



Rapport for semesterprosjekt Stabilokopp

Institutt for Industriell Teknologi

Postboks 384

8505 Narvik

Telefon: 76 96 60 00

<i>Tittel</i> Stabiliserende kopphåndtak for personer med ufrivillige skjelvinger		<i>Dato:</i> 13.12.21
<i>Emnekode</i> MAS-2806	<i>Emnenavn</i> Ingeniørinnovasjon i Praksis	<i>Antall sider:</i> 51
<i>Forfattere</i> - Jacob Dybvald Ludvigsen		<i>Antall vedlegg:</i> 5
<i>Fakultet</i> Ingeniørvitenskap og teknologi	<i>Institutt</i> Industriell teknologi	
<i>Veileder:</i>	Øyvind Søråas	
<i>Oppdragsgiver:</i>	Ludvigsen Produktutvikling ENK	
<i>Sammendrag</i> Design og konstruksjon av et håndtak til kopp, som ved hjelp av mekaniske prinsipper motvirker brukerens ufrivillige skjelvinger. Prosjektets omfang var 100 timer, og pågikk fra August til Desember 2021.		
<i>Stikkord</i> <i>Parkinsons sykdom, hjelpemiddel, skjelvinger, tremor, stabiliserende, brukerstyrt hverdag, lev godt hjemme</i>		



Forord

Takk til alle som har medvirket til prosjektet. Martin Kringelen, Lazar Sibul, Gøran Bolsøy, Stig og Bente Strandmoa og resten av Nilsen/Ludvigsen slekten. Stor takk rettes til min veileder Øyvind Søråas, for hans uendelige tålmodighet og store bidrag til prosjektet. Uten deg ville prosjektet aldri blitt fullendt.

Innholdsfortegnelse

Sammendrag.....	6
Summary.....	6
Bakgrunn / problemstilling.....	6
Samfunns mål.....	6
Effekt mål.....	7
Resultat mål.....	7
Prosjektgruppen.....	7
Ansvarsforhold.....	7
Arbeidsvirksomhet.....	7
Medvirkende.....	8
Kvalitetsstyring.....	8
HMS.....	8
Kritisk suksessfaktor.....	8
Risikoanalyse.....	8
Marked.....	8
Risikoskjema.....	10
SWOT.....	10
Oppfølging.....	11
Oppfølging av medvirkende.....	11
HMS – oppfølging.....	11
Beslutningspunkter.....	11
Praktisk utførelse.....	11
Kravspesifikasjon.....	12
Hovedfunksjoner.....	12
Tilleggsfunksjoner.....	12
Operasjonsomgivelser.....	13
Vektingsmatrise for valg av konsept.....	13
Konsept A, Håndtak med fjørbasert dempermekanisme.....	14
Konsept B, Håndtak med viskosedempere.....	15
Konsept C, Håndtak med servo-tre / gimbal.....	16
Konseptutvikling.....	17
Detaljdesign.....	17
Produksjon.....	18
Fremstilling av komponenter.....	18
Sammenstilling.....	18
Rapportskriving.....	18
Utarbeide presentasjon.....	18
Timebudsjett.....	19
Timeregnskap.....	20
Finansbudsjett.....	21
Finansregnskap.....	21
Utstyr.....	21
Materialer.....	21
Måloppnåelse.....	22
Samfunns mål.....	22
Effekt mål.....	22
Resultat mål.....	22
Hovedfunksjoner.....	23
Tilleggsfunksjoner.....	23
Operasjonsomgivelser.....	23

Refleksjon.....	24
Konklusjon.....	24
Veien videre.....	24
Vedlegg.....	25
Prosjektlogg.....	26
Idémyldring rundt mulige prosjekter:.....	30
Referat fra møte med Vårin Vaskinn, IX student.....	33
Prosjektbeskrivelse.....	34
Aktivitetsbeskrivelser.....	43

Figurliste

Figur 1: Illustrasjon av konsept A.....	14
Figur 2: Illustrasjon av konsept B. Beskrivelse av illustrasjonens komponenter: D: gripeblokk. E: gripeklo. F: viskosekobling. G: kryssarm. H: håndtak.....	15
Figur 3: Illustrasjon av konsept C. Beskrivelse av illustrasjonens komponenter: A: batteri. B: mikrokontroller. C: servo. D: gripeblokk. E: gripeklo.....	16
Figur 4: Timebudsjett før prosjektets stillstand.....	19
Figur 5: Timebudsjett etter prosjektets gjenoppstart.....	19
Figur 6: Fordeling av arbeidstimer per dag etter gjenoppstarten av prosjektet.....	20
Figur 7: S-kurve etter prosjektets gjenoppstart.....	21
Figur 8: Materialoversikt.....	21

Tabelliste

Tabell 1: risikoskjema.....	9
Tabell 2: SWOT-skjema.....	9
Tabell 3: Milepæler.....	10
Tabell 4: vektingsmatrise.....	12
Tabell 5: Vektingsmatrise konsept A.....	13
Tabell 6: Vektingsmatrise for konsept B.....	14
Tabell 7: Vektingsmatrise for konsept C.....	15

Innledning

Sammendrag

Denne rapporten undersøker nytteverdien av en innretning som stabiliserer drikkekopper mot skjelvinger i hånden, som kjennetegner enkelte nevrologiske sykdommer og andre langvarige tilstander (Jansen et al., 2021; *Skjelvinger (essensiell tremor)*, 2021). Videre dokumenterer rapporten utviklingen og produksjonen av en slik stabiliserende innretning. Den produserte prototypen har ingen bruksverdi, men har potensiale for videreutvikling. Innretningen lisensieres som fri maskinvare, og konstruksjonsfilene ligger tilgjengelig på [Hackaday.io](https://hackaday.io). Denne rapporten lisensieres under CC-BY-SA 4.0.

Summary

This report investigates the usefulness of a device which aims to stabilize a drinking cup / mug from hand tremors often associated with neurological diseases and other long term conditions (Jansen et al., 2021; *Skjelvinger (essensiell tremor)*, 2021). Furthermore, the report documents the development and production of such a device. The produced prototype offers no functional benefits to a user, but serves as a proof of concept urging further development. The device is licenced as Open Hardware, and its construction files are made available at [Hackaday.io](https://hackaday.io). This report is licenced under CC-BY-SA 4.0.

Bakgrunn / problemstilling

For å møte det økende behovet for assistanse hos en eldre befolkning blir helseteknologi en stadig større del av eldreomsorgens hverdag. Helseteknologi kommer også inn i hverdagen til mange andre pasient- og brukergrupper (Universitetet i Stavanger, 2021). Mange helseteknologiske hjelpemidler er svært kostbare i innkjøp og vedlikehold, og det harmonerer dårlig med sosial og økonomisk bærekraft i globalt perspektiv (United States Government Accountability Office, 2012). Prosjektet søker å bøte på denne disharmonien ved å utvikle et hjelpemiddel som er billig å fremstille, ukomplisert og robust; i et markedssegment hvor konkurrerende løsninger er svært avanserte og dyre i anskaffelse. Hjelpemiddelet skal så tilgjengeliggjøres under en lisens for fri maskinvare, for å besørge at det når flest mulig av dem som behøver det.

Målsetninger

Samfunns mål

For personer med ufrivillige skjelvinger, å bidra til å dekke behovet for billigere hjelpemidler. Avlaste helsepersonell og pårørende, og ivareta tremor-utsatte personers verdighet ved å legge til rette for mer selvstendighet i hverdagen deres. Sørge for at flest mulig av dem som har behov for hjelpemiddelet, får dekket behovet sitt. Bidra til videre innovasjon innen mekanisk stabilisering og demping av håndbevegelser ved å gjøre innretningens konstruksjon tilgjengelig under en gjensidig frilisens.

Effektmål

1. Oppnå anerkjennelse for konstruksjonen og tilgjengeliggjøringen av hjelpemiddelet.
2. Tjene penger nok til å gå i null økonomisk, medregnet egeninnsats i timer, 3D-printer og materialer.
3. Prosjektgruppen skal lære om produktutforming og forskjellige produksjonsmetoder i løpet av prosjektet.
4. Prosjektgruppens 3D-modeller og andre tekniske tegninger gjøres tilgjengelig under CERNs lisens for fri maskinvare CERN-OHL-W-v2, med mål om at andre personer fritt kan bidra med forbedringer og bygge videre på grunnlaget prosjektgruppen legger.

Resultatmål

1. Produsere en innretning som stabiliserer kopper, bestikk og andre gjenstander for brukere med skjelvne hender.
2. Selge produserte enheter av innretningen.

Organisering

Prosjektgruppen

Jacob Dybvald Ludvigsen er prosjektgruppens eneste faste medlem. Jacob har fullført to av tre studieår av en bachelorgrad i maskin, Y-vei, ved UiT campus Narvik. Han har tidligere deltatt i to semesterprosjekter. Det første gikk ut på forundersøkelse av et tenkt småskala ferjesamband, og ble vurdert til karakteren «B». Det andre gikk ut på å konstruere og produsere skroget til en USV «Unmanned Surface Vessel» som skulle delta på konkurransen AutoDrone 2021 for UiT. USV-en kom på tredjeplass og prosjektet som helhet ble vurdert til karakteren «A». Jacob er friprogresusiast og driver Ludvigsen Produktutvikling. Veileder Øyvind Søråas trer inn som medlem nummer to av prosjektgruppen ved behov.

Ansvarsforhold

Jacob Ludvigsen er eneste faste mannskap i prosjektet, og står derfor som øverste og nederste ansvarlige innen alle arbeidsfelt. Jacob Ludvigsen er lisensholder for den originale innretningen. Alle bidragsytere godtar implisitt at deres bidrag til utvikling av innretningen også lisensieres under en fri-maskinvare-lisens som er kompatibel med CERN-OHL-W.

Arbeidsvirksomhet

Opplegget før prosjektets stillstand var slik: Prosjektgruppen har ingen fast arbeidstid eller -sted. Like fullt etterstrebes jevnt arbeidstempo, som sikres ved å sette av tre ukedager hvor prosjektet prioriteres. Ved å søke å tilbringe mer tid i grovlaben vil gruppeleder naturlig tendere mot å ville arbeide med prosjektet.

Planlagt opplegg for arbeidsvirksomhet etter prosjektets gjenoppstart:

Prosjektgruppe møter på universitetsbiblioteket klokka 9:30 hver dag, inkludert helg, og gjør prosjektrelaterte oppgaver frem til dagens timekvote eller 7 timers arbeidsdag oppnås, hvilken enn som kommer sist.

Det faktiske opplegget etter gjenoppstart ble ikke som planlagt. Kun én arbeidsdag ble tilbragt på planlagt lokalitet, og kun seks arbeidsdager ble startet ved planlagt tidspunkt. Det meste av arbeidsinnsatsen ble gjort på prosjektleders hybel i studentkollektivet, i tidsrommet 11:00 – 23:00. Planlagt gjennomsnittlig arbeidstid per dag var 5,5 timer, og faktisk gjennomsnittlig arbeidstid per dag var 4,4 timer.

Medvirkende

Det ble ikke gjennomført jevnlige møter med noen av de medvirkende. Hovedkanaler for medvirkning var sporadiske fysiske møter, epostsamtaler, Facebook-meldinger og prosjektråden på FreeCAD-forumet. Lazar Sibul, Øyvind Søråas, Vårin Vaskinn, Martin Kringelen, Gøran Bolsøy, og Bente og Stig Strandmoa med familie bidro i alle aspekter av prosjektet.

Kvalitetsstyring, HMS og Oppfølging

Kvalitetsstyring

Kvalitetsstyring har fire hovedkomponenter: kvalitetsplanlegging, kvalitetssikring, kvalitetskontroll og kvalitetsforbedring («Kvalitetsstyring», 2020). Prosjektet har planlagt for kvalitet gjennom prosjektbeskrivelse og konstruksjonsgrunnlag. Kvaliteten sikres ved møter og samtaler med veileder gjennom prosjektperioden. Det føres prosjektlogg, samt budsjett og regnskap for timebruk og pengebruk. Når gjeldende rutiner svikter i kvalitetskontroll, revideres rutineene for å forbedre kvaliteten.

HMS

Helse, miljø og sikkerhet skulle ivaretas under utføringen av prosjektet ved hjelp av risikoanalyse i forkant, samt sikker-jobb-analyse før hvert nytt tilfelle av praktisk arbeid i lab.

HMS gjorde seg mest gjeldende i konseptutviklings- og produksjonsfasen. I skrivefasen kan det oppstå arbeidsmiljøproblemer, grunnet den høye arbeidsintensiteten som kreves.

Kritisk suksessfaktor

Prosjektet må fullføres i tide, og oppfylle kravene satt til emnet. Innretningen må oppfylle kravspesifikasjonens hovedfunksjoner.

Risikoanalyse

Marked

LiftWare Steady: Elektronisk gyrostabilisert skje tilgjengelig for \$195

Readi-Steady: Skjelvstabiliserende hanske, hvor kun forundersøkelse koster \$150. Ferdig produkt koster sannsynligvis det dobbelte. Personlig tilpasset, ikke refunderbar.

No-spill cup: Spesielt utformet kopp som hindrer væske fra å sprute ut av koppen ved skjelvinger.
\$170

I Norge tilbys brukere gratis hjelpemidler gjennom hjelpemiddelsentralen (HS). HS velger om de vil ta inn de enkelte hjelpemidlene og forhandler pris. Brukere som anskaffer hjelpemidler utenom HS ordning dekker selv utgifter knyttet til det.

Distribusjon gjennom lavterskel hjelpemiddelbutikker som EnklereLiv er også aktuelt, siden det kan være en høy terskel for potensielle brukere å søke NAV om å få tildelt hjelpemiddel.

Maskinvare under frilisens er generelt vanskeligere å kommersialisere for skaperen enn maskinvare under eksklusiv lisens (patent). Noen prosjekter finansieres av donasjoner, andre skjenker kun sitt varemerke til deres internt produserte enheter og lar eksterne produsenter lage ikke-varemerkede «kopier» av deres produkt («Open-Source Hardware», 2021). Dette prosjektet søker kommersialisering som primært bygger på den siste modellen, da det er mer økonomisk bærekraftig. For å kunne selges profesjonelt i EU, må et produkt være CE-merket. Dette innebærer at produsent gjennomfører selvstendige tester av sitt produkt og godkjenner at det er i samsvar med relevante standarder for brukersikkerhet, funksjon o.l. CE-godkjenningen gjelder ikke automatisk for andre produsenters kopier av produktet. Den anvendte frilisensen CERN-OHL-W har provisjoner som hindrer at den originale utvikleren av produktet kan holdes ansvarlig for skader voldt av enheter urelaterte produsenter har produsert. Når en dårlig kokk lager en dårlig kake og en god kokk lager en god kake med samme oppskrift, er det tross alt vanskelig å skylde på oppskrifta. Disse faktorene, samlet sett, reduserer sannsynligheten for at eksternt produserte kopier av innretningen overtar markedsandeler fra den originale produsenten.

Risikoskjema

Konsekvens av hendelse og sannsynlighet for hendelse vurderes på skala fra 1-3. Disse multipliseres for å oppnå risikograden.

Risiko grad etter tiltak (1-9)	Hendelse	Konsekvens	Sannsynlighet for hendelse	Risikograd før tiltak (1-9)	Kommentar / Tiltak	Vurdert av / Dato
6	Tidsforbruk: Milepæler nås ikke i tide og fremdriftsplan følges ikke.	Hver oppgave tar for lang tid, fremgang hindres. Ujevn arbeidsmengde som resulterer i mye jobb den siste perioden av prosjektet. Eventuelt at prosjektet ikke fullføres.	Svært sannsynlig	9	Prosjektet sto helt stille fra september til 26.november, så hendelsen har inntruffet allerede. Gjenopptar prosjektet like etter eksamener er ferdige.	Jacob Ludvigsen 26.11.2021
2	Konflikt/samarbeidsproblemer: Prosjektleders samarbeid med eksterne aktører forhindres.	Lav effektivitet og dårligere resultat	Noe sannsynlig	4	Holder en god tone med eksterne aktører og publiserer fremdrift fortløpende på prosjektside.	Jacob Ludvigsen 26.11.2021
2	Forståelse av oppgave: Misforstått / Feil fremgangsmåte på oppgaver.	Resultat på rapport stiller ikke til forventningene. Muligens lavere karakter.	Noe sannsynlig	6	Kommunikasjon / tilbakemeldinger fra Faglige veiledere angående milepæler og oppgaver.	Jacob Ludvigsen 26.11.2021
2	Produkt løser ikke oppgaver tilfredsstillende	Produktet blir mindre nyttig.	Sjelden	3	Holder kontakt med sluttbrukere og helsepersonell for å utvikle korrekt funksjonalitet.	Jacob Ludvigsen 26.11.2021

Tabell 1: risikoskjema

SWOT

Tabell 2: SWOT-skjema

Styrker <ul style="list-style-type: none">• Geografisk nærhet til stort brukermiljø i profesjonell setting.• Erfaring med 3D-printing.• Kan dra kunnskap fra et åpent innovasjonsmiljø.	Svakheter <ul style="list-style-type: none">• Mekanisk demping kan få begrenset effekt når lastvekten, vibrasjonsintensiteten og -frekvensen varierer.• Mulig kompleksitet i regelverk og avtaler for hjelpemidler.
Muligheter <ul style="list-style-type: none">• Aktører kan fritt se og undersøke kvaliteten i mitt produkt og velge å engasjere meg i oppdrag etter endt prosjekt.	Trusler <ul style="list-style-type: none">• Dersom en konkurrerende 3D-printerbedrift med markedsoverlapping bruker retten sin til å produsere og selge produktet, kan det svekke min inntjeningssevne.

Oppfølging

Oppfølging av medvirkende

Der det blir nødvendig med oppfølging og oppklaring med kunde, kan møter avtales. Uavhengig av avtalte møter vil vi kunne holde uformell kontakt med meldinger og epost for å opprettholde et godt kunde/leverandør-forhold og dekke spontane informasjonsbehov.

HMS – oppfølging

Prosjektleder er ansvarlig for at møter finner sted og at arbeidsoppgaver fordeles og utføres. Prosjektet i sin helhet publiseres fortløpende på en side på Hackaday. Med jevne mellomrom tar prosjektleder backup av filene i sin helhet, i tilfelle problemer skulle oppstå med Hackaday.

Gjennomføring

Beslutningspunkter

Beslutningspunkt finner man ved veivalg av prinsipiell betydning for prosjektet. I tiden før beslutningspunkt ble prosjektets interessenter (stakeholders) konsultert av prosjektleder, for å sikre av beslutninger tatt bedre avspeilet interessentenes innspill. Første beslutningspunkt var prosjektstart, der det ble avgjort å igangsette prosjektet. Ved beslutningspunkt to ble det valgt å

legge prosjektet på is for å lette prosjektleders studiebyrde. Tredje beslutningspunkt kom 26. november, da det ble besluttet å gjenoppstarte prosjektet.

Praktisk utførelse

Tabell 3: Milepæler

Milepæl	Planlagt oppnåelse	Faktisk oppnåelse
Innlevering av prosjektbeskrivelse	4. oktober 2021	26. november 2021
Godkjenning av konstruksjonsgrunnlag	26. september 2021	14. desember 2021
Konseptvalg utført	26. september 2021	28. november 2021
Leveranse av produkt	11. desember 2021	13. desember 2021
Innlevering av hovedrapport	13. desember 2021	13. desember 2021
Presentasjon	13. desember 2021	13. desember 2021

Konstruksjonsgrunnlag

Innretningen skal bestå av komponenter som er enkle å anskaffe eller produsere over hele verden, av folk i de fleste samfunnslag. Det bør være nok å ha tilgang til jernvarehandel og 3D-printer. Innretningen skal ha et håndtak som er godt å bruke for folk med nedsatt funksjonsevne. Det skal være mulig å sette innretning m/ fastspent kopp på bordet når den ikke er i bruk, uten om og men. Det skal være forholdsvis enkelt for folk med nedsatt funksjonsevne å spenne inn/ut kopp, men dette kan veies opp for ved at innretningen uten problemer kan være fastspent i koppen under rengjøring og ellers. Innretningen skal ha innovasjonsfaktor, det bør altså ikke være en metode eller løsning som er vidt utbredt innenfor denne problemstillingen.

Kravspesifikasjon

Kravspesifikasjonen fastsetter hvilke funksjoner det er nødvendig at løsningen har og hvilke funksjoner som er «kjekke å ha», men ikke strengt talt nødvendige. Kravspesifikasjon beskriver også omgivelsene løsningen skal operere i.

Hovedfunksjoner

1. Stabilisere kopper, bestikk og andre gjenstander som utsettes for spontane og til dels kraftige ufrivillige skjelvninger og andre brå bevegelser, som forbindes med nevrologiske sykdommer og andre langvarige tilstander som medfører skjelvne hender.
2. Være trygget i bruk enn å holde direkte i koppen man drikker fra.

3. Hindre skvulping over koppens kant når koppen er 2/3 fylt.
4. Gjøre det mulig å drikke fra koppen som stabiliseres.
5. Gripe koppen trygt fast, med neglisjerbar sjanse for glipping.
6. Være behagelig å håndtere.
7. Være brukervennlig for tiltenkt brukergruppe
8. Være billigere i innkjøp for sluttbruker enn mer sofistikerte alternativer.
9. Kunne rengjøres på forholdsvis enkelt vis.
10. Må kunne CE-merkes
11. Må kunne markedsføres til hjelpemiddelsentralen.

Tilleggsfunksjoner

1. Mulighet for å bruke ulike kopper med forskjellig tyngdepunkt og hankutforming.
2. Mulighet for utvidet funksjonalitet ved bruk av adaptere/plugins. (holde bestikk, verktøy, etc)
3. Kunne vaskes i steamvasker.
4. Kunne vaskes i oppvaskmaskin.

Operasjonsomgivelser

Innendørs og utendørs. Utsettes for atmosfærisk trykk. Utsettes regelmessig for temperaturer $>90^{\circ}\text{C}$ ved grensesnitt mot kopp. Hele innretningen kan utsettes for $>60^{\circ}\text{C}$ ved rengjøring sammen med koppen. Kan utsettes for seige væsker, og krypende væsker.

Vektingsmatrise for valg av konsept

Det ble vurdert hvilke egenskaper som var viktigst for suksess, og disse egenskapene ble tildelt en poengskår fra 1 til 9 der 1 er minst viktig og 9 er mest viktig. Konseptenes oppfylingsgrad av disse egenskapene ble deretter vurdert i en skala fra 1 til 9. Viktighetskår og oppfylingsgrad ble så multiplisert for hver av egenskapene, og summert for hvert konsept. Det konseptet med høyest poengsum, ble utvalgt for videre utvikling.

Tabell 4: vektingsmatrise

Element	Vekting
Dempingsevne	8
Stabilitet	9
Brukervennlighet	8

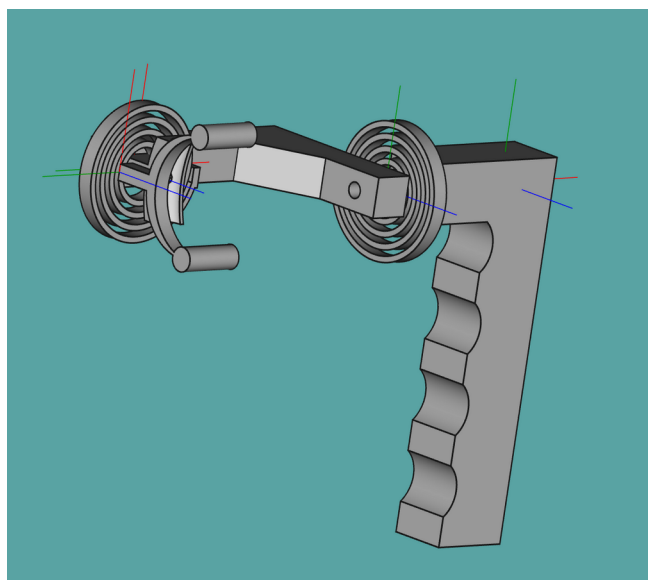
Slitestyrke og levetid	7
Enkel produksjon	7
Enkel reproduksjon	2
Fleksibilitet i bruksområde	7
Total poengsum	

Konseptgenerering

Konsepter ble generert gjennom idémyldring med medvirkende hver for seg. Tre konsepter ble generert, hvorav ett ble valgt for videreutvikling.

Konsept A, Håndtak med fjørbasert dempermekanisme

Et vertikalt håndtak med en horisontal arm stikkende ut i overkant. Armen har to rotasjonsakser som peker 90 grader på hverandre. På hvert av aksenes rotasjonsledd er det montert to motsatt spunne spiralfjører som demper torsjon forårsaket av rykninger og skjelvninger i deres respektive koordinatplan og rotasjonsretning. Kan være vanskelig å rengjøre dersom spiralfjødrene ikke dekkes med et cover. Kan være mer utsatt for brudd og materialtretthet enn konsept B, fordi fjøra må festes i håndtaket. Kan få kort levetid dersom fjør 3D-printes. Deler kan enkelt skaffes ved 3D-printing. (*Precision Torsion Springs & Double Torsion Springs - Ace, u.å.*)



Figur 1: Illustrasjon av konsept A

Tabell 5: Vektingsmatrise konsept A

Element	Vekting	Oppnåelsesgrad i konseptet	Poengsum
Dempingsevne	8	5	40
Stabilitet	9	6	54
Brukervennlighet	8	7	56
Slitestyrke og levetid	7	4	28
Enkel produksjon	7	9	63
Enkel reproduksjon	2	9	18
Fleksibilitet i bruksområde	7	5	48
Total poengsum			307

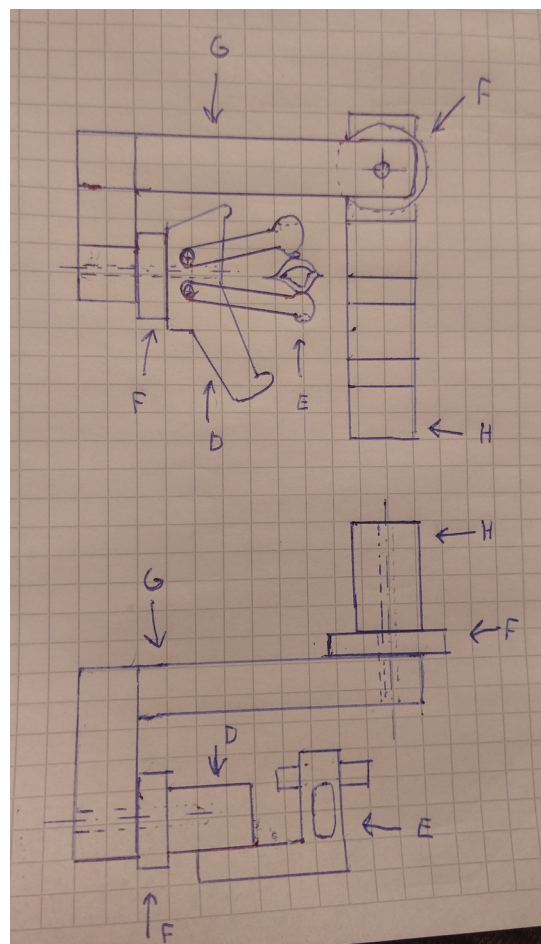
Konsept B, Håndtak med viskosedempere

Et vertikalt håndtak med en horisontal arm stikkende ut i overkant. Armen har to rotasjonsakser som peker 90 grader på hverandre. På aksenes rotasjonsledd er det montert viskosedempere som demper torsjon forårsaket av rykninger og skjelvinger i deres respektive koordinatplan. Enkelt renhold. Den viskøse fluiden må velges utfra tiltant operasjonsmiljø, med høyt kokepunkt. Lekkasje vil være uakseptabelt. Viskosekoblingen kan designes eller velges for å dempe et bredt spektrum av frekvenser og amplituder. Selve viskosekoblingen passer dårlig til hurtig prototyping siden produksjon av en enkelt viskosekobling med litt endrede demperegenskaper er langt mer omfattende enn å produsere en enkelt bladfjor med 3D-printing. Det blir vanskeligere for tredjeparter/bidragstyttere å reprodusere innretningen enn ved konsept A, siden spesialtilpassede viskosekoblinger ikke er like enkelt å oppdrive som spiralfjor av metall eller 3D-printede polymerer. (Hva er en viskøs kobling for vifte: hvordan den fungerer, feil og reparasjoner - Om bilreparasjon, u.å.)

Beskrivelse av illustrasjonens komponenter: D: gripeblokk. E: gripeklo. F: viskosekobling. G: kryssarm. H: håndtak.

Tabell 6: Vektingsmatrise for konsept B

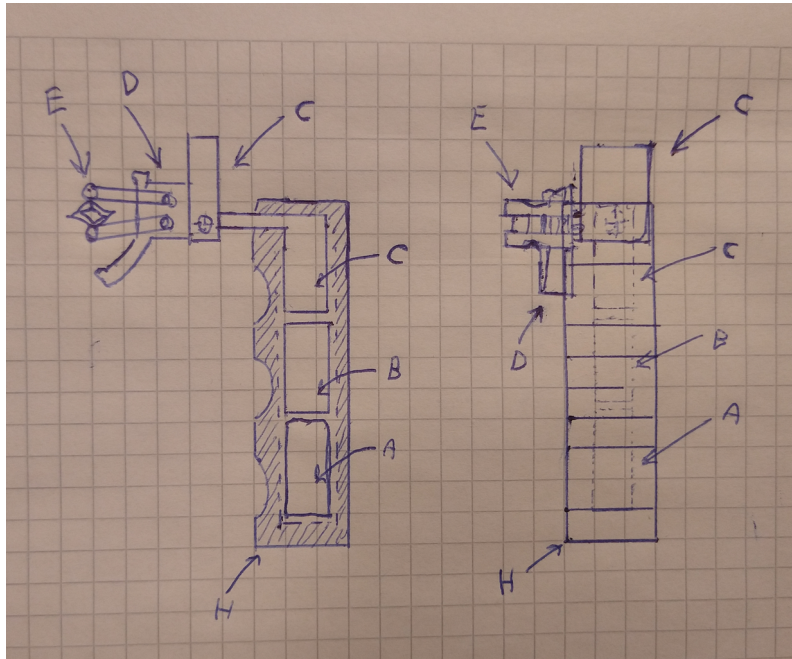
Element	Vekting	Oppnåelsesgrad i konseptet	Poengsum
Dempingsevne	8	8	64
Stabilitet	9	7	63
Brukervennlighet	8	8	64
Slitestyrke og levetid	7	8	56
Enkel produksjon	7	3	21
Enkel reproduksjon	2	1	2
Fleksibilitet i bruksområde	7	4	28
Total poengsum			298



Figur 2: Illustrasjon av konsept B. Beskrivelse av illustrasjonens komponenter: D: gripeblokk. E: gripeklo. F: viskosekobling. G: kryssarm. H: håndtak

Konsept C, Håndtak med servo-tre / gimbal

Et vertikalt håndtak med armen til en servo stikkende ut enten i bunn eller topp. To eller tre servoer er montert på hverandre for å dekke flere rotasjonsakser. Dette er en utbredt løsning for å stabilere kamerautstyr på filmsett og flyvende droner. Denne løsningen er også utbredt for å løse samme problemstilling som dette prosjektet tar for seg. Konsept C har derfor lav innovasjonsfaktor. Siden innretningen har elektronikk innvendig vil rengjøring bli mer omstendelig, dersom ikke innretningen produseres vanntett. Det er komplisert å gjøre 3D-printede konstruksjoner vanntett, særlig når man fra tid til annen må åpne opp for å bytte batteri. (LeeSangGyu, 2017; woojay, 2019)



Figur 3: Illustrasjon av konsept C. Beskrivelse av illustrasjonens komponenter: A: batteri. B: mikrokontroller. C: servo. D: gripeblokk. E: gripeklo

Tabell 7: Vektingsmatrise for konsept C

Element	Vekting	Oppnåelsesgrad i konseptet	Poengsum
Dempingsevne	8	9	72
Stabilitet	9	8	72
Brukervennlighet	8	4	32
Slitestyrke og levetid	7	3	21
Enkel produksjon	7	2	14
Enkel reproduksjon	2	1	2
Fleksibilitet i bruksområde	7	8	54
Total poengsum			267

Konseptutvikling

Det ble tidlig klart at spiralfjær kun burde belastes i samme retning som de er tvunnet. Dette fordi geometrien deres medfører store spenninger og høy sannsynlighet for brudd ved kompresjonsbelastning (*Precision Torsion Springs & Double Torsion Springs - Ace*, u.å.). For å imøtekomme denne begrensningen ble rotasjonsleddene endret fra å ha én torsjonsfjær hver med null forspenning til å ha to motsatt tvunne torsjonsfjær hver med 90 grader forspenning. Dette oppsettet takler rotasjon opptil 90 grader hver vei før torsjonsfjæra utsettes for kompresjon. Når den ene fjæra strekkes mer, vil torsjonsmomentet ytt av den samme fjæra øke lineært. Samtidig reduseres forspenningen på den andre fjæra, og torsjonsmomentet ytt av den reduseres. Det samlede torsjonsmomentet ytt av fjærene summeres, og vi får da at torsjonsmomentet ytt i hvileposisjon er null. Ved vinkelendring får vi en lineær økning av torsjonsmoment i motsatt retning av vinkelendringen.

Kryssarmen ble konstruert for å plassere den fulle koppens massesenter loddrett under rotasjonsaksene i deres plan. Dette fordi en eksentrisk plassering av massesenteret ville fått koppens nullposisjon / hvilevinkel til å endres fra vannrett. Dersom koppen og innretningen den er spent fast i, ikke er vannrett i nullposisjon, blir det vanskeligere å konstruere innretningen for å stabilisere like godt i begge rotasjonsretninger. En skjevt hengende kopp inspirerer heller ikke trygghetsfølelse hos brukere.

Detaljdesign

Det har dessverre ikke blitt tid til å undersøke karakteristikker ved tremor som frekvens, amplitude og retning. Det har heller ikke blitt tid til å gjøre beregninger med formelen for torsjonskraft i torsjonsfjær av typen hårfjær.

Treghetsmomentet regnes ut med hensyn til de to rotasjonsaksene, der rotasjonsakse 1 ligger i leddet nærmest håndtaket.

masse tom kopp	217 g
Masse 3/4 full kopp	350 g
avstand fra rotasjonsakse 1	56,48 mm
avstand fra rotasjonsakse 2	11,48 mm
Treghetsmoment for akse 1	1,12E+06 g*mm ² 1,12E-03 kg*m ²
Treghetsmoment for akse 2	4,61E+04 g*mm ² 4,61E-05 kg*m ²

Produksjon

Fremstilling av komponenter

I tråd med konstruksjonsgrunnlaget ble komponentene fremstilt med metoder som tillater rask, billig produksjon, med lav terskel. Alle komponenter utenom festemidler er konstruert for å 3D-printes. Jacobs 3D-printer Tronxy benyttes til fremstilling av hovedkomponenter. Gjennom flere runder med prototyping undersøkes de enkelte komponenters gunstigste printerinnstillinger, samt nødvendige konstruksjonsmessige justeringer for å oppnå beste resultat på kortest tid med høyeste sannsynlighet for vellykket printing. Endelige printerinnstillinger publiseres på hackaday.io.

Sammenstilling

3D-modellen er konstruert for å sammenstilles utelukkende ved bruk av M3 bolter og muttere. Dette holder innretningen enkel og billig å både produsere og reparere.

Rapportskriving

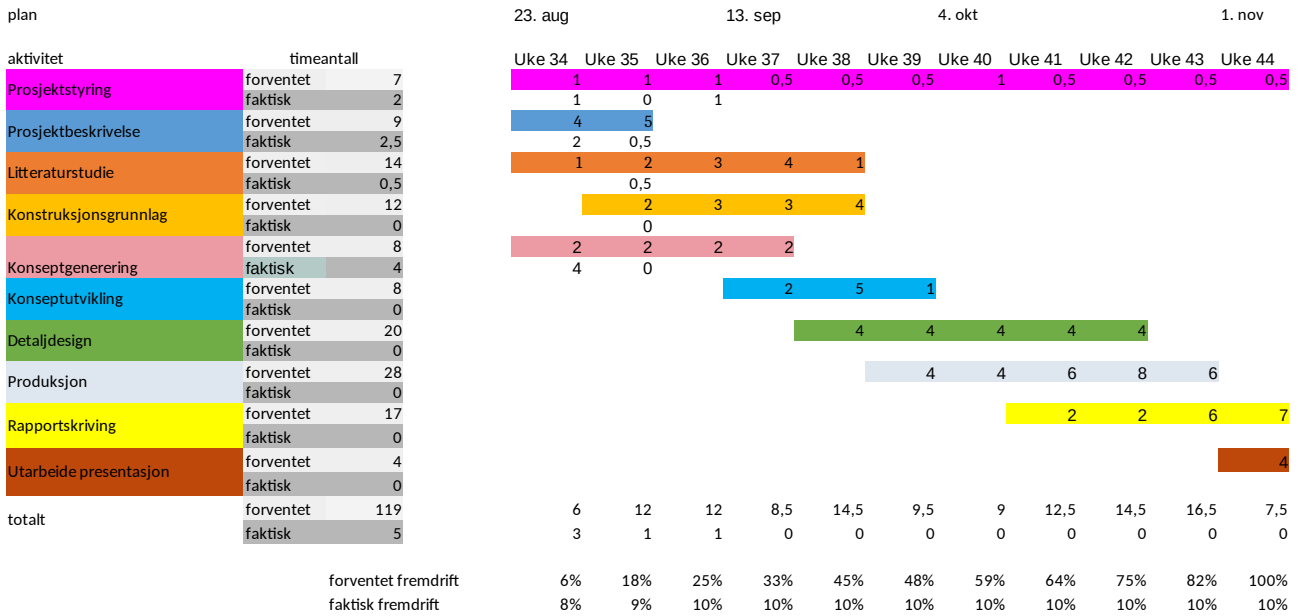
Rapportens disposisjon brukte prosjektleders tidligere prosjektrapporter som mal, med enkelte tilpasninger.

Utarbeide presentasjon

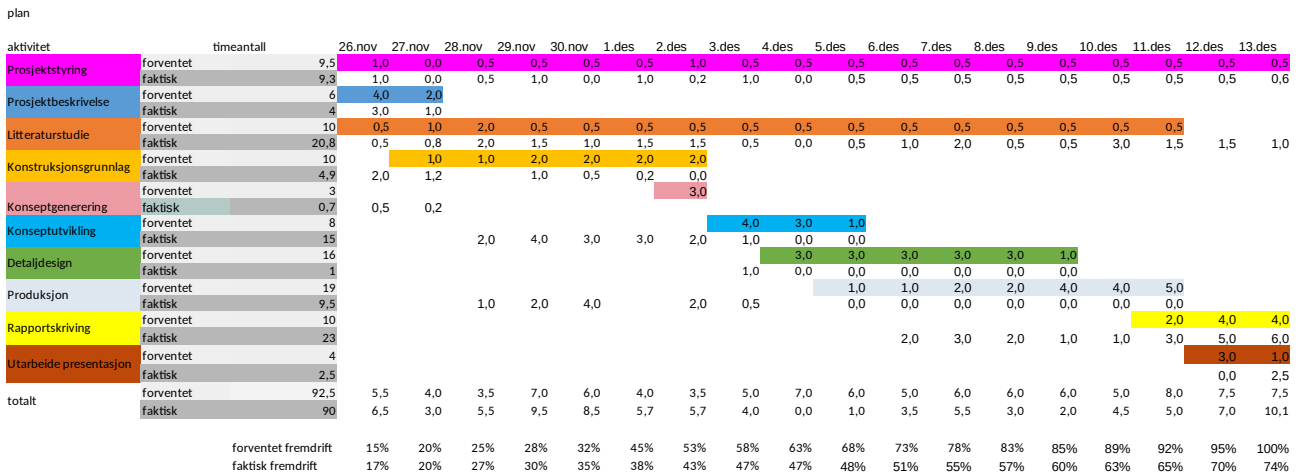
Presentasjonen inneholder to demonstrasjonsvideoer, og følger ellers typisk presentasjonsoppsett. Publiseres på prosjektsiden under lisensen CC-BY-SA 3.0 unported.

Kostnader

Timebudsjett



Figur 4: Timebudsjett før prosjektets stillstand



Figur 5: Timebudsjett etter prosjektets gjenoppstart

Timeregnskap

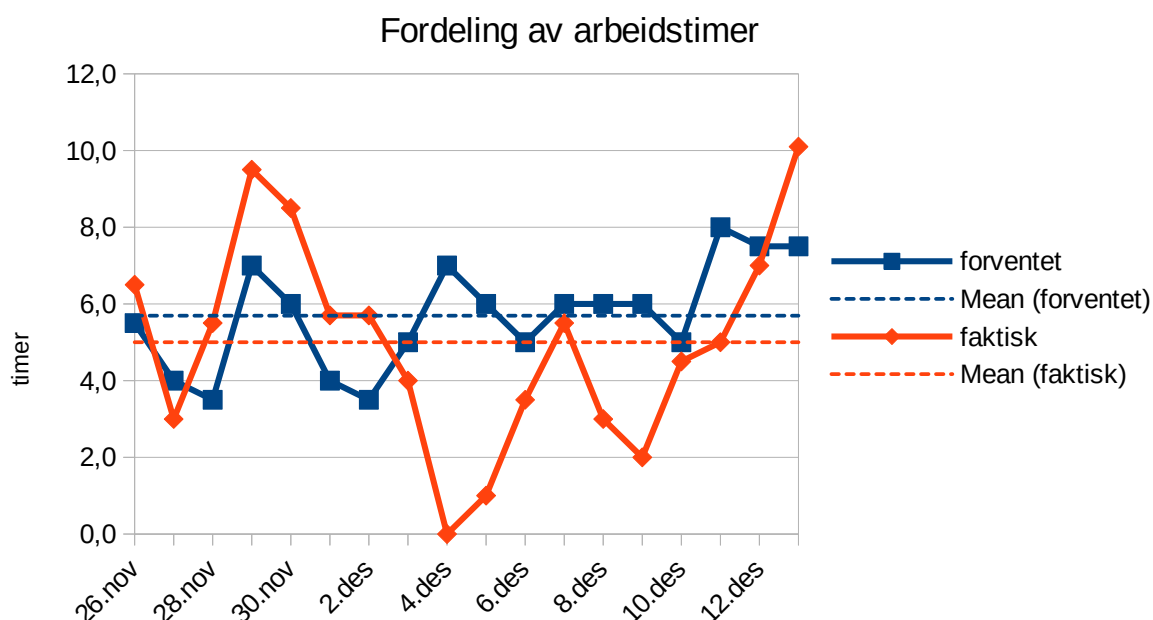
Ifølge NHO's lønnsstatistikk er median månedslønn for maskiningeniører og -teknikere i aldersgruppen 20 – 24 år i 2020 41427 NOK (NHO, 2021)

Overenskomsten mellom FLT og NHO definerer timelønn som $Timelønn = \frac{Månedslønn}{4,33 * 37,5}$

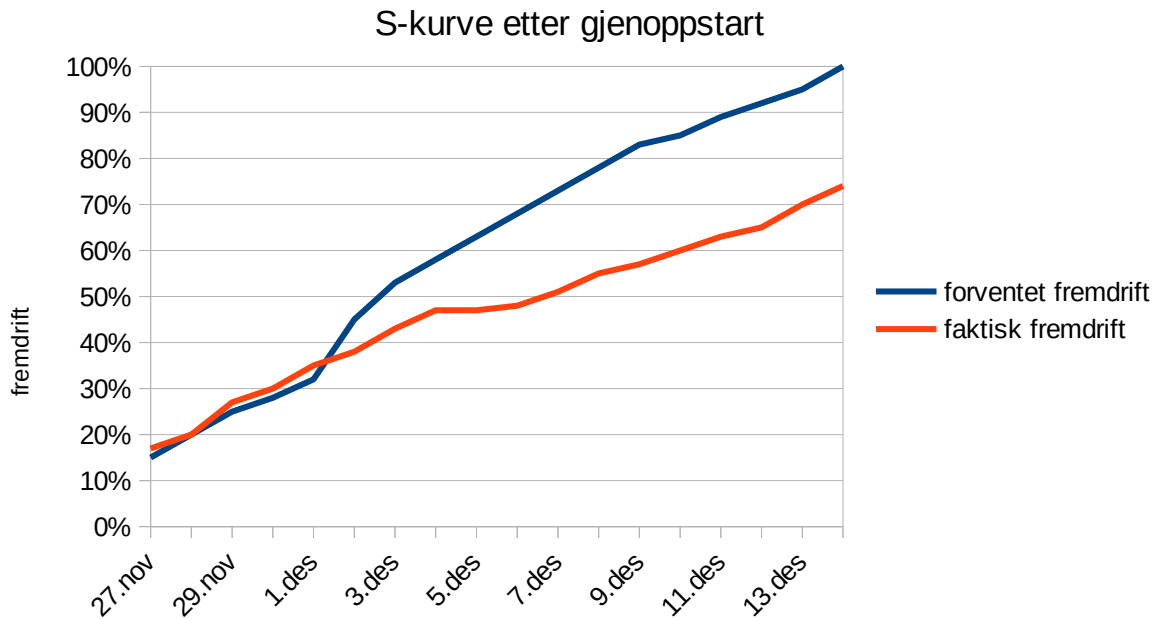
hvilket gir prosjektet en hypotetisk timekostnad på $\frac{41427}{162,38} = 255 \text{ NOK/time}$ når vi ser bort fra tilknyttede kostnader som arbeidsgiveravgift m.m. (Overenskomst for tekniske funksjonærer, 2021) .

Kostnaden av avsatt timebudsjett blir da 38250 NOK.

Kostaden av faktisk timeregnskap blir $255 \frac{\text{NOK}}{\text{time}} * 90 \text{ timer} = 22950 \text{ NOK}$



Figur 6: Fordeling av arbeidstimer per dag etter gjenoppstarten av prosjektet



Figur 7: S-kurve etter prosjektets gjenoppstart

Finansbudsjett

Budsjetterer med en pott på 5 000 NOK.

Finansregnskap

Utstyr

Jacob kjøpte en brukt 3D-printer for 6000NOK for personlig, utdanningsmessig og næringsmessig bruk. Denne printeren ble kjøpt i juli 2021, og kjøpesummen vil derfor ikke regnes inn i regnskapet.

Kostnaden av bruk og slit regnes inn med formelen $10 \frac{NOK}{time}$

Printeren ble brukt i 50 timer, hvilket resulterer i 500 NOK brukskostnad.

Materialer

I sluttrapporten inkluderes en oversikt over materialforbruk og materialkostnad på denne formen:

Figur 8: Materialoversikt

Materiale	Mengde	Pris per enhet	Totalt
Filament PLA	350 g	270 NOK/kg	94,50 NOK
Bolter og muttere	8 stk	3 NOK/stk	24 NOK
Knuste kopper	0	45 NOK/stk	0 NOK
		Total materialkostnad	118,50 NOK

Totalt finansregnskap ender da med utgift på 618,50 NOK.

Kost / nytte

Et sentralt element i ethvert prosjekt er overveiningen om hvorvidt prosjektets nytteverdi overstiger kostnaden ved å gjennomføre det. Dette prosjektets nytte er omtalt i kapittel 2, og overordnede kostnader fremstilles i kapittel For en mer detaljert oversikt over prosjektaktiviteter og tilknyttet ressursbruk, se aktivitetsbeskrivelser i kapittel 11 Vedlegg

Diskusjon

Måloppnåelse

Samfunns mål

I prosjektets nåværende tilstand er det ingen helsepersonell eller pårørende avlastes, og ingen tremor-rammede personer får mer selvstendighet i hverdagen sin. Ingen som har behov for hjelpemiddel får dekket dette behovet. Prosjektet bidrar likevel til å dekke behovet for billigere hjelpemidler, og bidrar til videre innovasjon innen mekanisk stabilisering og demping av håndbevegelser ved å gjøre innretningens konstruksjon tilgjengelig under en fri maskinvarelisens.

Effekt mål

1. Den anerkjennelse prosjektleder har oppnådd for konstruksjon og tilgjengeliggjøring av innretningen er særdeles lokal. Prosjektsiden på Hackaday.io har 71 visninger, 2 likere og 1 følger. Til sammenlikning fikk Autodrone, det forrige semesterprosjektet prosjektleder deltok i; 1300 visninger, 14 likere, 6 kommentarer og 15 følgere.
2. Prosjektleder er anbefalt av Vårin Vaskinn i inkubatoren StudentIX om å søke midler pålydende 25 000,- for produktutvikling fra Dette skal dekke fremtidig produktutvikling, og har ikke tilbakevirkende kraft. Egeninnsats i timer og valuta før innleveringsdato er derfor ikke å anse som inndeckt.
3. Gjennom samtale med Vårin Vakinn fikk prosjektleder innføring i metodologi for brukersentrisk / empatisk produktutvikling. Prosjektleder har god kjennskap til 3D-printing som produksjonsmetode for stive komponenter, men dette prosjektet var første erfaring med 3D-printing av fjærende komponenter.
4. Prosjektgruppens 3D-modeller og andre tekniske tegninger er tilgjengeliggjort under fri maskinvare-lisensen CERN-OHL-W-v2, med mål om at andre personer fritt kan bidra med forbedringer og bygge videre på grunnlaget prosjektgruppen legger.

Resultat mål

1. Ved prosjektets formelle avslutningsdato er det produsert én komplett innretning som i høyeste grad er å regne som prototype. Denne kan brukes til å demonstrere tenkt funksjonalitet, men oppfyller bare noen av hovedfunksjonene fremlagt i kravspesifikasjonen.
2. Ingen enheter er solgt per dags dato.

Hovedfunksjoner

1. Stabiliserer kopper av én modell til en viss grad mot skjelvninger av enkelte frekvenser og amplituder.
2. Det er klart tryggere å holde direkte i koppen man drikker fra, enn å bruke innretningen
3. Hindrer ikke skvulping over koppens kant i større grad enn om koppen holdes i hånda.
4. Det er fullt mulig å drikke fra koppen som stabiliseres, ved å føre den mot leppene. Koppen vipper seg selv til drikkevinkel når leppene trykker mot koppens toppkant.
5. Griper koppen trygt fast og forhindrer at koppen løsner fra innretningen, men gripeblokken er ikke ennå optimert for å forhindre glipping.
6. Innretningen er noe mer behagelig å håndtere enn en simpel kopp, avhengig av brukers preferanser.
7. Prototypen er ikke brukervennlig for tiltenkt brukergruppe.
8. Prototypen koster ca. 50 NOK å produsere, og kan da være betydelig billigere i innkjøp for sluttbruker enn mer sofistikerte alternativer.
9. Rengjøringsalternativer avhenger av materialvalg for 3D-printing. PLA tåler håndvask og oppvaskmaskin på 30-40 grader C. PETG tåler desinfeksjon med alkohol, håndvask og oppvaskmaskin på 60 grader C.
10. Kan CE-merkes når nødvendige tester er bestått.
11. Kan markedsføres til hjelpemiddelsentralen, og kan også passe godt for lavterskeltilbud som f.eks. Butikken EnklereLiv.

Tilleggsfunksjoner

1. Begrenset mulighet til å bruke ulike kopper med forskjellig tyngdepunkt og hankutforming.
2. Ingen utvidet funksjonalitet ved bruk av adaptere/plugins. (holde bestikk, verktøy, etc)
3. Kan ikke vaskes i steamvasker ved printing i lett tilgjengelige materialer som PLA og PETG.
4. Kan vaskes i oppvaskmaskin ved printing med PETG.

Operasjonsomgivelser

Prototypen kan brukes innendørs og utendørs, og tåler å utsettes for atmosfærisk trykk. Siden griperen kun har kontakt med koppens hank, blir ikke temperaturen for høy for plasten ved vanlig bruk. Seige væsker og krypende væsker kan trenge inn i plasten, men denne problemstillingen kan omgås ved å dekke plastkomponenter i plastmaling.

Refleksjon

Dette prosjektet har gjort meg klar over at heller ikke jeg har ubegrenset arbeidskapasitet. Semesteret begynte med tre uker ute i praksis, hvorpå jeg måtte ta igjen tapt tid i andre emner. Jeg måtte også ta opp igjen et emne verdt fem studiepoeng fra tidligere semester, og forberede meg til en kontinuasjonseksamen i et emne verdt ti studiepoeng. Studietrykket holdt seg høyt hele semesteret, og spisset seg til mot eksamenstid. Emnet Ingeniørinnovasjon i Praksis var et valgfag, så jeg prioriterte det bort og la det på hylla for å fokusere på de andre emnene. Resultatet kunne blitt en god del bedre dersom jeg hadde igangsatt brukermedvirkningsprosesser, som gjerne strekker seg over lengre tid, tidligere. Sett at prosjektet var islagt frem til to uker før innleveringsfristen, mener jeg resultatet er akseptabelt.

Konklusjon

Prosjektet oppfyller noen av målsetningene, men ikke mange. Med tre til syv ukers tilleggsarbeid som tar hensyn til de fremsatte forbedringsforslagene, kan prosjektet fullføres.

Veien videre

Prosjektleder er oppfordret av Vårin Vaskinn om å fortsette utviklingen av innretningen, og søke midler for videreutvikling. Det er sannsynlig at prosjektleder følger denne oppfordringen. Alle prosjektets essensielle dokumenter og filer publiseres på prosjektsiden, så det står fritt for andre til å overta stafettpinnen.

Bibliografi

CERN. (2021). *Home | CERN Open Hardware Licence*. <https://cern-ohl.web.cern.ch/>

Hva er en viskøs kobling for vifte: Hvordan den fungerer, feil og reparasjoner—Om bilreparasjon.

(u.å.). Om Bilreparasjon. Hentet 27. november 2021, fra <https://auto.rtdco.ru/hva-er-en-viskos-kobling-for-vifte-hvordan-den/>

Jansen, J. K. S., Dietrichs, E., & Koht, J. (2021). Tremor. I *Store medisinske leksikon*.

<http://sml.snl.no/tremor>

Kvalitetsstyring. (2020). I *Wikipedia*. [https://no.wikipedia.org/w/index.php?](https://no.wikipedia.org/w/index.php?title=Kvalitetsstyring&oldid=20465806)

[title=Kvalitetsstyring&oldid=20465806](https://no.wikipedia.org/w/index.php?title=Kvalitetsstyring&oldid=20465806)

LeeSangGyu. (2017, mars 27). *Self-Stabilizing Spoon for Parkinson's Sufferers*. Arduino Project

Hub. <https://create.arduino.cc/projecthub/leesanggyu/self-stabilizing-spoon-for-parkinson-s-sufferers-7bc5a7>

NHO. (2021). *Lønnsstatistikk NHO*.

<http://arbinn.nho.no/arbeidsliv/lonn-og-tariff/lonn/artikler/lonn-statistikk-nho/>

Open-source hardware. (2021). I *Wikipedia*. https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Open-source_hardware&oldid=1058359451

Overenskomst for tekniske funksjonærer. (u.å.). Hentet 26. november 2021, fra

<https://flt.no/app/uploads/2015/11/Tekniske-funksjon%C3%A6rer-med-NHO-2020-2022-1.pdf>

Precision Torsion Springs & Double Torsion Springs—Ace. (u.å.). Hentet 28. november 2021, fra

<https://www.acewirespring.com/torsion-springs.html>

Skjelvinger (essensiell tremor). (2021, februar 5). NHI.no.

<https://nhi.no/sykdommer/hjernenervesystem/muskelrykninger/skjelvinger-essensiell-tremor/>

United States Government Accountability Office. (2012, januar). *Medicare: Lack of Price*

Transparency May Hamper Hospitals' Ability to Be Prudent Purchasers of Implantable Medical Devices. <https://www.gao.gov/products/gao-12-126>

Universitetet i Stavanger. (2021, juli 1). *Helseteknologi i klinisk praksis*.

<https://www.uis.no/nb/studier/helseteknologi-i-klinisk-praksis>

woojay. (2019). *Gyro Stabilizer W/ Arduino and Servo*. Instructables.

<https://www.instructables.com/Gyro-Stabilizer-W-Arduino-and-Servo/>

This work is licensed under the Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License. To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/> or send a letter to Creative Commons, PO Box 1866, Mountain View, CA 94042, USA.

Vedlegg

Prosjektlogg

uke 34:

Skriver prosjektbeskrivelse og andre forprosjektdokumenter. Publiserte samarbeidsforespørsler på forum.freecad.org og hackaday.io.

Modellerer et konsept i FreeCAD og publiserer på hackaday.io under CERN-OHL-W for å lette rekrutteringsarbeidet på forum.freecad.org og hackaday.io.

Uke 35:

Idémyldring med Martin Kringelen. Han foreslår et system som likner på delta-printere, og et system som likner bilers demping. Kontakter Narvik Kommune og Eldresenter om brukerundersøkelse og uttesting. Samtale / diskusjon med Gøran Bolsøy på vei fra Grovfjord til Narvik. Han sier seg enig i at man kan oppta skjelvinger av ulik styrke og frekvens ved å kombinere spiralfjærer av ulik styrke. Han foreslår viskosekobling som alternativ.

Prosjektforelesning/møte med Øyvind Søråas.

Han foreslår å legge inn en fase med konstruksjon/beregninger/design.

Flytte «bidra til å dekke behov for billigere hjelpemidler» og «Legge fundamentet...» til resultatmål.

Disse to må inkluderes i kravspesifikasjon.

Han foreslår å fokusere på brukernes hverdag i samfunnsmålene.

Mål må være målbare.

Uke 36:

Snakker litt med Ergoterapeut Ann Rita i Steigen, om hjelpemiddelsentralen (HS).

HS forhandler pris og kjøper inn hjelpemidler, som de så låner ut(?) gratis. Dersom folk vil ha hjelpemidler som ikke dekkes av HS' ordning, må de kjøpe dem selv.

Avtaler å holde møte med henne og fysioterapeuter neste gang jeg er i Steigen.

Uke 37:

Skriver videre på prosjektbeskrivelse.

Fredag 26. november

Øyvind Søråas ser i nåde til oss som tar emnet hans, og gir oss utsatt innleveringsfrist på prosjektrapporten. Jeg gjenopptar prosjektarbeidet etter et langvarig avbrudd grunnet manglende arbeidskapasitet. Lager aktivitetsbeskrivelse for prosjektets deloppgaver, og lager revidert prosjektplan med ny løpetid 27. november til 14. desember. Skriver utkast til konstruksjonsgrunnlag, generer noen konsepter, og vurderer deres oppfylingsgrad av konstruksjonsgrunnlaget.

Lørdag 27. november

Skriver videre på konstruksjonsgrunnlag og genererer et til konsept som inkorporerer elektronisk gimbal, altså to eller flere servoer med ansvar for å stabilisere hver sin akse kontrollert av en mikrokontroller basert på signaler fra et kombinert tre-akses gyro- og akselerometer. 3D-modellerer og printer spiralfjør til konsept A for å teste konstruksjonens egnethet.

Søndag 28. november

Siden prosjektets løpetid kun er to uker tar jeg avgjørelsen om å velge konsept A (Håndtak med torsjonsfjor-basert dempemekanisme), som har de mest tilgjengelige komponentene. Utfører en litteraturstudie om spiralfjor / torsjonsfjor. Finner ut at spiralfjor kun bør belastes i samme retning som den er tvunnet, fordi kompresjon raskt medfører høye spenninger og knekking. Av denne grunn videreutvikler jeg konsept A til å ha to motsatt vendte fjor per rotasjonsakse, som skal strekkes i sin respektive rotasjonsretning. Fjorene «forbelastes» med 90 graders rotasjon, som sikrer at de ikke vil komme i kompresjon under ordinær bruk. 3D-printer prototype av håndtak og doble torsjonsfjor. Prototypene har gale dimensjoner som gjør at de ikke kan monteres sammen.

Mandag 29. november

Snakker med Øyvind Søraas om prosjektet, han kommenterer at jeg burde skissere / illustrere de andre konseptene i konseptgenereringen også, ikke bare det valgte konsept A. Han forteller også at det kommer en næringskonsulent på besøk på onsdag, og han ønsker at jeg møter henne og diskuterer markedsmulighetene for stabilo-kopp prosjektet. Jeg drar på campus, og diskuterer konsept A med overingeniør Lazar sibil. Vi er enige om at konsept B ville gi den mest elegante løsningen, men at komponenttilgang gjorde det rett å velge konsept A. Lazar mener spiralfjorene ikke burde by på mekaniske problemstillinger. Vi idémyldrer over hvordan brukerens skjelvinger kan dempes, og ikke bare fjæres; og vi kommer frem til at koppens lave tyngdepunkt burde gi innretningen en viss grad av demping. Jeg videreutvikler gårsdagens prototyper av håndtak og doble torsjonsfjor. Jeg modellerer også prototyper av griperblokk, griperklo og arm. 3D-printer prototyper av doble torsjonsfjor samt griperklo.

Det tre viktigste faktorer som bestemmer innretningens funksjon er:

1. Amplituden og akselerasjonen av brukerens skjelvinger, samt hvilke kraftvektorer som oppstår på grunn av dette.
2. Spiralfjorenes motvirkende kraft mot rotasjon, som avhenger av fjærkonstant, utforming og vinkelendring.
3. Treghetsmoment av koppen og den motstanden treghetsmomentet yter mot rotasjon, som avhenger av koppens masse med ulik fylletilstand, samt armen mellom koppens tyngdepunkt og omdreiningsaksen.

Tirsdag 30. november

Tester griperklo, og finner at den fjærende mekanismen må flyttes til ytre del av kloa for å tvinge koppens hank inn mot kloas base. Endrer utforming av fjærende mekanisme for bedre funksjonalitet og styrke. Mindre endringer av alle prototyper for være bedre tilpasset 3D-printing.

3D-printer gripeblokk, gripeklo, arm og håndtak. Laster opp 3D-filer og prosjektbeskrivelse til prosjektsiden på hackaday.io.

Monterer prototype revisjon 2 og oppdager umiddelbart problemstillinger knyttet til funksjonaliteten. Alle hull er litt for små, og jeg må varme opp de tiltenkte bolter og mutre for å smelte store nok hull til å montere dem.

Endelig design må inkludere skiver og låsemutre, for å sikker montering og fri rotasjon.

En stor del av dempingen mot skjelving virker å komme av den vertikale avstanden mellom omdreiningspunktet for den dempede akselen og koppens tyngdepunkt. Forsøk med og uten fjæring av én akse understøtter denne observasjonen. Kanskje torsjonsfjorene må være sterkere?

Konstruksjonen har videre markert ulik respons på ulike amplituder og akselerasjoner av skjelvinger i ulike retninger.

Det viser seg uheldig å bruke fjærkraft til å spenne koppens hank fast i innretningen, særlig med den løsningen jeg har valgt for gripekloa. For å kunne tre gripekloa inn i koppens hank, må gripekloa være litt lengre unna gripelokka enn hensiktsmessig. Dette medfører ustabilitet. Skisserer revisjon 3 av gripemekanismen, som drar nytte av 3D-printet mutter og gjengestang for å klemme koppens

hank trygt fast i gripeblokka, og har lengre «skylapper» på gripeblokka for å sikre mot sideveis vakling av koppen.

Onsdag 1. desember

Modellerer revisjon 3 av gripemekanismen. Møter Vårin Vakinn og Ann Elisabeth i Student IX, og diskuterer UiT's inkubator Student IX, markedsstrategi, støtteordninger som kan være aktuelle for prosjektet. De gir også svært gode innspill til utførelse av brukerundersøkelse, gitt Vårins bakgrunn som helsefagstudent og tidligere helsefaglig rådgiver i en student-oppstartsbedrift fokusert på helseteknologi, Vilje Bionics. Et kort memoar fra møtet vårt er å lese i filen «Samtale med Student IX.odt».

Torsdag 2. desember

3D-printer revisjon 3 av gripemekanismen og monterer den sammen. Rev. 3 griper betydelig mer stabilt fast i koppens hank. Innspill til neste revisjon: høyere overkant på gripeblokk med høyere, lengre og forsterkede ører. Lett bøy innover på klo for å kompensere for avbøyning under strekkbelastning. Kortere arm på klo slik at den når maksimumsposisjon ved gripeblokka uten å stikke ut i bakkant.

Fredag 3. desember og lørdag 4. desember

På formiddagen foretas justeringer av 3D-modeller. På ettermiddagen reiser jeg til Bodø for å være hos min bestefar på hans siste reise. Gjør ingen prosjekterrelaterte aktiviteter. Avtaler ingen møter frem i tid, siden jeg ikke vet hvor lenge jeg blir i Bodø.

Søndag 5. desember

Sender hyperlenke for prosjektets nettlagring til Gøran Bolsøy, som var min mentor under høstens praksisperiode i bedriften Grovfjord Mek. Verksted. Han gikk med på å være ingeniørmessig sparringspartner for prosjektet.

Mandag 6. desember

Bestefar har betydelig bedre almenntilstand enn på fredag, men er fortsatt ikke stabil. Begynner skriving av prosjektrapport og bruker prosjektrapport fra forrige semesterprosjekt som mal.

Tirsdag 7. desember og onsdag 8. desember

Fortsetter skriving av prosjektrapport. Reiser til Steigen på onsdags ettermiddag.

Torsdag 9. desember

Fortsetter skriving av prosjektrapport.

Fredag 10. desember

Litteraturstudie om tremor. Klargjør nødvendige formler for beregning av innretningens egenskaper.

Lørdag 11. desember

skriver sluttrapport

Søndag 12. desember

Skriver sluttrapport.

Mandag 13. desember

Skriver sluttrapport og lager presentasjon.

Dato	Hva skjedde	tidsbruk i timer	akkumulert
26/08/2021	Skrev prosjektbeskrivelse, tilpasset dokumenter fra tidligere prosjekter	2	2
27/08/2021	Publiserer samarbeidsforespørsler på ulike forum	0,5	2,5
28.08.2021	Modellerer konsept I FreeCAD og publiserer under CERN-OHL-W	4	6,5
31.08.2021	Idémyldring med Martin Kringelen over facebook messenger	0,5	7
01.09.2021	Idémyldring med Gøran Bolsøy	0,5	7,5
3/9/2021	Prosjektmøte med Øyvind Søråas	0,1	7,6
7/9/2021	Initiell kontakt med ergoterapeut I Steigen	0,1	7,7
10/9/2021	Prosjektmøte med han andre læreren	0,1	7,8
17/9/2021	Fortsette skriving av prosjektbeskrivelse	1	8,8
26/11/2021	Gjenopptar prosjektarbeidet. Fortsette på prosjektbeskrivelse, begynne på konstruksjonsgrunnlag og konseptgenerering	6,5	15,3
27/11/2021	Les sluttrapportens vedlegg "prosjektlogg" for en nøyaktig beskrivelse av resten av aktivitetene.	3	18,3
28/11/2021		5,5	23,8
29/11/2021		9,5	33,3
30/11/2021		8,5	41,8
1/12/2021		5,7	47,5
2/12/2021		5,7	53,2
3/12/2021		4	57,2
4/12/2021		0	57,2
5/12/2021		1	58,2
6/12/2021		3,5	61,7
7/12/2021		5,5	67,2
8/12/2021		3	70,2
9/12/2021		2	72,2
10/12/2021		4,5	76,7
11/12/2021		5	81,7
12/12/2021		7	88,7
13/12/2021		10,1	98,8
	Akkumulerte arbeidstimer	98,8	

Idémyldring rundt mulige prosjekter:

- Biogassanlegg
- Akvaponianlegg
- Fortøyningsgrensesnitt for ferje på slipp
- Freevalve motor
- iris lokk for kopp

Biogassanlegg

<u>Fordeler</u>	<u>Ulemper</u>
Rimelig enkelt å bygge	Involverer en del kjemi
Kan produseres billig	Regelverk er strengt, mtp brennbar gass
Klimasmartd	Innebærer ikke nødvendigvis nyskaping
Kan benyttes av familien min	Kan lukte ille
Kan innebære kule fysiske konsepter	
Kommersiell mulighet	

Akvaponianlegg

<u>Fordeler</u>	<u>Ulemper</u>
Kan vise alternativ for laksefiskoppdrett	Ingen direkte personlig nytte
Rimelig enkelt å bygge	Behøver noe større investering
Kan innebære kule fysiske konsepter	Innebærer ikke nødvendigvis nyskaping
Kommersiell mulighet	
Operatør må kanskje være godkjent røkter	

Fortøyningsgrensesnitt for liten ferje på båtslipp

<u>Fordeler</u>	<u>Ulemper</u>
Innebærer definitivt nyskaping	Svært teknisk
Kommersiell mulighet	Høy terskel for prototyping og realisering
Innebærer kule tekniske konsepter	
Relevant for praksisplassen min	

Freevalve motor

Fordeler

Meget kult
God mulighet for oppfølging i Sverige
Kan videreutvikles og tilbys kommersielt

Ulemper

Feiltrinn kan koste dyrt
Trenger en fungerende fossilbrenselmotor
Kan være patentert fra før av

Iris lokk for kopp

Fordeler

Enkelt å konstruere og produsere
Enkelt å kommersialisere
Raskt og enkelt

Ulemper

Kan være litt vel enkelt
Usikker nytteverdi

Mekanisk Parkinsonkopp

Fordeler

Stort brukermiljø like i nærheten
Nåværende løsninger er dyre
Kan produseres enkelt
Innebærer mekaniske beregninger
Kan kommersialiseres

Ulemper

Ingen nevneverdige

Mekanisk parkinsonkopp: Positiv tilbakemelding. Mekanisk relatert. Må være billigere enn dagens gyroløsninger, uten stor forskjell i nytte. Gyro, progressive spiralfjærer, elektromotor... mange løsninger som kan benyttes. Stort brukermiljø og mange eksperter like i nærheten. Helt klar nytteverdi, spesielt for Parkinson-syke med lite økonomisk handlingsrom.

Biogassanlegg: Kanskje ta det som forstudie til bachelor. Kanskje litt lite knyttet til maskin. Biogass er bærekraftig og spennende. Begrenset tid. Kanskje ferdigstille en liten del av anlegget. Metoden er vel for det meste standardisert.

Iris lokk for kopp: Kanskje litt lite.

Fortøyning: Kanskje litt stort. Spennende og relevant, men vanskelig å realisere.

Akvaponi: Nederland har lang historie med det. Øyvind har et akvarium med én fisk i.

Freevalve: Er nok litt stort.

Avgjørelse

Velger å gå videre med mekanisk parkinsonkopp som prosjekt i faget. Det fremstår som et prosjekt jeg realistisk kan fullføre med tildelt timebudsjett på 150 timer. Behovet er tilstede, og de mekaniske prinsippene involvert er forholdsvis ukompliserte.

Referat fra møte med Vårin Vaskinn, IX student

Vårin brenner for helseinnovasjon.

Det er tydeligvis ikke standard å involvere brukere i hjelpemiddelutvikling. Ta kontakt med f.eks. Facebookgruppe parkinson norge e.l. og spør etter 3-4 ærlige, fremtidsrettede folk som kan gi innspill til prototypen. Brukersentrisk tilnærming. Prøv å rist på mine egne hender, og se hva som er problematisk. Finn ut emosjonelt grunnlag for valg av en løsning over en annen.

«Hvordan er det å leve med parkinson?» «Hvilke hjelpemidler bruker dere?» «Hvilke deler av hjelpemidlene er du fornøyd med, og hva mener du kan bli bedre?» «Hva tenker du mitt hjelpemiddel kan brukes til?» «Hva tenker du kan bli tungvint med det?» «Hvordan tenker du det kan bli bedre?» «Hvordan vil du feste koppen fast? Er det greit at kona/mannen hjelper til eller vil du klare mest mulig selv?»

Dersom innretningen er lett nok, kan den også brukes i tidlig stadie ALS.

Vilje Bionics.... Asmund Kvam Kollbye studerte ved TUM. De er vennlige mot studenter.

Parkinson-pasienter vil gjerne ha noe stort å holde i... silikonsleeve?

Folk har kanskje ikke så stor grepsstyrke, kanskje ha en dobbel hank slik at de kan «tre den inn på hånda».

Ta kontakt med Vårin når jeg begynner å bli klar til å intervju brukere. Hun hjelper meg med utforming.

Ann Elisabeth: Råkult prosjekt! Sjekk opp hva annet som finnes der ute. Nøkkelen er å involvere brukere og fagansatte.

Hvorfor må den steames? Kan det ikke være nok med sprit eller noe annet? Da er det kanskje ikke nødvendig med helmekanisk løsning. NAV klassifiserer ulike hjelpemidler i ulike kategorier, som må oppfylle ulike krav. Er fan av helmekanisk løsning, bl.a. fordi det presser prisen ned. Selge gjennom EnklereLiv? Liker tanken om opensourcing.

Servo-buzzing kan oppleves som sjenerende i lengden.

Kan søke 25 tusen til prosjekt.

Ved opptak i IX Student blir man med i inkubator gratis.

Arctic Ignite (100k, 500k, 1 mill) Publikumsprisen gir 500K.

Damm stiftelsen

Innovasjon Norge kan kombineres med Arctic Ignite.

Knytte sertifisering, CE-merke, kvalitetsstempler og brukeravtaler opp til merkevaren Ludvigsen Produktutvikling's Stabilokopp, slik at helseinstitusjoner må kjøpe av meg for å få godkjente enheter.

Prosjektbeskrivelse



Postboks 358, 8501 Narvik

Telefon: 76 96 60 00

Hjemmeside: <https://www.uit.no>

<i>Tittel</i> Stabiliserende kophåndtak for personer med ufrivillige skjelvinger		<i>Dato:</i> 26.11.21 <i>Antall sider:</i> 22
<i>Emnekode</i> MAS-2806	<i>Emnenavn</i> Ingeniørinnovasjon i Praksis	<i>Antall vedlegg:</i> 3
<i>Forfattere</i> - Jacob Dybvald Ludvigsen		
<i>Fakultet</i> Ingeniørvitenskap og teknologi	<i>Institutt</i> Industriell teknologi	
<i>Veileder:</i>	Øyvind Søråas	
<i>Oppdragsgiver:</i>	Ludvigsen Produktutvikling ENK	
<i>Sammendrag</i> Design og konstruksjon av et håndtak til kopp, som ved hjelp av mekaniske prinsipper motvirker brukerens ufrivillige skjelvinger. Prosjektets omfang er 150 timer, og pågår fra September til Desember 2021.		
<i>Stikkord</i> <i>Parkinson's syndrom, hjelpemiddel, skjelvinger, tremor, stabiliserende, brukerstyrt hverdag, lev godt hjemme</i>		

Innholdsliste

1 Innledning.....	3
1.1 Bakgrunn.....	3
1.2 Terminologi.....	3
2 Samfunnsmål, effektmål og resultatmål.....	3
2.1 Samfunnsmål.....	3
2.2 Effektmål.....	3
2.3 Resultatmål.....	3
3 Kravspesifikasjon.....	4
3.1 Hovedfunksjoner.....	4
3.2 Tilleggsfunksjoner.....	4
3.3 Operasjonsomgivelser.....	4
4 Organisering.....	4
4.1 Prosjektgruppen.....	4
4.2 Ansvarsforhold.....	4
4.3 Prosjektgruppens mål.....	5
4.4 Arbeidsvirksomhet.....	5
5 Kostnader.....	5
5.1 Timeforbruk.....	5
5.2 Finansielle kostnader.....	5
5.2.1 Utstyr.....	5
5.2.2 Materialer.....	5
6 Kost/nytte (KTR).....	5
7 Risikoanalyse.....	5
7.1 Kartlegging.....	5
7.1.1 Marked.....	5
7.2 Risikovurdering.....	6
7.3 Risikodiagram.....	6
7.4 SWOT.....	6
8 Kvalitetsstyring.....	6
9 Figurliste.....	6
10 Tabelliste.....	6
11 Litteraturliste.....	6
10 Vedlegg.....	7
10.1 Fremdriftsplan.....	7
10.2 S-kurve.....	7
10.3 Møtereferater.....	7
10.4 Aktivitetsbeskrivelser.....	7
10.4.1 Prosjektstyring.....	7
10.4.2 Konseptutvikling.....	7
10.4.3 Prototyping.....	7
10.4.4 Rapportskrivning.....	7

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

For å møte det stadig økende behovet for assistanse blant en aldrende befolkning blir velferdsteknologi en stadig større del av eldreomsorgens hverdag, og hverdagen til mange andre pasient- og brukergrupper. Mange velferdsteknologiske hjelpemidler er svært kostbare i innkjøp og vedlikehold, og det harmonerer dårlig med sosial og økonomisk bærekraft. Dette prosjektet søker å bøte på denne disharmonien ved å utvikle et hjelpemiddel som er billig å fremstille, ukomplisert og robust; i et markedssegment hvor konkurrerende løsninger er svært avanserte og dyre i anskaffelse. Hjelpemiddelet skal så tilgjengeliggjøres under en lisens for fri maskinvare, for å besørge at det når flest mulig av dem som behøver det.

1.2 Terminologi

USV – Unmanned Surface Vessel, et ubemannet, autonomt styrt fartøy.

CERN-OHL-W – Lisens for fri maskinvare som tillater salg, endring og videreutvikling av produkter.(CERN, 2021)

2 Samfunns mål, effektmål og resultatmål

2.1 Samfunns mål

For personer med ufrivillige skjelvninger, å bidra til å dekke behovet for billigere hjelpemidler. Avlaste helsepersonell og pårørende ved å legge til rette for mer selvstendighet i hverdagen til personen med nedsatt funksjonsevne. Sørge for at flest mulig av dem som har behov for hjelpemiddelet, får dekket behovet sitt. Legge fundamentet innen mekanisk stabilisering og demping, slik at andre enklere kan videreutvikle innen samme eller andre områder.

2.2 Effektmål

Oppnå heder og ære for konstruksjonen av hjelpemiddelet, og tilgjengeliggjøringen av det.

Tjene penger nok til å gå i null økonomisk, medregnet egeninnsats i timer, 3D-printer og materialer.

Produsere og selge hjelpemiddelet som ferdig produkt gjennom foretaket mitt Ludvigsen Produktutvikling, for en realistisk pris.

Gjøre designet åpent tilgjengelig under CERN-OHL-W.

Involvere andre skapere på tidlig stadie, for å drive prosjektet sammen.

2.3 Resultatmål

Lage en innretning for stabilisere kopper, bestikk og andre gjenstander som utsettes for spontane og til dels kraftige ufrivillige skjelvninger og andre brå bevegelser.

3 Kravspesifikasjon

3.1 Hovedfunksjoner

Ingen skvulping over koppers kant når koppen er 2/3 fylt.

Mulighet for å drikke fra koppen som stabiliseres.

Griper koppen trygt fast, uten sjanse for glipping.

Kan vaskes i oppvaskmaskin.

Kan vaskes i steamvasker.

Behagelig å håndtere.

Brukervennlig.

Må være billigere i innkjøp for sluttbruker enn mer sofistikerte alternativer.

3.2 Tilleggsfunksjoner

Mulighet for å bruke ulike kopper med forskjellig tyngdepunkt og hankutforming.

Mulighet for utvidet funksjonalitet ved bruk av adaptere/plugins. (holde bestikk, verktøy, etc)

3.3 Operasjonsomgivelser

Innendørs og utendørs. Utsettes for atmosfærisk trykk. Utsettes regelmessig for temperaturer $>90^{\circ}\text{C}$ ved grensesnitt mot kopp. Hele innretningen kan utsettes for $>60^{\circ}\text{C}$ ved rengjøring. Må tåle rengjøring med $>100^{\circ}\text{C}$ vanndamp for å kunne brukes på institusjon. Kan utsettes for seige væsker, og krypende væsker.

4 Organisering

4.1 Prosjektgruppen

Jacob Dybvald Ludvigsen er prosjektgruppens eneste faste medlem. Jacob har fullført to av tre studieår av en bachelorgrad i maskin, Y-vei, ved UiT campus Narvik. Han har tidligere deltatt i to semesterprosjekter. Det første gikk ut på forundersøkelse av et tenkt småskala ferjesamband, og ble vurdert til karakteren «B». Det andre gikk ut på å konstruere og produsere skroget til en USV «Unmanned Surface Vessel» som skulle delta på konkurransen AutoDrone 2021 for UiT. USV-en kom på tredje plass og prosjektet som helhet ble vurdert til karakteren «A». Jacob er friprogr-entusiast og driver Ludvigsen Produktutvikling.

Veileder Øyvind Søråas trer inn som medlem nummer to ved behov.

4.2 Ansvarsforhold

Jacob Ludvigsen er eneste faste mannskap i prosjektet, og står derfor som øverste og nederste ansvarlige innen alle arbeidsfelt. Jacob Ludvigsen er lisensholder for den originale innretningen. Andre bidragsyttere godtar implisitt at deres bidrag til utvikling av innretningen også lisensieres under en fri-maskinvare-lisens som er kompatibel med CERN-OHL-W

4.4 Arbeidsvirksomhet

Opplegget før prosjektets stillstand var slik: Prosjektgruppen har ingen fast arbeidstid eller -sted. Like fullt etterstrebes jevnt arbeidstempo, som sikres ved å sette av tre ukedager hvor prosjektet prioriteres. Ved å søke å tilbringe mer tid i grovlaben vil gruppeleder naturlig tendere mot å ville arbeide med prosjektet.

Opplegget etter prosjektets gjenoppstart skal være slik:

Prosjektgruppe møter på universitetsbiblioteket klokka 9:30 hver dag, inkludert helg, og gjør prosjektrelaterte oppgaver frem til dagens timekvote eller 7 timers arbeidsdag oppnås, hvilken enn som kommer sist.

5 Kostnader

5.1 Timeforbruk

Prosjektets timebudsjett er 150 timer, medregnet egeninnsats. Ifølge NHO's lønnsstatistikk er median månedslønn for maskiningeniører og -teknikere i aldersgruppen 20 – 24 år i 2020 41427 NOK (NHO, 2021)

Overenskomsten mellom FLT og NHO definerer timelønn som $Timelønn = \frac{Månedslønn}{4,33 * 37,5}$

hvilket gir prosjektet en hypotetisk timekostnad på $\frac{41427}{162,38} = 255 \text{ NOK / time}$ når vi ser bort fra tilknyttede kostnader som arbeidsgiveravgift m.m. (Overenskomst for tekniske funksjonærer, 2020) .

Kostnaden av avsatt timebudsjett blir da 38250 NOK.

5.2 Finansielle kostnader

5.2.1 Utstyr

Jacob kjøpte en brukt 3D-printer for 6000NOK for personlig, utdanningsmessig og næringsmessig bruk.

5.2.2 Materialer

I sluttrapporten inkluderes en oversikt over materialforbruk og materialkostnad på denne formen:

Figur 9: Materialoversikt

Materiale	Mengde	Pris	Totalt
Filament PLA		270 NOK/kg	
Bolter		3 NOK/tsk	
Knuste kopper			

6 Kost/nytte (KTR)

Et sentralt element i ethvert prosjekt er overveiningen om hvorvidt prosjektets nytteverdi overstiger kostnaden ved å gjennomføre det. Dette prosjektets nytte er omtalt i kapittel 2, og overordnede kostnader fremstilles på i kapittel 5. For en mer detaljert oversikt over prosjektaktiviteter og tilknyttet ressursbruk, se aktivitetsbeskrivelser i kapittel 11 Vedlegg.

7 Risikoanalyse

7.1 Marked

LiftWare Steady: Elektronisk gyrostabilisert skje tilgjengelig for \$195

Readi-Steady: Skjelvstabiliserende hanske, hvor kun forundersøkelse koster \$150. Ferdig produkt koster sannsynligvis det dobbelte. Personlig tilpasset, ikke refunderbar.

No-spill cup: Spesielt utformet kopp som hindrer væske fra å sprute ut av koppen ved skjelvinger. \$170

I Norge tilbys brukere gratis hjelpemidler gjennom hjelpemiddelsentralen (HS). HS velger om de vil ta inn de enkelte hjelpemidlene og forhandler pris. Brukere som anskaffer hjelpemidler utenom HS ordning dekker selv utgifter knyttet til det.

7.2 Kartlegging, risikovurdering og risikodiagram

Risiko grad etter tiltak (1-9)	Hendelse	Konsekvens	Sannsynlighet for hendelse	Risikograd før tiltak (1-9)	Kommentar / Tiltak	Vurdert av / Dato
6	Tidsforbruk: Milepæler nås ikke i tide og fremdriftsplan følges ikke.	Hver oppgave tar for lang tid, fremgang hindres. Ujevn arbeidsmengde som resulterer i mye jobb den siste perioden av prosjektet. Eventuelt at prosjektet ikke fullføres.	Svært sannsynlig	9	Prosjektet sto helt stille fra september til 26.november, så hendelsen har inntruffet allerede. Gjenopptar prosjektet like etter eksamener er ferdige.	Jacob Ludvigsen 26.11.2021
2	Konflikt/samarbeidsproblemer: Prosjektleders samarbeid med eksterne aktører forhindres.	Lav effektivitet og dårligere resultat	Noe sannsynlig	4	Holder en god tone med eksterne aktører og publiserer fremdrift fortløpende på prosjektside.	Jacob Ludvigsen 26.11.2021
2	Forståelse av oppgave: Misforstått / Feil fremgangsmåte på oppgaver.	Resultat på rapport stiller ikke til forventningene. Muligens lavere karakter.	Noe sannsynlig	6	Kommunikasjon / tilbakemeldinger fra Faglige veiledere angående milepæler og oppgaver.	Jacob Ludvigsen 26.11.2021
2	Produkt løser ikke oppgaver tilfredsstillende	Produktet blir mindre nyttig.	Sjelden	3	Holder kontakt med sluttbrukere og helsepersonell for å utvikle korrekt funksjonalitet.	Jacob Ludvigsen 26.11.2021

Figur 10: Risikokartlegging

7.4 SWOT

Styrker <ul style="list-style-type: none">• Geografisk nærhet til stort brukermiljø i profesjonell setting.• Erfaring med 3D-printing.• Kan dra kunnskap fra et åpent innovasjonsmiljø.	Svakheter <ul style="list-style-type: none">• Mekanisk demping kan få begrenset effekt når lasten, vibrasjonsintensiteten og -frekvensen varierer.• Mulig kompleksitet i regelverk og avtaler for hjelpemidler.
Muligheter <ul style="list-style-type: none">• Aktører kan fritt se og undersøke kvaliteten i mitt produkt og velge å engasjere meg i oppdrag etter endt prosjekt.	Trusler <ul style="list-style-type: none">• Dersom en konkurrerende 3D-printerbedrift med markedsoverlapping bruker retten sin til å produsere og selge produktet, kan det svekke min inntjeningssevne.

Figur 11: SWOT-tabell

8 Kvalitetsstyring

8.1 HMS

Helse, miljø og sikkerhet skal ivaretas under utføringen av prosjektet. Dette gjøres ved hjelp av risikoanalyse i forkant, samt at sikker-jobb-analyse gjennomføres før hvert nytt tilfelle av praktisk arbeid i lab.

HMS gjør seg mest gjeldende i konstruksjonsfasen. I skrivefasen kan det oppstå arbeidsmiljøproblemer, grunnet den høye arbeidsintensiteten som kreves.

8.1 Kundeoppfølging

Der det blir nødvendig med oppfølging og oppklaring med kunde, kan møter avtales. Uavhengig av avtalte møter vil vi kunne holde uformell kontakt med meldinger og epost for å opprettholde et godt kunde/leverandør-forhold og dekke spontane informasjonsbehov.

8.1 Intern oppfølging

Prosjektleder er ansvarlig for at møter finner sted og at arbeidsoppgaver fordeles og utføres.

Prosjektet i sin helhet publiseres fortløpende på en side på Hackaday. Med jevne mellomrom tar prosjektleder backup av filene i sin helhet, i tilfelle problemer skulle oppstå med Hackaday.

9 Figurliste

Figurliste

Figur 1: Materialoversikt.....	6
Figur 2: Risikokartlegging.....	7
Figur 3: SWOT-tabell.....	8

10 Litteraturliste

CERN. (2021). *Home | CERN Open Hardware Licence*. <https://cern-ohl.web.cern.ch/>

NHO. (2021). *Lønnsstatistikk NHO*.

<http://arbinn.nho.no/arbeidsliv/lonn-og-tariff/lonn/artikler/lonn-statistikk-nho/>

Overenskomst for tekniske funksjonærer. (u.å.). Hentet 26. november 2021, fra

<https://flt.no/app/uploads/2015/11/Tekniske-funksjon%C3%A6rer-med-NHO-2020-2022-1.pdf>

Aktivitetsbeskrivelser

Aktivitet nr.:	A01
Tittel:	Prosjektstyring
Ansvarlig:	Jacob Ludvigsen
Hensikt:	Prosjektstyringens formål er å styre utførelsen av aktiviteter innen prosjektet slik at ønsket resultat oppnås.
Omfang:	Prosjektstyring griper inn i alle aktiviteter
Metode:	Ansvarsforhold, fremtidsplan, milepæler og timebudsjett har blitt lagt til grunn for å sørge for at aktiviteter blir gjennomført innenfor tidsrammen. Eventuelle avvik må dokumenteres i prosjektloggen.
Avhengig av:	Prosjektstart
Dokumentasjon/ resultat:	Fremdriftsplan, timebudsjett, møtereferater, og logg.
Varighet:	3 uker
Start - slutt:	26. november – 14. desember
Timer:	10 timer totalt.
Utarbeidet/Rev.:	Utarbeidet: JDL Rev.: 1 Dato: 26.11.21

Aktivitet nr.:	A02
Tittel:	Litteraturstudie
Ansvarlig:	Jacob Ludvigsen
Hensikt:	Prosjektgruppen skal sette seg inn i relevante standarder for prosjektet generelt og oppgaven spesifikt. Det vil bli nødvendig å benytte litteratur for å støtte opp under design av innretningen.
Omfang:	Aktiviteten omfatter alle aktiviteter
Metode:	<p>Relevante standarder innhentes og går gjennom slik at de kan benyttes aktivt under prosjektets fremstilling. Annen relevant litteratur innhentes der det ses nødvendig.</p> <p>Litteraturstudie er noe som vil foregå gjennom hele prosjektet, til varierende tider, og derfor fastsetter vi ikke noe spesifikt tidsintervall til denne delen av prosjektet.</p>
Avhengig av:	-
Dokumentasjon/ resultat:	Referanseliste
Varighet:	3 uker
Start - slutt:	26. des -14.des
Timer:	10 timer totalt.
Utarbeidet/Rev.:	Utarbeidet: JDL Rev.: 1 Dato: 26.11.21

Aktivitet nr.:	A03		
Tittel:	Konstruksjonsgrunnlag		
Ansvarlig:	Jacob Ludvigsen		
Hensikt:	Betingelsene for konstruksjon av innretningen skal bestemmes.		
Omfang:	Ferdigstilt konstruksjonsgrunnlag markerer begynnelsen på prosjektets produktive fase.		
Metode:	Grunnlag for design av skrog defineres ved hjelp av kundens behov og krav til funksjon og ytelse.		
Avhengig av:	A01		
Dokumentasjon/ resultat:	Dokumentert konstruksjonsgrunnlag		
Varighet:	6 dager		
Start - slutt:	27. des -2.des		
Timer:	10 timer totalt.		
Utarbeidet/Rev.:	Utarbeidet: JDL	Rev.: 1	Dato: 26.11.21

Aktivitet nr.:	A04
Tittel:	Konseptgenerering
Ansvarlig:	Jacob Ludvigsen
Hensikt:	Et utvalg konsepter som tilfredsstillter konstruksjonsgrunnlaget genereres.
Metode:	Idémyldring, samtaler med stakeholders.
Avhengig av:	A03
Dokumentasjon/ resultat:	Dokument med oversikt over ulike konsepter.
Varighet:	1 dag
Start - slutt:	2.des
Timer:	3 timer totalt.
Utarbeidet/Rev.:	Utarbeidet: JDL Rev.: 1 Dato: 26.11.21

Aktivitet nr.:	A05
Tittel:	Konseptutvikling
Ansvarlig:	Jacob Ludvigsen
Hensikt:	Hensikten er å fremlegge et konsept som tilfredsstillter kundens krav, og så videreutvikle det.
Metode:	Drøfting med stakeholders og bruk av kilder for å velge ut et hensiktsmessig konsept blant de genererte konsepter. Fasong og egenskaper skal fastsettes ved hjelp av CAD-program. Konstruksjonen FEM-analyseres ved hjelp av CAD-program.
Avhengig av:	A04
Dokumentasjon/ resultat:	Et presist og funksjonelt konsept som kan inngå i en prosess med hurtig prototyping.
Varighet:	3 dager
Start - slutt:	3. des -5.des
Timer:	8 timer totalt.
Utarbeidet/Rev.:	Utarbeidet: JDL Rev.: 1 Dato: 26.11.21

Aktivitet nr.:	A06
Tittel:	Detaljdesign
Ansvarlig:	Jacob Ludvigsen
Hensikt:	Justere konseptets konstruksjon for bedre visuelt inntrykk samt brukeropplevelse, og finjustere mekaniske egenskaper.
Metode:	Hurtig prototyping, der design produseres, testes og evalueres iterasjonsvis. Bruk av CAD-program for å designe 3D-modell.
Avhengig av:	A05 skal være ferdig. A07 foregår samtidig som A06.
Dokumentasjon/ resultat:	Visuelt og funksjonelt tilfredsstillende produkt.
Varighet:	6 dager
Start - slutt:	4. des - 9.des
Timer:	16 timer totalt.
Utarbeidet/Rev.:	Utarbeidet: JDL Rev.: 1 Dato: 26.11.21

Aktivitet nr.:	A07		
Tittel:	Produksjon		
Ansvarlig:	Jacob Ludvigsen		
Hensikt:	Produsere det fysiske produktet.		
Metode:	Hurtig prototyping, der design produseres, testes og evalueres iterasjonsvis. Bruk av 3D-printer for å produsere komponenter.		
Avhengig av:	Samtlige aktiviteter er ferdig, utenom utarbeiding av presentasjon.		
Dokumentasjon/ resultat:	Sluttrapport		
Varighet:	7 dager		
Start - slutt:	11. des -14.des		
Timer:	19 timer totalt.		
Utarbeidet/Rev.:	Utarbeidet: JDL	Rev.: 1	Dato: 26.11.21

Aktivitet nr.:	A08
Tittel:	Sluttrapport
Ansvarlig:	Jacob Ludvigsen
Hensikt:	Hensikten med aktiviteten er å utarbeide hovedrapporten.
Omfang:	Aktiviteten omfatter alt dokumentert arbeid gjort i aktivitet A01-A07
Metode:	Bruk av Libreoffice Write til skriving og Calc til diagrammer og blokkdiagrammer.
Avhengig av:	Samtlige aktiviteter er ferdig, utenom utarbeiding av presentasjon.
Dokumentasjon/ resultat:	Sluttrapport
Varighet:	4 dager
Start - slutt:	11. des -14.des
Timer:	12 timer totalt.
Utarbeidet/Rev.:	Utarbeidet: JDL Rev.: 1 Dato: 26.11.21

Aktivitet nr.:	A09
Tittel:	Utarbeide presentasjon
Ansvarlig:	Jacob Ludvigsen
Hensikt:	Dokumentere prosjektoppgaven, og gjøre informasjon om innretningen tilgjengelig i et lavterskel format.
Metode:	Bruk av Libreoffice Impress til presentasjon.
Avhengig av:	Hele prosjektet er ferdig.
Dokumentasjon/ resultat:	Open Document-presentasjon
Varighet:	2 dager
Start - slutt:	13. - 14. desember
Timer:	5 timer totalt.
Utarbeidet/Rev.:	Utarbeidet: Jacob Ludvigsen Rev.: 1 Dato: 26.11.21

