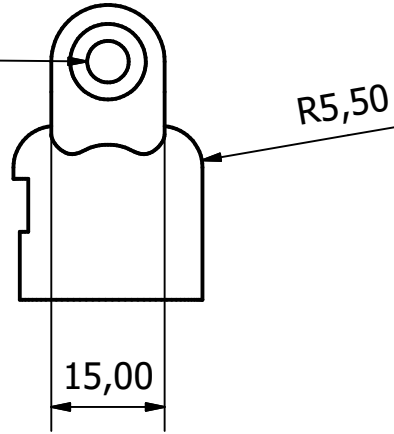
B (1 : 1)



Designed by Petter Stavrum	Scale 1 : 1	Material PLA Polylactic Acid	Date 28.05.2022
Bacheloroppgave kamerafeste			
ledd konsept 3			Sheet size A4
			Sheet 1 / 1

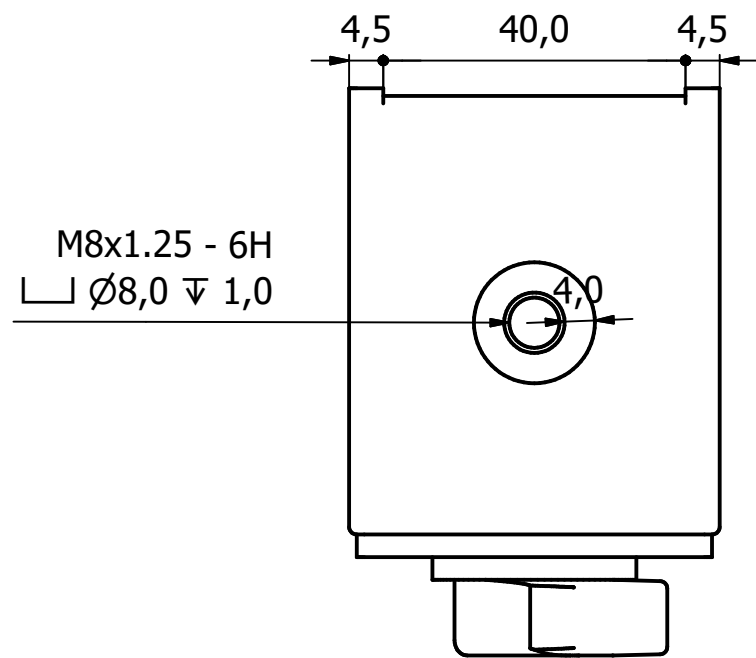
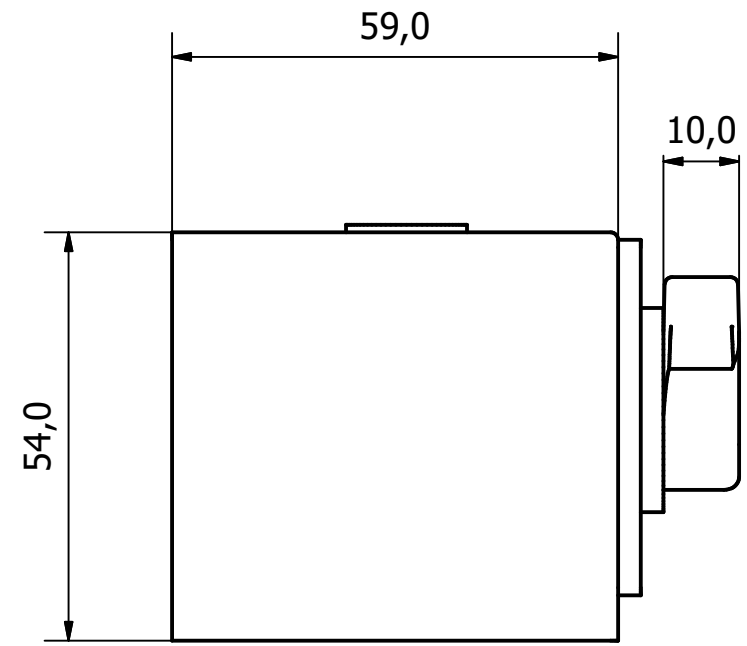
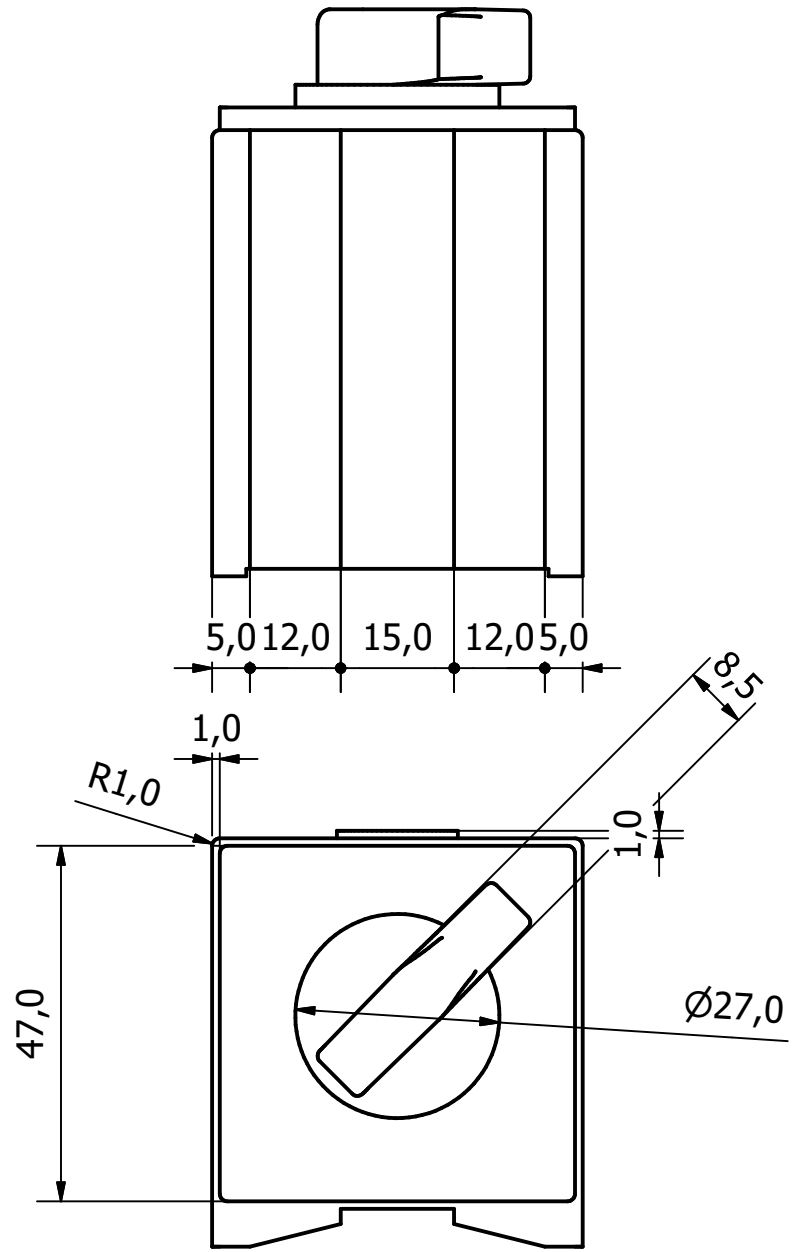
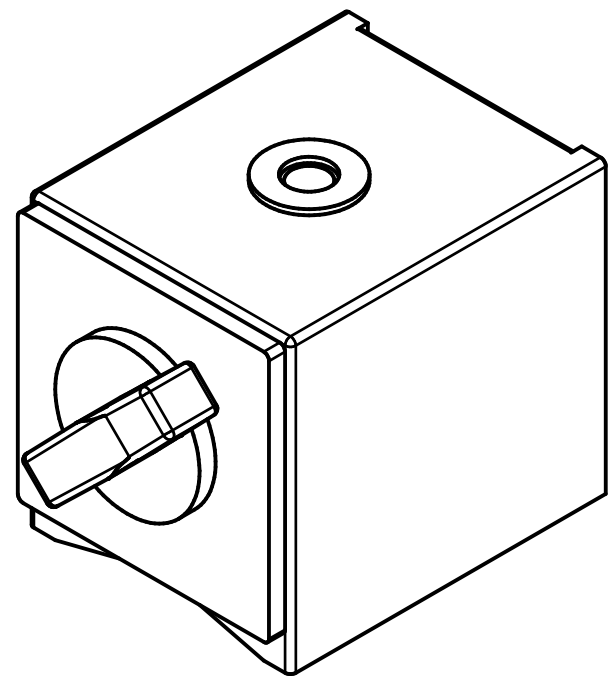
Vedlegg 4

Ø5,50 15,20 DEEP



Designed by Petter Stavrum	Scale 1 : 1	Material PLA Polylactic Acid	Date 28.05.2022
Bacheloroppgave kamerafeste			
Overgang kamera vibrasjonsdemper	Sheet size A4	Sheet 1 / 1	

Vedlegg 5



Designed by Petter Stavrum	Scale 1 : 1	Material Iron, Gray	Date 28.05.2022
Bacheloroppgave kamerafeste			
Magnetbase			Sheet size A3
			Sheet 1 / 1

Vedlegg

6

Evaluering konsepter

base		konsepter		
		Konsept 1	Konsept 2	Konsept 3
	størrelse	1	5	8
	brukervennlighet	3	6	7
	demping	x	x	x
kriterier	holdbarhet	4	7	6
	fleksibilitet	7	5	7
	simpelhet	6	8	7
	Sum	21	31	35

vibrasjonsdemper		konsepter			
		Konsept 1	Konsept 2	Konsept 3	Konsept 4
	størrelse	4	6	9	6
	brukervennlighet	6	5	7	5
	demping	4	6	3	8
kriterier	holdbarhet	4	6	4	8
	fleksibilitet	4	5	3	4
	simpelhet	8	8	4	7
	Sum	30	36	30	38

ledd		konsepter		
		Konsept 1	Konsept 2	Konsept 3
	størrelse	6	7	7
	brukervennlighet	8	6	7
	demping	x	x	x
kriterier	holdbarhet	8	6	7
	fleksibilitet	7	6	8
	simpelhet	4	5	7
	Sum	33	30	36

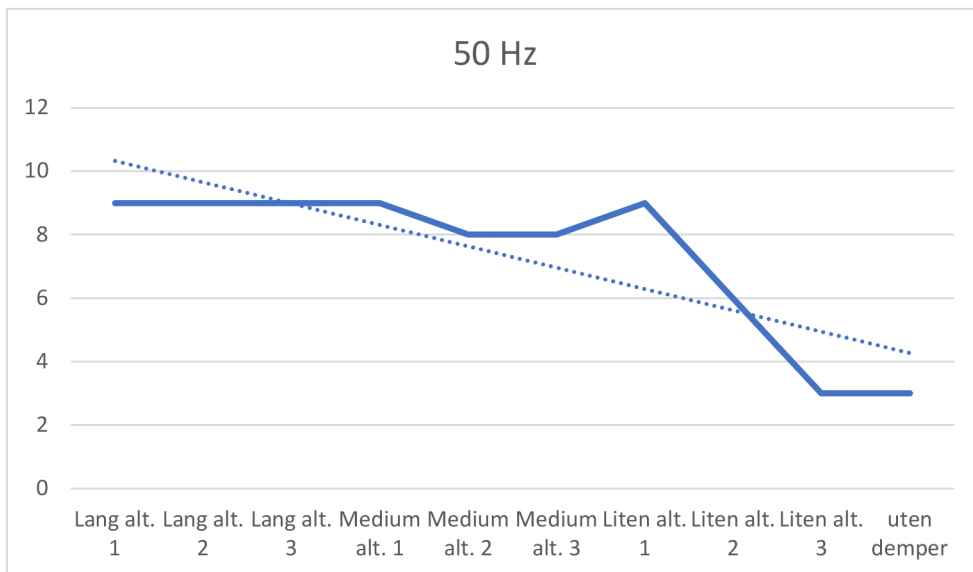
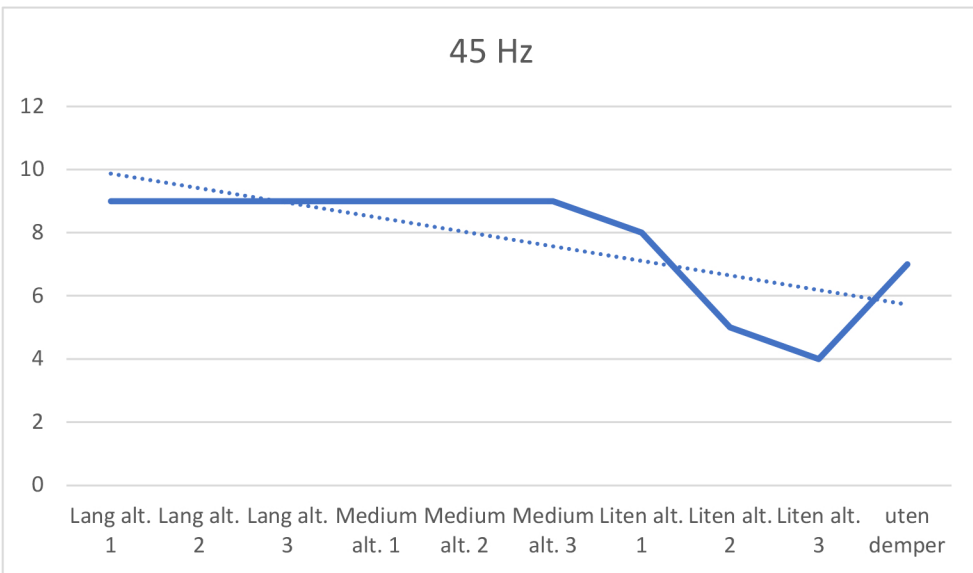
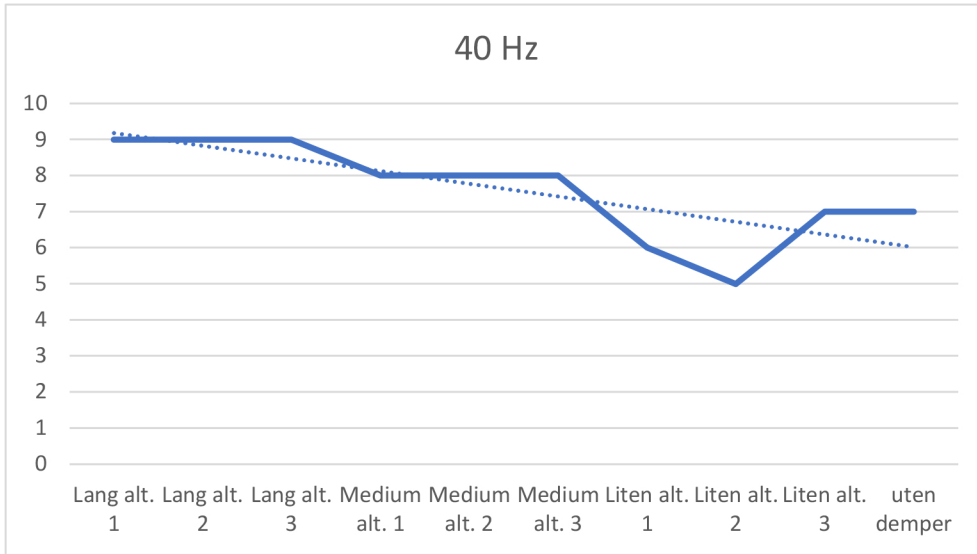
Vedlegg

7

Evaluering frekvenstest

frekvens (Hz)	Lang alt. 1	Lang alt. 2	Lang alt. 3	Medium alt. 1	Medium alt. 2	Medium alt.	Liten alt. 1	Liten alt. 2	Liten alt. 3	uten demper
30	7	6	7	7	6	6	6	7	6	5
35	8	8	7	7	7	8	6	6	5	5
40	9	9	9	8	8	8	6	5	7	7
45	9	9	9	9	9	9	8	5	4	7
50	9	9	9	9	8	8	9	6	3	3
sum	42	41	41	40	38	39	35	29	25	27

Vedlegg 8



Vedlegg
9

