

<p>FAKULTET FOR INGENIØRVITENSKAP</p> <p><i>Institutt for maskinteknikk og produksjon</i></p> <p><i>7491 Trondheim</i></p> <p>Besøksadresse:</p> <p>Sverres gate 10 B</p>			<p>RAPPORT bacheloroppgaven</p>
			<p>Tittel (Både på norsk og engelsk kreves)</p> <p>Utvikling av simuleringskammer - Design og sensorteknikk med fokus på lys og vibrasjoner</p> <p>Development of a Simulation Chamber - Design and Sensor Technology for Light and Vibrations</p>
			<p>Prosjektnr.</p> <p>MTP-K-2018-17</p>
			<p>Forfatter(e)</p> <p>Emil Døssland Helvik Ingrid Sonja Wiborg Huseby Camilla Skalmerås</p>
			<p>Oppdragsgiver(e) eksternt</p> <p>Anna Olsen</p>
<p>Dato levert</p>	<p>Antall del- rapporter</p>	<p>Totalt antall sider</p>	<p>Veileder(e) internt</p> <p>Anna Olsen</p>
<p>22.05.18</p>	<p>1</p>	<p>80</p>	<p>Rapporten er ÅPEN</p>

Kort sammendrag

Oppgaven handler om utvikling av et simuleringskammer, i samarbeid med prosjektet OPTIMAT startet av NTNU. Kammeret har hovedfokus på å implementere faktorene lys og vibrasjoner. Det er også sett på styringssystem, isolasjon og materiale til kammeret.

For å finne ut det beste valget for de forskjellige faktorene, har gruppen sammenlignet to eller flere muligheter for hver av faktorene opp mot hverandre. Den muligheten som egnet seg best ble valgt.

Stikkord fra prosjektet

Simuleringskammer, kjølevarer, lys, vibrasjoner, styringselement, PLS, Arduino, isolasjon, materialer, produktutvikling, kjølevarer

Oppgavetekst

Oppgaven består av å utvikle et simuleringskammer for mat med fokus på kjølevarer. En person fra matteknologi skal kunne utsette maten for ulike påkjenninger, og etterpå se og måle hvordan det har påvirket maten. Målet med testene er å finne ut hvordan en kan øke holdbarheten til maten. Maten pakkes i en bestemt atmosfære før den settes i kammeret. Hendelsesforløpet som blir sett på starter rett etter pakking av matvaren i fabrikken, og avsluttes når maten skal spises. Den som utfører testene skal kunne velge seg et hendelsesforløp der faktorene temperatur, lys og vibrasjoner varierer. Sensorene skal kunne stille seg inn etter valgt hendelsesforløp. Gruppas oppgave er å utvikle dette kammeret.

Forord

Denne oppgaven er skrevet på vårsemesteret 2018 i forbindelse med avsluttende utdanning ved NTNU Kalvskinnet, innenfor studielinjen maskiningeniør.

Gruppen består av tre medlemmer: Emil D. Helvik, Ingrid S. W. Huseby og Camilla Skalmerås.

Ved valg av oppgave så vi over de forskjellige forslagene som var blitt lagt ut på skolens læringsnettside, Blackboard, før vi kom fram til at et samarbeid med prosjektet OPTIMAT virket interessant.

Oppgavens formål er å utvikle et simuleringskammer, med hovedfokus på lys og vibrasjoner. Kammeret skal kunne brukes av matteknologer til å teste blant annet kjølevarers holdbarhet fra de er pakket hos produsenten, til de blir åpnet hos forbrukeren.

Vi vil først og fremst takke veileder Anna Olsen, for all hjelp og støtte gjennom oppgaveskrivingen, og at hun har vært tilgjengelig for oss når vi har hatt spørsmål.

Videre takker vi masterstudentene på matteknologi, Anne Marit Holten og Stian Kopperud, som har svart på alle mulige spørsmål relatert til mat som vi har hatt gjennom semesteret.

I tillegg ønsker vi å takke bachelorgruppa med medlemmene Haowei Guo, Are Hegstad og Øzgur Yasar for godt samarbeid gjennom semesteret. Denne gruppa var også med på å utvikle simuleringskammeret, og de ser på andre faktorer enn de som er med i denne rapporten.

Vi vil også takke Kristian Strøm for informasjon om Arduino og Kristine Thevik for informasjon om PLS. Dette ga oss mye nyttig og god informasjon.

Trondheim, mai 2018

Emil Døssland Helvik

Emil D. Helvik

Camilla Skalmerås

Camilla Skalmerås

Ingrid Sonja Wiborg Huseby

Ingrid S.W. Huseby

Sammendrag

Denne oppgaven handler om utvikling og design av et simuleringskammer, med hovedfokus på påvirkningene lys og vibrasjoner har på kjølevarer. Gruppen har også skrevet om isolasjons- og materialvalg. Gruppen har samarbeidet med en annen bachelorgruppe, som skal se på blant annet design og temperaturregulering.

Sammen med den andre bachelorgruppen ble det lagt fram forskjellige faktorer som var relevante for oppgaven, og disse faktorene ble fordelt mellom de to gruppene. For denne oppgaven fikk gruppen faktorene lys, vibrasjoner, og valg av styringselement, isolasjon og materiale. Denne oppgaven danner en del av det teoretiske grunnlaget en trenger for å bygge simuleringskammeret.

Ved valg av problemstilling, fant gruppen ut at det å fremstille et nytt simuleringskammer, er interessant, da forskning på matholdbarhet er relevant i dagens samfunn. Først ble det laget en generell problemstilling, som var "simulering av kjølevarer fra produsent til forbruker ved hjelp av et simuleringskammer". Den ble senere mer spisset og lyder "Utvikling av et simuleringskammer, med fokus på lys, vibrasjoner, styringssystem, isolasjon og materialvalg".

For å finne ut det beste valget for de forskjellige faktorene, har gruppen sammenlignet to eller flere muligheter for hver av faktorene opp mot hverandre. Denne prosessen hjalp til med å få valgt den beste muligheten for simuleringskammeret. I alle delene er det først skrevet kort om temaet og avgrensninger, før det er blitt skrevet teori om aktuelle løsninger. Til slutt ble det diskutert og konkludert med hvilken løsning som vil egne seg best til simuleringskammeret.

Begge styringselementene som ble sett på, PLS og Arduino, er egnet til å brukes i kammeret. Lyset som ble valgt ut er av typen LED, stiftspære med sokkelen G9. Motoren som skal benyttes til å produsere vibrasjoner er en ERM-motor. Isolasjonsmetoden som anbefales av gruppen er plateisolasjon av typen stivt polyuretan. Til slutt er stål, helst rustfritt, det materialet som er valgt til å bygge selve simuleringskammeret.

Summary

This bachelor's thesis is about the development and designing of a simulation chamber, focusing on the effects that light and vibrations has on cooled goods. The group has also written about the choice of insulation and material.

The group has been co-operating with another bachelor group throughout the whole dissertation. The other group has, among other things, been writing about temperature.

Different relevant factors for the thesis was found and split between the two groups. The group writing this thesis got the factors light, vibrations, and choice of controlling method, insulation and material assigned. This thesis is a part of the theoretical foundation you need to build the simulation chamber.

When choosing topic, the group figured that developing a new simulation chamber was interesting, because research on food shelf life is relevant in the society today. Firstly, a general topic was made, which was "Simulation of cooled goods, from producer to consumer, with the help of a simulation chamber". It was later refined to "Development of a simulation chamber, focusing on light, vibrations, a controlling system, insulation and material".

To find the best choice for the different factors, the group compared two or more possibilities for each of the factors against each other. This process enabled the group to choose the best possibility for the chamber. In each chapter, the group writes about the different factors, and then theory about the possible solutions are presented. Lastly, the solutions are discussed, and the best solution for the chamber is chosen.

Both controlling systems the thesis has reviewed, PLC and Arduino, is possible to use in the chamber. The light that was chosen is an LED pin bulb with the G9 socket. The motor used to make the vibrations is an ERM motor. The insulation method recommended by the group is stiff polyurethane. Lastly, the material chosen for the chamber is steel, preferably stainless steel.

Innholdsfortegnelse

Forord	i
Sammendrag	ii
Summary	iii
1 Innledning	1
1.1 Bakgrunn og motivasjon.....	1
1.2 Beskrivelse og mål for oppgaven.....	2
1.3 OPTIMAT	2
1.4 Avgrensninger	2
1.5 Disposisjon	3
2 Teori og metode	5
2.1 Datainnsamling og litteraturanalyse.....	5
2.2 Produktutvikling, prosessen	5
2.3 Styrker og svakheter med arbeidet	6
3 Konseptutvikling	7
3.1 Styringselement	7
3.1.1 PLS	7
3.1.2 Skjerm for PLS.....	9
3.1.3 Arduino	11
3.1.4 Skjerm for Arduino	12
3.1.5 Diskusjon av styringselement	14
3.1.6 Forslag til mulig utførelse av displayet.....	15
3.2 Lys	18
3.2.1 Lysets fargetemperatur.....	18
3.2.2 LED (Light Emitting Diode).....	19
3.2.3 Halogen	19
3.2.4 Lysrør	20
3.2.5 LED, halogen eller lysrør?	20
3.2.6 Hvilken type pære skal velges?.....	21
3.3 Vibrasjon	23
3.3.1 Vibrasjon under transport.....	23
3.3.2 ERM motor	25
3.3.3 Pneumatisk turbinvibrator.....	26
3.3.4 Festeanordning	26
3.3.5 Egenfrekvens.....	27
3.3.6 Valg av vibrasjonsmotor	27
3.4 Isolasjon	29
3.4.1 Blåseisolasjon.....	29
3.4.2 Isolasjonsplater og isolasjonsrull	29
3.4.3 Lambda-verdi	30
3.4.4 Mineralull.....	31
3.4.5 Vakuumisolasjonspanel	32
3.4.6 Trefiberisolasjon (plate).....	32
3.4.7 Ekspandert polystyren (EPS)	33
3.4.8 Stivt polyuretan (PUR).....	33
3.4.9 Fordeler og ulemper med isolasjonstypene.....	33
3.4.10 Hvilken type isolasjon bør velges?	34
3.5 Materialvalg	35
3.5.1 Polykarbonat (PC).....	35
3.5.2 Stål	35

3.5.3	Aluminium	37
3.5.4	Polyvinylklorid (PVC)	37
3.5.5	Akrylnitril-butadien-styren (ABS).....	37
3.5.6	Fordeler og ulemper med materialtypene	38
3.5.7	Hvilket materiale er best egnet?.....	38
4	Oppsummering.....	39
5	Prisoverslag.....	41
6	Forslag til videre arbeid.....	42
7	Kilder.....	43
8	Bilde- og tabell-liste.....	48
9	Vedlegg.....	49
9.1	<i>Vedlegg I: Artikkel.....</i>	49
9.2	<i>Vedlegg II: Forprosjekt.....</i>	50
9.3	<i>Vedlegg III: Datablad 34 mm vibrasjonsmotor</i>	59
9.4	<i>Vedlegg IV: Datablad Slam Stick.....</i>	64

1 Innledning

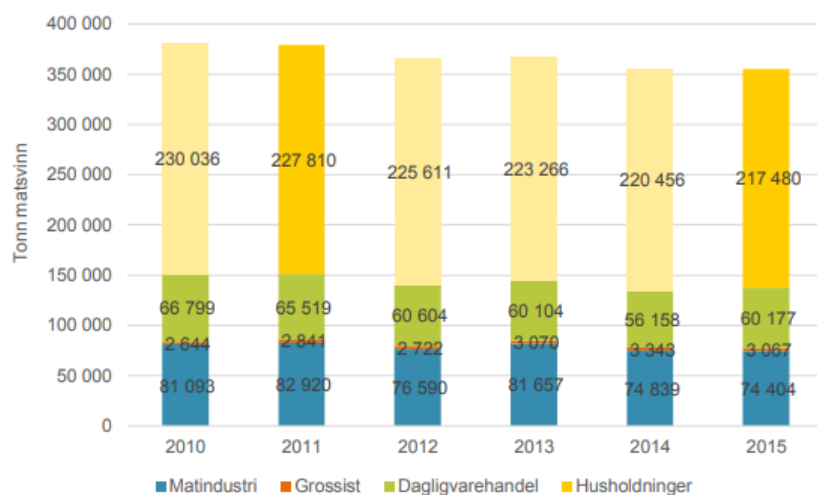
1.1 Bakgrunn og motivasjon

I Norge er matsvinnet stort. En person kaster i gjennomsnitt 13 % av forbruket sitt, altså hver åttende handlepose går rett i søpla. Det finnes flere fordeler med å minske matsvinnet hos forbruker, og to av de er mindre klimagassutslipp og at forbrukeren sparer penger. [1]

Tiltak som kan føre til at det kastes mindre mat er mer informasjon om matavfall ut til forbrukerne, samt å bedre holdbarheten på maten. Det å minske svinn fra fabrikkene og matvarebutikkene vil også være viktige faktorer i å minke matavfallet. I figur 1.1 ser en at det er mest å spare på å minske matsvinnet hos forbrukeren.

Tabell 6-1 Tonn matsvinn fordelt på de ulike leddene i verdikjeden fra 2010 til 2015 (grå celler er ekstrapolerte verdier).

Tonn matsvinn						
År	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Matindustri	81 093	82 920	76 590	81 657	74 839	74 404
Grossist	2 644	2 841	2 722	3 070	3 343	3 067
Dagligvarehandel	66 799	65 519	60 604	60 104	56 158	60 177
Husholdninger	230 036	227 810	225 611	223 266	220 456	217 480
SUM	380 573	379 091	365 527	368 097	354 796	355 128



Figur 6-5 Tonn matsvinn fordelt på de ulike leddene i verdikjeden fra 2010 til 2015 (mørkegule søyler er registrerte data, lysegule søyler er ekstrapolerte verdier).

Figur 1.1 Viser hvor mye matsvinn det er i ulike ledd oppgitt i tonn. Tallene er fra perioden 2010 til 2015 [1]

For å få mer kunnskap om hvordan forbedre holdbarheten til kjølevarerne, trengs det mer forskning til. En måte å gjennomføre forskningen på er ved hjelp av et simuleringskammer.

Simuleringskammeret skal hjelpe forskerne til å finne ut hvilke faktorer som påvirker maten, hva det er som gjør holdbarheten dårligere, og hva det er som gjør holdbarheten bedre. For å kunne simulere hendelsesforløpet best mulig er det nødvendig å hente inn empiriske data. De innhentede dataene kan kalibreres med simuleringskammeret. Det er også mulig å stille inn dataene manuelt etter egne ønsker. Denne oppgaven tar for seg utviklingen av dette simuleringskammeret. Kammeret er blitt utviklet etter ønsker og samarbeid med studenter på studielinjen matteknologi. [1]

1.2 Beskrivelse og mål for oppgaven

Denne oppgaven skal utvikle et simuleringskammer som matteknologer skal kunne bruke for å se på hendelsesforløpet kjølevarer utsettes for, fra rett etter pakking av matvaren til den blir spist av forbruker. Denne oppgaven fokuserer på lyspåvirkning, vibrasjonspåvirkning, og valg av styringselement, material og isolasjon. Gjennom utviklingen av kammeret har gruppen samarbeidet med en annen bachelorgruppe, som i sin oppgave ser på temperatur, kuldeteknikk og design av simuleringskammeret.

1.3 OPTIMAT

Denne oppgaven er en del av et større prosjekt i regi av NTNU som heter OPTIMAT. Prosjektet skal foregå i tidsperioden 2016-2023. Aktørene er Institutt for bioteknologi og matvitenskap, og Institutt for maskinteknikk og produksjon. Formålet med prosjektet er å øke kunnskapen om forhold som påvirker kvaliteten og holdbarheten på mat. Prosjektet er også interessert i å etterprøve andres forskningsresultater. OPTIMAT er interessert i å forske på matvarer, og ønsker at det ferdige simuleringskammeret skal kunne brukes til forskningen.

1.4 Avgrensninger

Det er store forskjeller på hvilke faktorer som påvirker ulike matvarer, derfor har det i samarbeid med matteknologistudenter blitt valgt ut en gruppe matvarer som det fokuseres på. Den matvaregruppen som ble valgt ut, er kjølevarer.

Matvarene som skal testes, skal på forhånd pakkes i ønsket modifisert atmosfære, som kalles Modified Atmosphere Packaging (MAP) på fagspråket. Når maten skal pakkes i pakkemaskinen på laboratoriet til matteknologistudentene på Kalvskinnet, kan de velge hvor

mange prosent oksygen (O₂), nitrogen (N₂) og karbondioksid (CO₂) det skal være i pakken. På grunn av at matvaren pakkes på forhånd, er det ikke nødvendig å endre gass-sammensetningen inne i kammeret. [2]

Under transport går sjokk og vibrasjon litt om hverandre, der store sjokkpåvirkninger mest sannsynlig vil gi størst skade på varen. For å avgrense denne oppgaven har det blitt tatt utgangspunkt i vibrasjoner, og hvordan denne faktoren påvirker matvaren over tid. Vibrasjonspåvirkninger oppstår på en stor del av transportforløpet, mens påvirkninger fra sjokk ofte oppstår ved på- og avlasting av transportmiddel. Siden matvarene kun utsettes for sjokk en kort tid av hendelsesforløpet har gruppen valgt å ikke se på sjokk i denne rapporten.

1.5 Disposisjon

I kapittel 2 beskrives metodikken som er brukt under datainnsamlingen og litteraturanalysen har foregått. Så beskrives det hvordan produktutviklingsprosessen har foregått. Til slutt beskrives styrker og svakheter med arbeidet som er gjort. Dette kapitlet skal gi forståelse på fremgangsmetodene som er brukt.

Kapittel 3.1 inneholder valg av styringselement til simuleringskammeret. Der får en nødvendig bakgrunnsteori om Arduino og PLS. Deretter blir det diskutert styrker og svakheter med styringselementene, før det kommer en anbefaling til hva som bør brukes til simuleringskammeret. Til slutt kommer et forslag til utførelse av styringsskjerm.

I kapittel 3.2 blir lys presentert. Der kan en lese om avgrensninger og viktige faktorer. Deretter er der skrevet teori om lysets fargetemperatur, LED-pærer, halogenpærer og lysrør. Så er det funnet ut om LED, halogen eller lysrør er best egnet. Til slutt blir det diskutert ulike fordeler og ulemper med ulike lyspærer, og deretter kommer gruppa med en anbefaling.

I kapittel 3.3 er det skrevet om vibrasjoner. Der er det skrevet om hva vibrasjoner er for noe, og vibrasjoner under transport. Deretter kommer det teori om ERM-motor og pneumatisk turbinvibrator og hvordan disse motorene kan implementeres i kammeret. Deretter kommer det litt om hvorfor en skal finne egenfrekvensen, og til slutt blir det anbefalt en vibrasjonsmotor til simuleringskammeret.

I kapittel 3.4 er det skrevet om hvorfor en bør isolere kammeret. Det er skrevet teori om seks ulike typer isolasjonsmateriale. Deretter blir det diskutert fordeler og ulemper med de ulike isolasjonsmaterialene. Til slutt blir det anbefalt en type isolasjon. Det er også forklart hvorfor de andre typene er valgt vekk.

Kapittel 3.5 starter med teori om fem forskjellige materialer. Deretter er det presentert fordeler og ulemper med de ulike materialene. Til slutt er det kommet fram til en anbefaling til hvilket materiale som er best egnet ifølge gruppen.

I kapittel 4 er det en oppsummering over informasjonen i kapittel 3. Hvert tema er oppsummert i en kort tekst.

I kapittel 5 er det presentert et kort og grovt prisoverslag

Kapittel 6 kommer med anbefalinger til videre arbeid.

2 Teori og metode

2.1 Datainnsamling og litteraturanalyse

Datainnsamling og litteraturanalyse har vært en sentral del av denne oppgaven. For å komme fram til best mulig og ønsket resultat, har det vært nødvendig å innhente informasjon fra ulike produkter og lære mer om deres styrker og svakheter.

Gruppen har hovedsakelig brukt Google Scholar og Oria for å finne relevante vitenskapelige publikasjoner. Tidligere oppgaver fra OPTIMAT-prosjektet og lærebøker har blitt brukt som inspirasjon. Det har også blitt benyttet vanlig søk på Google. Alle kilder som er blitt brukt er kvalitetssikret ved å sammenligne dem med andre kilder. Kilden ble brukt dersom informasjonen som sto på den siden stemte med de andre kildene.

2.2 Produktutvikling, prosessen

Produktutvikling er en stor del av denne oppgaven. Det har vært mye tenking for å prøve å komme på de beste ideene. Det hele startet med en idefase. Grappa fikk noe informasjon om prosjektet og noen ønsker på forhånd, resten var opp til grappa å bestemme.

Bachelorgruppene i OPTIMAT-prosjektet fikk også kontaktinformasjonen til to masterstudenter på matteknologistudiet. Til dem kunne gruppene stille alle mulige spørsmål relatert til mat og testing på mat. I starten ble det stilt mange spørsmål til matteknologistudentene for å finne ut krav og ønsker samt avgrensninger til oppgaven.

Sammen med den andre gruppen kom det opp mange gode forslag til hva som skulle være med i kammeret, og ideer til arbeid videre. Gruppene fant ut at det det var ønskelig å utvikle et nytt simuleringskammer fra bunn av. Det finnes tidligere bacheloroppgaver med tilknytting til simuleringskammer i OPTIMAT-prosjektet, og en av de oppgavene har bygd et simuleringskammer. Grappa kunne velge å forbedre dette kammeret. Til slutt i denne fasen kom gruppene opp med en felles problemstilling.

Veileder Anna Olsen var tilgjengelig for spørsmål under hele oppgaveprosessen, samt at det ble avholdt faste møter annenhver uke. I idefasen presenterte grappa sine ideer til Anna, og hun kom med innspill.

Da gruppene hadde kommet fram til hva som skulle være med i kammeret, så ble oppgaver fordelt. Det ble bestemt at denne oppgaven skal se på faktorene lys, vibrasjoner, isolasjon, materialvalg og styringselement. Den andre gruppen skal fokusere på temperatur, kuldeteknikk og design. Gruppene har under hele prosessen diskutert en del seg imellom, både gode og dårlige ideer. Der det har vært behov for det, har det blitt delt aktuelle filer mellom gruppene, både gode linker og arbeid som har blitt gjort.

Matteknologistudentene ble også stilt en del spørsmål underveis i prosessen. Det hendte at matteknologene ikke kunne svare på spørsmålene. I de tilfellene ble det ofte gjort antagelser.

2.3 Styrker og svakheter med arbeidet

Det ble funnet data om ulike temaer for å gjennomføre produktutviklingsdelen. For å komme fram til en god løsning var det nødvendig å diskutere fordeler og ulemper. For å kunne diskutere disse fordelene og ulempene var det nødvendig å innhente teoretisk kunnskap om emnene.

Det at gruppa fikk kontakt med studenter fra matteknologi har hjulpet mye. Det har gjort det lettere å finne ut hva de ønsker seg, og hvilke krav de har til kammeret. Det var også noen utfordringer med å ha en tverrfaglig oppgave. Det hendte at gruppa og matteknologistudentene misforsto hverandre. Grunnen til dette kan skyldes at man kan lite om hverandre sitt fagfelt, og derfor ble det misforståelser i det tekniske språket.

Noen ganger var det vanskelig å finne gode kilder. Problemer som oppstod, var ofte at kilden ikke var pålitelig nok eller at innholdet i kilden var skrevet for tynt eller for avansert og spesifikt i forhold til hva som var ønsket.

3 Konseptutvikling

3.1 Styringselement

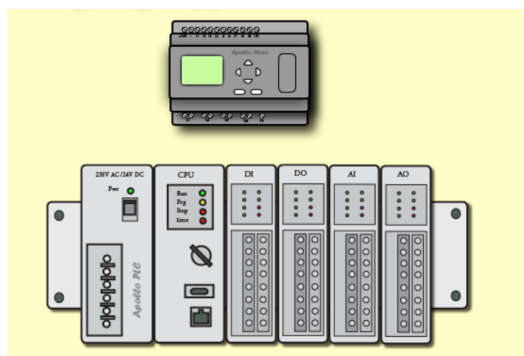
Det styringselementet gruppen velger til simuleringskammeret, skal kunne styre både lys og vibrasjoner. Det skal være mulig å velge hvilket lys som skal lyse, hvor lenge det skal lyse og hvor lang tid som skal gå til neste lys slås på. Det samme gjelder vibrasjoner. Gruppen har bestemt at kun et lys kan være tent om gangen, siden matvarene hovedsakelig blir utsatt for en type lys om gangen.

For å kontrollere og styre de forskjellige elementene skal det videre bli diskutert forskjellige muligheter for hva som kan eller ikke kan brukes. Flere muligheter blir introdusert og diskutert med fordeler og ulemper. Til slutt vil de forskjellige mulighetene bli satt opp mot hverandre, og det vil bli valgt den beste løsningen for simuleringskammeret.

3.1.1 PLS

PLS står for "Programmerbar Logisk Styring", eller "Programmable Logic Controller" (PLC) på engelsk. Det kan beskrives som en liten datamaskin, som brukes til automasjonsoppgaver. En PLS består av maskinvare, prosessor, minne, et operativsystem og et applikasjonsprogram. [3]

Den øverste komponenten på figur 3.1 er av en liten og enkel PLS brukt i mindre og enklere prosesser. Den nederste PLS-en på figuren er modulbasert og kan bygges ut etter behov. Den er brukt i større og mer komplekse prosesser.



Figur 3.1 Viser to forskjellige PLS-er [3]

Inn- og utgangene til PLS-en er enten digitale eller analoge. Når inngangene er digitale, vil de lese en av to tilstander, enten 0 eller 1. Da vil det for eksempel bli koblet på komponenter slik som strømbrytere eller forskjellige typer alarmer.

Når inngangene derimot er analoge, vil det bli brukt komponenter som er forskjellige typer transmittere.

Analoge signaler representerer ofte verdien til en størrelse som eksempelvis elektrisk spenning, temperatur, trykk og så videre. Noen standardiserte signaltyper innenfor automatiseringsfaget er 0–10 V, 4–20 mA, 1–5 V. [3]

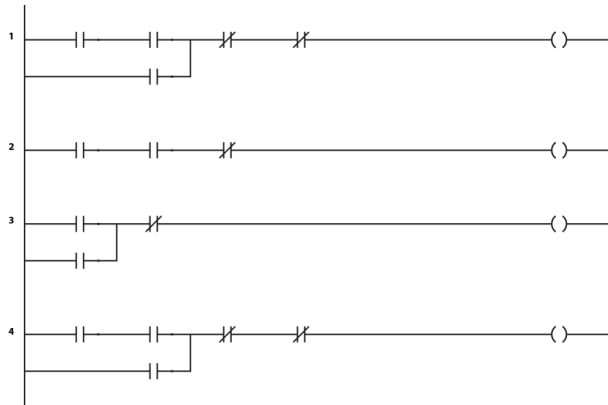
Utgangene kan bli koblet sammen med for eksempel ventiler, forskjellige type sylindre eller elektriske motorer. Disse utgangene kan bli styrt analogt med for eksempel en frekvensomformer, eller digitalt med kontaktor.

Et PLS-system mottar informasjon fra sensorer eller andre inn-komponenter. Denne informasjonen blir deretter prosessert, før den vil trigge et utsignal bestemt av et eksisterende program.

Et eksempel er en silo installert med nivåsensorer. Når sensoren registrerer at fôrnivået er for lavt i siloen, vil den sende et varsel til inngangen i PLS-systemet om at fôrnivået er for lavt. Programmet vil da fortelle PLS-systemet hva det skal gjøre. I dette tilfellet vil da PLS-en sende ut en ordre via utgangen at siloen skal fylles opp. Dette eksempelet viser et veldig enkelt program som er lett å programmere og bruke. I gruppas tilfelle vil programmeringen bli mer kompleks, men fortsatt mulig å gjennomføre.

PLS er ikke den billigste muligheten, da en enkelt komponent vil koste et par tusen norske kroner. [4] [5]

Et av programmeringsspråkene brukt i PLS er Ladder. Navnet ladder kommer av at diagrammet som settes opp ser ut som en stige, som på engelsk heter “ladder”. Det er et programmeringsspråk originalt laget for elektrikere og andre med bakgrunn innenfor elektro. På grunn av dette ser symbolene ut som symboler brukt av elektrikere i deres jobbhverdag. Ladder er bygd opp av to vertikale linjer, og et visst antall horisontale linjer som går fra den ene vertikale linjen til den andre. Dette er vist i figur 3.2. [6]



Figur 3.2 Et eksempel på hvordan ladder kan se ut [6]

Diagrammet blir lest fra venstre til høyre. Langs den horisontale linjen legges funksjonene (“|” eller “|/|”) som ønskes utført inn, og krav til hva som allerede skal være utført før en går videre, og får en utverdi (“()”) helt til slutt.

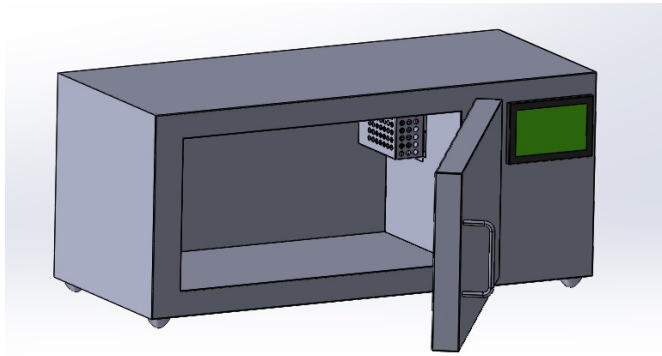
Etter å ha skrevet inn utverdien går en videre til neste linje, og slik fortsetter det helt til programmeringen er ferdig. Det er også mulig å sette inn tidtakere (timer), og en teller (counter), som teller hvor mange ganger en funksjon skal gjennomføres.

Det er en mulighet å bruke denne programmeringsmåten til å styre lyset gjennom en lengre periode. En kan programmere inn hvilke lys som skal virke når, slik at det ene lyset kun skal skrus på etter at et annet lys har vært skrudd av etter en bestemt tid. Kan her da bruke tidtakere til å stille inn hvor lenge hvert lys skal være på og hvor lang tid det skal gå fra et lys er skrudd av til det neste blir skrudd på. På tidtakerne er det mulig å endre tiden mellom hver testperiode, det samme kan du med tellerne.

3.1.2 Skjerm for PLS

Gruppens krav for en skjerm er at den skal kunne brukes for å styre hele prosessen fra start til slutt. Skjermen skal kunne brukes til for eksempel å velge rekkefølgen på lys, og hvor lenge hvert lys skal være skrudd på.

PLS kan ha innebygde skjermer på modulene sine. For å ha skjermen synlig fra utsiden mens selve PLS systemet er på innsiden, er forslaget at PLS-en blir montert inn på framsiden. Dette er vist i figur 3.3, hvor den grønne firkanten er PLS-skjermen.



Figur 3.3 Tegning av simuleringskammeret med skjerm til PLS

Samba er en slik type skjerm. Det er en PLS med en innebygd berøringskjerm, med høy oppløsning. En Samba-skjerm er vist på figur 3.4 og 3.5.



Figur 3.4 Samba-skjerm [7]



Figur 3.5 Samba-skjerm [7]

Som en vanlig PLS har Samba inn-og utganger, som kan sende ut og motta både analoge og digitale signaler. Samba kommer i flere forskjellige størrelser, og gruppen har valgt en skjerm i størrelsen 4,3'', da en skjerm i størrelsen 7'' vil bli for bred. [7]

Et verktøy en kan bruke for å lage programmet brukt sammen med Samba, er VisiLogic. Det er et gratis programvareverktøy. VisiLogic kan brukes til å skrive, endre og laste ned kodingen til PLS og Human Machine Interface (HMI) applikasjonen til skjermen.

PLS kodingen er den som styrer hva som skjer, og blir skrevet med hjelp av "Ladder Editor". HMI applikasjonen er den som konfigurerer og får skjermen til å funke. Man bruker "HMI Editor" til å designe og lage sidene som blir vist på skjermen under bruk. Det er sidene som

blir vist på skjermen som forteller brukeren hva de skal gjøre. Disse sidene kan inneholde både tekst og bilder, som i sin tur kan være både variable og/eller faste.

VisiLogic har 3 utformingsprogram som brukes ved programmering; Ladder, HMI Display og variabler. De tre forskjellige programmene brukes i hver sin fane. En kan bytte mellom fanene ved hjelp av verktøy-knappene, eller ved å trykke på de tilsvarende elementene i noe som kalles ‘Project Explorer’. [8]

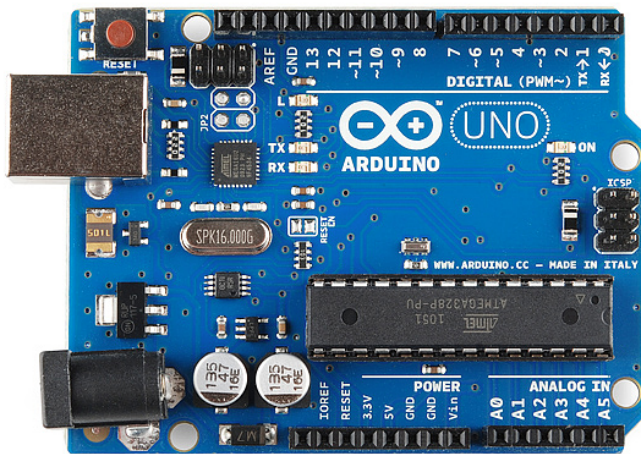
3.1.3 Arduino

Arduino er en plattform for prototyping av elektronikk med en åpen kildekode, basert på maskinvare og en programvare som er enkel å bruke. Arduinobrettene har både inn- og utganger installert på brettene. Inngangene mottar informasjon, for eksempel fra et lys på en sensor eller en knapp som er blitt trykket på, og gjør om dette til en utgang, slik som aktivering av en motor eller å skru på et lys. Sammen med inn- og utgangene som er festet på brettet, finnes det en mikrokontroller. All kodingen som blir utført, blir lagret i mikrokontrolleren. Gjennom en USB-port kan brukeren sende kodingen sin til mikrokontrolleren. Programmeringen blir utført med et programmeringsspråk som heter Sketch, som er veldig likt C/C++ og Java.

For å holde øye med hvor lenge et lys skal være på eller hvor lenge en viss type vibrasjon skal være aktiv, er det en nødvendighet å ha en form for en tidtaker. Dette kan løses ved å bygge på det originale Arduinobrettet med noe som er kalt ekspansjonsbrett, ‘‘Shields’’ på engelsk. Det er brett som er laget for å kunne bygge på Arduinobrettet, og med det utvide evnene til Arduino. [9]

Akkurat som det originale brettet er ekspansjonsbrettene enkle å montere og billig å produsere. Det er mulig å kjøpe ferdigbygde ekspansjonsbrett, men det er også mulig å kjøpe de forskjellige komponentene og bygge opp brettet selv. På et brett kan man montere en egen tidtaker som samhandler med andre ekspansjonsbrett. [10]

Arduino er kjent for å være enkel å bruke. Det blir brukt på hobbybasis, like fullt som det blir brukt av både studenter og profesjonelle personer, og passer fint til dette da et enkelt brett koster mellom 300 - 500 norske kroner. [11]



Figur 3.6 Arduionobrett av typen UNO [12]

3.1.4 Skjerm for Arduino

Akkurat som kravene nevnt under skjerm for PLS, skal skjermen som blir valgt ved bruk av Arduino, kunne brukes til å styre hele prosessen fra start til slutt.

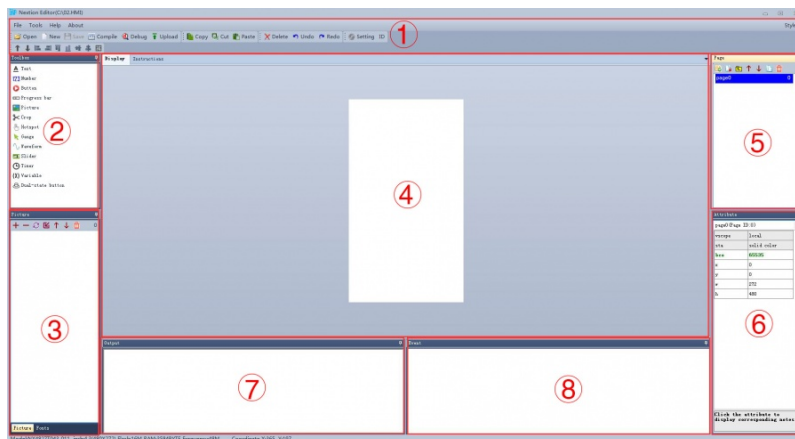
Skjermen til Arduino kan bli festet som foreslått for skjermen til PLS. Det vil bli skjært ut et hull på framsiden av kammeret, slik at skjermen kan festes fra innsiden. Arduinobrettene ligger dermed på innsiden, bak skjermen. Skjermen er da festet som vist på figur 3.3.

Et hjelpemiddel gruppen har funnet, er Nextion. Nextions skjermer er "Liquid Crystal Display" skjermer (LCD), tilgjengelig i 2.4" til 7" modeller. Skjermene er resistive berørings skjermer, som gjør det enkelt å bygge en Graphical User Interface (GUI), grafisk brukergrensesnitt på norsk. Det at en skjerm er resistiv betyr at skjermen består av to fleksible plater, med enten luft eller mikropunkter mellom seg. De fleksible platene er belagt med et resistivt materiale.

Nextion har en innebygd ARM (Advanced RISC Machine) mikrokontroller som styrer skjermen. Det er for eksempel den som generer knapper, lager tekst, endrer bakgrunnen eller lagrer bilder. [13]

Figur 3.7 viser skjermen som kommer opp når Nextion Editor brukes.

1. Hovedmeny
2. Komponenter
3. Bildebibliotek: bilder du importerer til prosjektet blir lagret her.
4. Display-område
5. Page-område: gir deg oversikt over alle sidene du har laget i display området.
6. Endringsområde for egenskaper: her kan du endre på egenskapene til komponenter og sider, som verdier og farger.
7. Error-område: dersom det skjer noe galt ved gjennomkjøring, vil det komme opp her.
8. Event-område: skriv noen enkle kodinger. Når en hendelse har skjedd vil kodingen som er skrevet her, bli kjørt.



Figur 3.7 Skjerm til Nextion Editor [13]

Nextion har sitt eget program som brukes for å designe hva som skal dukke opp på skjermen når den blir skrudd på, kalt Nextion Editor. I Nextion Editor kan en selv legge inn knapper, målere, tekst og mye mer. Sammen med Arduino kan man bestemme hva som skal skje når en trykker på knappene. Selve kodingen for hva som skal skje foregår i Arduino, mens kodingen for hva som skal skje når en knapp blir trykket på, foregår i Nextion Editor.

Da Nextion og Arduino har vært en del brukt av andre tidligere, er det bygget opp et eget bibliotek for koding, kalt "Nextion Arduino Library". Her kan alle som bruker Nextion og Arduino i sine prosjekter gå inn og se på hva andre brukere har kodet selv, og det er mulig å bruke de allerede utførte kodingen for å løse sine egne kodingsproblemer. [14] [15]

3.1.5 Diskusjon av styringselement

Tidligere i denne oppgaven har det blitt lagt fram to forslag til hvilken type styringselement som kan brukes for å styre lys og vibrasjoner; PLS og Arduino. Videre skal det diskuteres hvilken som er best egnet, ved å se på både fordeler og ulemper ved begge forslagene.

Arduino har mange fordeler, som at programmeringsspråket er enkelt å lære og bruke, og at det er brukt for mindre konstruksjoner og ofte brukt ved universitetsprosjekter. En annen fordel i forhold til PLS er at det er en del billigere.

PLS har, som Arduino, et ikke altfor vanskelig programmeringsspråk. PLS bruker egne programmeringsspråk, slik som ladder, mens Arduino bruker Sketch som ligner på programmeringsspråkene C/C++ og Java.

PLS brukes i høy grad for industrielle maskiner, men det er også mulig å bruke den i mindre prosjekter. Arduino blir brukt mye på hobbybasis og i studentprosjekter.

En annen ting som PLS gjør bedre enn Arduino, er dersom en ønsker flere inn- og utganger. I et PLS system er det mulig å legge til flere inn- og utganger, mens med et Arduinobrett må hele brettet byttes ut med et brett som har flere inn- og utganger.

En stor ulempe med Arduino er at dersom noe blir ødelagt, må hele Arduino-brettet byttes ut. Hvis noe i et PLS system blir ødelagt, er det kun nødvendig å bytte ut modulen som er ødelagt og sette inn en ny modul på samme sted.

Arduino har åpen kildekode programvare, som betyr at programmeringen gjort av andre er offentlig publisert, og at hvem som helst kan bruke, endre og, eller forbedre kodingen som allerede er utført. Dette er en fordel da en på grunn av dette kan finne programmer som er ferdige, og som en kan anvende til sitt bruk. [16]

En ting som er viktig å huske på ved valg av styringselement, er hvilken bakgrunn personene som mest sannsynlig skal konstruere og bruke kammeret, har. Kammeret kommer mest sannsynlig til å bli bygget av to studenter ved maskiningeniør-linjen på Kalvskinnet. Disse

studentene vil mest sannsynlig ha mer erfaring med bruk av PLS enn med Arduino, da PLS er en del av undervisningen på linjen mens Arduino ikke er det.

Det er mulig å bruke begge styringsmåtene, men gruppen heller mot bruk av PLS over Arduino.
[17]

3.1.6 Forslag til mulig utførelse av displayet

Da gruppen har valgt å gå videre med PLS, er det Samba som vil bli brukt som skjerm løsning. Videre her har gruppen kommet med forslag til designutførelse, og tanker om krav og spesifikasjoner ved koding av programmet.

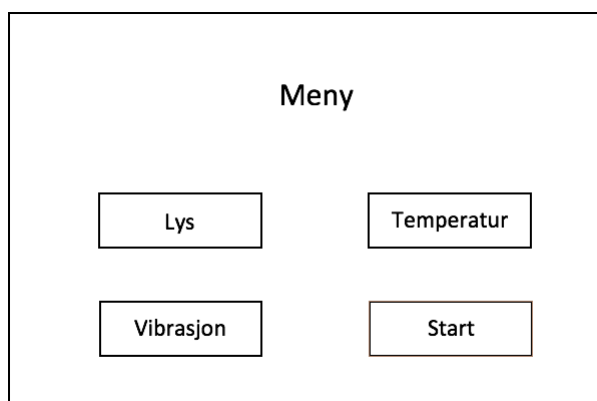
Menyen

Når skjermen blir skrudd på, vil menyen være det første som kommer opp. På den har du 4 knapper; lys, temperatur, vibrasjon og start.

Når det trykkes på knappen for lys, temperatur eller vibrasjon, blir en sendt videre til knappens korresponderende side. Dersom det trykkes på start uten å ha vært inne å ha spesifisert hva de ulike påvirkningene skal gjøre, vil det ikke skje noe. En må innom alle sidene og velge et hendelsesforløp før programmet kan starte.

Alle sidene har sin egen ‘’Meny’’ knapp dersom en ønsker å gå tilbake til menyen.

Et eksempel av designet er vist i figur 3.8.



Figur 3.8 Et forslag til hvordan menyen kan se ut

Lys

Når du trykker deg inn på siden for lys, kommer det opp 10 valgbare bokser, valgmuligheter for tid og 4 knapper for lys. For å velge hendelsesforløp velges en boks, starter med 1, og velger hvilket lys som skal være skrudd på, og hvor lenge. Så går en videre til boks 2, velger lys og hvor lenge lyset skal være på. Det er også mulig å velge at ingen lys skal være på. Slik fortsetter en til man er ferdig, og deretter trykker på "Temp." knappen for å gå videre til temperatur, eller på "Vibr." knappen for å gå til siden om vibrasjoner.

For å ikke ha noen lyspåvirkning for hele hendelsesforløpet, velges knappen "Ikke lys" og setter varigheten til hele hendelsesforløpet. Dette designet er foreslått i figur 3.9.

Meny					<- Vibr.		Temp.->	
Lys								
1	2	3	4	5	Lys 1 Lys 2 Lys 3 Ikke lys			
6	7	8	9	10				
+	+	+						
00	dager	00	timer	00				min.
-	-	-						

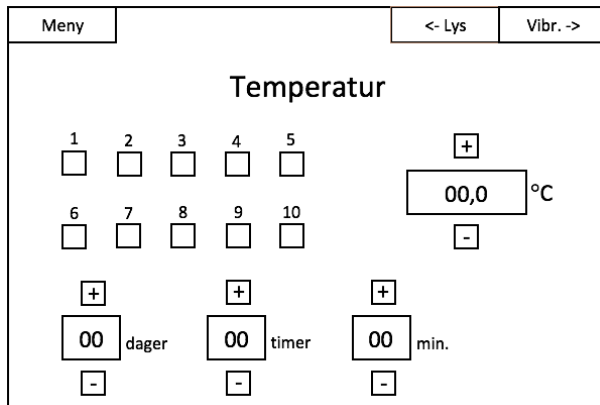
Figur 3.9 Et forslag til hvordan siden for lys kan se ut

Temperatur

Når det trykkes på siden for temperatur, kommer det samme som på siden for lys opp, men i stedet for 4 knapper med forskjellige lys dukker det opp to knapper, en med + (pluss) og en med - (minus), samt en boks for temperaturverdien. Det er denne boksen som viser hvilken temperatur som velges. Pluss- og minusknappene brukes til å velge temperaturverdi.

En går fram på samme måte som med lys, starter med valgbare boks 1, velger temperatur og tid, før en går videre til neste boks. For å ikke ha noe temperaturvariasjon velges en verdi for hele hendelsesforløpet.

Man kan trykke på "Lys" knappen for å gå til siden om lys, eller på "Vibr." knappen for å gå til siden om vibrasjoner. Dette designet er vist fram i figur 3.10.



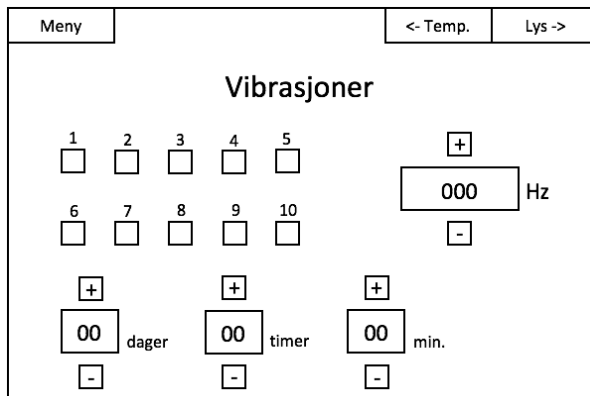
Figur 3.10 Et forslag til hvordan siden for temperatur kan se ut

Vibrasjon

På siden for vibrasjoner, dukker det opp det samme som sidene for temperatur, men i stedet for å velge temperatur, velges frekvens på vibrasjonene. På samme måte som med temperatur brukes pluss- og minusknappene til å velge frekvens.

Dersom det ikke er ønskelig å se på vibrasjonspåvirkninger i løpet av en testrunde, settes frekvensen til null og tiden til varigheten av hele hendelsesforløpet.

Man kan trykke på "Temp." knappen dersom en ønsker å gå til siden om temperatur, eller så kan man trykke på "Lys" knappen for å gå til siden om lys. Forslaget er vist fram i figur 3.11.



Figur 3.11 Et forslag til hvordan siden for vibrasjoner kan se ut

3.2 Lys

I simuleringskammeret skal det være mulig å bestemme hvilken type lys produktet blir utsatt for, og hvor lenge det skal bli utsatt for lyset. Videre skal forskjellige muligheter for lysstyring og ulike lyskilder bli foreslått og diskutert. Til slutt skal det bli valgt beste egnet løsningen for denne oppgaven.

Når en forenkler reisen til kjølewarene litt, så blir de utsatt for en type lys om gangen. Dermed blir det i vårt kammer ikke mulighet til å ha på flere lys samtidig, men alle lysene kan være slukket samtidig. Det er vanskelig å etterligne alle de forskjellige lysene kjølewarene utsettes for under sin reise, derfor har det blitt gjort en forenkling. Gruppen har sammen med matteknologistudentene valgt ut noen lys som skal etterlignes. De er fabrikklys, butikklys og kjøleskapslys. Blant annet så er sollys blitt valgt bort da tiden maten blir utsatt for sollys, er liten. Det er heller ikke mulig å simulere sollys riktig, da det ikke finnes noen form for lys som klarer å duplisere sollys eksakt.

Størrelsen på innsiden av kammeret der prøvene med mat skal ligge er 600 mm*300 mm*300 mm (l*b*h). Siden de innvendige målene er ganske små er det en fordel at lyspærene inne i simuleringskammeret er små.

De mest aktuelle lyspærene mener gruppa vil være stiftpære og vanlig pære med flat og rund ende. Fordeler og ulemper med disse vil bli diskutert videre i oppgaven. Temperaturen inne i kammeret kommer stort sett til å være lav, og det er derfor ønskelig med lav varmeavgivelse fra lysene. Det at lysene har lav varmeavgivelse er med på å minske kjølebehovet.

3.2.1 Lysets fargetemperatur

Lysets fargetemperatur har mye å si når en velger belysning. Fargen på lys angis i Kelvin. Det er fargetemperaturen som forteller om nyansene mellom varmt og kaldt lys. I dagligtalen brukes ofte begreper som varmhvit, hvit og kaldhvit, men disse begrepene er lite konkrete, derfor brukes Kelvin i stedet. Når led-lys dimmes, vil ikke lyset endre farge, kun gi mindre lys. En halogenpære vil endre farge på lyset når det dimmes. Det er viktig å velge lik temperatur på lamper med lik funksjon og som står i nærheten av hverandre. God belysning i butikker kan tiltrekke seg flere kunder og øke salget. [18]

I figur 3.12 ser en hvordan lyset ser ut ved ulike fargetemperaturer.



Figur 3.12 Fargen på lys ved ulike fargetemperaturer [18]

Der kjøle- og frysediskene er i matbutikken anbefales en fargetemperatur på rundt 4000 K.

Lyskilder med en fargetemperatur på 3000K: disse lyskildene har en positiv effekt på mennesker når man sitter og jobber på samme sted lenge. Derfor kan denne lyskilden med fordel bli brukt på kontorer, i hjemmet eller generelt sett alle steder. [18].

Derfor vil fabrikklyset ha en fargetemperatur på rundt 3000 K. For å finne fargetemperaturen til kjøleskapslyset, ble det funnet en pære til kjøleskap på en salgsside og sjekket de tekniske detaljene. Kjøleskapslyset hadde en fargetemperatur på 2700 K. [19] [20]

3.2.2 LED (Light Emitting Diode)

LED-pærene har veldig lav varmeavgivelse. Nesten all energien en putter inn går med til å lage lys. På grunn av den lave varmeavgivelsen er pæren brannsikker og mer barnevennlig enn andre typer på markedet. Pærene har energiklasse A. LED har mye lengre levetid og trekker mindre strøm enn de andre typene på markedet i dag. Pærene lages av resirkulert materiale, og inneholder ingen stoffer som er skadelig for miljøet. [21] [22]

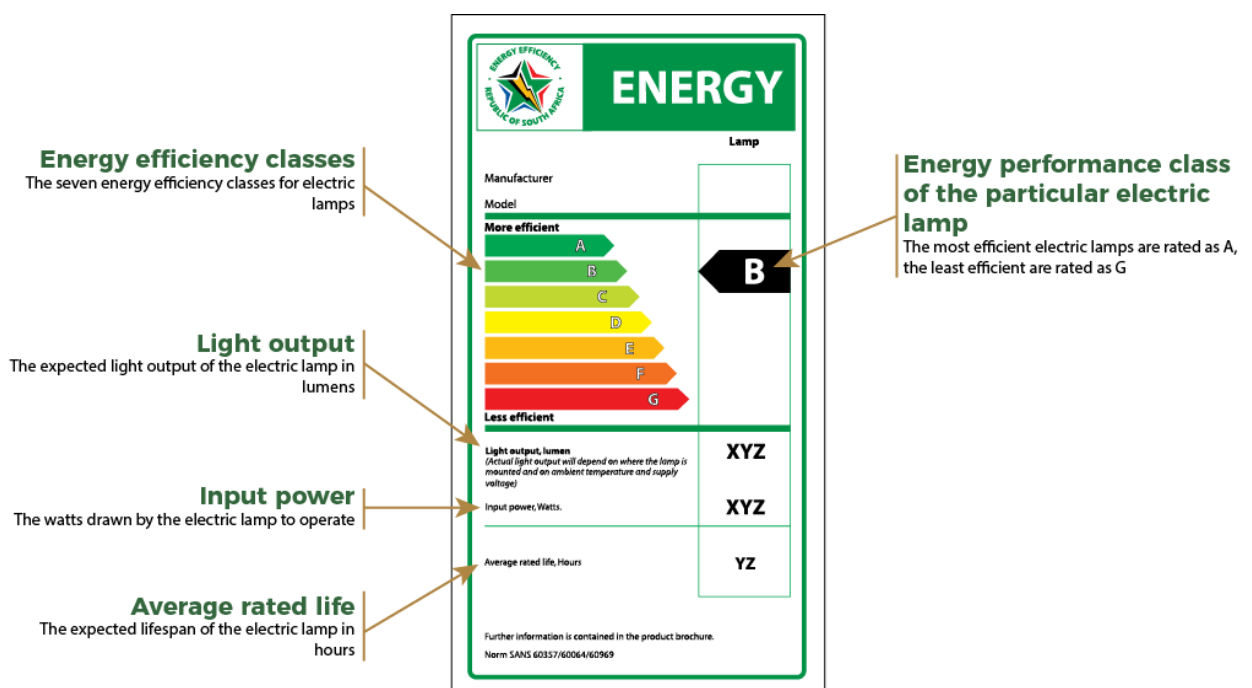
3.2.3 Halogen

Lyspærene laget med blant annet halogengass. De har erstattet glødelampen, da pæren kan ha høyere fargetemperatur, og dermed hvitere lys. Halogengassen er med på å hindre svertning av glasset, da svertning svekker levetiden betydelig. Halogenpærene kan bli veldig varme, og derfor må de monteres med en bestemt sikkerhetsavstand til antenkelige og brennbare materialer. Halogen har energiklasse B og C. [23] [24]

3.2.4 Lysrør

Lysrør ble ofte kalt for lysstoffrør tidligere. Lysrørene inneholder tungmetaller, og det er derfor viktig at de resirkuleres riktig. Lysrør gir et behagelig kraftig lys, og bruker ganske lite elektrisitet. Lysrør kan fås i forskjellige størrelser, både som lange rør, mer kompakt slik at de passer til små lamper. Rørene ligger ofte i energiklasse A og B. Ofte så blir det avgitt en del varme fra lysrørene. [25]

Figur 3.13 viser hvordan energimerkene til lyspærer ser ut.



Figur 3.13 Energimerke til lyspærer [26]

3.2.5 LED, halogen eller lysrør?

LED-lys har lavest varmeavgivelse og har høyest energiklasse. Halogenpæren kan bli veldig varm og kan ikke stå for nært lettantennelige og brennbare materialer. Lysrørene har høy energiklasse, men avgir mer varme enn LED-lys.

På grunn av den lave varmeavgivelsen og den høye energiklassen vil det bli brukt LED-pærer i simuleringskammeret. Det er også en fordel at LED er brannsikker og barnevennlig.

3.2.6 Hvilken type pære skal velges?

Det finnes mange forskjellige lyspærer på markedet. I tabell 3.1 er det bilder og navn av de pærene gruppen mener kan være aktuelle til simuleringskammeret. Det er også tatt med bilder og navn av sokkelen til pærene.

			
Flat pære	Rund pære	Stiftpære	Stiftpære
[27]	[28]	[29]	[30]
			
GU10	E27	G4	G9
[31]	[32]	[33]	[34]

Tabell 3.1 Pærer med tilhørende sokkel som kan være aktuelle til simuleringskammeret

Pærene med rund og flat ende vil ta mye plass i kammeret, mens stiftpærene tar ganske liten plass. Sokkelen til den runde pæren tar også mye plass, mens sokkene til de andre pærene er ganske små. Alle pærene er lette å bytte ut, da det bare er å ta de ut og inn i den tilhørende sokkelen. Hovedforskjellen på de to stiftpærene er hvordan enden som skal inn i sokkelen ser ut.

Hovedfokuset i utvalgelse av typen pære er størrelse. Pærene med rund og flat ende vil ta en del plass inne i kammeret. Derfor er de to stiftpærene mest aktuelle. G9-sokkelen tar litt mindre plass enn G4-sokkelen. Derfor anbefales det å bruke G9-stiftpære til simuleringskammeret.

3.3 Vibrasjon

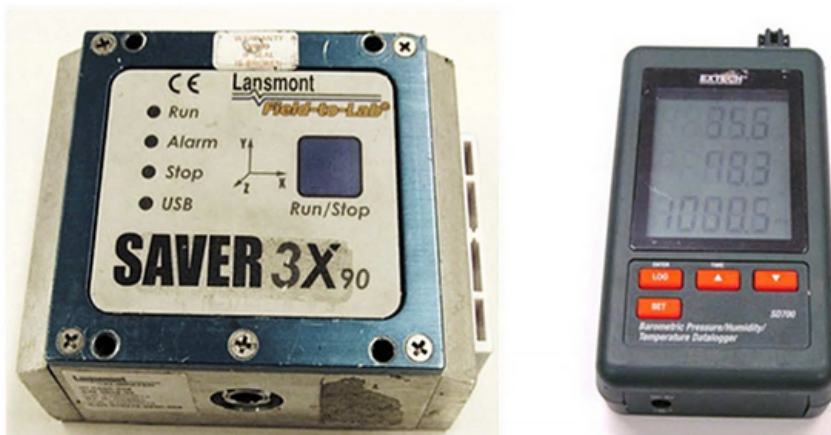
Under transport av varer vil det alltid bli produsert vibrasjoner, enten om det er fra et fly, tog eller lastebil. For å kunne finne ut mer om hvordan matvarene påvirkes av vibrasjonene, skal en vibrasjonsmotor bygges inn i simuleringskammeret.

Under transport oppstår det vibrasjoner av mange ulike frekvenser. Derfor er det viktig at det brukes en motor som kan produsere et stort spekter av frekvenser som varene blir utsatt for. Disse går fra lave frekvensverdier som varer ofte blir utsatt for under lang tid i f. eks lastebiltransport, til høye frekvensverdier som oppstår under letting og landing av fly.

Vibrasjon er et mekanisk fenomen som svinger frem og tilbake rundt et likevektspunkt. Svingningen kan være periodisk eller tilfeldig. Vibrasjoner har ulike frekvenser, som måles i Hertz (Hz). Bølgene er sinusbølger som kan måles og beregnes.

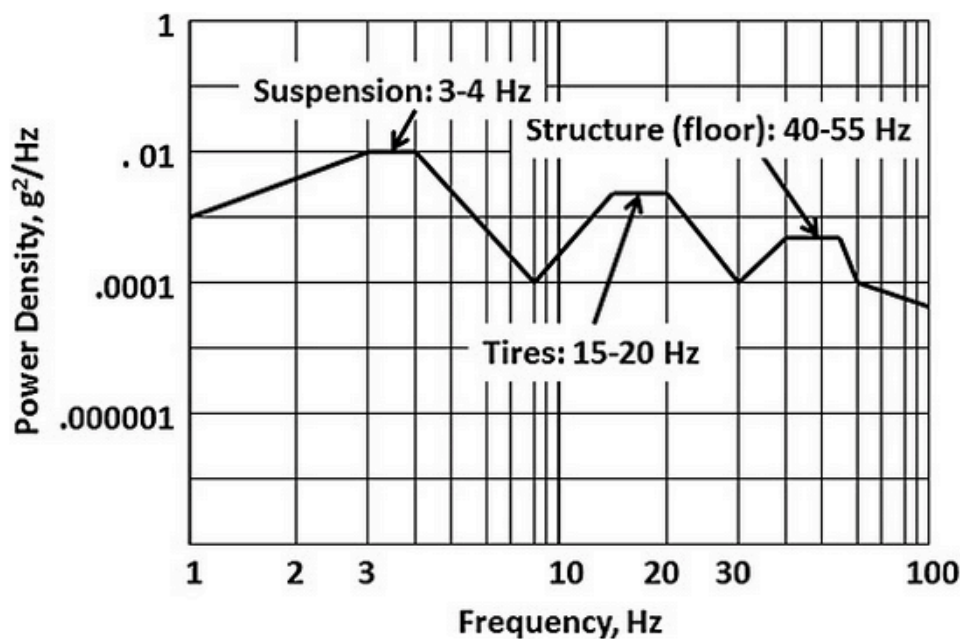
3.3.1 Vibrasjon under transport

Under transport blir matvarer utsatt for forskjellige sjokk og vibrasjoner. I dag er det vanlig å sende med måleinstrumenter med varegodset som logger vibrasjoner og andre variabler. Disse målingene brukes som kvalitetsstempel på varens transporthistorie. Det er også interessant å samle inn disse dataene for videre forskning. Instrumentene i figur 3.14, er eksempel på to måleinstrument som kan bli sendt med varetransport. [35]



Figur 3.14 Måleinstrument som måler vibrasjoner [35]

Målingene har vist at variasjonen av sjokk og vibrasjon varierer stort i forhold til hvilken transporttype som blir brukt. Tog har størst utslag og akselerasjonstoppen kan komme opp til inntil 4g ($1g = 9.81 \text{ m/s}^2$). Den laveste normale målingen er på flytransport der varer kan eksponeres for opptil 0,6g. Frekvensområdene som er av størst interesse ligger mellom 50 – 140 Hz. Figur 3.15 viser vibrasjonsmålinger fra en lastebiltransport. Figuren viser at lavere frekvensområder er en stor del av resultat. Vibrasjon fra dekkene ligger i området 15-20 Hz. For er mer helhetlig bilde er dermed et større spekter fra 1-140 Hz ønskelig. [35]



Figur 3.15 Graf over vibrasjoner fra en lastebil [35]

En motor som lager vibrasjoner i området 1 – 140 Hz er innenfor spekteret gruppen er interessert i. Motoren må også klare å lage amplitudevibrasjoner som tilsvarer 4g. Et viktig aspekt i regnestykket er vekta som motoren må dra på. Her er det to hovedfaktorer, vekten av maten, og plata som maten ligger på. Simuleringskammeret er konstruert for en kapasitet på omlag 10 normalstørrelser av ferdigpakkede matpakker. Hver matpakke veier omtrent 100 gram. Vekten av platen er avhengig av materialvalget. Aluminiumsplater har en spesifikk vekt på $0,0027 \text{ kg/cm}^3$, mens stålplater har en spesifikk vekt på $0,0080 \text{ kg/cm}^3$, noe som tilsvarer et spenn på 0,6 - 2,4 kg avhengig av materialet. [36] [37] [38]

For logging av data er det tatt utgangspunkt i bacheloroppgaven til Dina Aspen. Der har hun undersøkt ulike loggere. Da denne rapportens utgangspunkt er litt ulikt, er ikke hennes

anbefaling “iButton” egnet for dette simuleringskammeret. En logger hun har undersøkt som passer utmerket er Slam Stick X. [39]

3.3.2 ERM motor

En motor som er godt utbredt for å skape vibrasjoner er en ”Eccentric Rotating Mass” eller ERM-motor. Det er en vanlig DC likestrømsmotor som har en ubalansert masse tilkoblet. Denne ubalansen skaper en vibrasjon som kan styres med spenning inn på motoren. Økt spenning gir større frekvens (rpm) og kraftmoment. ERM-motorer er mye brukt i mindre installasjoner som mobiltelefoner, måleinstrumenter og lignende. Figur 3.16 viser en motor av typen 34 mm ERM-motor. Motoren ligger inne i det sylindriske huset, mens massen ligger ytterst på akslingen (gullfarget del) og skaper vibrasjoner. Festeordningen er ikke integrert i denne motoren. [40]



Figur 3.16 En ERM-motor [40]

Denne motoren drives av elektrisitet noe som forenkler kammeret, da de andre komponentene også driftes av elektrisitet. Motoren er liten og kompakt noe som gjør at utbytte av arealet inne i kammeret utnyttes godt. Motoren støyer lite og er billig å kjøpe inn. Den er mest brukt for små komponenter med korte intervaller. Varmeproduksjon over tid kan påvirke temperaturen inne i kammeret, samt påvirke levetiden på motoren. For å feste motoren må det lages en ordning som kobles til platen som maten ligger på. Vibrasjonene overføres gjennom kontakt, og derfor er det meget viktig at festeordningen er festet med god kontaktflate.

Et forslag til bruk kan være en 34 mm vibrasjonsmotor fra Precision Microdrives, den opererer på 12 V, vinkelfart på opptil 113 Hz (6,800 rpm) og amplitudetopp på 110g. [41]

3.3.3 Pneumatisk turbinvibrator

Et annet valg til vibrasjonsmotor er en pneumatisk turbinvibrator. Denne er en mekanisk variant som drives av en turbin som skaper høye frekvenser ved hjelp av trykkluft. Frekvensen kan reguleres trinnløst via en trykkregulator som fører til en stor endring av frekvensområder og amplituder. Huset er laget av aluminium, og kulelageret er livstidsmurt og vedlikeholdsfritt. Dette er en solid motor som kan skape høye frekvenser, og har veldig lang driftstid. [42]

Turbinvibratorene har bra vibrasjonsamplituder mot egenvekt som gjør dem til allsidige turbiner, samt med det lave støynivået, kan de brukes til mange formål både utendørs og innendørs. Ved bruk av ren og tørr trykkluft har denne en lang holdbarhet og vedlikeholdsbehovet er lavt. Bildet over viser en 1,440 N turbinvibrator, der hullene på toppen viser trykkluft inn og ut. På sidene er det to festepunkt. [43]



Figur 3.17 En pneumatisk vibrasjonsmotor [42]

3.3.4 Festeordning

For å implementere dette inn i Simuleringskammeret må valgt motor festes til en plate som skal være på bunnen av kammeret. Det er viktig at denne platen er solid for å ikke skape for stor demping. Ved å la plata stå på fjærer vil det bli minimalt med forplantning av vibrasjon til resten

av kammeret, samtidig vil det støtte opp platen og minimere bøyespenninger i lengde- og bredderetning.

3.3.5 Egenfrekvens

Etter ferdigstilling av simuleringskammeret er det viktig at det blir gjort en test av egenfrekvensen til kammeret. Dette bør gjøres både når kammeret er tomt og med normale testforhold med matpakkene inne i kammeret. Viktigheten med å finne egenfrekvensen til simuleringskammeret er at man unngår å ligge i dette spekteret under testing av matvaren. Ved å ligge innenfor egenfrekvensen til kammeret amplituden forsterkes betydelig uten å øke verdien til frekvensen. Da får en et stort utslag av amplitudeverdi som igjen vil skape et mislykket testforsøk. Det kan også skape vibrasjoner som kan ødelegge simuleringskammeret.

3.3.6 Valg av vibrasjonsmotor

Under transport blir varer utsatt for et stort sprang av vibrasjoner. Det er blant annet disse det er interessant å simulere under gitte forhold i simuleringskammeret. Inne i kammeret er det begrenset med plass, så størrelsen på vibrasjonsutstyret må tas i betraktning. Pris er også en faktor som spiller inn, da gruppen har et budsjett å forholde seg til.

ERM-motoren går på elektrisitet, slik som de andre komponentene i simuleringskammeret. Denne motoren er liten og kompakt, noe som gjør det godt egnet der det er begrenset med plass. Det er viktig at ERM-motoren festes godt med god kontaktflate til vibrasjonsplaten. Det er lite støy fra motoren og er billig i innkjøp. Det kan forekomme en del varmeproduksjon over tid, noe som forkorter levetiden til motoren.

Den pneumatiske turbinvibratoren er veldig solid, og er designet for å brukes på alt fra små til større industrimaskiner. Turbinen har lavt støynivå og vedlikeholdsfri drift. Ettersom den er trykkstyrt blir det en del ekstra utstyr å installere. Lekkasje og vedlikehold av kompressor og ventiler bidrar til et mer komplisert oppsett som kan skape feilmålinger og usikre måleresultat. Prisen for innkjøp av et komplett sett for pneumatisk turbinvibrator er betraktelig større enn elektromotoren.

På grunn av at ERM-motoren er mindre, billigere og krever mindre vedlikehold enn den pneumatiske turbinvibratoren anbefaler gruppa at det brukes en ERM-motor av typen 34 mm fra Precision Microdrives eller lignende i simuleringskammeret.

3.4 Isolasjon

Simuleringskammeret isoleres for å minske kuldetapet fra kammeret. Kammeret kommer til å ha lavere temperatur enn omgivelsene mesteparten av tiden. Ved å isolere kammeret holder det bedre på temperaturen, og strømutfgiftene til oppvarming og nedkjøling senkes.

Det har blitt tatt utgangspunkt i noen forskjellige typer isolasjon som er lett å bestille på markedet i dag. Dette fordi at ved en eventuell bygging vil det bli bestilt isolasjon fra en forhandler. Det er lagt vekt på isolasjonsevne og at det skal være lett å jobbe med materialet. Det er også tatt hensyn til hvordan isolasjonsmaterialet oppfører seg ved en evt. brann. I dag er det vanlig å bruke blant annet isolasjonsplater og blåseisolasjon i bygninger.

3.4.1 Blåseisolasjon

I boliger gir ofte blåseisolering et bedre resultat enn tradisjonell isolering, da blåseisolasjonen fyller rundt alle hindringer og hulrom. Blåseisolering går ut på at en “blåser” isolasjonen inn dit en ønsker å ha den. Når en har blåst inn ønsket mengde, tetter en igjen hullet en brukte til å blåse inn isolasjonen med. Det blir lite svinn med denne metoden. Før en kan blåse inn isolasjonen må en sette opp en type filt som festes fast i stenderne ved hjelp av spiker. For å blåse inn isolasjonen kreves det en del utstyr, og firmaene har med seg en lastebil med alt nødvendig utstyr. Figur 3.18 viser en person som jobber med å isolere en vegg med blåseisolasjon. [44] [45]



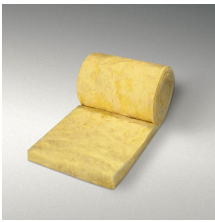
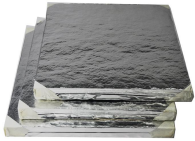



Figur 3.18 En person som jobber med blåseisolasjon [45]

3.4.2 Isolasjonsplater og isolasjonsrull

Isolasjonsplater og isolasjonsrull kan brukes til flere forskjellige forhold. De kommer ferdig i plater eller på rull, og er lette å håndtere og montere. Når en skal tilpasse isolasjonen til ønsket

størrelse kreves det lite verktøy. Når platen er tilpasset er det bare å montere den på ønsket plass. Mange av isolasjonsplatene er veldig fleksible. Denne typen isolasjon er generelt enkel å jobbe med, også for de som ikke har så mye erfaring med montering av isolasjon. Det blir svinnet ved å benytte plater og rull, og mye av svinnet kommer fra avkapp en ikke får benyttet.

Siden kammeret skal bygges på verkstedet på skolen av studenter, burde ikke kammeret være for komplekst. På grunn av dette er isolasjonsplater å foretrekke ovenfor blåseisolasjon. Dette grunnet at det trengs en del utstyr når en skal installere blåseisolasjon, mens når en jobber med plater trenger en kun kniv eller sag til å tilpasse platene med. På grunn av dette vil det kun bli sett på forskjellige typer isolasjonsplater videre i denne oppgaven. Tabell 3.2 under viser bilder av de ulike isolasjonstypene som det vil bli diskutert om under.

Mineralull	Vakuumpanel	Trefiber	Polystyren	Polyuretan
				
[46]	[47]	[48]	[49]	[50]

Tabell 3.2 De ulike isolasjonsmaterialene som er diskutert i oppgaven

3.4.3 Lambda-verdi

Lambda er et tall som forteller oss den termiske konduktiviteten til isolasjonsmaterialet. Det blir også kalt spesifikk varmeledningsevne. Tallet forteller hvor stor varmestrømmen gjennom et materiale er. Verdien angir varmetransporten gjennom et tverrsnitt på 1 m² med tykkelse 1 meter og temperaturforskjell på 1 K. Tallet oppgis i W/m*K. Jo lavere tallet er, jo bedre er isolasjonsmaterialet, da er varmestrømmen gjennom materialet lav. Lambdaverdien er avhengig av differansetemperaturen, altså verdien forandrer seg når differansetemperaturen forandrer seg. I tabell 3.3 under her ser du lambda-verdien til de ulike isolasjonsmaterialene som det vil bli diskutert mer om under. [51]

Isolasjonsmateriale	Lambda-verdi (W/m*K)
Steinull	0,034-0,040
Glassull	0,034-0,040
Vakuumisolasjonspanel	0,005
Trefiber	Porøse plater $\lambda = 0.045$ middels harde plater $\lambda = 0.055-0.07$ harde plater $\lambda = 0,11$
Ekspandert polystyren (EPS)	0,035-0,041
Polyuretan	0,025-0,035

Tabell 3.3 Lambda-verdien til de isolasjonsmaterialene som er diskutert i oppgaven [51]

3.4.4 Mineralull

Mineralull er en fellesbetegnelse for steinull og glassull, og er det mest benyttede isolasjonsmaterialet i Norge i dag. Det lages ved at stein eller glass smeltes og overføres til fiberform. Til framstilling av steinull er steinsorten diabas mye brukt, og til framstilling av glassull blir det brukt opp til 70 % resirkulert glass. Mineralull er brannhemmende da den tåler veldig høye temperaturer før den smelter. Isolasjonen er lett å jobbe med grunnet lav vekt og at den har gode tilpasningsmuligheter. Høy fuktighetsgjennomtrengning og gode vannavstøtende egenskaper hindrer dannelse av kondens. Det er også mulig å bruke mineralull som lyddempingsmateriale. Når det jobbes med mineralull er det anbefalt å bruke beskyttelse, da materialet kan føre til kløe på hud og luftveier. Derfor bør en bruke støvmaske, dekke til huden og sørge for at det er god ventilasjon i området en skal jobbe med isolasjonen. [52] [53]

3.4.5 Vakuumisolasjonspanel

Vakuumisolasjonspaneler (VIP) består av en porøs kjerne som er omsluttet av en damp- og lufttett folie som er forseglet mens det er tilnærmet vakuum i kjernematerialet. Avhengig av kjernematerialet og folien kan ekvivalent varmekonduktivitet til et VIP ligge typisk 5 til 10 ganger lavere enn for konvensjonell varmeisolasjon. [54]

Folien har stor påvirkning på panelets isolasjonsevne og levetid. Folien virker som en beskyttelse på vakuumkjernen, og den skal beskytte mot diffusjon av gasser og vanndamp. Folien er skjør og kan dermed lett bli skadet under transport og håndtering, og ved skade på folien svekkes isolasjonsevnen betydelig. Isolasjonsevnen svekkes også over tid. Platene er lite fleksible, og må spesialbestilles i ønsket størrelse. På grunn av dette kreves det en nøyaktig leggeanvisning. Grunnet den gode isoleringsevnen er platene velegnet der det er lite plass til isolasjon. Vakuumisolasjon er dyrt, og må spesialbestilles. Det er ikke nødvendig å dekke til huden eller luftveiene når en jobber med vakuumisolasjonen. [54] [55]

The utilization of a VIP insulation layer enhanced the fire resistance of the examined configuration when compared to the conventional insulation materials. It increased the time-to-failure of the configuration by an average of 68% when compared to the cavity (no insulation) and EPS case and 42% when compared to the mineral wool case. [56]

3.4.6 Trefiberisolasjon (plate)

Fiberplate, trefiberplate, fellesbetegnelse på forskjellige plateprodukter fremstilt av defibrett trevirke, som tynningsvirke av bartre, sagflis o.l., eller annet vegetabilsk råstoff som halm og bambus” [57].

Trefiberisolasjon oppfører seg ganske likt som mineralull. Trefiber har litt bedre evne til å absorbere fuktighet og litt bedre lydisolering enn mineralull. På grunn av at platene absorberer fuktighet godt, isolerer platene også godt selv om det oppstår kondens. Når en skal tilpasse og installere trefiberplatene på ønsket plass, må de kuttes og tilpasses nøyaktig. Platene er tunge, og dermed også ganske uhåndterlige uten hjelp av verktøy. Det koster også litt mer å isolere med trefiber enn med mineralull, og mye av grunnen til den økte kostnaden er at det tar lengre tid å installere trefiberplatene. Det er ingen fare for utslett, kløe og lignende symptomer når en

håndterer platene. Trefiberisolasjon er også bra for miljøet, siden platene blir produsert av bærekraftig skogbruk og platene er resirkulerbare. Ved brann blir trefiberplatene forkullet slik som treverk blir. [58] [59]

3.4.7 Ekspandert polystyren (EPS)

EPS er et fleksibelt materiale med mange bruksområder. Materialet er en type plastmateriale, som inneholder 98 % luft og er derfor veldig lett. Isolasjonen har lavt fuktopptak og det er ikke mulig for sopp og bakterier å vokse på den. EPS holder godt på styrken og isolasjonsegenskapene over tid, og er mye brukt i infrastruktur slik som bygging av veg. På grunn av den lave vekten er EPS lett å jobbe med og tilpasse. Det er ikke nødvendig med noe verne- eller beskyttelsesutstyr. Materialet blir framstilt fra olje, men inneholder ingen farlige stoffer, og kan resirkuleres 100 %. Ved brann er EPS lett antennelig. [60] [61]

3.4.8 Stivt polyuretan (PUR)

PUR er isolasjon som er laget av stivt polyuretan, som er en type plastmateriale. Denne isolasjonen finnes i flere forskjellige former, og i denne oppgaven blir det sett på isolasjonsplatene. Platene kan være belagt med mange ulike materialer, men det er mest vanlig med aluminiumsfolie. Materialet er bra for miljøet da det ikke har noen betydelige utslipp. Det er ikke mulig for vann å trenge inn i PUR. De er lette å jobbe med og tilpasse, da det bare er å skjære til platene til ønsket form og størrelse. Materialet har stor rekkevidde, og er blant annet mye brukt til isolering av fryserer, kjøleskap og varmtvannsberedere. Ved brann er PUR lett antennelig. [62] [63]

3.4.9 Fordeler og ulemper med isolasjonstypene

Vakuumisolasjonspanelene er helt klart den typen som isolerer best. Men platene må bestilles etter nøyaktige mål, er skjøre, blir dårligere over tid og er dyre. Polyuretan er det materialet som har nest best isoleringsevne. En får kjøpt disse i plater etter standardmål, og de er lette å tilpasse til ønsket størrelse. Polyuretan er stabilt, slitesterkt og har god levetid.

Det er de porøse trefiberplatene som har lavest lambda-verdi av trefiberplatene, og er derfor den trefiberplaten som isolerer best. Det er ikke store forskjeller i isoleringsevnen til trefiber, mineralull og EPS. Både mineralull og EPS har lav vekt og er lette å jobbe med. Trefiberplatene

veier ganske mye mer, og er derfor tyngre å jobbe med. Med mineralull er det viktig å dekke til huden når en jobber med det, siden det kan føre til kløe på hud og luftveier.

3.4.10 Hvilken type isolasjon bør velges?

Det har blitt lagt vekt på brukervennlighet og isolasjonsevne. Vakuumisolasjonspanelene er de som isolerer best, men blir ikke anbefalt til bruk i dette kammeret på grunn av utfordrende montering, høy pris og at de er skjøre. Trefiberisolasjonen har mange gode egenskaper, men har litt dårligere isolasjonsevne enn de andre typene som har blitt diskutert. De er også tunge og derfor litt upraktiske å jobbe med. Derfor anbefales det å ikke bruke trefiberisolasjon. Polystyren har lik isolasjonsevne som mineralull, men mineralullen er lettere å tilpasse. Derfor er mineralull å foretrekke over polystyren. Polyuretan er lett å tilpasse etter ønskede mål, og har lavere lambda-verdi enn mineralull. En trenger ingen form for beskyttelse når en jobber med polyuretan, noe en trenger når en jobber med mineralull. På grunn av den gode isolasjonsevnen og brukervennligheten er polyuretan å anbefale til simuleringskammeret.

3.5 Materialvalg

Et sterkt fundament er viktig for alle konstruksjoner. Materialet som gruppa velger å bygge simuleringskammeret av, har dermed en viktig rolle for at sluttresultatet skal være tilfredsstillende. Materialet som skal brukes må ha egenskaper som tåler påvirkningene fra temperaturforandringene og vibrasjonene. Det er også viktig at materialet har god styrke, har god seighet, er rustfritt, er lett å rengjøre og ikke avgir gasser ved temperaturforandringer.

3.5.1 Polykarbonat (PC)

Polykarbonat er kjemisk fremstilt termoplast som er laget for å tåle høye påkjenninger. ”Termoplast er plast som blir plastisk (formbar) når den varmes opp og ved hver ny oppvarming” [64]. Polykarbonat blir flytende ved smeltepunktet på 155°C, og kan dermed lett tilpasse seg nye former. Dette gjør polykarbonat til et materiale som er lett å resirkulere, i motsetning til herdeplast som bare er tilpasningsdyktig første gang den varmebehandles.

Polykarbonat har egenskaper som gjør den veldig sterk. Den har en strekkfasthet på 59 MPa, og bøyestyrke på 93 MPa som gjør det til et veldig allsidig materiale med de styrkeforholdene. Slagfastheten til polykarbonat er omtrent 250 ganger mer enn hos glass, og materialet har ca. 50 % av vekten til glass. [65]

Et stoff som blir brukt som tilleggsstoff i polykarbonat er Bisfenol A (BPA). Bisfenol A er et hormonhemmende stoff som tas opp i tarmen og deretter videre til leveren. BPA er skadelig i større konsentrasjoner, og kan ha helseskadelige effekter på nervesystem, reproduksjon og adferd. Ettersom BPA er mye brukt i plaster er det etablert en grenseverdi for tolerabelt daglig inntak (TDI). TDI-verdien er satt til 4 mikrogram (4 µg) per kg kroppsvekt. [66]

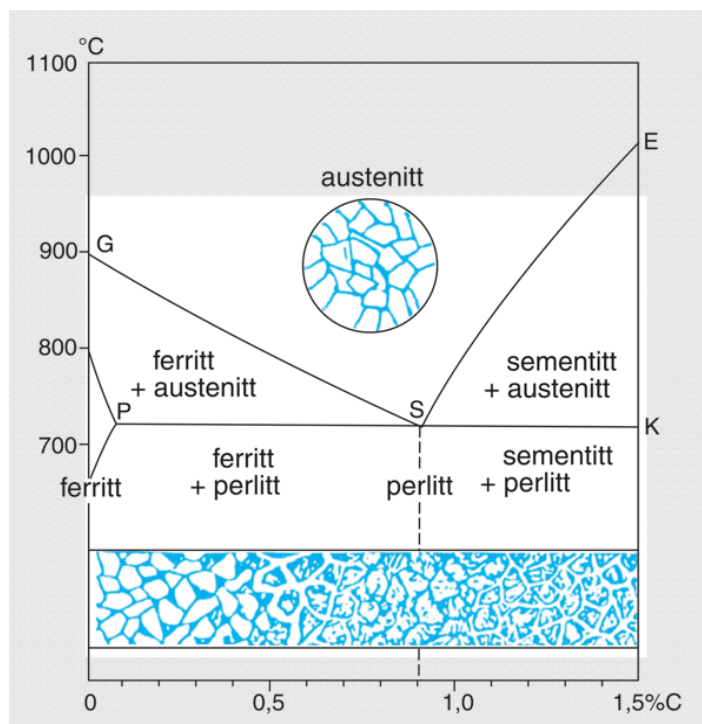
3.5.2 Stål

Stål er en legering av grunnstoffet jern (Fe), med karboninnhold under 1,7-2 %. Ved å justere legeringsstoffene og fremstillingsmetoden, kan stålet egenskaper varieres til mange ulike brukeregenskaper. Innenfor stål er det tre hovedkategorier;

- Ulegerte stål
- Høylegerte stål
- Lavlegerte stål

Stålets fremstillingsmetode kan ha et stort utslag på hvordan molekylene binder seg. Dette forteller oss hvordan egenskaper stålet får.

Figur 3.19 viser et tilstandsdiagram av jern-karbon (Fe-C). Her ser en hvordan strukturovergangen forandrer seg med ulikt karboninnhold i x-retning, og med temperaturen i y-retning. Metallografien til austenitt har styrken og hardheten som gjør den til et godt egnet konstruksjonsmateriale. En austenitt struktur har karboninnhold på under 0,1 %. Den mest vanlige legeringen, i denne kategorien er 18/8-stål, som er en legering bestående av 18 % krom og 8 % nikkel, samt mindre mengder av andre legeringer. Denne spesifikke strukturen gir et stål som er rustfritt, formbart og sveisbart. AISI-navnet til denne typen rustfritt stål er 304. [67] [68]



Figur 3.19 Jern-Karbon-diagram [67]

Stålets styrke gjør det til et veldig naturlig material for konstruksjon av maskiner. Stålets styrke og tette densitet er også med på å påvirke det negativt. Stål er et dyrere metall enn for eksempel aluminium da prosessen for å produsere stål er mer omfattende.

Stålplater selges i ferdig valset tykkelser, og det er enkelt å tilpasse dem til ønsket størrelse uten å utsette styrken til metallet. [69]

3.5.3 Aluminium

Aluminium er et grunnstoff som stadig blir mer brukt i ulike industrier. Med sin lave spesifikke vekt og mulighet for mange ulike legeringer, kan det tilpasses mange forskjellige krav. På grunn av den lave vekten og den gode styrken kan det lett formes og bearbeides ved blant annet pressing, valsing og ekstrudering. Ved å tilsette aluminium til andre metall kan styrken forbedres vesentlig. Aluminium som grunnstoff er meget reaktivt, men på grunn av et tynt lag av aluminiumoksid på overflaten er det meget stabilt og motstandsdyktig. Oksidlaget gjør det motstandsdyktig mot både kaldt- og varmt vann, og mot svake syrer og baser.

3.5.4 Polyvinylklorid (PVC)

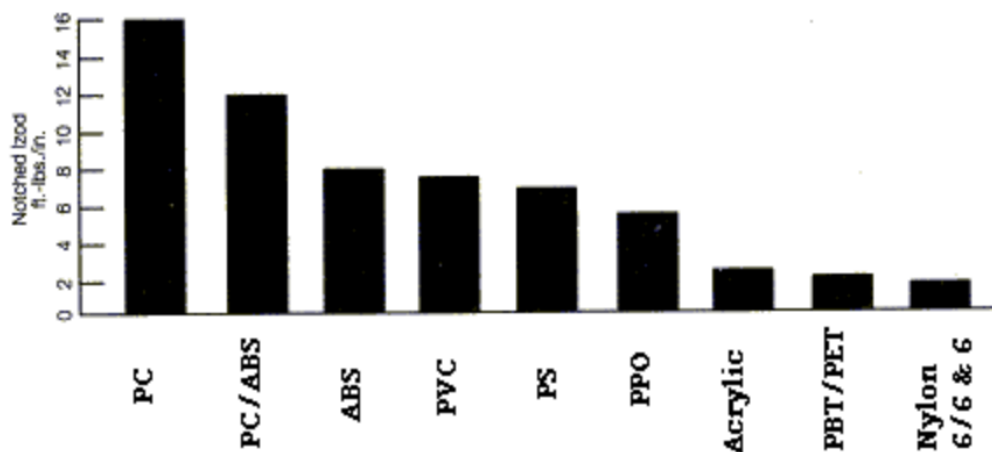
Polyvinylklorid er en termoplastisk polymer. PVC er plast som er lett å bearbeide og som lett kan tilsettes andre tilsetninger for å øke slagfastheten. Det er blant den mest anvendte plasttypen, mye brukt på grunn av egenskapene lett kan variere fra bløtt til meget hardt-PVC. Dessuten er det relativt billig å produsere.

I nyere tid er det bevist at det er en del helsemessige problemer med noen typer PVC, og derfor er det mer og mer på vei ut av markedet i dag. [70]

3.5.5 Akrylnitril-butadien-styren (ABS)

I likhet med polykarbonat er også ABS en termoplast med høy slagfasthet. På grunn av det lave smeltepunktet gjør det materialet lett å bearbeide, og dermed holder kostnadsnivået nede. ABS blir brukt til byggemateriale av et stort spekter av varer som: LEGO-leketøy, tastatur, PC-kabinett. En blanding av ABS og PC er også ofte brukt som byggemateriale. I motsetning til PC inneholder ikke ABS Bisfenol A, og gjør det mindre miljøfarlig.

Figur 3.20 viser en oversikt over styrkeforholdene til de ulike plastikk materialene. Der ser en at PC har størst styrke etterfulgt av blanding av PC/ABS. [65]



Figur 3.20 Noen materialers styrke [65]

3.5.6 Fordeler og ulemper med materialtypene

Alle materialene beskrevet ovenfor har egenskaper som gjør dem egnet for dette prosjektet. PC og PVC kan avgi det hormonhemmende stoffet Bisfenol A som er skadelig i store konsentrasjoner. Plast er vanskelig å sveise, stål er lett å sveise og aluminium er litt vanskeligere å sveise enn stål. Det er ikke påvist noen helseskader ved bruk av ABS, stål og aluminium.

Stålets styrke samt bearbeidingsegenskapen gjør materialet godt egnet som konstruksjonsmateriale. Aluminium har mange av de samme kvalitetene som stål. Begge metallene kan tilsettes legeringer for å tilpasse ulike forhold. Aluminium har ikke den samme styrken som stål, og derfor trenger en et tykkere lag med aluminium enn stål for å oppnå den samme styrken.

3.5.7 Hvilket materiale er best egnet?

Siden PC og PVC inneholder hormonhemmende stoff burde ikke disse brukes til simuleringskammeret. ABS inneholder ingen helseskadelige stoffer, men stål og aluminium har egenskaper som er bedre egnet til kammeret enn ABS. Stål og aluminium har mange av de samme gode kvalitetene, men stålet har bedre styrke enn aluminium. Det er ønskelig at materialet har god styrke for å holde kammeret sammen, tåle ytre krefter slik som vibrasjoner og flytting av kammeret. På grunn av stålets gode styrke og andre gode egenskaper er det godt egnet til simuleringskammeret.. Rustfritt stål av typen 304 er å foretrekke. Aluminiumsplate vil være et utmerket valg for bordplate til vibrasjonsbordet, grunnet lav vekt.

4 Oppsummering

Gjennom oppgaven har gruppen lagt fram forskjellige valgmuligheter til hvordan implementere de forskjellige påvirkningene, lys og vibrasjoner. Den har også diskutert to styringssystemer, som begge kan brukes til å kontrollere simuleringskammeret.

Som styringselement kom gruppen frem til at det er PLS som vil passe best. En ulempe er at PLS er dyrere enn Arduino, men gruppen mener at fordelene med PLS veier opp for dette. Blant annet har PLS et enkelt programmeringsspråk som er brukt av mange. Det er viktig å ha i tankene at de som skal utføre kodingen, mest sannsynlig har tidligere erfaring med PLS sitt programmeringsspråk og ikke Arduino sitt programmeringsspråk.

Gruppen har sett på både LED, halogenpærer og lysrør som mulige lyskilder, og har kommet fram til at LED er det mest gunstige valget. Når LED, halogenpærer og lysrør ble satt opp imot hverandre, var det energiklassene og hvor høy varmeavgivelse de forskjellige hadde, som hovedsakelig ble sett på. LED-pærer har lavest varmeavgivelse og høyest energiklasse, og er dermed det mest gunstige valget.

Videre ble det valgt hvilken type lyspære som skal installeres i kammeret. Av de pærene som ble sett på, fant gruppen ut at alle pærene var like lette å bytte dersom de skulle bli ødelagt. En viktig faktor var at pæren som ble valgt, ikke måtte ta for stor plass, da kammeret har små innvendige mål. Stiftpærene var de lyspærene som tok minst plass, og det ble valgt en stiftpære av typen G9, da pæren og sokkelen er liten.

Når gruppen begynte å se på hvordan vibrasjoner kan lages, kom gruppa fram til at å bruke en motor var nyttig. En motor kan brukes til å lage frekvenser, og i sin tur vibrasjoner.

Det ble sett på to forskjellige typer motorer, ERM (Eccentric Rotating Mass) og pneumatisk turbinvibrator. Ved sammenligning av de to motorene ble det sett på pris, størrelse, støyproduksjon og energiform.

ERM-motoren hadde den laveste prisen, den er liten og kompakt i størrelsen, har lav støyproduksjon og bruker samme energiform som de andre komponentene. Ut ifra dette ble ERM-motoren valgt til å produsere vibrasjonene til simuleringskammeret.

Ved valg av isolasjonsmateriale ble det sett på to forskjellige typer isolasjon, blåseisolasjon og isolasjonsplater. Da blåseisolasjon krever mye utstyr ved installasjon, valgte gruppen å bruke en form for isolasjonsplater.

Oppgaven omtaler flere forskjellige typer for plateisolasjon, som vakuumisolasjonspanel, mineralull, polyuretan, polystyren og trefiberisolasjon. For å velge den best egnede isolasjonen for kammeret ble faktorer, som isolasjonsevne og brukervennlighet sammenlignet.

Av de isolasjonstypene som ble sammenlignet, fant gruppen frem til at polyuretan er den isolasjonstypen som er best egnet til simuleringskammeret.

Når gruppen skulle velge materialet som skal bli brukt til byggingen av kammeret, ble faktorer som vekt, og material- og bearbeidingssegenskaper sammenlignet.

Oppgaven har sett på polykarbonat (PC), stål, aluminium, polyvinylklorid (PVC) og ABS.

Da kammeret skal brukes til testing av mat, er ikke PC eller PVC egnet. ABS har blitt valgt bort da andre materialer er bedre å anvende. Med tanke på aluminiumets styrke, måtte kammeret blitt bygget med tykkere vegger for å kompensere for at aluminium har lavere styrke enn stål. Derfor er stål å foretrekke over aluminium. Grunnet dette har gruppen valgt å bruke stål ved bygging av kammeret, helst rustfritt stål av typen 304.

5 Prisoverslag

I arbeidet med å prosjektere et simuleringskammer for OPTIMAT-prosjektet til NTNU, har gruppen fått et budsjett på 20.000 kr å forholde seg til. For å få et grovt overslag på prisen for simuleringskammeret gruppen har designet, er følgende kostnader påregnet:

Material (rustfritt stål)	3265 kr
Isolasjon	1200 kr
Motor (ERM)	200 kr
PLS (Samba)	3160 kr
3 stk. Lys (G9 LED pære)	240 kr
3 stk. G9 lampeholder	90 kr
Logger Slam Stick X	8000 kr
<hr/> Totalt overslag	<hr/> 16 155 kr

6 Forslag til videre arbeid

Til videre arbeid med kammeret anbefaler gruppa å vurdere om det er flere faktorer som burde implementeres i kammeret. Det kan også være lurt å ta kontakt med noen som har ansvar for laboratoriene til matteknologi for å lære mer om testing av mat, og finne ut om det er noe som trenger en endring, samt tilføre flere faktorer til kammeret.

Det kan være nyttig å se mer på økonomien. Det er mulig å se på hvordan en kan lage kammeret billigere. For eksempel kan en se på om kammeret kan bygges med billigere materialer enn det er foreslått i denne oppgaven.

For å kunne simulere et hendelsesforløp mer nøyaktig er det mulig å bruke loggere som følger matvarens tur fra fabrikk til forbruker. For eksempel kan en bruke en logger som måler vibrasjoner, og bruke resultatene til simuleringer.

Det er tatt med litt om økonomi i denne oppgaven. Til videre arbeid kan en hente inn mer nøyaktige priser på materialet, isolasjonen, lysene, vibrasjonsmotoren og styringselementet hos leverandørene. Ved en bygging av kammeret så er det nyttig å vite leveringstid på varene. Når en vet når varene kommer kan en planlegge fremdriften på byggingen, og slipper forhåpentligvis å vente på deler en trenger for å bygge videre.

Den andre gruppa har komplette arbeidstegninger av simuleringskammeret med det tekniske utstyret integrert i tegningen. Om en ønsker kan en bygge kammeret ut fra disse tegningene. Dersom en ønsker å bygge kammeret slik det er i dag, så er det kun den praktiske delen som mangler. Når kammeret er bygget og alt teknisk utstyr installert, gjenstår kalibrering av utstyret.

7 Kilder

- [1] A. E. Stensgård og O. J. Hanssen, «Matsvinn i Norge 2010 - 2015,» Østfoldforsikring AS, Østfold, 2016.
- [2] S. Kopperud og A. M. Holten, Interviewees, [Intervju]. 2018.
- [3] S. Olsen, «PLS,» 27 Januar 2016. [Internett]. Available: <https://ndla.no/nb/node/148176?fag=43>. [Funnet 4 Mai 2018].
- [4] Elektrofag, «PLS Virkemåte,» [Internett]. Available: <http://w3.elektrofag.info/styringsteknikk-2/plsvirkemate>. [Funnet 4 Mai 2018].
- [5] Unitronics, «What is the definition of "PLC"?,» [Internett]. Available: <https://unitronicsplc.com/what-is-plc-programmable-logic-controller/>. [Funnet 27 April 2018].
- [6] Peter, «Ladder Logic Tutorial for Beginners,» 4 September 2017. [Internett]. Available: <http://www.plcademy.com/ladder-logic-tutorial/>. [Funnet 9 April 2018].
- [7] Unitronics, «Samba 7 - Powerful PLC Controller with HMI Touchscreen,» [Internett]. Available: <https://unitronicsplc.com/samba-series-samba7/#1449515769763-3521ed84-35551451602511853>. [Funnet 14 Mai 2018].
- [8] Unitronics, «Welcome to VisiLogic,» 22 Mai 2016. [Internett]. Available: https://unitronicsplc.com/Download/SoftwareHelp/VisiLogic_Knowledgebase/VisiLogic.htm. [Funnet 14 Mai 2018].
- [9] Arduino, «Shields,» [Internett]. Available: <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoShields>. [Funnet 2 Mai 2018].
- [10] Arduino, «What is Arduino?,» [Internett]. Available: <https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>. [Funnet 2 Mai 2018].
- [11] Power, [Internett]. Available: https://www.power.no/search/?l=*&brand=Arduino&as_templateId=595457&gclid=Cj0KCQjwuYTYBRDsARIsAJnrUXDDNH07BE911YTNsP43Dk28SEX-aIrgOif_PdLeFYzec9AxGxEprzsaAhITEALw_wcB&gclsrc=aw.ds. [Funnet 19 Mai 2018].
- [12] «What is an Arduino?,» [Internett]. Available: <https://learn.sparkfun.com/tutorials/what-is-an-arduino>. [Funnet 30 April 2018].
- [13] Itead, «Nextion Editor Quick Start Guide,» 18 Mai 2015. [Internett]. Available: https://www.itead.cc/wiki/Nextion_Editor_Quick_Start_Guide. [Funnet 8 Mai 2018].
- [14] Itead, «Home,» [Internett]. Available: <https://nextion.itead.cc/>. [Funnet 8 Mai 2018].
- [15] Random Nerd Tutorials, «Nextion Display with Arduino - Getting Started,» [Internett]. Available: <https://randomnerdtutorials.com/nextion-display-with-arduino-getting-started/>. [Funnet 8 Mai 2018].
- [16] opensource.com, «What is Open Source?,» [Internett]. Available: <https://opensource.com/resources/what-open-source>. [Funnet 2 Mai 2018].
- [17] K. Strøm, Interviewee, [Intervju]. 24 April 2018.
- [18] «En verden av lys: Hva er fargetemperatur?,» 27 Februar 2017. [Internett]. Available: <https://normasym.com/no/blog/en-verden-av-lys-hva-er-fargetemperatur>. [Funnet 11 Mai 2018].

- [19] Clas Ohlson, «Osram Halolux T pære for kjøleskap/ventilator,» [Internett]. Available: <https://www.clasohlson.com/no/Osram-Halolux-T-p%C3%A6re-for-kj%C3%B8leskap-ventilator/36-5200>. [Funnet 5 Mai 2018].
- [20] lysbutikken.no, «Kelvin enkelt forklart på Norsk,» [Internett]. Available: https://www.lysbutikken.no/kelvin_enkelt_forklart_pa_norsk. [Funnet 16 Mars 2018].
- [21] K. A. Rosvold, «LED-belysning,» 21K Oktober 2015. [Internett]. Available: <https://snl.no/LED-belysning>. [Funnet 12 Mai 2018].
- [22] ADR Elektro AS, «Velg riktig LED!,» [Internett]. Available: <http://www.adrelektro.no/meny/aktuelt/velg-riktig-led/AA3A487B-0323-4719-9417-E517819A0A9F/1>. [Funnet 14 Mai 2018].
- [23] L. Jensen, M. C. Svendsen og K. Virén, «Halogenlys,» 1 Desember 2014. [Internett]. Available: <https://www.bolius.dk/halogenlys-19754/>. [Funnet 14 Mai 2018].
- [24] K. A. Rosvold, «Halogenpære,» 14 Februar 2009. [Internett]. Available: <https://snl.no/halogenp%C3%A6re>. [Funnet 14 Mai 2018].
- [25] apaere.dk, «Hvad er et lysstofrør?,» [Internett]. Available: <http://www.apaere.dk/hvad-er-lystofror/>. [Funnet 14 Mai 2018].
- [26] Department of Energy, South Africa, «Light bulbs,» [Internett]. Available: <https://www.savingenergy.org.za/asl/consumers/electric-lamps/>. [Funnet 14 Mai 2018].
- [27] Elektroimportøren.no, «LED Pære 5W GU10 COB,» [Internett]. Available: <https://www.elektroimportoren.no/led-paere-5w-gu10-cob/3802385/Product.html?Event=pathlist>. [Funnet 25 April 2018].
- [28] Elektroimportøren, «LED Pære 9W E27,» [Internett]. Available: <https://www.elektroimportoren.no/led-paere-9w-e27/3802384/Product.html?Event=pathlist>. [Funnet 25 April 2018].
- [29] Elektroimportøren, «G4 LED 1,6W 150lm 2700K,» [Internett]. Available: https://www.elektroimportoren.no/g4-led-1-6w-150lm-2700k/89674/Product.html?gclid=CjwKCAjww6XXBRByEiwAM-ZUIAIU8L_Gj9nyRNgyvNynBkOAI2254iCV4IB8qI8fUNoE716yqUsV4BoCXkYQAvD_BwE. [Funnet 25 April 2018].
- [30] Lampegiganten, «G9 4W 828 LED-stiftpære,» [Internett]. Available: <https://www.lampegiganten.no/g9-4w-828-led-stiftpaere.html>. [Funnet 25 April 2018].
- [31] 24hshop.no, «GU10 Sokkel med kabler for Halogenlyspærer,» [Internett]. Available: <https://www.24hshop.no/hjem-fritid/belysning/led-lys/led-lampor-gu10/gu10-sokkel-med-kabler-for-halogenlysparer>. [Funnet 2 Mai 2018].
- [32] elektrikaup.ee, «Pearnce Ceramic, Socket E27, Kanlux, HLDR-E27-D,» [Internett]. Available: <https://www.elektrikaup.ee/lambipesad/4290/pirnipesa-keraamiline-sokkel-e27-kanlux-hldr-e27-d.html>. [Funnet 5 Mai 2018].
- [33] batterionline.no, «halogenpære sokkel - G4 (MR16),» [Internett]. Available: <https://batterionline.no/halogenpaere-sokkel-g4-mr16>. [Funnet 2 Mai 2018].
- [34] kreativbelysning.dk, «G9 fatning,» [Internett]. Available: <https://kreativbelysning.dk/andre-fatninger/73-g9-fatning.html>. [Funnet 26 April 2018].
- [35] S. P. Singh, J. Singh og K. Saha, «Measurement and Analysis of Physical and Climatic Distribution Environment for Air Package Shipment,» 1 Juni 2015. [Internett]. Available: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/pts.2136>. [Funnet 10 Mai 2018].

- [36] staalbutikken.no, «Stålplater,» [Internett]. Available: <https://www.staalbutikken.no/shop/staalplater-2635c1.html>. [Funnet 6 Mai 2018].
- [37] R. Hildebrand, «Countermeasures Against Railway Ground and Track Vibrations,» 2001. [Internett]. Available: <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:9046/fulltext01.pdf>. [Funnet 25 April 2018].
- [38] U. Carlsson, «Noise and vibrations aspects on railway goods transportation,» 2 Juli 2003. [Internett]. Available: https://www.kth.se/polopoly_fs/1.87125%21/Menu/general/column-content/attachment/0506E_inlaga.pdf. [Funnet 25 April 2018].
- [39] D. Aspen, «Måle- og sorteknologi for mattransport,» NTNU, 2016.
- [40] precisionmicrodrivers.com, «34mm Vibration Motor - 30mm Type,» [Internett]. Available: <https://www.precisionmicrodrives.com/product/334-401-34mm-vibration-motor-30mm-type>. [Funnet 28 April 2018].
- [41] precisionmicrodrivers.com, «Vibration Motors,» [Internett]. Available: <https://www.precisionmicrodrives.com/vibration-motors>. [Funnet 28 April 2018].
- [42] esska.se, «Tubinvibrator - Pneumatisk - 1.440 till 10.000N,» [Internett]. Available: https://www.esska.se/esska_se_s/Turbinvibrator-Pneumatisk-1-440-till-10-000-N-VT1AVT1BVT2A-5040.html. [Funnet 28 April 2018].
- [43] STANG Maskin AS, «LöPre pneumatisk turbinvibrator serie VT,» [Internett]. Available: <http://www.stang-maskin.no/default.asp?pageid=281>. [Funnet 28 April 2018].
- [44] Aaslund AS, «Blåseisolering,» [Internett]. Available: <https://www.aaslund.no/isolering/blaseisolering/>. [Funnet 9 April 2018].
- [45] Byggmesteren, «Blåseisolering i nye hus,» [Internett]. Available: <https://byggmesteren.as/2012/06/21/blaseisolering-i-nye-hus/>. [Funnet 27 April 2018].
- [46] Byggmax, «Isoleringsrulle 45mm Lambda 38,» [Internett]. Available: <https://www.byggmax.se/isolering/mineralull/isoleringsrulle-45-mm-lambda-38-p16006>. [Funnet 2018].
- [47] Vakuumisolasjons, «Vakuumisolasjonspanel,» [Internett]. Available: <http://m.no.vakuumisolasjons.com/news/vacuum-insulation-panel-10420588.html>. [Funnet 2018].
- [48] Stangeskovene, «Trefiberisolasjon endrer navn,» [Internett]. Available: <http://www.stangeskovene.no/trefiberisolasjon-endrer-navn>. [Funnet 2018].
- [49] Optimera, «Grunnisolasjon XPS 250 SL-A-N 50x585-1185 mm,» [Internett]. Available: <https://www.optimera.no/nettbutikk/isolasjon/grunnisolasjon/xps-ekstrudert-polystyren/xps-styrofoam-250-sl-a-n-50mm/>. [Funnet 2018].
- [50] Foamsales, «Rigid Polyurethane (PUR) - boards,» [Internett]. Available: <https://www.foamsales.com.au/products/rigid-polyurethane>. [Funnet 2018].
- [51] Bygg og bevar, «Isolasjonsmaterialer A - Å,» 27 Oktober 2011. [Internett]. Available: <https://www.byggogbevar.no/enok/artikler/isolasjonsmaterialer-a-%C3%A5>. [Funnet 23 April 2018].
- [52] N. G. Sæther, «Isolasjons for dummies,» 5 Januar 2016. [Internett]. Available: <https://www.huseierne.no/hus-bolig/tema/oppussing/isolasjon-for-dummies/>. [Funnet 9 April 2018].

- [53] NORIMA, «Mineralull,» [Internett]. Available: <https://media.glava.net/mediabank/store/10581/Mineralull-Gode-raad-og-informasjon-om-arbeid-med-mineralull.pdf>. [Funnet 9 April 2018].
- [54] S. Gryning, R. Baetens, B. P. Jelle, A. Gustavsen, S. Uvsløkk og V. Meløysund, «Vakuumisolasjonspaneler for bruk i bygninger - Egenskaper, krav og muligheter,» SINTEF, 2009.
- [55] Byggmesteren, «Vakuumisolasjon: en problemløser,» 27 Februar 2017. [Internett]. Available: <https://byggmesteren.as/2017/02/27/vakuumisolasjon-en-problemløser/>. [Funnet 19 April 2018].
- [56] D. A. Kontogeorgos, G. K. Semitelos, I. D. Mandilaras og M. A. Founti, «Experimental investigation of the fire resistance of multi-layer drywall systems incorporating Vacuum Insulation Panels and Phase Change Materials,» April 2016. [Internett]. Available: https://ac.els-cdn.com/S0379711216300157/1-s2.0-S0379711216300157-main.pdf?_tid=38caaf92-32a0-467d-b895-203073911593&acdnat=1524133128_79fd61ba398d0c669fbeffa07cd805f8. [Funnet 19 April 2018].
- [57] E. Bøhmer, «Fiberplate,» 14 Februar 2009. [Internett]. Available: <https://snl.no/fiberplate>. [Funnet 7 April 2018].
- [58] Byggmesteren, «Trefiberisolasjon er et fullverdig alternativ,» 13 Februar 2017. [Internett]. Available: <https://byggmesteren.as/2017/02/13/trefiberisolasjon-er-et-fullverdig-alternativ/>. [Funnet 7 April 2018].
- [59] Hunton, «Hunton Nativo Trefiberisolasjon Plater,» [Internett]. Available: https://www.hunton.no/produkter/vegg/hunton-nativo_trefiberisolasjon-plater/. [Funnet 7 April 2018].
- [60] K. Lindqvist, J. A. Tjernsbekk, T. A. Stang og L.-M. B. Andersen, «Ekspandert Polystyren i vegbygging,» Høgskolen i Østfold, 2011.
- [61] Norsk Industri EPS-gruppen - Bygg, «Viktig å vite om isolasjon av ekspandert polystyren (EPS),» [Internett]. Available: <https://www.norskindustri.no/siteassets/bilder/kampanjesider/eps-gruppen/dokumenter/viktig-a-vite-om-isolasjon-av-eps.pdf>. [Funnet 19 April 2018].
- [62] pu nordic, «Varmeisolasjonsmaterialer av stivt polyuretanskum (PUR/PIR),» [Internett]. Available: http://www.pu-nordic.fi/files/pu-nordic/pdf/81228_PU_Nordic_lammoneriste_esite_nor_netiiin.pdf. [Funnet 4 April 2018].
- [63] Plastindustrien, «PUR-isolering giver store gevinster i byggeriet,» [Internett]. Available: <https://plast.dk/pur-isolering-giver-store-gevinster-byggeriet/>. [Funnet 11 Mai 2018].
- [64] Store norske leksikon, «Termoplast,» 15 Februar 2009. [Internett]. Available: www.snl.no/termoplast. [Funnet 2 Mai 2018].
- [65] Creative Mechanisms, «Everything you need to know about Polycarbonate (PC),» [Internett]. Available: <https://www.creativemechanisms.com/blog/everything-you-need-to-know-about-polycarbonate-pc>. [Funnet 25 April 2018].
- [66] T. Husøy, «Fakta om bisfenol A og helserisiko,» 19 Januar 2015. [Internett]. Available: <https://www.fhi.no/ml/miljo/miljogifter/bisfenol-a-og-helserisiko---faktaar/>. [Funnet 2 Mai 2018].

- [67] N. Christensen og A. Almar-Næss, «Stål,» 15 Februar 2009. [Internett]. Available: www.snl.no/stål. [Funnet 8 Mai 2018].
- [68] Norsk gjenvinning, «Rustfritt 18/8,» [Internett]. Available: <https://www.norskgjenvinning.no/tjenester/avfallstyper/metaller/rustfritt-188/>. [Funnet 8 Mai 2018].
- [69] Industrial Metal Supply Co., «Steel Sheet & Plate,» [Internett]. Available: <https://www.industrialmetalsupply.com/products/steel/sheet-plate#1>. [Funnet 25 April 2018].
- [70] S. Ore og A. Stori, «Polyvinylklorid,» 14 Februar 2009. [Internett]. Available: <https://snl.no/polyvinylklorid>. [Funnet 6 Mai 2018].
- [71] Arduino, «Arduino Wireless SD Shield,» [Internett]. Available: <https://store.arduino.cc/arduino-wireless-sd-shield>. [Funnet 7 Mai 2018].

8 Bilde- og tabell-liste

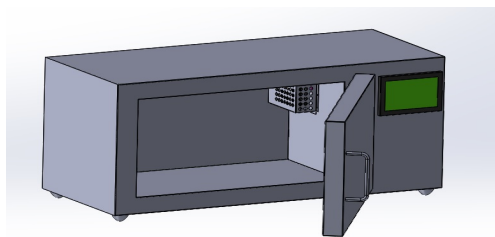
Figur 1.1 Viser hvor mye matsvinn det er i ulike ledd oppgitt i tonn. Tallene er fra perioden 2010 til 2015	1
Figur 3.1 Viser to forskjellige PLS-er	7
Figur 3.2 Et eksempel på hvordan ladder kan se ut	9
Figur 3.3 Tegning av simuleringskammeret med skjerm til PLS	10
Figur 3.4 Samba-skjerm.....	10
Figur 3.5 Samba-skjerm.....	10
Figur 3.6 Arduionobrett av typen UNO.....	12
Figur 3.7 Skjerm til Nextion Editor	13
Figur 3.8 Et forslag til hvordan menyen kan se ut.....	15
Figur 3.9 Et forslag til hvordan siden for lys kan se ut.....	16
Figur 3.10 Et forslag til hvordan siden for temperatur kan se ut	17
Figur 3.11 Et forslag til hvordan siden for vibrasjoner kan se ut	17
Figur 3.12 Fargen på lys ved ulike fargetemperaturer	19
Figur 3.13 Energimerke til lyspærer	20
Figur 3.14 Måleinstrument som måler vibrasjoner.....	23
Figur 3.15 Graf over vibrasjoner fra en lastebil.....	24
Figur 3.16 En ERM-motor.....	25
Figur 3.17 En pnaumatisk vibrasjonsmotor.....	26
Figur 3.18 En person som jobber med blåseisolasjon.....	29
Figur 3.19 Jern-Karbon-diagram	36
Figur 3.20 Noen materialers styrke.....	38
Tabell 3.1 Pærer med tilhørende sokkel som kan være aktuelle til simuleringskammeret.....	21
Tabell 3.2 De ulike isolasjonsmaterialene som er diskutert i oppgaven.....	30
Tabell 3.3 Lambda-verdien til de isolasjonsmaterialene som er diskutert i oppgaven.....	31

9 Vedlegg

9.1 Vedlegg I: Artikkel

Simuleringskammer - Matteknologenes verktøy mot matsvinn

Matsvinn er et problem i dagens samfunn, uansett hvor i samfunnet man leter. Mange kaster mat med en gang den er gått ut på dato. Matteknologer i dag forsker hele tiden på mat, og hvordan å forbedre "best før" datoen. Et verktøy som teknologene bruker, er simuleringskammer. Som en del av et større prosjekt er det blitt utviklet et simuleringskammer av seks 3. års studenter på studielinjen maskiningeniør på NTNU.



Simuleringskammeret består av et rustfritt stålskall, isolert med polyuretan plater for holde ytre temperatursvingninger borte. Kammeret er utstyrt med ulike lyspærer, varme- og kjøleelementer og en motor for å regulere vibrasjoner. Ved hjelp av et styringsprogram (Samba PLS) skal disse faktorene simulere påkjenninger ved transport, deretter loggføres av en sensor (Slam Stick X) for videre forskning og sammenlikning med tidligere testforsøk.

Folk i dag er veldig opptatt av holdbarhetsdatoen på mat. Det er mange

som er raske til å kaste mat dersom den er gått ut på dato. Dette fører til masse matsvinn, og så mye som hver åttende handlepose går i søpla.

En god måte å minske matsvinnet på, er å forbedre holdbarheten på maten. Det er dette bacheloroppgaven vil hjelpe til med, ved å utvikle et simuleringskammer som skal kunne brukes av matteknologer for å teste matvarer. Ved hjelp av disse testene, kan man finne ut hvordan man kan forbedre holdbarheten.

Målet for simuleringskammeret er at det skal kunne simulere hva som skjer med maten, fra rett etter at den har blitt pakket hos produsenten, til du som forbruker åpner den hjemme.

Utviklingen av simuleringskammeret er en del av et større prosjekt, satt i gang av Norges tekniske- og naturvitenskapelige universitet (NTNU), som heter OPTIMAT. Prosjektets formål er å forske på hva det er som påvirker både kvaliteten og holdbarheten på mat. Det er dette OPTIMAT ønsker at kammeret skal hjelpe til med.

Videre i prosjektet, når kammeret er ferdig utviklet, skal det bygges av studenter, før det skal tas i bruk i forskning.

9.2 Vedlegg II: Forprosjekt



Institutt for maskinteknikk
og produksjon

FORPROSJEKT Bacheloroppgaven ved MTP

<i>Titel (norsk og engelsk):</i> Klimakammer Climate Chamber	<i>Prosjektnr.:</i> MTP-K-2018-17
<i>Forfattere:</i> Ingrid Sonja Wiborg Huseby Emil Helvik Camilla Skalmerås	<i>Dato:</i> 16.02.2018
	<i>Gradering:</i> Åpen
<i>Studieretning:</i> Maskiningeniør	
<i>Veileder internt:</i> Anna Olsen	
<i>Oppdragsgiver:</i> NTNU	
<i>Oppdragsgivers kontaktperson:</i> Anna Olsen	

<i>Sammendrag:</i> I samarbeid med institutt for bioteknologi og matvitenskap og prosjektet OPTIMAT vil vi designe et simuleringskammer som matteknologer skal kunne bruke til å simulere prosesser som maten gjennomgår på vei fra fabrikk til forbruker.	
<i>Stikkord:</i> Klimakammer, sensorer, økt holdbarhet, mat	<i>Keywords:</i> Climate chamber, sensors, increased durability, food

INNHOLDSFORTEGNELSE

Innhold

1 MÅL OG RAMMER	1
1.1 Orientering	1
1.2 Oppgaven.....	1
1.3 Resultatmål	1
1.4 Effektmål.....	1
1.5 Rammer.....	2
2 ORGANISERING.....	2
3 GJENNOMFØRING	2
3.1 Hovedaktiviteter.....	2
3.2 Milepæler	3
4 OPPFØLGING OG KVALITETSSIKRING.....	4
4.1 Kvalitetssikring.....	4
5 VEDLEGG.....	4
5.1 Gantt-diagram	4
5.2 Adresseliste.....	5
5.3 Avtaledokument (se neste side)	5

1 MÅL OG RAMMER

1.1 Orientering

Da vi var på utkikk etter et tema å skrive om så tenkte vi litt og sjekket forslag og tips til oppgaver. Bladde forbi en oppgave som handlet om utvikling av et simuleringskammer og tenkte at denne oppgaven så interessant ut. Vi tok da kontakt med personen som hadde hovedansvar for denne oppgaven. Hun forklarte oss litt om denne oppgaven. Vi fikk også litt informasjon om noen andre oppgaver. Etter møtet gikk vi hjem for å tenke på hvilken oppgave vi synes virket mest spennende. Vi kom til slutt fram til at vi synes denne oppgaven var mest spennende, og valgte dermed å jobbe med utvikling av et simuleringskammer.

1.2 Oppgaven

Oppgaven består av å utvikle et simuleringskammer for mat. En person fra matteknologi skal kunne utsette maten for ulike påkjenninger, og etterpå se og måle hvordan det har påvirket maten. Målet med testene er å finne ut hvordan en kan øke holdbarheten til maten. Maten pakkes i en bestemt atmosfære før den settes i kammeret. Hendelsesforløpet vi skal se på starter rett etter pakking av matvaren i fabrikken og avsluttes når maten skal spises. Den som utfører testene skal kunne velge seg et hendelsesforløp der faktorene temperatur, lys, støt og vibrasjoner varierer. Sensorene skal kunne stille seg inn etter valgt hendelsesforløp. Vår oppgave er å utvikle dette kammeret.

1.3 Resultatmål

Gjennom våren skal vi utvikle et simuleringskammer som skal ta for seg hvordan mat blir påvirket fra den blir pakket hos produsenten til den er levert hos forbrukeren. Med dette som grunnlag skal vi:

- Finne en løsning for lys, støt og vibrasjoner som skal simulere det maten blir utsatt for under hendelsesforløpet. Det skal være mulig å forhåndsinnstille både når og hvordan lys, støt og vibrasjoner virker inn, samtidig som når det virker inn og hvor lenge.
- Utforme kammeret slik at det er plass til flere pakker med mat. Ulike pakker skal kunne tas ut, og sammenliknes med resterende prøver.
- Utarbeide en liste for hvilke materialer som er best til å utforme kammeret av.
- Lage komplette og nøyaktige arbeidstegninger av kammeret. Tegningene skal være så nøyaktige at noen andre kan bygge kammeret slik vi ønsker det.
- Lage et prisoverslag over hvor mye det kommer til å koste å bygge kammeret.
- Velge ut sensorer som skal hjelpe med å gjennomføre og styre testprosessen

1.4 Effektmål

Vi i gruppa tenker at vi kommer til å lære mye om produktutvikling, sensorteknologi og tenke ut smarte løsninger. Vi ønsker også å lære mer om matteknologi og testing



Institutt for maskinteknikk og produksjon

av mat, da dette vil være med på å danne grunnlag for oppgaven vår. Ønsker at kammeret skal være brukervennlig å bruke, og at de på matteknologi får nytte av vårt simuleringskammer. Ønsker også at bacheloroppgaven vi leverer kan være en del av et grunnlag for jobbsøknader videre.

1.5 Rammer

Vi ønsker å holde kostnadene nede uten at dette går på bekostning av kvaliteten. Det er også ønskelig at driftskostnadene er lave. Vi vil også ta i bruk ressurser i form av veilederen vår, andre studenter, lærere fra andre studieretninger, laboratorier og verksted på skolen.

2 ORGANISERING

Aktører som er med er institutt for maskinteknikk og produksjon og institutt for bioteknologi og matvitenskap.

Gruppen skal håndtere avvik og utfordringer når de oppstår. Det er viktig at vi har en god kommunikasjon når slike hendelser oppstår. Rapporten skal vise hvordan vi har jobbet og tenkt i produktutviklingsprosessen. Det skal komme tydelig fram hvorfor vi valgt slik vi gjorde det. For å sikre framdrift i prosjektet vil hvert gruppemedlem få ansvar for framdriften på forskjellige deler av prosjektet. Alle gruppemedlemmer er ansvarlig for å følge med på hva de andre jobber med og sikre at kvaliteten på arbeidet er god. Det skal lages en framdriftsplan så tidlig som mulig. Det er ønskelig at framdriftsplanen følges så godt som mulig. Avvik skal meldes i fra skriftlig til de andre gruppemedlemmene med begrunnelse for avviket.

3 GJENNOMFØRING

3.1 Hovedaktiviteter

Konseptutvikling

- Sitte sammen med en annen bachelorgruppe som har samme utgangspunkt i forhold til oppgave og samarbeide i startfasen

Møte med matteknologi

- Få svar på spørsmål som har med matteknologi å gjøre for å få et bedre grunnlag for å fastsette problemstilling. Også snakke med de for å høre på hva de ønsker seg.

Fastsatte problemstilling

- Ta utgangspunkt fra samtalen med matteknologi og fastsette problemstilling sammen med den andre bachelorgruppen.

Institutt for maskinteknikk og produksjon

- Problemstillingen må fastsettes slik at forprosjektet kan bli ferdigstilt innen 16 februar
- Må fastsette problemstilling før vi kan fortsette med noe annet

Sensorvalg

- Ulike sensorer deles opp mellom gruppene. Vi får bestemte sensorer som vi må ta ansvar for
- Må velge ut sensorer før vi kan fullføre en grovskisse av kammeret for hånd

Design av kammer

- Det skal lages et komplett design av kammeret i Solidworks
- Utvikles med hjelp av tegning for hånd og Solidworks
- Tegner for hånd og bestemmer alt av mål og krav til kammeret og gjør dette ferdig før vi går videre og begynner å designe i Solidworks
- Samarbeid mellom vår gruppe og en annen bachelorgruppe
- Alle i bachelorgruppen skal være med på å utvikle grovdesignet, mens Emil og Ingrid skal sammen med noen fra den andre gruppa sitte og utvikle designet i Solidworks
- Må være ferdig må nok tid til overs for å ferdigstille bacheloroppgaven innen 23 mai

Rapportskriving

- Fordele skriveoppgaver mellom gruppemedlemmene
- Sette oss ned i plenum og gå gjennom de forskjellige tekstene og jobbe på dem
- Tekster slik som konklusjon, resultater og sammendrag skrives sammen med alle gruppemedlemmer til stede
- Gruppen skal møtes minst 2 ganger i uken for å skrive sammen og se over andres tekster
- Må fullføre designet av simuleringskammeret før oppgaven kan bli ferdigstilt

3.2 Milepæler

15.02.18 - Fastsette problemstilling

16.02.18 - Levere forprosjekt

21.02.18 - Starte å designe simuleringskammeret

23.02.18 - Ferdigstille malen til bacheloroppgaven

28.02.18 - Valgt ut sensorer

01.03.18 - Skrive forord, teori og bakgrunn

07.03.18 - Ferdig grovskisse av kammer

06.04.18 - Bestemme tittel

16.04.18 - Ferdigstille design av simuleringskammer

07.05.18 - Ferdig med å grovskrive hele bacheloroppgaven

23.05.18 - Levere bacheloroppgaven

4 OPPFØLGING OG KVALITETSSIKRING

4.1 Kvalitetssikring

For å sikre at alle arbeider vil det bli satt mange frister. Vi kommer til å ha mål fra uke til uke som vi skal oppfylle. Det vil bli skrevet timelister for å sikre at alle jobber omtrent like mye.

For å sikre kvaliteten må vi alle være oppdaterte på hva de andre på gruppa gjør og diskutere løsninger. Dersom en synes at det er for dårlig kvalitet på noe er det viktig at en sier ifra til hverandre, og gi forslag til forbedringer. God kommunikasjon er viktig for å holde kvaliteten oppe. De andre medlemmene på gruppen har ansvar for at ting blir gjort riktig og med god kvalitet.

For å kvalitetssikre oppgaven skal vi ha en åpen dialog med veileder, sjekke at litteraturen som blir brukt har sikre bakgrunnskilder og at alle i gruppen leser over alt som er blitt gjort og komme med tilbakemeldinger.

5 VEDLEGG

5.1 Gantt-diagram

Faglige milepærler - Simuleringskammer	1-14 Januar	14-31 Januar	1-14 Februar	15-28 Februar	1-14 Mars	15-31 Mars	1-14 April	15-30 April	1-11 Mai	12-23 Mai
1 Ferdigstille forprosjekt Design	Start			Slutt						
2 Ferdigstille malen for bacheloroppg.			Start	Slutt						
3 Skrive forord, teori og bakgrunn				Start	Slutt					
4 Bestemme tittel			Start				Slutt			
5 Ferdig med å grovskrive bacheloroppg.				Start					Slutt	
6 Ferdigstille bacheloroppg.	Start									Slutt
7 Velge ut sensorer				Start - Slutt						



Institutt for maskinteknikk
og produksjon

5.2 Adresseliste

Camilla Skalmerås

Mail: camillaskalmeras@gmail.com

Tlf: 936 16 499

Emil Helvik

Mail: e.helvik@gmail.com

Tlf: 472 85 915

Ingrid Sonja W. Huseby

Mail: i.1996@hotmail.com

Tlf: 976 86 261

Anna Olsen

Mail: anna.olsen@ntnu.no

Jobb tlf: 734 12 532

Stian Kopperud

Mail: stiako@stud.ntnu.no

Anne Marit Holten

Mail: annemhol@stud.ntnu.no

5.3 Avtaledokument (se neste side)



Institutt for maskinteknikk
og produksjon



Institutt for maskinteknikk
og produksjon

Avtale

Avtale for gjennomføring av bacheloroppgaven mellom NTNU, oppdragsgiver (firma, etat) og student(er).

Avtalopartene

NTNU Fakultet for ingeniervitenskap Institutt for maskinteknikk og produksjon	Veilederens navn/tittel/post: Anna Elsen, anna.elsen@ntnu.no 98245032
Oppdragsgiver Firma/etat: internt	Kontaktperson/havn: - - - Tittel/postadresse:
Student Ingrid S. W. Huseby	
Student Camilla Skolmenig	
Student Emil Dossland Helvik	
Student	
Student	
Prosjekt-eitell/arbeidstitel Klimakammer	
Prosjekt nr. HTP-K-2018-17	

Andre relevante dokumenter: Prosjektmanual bacheloroppgaven.

Avtalen angir avtalopartenes plikter vedrørende gjennomføring av prosjektet og rettigheter til anvendelse av de resultater som prosjektet frembringer.

1.

Studenten(e)/prosjektgruppen skal gjennomføre prosjektet i perioden fra 8. januar 2018 til 31. mai 2018.

Studentene skal i denne perioden følge en oppsett fremdriftsplan der NTNU og oppdragsgiver yter veiledning til avtale tider. Oppdragsgiver stiller til rådighet kunnskap og materiale som er nødvendig for å fullføre prosjektet. Det forutsettes at de gitte problemstillinger delvis arbeides med og på et nivå tilpasset studentenes faglige kunnskaper. NTNU skal stille til rådighet egen veileder. Oppdragsgiver plikter å gi en evaluering/veur av prosjektet vederlagsfritt.

2.

Kostnadene ved gjennomføringen av prosjektet dekkes på følgende måte:
Oppdragsgiver og NTNU dekker hver sin del av den veiledningsid som gis. Dekning av reiser og opphold langt fra studiested dekkes enten av studentene eller av oppdragsgiver ut fra den part som er aktiv for at reise og opphold er nødvendig. Studentene dekker utgifter for trykking og ferdiggjørelse av den skriftlige besvarelsen vedrørende prosjektet med mindre ikke oppdragsgiver yter slik bistand.

3.

Eiendomsrett
Besvarelsens spesifikasjoner og resultat kan anvendes i oppdragsgivers egen virksomhet inkludert publisering. Gjør student(e) i sin besvarelse, eller under arbeidet med den, en patentbar oppfinnelse, gjelder i forholdet mellom oppdragsgiver og studentene bestemmelsene i Lov om retten til oppfinnelser av 17. april 1970, §§ 4-10.

Eiendomsretten til eventuell prototyp tilfaller den som har betalt komponenter og materiell mv. som er brukt til prototypen. Dersom det er nødvendig med større og/eller spesielle investeringer for å fullføre prosjektet, må det gjøres en egen avtale mellom partene om eventuell kostnadsfordeling og eiendomsrett.

1



Institutt for maskinteknikk
og produksjon



Institutt for maskinteknikk
og produksjon

Avtale

Den totale besvarelsen med tegninger, modeller, digitalt lagret materiale og apparatur som inngår som del av eller vedlegg til besvarelsen, kan vederlagsfritt benyttes til undervisnings- og forskningsformål (inkl. publisering) av NTNU. Besvarelsen, eller vedlegg til den, må ikke nyttes av NTNU til andre formål enn undervisning og forskning uten avtale med de øvrige parter i denne avtalen. Dette gjelder også firmaer hvor ansatte ved NTNU og/eller studenter har interesser.

4. Hvis arbeidet medfører publisering, skal studentene oppføres som medforfattere.

5. NTNU står ikke som garantist for at det oppdragsgiver har bestilt fungerer etter hensikten, ei heller at prosjektet blir fullført. Prosjektet må anses som en eksamensrelatert oppgave som blir bedømt av faglærer/veileder og sensor. Likevel er det en forpliktelse for utøverne av prosjektet å fullføre dette til avtale spesifikasjoner, funksjonsnivå og tider.

6. Offentliggjøring.
Papirkopi av besvarelsen registreres og plasseres i NTNUs bibliotek. Oppdragsgiver og veileder godtar slik offentliggjøring når de signerer denne prosjektavtalen, og må evt. gi skriftlig melding til NTNU om de i løpet av prosjektet endrer syn på slik offentliggjøring. Oppdragsgiver kan ved prosjektstart kreve at prosjektet skal behandles som lukket prosjekt dvs ikke publiseres eller plasseres i NTNUs bibliotek. Dette anføres i avtalens pkt 11.

7. Når NTNU også opptrer som oppdragsgiver trer NTNU inn i kontrakten både som utdanningsinstitusjon og som oppdragsgiver.

8. Taushetskløring
Ved denne avtalen erklærer studentene ved sin underskrift alminnelig taushetsplikt vedrørende tekniske innretninger, fremgangsmåter, drifts eller forretningsforhold hos oppdragsgiver som det er av betydning å behandle konfidensielt.

9. Eventuell uerlighet vedrørende forståelse av denne avtale leses ved forhandlinger avtalepartene imellom. Dersom det ikke oppnås enighet, er partene enige om at tvisten leses av voldgift etter LOV 2004-05-14 nr 25: Lov om voldgift.

10. Denne avtalen utferdiges med et eksemplar til hver av partene. Signert dokument godtas på pdf-fil. På vegne av NTNU er det faglærer/veileder eller studieleder som godkjenner avtalen.

11. Annet

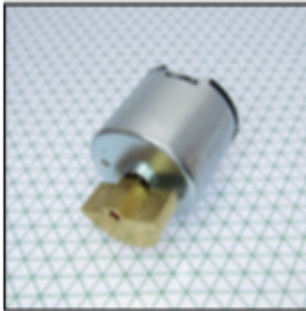
--

12. Signaturer

Dato/ Veileder NTNU Fakultet for ingeniervitenskap	<i>Anna Olsen, 11.01.2018</i>
Dato/Oppdragsgiver/kontaktperson	
Dato/Student	<i>Ingrid S. W. Husaby, 11.01.18</i>
Dato/Student	<i>Semilla Skalmeris 11.01.18</i>
Dato/Student	<i>Emil D. A. Løe 11.01.18</i>
Dato/Student	
Dato/Student	

9.3 Vedlegg III: Datablad 34 mm vibrasjonsmotor

334-401



34mm Vibration Motor - 30mm Type
Shown on 6mm Isometric Grid



Product Data Sheet
Uni Vibe™
34mm Vibration Motor - 30mm Type

Model: 334-401

Ordering Information

The model number 334-401 fully defines the model, variant and additional features of the product. Please quote this number when ordering.
For stocked types, testing and evaluation samples can be ordered directly through our online store.

Datasheet Versions

It is our intention to provide our customers with the best information available to ensure the successful integration between our products and your application. Therefore, our publications will be updated and enhanced as improvements to the data and product updates are introduced.

To obtain the most up-to-date version of this datasheet, please visit our website at:
www.precisionmicrodrives.com

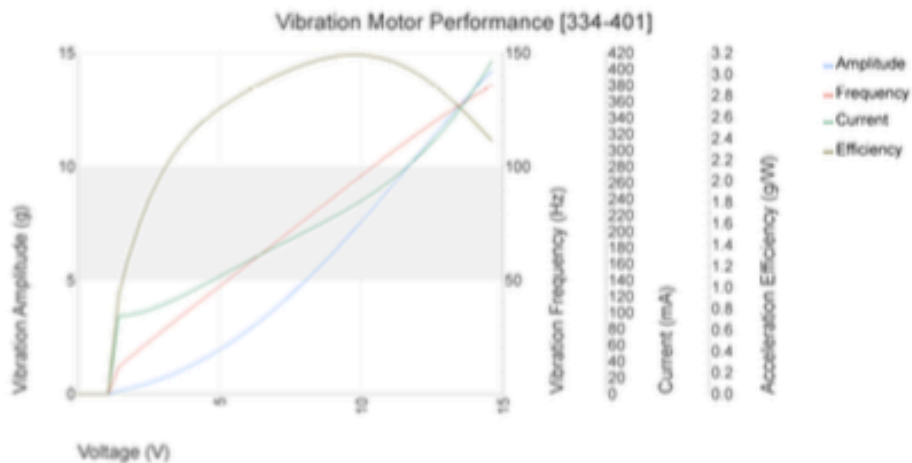
The version number of this datasheet can be found on the bottom left hand corner of any page of the datasheet and is referenced with an ascending R-number (e.g. R002 is newer than R001). Please contact us if you require a copy of the engineering change notice between revisions.

If you have any questions, suggestions or comments regarding this publication or need technical assistance, please contact us via email at:
enquiries@precisionmicrodrives.com or call us on +44 (0) 1932252 482

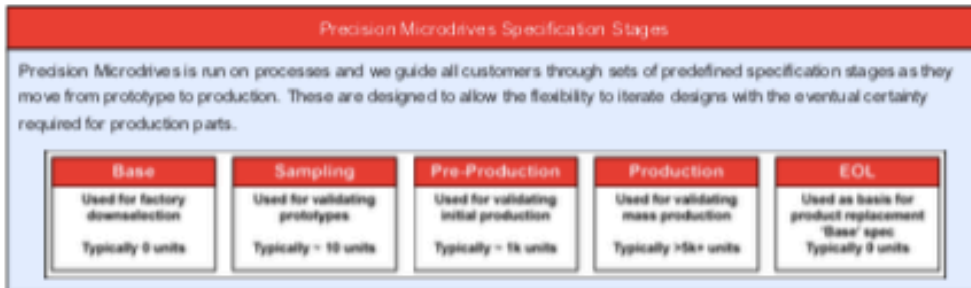
Key Features

Body Diameter:	34 mm [+/- 0.2]
Body Length:	29.5 mm [+/- 0.3]
Ecc. Weight Radius:	12.8 mm [+/- 0.2]
Ecc. Weight Length:	10.5 mm [+/- 0.2]
Rated Operating Voltage:	12V
Rated Vibration Speed:	6,800 rpm [+/- 1,350]
Typical Rated Operating Current:	180 mA
Typical Norm. Amplitude:	110 G

Typical Vibration Motor Performance Characteristics



Understanding Precision Microdrives Specification and Production Stages



Precision Microdrives Capabilities and Competences

Precision Motor Testing and Motor Testing Services

When we started PMD there were no commercial testing machines available, so we built our own. Ever since we've continued to develop new motor testing machines & procedures each year. Fast forward to today and we now have the most extensive testing facilities in the world for sub 40mm diameter motors, gear motors and vibration motors. These are used to validate motors through specification stages and during manufacturing. We also test motors as a service, provide easy to read reports and assist customers with their interpretation.



Motor Customisation, Design, and Manufacturing

To be useful motors need to be integrated with other parts, such as housings or couplings. We routinely develop and produce complete assemblies, from motors with customised leads or connectors to complete electromechanical mechanisms and integrated control electronics. We will support and guide you through the specification stages from prototype to signing-off for mass production.




Competent and Dependable Supply Chains for Production

Most of the world's miniature motors are made in Asia, and you need engineers on the factory floor who can maintain the Western values of "doing things right" whilst supporting the Asian values of "getting things done". As a customer you are supported by expert eyes, right at the heart of the manufacturing process where it is needed: On the ground in the UK, Hong Kong, and China.



Quality Engineers on the Ground and Local Engineering Teams

The nature of our business is to confidently produce and supply motors 'On time & To spec'. Our customers benefit from our certified ISO 9001 quality systems, reliable motor production infrastructure, and experience. We have a core competence in helping customers design out over-specified and expensive European drives, with more cost-effective, adequately specified, and verified Asian alternatives.



Physical Specification

PARAMETER	CONDITIONS	SPECIFICATION
Body Diameter	Max body diameter or max face dimension where non-circular	34 mm [+/- 0.2]
Body Length	Excl. shafts, leads and terminals	29.5 mm [+/- 0.3]
Unit Weight		75 g
No. of Output Shafts		1
Ecc. Weight Radius	Radius from shaft for non-cylindrical weights	12.8 mm [+/- 0.2]
Ecc. Weight Length		10.5 mm [+/- 0.2]

Construction Specification

PARAMETER	CONDITIONS	SPECIFICATION
Motor Construction		Iron Core
Commutation		Carbon Brush
No. of Poles		3
Bearing Type	Front & rear bearings	Ball Bearing

Operational Specification

PARAMETER	CONDITIONS	SPECIFICATION
Rated Operating Voltage		12 V
Rated Vibration Speed	At rated voltage using the inertial test load	6,800 rpm [+/- 1,350]
Max. Rated Operating Current	At rated voltage using the inertial test load	320 mA
Max. Start Voltage	Certified starting voltage. Measured at no load, where applicable	3 V
Rated Inertial Test Load	Mass of rated load standard test sled	1,000 g
Max. Operating Voltage		14.4 V
Min. Vibration Amplitude	Peak-to-peak value at rated voltage using the inertial test load	6.7 G
Max. Start Current	At rated voltage	3,000 mA

Important: The characteristics of the motor is the typical operating parameters of the product. The data herein offers design guidance information only and supplied batches are validated for conformity against the specifications on the previous page.

Typical Performance Characteristics

PARAMETER	CONDITIONS	SPECIFICATION
Typical Rated Operating Current	At rated voltage using the inertial test load	180 mA
Typical Vibration Amplitude	Peak-to-peak value at rated voltage using the inertial test load	11 G
Typical Start Current	At rated voltage	2,700 mA
Typical Vibration Efficiency	At rated voltage using the inertial test load	5.1 GW
Typical Norm. Amplitude	Peak-to-peak vibration amplitude normalised by the inertial test load at rated voltage	110 G
Typical Start Voltage	Measured at no load, where applicable	1.25 V
Typical Terminal Resistance		4.5 Ohm
Typical Terminal Inductance		3,650 uH

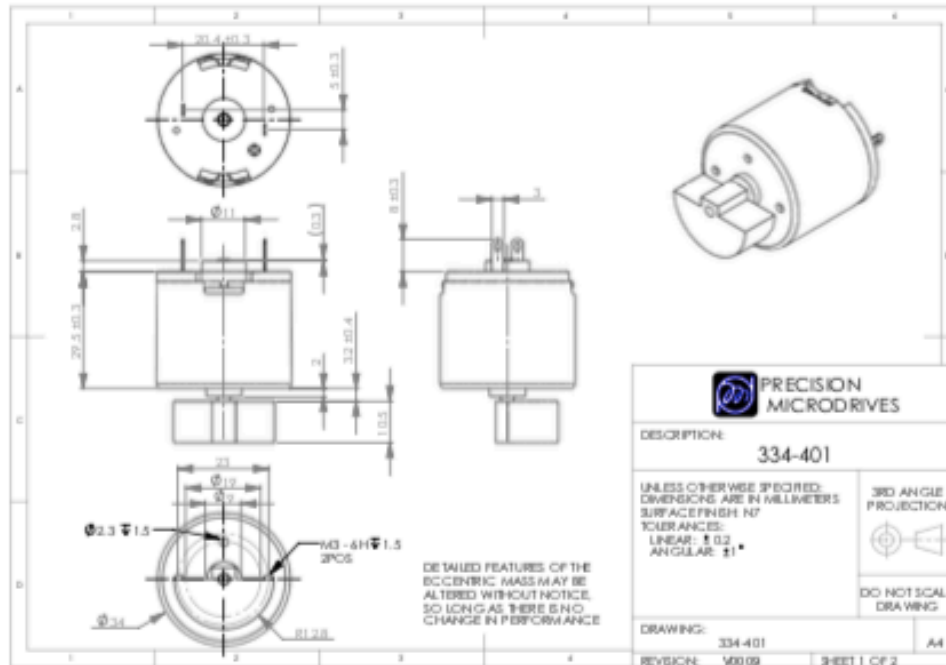
Typical Haptic Characteristics

PARAMETER	CONDITIONS	SPECIFICATION
Typical Lag Time	At rated voltage using the inertial test load	6 ms
Typical Rise Time	At rated voltage using the inertial test load	77 ms
Typical Stop Time	At rated voltage using the inertial test load	176 ms
Typical Active Brake Time	Time taken from steady-state to 0.04 G under inverse polarity at max. voltage	72 ms

Environmental Characteristics

PARAMETER	CONDITIONS	SPECIFICATION
Max. Operating Temp.		60 Deg.C
Min. Operating Temp.		-10 Deg.C
Max. Storage & Transportation Temp.		70 Deg.C
Min. Storage & Transportation Temp.		-20 Deg.C

Product Dimensional Specification



Life Support Policy

PRECISION MICRODRIVES PRODUCTS ARE NOT AUTHORISED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF PRECISION MICRODRIVES LIMITED.

As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, and whose failure to perform when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in a significant injury to the user.

2. A critical component is any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.



Tel:
Fax:
Email:
Web:

VAT Registration.

9.4 Vedlegg IV: Datablad Slam Stick



SLAM-STICK™

Shock & Vibration Data Loggers

FEATURES

- Triaxial Accelerometers
 - Piezoresistive ($\pm 100 / 500g$)
 - Piezoelectric ($\pm 25 / 100 / 500 / 2,000g$)
 - DC Response MEMS ($16 / 200g$)
- Configurable Sampling Rate up to 20 kHz
- Up To 4 Billion Data Points Onboard Memory
- Temperature & Pressure Sensors
- Time Stamped Data with Local Calendar Time
- Manual & Automatic Start/Trigger Modes
- Rechargeable Battery Life (>12hrs)
- Lightweight
- Micro-USB Interface for Set-Up & Data Download
- Free Analysis Software ([Slam Stick Lab](#))
- [EMI Qualified](#) (MIL-STD-461F)
- 5th Order Hardware Low-Pass Filter



DESCRIPTION

The [Slam Stick](#) data loggers are capable of measuring acceleration in all three axes while also measuring temperature and pressure. The recorders are available with two enclosure options (aluminum or polycarbonate), different measurement ranges ($\pm 16g$ to $\pm 2,000g$), and an industry leading high sample rate (up to 20 kHz on the piezoelectric and piezoresistive accelerometers and up to 3.2 kHz on the DC response MEMS accelerometer).

Their lightweight design and large surface area minimize mass loading and enable two mounting options: adhesive mounting using the industrial strength double sided tape included with the product; or hard mounting, for an even higher frequency response. Its rugged enclosure and wide temperature operating range ($-40^{\circ}C$ to $80^{\circ}C$) enable the Slam Stick to perform in many harsh environments.

A micro-USB receptacle allows for quick and easy connection to a computer where data can be analyzed with Midé's provided software package - [Slam Stick Lab](#). The software also enables configuration of the device to meet a variety of customer needs. Triggers include time delays, calendar date/time wake up and acceleration, temperature and/or pressure triggers.

Midé includes a N.I.S.T. traceable calibration certification.

SELECTING THE RIGHT SLAM STICK		
(LESS THAN) < 500 Hz	(MORE THAN) > 500 Hz	
Shock & Vibration CAPACITIVE MEMS	Vibration & Shock PIEZOELECTRIC	Shock & Vibration PIEZORESISTIVE
		
SLAM-STICK C	SLAM-STICK X	SLAM-STICK S



SLAM-STICK™

SLAM-STICK C



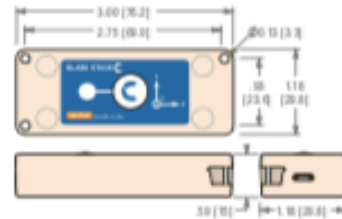
Sensors

- Triaxial Accelerometers
 - DC Response MEMS ($\pm 16 / 200g$)
- Pressure
- Temperature

Applications

- General purpose testing
- Low frequency vibration

Dimensions



SLAM-STICK X



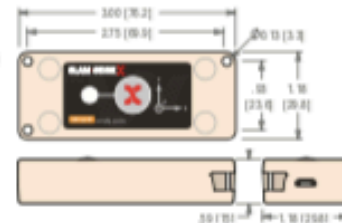
Sensors

- Triaxial Accelerometers
 - Piezoelectric ($\pm 25 / 100 / 500 / 2,000g$)
 - Optional DC Response MEMS ($\pm 16 / 200g$)
- Pressure
- Temperature

Applications

- Qualification testing
- High frequency vibration

Dimensions



SLAM-STICK S



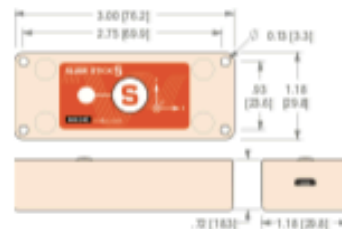
Sensors

- Triaxial Accelerometers
 - Piezoresistive ($\pm 100 / 500g$)
 - DC Response MEMS ($16 / 200g$)
- Pressure
- Temperature

Applications

- Shock testing
- High end testing

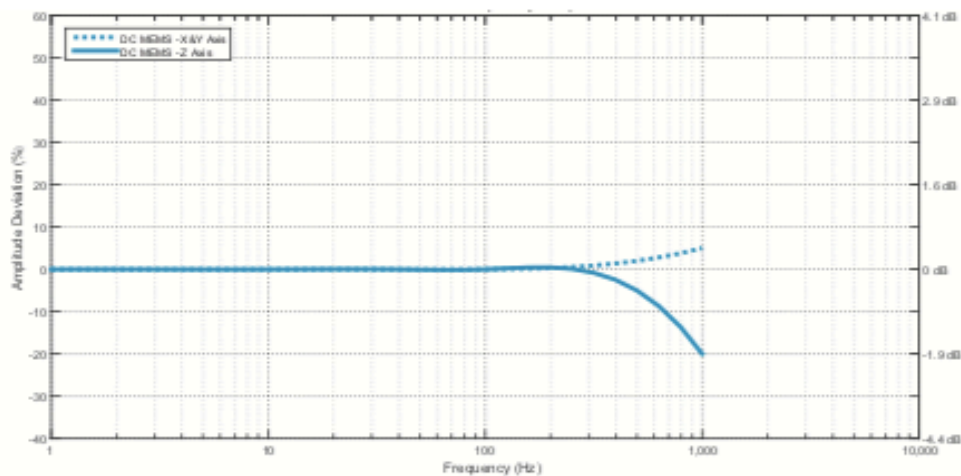
Dimensions



ACCELEROMETER DC MEMS

Triaxial DC MEMS Accelerometer			
Products	Comes standard in the Slam Stick C and S and add on option in the Slam Stick X		
Sampling Rate Per Channel:	User Selectable from 12.5 Hz to 3.2 kHz	Selectable with Provided Software	
Frequency Response Within $\pm 5\%$ Accuracy	X and Y Axis: 0 Hz to 1,000 Hz Z Axis: 0 Hz to 500 Hz	See Frequency Response Plot	
Transverse Sensitivity	<10 %		
Low-Pass Filter	2 nd Order (Filter Frequency is 1/2 Sample Frequency)		
Measurement Range	± 16 g	± 200 g	
Broadband Noise	< 0.01 g RMS	< 0.14 g RMS	Reduces with slower sample rates
Resolution ¹	0.004 g	0.05 g	13-bit

¹Resolution at a sample rate of 1,600 Hz or greater is reduced to 12-bit



Note that the MEMS accelerometer has a DC response (can measure down to 0 hertz). The plot only goes to 1 Hz because it is on a logarithmic scale. The accelerometer data was generated with the sample rate at 3.2 kHz, and the unit taped to the mounting fixture.

BATTERY & STORAGE CAPACITY

Per Channel Frequency (Hz)	Time available for 1 GB (hours)	Battery Life (hours)
12.5	4000	22.0
100	500	20.0
1600	31	18.0
3200	16	14.5

ACCELEROMETER OVERVIEW

The triaxial capacitive MEMS accelerometer is great for general purpose testing; but it has some limitations. Its data quality may not be good enough for higher-end engineering applications. But these accelerometers are much lower cost than alternatives and so Midé is able to offer the Slam Stick C, which only has this type of accelerometer, at a much lower cost than the X and S.

See our [blog on accelerometer selection](#).

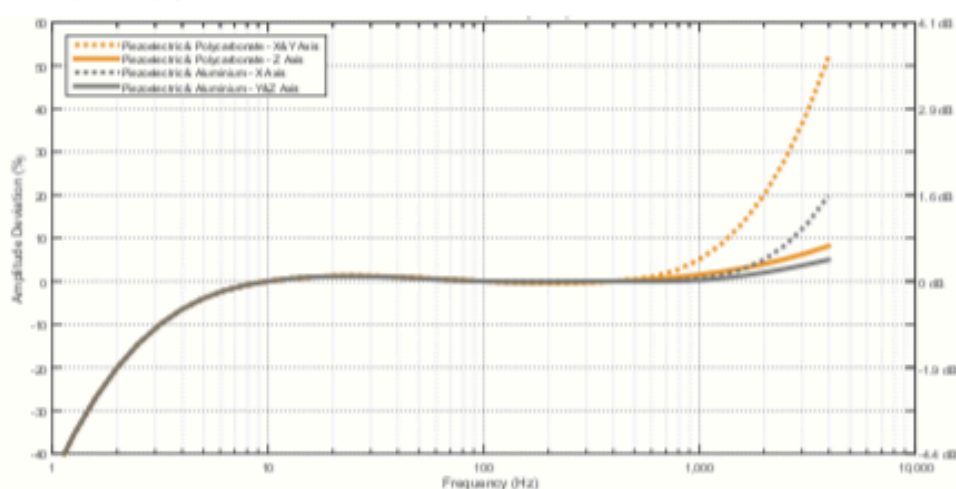


ACCELEROMETER PIEZOELECTRIC

Triaxial Piezoelectric Accelerometer					
Products	Comes standard in the Slam Stick X				
Sampling Rate Per Channel:	User Selectable from 100 Hz to 20 kHz			Selectable with Provided Software	
Frequency Response Within $\pm 5\%$ Accuracy (X, Y & Z Axis)	Aluminum Enclosure: 5 Hz to 2,000 Hz Polycarbonate Enclosure: 5 Hz to 1,000 Hz			See Frequency Response Plot	
Transverse Sensitivity	<10 %				
Low-Pass Filter	5 th Order Hardware Butterworth (Linear Phase & Software Tunable)				
Measurement Range	± 25 g	± 100 g	± 500 g	$\pm 2,000$ g	
Broadband Noise ¹	< 0.01 g RMS	< 0.04 g RMS	< 0.20 g RMS	< 0.80g RMS	
Resolution ²	0.0008 g	0.003 g	0.015 g	0.06 g	16-bit

¹Tested with a 20 kHz sampling rate and with a 5 kHz filter frequency. Noise levels will be lower with slower sampling rate and/or lower filter frequency.

²Resolution depends on sampling rate: 16-bit < 8.5 kHz, 15-bit < 16 kHz, 14-bit > 16 kHz.



The piezo electric accelerometer sampled at 20kHz with a 5 kHz filter. Adequate compression of the tape was achieved by first bolting the units to allow the tape to set, then removing the bolts. The mounting torque of these bolts was 70 in-oz.

BATTERY & STORAGE CAPACITY

Per Channel Sampling Frequency (Hz)	Time available for 2 GB (hours)	Battery Life (hours)
100	1000	15.5
1,000	100	15.0
5,000	20	13.0
20,000	5	5.5

If the DC Accelerometer is on it will reduce battery life by approximately 10%. It also requires approximately 1GB storage for every 500 million samples.

ACCELEROMETER OVERVIEW

The triaxial piezoelectric accelerometer, when compared to the DC MEMS accelerometer, offers a higher data quality. Piezoelectric accelerometers are the most popular because of their versatility but they have two disadvantages: an AC coupling, and their charge amplifier can become saturated during high frequency and/or amplitude shock events.

See our [blog on accelerometer selection](#).

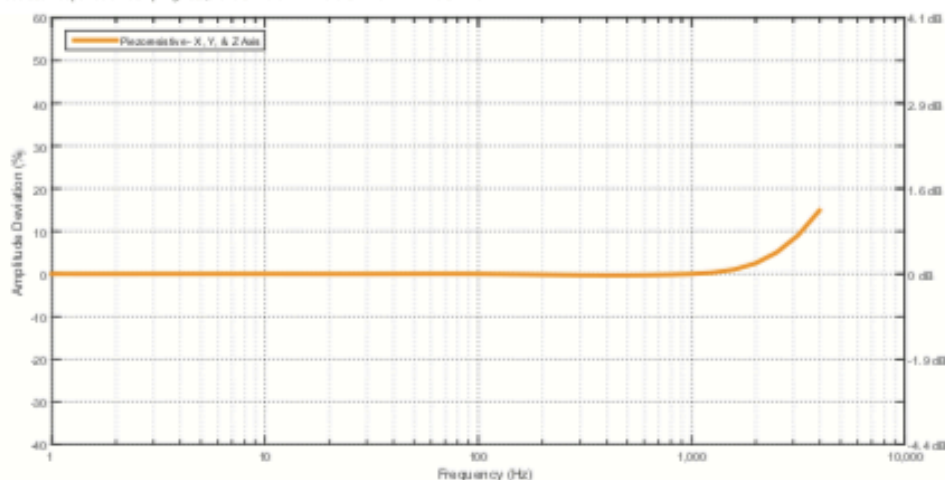


ACCELEROMETER PIEZORESISTIVE

Triaxial Piezoresistive Accelerometer			
Products	Comes standard in the Slam Stick S		
Sampling Rate Per Channel:	User Selectable from 100 Hz to 20 kHz	Selectable with Provided Software	
Frequency Response Within $\pm 5\%$ Accuracy (X, Y & Z Axis)	Aluminum Enclosure: 0 Hz to 2,000 Hz	See Frequency Response Plot	
Transverse Sensitivity	<10 %		
Low-Pass Filter	5 th Order Hardware Bessel (Linear Phase & Software Tunable)		
Measurement Range	± 100 g	± 500 g	
Broadband Noise ¹	< 0.08 g RMS	< 0.40 g RMS	
Resolution ²	0.003 g	0.015 g	16-bit

¹Tested with a 20 kHz sampling rate and with a 5kHz filter frequency. Noise levels will be lower with slower sampling rate and/or lower filter frequency.

²Resolution depends on sampling rate; 16-bit < 8.5 kHz, 15-bit < 16kHz, 14-bit > 16 kHz.



Note: This Piezoresistive accelerometer has a DC response (can measure down to 0 herz). The plot only goes to 1 Hz because it is on a logarithmic scale. The piezoresistive accelerometer sampled at 20kHz with a 5 kHz filter. The unit was bolted down with a mounting torque of 100 in-oz.

BATTERY & STORAGE CAPACITY

Per Channel Sampling Frequency (Hz)	Time available for 2 GB (hours)	Battery Life (hours)
100	1000	14.0
1,000	100	13.5
5,000	20	11.0
20,000	5	3.5

If the DC Accelerometer is on it will reduce battery life by approximately 10%. It also requires approximately 1GB storage for every 500 million samples.

ACCELEROMETER OVERVIEW

The piezoresistive accelerometer offers similar advantages as the piezoelectric in terms of data quality. But they have the added benefit of being capable of measuring static accelerations and low frequency vibrations. They also have internal gas damping to widen the dynamic frequency range of the accelerometer. These accelerometers are increasingly becoming more popular for shock and vibration testing applications.

See our [blog on accelerometer selection](#).

ADDITIONAL SPECIFICATIONS FOR ALL SLAM STICKS

Temperature and Pressure Sensors			
Sampling Rate	1 Hz		
Temperature Accuracy	±1.0°C	-30°C to +80°C	
Temperature Resolution	0.0025°C	12-bit	
Pressure Relative Accuracy	±0.1 kPa	-10°C to +50°C	
Pressure Resolution	1.5 Pa	20-bit	
Environmental			
Operating Temperature	-40°C to 80°C (-40°F to 176°F) ¹		
Calibrated Temperature	-20°C to 60°C (-4°F to 140°F)	Accelerometer Accuracy is Within ±5%	
Recommended Storage Temperature	15°C to 30°C (59°F to 86°F)		
Humidity	0 to 95 %RH	Recharging Temperature 0°C to 45°C (32°F to 113°F)	
Pressure	20 kPa to 110 kPa (2.9 psi to 16.0 psi)		Absolute Pressure
Shock Limit	>3,000 g	Refer to Shock Report (PDF)	
No Electric Field Susceptibility	2 MHz to 18 GHz @ 200V/m		Refer to EMI Test Report (PDF)
No Magnetic Field Susceptibility	30 Hz to 100 kHz		Refer to EMI Test Report (PDF)
Physical	Aluminum (-AL)	Polycarbonate (-PC)	
Mass	65 grams	40 grams	
Dimensions	Download CAD file for more detail		
Case Material	Aluminum 7075 T6	Polycarbonate/ABS	Aluminum Enclosure has a Clear Anodized Coat
Mounting Torque (M-40 Bolt)	100 in-oz	70 in-oz	Mounting with Double-Sided Tape is Optional

EXTENDING BATTERY & STORAGE

The Slam Stick can record data even while plugged into power. External power supplies, such as standard portable phone chargers work well. When plugged into an external power source, the Slam Stick will record until it runs out of storage. An upgrade to a 8GB storage card is available. Note that a single recording file size is limited to 4 GB.

Utilize triggering configurations to further increase battery and storage capacity.

The rechargeable battery has a lifetime of 3 years and needs to be charged at least twice a year. For more info refer to component datasheet section in [user manual \(pdf\)](#).

SOFTWARE OVERVIEW & FEATURES

- Configure Slam Stick C, X & S data loggers
- Import and display data
- Vibration analysis - FFT, PSD and spectrogram
- Calibration editing
- Download [Free Software](#)
- Comprehensive unit conversion
- Export data to .CSV (Excel readable)
- Split large .IDE files
- Convert .IDE files to MATLAB files

SLAM-STICK™

ORDERING INFORMATION

All products can be purchased online at mide.com. Additional shipping and ordering information is available [here](#).

Included with each purchase:

- Slam Stick Lab analysis software
- 6ft micro-USB cable
- Mounting tape
- Mounting bolts
- User Manual and Quick Start Guide
- N.I.S.T. Calibration Certification.

	Product	Measurement Range	DC Option	Storage Capacity	Enclosure Material
SLAM-STICK C	LOG-0003	016G 200G	Included	1GB 8GB	PC = Polycarbonate
SLAM-STICK X	LOG-0002	025G 500G 100G 02KG	DC = Yes No DC = No	2GB 8GB	AL = Aluminum PC = Polycarbonate
SLAM-STICK S	LOG-0004	100G 500G	Included	2GB 8GB	AL = Aluminum
Slam Stick C Example:	LOG-0003-016G-1GB-PC = Slam Stick C, ±016G Accelerometer, 1GB Storage Capacity, Polycarbonate Enclosure LOG-0003-200G-8GB-PC = Slam Stick C, ±200G Accelerometer, 8GB Storage Capacity, Polycarbonate Enclosure				
Slam Stick X Example:	LOG-0002-025G-2GB-PC = Slam Stick X, ±025G Accelerometer, 2GB Storage Capacity, Polycarbonate Enclosure LOG-0002-02KG-DC-8GB-AL = Slam Stick X, ±2,000G Accelerometer, added DC MEMS Accelerometer, 8GB Storage Capacity, Aluminum Enclosure				
Slam Stick S Example:	LOG-0004-100G-DC-2GB-AL = Slam Stick S, ±100G Accelerometer, 2GB Storage Capacity, Aluminum Enclosure LOG-0004-500G-DC-8GB-AL = Slam Stick S, ±500G Accelerometer, 8GB Storage Capacity, Aluminum Enclosure				

ADDITIONAL INFORMATION



SLAM STICK: RESOURCE HUB

User Manuals, How-To Videos, NTS Report
Free Software, Case Studies, etc.

>> GO TO RESOURCE HUB