

Sensur av hovedoppgaver

Universitetet i Sørøst-Norge
Fakultet for teknologi og maritime fag



Prosjektnummer: **2019-10**
For studieåret: **2018/2019**
Emnekode: **SFHO3201-1 18H Bacheloroppgave**

Prosjektnavn

Autonom pakkemaskin for konstruksjonsvirke
Autonomous packing of construction timber

Utført i samarbeid med: Tronrud Engineering

Ekstern veileder: Øistein Røste

Sammendrag: Lumberpack er et system som skal pakke konstruksjonsvirket autonomt. Dagens metode innebærer to mennesker som manuelt bretter og stifter fast plastemballasjen over materialene og teiper bustenden om nødvendig. Dette er en ressurskrevende metode og derfor kan en eventuell autonom løsning være med på å effektivisere prosessen og dermed spare inn tid og penger.

Stikkord:

- Pakking av konstruksjonsvirke
- Autonomt
- Effektivt

Tilgjengelig: JA

Prosjekt deltagere og karakter:

Navn	Karakter
Morten A. Auke	
Edris Karimi	
Lars I. Jerijervi	
Herman Severin Nilsen	
Jonas Tveita Hjalland	

Dato: 4. Juni 2019

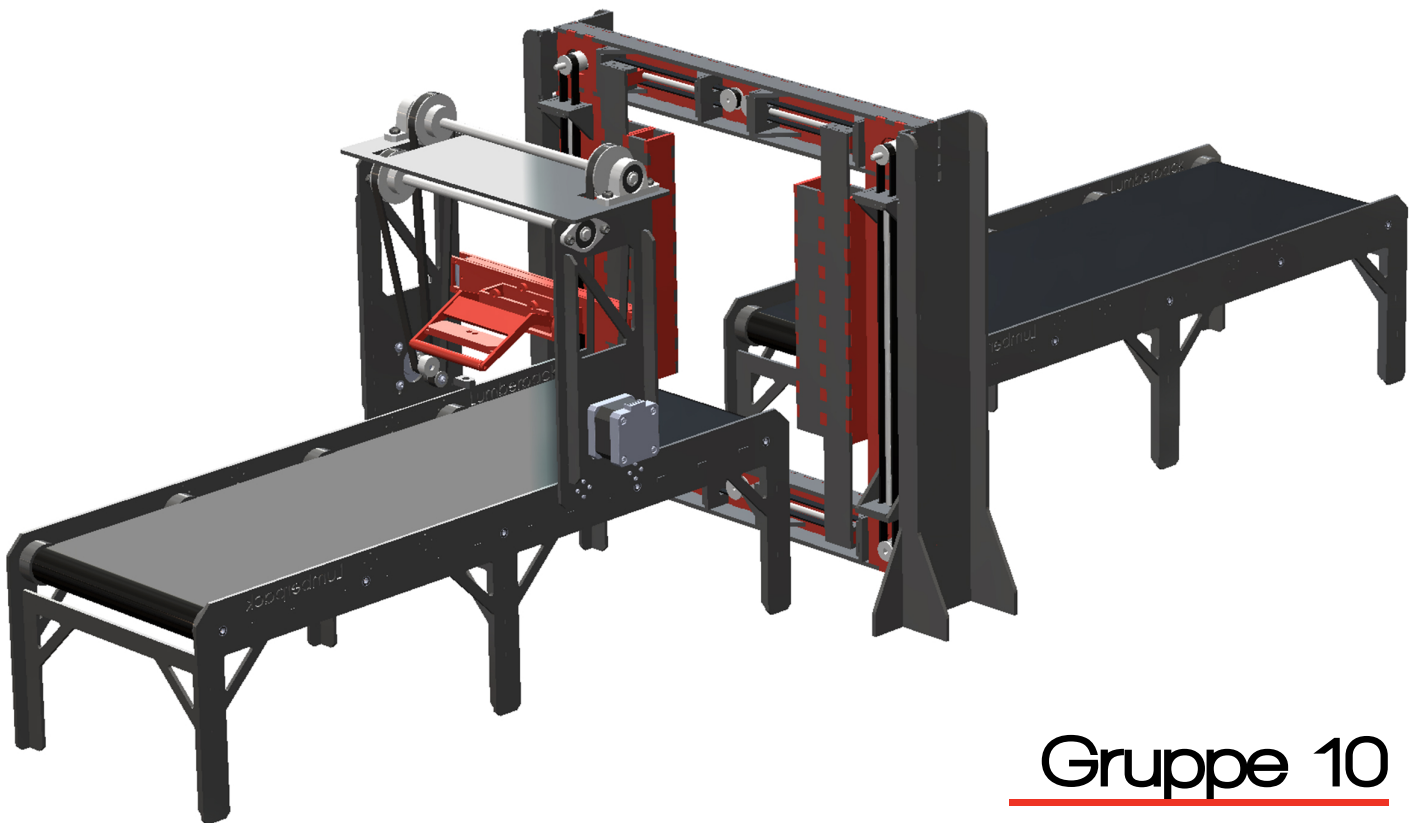
Kjell Enger
Intern Veileder

Karoline Moholth
Intern Sensor

Svein Steinsvik
Ekstern Sensor



Lumberpack



Gruppe 10

Edris Karimi

Lars Jerijervi

Morten A. Auke

Jonas T. Hjalland

Herman Severin Nilsen

Abstrakt

Vi er en multidisiplinær gruppe med ingeniørstudenter, kalt Lumberpack, fra Universitet i Sørøst-Norge. Vår oppdragsgiver, Tronrud Engineering, har et ønske om en helautomatisk pakkemaskin for byggematerialer. Dagens pakkemetode gjøres manuelt for hånd av to mennesker, hvor emballasjen trekkes ut over materialbunten for så å brettes og stiftes inntil endene.

Materialbunten består av en fin ende og en bustende. I bustenden vil lengden på materialene variere, mens i den fine (ikke-bustete) enden ligger materialene jevnt. En utfordring i denne oppgaven vil være å pakke bustenden så pent som mulig.

Prosjektgruppen har et mål om å lage en fungerende prototype i mindre skala, hvor vi ved hjelp av solidworks og matlab skal gjennomføre simuleringer for å få best mulig resultat.

Forklaring av dokumentasjon og struktur

For at prosjektgruppen skal holde orden og arbeidet skal være sporbart har det blitt valgt å benytte seg av separate dokumenter. Det vil si at gruppen skriver flere dokumenter som er uavhengige av hverandre. Derfor er det laget en felles oversikt over alle dokumentene, med en felles innholdsfortegnelse og en kort forklaring av innholdet til de enkelte dokumentene.

For oversiktens skyld er det benyttet en standard mal for alle dokumentene, slik at de har samme oppbygning. Det starter med forside, deretter dokumenthistorikken, abstrakt, innholdsfortegnelse og tabell- og figurliste om nødvendig. Alle dokumentene benytter seg av egne referanser og vedleggslistor.



Innhold

I	Prosjektplan	i
1	Introduksjon av oppgaven	1
2	Administrasjon	2
2.1	Prosjektgruppe	2
2.2	Oppdragsgiver (Tronrud Engineering AS)	5
2.3	Universitetet i Sørøst-Norge	6
3	Prosjektmodell: Kanban+	7
3.1	Hva er kanban	7
3.2	Kanbantavlen	8
3.3	Tilleggsaktiviteter	9
4	Prosjektforløp	10
4.1	Overordnet plan	10
4.2	Milepæler	10
4.3	Planlegging av tidsbruk	10
4.4	Oppgaveprioritering	11
4.5	Interne mandagsmøter	12
4.6	Framdriftsplan	13
5	Annet	16
5.1	Arbeidstid	16
5.2	WEB-side	16
6	Referanser	17
II	Risikoanalyse	i
1	Introduksjon	1
2	Risikoevaluering	2
2.1	Risikomatrise	2
2.2	Prioriteriner	3
2.3	Identifikasjonskoder og forkortelser	4

3	Risikotabeller	5
3.1	Prosjektrisikoeer	5
3.2	Operasjonsrisikoeer	8
3.3	Designrisikoeer	10
III	Kravspesifikasjoner	i
1	Kravkoder	1
1.1	Funksjonelle og ikke-funksjonelle krav	2
1.2	Maskindirektivet	2
2	Kravspesifikasjon	3
3	Referanser	17
IV	Testplan	i
1	Introduksjon	1
2	Testmetoder	2
3	Testplankoder	2
4	Test	4
V	Rapport for endelig løsning	i
1	Introduksjon	1
2	Delsystemer	2
3	Tester og Resultater	10
4	Videreutvikling og forbedringer	15
5	Konklusjon	17
VI	Teknisk: Maskin	i

1	Introduksjon	1
2	CAD og FEM	1
3	Komponenter og hyllevare	2
4	Delsystemer	5
5	Rammeverk	6
6	Horisontal fikseringsrulle	8
7	Vertikal fikseringsruller	12
8	Pneumatikk	14
9	Sveisemekanisme	16
10	Referanser	17
11	Vedlegg	17
VII Teknisk: Elektro		i
1	Introduksjon	1
2	Komponentvalg	2
3	Kommunikasjonssystem	6
4	Motorstyring	12
5	Varmeelement	14
6	Referanser	19
7	Vedlegg	20
VIII Teknisk: Data		i
1	Introduksjon	1

2	Kamerasystem	2
3	Brukergrensesnitt	9
4	Referanser	20
IX Idédokument		i
1	Introduksjon	1
2	Start idéer	2
3	Kategorisering	18
3.1	Kategorier	18
3.2	Tabell	19
4	Pugh matrise	19
4.1	Vektlegging	19
4.2	Pugh matrise	22
5	Valg av idéer	23
6	Konklusjon	30
7	Referanser	32
X Oppfølgingsdokument		i
1	Ukesrapporter	1
2	Timeliste	19
3	Referanser	26
XI Evaluering av prosjektet		i
XII Testrapport: Krympeplast		i
1	Introduksjon	1

2	Bakgrunnsteori	2
3	Utstyr	2
4	Metode/framgangsmåte	3
5	Resultater	9
6	Diskusjon	19
7	Konklusjon	23
8	Refernser	24
9	Vedlegg	24
XIII	Testrapport: Tørkeprosess	i
1	Introduksjon	1
2	Bakgrunnsteori	1
3	Utstyr	2
4	Metode/framgangsmåte	3
5	Resultater og observasjoner	5
6	Drøfting og feilkilder	6
7	Konklusjon	6
8	Refernser	7
XIV	Vedlegg	i

Innholdsbeskrivelse

Prosjektplan

Dette dokumentet har til hensikt å fremlegge alt av informasjon som trengs for å styre prosjektet. Det skal beskrive prosjektmodellen og prosjektforløpet slik at en får en innføring i hvordan prosjektet skal utføres og styres. Gruppemedlemmene vil benytte denne planen for å gjøre seg forstått med hva som skal bli gjort, hva som skal foregå og eventuelle aktiviteter som skal være til hjelp for prosjektutviklingen. Dette dokumentet vil bli utviklet og oppdatert ettersom prosjektet gjennomføres.

Risikoanalyse

Dette dokumentet har til hensikt å fremlegge en risikoanalyse for både prosjektet og systemet som skal lages. Risikoanalysen skal bli brukt for å redegjøre ulike risikoer gruppen må håndtere og forebygge. Risikoene vil bli utviklet og oppdatert ettersom prosjektet gjennomføres og systemet blir designet.

Kravspesifikasjoner

Dette dokumentet er en gjennomgang av kravene til systemet som prosjektgruppen skal utvikle. Hensikten er å samle og spesifisere kravene som er gitt av arbeidsgiveren og liste disse på en organisert måte. Kravspesifikasjonene kommer til å danne et grunnlag for prosjektet. Det er viktig at disse er oversiktlige slik at en lett kan sjekke om systemet leverer etter ønsket standard. Dette dokumentet vil bli oppdatert ettersom flere krav vil dukke opp når én løsning er under utvikling.

Testplan

Dette dokumentet inneholder oversikt over tabeller, testmetoder og testspesifikasjon. Dokumentet skal vise hvordan gruppen skal teste de ulike kravene som har blitt satt til systemet. Dokumentet vil oppdateres ettersom flere krav vil dukke opp.

Teknisk dokument: Maskin

Hensikten med dette dokumentet er å gi leseren en oversikt over de forskjellige delsystemene som maskiningeniørstudentene har designet. Dokumentet vil beskrive hvert av de ulike delsystemene, konstruksjonsbeskrivelse og materialvalg, samt noen av utfordringene som har dukket opp underveis.

Teknisk dokument: Elektro

Dette dokumentet har til hensikt å presentere løsningene som er gjort fra en elektroingeniørs perspektiv. Det vil bli forklart hvordan det har blitt løst og hva som er benyttet til modellen av systemet.

Teknisk dokument: Data

Dette dokumentet har til hensikt å legge frem gruppens datatekniske arbeid. Her vil løsninger og løsningsmetoder bli forklart.

Idédokument

Dette dokumentet har til hensikt å legge frem løsninger som prosjektgruppen har tenkt på. Det skal gå igjennom hvordan de forskjellige løsningene skal fungere og hva som er fordeler og ulemper med dem. Til slutt vil det komme en konklusjon som skal forklare hvilke delsystemer gruppen vil se nærmere på i forhold til valg av endelig løsning.

Oppfølgingsdokumenter

Dette dokumentet har til hensikt å samle ukesrapportene prosjektgruppen har skrevet så langt. Det vil bli gitt en oversikt over hva som har blitt gjort de ulike ukene og hva som har blitt planlagt for uken etter. Ukesrapportene tar ut det viktigste fra oppfølgingsdokumentene, dette inkluderer ikke individuelt arbeid. Det individuelle arbeidet er oppført i oppfølgingsdokumentene. Det er også lagt med en timeliste hvor det er oppført arbeidstimer for de ulike ukene.

Evaluering av prosjektet

I dette dokumentet vil gruppen evaluere hele prosjektet og hvert gruppemedlem gjør en egenevaluering.

Testrapport: krympeplast

Dette dokumentet har til hensikt å fremlegge krympeplast som en mulig emballaseløsning på problemstillingen vår. Det skal bli oppgitt nødvendig informasjon om krympeplast og hvordan den skal behandles. Deretter vil det bli presentert ulike tester som bachelorgruppen har utført med krympeplasten. Til slutt vil det komme en konklusjon hvor man grunnlegger eventuelt bruk av dette materialet til oppgaven.

Testrapport: Tørkeprosess

Hensikten med dette dokumentet er å finne ut om det er nødvendig å ha 100 % åpning i bunnen av bunten, gruppen vil gjennomføre en del tester og målinger som skal vise dette. Alt av informasjon av utstyr og materialer vil bli listet opp, og avslutningsvis en konklusjon.

Vedlegg

Dette dokumentet samler utdrag fra alle vedlegg som er referert til i alle dokumentene som er levert. Det vil å bli gitt en innholdsfortegnelse slik at en for en oversikt over alle vedleggene.

Forkortelser benyttet i dokumentasjonen

#	Beskrivelse
Navn	
MA	Morten A. Auke
EK	Edris Karimi
LJ	Lars Jerijervi
HSN	Herman Severin Nilsen
JTH	Jonas Tveita Hjalland
TE	Tronrud Engineering
USN	Universitetet i Sørøst-Norge
Teknisk	
K	Krav
SYS	System
T	Test
H	HMS
SG	Sannsynlighetsgrad
AG	Alvorlighetsgrad
RG	Risikograd
PK	Prioritetsklasse
PR	Prosjektrisikoer
SR	Systemrisiko
D	Designerisiko
O	Operasjonsrisiko



Prosjektplan

Skrevet av:

Morten A. Auke

Edris Karimi

Lars Jerijervi

Herman Severin Nilsen

Jonas Tveita Hjalland

21. mai 2019

Dokumenthistorikk			
Utg.	Dato	Beskrivelse	Forfatter
1.2	20.03.19	Rettlest	LJ
1.1	17.03.19	Lagt til seksjon 4.6: Framdriftsplan	JTH
1.0	13.02.19	Dokument opprettet	

Abstrakt

Dette dokumentet har til hensikt å fremlegge alt av informasjon som trengs for å styre prosjektet. Det skal beskrive prosjektmodellen og prosjektforløpet slik at en får en innføring i hvordan prosjektet skal utføres og styres. Gruppemedlemmene vil benytte denne planen for å gjøre seg forstått med hva som skal bli gjort, hva som skal foregå og eventuelle aktiviteter som skal være til hjelp for prosjektutviklingen. Dette dokumentet vil bli utviklet og oppdatert ettersom prosjektet gjennomføres.

Innhold

1	Introduksjon av oppgaven	1
2	Administrasjon	2
2.1	Prosjektgruppe	2
2.1.1	Kontaktinformasjon	3
2.1.2	Om oss	4
2.2	Oppdragsgiver (Tronrud Engineering AS)	5
2.2.1	Ekstern prosjektsensor og -veileder	5
2.3	Universitetet i Sørøst-Norge	6
2.3.1	Intern prosjektsensor og -veileder	6
3	Prosjektmodell: Kanban+	7
3.1	Hva er kanban	7
3.2	Kanbantavlen	8
3.3	Tilleggsaktiviteter	9
3.3.1	Morgenmøter	9
3.3.2	Endringsmøter	9
4	Prosjektforløp	10
4.1	Milepæler	10
4.1.1	Presentasjon 1	10
4.1.2	Presentasjon 2	10
4.1.3	Presentasjon 3	10
4.2	Planlegging av tidsbruk	10
4.3	Oppgaveprioritering	11
4.4	Interne mandagsmøter	12
4.5	Framdriftsplan	13
5	Annet	16
5.1	Arbeidstid	16
5.2	WEB-side	16
6	Referanser	17

Figurer

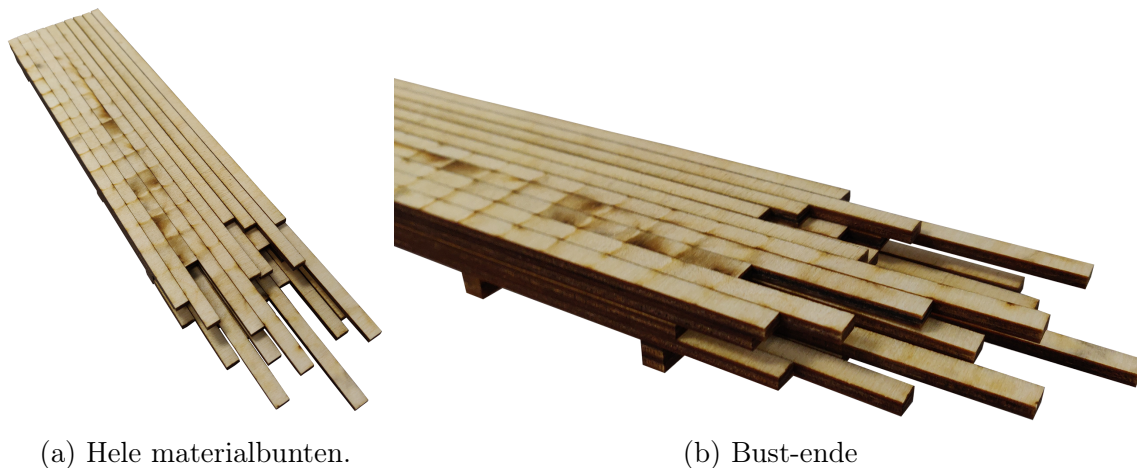
1	Eksempel på materialbunt	1
2	Framdriftsplan 1/2	14
3	Framdriftsplan 2/2	15

Tabeller

1	Koder for oppgavestørrelser	11
---	---------------------------------------	----

1 Introduksjon av oppgaven

Bachelorgruppe 10, ved USN avdeling Kongsberg, har mottatt en oppgave fra Tronrud Engineering AS, som går ut på å designe et autonomt system som skal pakke inn konstruksjonsmaterialer til byggebransjen. Dagens metode for pakking av materialbunter (se figur 1) innebærer to mennesker som manuelt bretter og stifter fast plastemballasjen over materialene og teiper bustenden om nødvendig. Dette er en ressurskrevende metode og derfor kan en eventuell autonom løsning være med på å effektivisere prosessen og dermed spare inn tid og penger.



(a) Hele materialbunt.

(b) Bust-ende

Figur 1: Eksempel på materialbunt

Plankene som danner materialbuntene kan ha varierte lengder, men blir lagt sammen slik at de danner en lignende form som vist i figur 1a. Stablene vil ha ulikt volum med størst variasjon i lengden. Dette gjør at det dannes en ende med bustete form (som vist i figur 1b). Pakkingen av denne enden er en av de større utfordringer med oppgaven, da hver stabel har ulik bustende.

Som nevnt tidligere er denne pakkingen noe som gjøres manuelt. Derfor er dette prosjektet basert på å frigjøre ressursene som kreves for denne oppgaven og erstattes med en automatisert løsning.






2 Administrasjon

Under prosjektet vil flere parter være involvert, disse vil bli introdusert i dette kapitlet. Det vil bli forklart hvem disse er og hvilket ansvarsområde de har gjennom prosjektforløpet.

2.1 Prosjektgruppe

Prosjektgruppen er en forsamling på fem studenter som skal gjennomføre en bacheloroppgave i løpet av vårsemesteret 2019. Teamet består av to maskiningeniørstudenter, to elektroingeniørstudenter og én dataingeniørstudent. Maskiningeniørene utgjør Morten A. Auke og Edris Karimi, elektroingeniørene er Lars Jerijervi og Herman Severin Nilsen og dataingeniøren er Jonas Tveita Hjalland. Gruppen skal fordele ansvarsområder mellom medlemmene og sørge for at alle følger prosjektplanen. Dette krever at prosjektgruppen er selvstendig og forholder seg profesjonelle overfor andre parter og hverandre.

2.1.1 Kontaktinformasjon

	<p>Morten A. Auke m.auke@hotmail.com 988 95 958 Maskiningeniør Prosjektleder og prototypansvarlig</p>
	<p>Edris Karimi Edris_gt@hotmail.com 987 62 041 Maskiningeniør Krav- og testansvarlig</p>
	<p>Lars Jerijervi L_I_J@hotmail.com 944 23 387 Elektroingeniør Dokumentansvarlig</p>
	<p>Herman Severin Nilsen Herman97n@gmail.com 957 92 101 Elektroingeniør Risikoansvarlig</p>
	<p>Jonas Tveita Hjalland Jonas.hjal@gmail.com 988 19 468 Dataingeniør Prosjektplanansvarlig</p>

2.1.2 Om oss

Morten A. Auke, prosjektleder og prototypansvarlig

31 år gammel, bosatt i Vestfossen sammen med sin forlovede og to barn. Har bakgrunn fra bygg og anleggsbransjen hvor han har praktisert tømreryrket. Han er praktisk anlagt og har stor interesse for design av prototyper. Aktiv friluftsmann som setter pris på en god padletur. I dette prosjektet vil han fungere som prosjektleder og kontaktperson både for gruppe-medlemmer og eksterne parter. Han vil også ta for seg ansvaret med utviklingen av prototyper.

Edris Karimi, krav- og testansvarlig

23 år fra Drammen. Han er veldig glad i mekanikk og praktisk arbeid. I tillegg til sin teoretiske utdannelse har han solid praktisk erfaring med arbeid på dreiebenk, fresemaskin og boremaskin. Denne praktiske kompetansen er en stor fordel ved design av nye produkter. I tillegg til dette har han også jobbet med grunnleggende ISO programmering. I dette prosjektet er han krav- og testansvarlig som innebærer å oppdatere og utvikle testplanen og kravspesifikasjonen slik at prosjektgruppen får et best mulig sluttresultat. Krav- og testansvarlig skal også følge opp tester slik at de blir gjennomført på riktig måte og at kravene blir oppfylt.

Lars Jerijervi, dokumentansvarlig

22 år gammel fra Kirkenes. Han er elektroingeniørstudent med interesse innenfor robotikk og reguleringssystemer. Ved studiefrier har han jobbet som vikar i matbutikk i Kirkenes. Han er utadvendt og ikke redd for å dele sine meninger med kolleger. Under dette prosjektet har han rollen som dokumentansvarlig, som går ut på å holde orden i dokumentasjonen til gruppen. Det skal koordineres hvem som skriver hva og at alt som skal leveres blir korrekturlest. Alt av dokumentasjon skal også holde en høy standard og være lik i utformingen.

Herman Severin Nilsen, risikoansvarlig

22 år fra Sandefjord. Han er en elektroingeniørstudent med en interesse rettet mot data og signalbehandling. Han har erfaring med praktisk elektronikk, som det å lodde og bygge opp kretser, samt å programmere mikrokontrollere. Herman har også erfaring med flere industrielle verktøy, fra dremelmaskin til søyleboremaskin. Utenom elektronikken har han en stor interesse for matte og fysikk, og hvordan det er knyttet opp mot den praktiske verden. Han har også jobbet som scenetekniker på fritiden i flere år. I dette prosjektet så har han ansvaret for risikoanalyser av prosjektet. Det er viktig for HMS av sluttproduktet at det alltid tenkes på risikoene systemet har og hvordan en kan forebygge disse.

Jonas Tveita Hjalland, prosjektplanansvarlig

21 år gammel fra Veggli. Hans interesser dreier seg rundt programmering og design. Han har også en interesse for dataspill, hvor lagspill har vært i fokus, dog i senere år har denne interessen for det meste lent seg mot design av spill. Han kategoriserer seg selv som en teoretiker, men har blitt matet med litt praktiske oppgaver da han har vokst opp på en gård med sauedrift. Som prosjektplanansvarlig har Jonas et ansvar for å følge med og oppdatere kanbantavlen. I forbindelse med dette skal han også sørge for at alle har noe å gjøre og at den digitale og fysiske kanbantavlen er synkronisert.

2.2 Oppdragsgiver (Tronrud Engineering AS)

Tronrud Engineering AS (TE) i Hønefoss ble etablert av Ola Tronrud i 1977. Selskapet har i dag 150 ansatte i Hønefoss, og 50 ansatte i Moss. Selskapet driver primært sett med automatisering og robotisering og har flere innovative produkter i sitt portfolio. Her bl.a. pakkemaskiner, 3D-printing i titanmaterial og pallmerkingmaskiner. [1]

Som ekstern oppdragsgiver har bedriften i oppgave å stille med sensor og veileder. Ekstern sensor skal være en del av et panel på tre personer som har ansvar for å evaluere og karakter-sette oppgaven ved sin slutt. Sensoren må være tilstede ved alle tre presentasjonene og ved møtene som arrangeres før og etter presentasjonene. Den eksterne veilederen må ha innsikt i oppgaven og kunne svare på spørsmål som kan dukke opp i løpet av prosjektet. Veilederen er ikke pliktig til å møte på presentasjonene, men det er ønskelig at han er tilstede.

2.2.1 Ekstern prosjektsensor og -veileder**Ekstern sensor:**

Svein Steinsvik

svein.steinsvik@tronrud.no

Ekstern veileder:

Øistein Røste

oistein.roste@tronrud.no

2.3 Universitetet i Sørøst-Norge

Universitetet i Sørøst-Norge (USN), etablert 4. mai 2018, er universitetet hvor bachelorprosjektet nå skal gjennomføres. Universitetet i sin helhet har over 17 000 studenter og over 1 300 ansatte. USN har 88 bachelorprogrammer, hvor studenter fra 3 av programmene nå jobber sammen om dette prosjektet.

Skolen har fra sin side tydelige krav til hvordan prosjektet skal gjennomføres og dette kan leses i skolens veiledning for bachelorprosjektet [2]. Universitetet har også sørget for at vi har et fast grupperom hvor vi kan jobbe, og lagt til rette for rom hvor vi kan holde presentasjoner.

Universitetet stiller med både internsensor og -veileder. Den interne veilederen skal følge opp prosjektarbeidet og ha møte med gruppen hver uke for å følge med på prosjektets progresjon. Dette vil også føre til at veilederen kan gi råd og føringer underveis, men skal ikke gripe inn å styre prosjektgruppen. Intern sensor og veileder skal begge møte på formøte og ettermøte ved hver presentasjon, og skal være en del av et panel på tre personer som skal sette individuelle karakterer på prosjektdeltakerne.

2.3.1 Intern prosjektsensor og -veileder

Intern sensor:

Karoline Moholth Mcclenaghan

Karoline.moholth@usn.no

Intern veileder:

Kjell Enger

kjell.enger@usn.no

3 Prosjektmodell: Kanban+

I begynnelsen av prosjektet måtte en bestemme seg for en prosjektmodell. Prosjektgruppen gikk igjennom *unified process*, *CAFCR*, *scrum* og *kanban*, hvor *kanban* var prosessen som ble valgt. Denne prosessen har få regler og er åpen for at en kan legge til deler fra andre modeller. Dette er da aktiviteter som er med på å forbedre produktutviklingen og planleggingen, hvor gruppen allerede har valgt å legge til noen deler fra *scrum*. Planen er å tilpasse prosjektmodellen ettersom teamet opparbeider seg erfaringer og vil dermed ende opp med en skreddersydd prosjektmodell som er basert på *kanban*.

3.1 Hva er *kanban*

Kanban er en prosjektmodell som stammer fra Japan. Ordet ”*kanban*” betyr ”tegn” eller ”kort” og er navnet på et planleggingssystem som ble benyttet av Toyota fra sent 1940 tallet [3]. Modellen går ut på å visualisere arbeidet og arbeidsflyten. For å visualisere blir det benyttet en tavle som er delt inn i seksjoner som blir bestemt av prosjektgruppen. Disse seksjonene viser som regel hva som skal gjøres, hva som blir gjort og hva som er ferdig. I seksjonene plasserer man lapper, hvor én arbeidsoppgave er skrevet ned for hver lapp. Lappene blir flyttet rundt ettersom arbeid blir gjennomført. I hovedsak viser prosessen arbeidsflyten og begrenser antall arbeidsoppgaver som blir gjort på én gang.

Kanbantavlen skal sørge for at alle prosjektdeltakerne alltid har noe de kan jobbe med, men dette krever at alle på prosjektgruppen er selvstendig nok til å begynne på en ny arbeidsoppgave når en er fullført. Ved hjelp av kanbantavlen vil en også få en oversikt over alle de mindre oppgavene som må gjøres. Siden det er begrensede oppgaver på postene vil arbeidsflyten være kontrollert og dermed vil en ikke ha for mange oppgaver på en gang.

Fordelen med *kanban* modellen er at endringer kan bli gjort raskt og effektivt, i motsetning til for eksempel *scrum*, hvor en må vente til en sprint er fullført før en kan gjøre endringer. Dette skyldes at *kanban* er en kontinuerlig prosess som har toleranse for variasjon. På grunn av dette kan en også eksperimentere med modellen, ved å legge til ulike elementer fra andre prosesser og finne ut hva som passer best for gruppen [4]. I *kanban* er det ingen roller som er definert i forhold til prosjektmodellen, men som vist i kapittel 2 så har vi bestemt oss for noen roller. Dette for å fordele ansvarsområder, slik at vi ikke mister kontroll over dokumentasjonen og at alt er sporbart.

3.2 Kanbantavlen

Det har blitt opprettet to versjoner av kanbantavlen til prosjektet, en fysisk og en digital. Den fysiske henger på grupperommet til gruppen (2265) og den digitale er laget ved hjelp av Trello.com. Selve tavlen er splittet opp i fem kategorier. Den første seksjonen er *Later*, hvor det fortløpende blir lagt til arbeidsoppgaver fra backloggen. Disse arbeidsoppgavene kan være alt fra små oppgaver og til litt større oppgaver som ikke har blitt splittet opp til mindre oppgaver enda. Deretter kan man begynne å vurdere om den skal flyttes til neste post, som er *Soon*. Denne seksjonen viser de mest kritiske aktivitetene som må bli gjort og er begrenset slik at det maksimalt skal henge tre lapper her om gangen. Grunnen for dette er at det ikke skal hope seg opp alt for mye på denne posten og det skal være lett å se hvilke oppgaver som må gjøres fortest mulig. Neste seksjon er *Doing now* og viser arbeidet som prosjektgruppen i øyeblikket holder på med. Denne posten er begrenset til fem lapper, slik at alle medlemmene kan ha en arbeidsoppgave hver. Den fjerde delen er *Inbox for review*, her vil arbeidet bli gjennomgått av noen andre på gruppen slik at en får rask tilbakemelding om noe må endres. Hvis ingenting trenger å endres kan arbeidsoppgaven flyttes til siste post, som er *Done*. Begrensninger til antall lapper per seksjon kan bli endret i løpet av prosjektet, etter hva prosjektgruppen føler er nødvendig. Endringer i kanbantavlen vil bli tatt opp til vurdering hver mandag for å sørge for å få så effektiv arbeidsflyt som mulig.

3.3 Tilleggsaktiviteter

Siden kanban er en veldig enkel modell, så har det blitt lagt til noen momenter som gruppen mener er viktige for å få et best mulig prosjekt. Det kan også legges til andre aktiviteter i løp av prosjektet etter behov.

3.3.1 Morgenmøter

Prosjektgruppen ble enig om å legge til daglige morgenmøter inn i prosjektmodellen som skal brukes. Dette er en aktivitet hentet fra scrum og som blir ansett som en effektiv måte å oppdatere gruppen på arbeid som har blitt gjort og som skal gjøres. Disse møtene skal helst utføres til et fast tidspunkt hver dag og alle gruppemedlemmene er pliktig til å delta. På møtet skal alle deltakerne fortelle hva de gjorde dagen før, hva de skal gjøre i dag og om en har møtt noen utfordringer.

Gruppen bestemte at møtene skal holdes hver dag på morgenen når alle i prosjektgruppen har ankommet grupperommet, dette vil som regel være klokken 09:00. Medlemmene skal reise seg opp og stille seg i en ring, dette for å få møtet mest mulig effektivt. Det skal snakkes på tur, og de tre punktene skal bli gjennomgått før nestemann får ordet. Møtet skal aldri vare mer enn 15 minutter.

3.3.2 Endringsmøter

Underveis i prosjektet vil det oppstå endringer som vil påvirke prosjektplanen og utviklingen av systemet. Disse endringene kan være at det dukker opp flere arbeidsoppgaver, systemet må endres på bakgrunn av tester som er blitt gjort eller at et nytt krav blir lagt til. Når noe slikt skjer skal gruppen holde et "endringsmøte" hvor endringene skal analyseres. Prosjektgruppen skal kartlegge hva som må endres, hva konsekvensene er og legge fram forslag for hvordan det kan løses.

4 Prosjektforløp

Planleggingen av arbeidsoppgaver vil i hovedsak dreie seg om hva som skal komme fram på presentasjonene. Arbeidet som skal gjøres fram mot milepælene vil bli basert på designet og kravspesifikasjonene til systemet en velger å produsere. I utgangspunktet vil oppgavene være veldig overordnet. Oppgavene vil videre deles opp og deretter legges til i backloggen. Dette vil selvfølgelig være mindre oppgaver som ofte kan gjennomføres av en person.

4.1 Milepæler

Milepælene våre er de tre presentasjonene som skal gjennomføres i løpet av prosjektet.

4.1.1 Presentasjon 1

Første presentasjon går ut på å forklare hva oppgaven vår går ut på. Presentasjonen skal inneholde kravspesifikasjon, testplan og prosjektplan.

4.1.2 Presentasjon 2

Denne presentasjonen går ut på å gi en oppdatering rundt gruppens progresjon. Her skal man vise fram hva som har blitt gjort siden presentasjon 1 og hva som skal gjøres videre. Fram til denne presentasjonen skal man ha kommet fram til et endelig design og hvordan man tenker å implementere det. Retningsendringer basert på tilbakemeldingene etter presentasjonen er fortsatt mulig. Presentasjonen vil ha et tydelig teknisk preg.

4.1.3 Presentasjon 3

Under presentasjon 3 vil man presentere den (ferdige) løsningen man har kommet opp med. Presentasjonen er delt inn i to deler, hvor den ene skal ha et salgspreg"og den andre skal tekniske løsninger. Gruppen skal vise til hvorfor løsningen er unik og hvorfor noen skal være villige til å kjøpe akkurat denne løsningen.

4.2 Planlegging av tidsbruk

Etter valget av kanban som prosjektmodell begynte gruppen å diskutere planlegging av prosjektet og distribuering av tid. Gruppen startet med å sette opp oppgaver i et Gantt diagram. Da man begynte å sette start og sluttdatoer på arbeidsoppgavene ble det enighet om at Gantt ikke var optimalt, da dette førte til en altfor sekvensiell utforming av prosjektplanen. I kanban ønsker prosjektgruppen en arbeidsplan hvor det jobbes med oppgaver fra forskjellige

“faser” i parallell.

Som nevnt tidligere brukes det i kanban en kanbantavle. Dette vil hjelpe oss med å følge med på effektiviteten og tidsbruken gjennom prosjektforsløpet. Når man legger til oppgaver fra backloggen på kanbantavlen vil gruppen estimere hvor mye tid som kreves for å utføre hver enkelt oppgave. Man låser ikke oppgavene til bestemte datoer, det sies heller noe om størrelsen på oppgavene i form av hvor mange dager man tror behøves for å utføre de. Gruppen mener at kanbantavlen i seg selv er en bedre måte å visualisere arbeidet enn et Gantt diagram. Her vil prioritering av oppgaver og estimering av tid (i form av dager per oppgave) spille inn for en kontinuerlig planlegging, isteden for fastsatte perioder.

I motsetning til scrum har ikke kanban noen forhåndsbestemte oppgavestørrelser, og derfor kan en velge blant forskjellige metoder for å bestemme oppgavestørrelser. Gruppen har valgt å benytte seg av t-skjorte størrelser: S, M, L og XL. Når en ny oppgave blir plassert på kanbantavlen, vil gruppemedlemmene individuelt estimere størrelsen på arbeidsoppgaven. Gjennomsnittet vil bli brukt som estimert størrelse på oppgaven. Størrelsen vil bli indikert ved hjelp av fargen på post-it lappen, grønn er S, gul er M, rosa er L og blå er XL (se tabell 1). Planen er å unngå oppgaver som varer i mer enn en uke, hvis oppgaven tar lengre tid må den splittes opp i mindre deloppgaver. Estimeringen av oppgavestørrelse skal gjøres kontinuerlig når det henges opp nye oppgaver på kanban tavlen.

Størrelse kode	Størrelse i tid
S	Under 24 timer
M	1 til 3 dager
L	3 til 7 dager
XL	Mer enn en uke, Må dermed splittes opp i mindre oppgaver.

Tabell 1: Koder for oppgavestørrelser

4.3 Oppgaveprioritering

Ettersom gruppen har en bestemt sluttdato for prosjektet så er sannsynligheten stor for at man ikke rekker å få til alt man ønsker. Det er her prioritering av oppgaver kommer inn. Om man legger inn noe nytt i backloggen vil dette kontinuerlig vurderes opp mot det som allerede ligger der. Om prioriteringen er god, vil dette derfor føre til at det viktigste blir gjort

først. I kanban er det oppgavene som ligger øverst i backloggen som har høyest prioritet. Man vil derfor alltid plukke oppgaver fra toppen av backloggen. Prioritering vil bli gjort i henhold til kravspesifikasjonene og dialogen gruppen har med bedriften.

Når det kommer til omprioritering av backloggen kan dette bli gjort når som helst, men under noe som gruppen har kalt mandagsmøter vil man ha en bedre ramme for diskusjon rundt dette og bedre mulighet for større omprioriteringer.

4.4 Interne mandagsmøter

Å skape mer struktur under bruk av kanbanmodellen er noe gruppen er interessert i, og er noe av grunnen til at man henter inn noen aspekter fra andre prosjektmodeller. Noe annet som ønskes å legge til er noe gruppen har kalt interne mandagsmøter.

Noe som kan være en utfordring ved bruk av kanban er at gruppemedlemmene ikke er selvstendige nok til å ta på seg arbeidsoppgaver. Mandagsmøtene er blant annet innført for å få mer kontroll over denne utfordringen ved at man tydelig kan se at alle har planlagt arbeid for oppkommende uke. På dette møtet skal gruppen også ha en diskusjon rundt produktets design og funksjon, samt å se hvordan arbeidet som ble utført i foregående uke skaper verdi for det endelige produktet. På denne måten vil man se om det som gjøres samsvarer med gruppens intensjon. Fordelen med å ha jevnlig diskusjon rundt design og funksjon vil være at man kan justere arbeidet som blir gjort underveis. Dette vil også i teorien skape et bedre produkt ved at man kontinuerlig får diskutert om man er på riktig vei med alle arbeidsoppgavene.

På mandagsmøtet vil alle gruppemedlemmer hente ut oppgaver fra backloggen slik at hvert medlem har en oppgavemengde som tilsvarer minst fem dager med arbeid på kanbantavlen. Om man fortsatt har gjenstående arbeid fra foregående uke, vil man ta med seg dette videre i påfølgende uke. Om man allerede har fem dager med arbeid på tavlen, vil man dobbeltsjekke om oppgavene er riktig prioritert og fortsette videre.

Under mandagsmøtet skal det også diskuteres oppgaveprioritering og progresjon. Her vil det være rom for diskusjon rundt hva som skal prioriteres av oppgaver og om man skal gjøre omprioriteringer.

Ut i fra dette møtet skal gruppen også utforme et oppfølgingsdokument. Oppfølgingsdokumentet skal inneholde hva som ble gjort forrige uke, eventuelle utfordringer man har støtt på, hva som skal gjøres videre og eventuelle prioriteringsendringer. Før avslutningen av dette

møtet vil det også bli tatt et bilde av *done* seksjonen på kanbantavlen. Deretter ryddes denne seksjon ved at de utførte oppgavene flyttes over på en overordnet *done*-plakat. Dette er mest for å gi gruppen en indikasjon rundt gruppens progresjon og en kan på denne måten (ut i fra bildene som blir tatt) enkelt følge med på hva som har blitt gjort hver enkelt uke, selv mange uker senere.

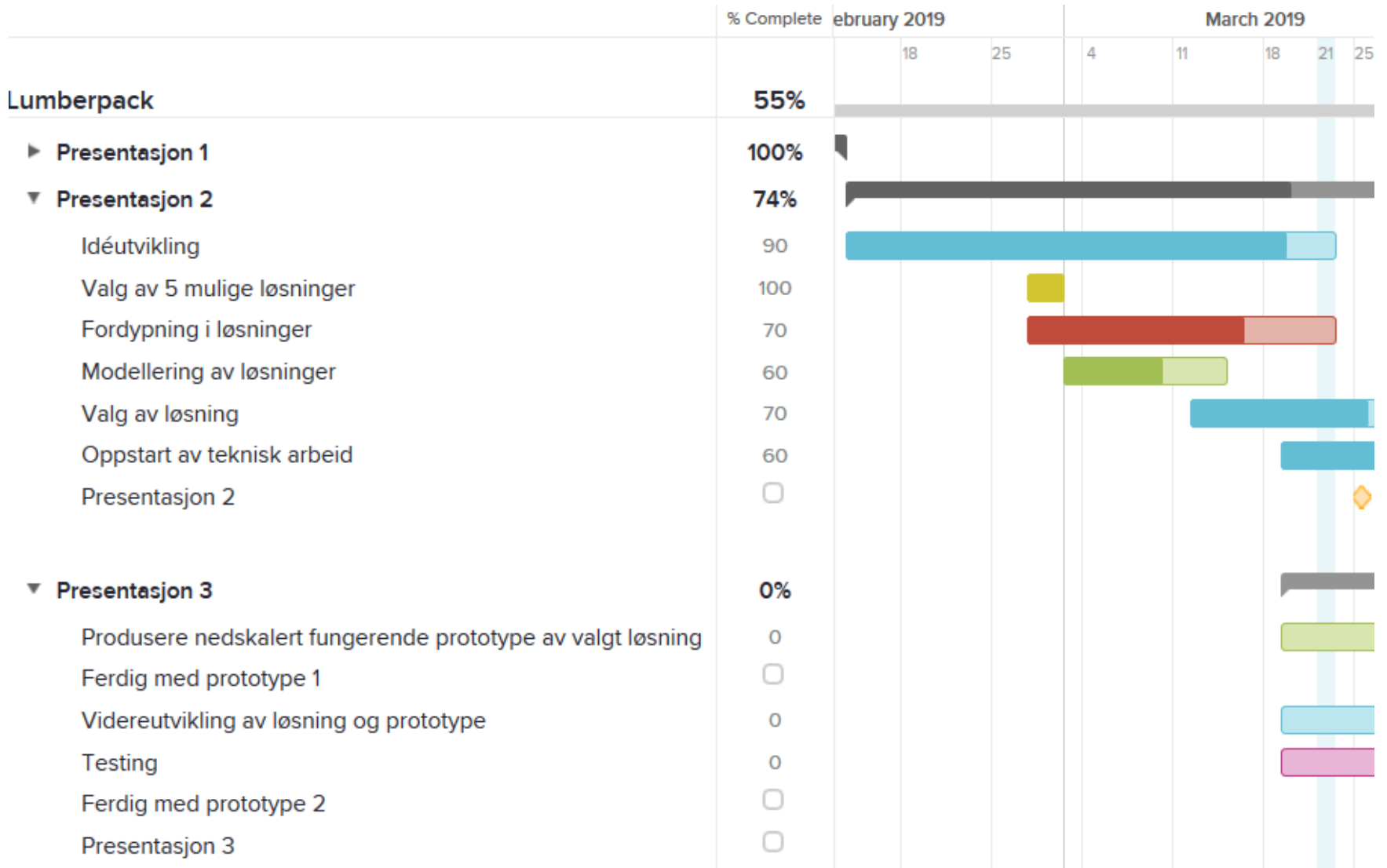
4.5 Framdriftsplan

En framdriftsplan har blitt laget for å gjøre det enklere for oss og for andre som vil følge med på gruppens progresjon. Etter forespørsel av bedriften, og en egen vurdering av situasjonen, har gruppen kommet frem til at kan være vanskelig å følge med på den overordnede progresjon med kun bruk av Kanban tavlen.

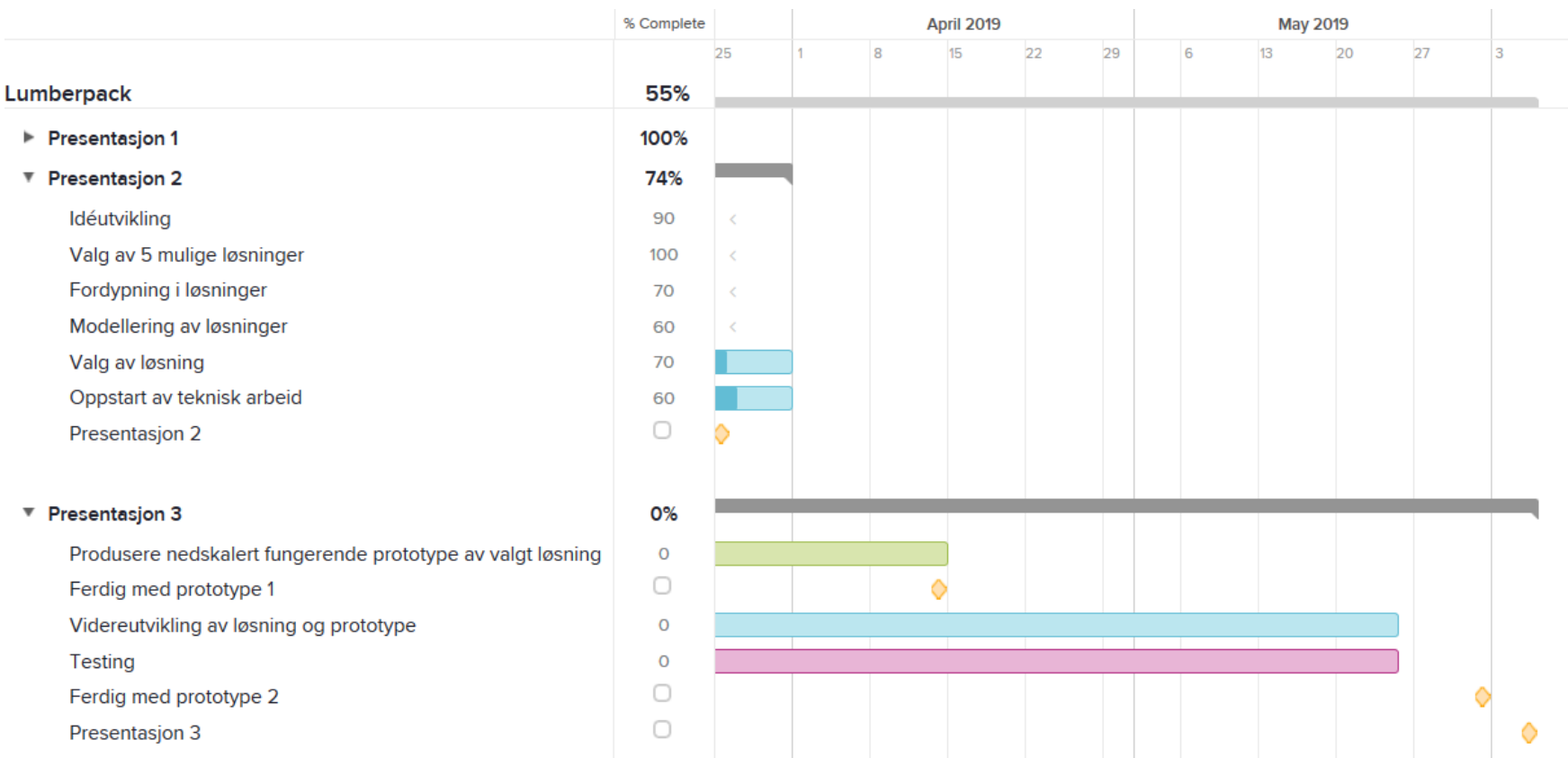
På framdriftsplanen, vist i Fig. 2 og Fig. 3 på de to neste side, kan man se at oppgavene som er oppført er veldig overordnede. Grunnen til disse overordnede oppgavene er for å holde oss unna vannfallsmodellen. Ved å kun ha de overordnede oppgavene i framdriftsplanen kan vi opprettholde Kanbans rom for endringer samtidig som man har bedre oversikt over progresjonen.

Ettersom vi bruker Kanban vil vi også foreta kontinuerlig testing av arbeidet som blir utført. Dette er representert i framdriftsplanen ved at testing utføres i parallel med prototyping og teknisk arbeid.

Framdriftsplanen er laget på nettsiden <https://www.teamgantt.com/>. Dette verktøyet lar oss følge opp planen ved å sette prosenter på hvor mye av de forskjellige oppgavene som er utført. Dette gir et lite innblikk i hvor langt vi er på vei, ingen fasit, kun estimering.



Figur 2: Framdriftsplan 1/2



Figur 3: Framdriftsplan 2/2

5 Annet

5.1 Arbeidstid

Prosjektgruppen har bestemt seg for å ha egne kontortider, hvor kjernetiden er mellom 09:00 og 14:00 hver mandag og onsdag-fredag. I kjernetiden forventes det at alle i gruppen skal være tilgjengelige på utdelt grupperom (2265), så fremst ikke annen beskjed er gitt. Det oppforders til å jobbe utenfor disse tidene, men man behøver ikke å oppholde seg på grupperommet. Beskjeder om fravær må varsles til alle gruppedlemmer minimum 12 timer før fraværstiden.

5.2 WEB-side

I forbindelse med prosjektet har det blitt kodet en nettside som har blitt lagt ut på skolens web server.

<https://web01.usn.no/grupper/web-gr10-2019/>

Denne nettsiden har blitt laget for at andre skal ha en mulighet til å se hva prosjektet går ut på, og for å få tak i gruppedlemmenes kontaktinformasjon. Nettsiden vil bli oppdatert underveis og det vil bli publisert bilder fra gruppens bachelor prosess i tillegg til andre nyheter rundt bachelor prosjektet.

6 Referanser

- [1] About Tronrud Engineering. <https://www.tronrud.no/en/about/>. [Online; accessed 11.02.19].
- [2] *Veiledning av Bacheloroppgaven for Bachelor i ingeniørfag, Kongsberg*. HSN - Høgskolen i Sørøst-Norge.
- [3] What is kanban? <https://www.planview.com/resources/articles/what-is-kanban/>. [Online; accessed 31.01.19].
- [4] Henrik Kniberg og Mattias Skarin. *Kanban and Scrum - making the most of both*. C4Media inc.



Risikoanalyse

Skrevet av:

Morten A. Auke

Edris Karimi

Lars Jerijervi

Herman Severin Nilsen

Jonas Tveita Hjalland

21. mai 2019

Dokumenthistorikk			
Utg.	Dato	Beskrivelse	Forfatter
1.2	20.03.19	Gjort risikomatriksen multiplikativ & Omprioritering av <i>risikoer</i> & <i>Prioriteringsklassene</i>	HSN
1.1	17.03.19	Lagt til <i>løsninger</i> & <i>Forebyggende tiltak</i>	HSN
1.0	08.02.19	Opprettet dokument	

Abstrakt

Dette dokumentet har til hensikt å fremlegge en risikoanalyse for både prosjektet og systemet som skal lages. Risikoanalysen skal bli brukt for å redegjøre ulike risikoer gruppen må håndtere og forebygge. Risikoene vil bli utviklet og oppdatert ettersom prosjektet gjennomføres og systemet blir designet.

Innhold

1	Introduksjon	1
2	Risikoevaluering	2
2.1	Risikomatrise	2
2.2	Prioriteringer	3
2.3	Identifikasjonskoder og forkortelser	4
3	Risikotabeller	5
3.1	Prosjektrisikoer	5
3.2	Operasjonsrisikoer	8
3.3	Designrisikoer	10

Tabeller

1	Risikomatrise	2
2	Prioritetsgrad	3
3	Forkortelser	4
4	Prosjektrisiko del 1	5
5	Prosjektrisiko del 2	6
6	Prosjektrisiko del 3	7
7	Operasjonsrisiko del 1	8
8	Operasjonsrisiko del 2	9
9	Designrisiko	10

1 Introduksjon

Dette dokumentet omhandler en analyse av risikoer som bachelorgruppen kan støte på. Uten å ha forebygget risikoene for systemet kan systemets verdi gå tapt og person- og/eller materiell skade kan forekomme. Ved å allerede ha kartlagt risikoene før designfasen kan man enkelt implementere et risikoforebyggende tiltak i designet av produktet. Ved å tidlig tenke på tiltak kan det føre til at kostnaden og sannsynligheten for utfallet blir minimert, siden det er en del av det opprinnelige designet og ikke en tilleggs vare lagt på i etterkant.

Det gruppen legger i prosjektrisikoer er definert som situasjoner som ikke rent fysisk omhandler systemet, men heller beskriver faktorer som kan true eller ødelegge for gruppen. Dette vil si risikoer rundt gruppedynamikk, dokumentasjon og evaluering av prosjektet. Med systemrisikoer menes det alt av situasjoner som kan ha innvirkning på systemets produksjon og/eller bruken av systemet etter produksjon.

2 Risikoevaluering

For å rettferdig evaluere alle risikoene for både prosjektet og systemet, har det blitt satt opp en risikomatrix hvor man kan hente ut en generell risikograd.

2.1 Risikomatrixe

Risikomatriksen under (tabell 1) viser på y-aksen hvor stor sannsynlighet det er for at risikoutfallet kan forekomme, hvor det er skalert med 1-4 der 1 er liten sannsynlighet for utfallet skal forekomme og 4 er utfallet garantert. På x-aksen finner man alvorlighetsgraden også på en skala fra 1 til 4, hvor 1 er akseptabelt og 4 er uakseptabelt. Når man ser sannsynlighetsgraden opp mot alvorlighetsgraden kan man lese ut den generelle risikograden for risikoen.

	Akseptabelt 1	Tolererbart 2	Uønsket 3	Uakseptabelt 4
Liten sannsynlighet 1	1	2	3	4
Middels sannsynlighet 2	2	4	6	8
Stor sannsynlighet 3	3	6	9	12
Garantert 4	4	8	12	16

Tabell 1: Risikomatrixe

2.2 Prioriteringer

For å forebygge risikoutfallet har de forskjellige risikoområdene blitt fargekodet og ut i fra dette fått en prioritets grad, rangert fra A til C.

Prioritet	Risikograd
A	8-16
B	4-7
C	1-3

Tabell 2: Prioritetsgrad

2.3 Identifikasjonskoder og forkortelser

I kapitel 3 finner man flere tabeller. For å enklere kunne spore risikoene har det de blitt kodet med en referanse ID. Identifikasjonskoden for prosjektrisikoen består av to deler 1) PR, for projektrisiko, 2) nummeret, n, i rekken. Eksempel på dette blir PR-1. Når det kommer til systemrisikoene fant gruppen det nødvendig å dele risikogruppen inn i to underkategorier, designrisiko og operasjonsrisiko. Designrisiko er risikoer som kan gjøre produksjonen av systemet problematisk eller sette en stopp på den. Operasjonsrisikoer er risikoer som kan skade systemets drift, nærliggende materiell eller operatører av systemet. Identifikasjonskoden for systemrisikoene består da av tre deler; 1) SR, for systemrisiko 2) en identifikator for enten designrisiko, D, eller operasjonsrisiko, O, 3) nummeret, n, i rekken. Eksempel på dette blir SR-O-1. For å enklere kunne illustrere en tabell med de ulike risikoene, for prosjekt og system, har det blitt brukt en rekke forkortelser funnet i tabell 3, sammen med de ulike identifikasjonskodene.

#	Betydning
SG	Sannsynlighetsgrad
AG	Alvorlighetsgrad
RG	Risikograd
PK	Prioritetsklasse
PR	Prosjektrisikoer
SR	Systemrisiko
D	Designrisiko
O	Operasjonsrisiko

Tabell 3: Forkortelser

3 Risikotabeller

3.1 Prosjektrisikoer

ID	Risiko	Konsekvens	SG	AG	RG	PK	Løsning	Forebyggende tiltak
PR-1	Konkurrans	Ingen konsekvens	1	2	2	C	Fortsette med oppgaven	Ikke noe gruppen kan forebygge
PR-2	Ikke tilfredsstilt arbeid overfor Tronrud eller USN	Dårlig karakter eller stryk	2	4	8	A	Forbedre arbeidet ytterligere	Kvalitetssjekke alt arbeid
PR-3	Langtidsfravær	Svekket eller ufullstendig arbeid	1	4	4	B	Jobbe hjemmefra	Sørge for at kanbantavlen på nett er oppdatert
PR-4	Tap av dokumentasjon	Svekket eller ufullstendig arbeid	1	4	4	B	Omgjørelse av arbeid	Sikkerhetskopiere dokumentasjonen
PR-5	Dårlig tidsestimasjon	Svekket eller ufullstendig arbeid	3	2	6	B	Prioritere oppgaven snarest	Ha en god struktur på tidsevalueringen & kommunisere
PR-6	Ikke fullført arbeid	Svekket resultat	2	3	6	B	Gjøre sagt arbeid	Ha en god struktur på tidsevalueringen & kommunisere

Tabell 4: Prosjektrisiko del 1

ID	Risiko	Konsekvens	SG	AG	RG	PK	Løsning	Forebyggende tiltak
PR-7	Korttids sykdom	Svekket arbeid	3	1	3	C	Jobbe hjemmefra	Sørge for at kanbantavlen på nett er oppdatert
PR-8	Fraværende sensor/veileder	Utsettelse eller mangelfull evaluering	1	4	4	B	Forflytte presentasjon/innlevering	Ha en god og åpen dialog med veileder & sensor
PR-9	Utsettelse	Svekket karakter	2	4	8	B	Fortsette arbeidet	Ha en god struktur, ha god kommunikasjon med alle parter
PR-10	Konflikt innad i gruppen	Nedsatt samarbeid, svekket arbeid	3	3	9	A	Løse opp i problemet, snakke med intern veileder	Teambuilding
PR-11	Konflikt med arbeidsgiver	Svekket kommunikasjon	1	4	4	B	Løse opp i problemet	Åpen & god kommunikasjon med arbeidsgiver
PR-12	Prosjektomfang for stort	Mangelfullt/ikke ferdig arbeid	2	3	6	B	Minke prosjektomfanget	Forhøre seg med internveileder

Tabell 5: Prosjektrisiko del 2

ID	Risiko	Konsekvens	SG	AG	RG	PK	Løsning	Forebyggende tiltak
PR-13	Prosjektomfang for lite	Mangelfullt karaktergrunnlag	2	3	6	B	Utvide prosjektomfanget	Forhøre seg med internveileder
PR-14	Mangelfull risikoanalyse	Uønsket utfall	2	3	6	B	Re-evaluere risikoene i prosjektet & systemet	Konstant oppdatere risikoanalysen
PR-15	Noe tar lenger tid å lære	Utsettelse	3	2	6	B	Prioritere mer tid på å lære, bruke det man har lært	Forhøre seg med fagpersonell
PR-16	Ikke lande på en ide	Utesettelse/ Uferdigjort oppgave	3	3	9	A	Nøye seg med noe som er suboptimalt	Drøft grundig et stort utvalg av ideer

Tabell 6: Prosjektrisiko del 3

3.2 Operasjonsrisikoer

ID	Risiko	Konsekvens	SG	AG	RG	PK	Løsning	Forebyggende tiltak
SR-O-1	Ukjent objekt i systemets operasjonsområde	Opphold i systemets operasjon	3	2	6	B	Fjerne objekt	Ha de nødvendige sensorene for å kunne lese av operasjonsområdet
SR-O-2	Kroppsdeler låst eller heftet fast i systemet	Lettere skade eller tap av kroppsdel	2	4	8	A	Nødstopp & systemet må være forberdt på oppstartsprosedyre	God opplysning om risikoen
SR-O-3	Kollisjon med operatør	Personskade	2	4	8	A	Autonom stopp av operasjon & nødstop	Ha de nødvendige sensorene for å kunne lese av operasjonsområdet, godt markere faresonen
SR-O-4	Støv og/eller sagmugg	Systemet får en svekket funksjonalitet	4	1	4	B	Rense systemet	Regelmessig vedlikehold

Tabell 7: Operasjonsrisiko del 1

ID	Risiko	Konsekvens	SG	AG	RG	PK	Løsning	Forebyggende tiltak
SR-O-5	Lyd/støy	Hørselskader	3	3	9	A	Hørselvern	Hørselvern
SR-O-6	Forbruksmateriell kiler seg fast	Materiellskader	2	2	4	B	Stoppe operasjon & varsle om situasjonen	Ha de nødvendige sensorene
SR-O-7	Forstyrrelse av sensorer	Opphold i operasjon, lettere skader på materiell eller personskade	3	3	9	A	Stopp av operasjon	Beskyttelsesglass
SR-O-8	Strømbrudd	Opphold i operasjon	2	2	4	B	Systemet må være forberedt på oppstartsprosedyre	Holde på nødvendig data
SR-O-9	Tap av kommunikasjon	Opphold i operasjon, lettere skader på materiell eller personskade	2	4	8	A	Stoppe operasjon & varsle om situasjonen	Sørge for at systemet er utstyrt med godt kommunikasjonsutstyr

Tabell 8: Operasjonsrisiko del 2

3.3 Designrisikoer

ID	Risiko	Konsekvens	SG	AG	RG	PK	Løsning	Forebyggende tiltak
SR-D-1	Defekte komponenter	Ikke ferdigstilt produkt i tide	1	4	4	B	Bestille deler på nytt	Bestille fra troverdige produsenter
SR-D-2	Komponenter kommer ikke i tide	Ikke ferdigstilt produkt i tide	2	3	6	B		Bestille i tide
SR-D-3	Dårlig definerte kravspesifikasjoner	Dårlig sluttprodukt	1	4	4	B	Spesifisere krav på nytt	Kvalitetssikre kravspesifikasjon, få krav godkjent av TE
SR-D-4	Test ikke tilfredsstillende	Svekket kvalitet på sluttprodukt	2	3	6	B	Teste krav på en annen måte	Forberede tester som vil tilfredsstille testkravet
SR-D-5	Ikke-gjennomførbart design	Svekket kvalitet på sluttprodukt	2	4	8	A	Kartlegge hvorfor, evaluere delsystemer i designet på nytt	Teste delsystemer ofte
SR-D-6	Ikke-skalerbar prototype	Svekket kvalitet på sluttprodukt	2	2	4	B		

Tabell 9: Designrisiko



Kravspesifikasjoner

Skrevet av

Morten A. Auke

Edris Karimi

Lars Jerijervi

Herman Severin Nilsen

Jonas Tveita Hjalland

21. mai 2019

Dokumenthistorikk			
Utg.	Dato	Beskrivelse	Forfatter
1.2	19.05.19	Lagt til krav: K-SYS-18 og K-SYS-19	EK
1.1	13.03.19	Lagt til krav angående HMS og brukergrensesnitt: K-SYS-H-12 - K-SYS-H-15 K-SYS-16 - K-SYS-17	EK og JTH
1.0	06.02.19	Opprettet Dokument	

Abstrakt

Dette dokumentet er en gjennomgang av kravene til systemet som prosjektgruppen skal utvikle. Hensikten er å samle og spesifisere kravene som er gitt av arbeidsgiveren og liste disse på en organisert måte. Kravspesifikasjonene kommer til å danne et grunnlag for prosjektet. Det er viktig at disse er oversiktlige slik at en lett kan sjekke om systemet leverer etter ønsket standard. Dette dokumentet vil bli oppdatert ettersom flere krav vil dukke opp når én løsning er under utvikling.

Innhold

1	Kravkoder	1
1.1	Funksjonelle og ikke-funksjonelle krav	2
1.2	Maskindirektivet	2
2	Kravspesifikasjon	3
3	Referanser	17

Tabeller

1	Prioritetskoder	1
2	ID-koder	1
3	K-SYS-01	3
4	K-SYS-02	3
5	K-SYS-02.1	4
6	K-SYS-02.2	4
7	K-SYS-03	5
8	K-SYS-03.1	5
9	K-SYS-03.2	6
10	K-SYS-04	6
11	K-SYS-05	7
12	K-SYS-06	7
13	K-SYS-07	8
14	K-SYS-08	8
15	K-SYS-09	9
16	K-SYS-10	9
17	K-SYS-11	10
18	K-SYS-H-12	10
19	K-SYS-H-13	11
20	K-SYS-H-13.1	11
21	K-SYS-H-13.2	12
22	K-SYS-H-14	12
23	K-SYS-H-15	13
24	K-SYS-16	13
25	K-SYS-16.1	14
26	K-SYS-16.2	14
27	K-SYS-16.3	15
28	K-SYS-17	15
29	K-SYS-18	16
30	K-SYS-19	16

1 Kravkoder

I dette dokumentet vil det komme frem at hvert enkelt krav har hver sin prioritetskode i form av en bokstav. Disse bokstavene er A, B og C. Koden skal gi en oversikt over prioritet, hvor A er et krav som er høyt prioritert, B er middels prioritert og C er minst prioritert. Bokstavene har også sin tilhørende farge slik at det skal være lett å se viktighetsgraden av kravet. Siden A krav er høyest prioritert så er det et krav som skal oppfylles. Krav merket med B, er krav som bør oppfylles. Dette vil si at det ikke er en absolutt nødvendighet, men kan bidra til å gjøre systemet ytterligere unikt. Når et krav er merket med prioritetskode C er dette et krav som kan implementeres, men prioriteres ikke. Disse kravene kan bli møtt mot slutten av prosjektet hvis gruppen har kommet langt nok med utviklingen av systemet. Oversikt over kravkoder, tilhørende farger og en enkel forklaring er vist i tabell 1.

Kravprioritet	Beskrivelse
A - Skal	Krav som skal implementeres
B - Bør	Krav som bør implementeres
C - Kan	Krav som kan implementeres

Tabell 1: Prioritetskoder

Under vises det hvordan krav-ID er satt opp. F.eks. K-SYS-03.

Krav	Krav kategori	Krav nr.
------	---------------	----------

Tabell 2 viser kodene som blir brukt for å identifisere kravene, de blir også brukt til testkoder.

K	Krav
SYS	System
T	Test
H	HMS

Tabell 2: ID-koder

1.1 Funksjonelle og ikke-funksjonelle krav

Som et ledd i å karakterisere hvert enkelt krav ytterligere, har vi valgt å definere krav som funksjonelle eller ikke-funksjonelle. Ikke-funksjonelle krav vil være krav som er en helt implisitt selvfølge for systemet. Dette kan for eksempel være, systemet må kunne pakke inn en bunt. Funksjonelle krav vil være krav som gjør systemet ytterligere unikt. Dette kan for eksempel være, systemet må kunne pakke inn en bunt i løpet av en tidsramme på 2 minutter.

1.2 Maskindirektivet

Dokumentet inneholder krav basert på retningslinjer fra maskindirektivet. Disse kravene er tatt direkte ut ifra: «Maskinsikkerhet - elektrisk utstyr på maskiner, del 1: Generelle krav» [1]

2 Kravspesifikasjon

Krav-ID	Prioritet	Kilde	Dato
K-SYS-01	A	Tronrud Engineering	07.02.19
Beskrivelse			
Dimensjonen systemet skal kunne pakke: Lengde: 1,2 meter - 6,0 meter Bredde: 1,0 meter Høyde: 1,2 meter			
Kryssreferanser			
Test-ID	T-K-SYS-01		
Interessent	Tronrud Engineering		
Kravtype	Funksjonelt		

Tabell 3: K-SYS-01

Krav-ID	Prioritet	Kilde	Dato
K-SYS-02	A	Tronrud Engineering	07.02.19
Beskrivelse			
Løsningen skal være autonom.			
Kryssreferanser			
Test-ID	T-K-SYS-02		
Interessent	Tronrud Engineering		
Kravtype	Funksjonelt		

Tabell 4: K-SYS-02

Krav-ID	Prioritet	Kilde	Dato
K-SYS-02.1	A	Tronrud Engineering	07.02.19
Beskrivelse			
Systemet skal kunne registrere at materialet er klar for pakking.			
Kryssreferanser			
Test-ID	T-K-SYS-02.1		
Interessent	Tronrud Engineering		
Kravtype	Funksjonelt		

Tabell 5: K-SYS-02.1

Krav-ID	Prioritet	Kilde	Dato
K-SYS-02.2	A	Lumberpack	07.02.19
Beskrivelse			
Ved feil i systemet skal maskinen kunne stanse automatisk ved behov.			
Kryssreferanser			
Test-ID	T-K-SYS-02.2		
Interessent	Tronrud Engineering		
Kravtype	Ikke funksjonelt		

Tabell 6: K-SYS-02.2

Krav-ID	Prioritet	Kilde	Dato
K-SYS-03	A	Tronrud Engineering	07.02.19
Beskrivelse			
Pakke inn én bunt med materiale på 2 minutter.			
Kryssreferanser			
Test-ID	T-K-SYS-03		
Interessent	Tronrud Engineering		
Kravtype	Funksjonelt		

Tabell 7: K-SYS-03

Krav-ID	Prioritet	Kilde	Dato
K-SYS-03.1	B	Lumberpack	07.02.19
Beskrivelse			
Pakke inn én bunt med materiale på 1,5 minutt.			
Kryssreferanser			
Test-ID	T-K-SYS-03.1		
Interessent	Tronrud Engineering		
Kravtype	Funksjonelt		

Tabell 8: K-SYS-03.1

Krav-ID	Prioritet	Kilde	Dato
K-SYS-03.2	C	Lumberpack	07.02.19
Beskrivelse			
Pakke inn én bunt med materiale på 1 minutt.			
Kryssreferanser			
Test-ID	T-K-SYS-03.2		
Interessent	Tronrud Engineering		
Kravtype	Funksjonelt		

Tabell 9: K-SYS-03.2

Krav-ID	Prioritet	Kilde	Dato
K-SYS-04	A	Tronrud Engineering	07.02.19
Beskrivelse			
Materialbunten skal pakkes inn i vanntett emballasje fra topp til side.			
Kryssreferanser			
Test-ID	T-K-SYS-04		
Interessent	Tronrud Engineering		
Kravtype	Ikke funksjonelt		

Tabell 10: K-SYS-04

Krav-ID	Prioritet	Kilde	Dato
K-SYS-05	A	Tronrud Engineering	07.02.19
Beskrivelse			
Emballasje skal vise kundens logo, tilnærmet lik original, etter pakking av bunt.			
Kryssreferanser			
Test-ID	T-K-SYS-05		
Interessent	Tronrud Engineering		
Kravtype	Funksjonelt		

Tabell 11: K-SYS-05

Krav-ID	Prioritet	Kilde	Dato
K-SYS-06	A	Tronrud Engineering	07.02.19
Beskrivelse			
Emballasjen skal være uniform med bunten etter pakking.			
Kryssreferanser			
Test-ID	T-K-SYS-06		
Interessent	Tronrud Engineering		
Kravtype	Funksjonelt		

Tabell 12: K-SYS-06

Krav-ID	Prioritet	Kilde	Dato
K-SYS-07	A	Tronrud Engineering	07.02.19
Beskrivelse			
Systemet skal kunne monteres på flatt underlag.			
Kryssreferanser			
Test-ID	T-K-SYS-07		
Interessent	Tronrud Engineering		
Kravtype	Funksjonelt		

Tabell 13: K-SYS-07

Krav-ID	Prioritet	Kilde	Dato
K-SYS-08	C	Tronrud Engineering	07.02.19
Beskrivelse			
Systemet skal være stasjonært.			
Kryssreferanser			
Test-ID	T-K-SYS-08		
Interessent	Tronrud Engineering		
Kravtype	Ikke funksjonelt		

Tabell 14: K-SYS-08

Krav-ID	Prioritet	Kilde	Dato
K-SYS-09	A	Lumberpack	09.02.19
Beskrivelse			
Systemet skal ha brukermanual.			
Kryssreferanser			
Test-ID	T-K-SYS-09		
Interessent	Tronrud Engineering		
Kravtype	Ikke funksjonelt		

Tabell 15: K-SYS-09

Krav-ID	Prioritet	Kilde	Dato
K-SYS-10	A	Lumberpack	11.02.19
Beskrivelse			
Systemet skal ha monteringsanvisning.			
Kryssreferanser			
Test-ID	T-K-SYS-10		
Interessent	Tronrud Engineering		
Kravtype	Ikke funksjonelt		

Tabell 16: K-SYS-10

Krav-ID	Prioritet	Kilde	Dato
K-SYS-11	A	Lumberpack	11.02.19
Beskrivelse			
Systemet skal ha vedlikeholdsmanual.			
Kryssreferanser			
Test-ID	T-K-SYS-11		
Interessent	Tronrud Engineering		
Kravtype	Ikke funksjonelt		

Tabell 17: K-SYS-11

Krav-ID	Prioritet	Kilde	Dato
K-SYS-H-12	A	Maskindirektivet	22.02.19
Beskrivelse			
Maskiner skal utstyres med en eller flere nødstopppinnretninger slik at det er mulig å avverge truende situasjoner eller begrense virkningen av allerede oppståtte farlige situasjoner.			
Kryssreferanser			
Test-ID	T-K-SYS-H-12		
Interessent	Tronrud Engineering		
Kravtype	Ikke funksjonelt		

Tabell 18: K-SYS-H-12

Krav-ID	Prioritet	Kilde	Dato
K-SYS-H-13	A	Maskindirektivet	22.02.19
Beskrivelse			
Nødstopinnretningen: Være lett gjenkjennelig, ha godt synlig og lett tilgjengelige betjeningsinnretninger.			
Kryssreferanser			
Test-ID	T-K-SYS-H-13		
Interessent	Tronrud Engineering		
Kravtype	Ikke funksjonelt		

Tabell 19: K-SYS-H-13

Krav-ID	Prioritet	Kilde	Dato
K-SYS-H-13.1	A	Maskindirektivet	22.02.19
Beskrivelse			
Nødstopinnretningen: Når nødstopinnretningen er aktivert, skal stoppfunksjonen opprettholdes ved at nødstopinnretningen forblir i sperret stilling inntil den blir frigjort.			
Kryssreferanser			
Test-ID	T-K-SYS-H-13.1		
Interessent	Tronrud Engineering		
Kravtype	Ikke funksjonelt		

Tabell 20: K-SYS-H-13.1

Krav-ID	Prioritet	Kilde	Dato
K-SYS-H-13.2	A	Maskindirektivet	22.02.19
Beskrivelse			
Nødstopppinnretningen: Frigjøring av nødstopppfunksjonen skal ikke føre til at maskinen begynner å gå igjen, men gjøre det mulig å starte maskinen på nytt.			
Kryssreferanser			
Test-ID	T-K-SYS-H-13.2		
Interessent	Tronrud Engineering		
Kravtype	Ikke funksjonelt		

Tabell 21: K-SYS-H-13.2

Krav-ID	Prioritet	Kilde	Dato
K-SYS-H-14	A	Maskindirektivet	22.02.19
Beskrivelse			
Tilgjengelige deler av maskiner skal, i den grad maskinens funksjoner tillater det, være uten skarpe kanter, hjørner og ruge overflater som kan medføre fare for skade. Kanter skal ha en radius på maksimum 3mm.			
Kryssreferanser			
Test-ID	T-K-SYS-H-14		
Interessent	Tronrud Engineering		
Kravtype	Ikke funksjonelt		

Tabell 22: K-SYS-H-14

Krav-ID	Prioritet	Kilde	Dato
K-SYS-H-15	A	Maskindirektivet	22.02.19
Beskrivelse			
Maskiner skal ha betjeningsinnretninger som gjør det mulig å stanse maskinen fullt og helt på en trygg måte.			
Kryssreferanser			
Test-ID	T-K-SYS-H-15		
Interessent	Tronrud Engineering		
Kravtype	Ikke funksjonelt		

Tabell 23: K-SYS-H-15

Krav-ID	Prioritet	Kilde	Dato
K-SYS-16	A	Lumberpack	22.02.19
Beskrivelse			
Systemet skal ha et grafisk brukergrensenitt.			
Kryssreferanser			
Test-ID	T-K-SYS-16		
Interessent	Tronrud Engineering		
Kravtype	Funksjonelt		

Tabell 24: K-SYS-16

Krav-ID	Prioritet	Kilde	Dato
K-SYS-16.1	A	Lumberpack	22.02.19
Beskrivelse			
Brukergrensesnittet skal inneholde start og stopp knapp.			
Kryssreferanser			
Test-ID	T-K-SYS-16.1		
Interessent	Tronrud Engineering		
Kravtype	Funksjonelt		

Tabell 25: K-SYS-16.1

Krav-ID	Prioritet	Kilde	Dato
K-SYS-16.2	A	Lumberpack	22.02.19
Beskrivelse			
Brukergrensesnittet skal kunne vise feilmeldinger.			
Kryssreferanser			
Test-ID	T-K-SYS-16.2		
Interessent	Tronrud Engineering		
Kravtype	Funksjonelt		

Tabell 26: K-SYS-16.2

Krav-ID	Prioritet	Kilde	Dato
K-SYS-16.3	B	Lumberpack	22.02.19
Beskrivelse			
Brukergrensesnittet skal vise 3D-modell av bunt.			
Kryssreferanser			
Test-ID	T-K-SYS-16.3		
Interessent	Tronrud Engineering		
Kravtype	Funksjonelt		

Tabell 27: K-SYS-16.3

Krav-ID	Prioritet	Kilde	Dato
K-SYS-17	A	Tronrud Engineering	13.03.19
Beskrivelse			
Materialpakken skal ikke falle fra hverandre i pakkeprosessen.			
Kryssreferanser			
Test-ID	T-K-SYS-17		
Interessent	Tronrud Engineering		
Kravtype	Ikke funksjonelt		

Tabell 28: K-SYS-17

Krav-ID	Prioritet	Kilde	Dato
K-SYS-18	B	Lumberpack	25.04.19
Beskrivelse			
Dimensjonen systemet bør kunne pakke: Lengde: 1,2 meter - 6,0 meter Bredde: 1,3 meter Høyde: 1,3 meter			
Kryssreferanser			
Test-ID	T-K-SYS-18		
Interessent	Tronrud Engineering		
Kravtype	Funksjonelt		

Tabell 29: K-SYS-18

Krav-ID	Prioritet	Kilde	Dato
K-SYS-19	B	Lumberpack	19.05.19
Beskrivelse			
Systemet skal ta minst mulig gulvplass.			
Kryssreferanser			
Test-ID	T-K-SYS-19		
Interessent	Tronrud Engineering		
Kravtype	Ikke funksjonelt		

Tabell 30: K-SYS-19

3 Referanser

- [1] Norsk elektroteknisk kommite. Maskinsikkerhet - elektrisk utstyr på maskiner - del 1 - generelle krav, 2018.



Testplan

Skrevet av

Morten A. Auke

Edris Karimi

Lars Jerijervi

Herman Severin Nilsen

Jonas Tveita Hjalland

21. mai 2019

Dokumenthistorikk			
Utg.	Dato	Beskrivelse	Forfatter
1.3	19.05.19	Lagt til krav: T-K-SYS-18 og T-K-SYS-19	EK
1.2	13.03.19	Lagt til krav angående HMS og brukergrensesnitt: T-K-SYS-H-12 - T-K-SYS-H-15 T-K-SYS-16 - T-K-SYS-17	EK og JTH
1.1	20.02.19	Oppdatert testplan kap. 4, og lagt til testmetoder	EK og JTH
1.0	06.02.19	Opprettet dokument	

Abstrakt

Dette dokumentet inneholder oversikt over tabeller, testmetoder og testspesifikasjon. Dokumentet skal vise hvordan gruppen skal teste de ulike kravene som har blitt satt til systemet. Dokumentet vil oppdateres ettersom flere krav vil dukke opp.

Innhold

1	Introduksjon	1
2	Testmetoder	2
3	Testplankoder	2
4	Test	4

Tabeller

1	Prioritetskode	2
2	Feilkoder	3
3	Koder til krav- og test-ID	3
4	T-K-SYS-01	4
5	T-K-SYS-02	5
6	T-K-SYS-02.1	6
7	T-K-SYS-02.2	7
8	T-K-SYS-03	8
9	T-K-SYS-03.1	9
10	T-K-SYS-03.2	10
11	T-K-SYS-04	11
12	T-K-SYS-05	12
13	T-K-SYS-06	13
14	T-K-SYS-07	14
15	T-K-SYS-08	15
16	T-K-SYS-09	16
17	T-K-SYS-10	17
18	T-K-SYS-11	18
19	T-K-SYS-H-12	19
20	T-K-SYS-H-13	20
21	T-K-SYS-H-13.1	21
22	T-K-SYS-H-13.2	22
23	T-K-SYS-H-14	23
24	T-K-SYS-H-15	24
25	T-K-SYS-16	25
26	T-K-SYS-16.1	26
27	T-K-SYS-16.2	27
28	T-K-SYS-16.3	28
29	T-K-SYS-17	29
30	T-K-SYS-18	30
31	T-K-SYS-19	31

1 Introduksjon

Hensikten med dokumentet er å gi leseren en god oversikt over testplanen og testspesifikasjonen, og hvordan gruppen har tenkt å gjennomføre de ulike testene fremover i prosjektet. Målet med dette dokumentet er at det skal være lett å forstå, sporbart og oversiktlig. Dokumentet skal også vise en mal over hvordan vi skal utføre testene, som f.eks. hvor mange feil det oppstår i systemet og hva eventuelt feilen innebærer og om testen er godkjent eller ikke. Testing er en viktig del av et prosjekt. For å levere det systemet som arbeidsgiveren har etterspurt, så må kravene som har blitt satt, testes. Prosjektgruppen kommer til å kjøre testplanen i parallell med prosjektplanen. Planen er å teste så fort noe er klart for testing, slik unngår gruppen at det oppstår følgefeil videre i prosjektet.

Forskjellige krav har behov for forskjellige testmetoder. Det vil bli utført tester på deler av systemet, da kan man lett se om deler av systemet oppfylder kravene som har blitt satt, og om systemet fungerer som forventet før man kan gå videre. Med testing underveis så vil gruppen ha bedre kontroll på hvordan sluttproduktet vil bli. Gode tester er nøkkelen til et bra system. Det er viktig at den som utfører testene sørger for at systemet er mest mulig ferdig og er klart til å møte eventuelle krav. En god test må vise at kravet er oppfylt eller ikke.

2 Testmetoder

Det finnes mange forskjellige metoder å utføre en test på, det kan være f.eks.:

- Simuleringer som FEM analyser, datasimulering og simulink. Det er en kostnadseffektiv metode med tanke på at man har alt på en pc-skjerm og ikke et fysisk produkt som man må lage og bruke ressurser på.
- Matematiske beregninger, skjemaer, diagrammer osv.
- Fysisk og visuelt undersøke systemet.

3 Testplankoder

I dette dokumentet vil det komme frem at hvert enkelt krav har hver sin prioritetskode i form av en bokstav. Disse bokstavene er A, B og C. Koden skal gi en oversikt over prioritet, hvor A er et krav som er høyt prioritert, B er middels prioritert og C er minst prioritert. Bokstavene har også sin tilhørende farge slik at det skal være lett å se viktighetsgraden av kravet. Siden A krav er høyest prioritert så er det et krav som skal oppfylles. Krav merket med B, er krav som bør oppfylles. Dette vil si at det ikke er en absolutt nødvendighet, men kan bidra til å gjøre systemet ytterligere unikt. Når et krav er merket med prioritetskode C er dette et krav som kan implementeres, men prioriteres ikke. Disse kravene kan bli møtt mot slutten av prosjektet hvis gruppen har kommet langt nok med utviklingen av systemet. Oversikt over kravkoder, tilhørende farger og en enkel forklaring er vist i tabell 1.

Kravprioritet	Beskrivelse
A - Skal	Krav som skal implementeres
B - Bør	Krav som bør implementeres
C - Kan	Krav som kan implementeres

Tabell 1: Prioritetskode

I testspesifikasjonen så har vi valgt å bruke tall fra 1-3 som rangerer graden på feil i systemet. Med dette så ser man om en behøver å avslutte testen umiddelbart eller om vi kan fortsette testen. Tabellen under viser beskrivelse på hvert av tallene.

Feilkode	Beskrivelse
1	Feil som ikke har betydning for systemet, men som må rettes. Test kan fortsatt godkjennes.
2	Feil som har stor betydning for systemet og må rettes for at testen skal bli godkjent. Test kan fortsettes etter funn.
3	Feil som har i stor grad betydning for systemet, test blir ikke godkjent. Test kan ikke fortsette etter funn.

Tabell 2: Feilkoder

For å verifisere kravene til systemet som kunden ønsker, må kravene testes. Med hensyn til sporbarhet har vi valgt å gi hver enkelt test sin egen test-ID. Dette vil også beskrive hvilket krav som skal testes. Dette gjør at det blir oversiktlig og sporbart, og har en stor betydning for dokumentet i prosjektet. Tabellen under viser hvordan test ID er satt opp. F.eks. T-K-SYS-05

Test	Krav	Krav kategori	Krav nummer
-------------	-------------	----------------------	--------------------

Her har vi en tabell over noen forkortelser som blir brukt i testspesifikasjonen.

K	Krav
SYS	System
T	Test
H	HMS

Tabell 3: Koder til krav- og test-ID

4 Test

Test-ID: T-K-SYS-01			
Test nr.	Testet av	Verifisert av	
1			
Krav-ID	Prioritet	Kilde	Dato
K-SYS-01	A	Tronrud Engineering	08.02.19
Krav beskrivelse			
Dimensjon systemet skal kunne pakke. Lengde: 1,2 meter - 6,0 meter Bredde: 1,0 meter Høyde: 1,2 meter			
Verifikasjon			
Kontinuerlig kontrollmålinger av maskinens ytterste parametere i pakkesonen.			
Antall feil:			
Feilkode	Beskrivelse		
Forbedringer:			
Resultat:			

Tabell 4: T-K-SYS-01

Test-ID: T-K-SYS-02			
Test nr.	Testet av	Verifisert av	
1			
Krav-ID	Prioritet	Kilde	Dato
K-SYS-02	A	Tronrud Engineering	08.02.19
Beskrivelse:			
Løsningen skal være autonom.			
Verifikasjon			
Visuelt og simulering av delsystemer kontinuerlig			
Antall feil:			
Feilkode	Beskrivelse		
Forbedringer:			
Resultat:			

Tabell 5: T-K-SYS-02

Test-ID: T-K-SYS-02.1			
Test nr.	Testet av	Verifisert av	
1			
Krav-ID	Prioritet	Kilde	Dato
K-SYS-02.1	A	Tronrud Engineering	08.02.19
Beskrivelse			
Systemet skal kunne registrere at materialet er klar for pakking.			
Verifikasjon			
Sjekke at systemet klarer å lese data via eventuelle sensorer.			
Antall feil:			
Feilkode	Beskrivelse		
Forbedringer:			
Resultat:			

Tabell 6: T-K-SYS-02.1

Test-ID: T-K-SYS-02.2			
Test nr.	Testet av	Verifisert av	
1			
Krav-ID	Prioritet	Kilde	Dato
K-SYS-02.2	A	Lumberpack	08.02.19
Beskrivelse:			
Ved feil i systemet skal maskinen kunne stanse automatisk ved behov.			
Verifikasjon			
Sjekke at systemet klarer å stoppe ved ulike feil, simulering.			
Antall feil:			
Feilkode	Beskrivelse		
Forbedringer:			
Resultat:			

Tabell 7: T-K-SYS-02.2

Test-ID: T-K-SYS-03			
Test nr.	Testet av	Verifisert av	
1			
Krav-ID	Prioritet	Kilde	Dato
K-SYS-03	A	Tronrud Engineering	08.02.19
Beskrivelse			
Pakke inn én bunt materialer på 2 minutter.			
Verifikasjon			
Simuleringer og ved hjelp av stoppeklokke.			
Antall feil:			
Feilkode	Beskrivelse		
Forbedringer:			
Resultat:			

Tabell 8: T-K-SYS-03

Test-ID: T-K-SYS-03.1			
Test nr.	Testet av	Verifisert av	
1			
Krav-ID	Prioritet	Kilde	Dato
K-SYS-03.1	B	Lumberpack	09.02.19
Beskrivelse			
Pakke inn én bunt materialer på 1,5 minutt.			
Verifikasjon			
Simuleringer og ved hjelp av stoppeklokke.			
Antall feil:			
Feilkode	Beskrivelse		
Forbedringer:			
Resultat:			

Tabell 9: T-K-SYS-03.1

Test-ID: T-K-SYS-03.2			
Test nr.	Testet av	Verifisert av	
1			
Krav-ID	Prioritet	Kilde	Dato
K-SYS-03.2	C	Lumberpack	09.02.19
Beskrivelse			
Pakke inn én bunt materialer på 1 minutt.			
Verifikasjon			
Simuleringer og ved hjelp av stoppeklokke			
Antall feil:			
Feilkode	Beskrivelse		
Forbedringer:			
Resultat:			

Tabell 10: T-K-SYS-03.2

Test-ID: T-K-SYS-04			
Test nr.	Testet av	Verifisert av	
1			
Krav-ID	Prioritet	Kilde	Dato
K-SYS-04	A	Tronrud Engineering	08.02.19
Beskrivelse			
Materialbunten skal pakkes inn i vanntett emballasje fra topp til side.			
Verifikasjon			
Sjekk emballasjens tekniske spesifikasjoner.			
Antall feil:			
Feilkode	Beskrivelse		
Forbedringer:			
Resultat:			

Tabell 11: T-K-SYS-04

Test-ID: T-K-SYS-05			
Test nr.	Testet av	Verifisert av	
1			
Krav-ID	Prioritet	Kilde	Dato
K-SYS-05	A	Tronrud Engineering	08.02.19
Beskrivelse			
Emballasjen skal vise kundens logo, tilnærmet lik original etter pakking av bunt.			
Verifikasjon			
Fysisk testing og ved hjelp av simulering.			
Antall feil:			
Feilkode	Beskrivelse		
Forbedringer:			
Resultat:			

Tabell 12: T-K-SYS-05

Test-ID: T-K-SYS-06			
Test nr.	Testet av	Verifisert av	
1			
Krav-ID	Prioritet	Kilde	Dato
K-SYS-06	A	Tronrud Engineering	08.02.19
Beskrivelse			
Emballasjen skal være uniform med bunten etter pakking.			
Verifikasjon			
Visuell sjekk av emballasjens form etter testpakking.			
Antall feil:			
Feilkode	Beskrivelse		
Forbedringer:			
Resultat:			

Tabell 13: T-K-SYS-06

Test-ID: T-K-SYS-07			
Test nr.	Testet av	Verifisert av	
1			
Krav-ID	Prioritet	Kilde	Dato
K-SYS-07	A	Tronrud Engineering	09.02.19
Beskrivelse			
Systemet skal kunne monteres på flatt underlag.			
Verifikasjon			
Testmontering av systemet på flatt underlag.			
Antall feil:			
Feilkode	Beskrivelse		
Forbedringer:			
Resultat:			

Tabell 14: T-K-SYS-07

Test-ID: T-K-SYS-08			
Test nr.	Testet av	Verifisert av	
1			
Krav-ID	Prioritet	Kilde	Dato
K-SYS-08	C	Tronrud Engineering	09.02.19
Beskrivelse			
Systemet skal være stasjonært.			
Verifikasjon			
Se til at systemet er forsvarlig fastmontert i gulv eller omkringliggende fast konstruksjon.			
Antall feil:			
Feilkode	Beskrivelse		
Forbedringer:			
Resultat:			

Tabell 15: T-K-SYS-08

Test-ID: T-K-SYS-09			
Test nr.	Testet av	Verifisert av	
1			
Krav-ID	Prioritet	Kilde	Dato
K-SYS-09	A	LumberPack	08.02.19
Beskrivelse			
Systemet skal ha brukermanual.			
Verifikasjon			
Gå igjennom manualen og sørg for at kundene forstår den.			
Antall feil:			
Feilkode	Beskrivelse		
Forbedringer:			
Resultat:			

Tabell 16: T-K-SYS-09

Test-ID: T-K-SYS-10			
Test nr.	Testet av	Verifisert av	
1			
Krav-ID	Prioritet	Kilde	Dato
K-SYS-10	A	Lumberpack	09.02.19
Beskrivelse			
Systemet skal ha monteringsanvisning.			
Verifikasjon			
Gå igjennom anvisning og sørge for at kundene forstår den.			
Antall feil:			
Feilkode	Beskrivelse		
Forbedringer:			
Resultat:			

Tabell 17: T-K-SYS-10

Test-ID: T-K-SYS-11			
Test nr.	Testet av	Verifisert av	
1			
Krav-ID	Prioritet	Kilde	Dato
K-SYS-11	A	Lumberpack	09.02.19
Beskrivelse			
Systemet skal ha vedlikeholdsmanual.			
Verifikasjon			
Gå igjennom manualen og sørg for at kundene forstår den.			
Antall feil:			
Feilkode	Beskrivelse		
Forbedringer:			
Resultat:			

Tabell 18: T-K-SYS-11

Test-ID: T-K-SYS-H-12			
Test nr.	Testet av	Verifisert av	
1			
Krav-ID	Prioritet	Kilde	Dato
K-SYS-H-12	A	Maskindirektivet	20.02.19
Beskrivelse			
Systemet skal utstyres med en eller flere nødstopppinnretninger slik at det er mulig å avverge truende situasjoner eller begrense virkningen av allerede oppståtte farlige situasjoner.			
Verifikasjon			
Forårsake kontrollerte situasjoner hvor man kan teste om nødstopppinnretningene fungerer.			
Antall feil:			
Feilkode	Beskrivelse		
Forbedringer:			
Resultat:			

Tabell 19: T-K-SYS-H-12

Test-ID: T-K-SYS-H-13			
Test nr.	Testet av	Verifisert av	
1			
Krav-ID	Prioritet	Kilde	Dato
K-SYS-H-13	A	Maskindirektivet	20.02.19
Beskrivelse			
Nødstopinnretningen: Være lett gjenkjennelig, ha godt synlig og lett tilgjengelige betjeningsinnretninger.			
Verifikasjon			
Se om en utenforstående person kan finne nødstoppen.			
Antall feil:			
Feilkode	Beskrivelse		
Forbedringer:			
Resultat:			

Tabell 20: T-K-SYS-H-13

Test-ID: T-K-SYS-H-13.1			
Test nr.	Testet av	Verifisert av	
1			
Krav-ID	Prioritet	Kilde	Dato
K-SYS-H-13.1	A	Maskindirektivet	20.02.19
Beskrivelse			
Nødstopppinnretningen: Når nødstopppinnretningen er aktivert, skal stoppfunksjonen opprettholdes ved at nødstopppinnretningen forblir i sperret stilling inntil den blir frigjort.			
Verifikasjon			
Fysisk test av nødstopppinnrettning.			
Antall feil:			
Feilkode	Beskrivelse		
Forbedringer:			
Resultat:			

Tabell 21: T-K-SYS-H-13.1

Test-ID: T-K-SYS-H-13.2			
Test nr.	Testet av	Verifisert av	
1			
Krav-ID	Prioritet	Kilde	Dato
K-SYS-H-13.2	A	Maskindirektivet	20.02.19
Beskrivelse			
Nødstopppinnretningen: Frigjøring av nødstopppfunksjonen skal ikke føre til at maskinen begynner å gå igjen, men gjøre det mulig å starte maskinen på nytt.			
Verifikasjon			
Fysisk test av nødstopppinnretning.			
Antall feil:			
Feilkode	Beskrivelse		
Forbedringer:			
Resultat:			

Tabell 22: T-K-SYS-H-13.2

Test-ID: T-K-SYS-H-14			
Test nr.	Testet av	Verifisert av	
1			
Krav-ID	Prioritet	Kilde	Dato
K-SYS-H-14	A	Maskindirektivet	20.02.19
Beskrivelse			
Tilgjengelige deler av maskiner skal, i den grad maskinens funksjoner tillater det, være uten skarpe kanter, hjørner og ruge overflater som kan medføre fare for skade. Kanter skal ha en radius på maksimum 3mm.			
Verifikasjon			
Måling av kanter ved hjelp av radius måler.			
Antall feil:			
Feilkode	Beskrivelse		
Forbedringer:			
Resultat:			

Tabell 23: T-K-SYS-H-14

Test-ID: T-K-SYS-H-15			
Test nr.	Testet av	Verifisert av	
1			
Krav-ID	Prioritet	Kilde	Dato
K-SYS-H-15	A	Maskindirektivet	20.02.19
Beskrivelse			
Maskiner skal ha betjeningsinnretninger som gjør det mulig å stanse maskinen fullt og helt på en trygg måte.			
Verifikasjon			
Fysisk test av betjeningsinnretningene.			
Antall feil:			
Feilkode	Beskrivelse		
Forbedringer:			
Resultat:			

Tabell 24: T-K-SYS-H-15

Test-ID: T-K-SYS-16			
Test nr.	Testet av	Verifisert av	
1			
Krav-ID	Prioritet	Kilde	Dato
K-SYS-16	A	LumberPack	22.02.19
Beskrivelse			
Systemet skal ha et grafisk brukergrensesnitt.			
Verifikasjon			
Funksjonell test av GUI.			
Antall feil:			
Feilkode	Beskrivelse		
Forbedringer:			
Resultat:			

Tabell 25: T-K-SYS-16

Test-ID: T-K-SYS-16.1			
Test nr.	Testet av	Verifisert av	
1			
Krav-ID	Prioritet	Kilde	Dato
K-SYS-16.1	A	LumberPack	22.02.19
Beskrivelse			
Brukergrensesnittet skal inneholde start og stopp knapp.			
Verifikasjon			
Test funksjonen på knappen, og se at den fungerer som forventet.			
Antall feil:			
Feilkode	Beskrivelse		
Forbedringer:			
Resultat:			

Tabell 26: T-K-SYS-16.1

Test-ID: T-K-SYS-16.2			
Test nr.	Testet av	Verifisert av	
1			
Krav-ID	Prioritet	Kilde	Dato
K-SYS-16.2	A	LumberPack	22.02.19
Beskrivelse			
Brukergrensesnittet skal vise feilmeldinger.			
Verifikasjon			
Visuelt.			
Antall feil:			
Feilkode	Beskrivelse		
Forbedringer:			
Resultat:			

Tabell 27: T-K-SYS-16.2

Test-ID: T-K-SYS-16.3			
Test nr.	Testet av	Verifisert av	
1			
Krav-ID	Prioritet	Kilde	Dato
K-SYS-16.3	B	LumberPack	22.02.19
Beskrivelse			
Brukergrensesnittet skal vise 3D-modell av bunt.			
Verifikasjon			
Visuelt.			
Antall feil:			
Feilkode	Beskrivelse		
Forbedringer:			
Resultat:			

Tabell 28: T-K-SYS-16.3

Test-ID: T-K-SYS-17			
Test nr.	Testet av	Verifisert av	
1			
Krav-ID	Prioritet	Kilde	Dato
K-SYS-17	B	Tronrud Engineering	13.03.19
Beskrivelse			
Materialpakken skal ikke falle fra hverandre i pakkeprosessen.			
Verifikasjon			
Testing av fysisk prototype og fullskala system.			
Antall feil:			
Feilkode	Beskrivelse		
Forbedringer:			
Resultat:			

Tabell 29: T-K-SYS-17

Test-ID: T-K-SYS-18			
Test nr.	Testet av	Verifisert av	
1			
Krav-ID	Prioritet	Kilde	Dato
K-SYS-18	B	Lumberpack	25.04.19
Krav beskrivelse			
Dimensjon systemet bør kunne pakke. Lengde: 1,2 meter - 6,0 meter Bredde: 1,3 meter Høyde: 1,3 meter			
Verifikasjon			
Kontinuerlig kontrollmålinger av maskinens ytterste parametere i pakkesonen.			
Antall feil:			
Feilkode	Beskrivelse		
Forbedringer:			
Resultat:			

Tabell 30: T-K-SYS-18

Test-ID: T-K-SYS-19			
Test nr.	Testet av	Verifisert av	
1			
Krav-ID	Prioritet	Kilde	Dato
K-SYS-19	B	Lumberpack	19.05.19
Beskrivelse			
Systemet skal ta minst mulig gulvplass.			
Verifikasjon			
.			
Antall feil:			
Feilkode	Beskrivelse		
Forbedringer:			
Resultat:			

Tabell 31: T-K-SYS-19



Rapport for endelig løsning

Skrevet av:

Morten A. Auke

Edris Karimi

Lars Jerijervi

Herman Severin Nilsen

Jonas Tveita Hjalland

22. mai 2019

Dokumenthistorikk			
Utg.	Dato	Beskrivelse	Forfatter
1.0	19.05.19	Dokument opprettet	

Abstrakt

Hensikten med dette dokumentet er å gi leseren en oversikt over de forskjellige delsystemene som gruppen har utviklet og testet. Dokumentet skal også beskrive de forskjellige delsystemene og den funksjonen de er tiltenkt. Dokumentet inneholder dokumentasjon basert på nedskalert modell av samtlige delsystemer.

Innhold

1	Introduksjon	1
2	Delsystemer	2
2.1	Plastpålegger	3
2.2	Pneumatikk	4
2.3	Sveisemekanisme	5
2.3.1	Konsept 1	5
2.3.2	Konsept 2	7
2.4	Kamerasystem	8
2.4.1	Programvare	8
2.4.2	Kamera	8
2.5	Brukergrensesnitt	9
3	Tester og Resultater	10
3.1	Test av plastpålegger	10
3.2	Test av pneumatikk	11
3.3	Test av sveisemekanismen	12
3.4	Test av varmeelement	12
4	Videreutvikling og forbedringer	15
4.1	Varmeelement	15
4.2	Kamerasystem	15
4.3	Brukergrensesnitt	15
4.4	Motor enkoder	16
4.5	Motor endringer	16
4.6	Utarbeide kommunikasjonsystemet	17
4.7	Sensorendringer	17
5	Konklusjon	17

Figurer

1	Sammenstilling av systemet	2
2	Plastpålegger	3
3	3D-printet luftpekere montert på rammen	4
4	Testing av systemet	4
5	Pneumatisk system	4
6	Rammeverk konsept 1	5
7	Skjøte-metodikk	5
8	Styrestang og stålstang	5
9	Konsept 1	6
10	Rammeverk konsept 2	7
11	Ferdigstilt konsept 2	7
12	Kameraets programvare	8
13	UI view 1	9
14	UI view 1	9
15	Plastpålegger	10
16	Luftfordeler	11
17	Resultat av test	11
18	Resultat for test av sveisemekanismen	12
19	Resultat, hele bunten	12
20	Test av sveisemekanisme med tynn plast	13
21	Inkrementell- mot absolutt enkoder	16

Tabeller

1	Resultat for test av varmeelement	14
---	---	----

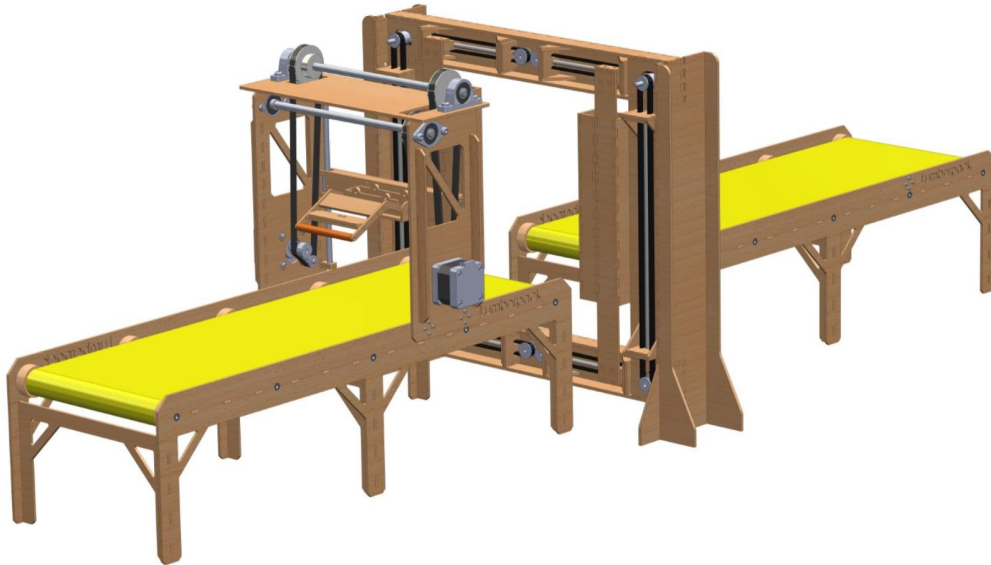
1 Introduksjon

Dette bachelorprosjektet har gått ut på å designe et autonomt system som skal pakke konstruksjonsvirke. For å teste ut den løsningen som teamet har kommet frem til har vi laget en nedskalert modell. Denne modellen skal vise gruppens tanker om hvordan oppgaven skal løses og systemets funksjoner. I dette dokumentet vil modellen bli presentert i delsystemer, hvor alle funksjonene til de ulike delsystemene blir forklart. Det vil bli diskutert ulike tester som gruppen har gjort med modellen og hvordan dette vil påvirke videre arbeid med modellen fram til siste presentasjon.

I ethvert system vil det alltid være rom for forbedringer, derfor er det også et kapittel som heter "videreutvikling og forbedringer". Dette kapitlet tar for seg funksjoner som mangler eller ikke er helt ferdig utviklet. Det vil forklares hva som må utvikles videre for at systemet skal kunne fungere slik som forventet.

2 Delsystemer

Delsystemene som gruppen har designet er plastpålegger, pneumatikkssystemet og sveisemekanismen. For å gjøre testmodellen mer troverdig og hensiktsmessig designet vi et fungerende rullebånd som vist på figur 1. Figuren viser hele systemet som en sammenstilling i SolidWorks.

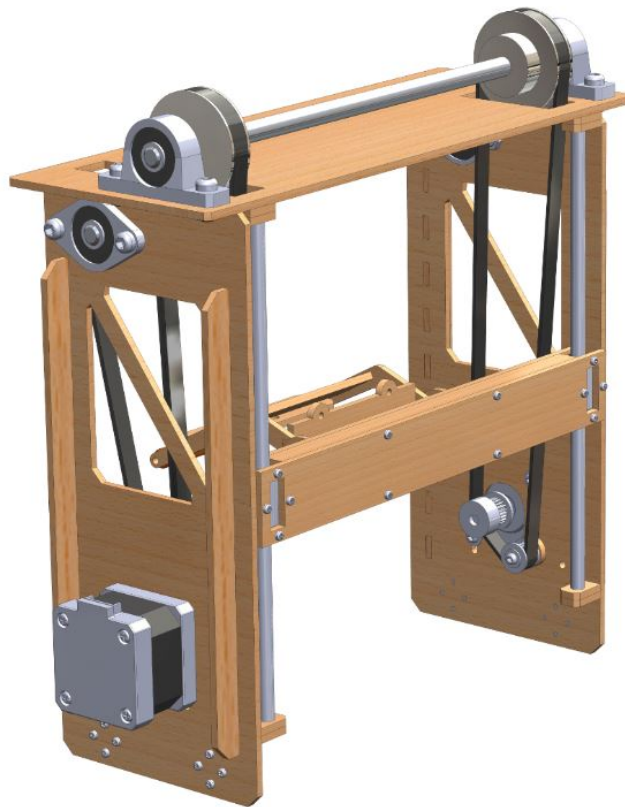


Figur 1: Sammenstilling av systemet

2.1 Plastpålegger

Dette delsystemet har som funksjon å mate emballasje på materialpakken ettersom den beveger seg gjennom systemet. Matingshastighet vil være regulert og alltid ha samme hastighet som materialpakken, altså samme hastighet som rullebåndet. Emballasjen vil komme i kontakt med en rulle som flytter emballasjen til ønsket posisjon samtidig som den holder den ned på materialpakken. Vi har benyttet infrarøde sensorer samt mekanisk endebryter til styring og regulering av komponenter (Se teknisk dokument: Elektro). Tre steppermotorer av typen NEMA 17 er montert i rammeverket. Én motor driver mating for emballasje, én driver rullebåndet i samme hastighet som emballasjematingen og én driver rullesystemet i vertikal retning.

Plastpåleggeren har, i tillegg til en autonomstartmekanisme, mulighet til å bli startet og stoppet fra brukergrensesnittet via det RS-232 baserte kommunikasjonssystemet til systemet. Dette er lagt inn med vedlikehold i tankene, men vil også bli i iverksatt ved avsluttet nødstop.

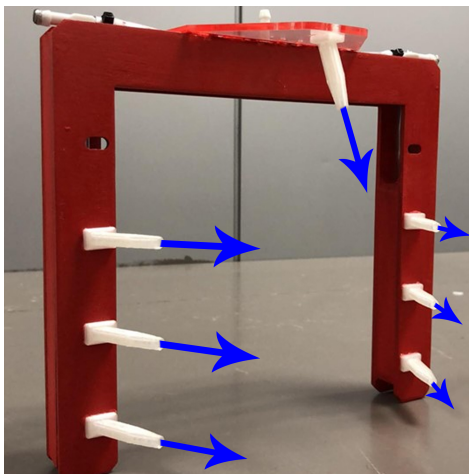


Figur 2: Plastpålegger

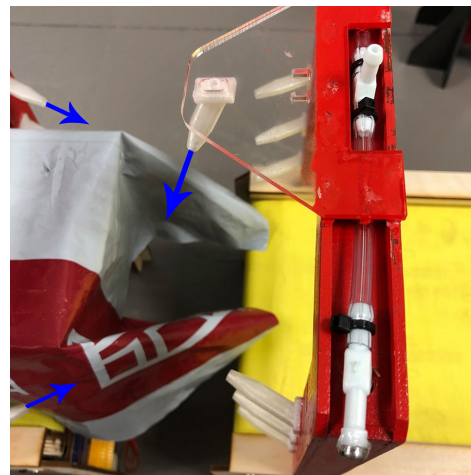
2.2 Pneumatikk

For å få finest mulig brett på pakken har vi tatt i bruk pneumatikk til å blåse emballasjen slik vi ønsker. Etter at emballasjen er lagt på materialbunten og ankommer smeltestasjonen, må vi sørge for at bretten på endene ikke danner en lomme som kan samle vann og føre til skade på trevirket.

Vi har designet et system som sørger for dette. Som vist på figur 3 så ser vi en ramme som inneholder til sammen syv luftpekere. Vi har plassert en på toppen og tre på hver side av rammen. Den på toppen sørger for at emballasjen blir blåst helt ned til underkant av materialbunten og legger seg fint. De på sidene blåser emballasjen fremover mot sveisemekanismen. Vist på figur 4

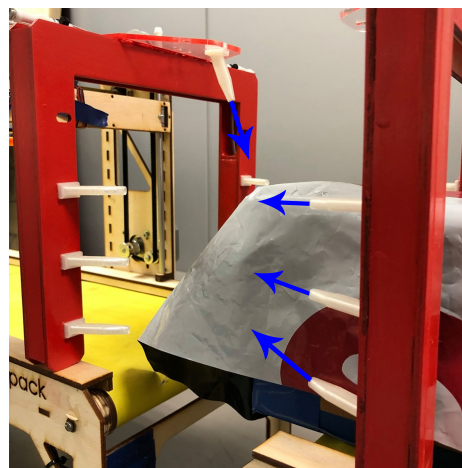


Figur 3: 3D-printet luftpekere montert på rammen



Figur 4: Testing av systemet

Vi har lagd to rammer som står mot hverandre og utfører operasjonen på hver ende av materialbunten. På figur 5 ser vi en illustrasjon på at den ene rammen blåser fra toppen, mens den andre blåser fra sidene. Det motsatte vil skje når andre enden av materialbunten ankommer stasjonen. Rammen har vi lagd av kryssfiner og limt sammen, og luftpekere er 3D printet.

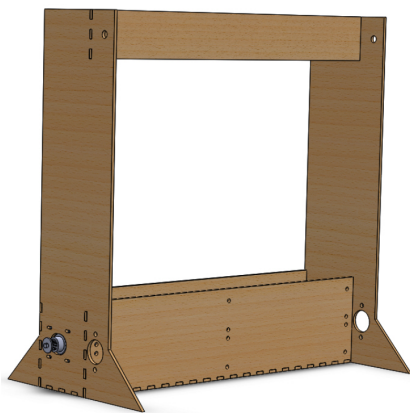


Figur 5: Pneumatisk system

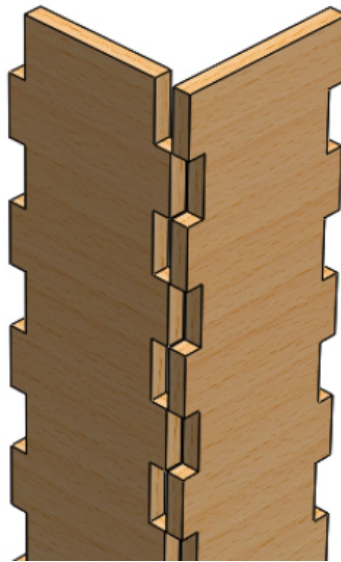
2.3 Sveisemekanisme

2.3.1 Konsept 1

Modellen er designet i CAD-verktøyet SolidWorks og har blitt skjært ut i kryssfiner. Vi har tatt i bruk laserkutteren som vi har tilgjengelig på skolen og skjært ut delene og montert disse sammen.



Figur 6: Rammeverk konsept 1



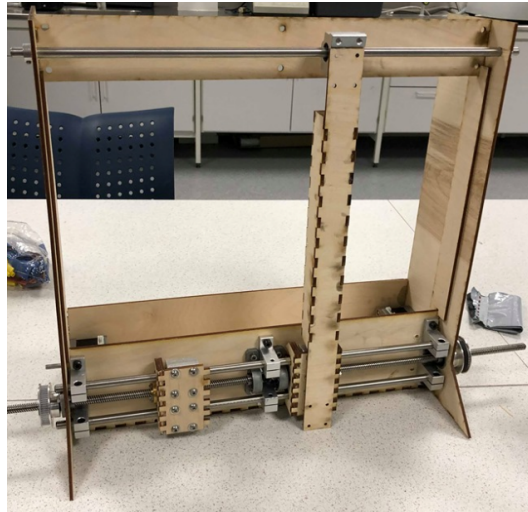
Figur 7: Skjøte-metodikk

Drivsystemet til modellen innebærer bruk av to stepper-motorer av typen NEMA 17. Motorene skal styre to vertikale armer som er uavhengige av hverandre. Armene er montert på glidemekanismer som beveger seg langs en styrestang. Styrestangen stabiliserer og gjør mekanikken mer stabil.



Figur 8: Styrestang og stålstang

For å øke stivheten til rammeverket og oppnå jevn bevegelse på systemet tok vi i bruk to stålstenger på nedre delen av rammen og en stålstang på øvre delen. Som vi ser på figur 9 er armen festet på glidemekanismen som er koblet til motoren med belte på nedre delen av rammen og en glidelager på øvre delen.

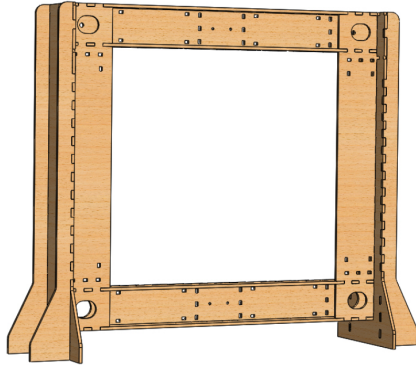


Figur 9: Konsept 1

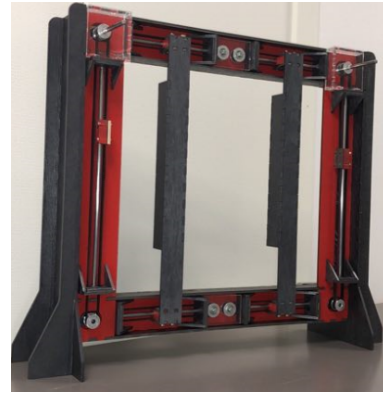
Vi testet systemet og kunne da konkludere med at vi var nødt til å gjøre et nytt design rent mekanisk. Øvre delen av armen klarte ikke å henge med nedre delen, og det førte til torsjon på hele systemet og ødela rammen. Rammen var bygd svakt og tålte ikke kreftene fra motoren.

2.3.2 Konsept 2

Konsept 2 av modellen baserer seg på samme arbeidsoppgaven som konsept 1. Her har vi også tatt i bruk 3 mm kryssfiner med samme skjøte-metodikk. Denne modellen har fått et nytt design og drivsystem. Som vi ser på figur 10 og 11 så er det store forandringer på rammeverket. Denne modellen har blitt forsterket på alle kanter for at vi skal unngå samme feilen som vi fikk med konsept 1.



Figur 10: Rammeverk konsept 2



Figur 11: Ferdigstilt konsept 2

Drivsystemet til modellen er byttet ut fra styrestang og støttestenger til belter. Med beltedrevet system får vi en jevn, stødig og ikke minst kontrollert bevegelse. Her er det også brukt to NEMA 17 motorer som er festet til to tannhjul på hver side av rammeverket. Det ene tannhjulet er koblet til nedre delen av armen og det andre tannhjulet til øvre delen. Forskjellen her er at vi får belter rundt hele rammeverket og det gir oss jevn bevegelse uten at systemet henger seg opp.

Funksjonen til modellen er å sveise endene av emballasjen sammen under pakkeprosessen. En av armene inneholder varmeelement som skal ha en viss temperatur for å smelte emballasjen, mens den andre armen har en gummiliste som presser emballasjen mot varmeelementet. (se Teknisk dokument: Elektro for mer informasjon)

2.4 Kamerasystem

Den endelige løsningen krever informasjon om når bunten ligger i posisjon for sveising, slik at den unngår å klemme fast materialene. For å kunne vite når bunten ligger klar, vil det bli tatt i bruk et kamerasystem. Kjernen til kamerasystemet er bildebehandlings-biblioteket OpenCV.

2.4.1 Programvare



Figur 12: Kameraets programvare

Kameraet har fått sin egen programvare. Denne programvaren gjør det mulig å justere kamerabildets egenskaper for å tilpasse forskjellige omgivelser og lysforhold

Man kan justere kontrast, gamma og saturation. Man kan også bestemme hvilke farger man vil at kameraet skal fokusere på i fargerommet HSV. Justering av disse variablene vil gjøre utslag på hvor effektivt programvaren kan hente ut buntens plassering.

2.4.2 Kamera

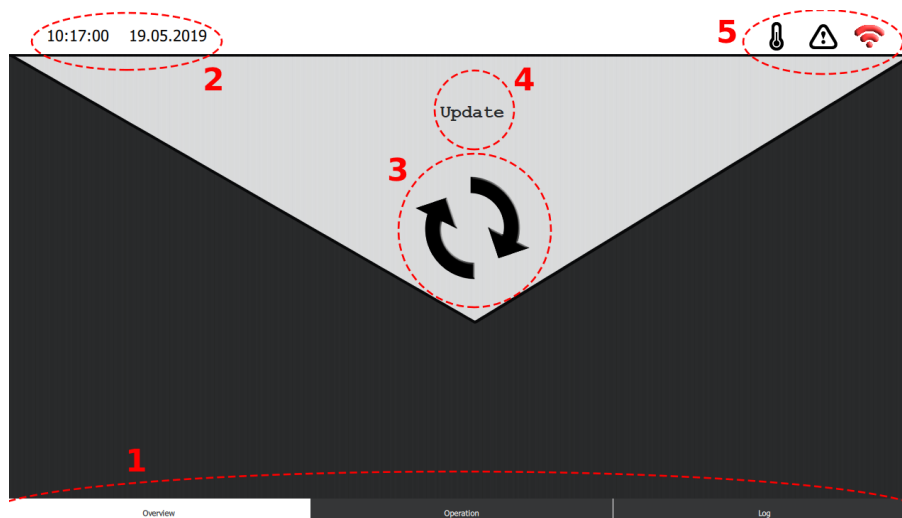
Programvaren krever et vanlig webkamera, eller et annet kamera som kan identifiseres som et webkamera av PCn. Kameraet kobles via USB til en PC før oppstart av programmet. Det vil plasseres slik at det ser rett ned under sveisemekanismen.

2.5 Brukergrensesnitt

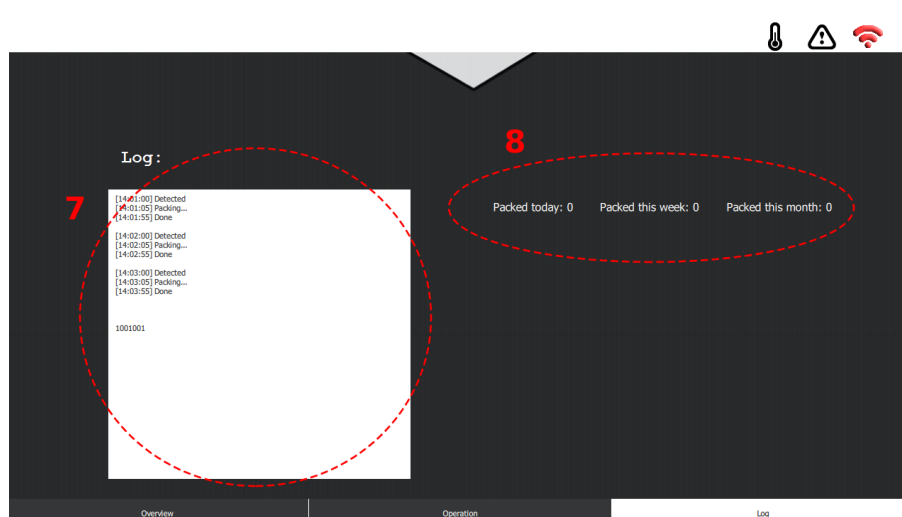
Løsningen vil ta i bruk et brukergrensesnitt. En operatør kan starte og stoppe maskinen, samt å styre enkeltdeler av systemet. Her kan man også følge med på maskinens status, få opp feilmeldinger og informasjon om disse.

Brukergrensesnittet vil vises på en touch-sensitiv skjerm og er designet med det faktum i tankene.

1. Navigasjonsbar.
2. Nåværende klokkeslett.
3. Auto start knapp.
4. Maskinens status.
5. Varslinger.
7. Logg som viser maskinens handlinger.
8. Statistikk over pakkede bunter.



Figur 13: UI view 1



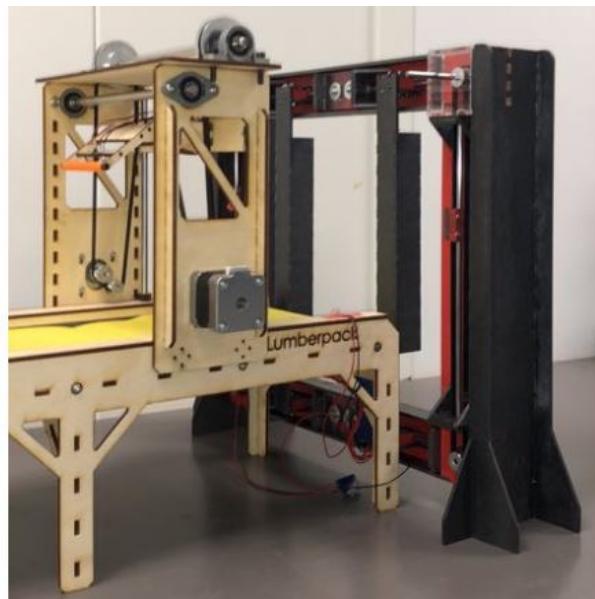
Figur 14: UI view 1

3 Tester og Resultater

3.1 Test av plastpålegger

Plastpåleggeren sin hensikt er som nevnt tidligere å sørge for at plasten blir matet tett og kontinuerlig på bunten. For å sørge for dette vil rullebåndet og utmattings prosessen bli styrt av samme tilstandsendring. Det bevegelige hjulet er utstyrt med sensorer som følger med i begge retningene langs z-aksen. I tillegg så er det en start mekanisme i forkant av selve påleggeren.

For å teste dette ble hele maskineriet rigget opp og en testbunt ble puttet under hjulet. Under testing var startmekanismen erstattet med et testpanel bestående av to knapper, en for start og en for reset. Etter å ha kalibrert inn sensorene var den klar for testing. Systemet startet med rullen i en midtposisjon for å se om rullen ville gå opp til den bestemte høyden, noe den gjorde uten problem. Videre begynte testing av rullen for å se om den ville treffe akkurat over bunten med en viss avstand. Det viste seg at den enten stoppet for tidlig, passe eller for sent med en feilmargin på ± 1 cm, ettersom dimensjon, farge og materiale på sensoren varierer. En teori om hvorfor dette skjer er at det infrarøde signalet reflekteres forskjellig ettersom hvor mye materialet under klarer å absorbere av lyset. Den øyeblikkelige løsningen er å erstatte den infrarøde sensoren med en mekanisk ende bryter, med et påmontert hjul slik at den ikke skal rive i plastemballasjen. Dette viste seg å fungere effektivt, men er et ønskelig forbedringspunkt, da systemet prøver å ha minimert fysisk kontakt i alle ledd av operasjonen.

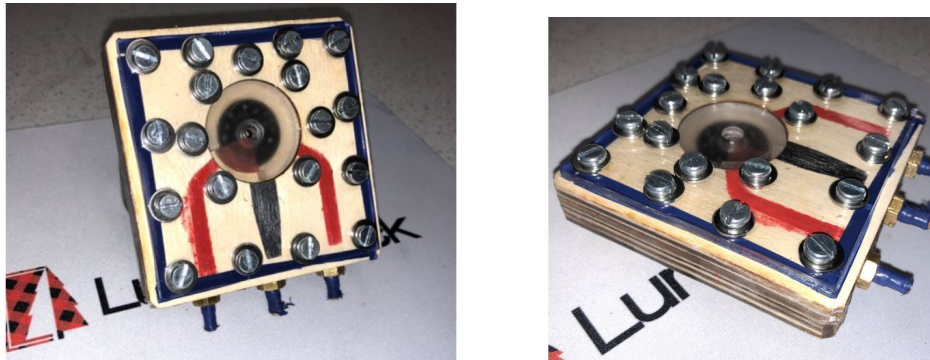


Figur 15: Plastpålegger

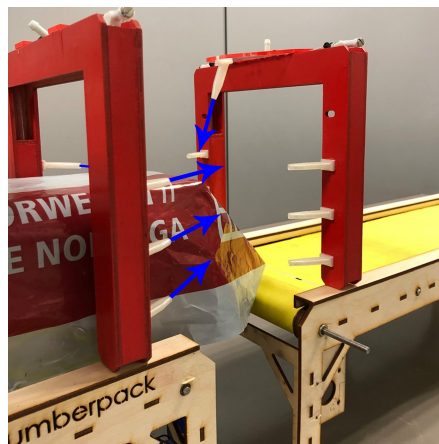
3.2 Test av pneumatikk

For å utføre testen så måtte vi kjøpe en kompressor. Vi lagde vår egen luftfordeler, med et luftinntak to utganger til de to rammene. Luftfordeleren ble lagd av to forskjellige materialer for å teste ut og velge den beste. Vi brukte kryssfiner-plater og plexiglass. Det fungerte gradvis, da det lakk en del luft gjennom kryssfiner-platene og plexiglasset. Dette førte til at vi ikke fikk det lufttrykket vi ønsket for å blåse emballasjen.

Vi prøvde å lime rundt fordeleren som var lagd av kryssfiner for å tette så mye så mulig. I og med at vi hadde en liten kompressor til rådighet så var det for lite lufttrykk for å blåse emballasjen som brukes i dag. Dermed testet vi en annen type emballasje som er tynnere og det fungerte som vi ønsket.



Figur 16: Luftfordeler



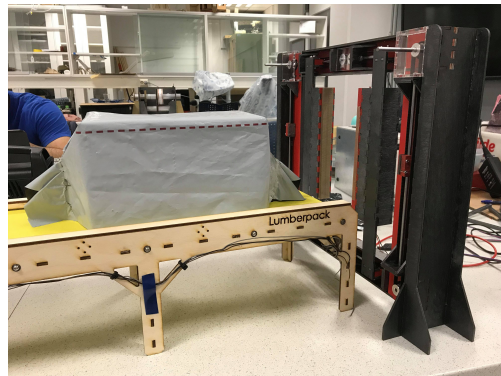
Figur 17: Resultat av test

3.3 Test av sveisemekanismen

Denne testen gikk ut på å teste hele sveisemekanismen. Dette for å sjekke om systemet vi har designet kan gjøre jobben det er ment for. Til testen har vi benyttet en pappeske som skal simulere en materialbunt og plasten vi har fått fra Bergene Holm. Vi startet med å varme opp elementet til det kunne smelte plasten. Deretter brettet vi plasten slik den skal ligge etter at pneumatikk systemet har gjort jobben sin. Til slutt startet vi opp systemet så plasten ble klempt sammen og smeltet.



Figur 18: Resultat for test av sveisemekanismen



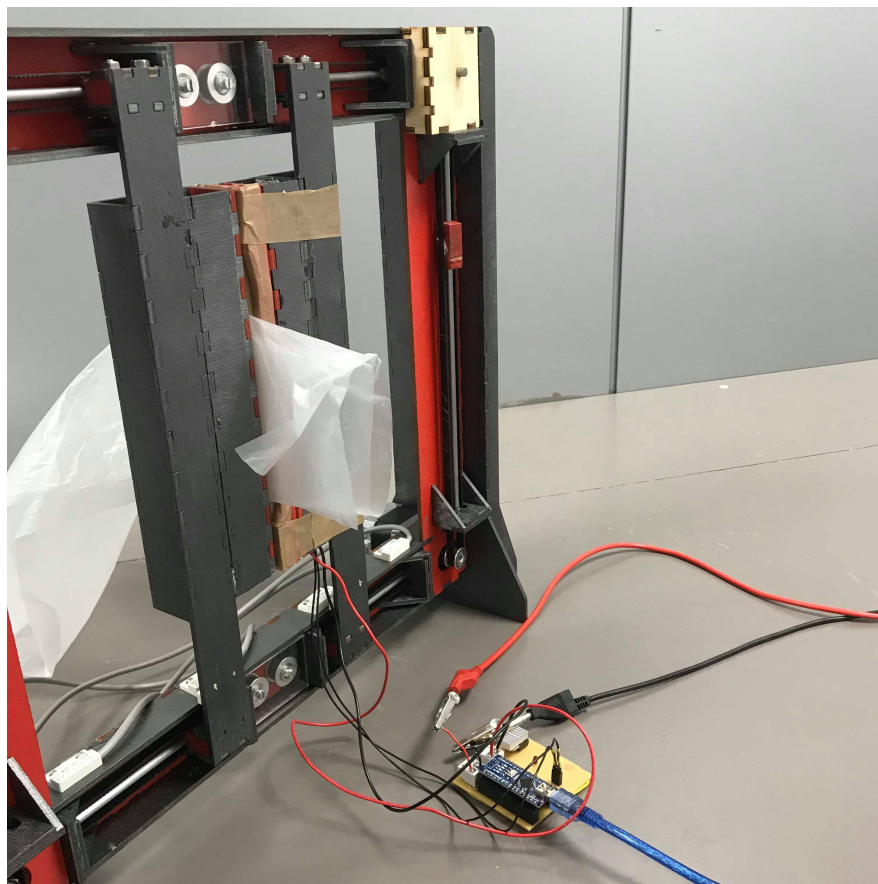
Figur 19: Resultat, hele bunten

3.4 Test av varmeelement

For å teste varmeelementet som er laget for modellen har vi testet å smelte plast sammen. Plasten som er benyttet er tynnere enn plasten som brukes til dagens pakking og varmeelementet må derfor justeres etter tykkelsen på plasten. Vi benytter en annen plast til modellen fordi plasten som blir benyttet på sagbruk i dag er mye tykkere og derfor oppfører den seg

annerledes når den skal pakke inn mindre objekter. Med en tynnere plast vil vi få tilnærmet like egenskaper som den originale plasten har i virkeligheten.

Vi startet testen med å klemme plasten sammen mellom armene som holder et varmeelement og en gummilist med teflonteip på. Teflonteipen gjør at plasten ikke smelter fast i noe. Deretter holdt vi plasten i klem i 5 sekunder for så å ta den ut. Vi startet med en temperatur på 63 grader, målt av temperatursensoren som er montert på varmeelementet. Deretter justerte vi temperaturen ettersom vi så resultatet på testene. Strømkilden til varmeelementet ga ut 2,5 amper, dette for å få en god oppvarmingsfase og sørge for at elementet ikke blir for varmt.



Figur 20: Test av sveisemekanisme med tynn plast

Resultatet fra testene er vist i tabell 1. Den viser hvilken motstand PT100 sensoren er målt til, hvilken temperatur den har målt og om plasten ble smeltet sammen.

Motstand [Ω]	Temp. [° C]	Smelter?
123,2	63	Nei
124.7	64	Nei
125.7	66	Ja
124.7	64	Nei
125,2	65	Ja
125.7	66	Ja
125.7	66	Nei
126,7	69	Ja
126.7	69	Ja
126,2	68	Ja
126,2	68	Ja
126.7	69	Ja
126.7	69	Ja
126.2	68	Ja
126.7	69	Ja
126.2	69	Ja
126.2	68	Ja

Tabell 1: Resultat for test av varmeelement

Varmeelementet er designet slik at det kan regulere hvilke temperaturer det holder seg på (se Teknisk dokument: Elektro for mer informasjon). Vi fant fort ut at mellomrommet mellom høyeste og laveste temperatur i varmeelementet måtte være lav. Derfor justerte vi Arduinoen til å regulere det i mellom 68 og 69 grader. Dette viste seg å være den mest effektive temperaturen å smelte sammen den tynne plasten.

4 Videreutvikling og forbedringer

4.1 Varmeelement

For fullskala modell må varmeelementet justeres til den platen som skal brukes. Elementet kan være laget av samme materiale men må være betraktelig større. Det vil være et behov for mer strøm for at et fullskalert element skal oppnå samme varmen. På grunn av behovet for mer strøm vil en også måtte endre kretsen som er med på å regulere varmen. Kretsen som er laget til modellen har en liten mosfet som ikke kommer til å tåle påkjenningen som et større varmeelement krever.

4.2 Kamerasystem

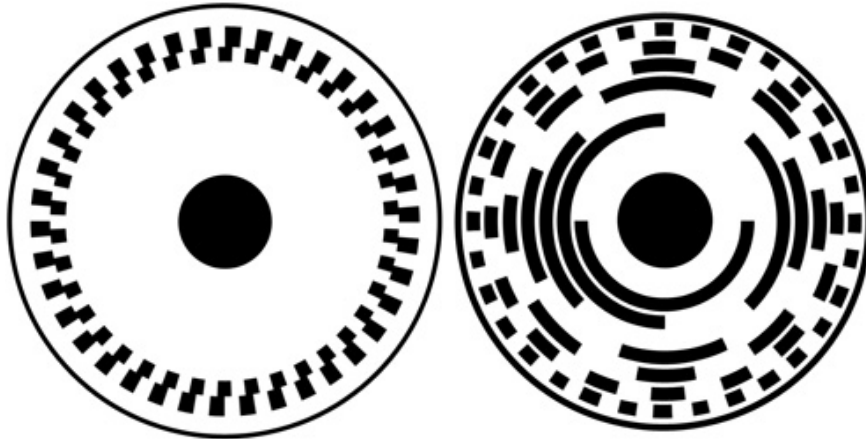
Kamerasystemet kan forbedres ved å investere i et kamera som filmer bredere. En annen forbedring vil være å integrere kamerasystemet i et overordnet overvåkningssystem slik at man kan ha flere bruksområder for kameraet. Det som var forlokkende med et kamera i utgangspunktet var at man kunne hente ut flere typer informasjon enn man kan med en sensor, så her kan man ekspandere til flere bruksområder.

4.3 Brukergrensesnitt

Det er alltid lurt å ha et brukergrensesnitt i nærheten av maskinen med tanke på sikkerhet og fordi man alltid vil utføre vedlikehold. Men i en autonom løsning som denne ville det også vært lurt å ha fjernovervåking, i tilfellet man ikke alltid vil gå til skjermen for å se på maskinens status. En idé hadde vært å integrere WebGL slik at man får livestream fra brukergrensesnittet over nettet. Ved bruk av WebGL kan man også styre brukergrensesnittet fra mobile enheter, som for eksempel mobiltelefonen. Om dette settes opp på riktig måte kan man alltid ha tilgang til maskinens brukergrensesnitt uansett hvor man er. Om man ekspanderer dette til en webserver vil det selvfølgelig være en risiko for sikkerhetsbrudd. For å minimere risikoen for sikkerhetsbrudd kan man begrense det til et lokalt nettverk slik at man må være på arbeidsplassen for å kunne få tilgang til grensesnittet.

4.4 Motor enkoder

Et punkt man kan forbedre og videreutvikle er å skaffe en nøyaktig posisjon av motorens posisjon. Dette kan bli gjort via å enten legge inn en inkrementell eller absolutt enkoder. Disse fungerer begge ved at det er en skive med ulike åpninger som tillater en LED-diode og en fotosensor å sende signaler igjennom åpningene. Forskjellen på dem er at den inkrementelle enkoderen bare har en til to rader med åpninger som gjør at mengden sensor-LED par er begrenset men det har bare kjennskap til motorens fart og retning. En absolutt enkoder derimot tilbyr ikke bare kjennskap til fart og retning men også nøyaktig posisjon med nøyaktighet basert på antall ringer eller bit den har. Denne skiva er nemlig fordelt slik at man kan lese ut en bitstrøm ut i fra hvor mange sensorer som reagerer.



Figur 21: Inkrementell- mot absolutt enkoder

En siste mulighet hadde vært å programmere inn en enkoder som går i takt med hvert steg motoren tar. Det negative med dette er at man ikke har en fysisk trygghet på at den stemmer, om systemet skulle ha mistet strømmen eller motoren hadde fusket et steg.

4.5 Motor endringer

En forbedring for sveisemekanismen er å erstatte motorene brukt til noe som har litt mere futt, eller legge til et sett til med NEMA 17 i den øvre delen av mekanismen. Dette hadde gjort det slik at flyten hadde gått bedre og systemet i sin helhet vil gå mere lydløst.

Noe man da også kan tenke på er om man skulle erstattet disse med motorer som allerede har integrerte kontrollere man kunne enklere hatt kontroll på, som også hadde hatt innebygd enkodere som nevnt over.

For en 1:1 skala system er det naturlig å måtte endre fra NEMA 17 motorene, egnet for 3D printere og CNC maskiner, til noe litt større som kraftige servomotorer eller steppermotorer med integrerte kontrollsystemer.

4.6 Utarbeide kommunikasjonsystemet

4.7 Sensorendringer

En annen endring som burde gjøres er å finne en erstatning til den mekaniske endebryteren i plastpåleggeren da resten av systemet holder seg mest mulig unna fysisk kontakt, gjennom infrarødt, pneumatikk og bildeanalyse gjennom kameraer. I et fullskala system vil det være at feilen med den infrarøde gjenspeiling ikke vil vise seg å være et så stort problem da hele systemet er ti ganger så stort og avstanden fra rulle til bunten er så stor at variasjonen i refleksjonen ikke gir utslag.

5 Konklusjon

Gruppen har ikke fått testet modellen i sin helhet, men bare delsystemene separat. Dette vil bli fokusert på etter at dokumentasjonen er levert og jobbet med fram til presentasjonen. Målet er å ha en helt fungerende modell av systemet som er blitt presentert i denne rapporten.



Teknisk dokument: Maskin

Skrevet av:

Morten A. Auke

&

Edris Karimi

23. mai 2019

Dokumenthistorikk			
Utg.	Dato	Beskrivelse	Forfatter
1.0	27.03.19	Dokument opprettet	

Abstrakt

Hensikten med dette dokumentet er å gi leseren en oversikt over de forskjellige delsystemene som maskiningeniørstudentene har designet. Dokumentet vil beskrive hvert av de ulike delsystemene, konstruksjonsbeskrivelse og materialvalg, samt noen av utfordringene som har dukket opp underveis.

Innhold

1	Introduksjon	1
2	CAD og FEM	1
3	Komponenter og hyllevare	2
3.1	HGR45T	2
3.2	Flatstål	3
3.3	Rektangulært stål	3
3.4	Festemateriell	4
4	Delsystemer	5
5	Rammeverk	6
5.1	Beskrivelse av funksjon	6
5.2	Konstruksjonsbeskrivelse	6
5.3	Materialvalg	7
6	Horisontal fikseringsrulle	8
6.1	Beskrivelse av funksjon	8
6.2	Konstruksjonsbeskrivelse	9
6.3	Materialvalg	11
7	Vertikal fikseringsrulle	12
7.1	Beskrivelse av funksjon	12
7.2	Konstruksjonsbeskrivelse	13
7.3	Materialvalg	13
8	Pneumatikk	14
8.1	Beskrivelse av funksjon	14
8.2	Konstruksjonsbeskrivelse	15
9	Sveisemekanisme	16
9.1	Beskrivelse av funksjon	16
9.2	Konstruksjonsbeskrivelse	16
10	Referanser	17
11	Vedlegg	17

Figurer

1	HGR45T	2
2	Flatstål	3
3	Rektangulert stål	3
4	Festemateriell	4
5	Sammenstilling av maskin	5
6	Rammekonstruksjon.	6
7	Horisontal fikseringsrulle	8
8	Exploded view av styreskinne	9
9	Sammenstilling av styreskinne	10
10	Exploded-view av timing pulley montert i topp	10
11	Exploded view av timing pulley	11
12	Vertikale rulle med integrert pneumatikk	12
13	Reimdrift med HGR45T	13
14	Pneumatikk konsept	14
15	Vertikale rulle med integrert pneumatikk	16

Tabeller

1 Introduksjon

Dokumentet skal inneholde de delsystemene som maskinstudentene har designet og utviklet ved hjelp av CAD-verktøy og prototyping. Alt av CAD- design, mekaniske komponenter, mekaniske løsninger osv. er i hovedsak utviklet av, -og designet av gruppens maskiningeniør-studenter.

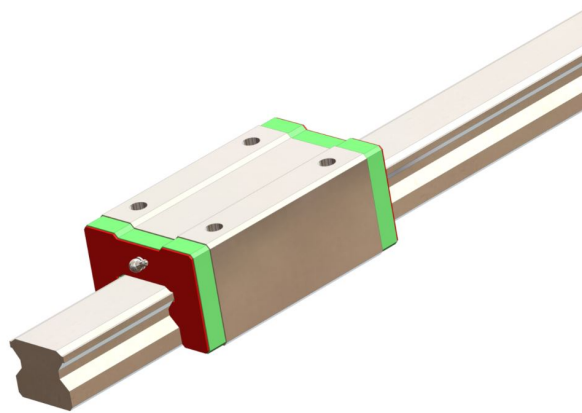
2 CAD og FEM

CAD, Computer -aided design, er et data verktøy benyttet av designere verden rundt. Gruppens Maskiningeniør-studenter, Edris Karimi og Morten Aarø Auke, har som en del av pensum, 15 studiepoeng i faget. Vi har benyttet programvaren Solidworks. Dette data-programmet har vi som studenter benyttet i opplæring og diverse prosjekter i løpet av studietiden. FEM, Finite element method, en del av Solidworks, i denne delen gjøres alt av simuleringer og beregninger av deler og komponenter som vi allerede har designet i CAD. Dette gjøres fordi vi blant annet ønsker å gjøre hensiktsmessige dimensjonerings og valg av forskjellige typer materialer for designet vårt. I løpet av dette prosjektet har vi benyttet dette verktøyet til idé og konsept-utvikling. Vi har hatt stor nytte av CAD som verktøy for å bekrefte eller å avkrefte om idéen er noe å satse på videre.

3 Komponenter og hyllevare

3.1 HGR45T

Dette produktet har blitt valgt på bakgrunn av mekaniske og fysiske egenskaper samt at det oppfyller konseptet om lineær bevegelse av komponenter. Skinne og kulelager-systemet leveres av HIWIN[1], som er et foretak som driver handel på forskjellige maskindeler. Skinnen har gjengede M8-hull på undersiden av godset. De leveres med hull på oversiden også, men med tanke på at den monteres fast i flatstål vil det være hensiktsmessig å feste flatstålet til undersiden av godset. Dette med tanke på å ha minst mulig kanter innvendig i maskinen og at det blir mer vedlikeholds vennlig å gjøre operasjoner på delsystemet fra utsiden av maskinen.

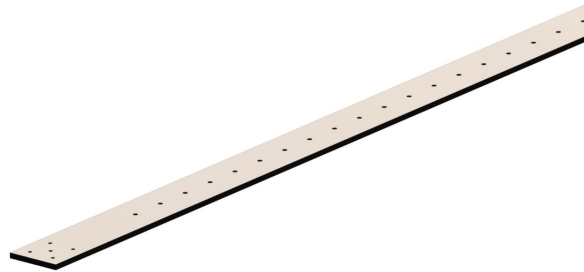


Figur 1: HGR45T

Det er kun denne type styreskinner vi har benyttet i denne maskinen. Alt i alt består systemet i sin helhet av seks, sammensetninger av lineære styreskinner og tilhørende kulelager.

3.2 Flatstål

Som nevnt over har produksjon barhet og tidsbesparelse i en bedriftsøkonomisk sammenheng vært en del av fokuset i design av maskinens deler og komponenter. Flatstål har blitt benyttet i sammenheng med HGR45T for å utnytte arealmoment/stivhet og fiksering av lineært bevegelige deler.



Figur 2: Flatstål

3.3 Rektangulært stål

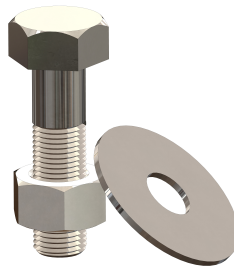
I design av rammeverket har vi sett det naturlig å benytte firkantede stålkompontener som konstruksjonsmateriell. Noe av grunnlaget for dette baserer seg på bevegelse i konstruksjonen på grunn av dynamiske delsystemer. De rektangulære stålkompontentene er designet og plassert riktig i forhold til hvor det oppstår høyest arealmoment. Det finnes flere leverandører av rektangulær og flatstål både i Norge og utlandet.[2]



Figur 3: Rektangulert stål

3.4 Festemateriell

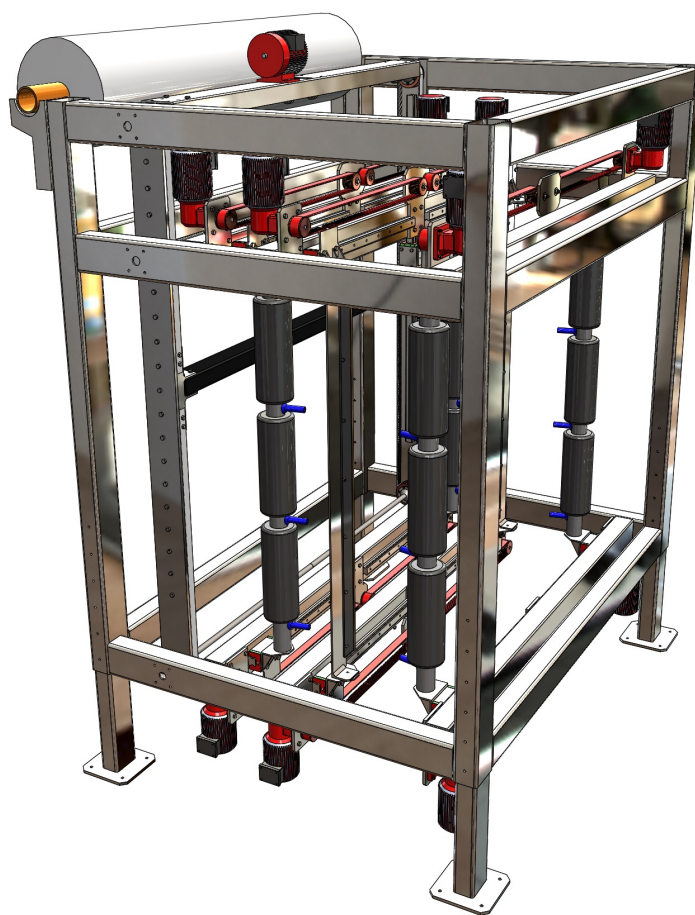
Store deler av konstruksjonen og delsystemer er designet for bruk av M6 og M8 bolter og muttere. Dette er en mye brukt dimensjon samtidig som den passer vår konstruksjon og de påkjenningene den vil påføre bolten. Rammeverket er i stor grad sveiset sammen til én hel konstruksjon.



Figur 4: Festemateriell

4 Delsystemer

Vi har valgt å fokusere på delsystemer gjennom dette prosjektet. Med dette sørger vi for at vi får et feilfritt system på slutten av prosjektet og at vi har alltid noe å vise til arbeidsgiver. Under så er det listet opp de delsystemene som vi har.



Figur 5: Sammenstilling av maskin

5 Rammeverk



Figur 6: Rammekonstruksjon.

5.1 Beskrivelse av funksjon

Rammen er konstruert slik at den skal holde alle maskinenes delsystemer samlet i ett system. Dette er med hensyn på krav, K-SYS-19, maskinen skal ta minst mulig gulvplass. Rammens ytre dimensjoner er dimensjonert slik at den skal oppta minst mulig gulvplass samtidig som maskinen kan utføre sitt tiltenkte arbeid på en best mulig måte. Tiltentkt arbeid vil da si oppfyllelse av krav som er relevante for rammeverkets utforming og størrelse, og maskinens tiltenkte funksjon.

5.2 Konstruksjonsbeskrivelse

Rammeverket skal være sammensveiset ved bruk av rørtråd, -og eller vanlig elektrode for svartmetall. Stålmateriale er av standard type, rektangulært firkantstål 120x80x5mm og leveres av flere leverandører.

Rammeverkets fire hjørner er konstruert med firkantstålet stående normalt på horisontal flate, slik at en mindre dimensjon firkantstål skal kunne justeres innvendig og vattres opp ved montering hos kunde. Selve rammeverket er symmetrisk og består av flere gjengede hull for montering av maskinens delsystemer.

5.3 Materialvalg

Materialet som har blitt gitt for denne delen av maskinen er vanlig svartstål. Dette er standard stål som har gode sveise- og etterarbeids-egenskaper. Materialet har også en lav kostnad. Materialet har en høy egenvekt og lav E-modul og er derfor godt egnet for statisk bruk med fastmonterte dynamiske komponenter.

6 Horizontal fikseringsrulle



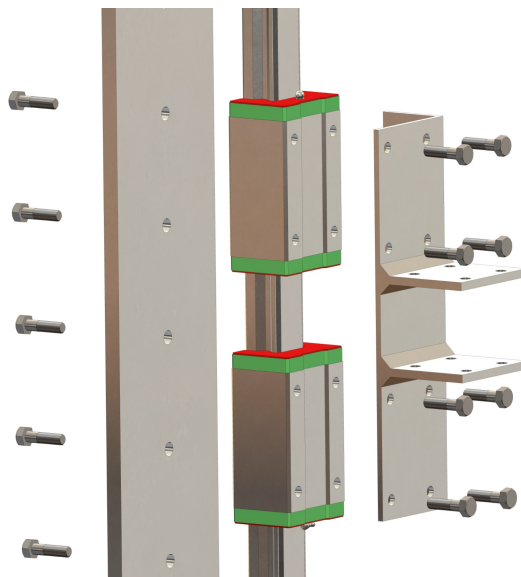
Figur 7: Horizontal fikseringsrulle

6.1 Beskrivelse av funksjon

Som et ledd i utførelse av krav, K-SYS-19. Maskinen skal oppta minst mulig gulvplass. For at emballasjen skal kunne brettes tilstrekkelig ut for sammenføyning, trenger den en gitt avstand. Ved hjelp av testing har vi kommet frem til at emballasjens opprinnelig sammenbretting må endres fra leverandørens side. Den type bretting er noe leverandøren allerede tilbyr. Ved bruk av horisontal fikseringsrulle vil avstanden på emballasjen mellom rull og sveisemekanisme øke. Dette gjøres uten at maskinens lengde øker, men istedenfor minker fra 2,6 meter til 0,7 meter. Fikseringsrullen er utstyrt med sensor som beregner avstanden ned til materialpakken (som har varierende høyde). I det sensoren oppdager at det står en materialpakke under, vil den senkes ned til pakken. Rullen har et fjæringssystem som gjør at rullen hele tiden vil ha full kontakt med emballasjen og materialpakken når den er nedsenket. På denne måten vil emballasjen holdes på plass og pakkeoperasjonen blir mer kontrollert og sikrere.

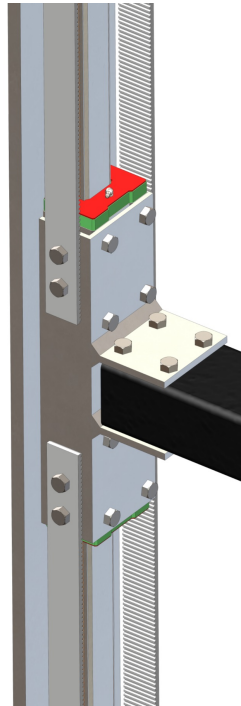
6.2 Konstruksjonsbeskrivelse

Rullen er tenkt å bestå av et material som gir lav friksjon mot emballasjen. Dette er ønskelig da rullens oppgave er tiltenkt å gi emballasjen lengere avstand mellom rull og materialpakke. Rullen er montert på en tverrliggende, horisontal bjelke som beveger seg opp og ned i vertikal retning.

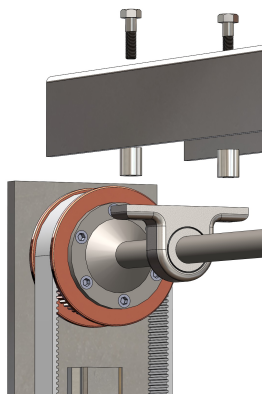


Figur 8: Exploded view av styreskinne

Bjelken er fiksert mellom bjelkebrakett og kulelager med styreskinner på hver sin side av rammeverket. Kulelager og tilhørende skinner er av typen lineære styreskinner i HGW-serien levert av HIWIN. På toppen av rammeverket skal det monteres en horisontal tverrliggende U-Bjelke i dimensjonen 120x60x5.



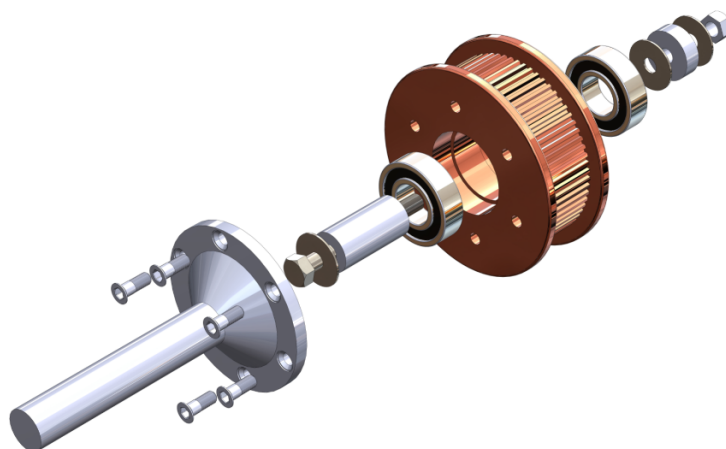
Figur 9: Sammenstilling av styreskinne



Figur 10: Exploded-view av timing pulley montert i topp

I denne bjelken vil en aksel være montert og sentrert i kulelager slik at den ligger horisontal innvendig i stålet. På hver side vil et talje system være montert i den vertikale kulelagerbraketten og videre rundt et taljehjul i bunn av rammeverket. Talje systemet vil kunne løfte

tverrbjelken til rullesystemet opp og ned. Se figur. Hele systemet får bevegelse av en servomotor som monteres på toppen av maskinen.

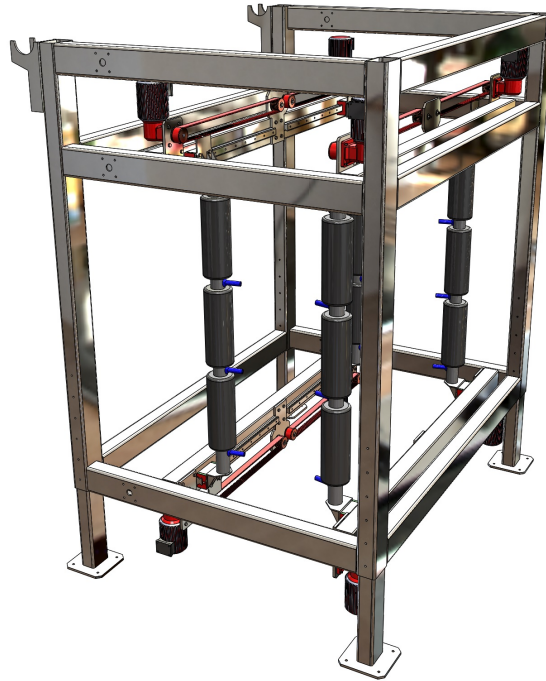


Figur 11: Exploded view av timing pulley

6.3 Materialvalg

Siden delsystemet er dynamisk og beveger seg i vertikal retning, har vi valgt å lage det lett. Dette er for å kunne dimensjonere ned størrelsen på motor og dermed spare både økonomi og miljø for ytterligere omkostninger. Materialet falt på en kombinasjon av aluminiumprofiler og

7 Vertikal fikseringsrulle



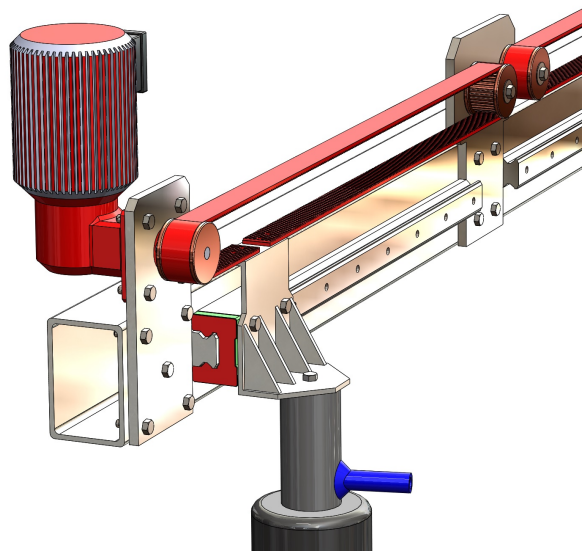
Figur 12: Vertikale rulle med integrert pneumatikk

7.1 Beskrivelse av funksjon

Som en del i krav, K-SYS-17. Materialpakken skal ikke falle fra hverandre i pakkeprosessen. Det har blitt designet et selvjusterende system som er tiltenkt å oppfylle dette kravet. Systemet er utstyrt med sensor som gir informasjon om materialpakkens bredde og lokasjon på rullebåndet. Informasjonen blir så brukt til styring av 2 vertikale ruller som blir plassert på hver sin side av rammen. Her vil rulle ha et gitt trykk mot materialpakken som reguleres gjennom aktuatorer og sensorer. Rullene vil også bli montert i en gitt vinkel slik at emballasjen hele tiden vil trekkes ned og bakover i pakkeprosessen.

7.2 Konstruksjonsbeskrivelse

Flatstål 120x10 er montert vertikalt på hver sin horisontale tverrbjelke i topp og bunn av rammen. Tverrbjelker er montert med lineære styreskinner av samme type som i de horisontale fikseringsrullene. Driften vil også være den samme. Rullene består av tre 230 mm lange rør montert i høyden. Hele rullen vil ha et gjennomgående rør som vil lede pneumatikken, mellom hvert 230 mm rør vil det plasseres en åpen ventil som styrer luften normalt ut fra rullen.



Figur 13: Reimdrift med HGR45T

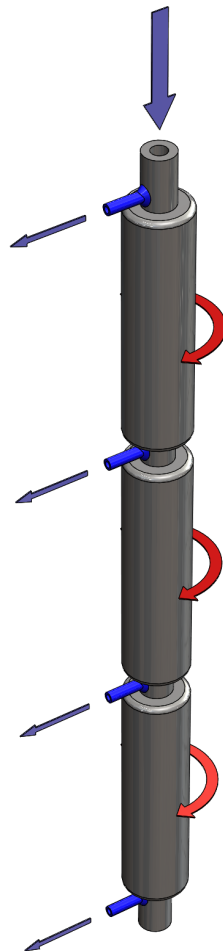
7.3 Materialvalg

I denne delen av maskinen har det blitt brukt samme type styreskinner og beltedrift slik som vertikal fikseringsrulle. Systemet består av to like delsystemer som står motsatt rettet. I og med at rullesystemet har integrert pneumatikk, er det mest optimale å plassere pneumatisk motor i øverste del av rammeverket. Det har blitt designet plass til det, men har dessverre ikke rukket å utvikle designet rundt denne delen.

8 Pneumatikk

8.1 Beskrivelse av funksjon

Denne funksjonen har vi skapt da gruppen ønsker å utvikle systemet slik at det blir bestående av færrest mulig bevegelige deler. Pneumatikken vil være plassert på hver sin side av sveisemekanismen og være rettet mot bestemte punkter av emballasjen og blåse denne til ønsket posisjon. Pneumatikken vil bli plassert i de vertikale fikseringsrullene samt på toppen av maskinen og peke nedover. Luften fra sidene vil være vinklet 10 grader inn mot materialpakken og omtrent 70 grader i retning stussende. Luft fra toppen vil peke på forsiden av pakken mens den sveises. I figur 9 illustrerer de blå pilene luft i bevegelse og de røde viser rotasjon i tre separate rør.



Figur 14: Pneumatikk konsept

8.2 Konstruksjonsbeskrivelse

Utgangen til pneumatikken vil bli integrert mellom de 3 -delte vertikale fikseringsrullene. På denne måten spares det plass og maskinen vil være mer oversiktlig å vedlikeholde. Pneumatisk motor med egen fordeler som styres av sensorer når det gir utslag og klarsignal for luft. Sensorer vil være de samme som styrer de vertikale fikseringsrullene.

9 Sveisemekanisme



Figur 15: Vertikale rulle med integrert pneumatikk

9.1 Beskrivelse av funksjon

Hensikten med dette delsystemet er å sveise emballasjen på en slik måte at den vil ha de samme gode egenskaper som den har i dag, med stifting og manuell bretteing. Vi ser det som en stor fordel at vårt system unngår bruk av stifter og annen fysisk fiksering etter pakken er ferdig emballert. Funksjonen bak konseptet er å smelte sammen emballasjen i hver ende av materialpakken. Smeltingen skjer ved at det sendes strøm gjennom en nikrom-trådvinning slik at temperaturen øker. Temperaturen blir regulert og vil være konstant i det smeltingen skjer. Det har blitt gjort beregninger på hvilken temperatur som egner seg. (se Teknisk dokument: Elektro for mer informasjon)

9.2 Konstruksjonsbeskrivelse

Her har delsystemet blitt designet med mye av de samme materialene som horisontal fikseringsrulle. Rullene og pneumatikken er byttet ut med sammenføyningsmekanisme som smelter emballasjen sammen. Bruk av keramikk og nikromtråd som material bør anvendes i selve smeltesdesignet.

10 Referanser

- [1] Linear guideways. <https://www.hiwin.de/en/Products/LinearGuideways/SeriesHGQH/4268>, note =.
- [2] Smithstaal-lagerkatalog. <https://www.smithstal.no/SmithStaal/Produkter/lagerkatalog-smithstal.no.pdf>, note =.

11 Vedlegg

1. BOM for timing pulley



Teknisk dokument: Elektro

Skrevet av:

Lars Jerijervi
&
Herman Severin Nilsen

23. mai 2019

Dokumenthistorikk			
Utg.	Dato	Beskrivelse	Forfatter
1.0	27.03.19	Dokument opprettet	

Abstrakt

Dette dokumentet har til hensikt å presentere løsningene som er gjort fra en elektroingeniørs perspektiv. Det vil bli forklart hvordan det har blitt løst og hva som er benyttet til modellen av systemet.

Innhold

1	Introduksjon	1
2	Komponentvalg	2
2.1	Steppermotorer	2
2.2	Sensorer	2
2.2.1	Infrarød	2
2.2.2	Reedbryter	3
2.2.3	Ultrasonisk	4
2.2.4	Mekanisk endebryter	5
3	Kommunikasjonssystem	6
3.1	Enheter	6
3.1.1	Kommunikasjonsserver	7
3.1.2	Protokoll beskrivelse	8
3.1.3	ID-koder	8
3.2	Kommunikasjon	9
3.2.1	Raspberry pi og UI	9
3.2.2	Raspberry pi og arduino	10
4	Motorstyring	12
4.1	Interrupts	13
4.2	Steppermotorkontroller kort	13
5	Varmeelement	14
5.1	Nikkel-krom/nikrom tråd	14
5.2	Temperatursensor	15
5.2.1	Sensorens motstand	15
5.2.2	Utregning av temperatur	16
5.2.3	Krets	16
5.3	Reguleringssystem	17
6	Referanser	19
7	Vedlegg	20

Figurer

1	Infrarødsensor	3
2	Enkel reedbryterkrets	4
3	Komplett reedbryterkrets	4
4	Ultrasonisk sensor i aksjon	5
5	Mekanisk endebryter	5
6	Arduino Mega	6
7	Arduino Nano	6
8	Raspberry Pi 3 B	7
9	TCP/IP system	7
10	I ² C oppkoblingsdiagram	10
11	UART oppkobling	11
12	UART bit strøm	11
13	UART Usynkron baudrate mot synkron baudrate	12
14	CNC/3D-printer skjold	14
15	CNC/3D-printer oppkobling	14
16	A4988 oppkobling	14
17	Kretstegning for temperatursensor	17
18	Kretstegning med mosfet	18

Tabeller

1	Identifikasjonskoder med eksempler	8
---	--	---

1 Introduksjon

I dette dokumentet vil det bli presentert de ulike delene av det elektrotekniske som er blitt gjort i forbindelse med prosjektet. Det innebærer blant annet komponent valg til modellen, kommunikasjonssystemet og kretstegninger. Som elektroingeniørstudenter er det Lars Jerjervi og Herman Severin Nilsen som har dette ansvarsområdet og står for innholdet i dette dokumentet. Noen av delene er gjort med samarbeid og andre deler er gjort separate, avhengig av oppgavefordeling. De komponentene som er brukt i prosjektet har egne datablader som ligger i vedleggslisten.

2 Komponentvalg

2.1 Steppermotorer

En steppermotor har mange magnetiske par med nord og sørpoler, enten med en permanent magnet eller strøm. Siden den har så mange poler er det enkelt å gjøre bevegelser presist, og gjør at du ikke trenger å benytte feedback for noen applikasjoner. Dette er fordi hver puls du sender inn i steppermotoren gjør at den beveger seg et steg, fra den ene polen til den neste. Du kan å benytte deg av noe som kalles halv-steg, som er at du kan posisjonere akselen imellom to poler før du beveger den helt over til neste pol. Dermed vil du få dobbelt så mange steg enn hvis du benytter deg av full-steg. Når du skal flytte motoren til en eksakt posisjon er det bare å sende korrekt antall pulser. [1]

Steppermotorens dreiemoment er høyere enn f.eks. en servomotor sin ved lav hastighet. Når den begynner å nærme seg sin maksimale hastighet vil den miste mye av sitt dreiemoment. Den er ikke like god som servomotorer til å akselerere en last. Hvis en akselerer en last for fort kan det resultere i at motoren hopper over steg og dermed vil den miste nøyaktigheten rundt posisjon. Hvis posisjonen er viktig må en sørge for at lasten ikke overstiger dreiemomentet ellers må stepperen kombineres med en posisjons enkoder. Vi har valgt å benytte oss av steppermotorer til modellen vår på grunn av at lasten og hastigheten er lav.

2.2 Sensorer

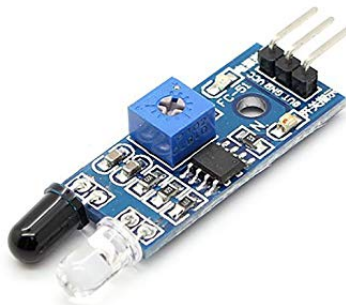
I systemet kreves det flere sensorer, hvor alle har ulike gjøremål. De skal essensielt fungere som systemets øyne, og sette i gang ulike prosesser der det trengs. Siden systemet består av flere ulike delsystemer betyr det at det kreves flere sensorer på mange ulike områder. Det er alt fra å se om de ulike motorene er innenfor dens effektive arbeidsområdet til at man skal se at objekter har nådd ulike punkter innad under innpakkingsprosessen.

2.2.1 Infrarød

Infrarøde sensorer kan benyttes på mange ulike måter, enten det er gjenspeiling av et infrarødt signal i det det treffer et objekt eller det er en usynlig linje objektet krysser. Men i det store løp baserer det seg på at et signal blir emittert fra en infrarød LED-diode og blir mottatt av en diode som er sensitiv for infrarødt lys. I systemet finnes begge varianter, der de yter forskjellige formål igjennom de ulike prosessene i systemet. Der gjenspeiling av signalet egner seg best til å se objekter som kommer nærme objektet, som f.eks. at man rygger en bil mot en vegg, mens som en linje eller vegg egner det seg best til å se objekter som beveger seg

kontinuerlig i en bestemt retning, som f.eks. rullebåndet inn mot kasseapparatet i en butikk eller rullebåndet på et sagbruk.

Gjenspeilingssensoren blir brukt som en avstandsmåler i plastpålegger systemet, hvor den ser etter om rullen, som klemmer plasten på plass over pakken, er i nærheten av «taket» i systemet. Det skulle opprinnelig også bli brukt til å se om rullen var nære nok pakken til at den ikke forstyrret pakkens flyt, men heller ikke var så langt i fra at hjulet mistet sin hensikt. Dette viste seg å være et problem, da signalets refleksjon varierte fra materialet og fargen under, noe som gjorde at i noen tilfeller stoppet den for sent og i andre tilfeller for sent. Dette ble løst ved at den ble erstattet med en mekanisk endebryter.

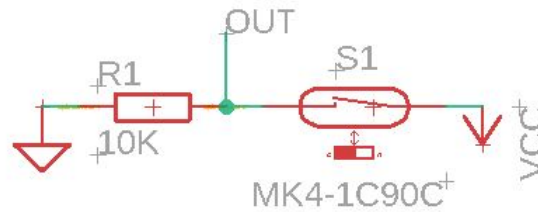


Figur 1: Infrarødsensor

En infrarød linje blir brukt som en utløsningsmekanisme langs flere steder på rullebåndet for å kunne sette i gang ulike prosesser underveis langs båndet. Det er også brukt for å kunne se om en operatør skulle havne på innsiden av systemet, som en slags vegg, slik at systemet kan stoppe opp og resette seg.

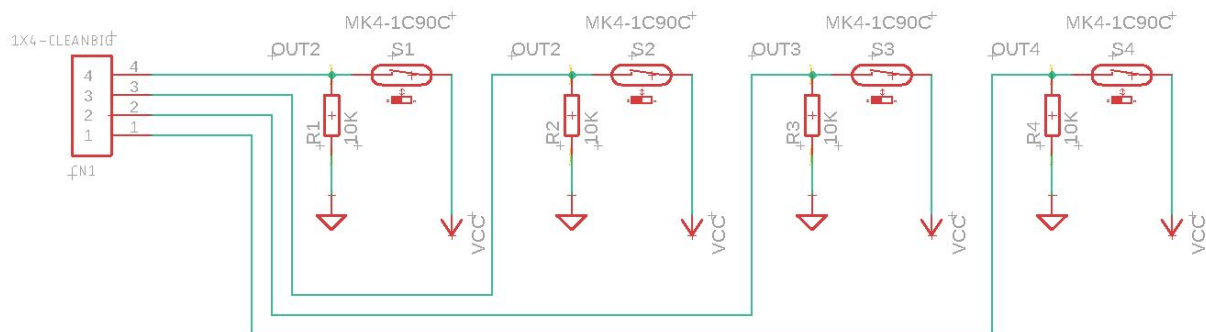
2.2.2 Reedbryter

En reedbryter er en magnetiskbryter som enten er normalt lukket eller normalt åpen. Dette kommer an på komponenten og/eller oppkobling. Den er bygget opp ved at to plater ligger adskilt fra hverandre inne i sensoren og når den blir påført et magnetfelt vil lukke seg. For å få et signal fra sensoren må sensoren være inne i en enkel krets hvor en spenning blir sendt igjennom bryteren når den er lukket og ikke når den er åpen. Det burde også være en pullup motstand på rundt 10KW i kretsen for å ikke skade mikrokontrolleren. Under kan man se kretstegning for en enkelt sensor.



Figur 2: Enkel reedbryterkrets

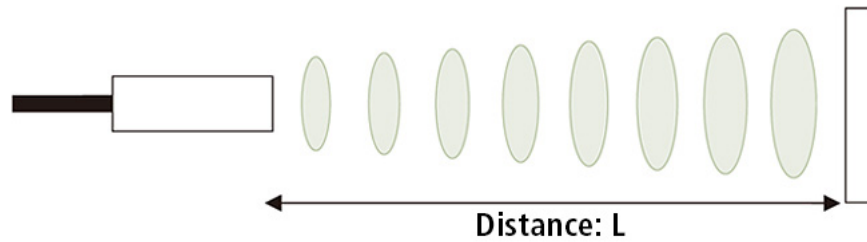
I systemet blir disse brukt til å monitorere hvor sveisemekanismen sine klemmebein er. Dette er slik at systemet kan se når den er i klemmeposisjon med det andre benet og sørge for at den stopper når den når ytterkanten av pressebenene sitt operasjonsområde. Ved å ha disse på plass kan bena bevege seg kontrollert rundt uten at det er en fare for at benene låser seg i en av endene og skader rammeverk, motorer og potensielt en operatør i nærheten av systemet. Siden det er to ben i systemet kreves det fire av disse sensorene, to for hvert ben. Dette er lagt opp som i kretsen under.



Figur 3: Komplette reedbryterkrets

2.2.3 Ultrasonisk

Ultrasoniske sensorer baserer seg på at en transduser vibrerer med en frekvens høyere enn hva mennesker kan høre, noe som resulterer i at et ultrasonisk signal blir sendt ut. Dette signalet vil så bli reflektert på nærmeste overflaten foran. Man kan så måle tiden signalet bruker og kalkulere ut avstanden mellom overflaten og sensoren. Disse sensorene ble brukt i første versjon av testplattformen til å se hvor bunten var i systemet. Et problem som oppsto med denne sensoren er at den krever et 10-12 mikrosekunder opphold i systemet for å kunne få generert det ultrasoniske signalet. Dette er noe som over lengere tid blir et for stort opphold i systemet, i hvert fall med tanke på at begge typene arduino har en singelkjernet prosessor.



Figur 4: Ultrasonisk sensor i aksjon

2.2.4 Mekanisk endebyrter

En mekanisk endebyrter er essensielt en bryter som vil aktiveres da et objekt fysisk trykker den inn. Den kan være utstyrt med et rullehjul slik at den kan gli over overflater eller ikke skade objektet den skal få utslag fra. Siden det er en bryter vil det være nødvendig å sørge for at det går strøm igjennom en krets bryteren kan lukke og åpne, som med reed bryteren. I tillegg burde denne også ha en 10k ohm pull-up motstand. Dens hensikt i systemet er å se når plastpåleggeren har nådd en bestemt høyde over bunten. Det var opprinnelig ment å bruke IR sensorer her, men det viste seg å gi et for varierende utslag da refleksjonen av lyset varierte fra farge og materiale på pakken under.



Figur 5: Mekanisk endebyrter

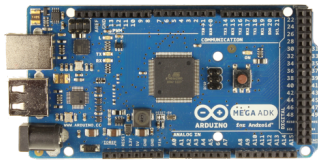
3 Kommunikasjonssystem

Systemet består av flere enheter som enten overvåker eller styrer hvert sitt delsystem med en overordnet mester som har en overordnet kontroll i systemet. Dette blir omtalt som Internet of Things (IoT) som er et nettverk av enheter som kan snakke sammen, enten via kabler eller trådløst, uten- eller med minimal menneskelig hjelp. Dette er et uttrykk som er brukt mer og mer i dagens teknologi og kan bli funnet i en rekke områder som industrielle anlegg, smarthjem, kollektivtrafikk, autonome systemer m.m. [2][3][4]

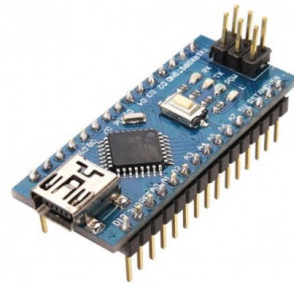
3.1 Enheter

Arduino

Systemet er styrt av flere mikrokontrollere, hvor i dette prosjektet ble det brukt Arduino Mega og Arduino Nano. Disse har i oppgave å kontrollere avlesing av sensorer, styring av steppermotorene og prosessering av kommunikasjon. Arduino Mega er basert på ATmega2560 og Arduino nano ATmega328, hvor begge er en 16 MHz prosessor. (Se vedlegg for datablad)



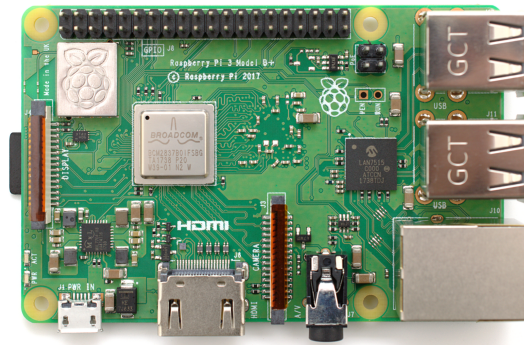
Figur 6: Arduino Mega



Figur 7: Arduino Nano

Raspberry Pi

En Raspberry Pi er en lavkostnads datamaskin med areal lik et kredittkort, som støtter både oppkobling til mikrokontrollere og andre datamaskiner. Dette gjør det til en ypperlig enhet for å håndtere maskinens interne brukergrensesnitt og kommunikasjon med det eksterne brukergrensesnittet. Det er også egnet til å styre kamerasystemet, da den har noe mere prosesseringskraft enn en arduino og er liten nok til å bli plassert på innsiden av maskinen. Rasberry pien er styrt av Rasbian som er rasperry pi sin modifikasjon av linux versjonen Dabian.

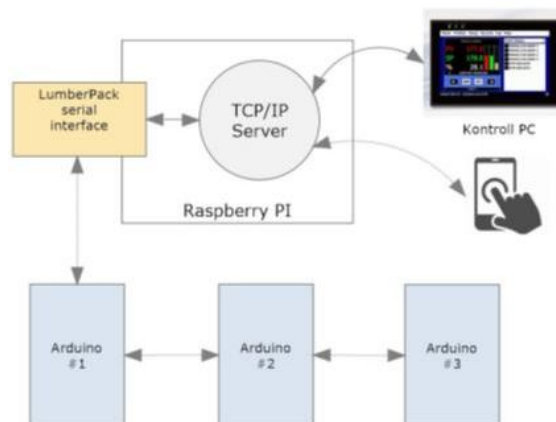


Figur 8: Raspberry Pi 3 B

3.1.1 Kommunikasjonsserver

Det har blitt utviklet en TCP/IP server som blir brukt som kommunikasjon Gateway. Denne blir kjørt som en service på Raspberry pi enheten og er essensielt leddet mellom operatøren eller brukergrensesnittet og systemet. Utvikling av server er gjort i samarbeid med André Severin Nilsen, utviklingsingeniør ved Severintech.

En operatør kan ved hjelp av TCP/IP klient kople seg direkte til TCP/IP serveren og kommunisere med systemet. Eksempel på TCP/IP klient kan f.eks. være en datamaskin eller smarttelefon. TCP/IP klienten kommunisere direkte til de forskjellige Arduino kontrolleren gjennom TCP/IP serveren og en TCP/IP klient som er koblet til TCP/IP server og seriell databussen til Arduino. Det har blitt etablert en kontroll bus mellom de forskjellige enhetene og en kontroll protokol er definert for kontroll av systemet.



Figur 9: TCP/IP system

3.1.2 Protokoll beskrivelse

Dette er en ascii-basert protokoll og alle kommandoer avsluttes dermed med `<cr><cr>`, hvor `<cr>` er asciitegnet for 13. Raspberry pi'en er definert som enhet `#ID=0`.

Generell kommando

Det er også implementert en generell kommando som kan brukes til å lese og hente data

```
tx_data <sender_id> <mottaker_id> <funksjon> <p1> <p2> .... <pn><cr><cr>
```

3.1.3 ID-koder

For å kunne holde styr på hva systemet skal gjøre når er det satt opp en struktur for identifikasjonskodene som blir sendt i mellom enhetene. Det består av et siffer som skal identifisere hvilke enheter man ønsker å kontakte, slik at man ikke trenger å gjennomføre samme aksjon i alle enheten i systemet. Neste siffer bestemmer hvilken kommando eller hendelse man ønsker å foreta seg, om det er for å starte å stoppe steppermotorene eller om man ønsker å hente ut data fra en sensor. De neste sifrene i koden er ulike parametere som utfører ulike hendelser ettersom hvilke kommandoområdet man ønsker å operere. Deres hensikt kan variere mellom at de skal utføre en tilstandsending i motorene, bestemme hvilke LED-diode man skal enten skru av eller på, eller endre en variabel i en kalkulasjon eller sensor. Under ser man en oppbygning av identifikasjonskodene og eksempler med hva slags hensikt de har.

ID	CMD	P1	P2	P3	Beskrivelse
ID	1	1	1	2	Iverksette nødstop
ID	1	2	1	1	Resette klemmearmene
ID	2	1	13	1	Skru på LED diode på pinne 13

Tabell 1: Identifikasjonskoder med eksempler

3.2 Kommunikasjon

For å sørge for at systemet klarer å kommunisere mellom alle enhetene kreves det at et kommunikasjonssystem blir satt på plass. For å sørge for at dette ble gjennomført på en ønskelig måte ble det sett på et antall ulike kommunikasjonsmetoder. Her er det tatt med både kablede serielle metoder, samt trådløse muligheter.

De ulike områdene som krever muligheten til å kommunisere er mellom TCP/IP serveren på Raspberry pi enheten og brukergrensesnittet/operatøren og Raspberry Pi enheten og arduini enhetene.

3.2.1 Raspberry pi og UI

Siden TCP/IP er en internett basert er det naturlige valget å kommunisere med den via LAN eller WLAN. Dette gjør det mulig å ha kontroll over systemet så lenge du er innenfor nettverkets rekkevidde.

Local Area Network

LAN er et lokalt datanettverk, hvor ens geografiske begrensning oftest er satt til størrelsen på bygget den er i. LAN har en høy hastighet og det er en veldig utberedt protokoll, noe som å gjøre det enklere å formidle data.

Wireless Local Area Network

WLAN er den trådløse versjonen av LAN og bærer de samme kvalitetene. I og med at dette er trådløst åpner det opp for at enheter i systemet ikke være direkte i nærheten av hverandre. I tillegg kan man koble seg på med det lokale nettet trådløst så enkelte enheter kan være kablet og andre trådløse.

Det positive med trådløs kommunikasjon er at en potensiell operatør av systemet trenger ikke å være i direkte nærhet av systemet for å kunne ha kontroll. Noe negativ ved trådløstilkobling er at det har potensiale for å være ustabilt eller bli forstyrret, noe som kan føre til datatap og tap av kommunikasjon, noe som er mye sikrere over kabel. Gruppen har valgt å bruke LAN/WLAN mellom Raspberry Pi enheten og brukergrensesnittet på grunn av brukervennligheten og tilgjengeligheten for denne formen for kommunikasjon.

Resten av systemet kommuniserer serielt over kabel. Dette er fordi det gir stabilitet til signalene og systemet er lukket så alt av kabler vil være beskyttet og gjemt. Systemet er relativt

stasjonært så det er ikke behov for at kommunikasjonen er mobil.

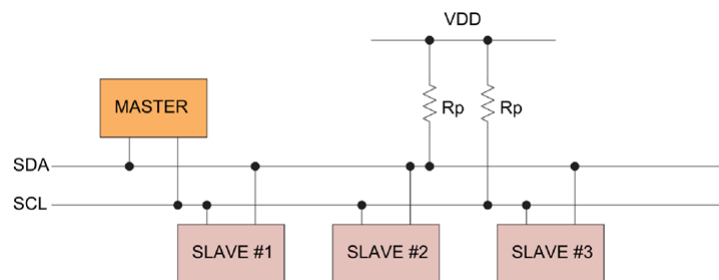
3.2.2 Raspberry pi og arduino

Siden både raspberry pi enheten og arduinoene støtter seriell kommunikasjon. Her har det da blitt valgt at man skal bruke enten i2c eller UART, da de er to av de mere brukte kommunikasjonsmetodene.

I²C

I²C står for *Inter-Integrated Circuit* som er en seriell kommunikasjonprotokoll som kun krever to ledninger, en for systemklokken markert som SCL og en linje for Serial data marker som SDA. Kommunikasjonen i I²C baserer seg på et "mester og slave"-forhold, hvor en enhet er adressert som mester og resten slaver. Det betyr da at alle enhetene følger mesterens systemklokke. Hver enhet får hver sin adresse slik at det er enkelt å nå den enheten som skal motta informasjon.[5]

Dette ble ikke brukt i systemet da I²C er bedre egenet til kommunikasjon med høy hastighet, oftest brukt internt på kretskort. I²C har ikke s velig lang rekkevidde og funker dermed dårlig til kommunikasjon mellom eksterne enheter.

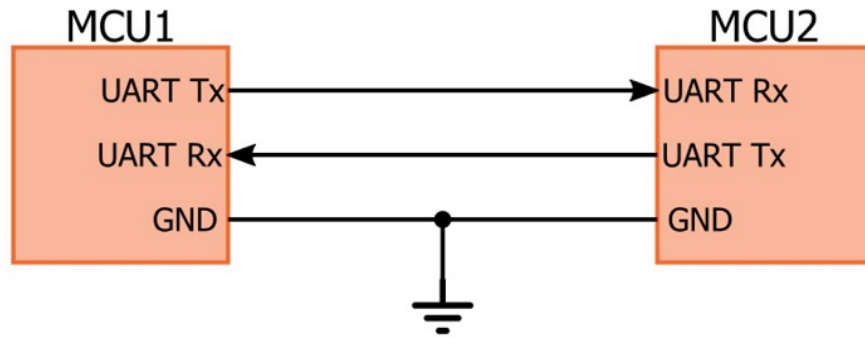


Figur 10: I²C oppkoblingsdiagram

UART

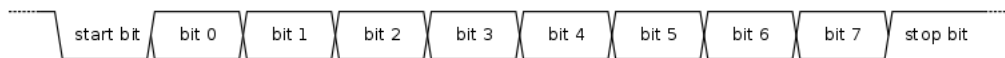
UART, som står for *Universal Asynchronous Reception and Transmission*, er et relativt simpelt interface. Her kreves det en kobling fra RX (receive x) på den ene enheten til TX (transmit x) på den andre og motsatt. I tillegg burde begge enhetene være koblet sammen i jord (GND).

UART er en av de eldste formene for Seriell kommunikasjon og kommer i mange ulike standarder, som RS-232, RS-422, RS-458 m.m. I systemet er det tatt i bruk RS-232. I forhold til sine etterfølgere har den noe lavere overføringshastighet og dens maksimale kabellengde er noe begrenset, men er en enkel form for kommunikasjon og er tilgjengelig overalt. I tillegg vil



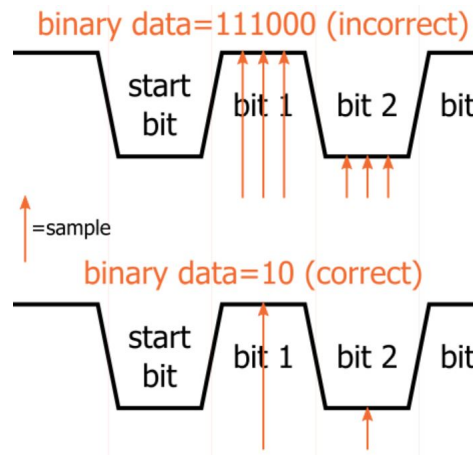
Figur 11: UART oppkobling

systemet ikke ha behov for hyppig utsendelser og mottagelser av data over lange avstander [6]. Informasjonen innenfor UART blir sendt, som med alle andre serielle kommunikasjonsprotokoller, som en bit-strøm. Det er differensiert om det er en melding eller forstyrrelser eller støy ved at det alltid blir sendt ut et start bit og et stopp bit.



Figur 12: UART bit strøm

En negativ side ved å bruke UART er at det ikke er noe innebygget klokke, noe andre serielle kommunikasjoner har som for eksempel I²C. Dette gjør at datapakker kan enten tape et bit eller at et bit leses av flere ganger noe som vil gjøre at meldingen man mottar ikke stemmer overens med det som blir sendt. Uten en klokke mekanisme er all datakommunikasjon ubrukelig og for å sørge for at det både er brukbart og går i samme takt må man bestemme en Baudrate i alle enhetene, som må matche over alt. Baudrate er essensielt en beskrivelse på hvor raskt en bitstrøm blir sendt. [7]



Figur 13: UART Usynkron baudrate mot synkron baudrate

4 Motorstyring

For å få steppermotor til å gå kreves det en konstant strøm av pulser i høy hastighet igjennom en rekke spoler på innsiden av motoren, slik at det elektromagnetiske feltet skrur seg av og på for hver puls. Dette er det som menes med at motoren tar et steg eller et stepp. Siden motoren operere på denne måten betyr det den kan stoppe og forbli på en viss posisjon med høy nøyaktighet. Hvert fulle steg i motoren er på $1,8^\circ$ noe som vil si at motoren tar 200 steg per revolusjon, som vist under:

$$\frac{360^\circ}{1,8^\circ} = 200 \quad (1)$$

Som nevnt tidligere er systemet kontrollert av en rekke arduinoer på 16 MHz, dette gjelder også testplattformen, som ble brukt i andre presentasjon. Den testplattformen baserte seg på at steppermotorene var styrt av at en kontinuerlig loop i arduinoen skapte disse pulsene, noe som funket for ens formål. Det viste seg derimot at senere skapte dette problemer for styringen av systemet, da Arduinoen har en singelkjerne prosessor som gjør at den ikke klarer å prosessere flere ting samtidig. Dette gjorde slik at systemet ikke hadde særlig kontroll over hver enkelt steppermotor, i tillegg til at det skapte hindringer for avlesning av data fra sensorene.

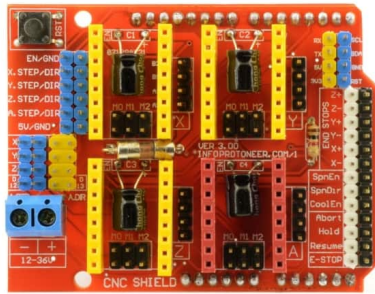
For å løse dette måtte man endre måten pulsene ble generert på, slik at man enkelt kunne skru av og på steppermotorene samt gi friheten til å gjøre andre ting i programmet samtidig. Etter litt research viste det seg at ATmega2560 chipen til Arduino Mega støtter muligheten til å bruke dens innebygde timer til å gi konstante interrupts som kunne brukes til å generere pulser til kontrollsystemet. Ved å konfigurere interrupt pulsen etter klokkeslagene til ATmega chipen kunne det opprettes en tilstand basert main loop, hvor man nå kan kontrollere motorene fra en interrupt funksjon.

4.1 Interrupts

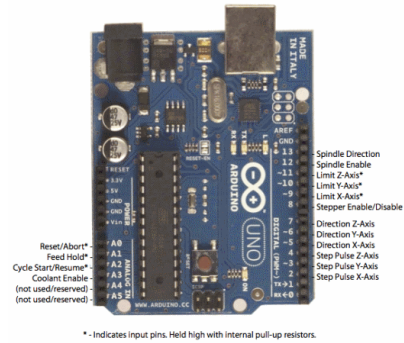
Et interrupt, eller en avbrytelse, er en funksjonalitet som tilbys i nyere elektronikk. Det er slik at en kjerne vanligvis ønsker å jobbe linjert med oppgaver i en kontinuerlig loop, noe som kan gjøre det vanskelig å lese av data eller styre komponenter i et system. For å låse opp dette finnes det interrupts. Et interrupt gjort det mulig for CPUen å gjøre andre oppgaver i bakgrunnen, mens brukeren er opptatt med en del av koden som ikke krever så hyppig oppdateringer. Dette er basert på mikrokontrolleren sin klokkepuls og hvor ofte man ønsker hendelses utfall skal skje. Det negative med interrupts er at om det blir for store opphold i systemet så kan man miste kontroll over interrupten og da også det den styrer. Dette betyr at man burde sørge for at den ikke er låst opp i en loop, men heller bruke STATE baserte tilstandsendringer igjennom switch-case. [8]

4.2 Steppermotorkontroller kort

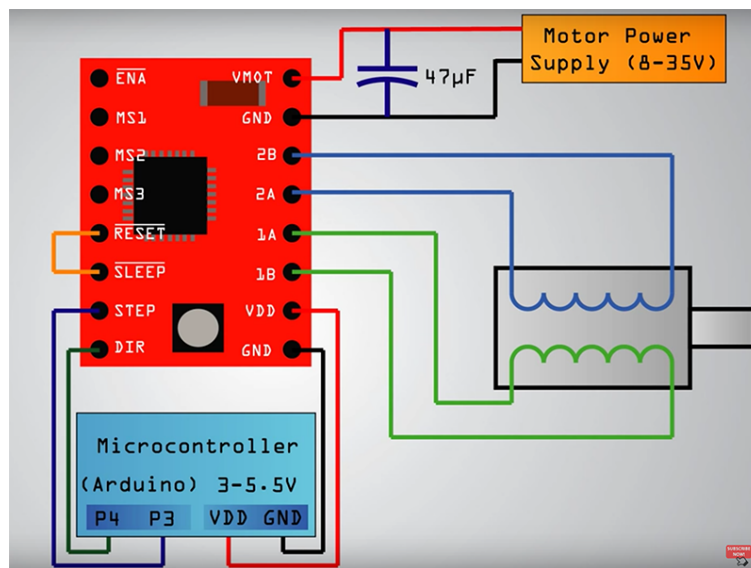
Et annet krav for å kunne styre steppermotorene er å ha et kontrollkort. Steppermotorene krever høyere spenning og strøm enn hva arduinoen kan tilby samt at hver spole skal skrues av og på i bestemte intervaller slik at de går kontinuerlig når de er på. Det er her steppermotor kontrolleren kommer inn, hvor i dette systemet er benyttet en A4988 Kontroller. De tilbyr muligheten til å bestemme om motoren kan gå, tilby en kontinuerlig bevegelse, bestemme hvilke retninger motoren skal rotere samt håndtere den økte spenning- og strømverdien til motorene. For å sørge for at disse fungerer optimalt ble det valgt å bruke et CNC skjold, som er laget for å brukes i 3D-printer og CNC maskiner. Disse tilbyr i tillegg til sikkerheten ved at arduinoen ikke skal overbelastes, en dekoblingskondensator til ethvert steppermotor-kontrollkort for å sørge for at det ikke skal være noe svingning i spenningen inn i motorene. [9]



Figur 14: CNC/3D-printer skjold



Figur 15: CNC/3D-printer oppkobling



Figur 16: A4988 oppkobling

5 Varmeelement

For å kunne smelte plasten sammen valgte gruppen å benytte seg av et elektrisk drevet varmeelement. Alt til varmeelementet har vi laget selv og benyttet enkle komponenter som er spesialbestilt til vårt system.

5.1 Nikkel-krom/nikrom tråd

Selve varmeelementet som er brukt til modellen er en kveilet nikrom tråd som er hentet fra en varmluftpistol. Nikromet er motstandsdyktig mot varme og oksidering. Tråden brukes vanligvis til varmeelement i blant annet vakuumpakkere og brødrister. Når en sender strøm gjennom vil den produsere varme. [10]

Siden vår modell ikke er så stor så trenger vi heller ikke mye strøm for å drive varmeelementet. Vi har benyttet en av skolens spenningskilder som kan levere opp til 3 A og justert den ned slik at den sender 2,5 A inn til varmeelementet.

5.2 Temperatursensor

For å kunne finne motstanden til PT100 har det blitt valgt å benytte seg av spenningsfordeling prinsippet. Det har blitt satt en motstand i serie med PT100 sensoren måler også spenningen over sensoren. Denne spenningen vil da endre seg med motstanden og dermed kan vi benytte den til å regne ut hva motstanden er. Spenningen over PT100 sensoren kan også bli oppgitt som:

$$R_t = R_0(1 + \alpha t) \quad (2)$$

Hvor R_t er motstanden på en temperatur t , R_0 er motstanden når det er 0 °C og α er temperaturkoeffisienten til materialet som skal benyttes [11].

5.2.1 Sensorens motstand

For å kunne finne motstanden til PT100 har det blitt valgt å benytte seg av prinsippet om spenningsfordeling. Det har blitt satt en motstand i serie med PT100 sensoren, også måler en spenningen over sensoren. Denne spenningen vil da endre seg med motstanden og dermed kan vi benytte den til å regne ut hva motstanden er [12]. Spenningen over PT100 sensoren kan også bli oppgitt som:

$$V_o = V_s \left(\frac{R_t}{R_t + R_1} \right) \quad (3)$$

Hvis vi snur på formel 3, kan vi finne motstanden til sensoren.

$$\begin{aligned} V_o &= V_s \left(\frac{R_t}{R_t + R_1} \right) \\ V_o(R_t + R_1) &= V_s R_t \\ V_s R_t - V_o R_t &= V_o R_1 \\ R_t(V_s - V_o) &= V_o R_1 \\ R_t &= \frac{V_o R_1}{(V_s - V_o)} \end{aligned} \quad (4)$$

Ligning 4 er brukt i Arduinokoden for å omgjøre spenningen den leser av til motstand, slik at vi kan benytte dette til å kontrollere varmeelementet.

5.2.2 Utregning av temperatur

For å følge med på temperaturen til varmeelementet må vi kunne regne den ut i fra motstanden som blir målt i kretsen. PT100 skal ha en motstand på 100Ω når temperaturen er på 0°C og $138,5 \Omega$ på 100°C . Ved å snu på formel 2 kan vi lage en ligning for temperaturkoeffisienten.

$$\begin{aligned}R_t &= R_0(1 + \alpha t) \\R_t &= R_0 + \alpha R_0 t \\ \alpha R_0 t &= R_t - R_0 \\ \alpha &= \frac{R_t - R_0}{R_0 t}\end{aligned}\tag{5}$$

Så kan vi fylle ut denne for å finne koeffisienten for PT100 sensoren:

$$\alpha = \frac{138,5\Omega - 100\Omega}{100\Omega * 100^\circ\text{C}} = 3,85 * 10^{-3}\tag{6}$$

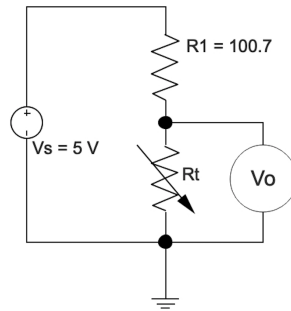
Etter dette kan en snu på ligning 5 slik at en kan finne temperaturen:

$$t = \frac{R_t - R_0}{R_0 \alpha} = \frac{R_t - 100}{100 * 3.85 * 10^{-3}}\tag{7}$$

Ligning 7 benyttes i koden til å regne ut temperaturen ut i fra den målte motstanden (R_t) til PT100 sensoren. Siden vi ikke lever i en ideell verden vil ikke sensorene og motstandene være helt nøyaktige, men kun en tilnærming. Plasseringen av sensoren har også stor innvirkning på hva den måler. På modellen er den plassert på undersiden av varmeelementet. Dette for å måle det kaldeste området i elementet.

5.2.3 Krets

Som nevnt tidligere består kretsen av en motstand i serie med PT100 sensoren. Kretsen er vist i figur 17. Spenningskilden og voltmeteret representerer en Arduino. Arduinoen vil sende ut et 5 volt signal til kretsen og dermed lese av spenningen over sensoren. Deretter vil den regne ut både temperaturen og motstanden ved hjelp av ligningene som er nevnt. For å få en optimal måling har vi benyttet oss av en "4 lednings"måleteknikk. Teknikken går ut på å benytte to ledninger i parallell mellom hver komponent. Dette er for å senke den totale motstanden som ledningene har på kretsen.



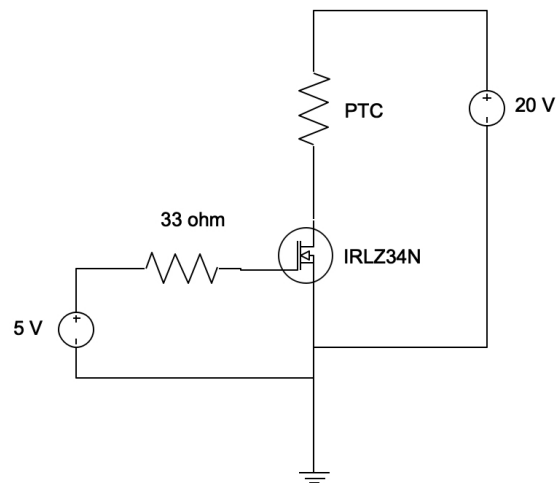
Figur 17: Kretstegning for temperatursensor

5.3 Reguleringsystem

Det ble laget et enkelt reguleringsystem for modellen. En temperatursensor måler temperaturen til elementet. Deretter vil en Arduino få beskjed om hvordan temperatur det er og enten velge å slå på eller av varmeelementet. Dette er et enkelt men effektivt system på grunn av sensoren kan vi justere hvilke temperaturer vi vil at varmeelementet skal ligge mellom. Det er også lagt inn i Arduinokoden at varmeelementet skal treffe to forskjellige grader for å slå seg av eller på. Dermed får vi en bedre kontroll over elementet.

Siden varmeelementet krever mer strøm enn det Arduinoen klarer å gi ut, måtte vi benytte en mosfet for å styre den. En mosfet er en spenningsstyrt transistor som kan benyttes som en bryter, og pinnene på den kalles Gate, Drain og Source. Det finnes flere forskjellige typer mosfeter, men vi trenger kun å benytte en n-mosfet. Dette er en mosfet som er naturlig slått av. Dette vil si at det ikke vil gå noe strøm igjennom Drain og Source pinnene før en spenning blir satt på Gate inngangen. [13]

Mosfet'en som er brukt til modellen er en IRLZ34N (se vedlegg for datablad). Denne har en lav spenningsterskel på 2 volt som gjør at vi kan benytte Arduino til å slå på og av transistoren. Den tillater også at det går mye strøm igjennom Drain og Source pinnene. Siden det skal gå 3 amper gjennom transistoren for å drive varmeelementet så blir transistoren varm og kan overopphete. Dette ble løst ved å benytte små kjøleribber på baksiden av transistoren, slik at den kan fordele varmen fra Drain pinnen. Kretsen er vist i figur 18. Spenningskilden på 5 V representerer Arduino signalet som skal bli sendt inn til mosfet'en og PTC'en representerer varmeelementet.



Figur 18: Kretstegning med mosfet

6 Referanser

- [1] Takashi Kenjo. *Stepping motors and their microprocessor controls*. Oxford University Press, 1984.
- [2] The Internet of Things (IoT): Applications, investments, and challenges for enterprises. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0007681315000373>. [Online; accessed 01.05.19].
- [3] Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167739X13000241>. [Online; accessed 01.05.19].
- [4] The Internet of Things (IoT): An Overview. https://www.internetofsociety.org/resources/doc/2015/iot-overview?gclid=Cj0KCQjwh6XmBRDRARIsAKNInDHFusObeD8nPnlQpfvryf2C7Gh0o_xgI0Q_sVUn0zTTNeoA_HM8SaUaAjK1EALw_wcB. [Online; accessed 01.05.19].
- [5] Common communication peripherals on the arduino: Uart, i2c, and spi. <https://maker.pro/arduino/tutorial/common-communication-peripherals-on-the-arduino-uart-i2c-and-spi>. [Online, accessed 04.05.19].
- [6] Rs232: Basics, implementation & specification. <https://www.engineersgarage.com/articles/what-is-rs232>. [Online, accessed 21.05.19].
- [7] Back to basics: The universal asynchronous receiver/transmitter (uart). <https://www.allaboutcircuits.com/technical-articles/back-to-basics-the-universal-asynchronous-receiver-transmitter-uart/>. [Online, accessed 21.05.19].
- [8] Interrupt. <https://www.techopedia.com/definition/3373/interrupt-computing>. [Online, accessed 08.04.19].
- [9] Arduino cnc shield v3.xx – assembly guide. <https://blog.protoneer.co.nz/arduino-cnc-shield-v3-00-assembly-guide/#4THAXIS>. [Online, accessed 13.02.19].
- [10] Nichrome wire. <https://temcoindustrial.com/product-guides/wire-cable-and-accessories/resistance-and-non-resistance-wire/nichrome-wire>. [Online; accessed 20.05.19].

- [11] William Bolton. *Mechatronics Electronic Control Systems in Mechanical and Electrical Engineering*. Pearson Education Limited 2015, sixth edition edition, 2015.
- [12] James W. Nilsson og Susan A. Riedel. *Electric Circuits*. Pearson Education Limited 2015, tenth edition edition, 2015.
- [13] The mosfet. https://www.electronics-tutorials.ws/transistor/tran_6.html. [Online; accessed 20.05.19].

7 Vedlegg

1. Datablad for Arduino Mega
2. Datablad for Arduino Nano
3. Datablad for PT100
4. Datablad for IRLZ34N



Teknisk dokument: Data

Skrevet av:

Jonas Tveita Hjalland

23. mai 2019

Dokumenthistorikk			
Utg.	Dato	Beskrivelse	Forfatter
1.0	27.03.19	Dokument opprettet	

Abstrakt

Dette dokumentet har til hensikt å legge frem gruppens datatekniske arbeid. Her vil løsninger og løsningsmetoder bli forklart.

Innhold

1	Introduksjon	1
2	Kamerasystem	2
2.1	OpenCV (Python)	2
2.1.1	Klasser	2
2.2	Kamera	3
2.3	Uthenting av data	4
2.3.1	Metode 1:	5
2.3.2	Metode 2:	5
2.3.3	Metode 3:	5
2.3.4	Utfordringer	5
2.4	Programvare	7
2.4.1	Tkinter og Pillow	7
3	Bruergrensesnitt	9
3.1	Krav	9
3.2	Use-case	10
3.3	Design	11
3.3.1	Iterasjon 1	11
3.3.2	Iterasjon 2	12
3.3.3	Iterasjon 3	13
3.4	Utviklingsmiljø	14
3.4.1	Lisensiering	14
3.4.2	Qt	14
3.5	Filtyper	15
3.6	Klasser og QML typer	16
3.7	C++ og QML	17
3.8	Database-integrasjon	18
3.9	Kommunikasjon	19
4	Referanser	20

Figurer

1	Kamerasystem	2
2	Testkameraer	4
3	Testing av OpenCV	6
4	Nyeste OpenCV script	7
5	Tkinter kamera UI	8
6	Use-case	10
7	Iterasjon 1	11
8	Iterasjon 2	12
9	Iterasjon 3	13
10	Brukergrensesnitt	17
11	XAMPP	18
12	Database-integrasjon	18
13	Kommunikasjonsmodell	19

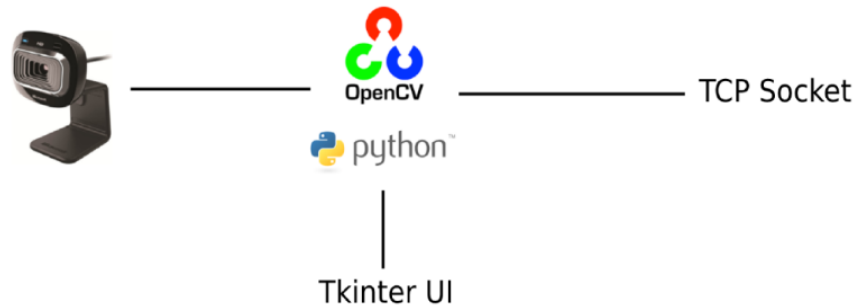
Tabeller

1	Krav	9
2	Filtyper	15
3	Qt klasser	16
4	QML biblioteker	16
5	Kommunikasjonskode	19

1 Introduksjon

Dokumentet vil legge fram arbeidet utført i forbindelse med datatekniske løsninger. Mer spesifikt, arbeidet med kamerasystemet og brukergrensesnittet, som vil bli benyttet i endelig løsning. Som dataingeniør er det Jonas Tveita Hjalland som har dette ansvaret.

2 Kamerasystem



Figur 1: Kamerasystem

Den endelige løsningen innebærer et kamera som skal brukes sammen med OpenCV biblioteket for å hente ut informasjon. Kamerasystemet skal brukes for å kunne hente ut informasjon om hvor bunten er og utifra det gi beskjed til resten av system når det er klart for smelting.

2.1 OpenCV (Python)

Kamerasystemet vil benytte seg av OpenCV (Open Source Computer Vision Library). Dette er et bibliotek som dreier seg om bildebehandling (ofte real-time behandling). OpenCV inneholder mange klasser, men å finne ut hvilke man skal bruke for å få til det man vil kan være utfordrende.

2.1.1 Klasser

OpenCV sin dokumentasjon[1] viser til mange klasser. Det vil nå nevnes noen som virker sentrale i forhold til problemstillingen.

cv2.VideoCapture(source) VideoCapture brukes for å hente ut videobilder. Kilden kan være en videofil eller et kamera. I dette tilfellet vil det hentes ut bilder fra et WEB/USB kamera.

cv2.GaussianBlur(frame)

GaussianBlur vil utydeliggjøre kamerabildet etter Gauss-kurven.

$$G(x) = \frac{1}{2\pi\sigma} e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}} \quad (1)$$

Grunnen til at man vil utydeliggjøre vil ofte være for å redusere detaljer i bildet. Dette er

viktig for å unngå støy og feiloppfattelser, spesielt når man ønsker å hente ut informasjon om større objekter som har tekstur.

cv2.inRange(frame, upper, lower)

Ved hjelp av `inRange` kan man hente ut deler av bildet som har farge innefor en bestemt farge-rekkevidde. Denne klassen kan brukes på bilder med forskjellige fargerom. Vanlige fargerom som er brukt innenfor computer vision er; RGB (rød, grønn, blå), LAB (lysintensitet, farge-komponent 1, farge-komponent 2) og HSV (hue, saturation og value).

cv2.threshold(frame, upper, lower)

Threshold vil sjekke piksler opp mot en verdi og deretter endre fargen på dem. Threshold krever et svarthvitt-bilde. Det er vanlig å bruke thresholding for å gjøre om et svarthvitt-bilde til kun svarte og hvite piksler. På denne måten kan man skille objekter fra bakgrunnen om det er grei kontrast mellom subjekt og bakgrunn.

cv2.findContours(frame)

Henter ut kantene i et bilde. Kantene hentes ut ved å se etter linjer som har samme farge. Et problem med denne klassen er når man skal hente ut kanter fra et bilde hvor objektet har lik farge som bakgrunnen. Om bakgrunnen og objektet har samme farge klarer ikke denne klassen å hente ut kantene.

cv2.boundingRect(contours)

BoundingRect danner rektangler rundt kanter. Om man har mange objekter vil denne tegne rektangler rundt alle kantene i bildet. *cv2.rectangle(frame, boundingRect)* brukes for å tegne rektanglene i et bilde.

2.2 Kamera

Når det kommer til valg av kamera har vi testet systemet med vanlige webkameraer. Pågangsfaktoren har vært å få til et system som kan se bunten med et billig kamera. Om dette fungerer går man utifra det også funker med mer avanserte kameraer.

Et problem med disse kameraene er automatisk åpning for lys. Om objekter kommer for nære kameraet vil kameraene slippe inn mer lys og det vil skje store forandringer i bildet. Lysforandringer er uansett noe man må ta høyde for, da dette også kan forekomme i andre sammenhenger.

Microsoft LifeCam HD-3000 er det billigste kameraet som er testet og koster rundt 300 kr. Testing har bevist at dette kameraet fungerer bedre enn det 500 kr dyrere Logitech C922 Pro. Grunnen til dette er autofokuseringen på Logitech sitt kamera. Kameraet har et godt fokus, men det bruker lang tid på å få å fokusere (i forhold til LifeCam HD-3000). Logitech sitt bidrag sliter spesielt med gjenstander som er nærme linsen.

Ettersom vi planlegger å plassere kameraet nærme materialbunten har det blitt bestemt at vi benytter oss av Microsoft LifeCam HD-3000 som ikke sliter med autofokusering.



(a) Microsoft LifeCam HD-3000[2]



(b) Logitech C922 Pro Stream Webcam[3]

Figur 2: Testkameraer

2.3 Uthenting av data

Det som ønskes oppnådd med dette kamerasystemet er å hente ut kantene til bunten og deretter tegne et rektangel rundt kantene. Videre kan man da se på rektangelets størrelse og posisjon for å hente ut informasjonen man trenger. Enheten man regner med er piksler, så man må ved oppsettet av systemet legge inn hvor mange piksler det er per reelle meter.

$$Fart(piksler/s) = \frac{TidsDelta}{PosisjonsDelta} \quad (2)$$

$$Lengde(piksler) = TidIBilde * fart \quad (3)$$

Bredden kan man enkelt få ut om kameraet filmer bredt nok til å få med seg hele buntbredden. I tillegg til bredden kan man også bruke kameraet til å se når bunten har nådd kamerabildet, og hvor den er posisjonert i forhold til bildet.

Før man kan begynne å regne ut disse dataene må man hente ut buntens kanter. Flere

kombinasjoner og oppsett av OpenCV-klassene har blitt testet for best mulig uthenting av kanter.

2.3.1 Metode 1:

Ta et referansebilde uten bunt, hente ut differansen mellom referansebilde og kameraopptak. Dette vil føre til at man sitter igjen med kun bunten og kan da enkelt hente ut kantene etter å ha binærisert bildet ved hjelp av thresholding.

Ulemper: Lysforandringer vil sees på som en forandring, dermed vil dette fanges opp som kanter og føre til mye forstyrrelser. Skygger blir også veldig tydelige ved bruk av denne metoden. Her kreves det også at kameraet holder seg konstant i ro etter at referansebildet er tatt.

2.3.2 Metode 2:

Se etter en buntens farge og kun hente ut dette av bilde. Har må man teste ut forskjellige fargerom, men som regel er HSV best da du kan sjekke etter mer enn kun ren farge. Som nevnt tidligere kan man med HSV også sjekke etter lysintensitet.

Ulempe: Krever noenlunde fargeforskjell mellom objektet og bakgrunnen.

2.3.3 Metode 3:

Bruke MOG2. MOG2 fjerner bakgrunnen dynamisk ettersom bunten beveger seg i kamera-bildet. Om bunten er i ro vil MOG2 tolke den som en del av bakgrunnen. Hvor raskt MOG2 tolker bunten som en del av bakgrunnen kan justeres ved hjelp av "learning rate" variabelen. Desto høyere denne variabelen er, desto raskere vil MOG2 innlemme bunten som en del av bakgrunnen (mer informasjon om MOG2 kan finnes i OpenCV dokumentasjonen [1]).

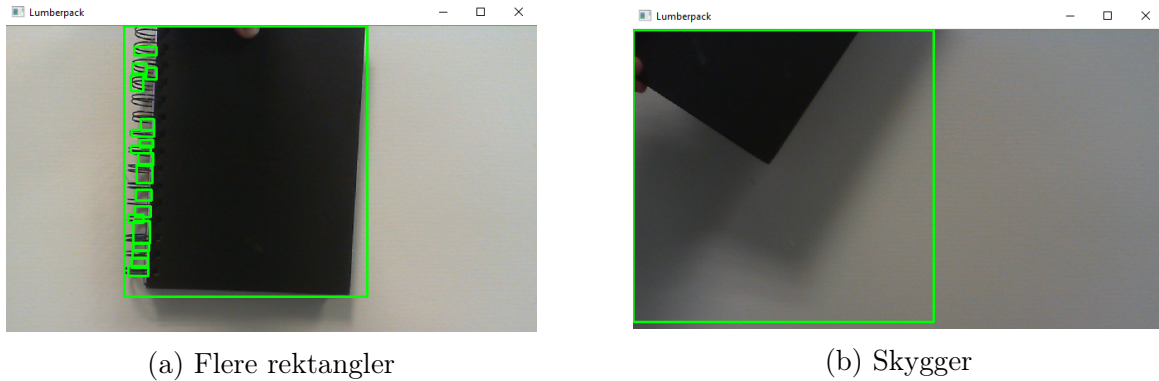
Ulemper: Sliter med lysforandringer når objekter er nærme kameraet. Om bunten beveger seg for sakte og learning-raten er lav vil deler av bunten forsvinne inn bakgrunnen

2.3.4 utfordringer

Alle metodene nevnt over har sine ulemper Etter testing av de forskjellige metodene, har det dukket opp noen problemer som alle har til felles. Disse vil bli tatt hånd om først.

- Alle kanter tegnes opp, vi vil kun hente ut buntens kanter. Se Fig.3a

- Skygger blir ofte tatt medregnet som tilhørende kanter. Fig.3b.
- Rektangelet som tegnes kan være ustabil på grunn av små forandring i kamerabildet.

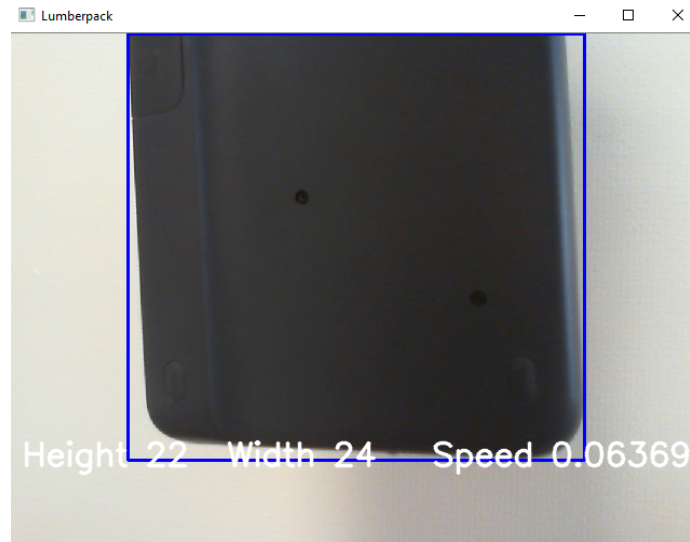


Figur 3: Testing av OpenCV

Problemet med flere rektangler ble fikset ved å utelukkende tegne et rektangel rundt det største objektet i bildet.

Skyggeproblemet kan løses ved å bruke MOG2 bakgrunnsfjerner. Når man bruker MOG2 vil skyggene bli farget grå, objekter hvite og bakgrunnen svart. Om man da gjør de grå skyggene svarte får man fjernet skyggene fra bildet. En annen måte å fjerne skyggene på er å utelukke enkelte farger fra å bli regnet som kanter.

Etter å ha testet forskjellige metoder for å hente ut kantene har den beste løsningen så langt blitt brukt. Selvom det er rom for forbedringer fungerer det nåværende scriptet.



Figur 4: Nyeste OpenCV script

2.4 Programvare

Alt av bildebehandling er skrevet i Python. Grunnen til dette er fordi det tidligere i prosessen var et ønsket om å kjøre dette på en Raspberry Pi. Python på Raspberry Pi er som hånd i hanske. Videre testing førte til at vi gikk vekk fra denne idéen da det var ganske lang bildeforsinkelse under kjøring av programmet på en såpass enkel datamaskin. Etter dette fortsette utviklingen i Python.

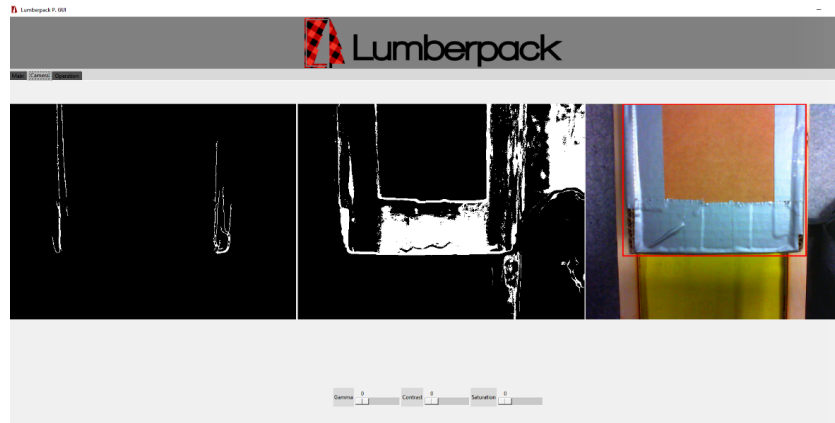
OpenCV gir muligheten til å vise kamerabildet i egne vinduer, men dette var ikke godt nok. Det beste var om man kunne ha alle vinduene i en samlet programvare med muligheten for justering av bildeegenskapene. Her startet bruken av Pythons standard GUI bibliotek, Tkinter.

2.4.1 Tkinter og Pillow

Tkinter[4] fungerte bra som et rammeverk. Dette vil si opprettelse av vindu og oppsett av rammer som kan fylles med innhold. Da bildene fra OpenCV skulle integreres i Tkinter-vinduet viste det seg at det var behov for noe mer. Tkinter har ingen måte å vise bilder fra kameraet direkte i vinduet. Mellomleddet her viste seg å være Pillow (Python Imaging Library, også kalt PIL)[5]. Ved å bruke PIL sin `fromArray` funksjon på kamerabildet, og deretter `ImageTk.PhotoImage` (også fra PIL), kan man fint konfigurere kamerabildet inn i en Tkinter ramme.

Etter integrasjon av videoløkken viste det seg at brukergrensesnittet låste seg (atså ingen

mulighet for samhandling). For å forhindre denne låsen ble videoløkken lagt til å kjøre i en egen tråd, da var det igjen muligheter for å samhandle med programvaren samtidig som kamerabildene viste seg i vinduet.



Figur 5: Tkinter kamera UI

3 Brukergrensesnitt

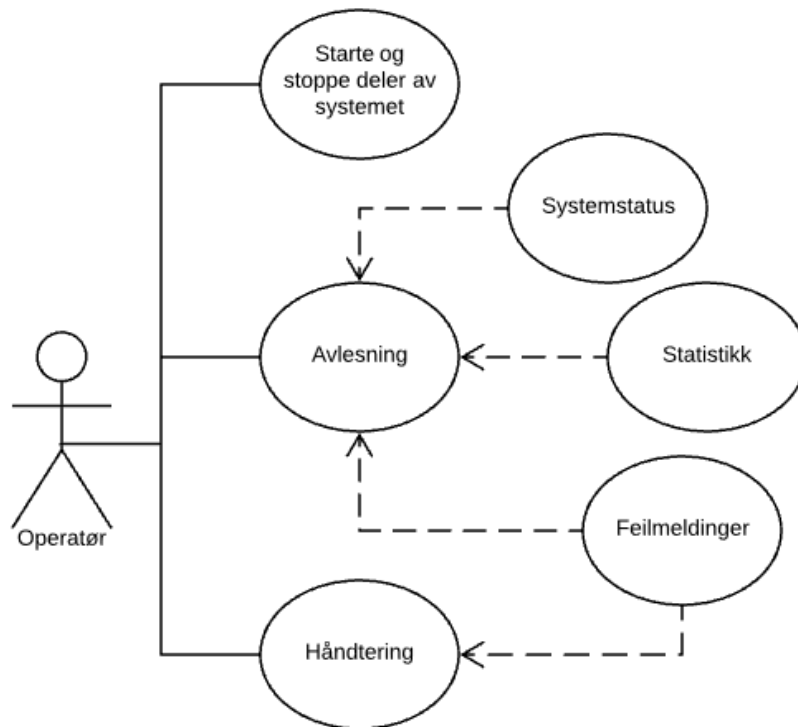
3.1 Krav

Krav-ID	Krav	Prioritet	Kilde
K-SYS-16	Systemet skal ha et grafisk brukergrensesnitt.	A	Lumberpack
K-SYS-16.1	Brukergrensesnittet skal inneholde en start og stopp knapp.	A	Lumberpack
K-SYS-16.2	Brukergrensesnittet skal kunne vise feilmeldinger.	A	Lumberpack
K-SYS-16.3	Brukergrensesnittet skal vise en 3D-modell av bunt.	B	Lumberpack

Tabell 1: Krav

Det har blitt jobbet mot å oppfylle kravene vist i tabell ??.

3.2 Use-case

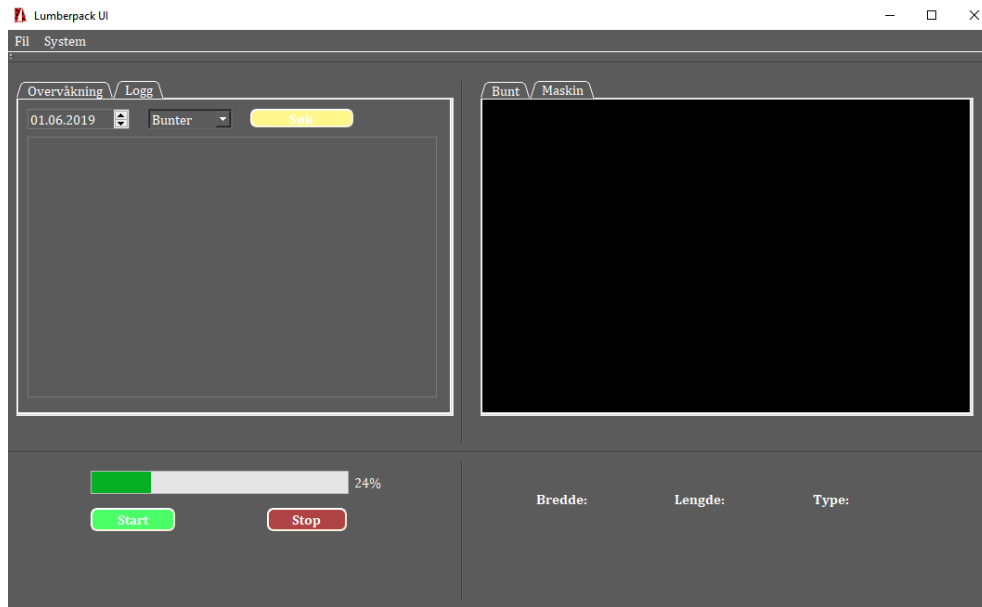


Figur 6: Use-case

3.3 Design

Brukergrensnittet har vært igjennom flere iterasjoner. Både design og funksjoner har vært knyttet opp mot løsningene vi har jobbet med. Når det kommer til design har det vært tre hovediterasjoner.

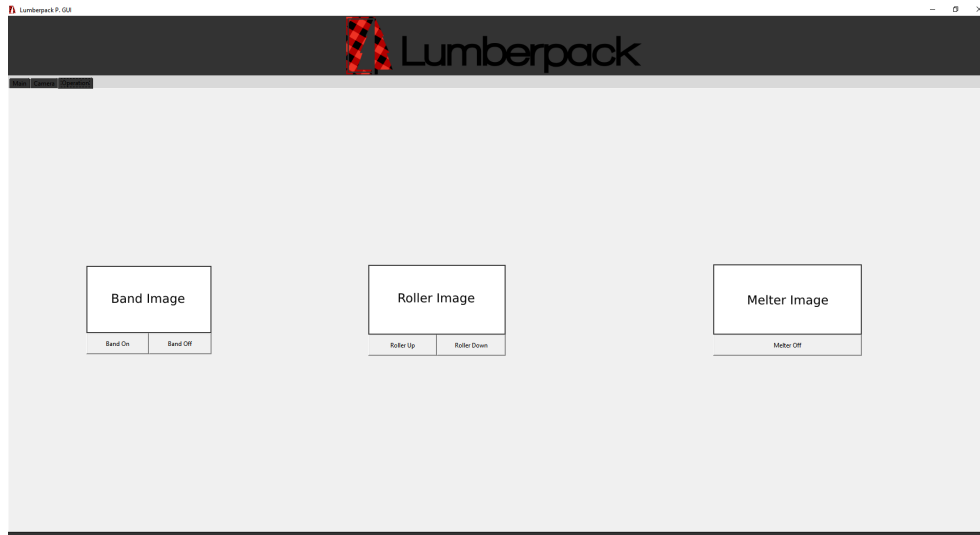
3.3.1 Iterasjon 1



Figur 7: Iterasjon 1

Iterasjon 1 har vært nyttig i utviklingen av C++ koden. Tidlig i prosessen ble det satt opp en socket i C++ slik at man kan kunne teste at kommunikasjonen over TCP fungerte. Designmessig er denne iterasjon mer som en tradisjonell skrivebords-applikasjon, i forhold til iterasjon 3.

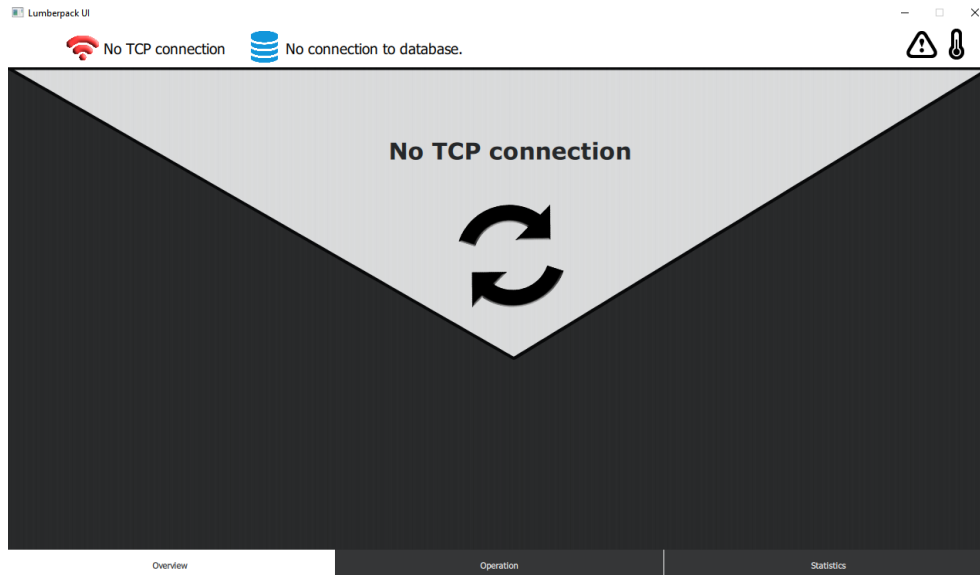
3.3.2 Iterasjon 2



Figur 8: Iterasjon 2

Denne iterasjonen er et forsøk på å bygge på programvaren som ble utviklet tidligere for kameran systemet. Tanken var å ha kameran systemet og resten av funksjonene i samme program. Hoveddrømmene for tilegging av brukergrensesnittets funksjoner er lagt til i her, men designfilosofien endret seg og derfor ble det gått vekk fra denne iterasjonen.

3.3.3 Iterasjon 3



Figur 9: Iterasjon 3

Overgangen til iterasjon 3 har flere grunner. Den største bidragsgyteren er hva slags funksjonalitet man trenger med tanke på endelig løsning. Et touch-interaktivt brukergrensesnitt kom opp som en idé etter besøk hos Bergene Holm. Dette gjorde at designet skiftet mot det mer minimalistiske hvor man enklere kan navigere ved hjelp av touch. Dette gjør også at programvaren for kamerasystemet og selve displayet til maskinen vil være separert i motsetning til forrige iterasjon.

Arbeidet med iterasjon 3 vil fokuseres på videre i dokumentet.

3.4 Utviklingsmiljø

Brukergrensesnittet er utviklet ved hjelp av Qt Quick. Qt Quick er et open-source rammeverk som har egne verktøy og biblioteker for utvikling av software. Rammeverket er spesielt rettet mot utvikling av software som benytter seg av grafiske løsninger.

3.4.1 Lisensiering

Det har blitt foretatt en god del research rundt Qt's lisensvarianter. Qt har både en kommersiell GPL og en open-source LGPL versjon av IDEen. Under dette prosjektet har open-source (LGPL) versjonen blitt brukt. Denne versjonen har færre verktøy og ferdige biblioteker, men til gjengjeld slipper man å betale den månedlige prisen for kommersiell lisens.

LGPL versjonen har noen restriksjoner[6] [7]:

- Om det utvikles lukkede prosjekter, hvor man ikke vil dele kildekoden med noen, må man linke dynamisk. Dette vil si at kunden må kunne reapplisere forskjellige Qt rammeverk etter at prosjektet er utviklet.
- Om man ikke vil linke dynamisk må kunden få tilgang til hele kildekoden (ingen privat kode).

3.4.2 Qt

Kildekoden i Qt skrives hovedsakelig i C++. Mange av bibliotekene som Qt inneholder er basert på rene C++ biblioteker. QThread, er basert på thread, QVector er basert på vector også videre. Det andre språket som blir brukt heter Qt Modelling Language (QML), et markeringsspråk som i Qt brukes til design av applikasjoner som er grensesnitt sentriske. Qt bruker qmake for kompilering. Qmake genererer make-filer selv, også kalt et make-make verktøy. Make-filene som genereres vil bli generert for plattformen (eller operativsystemet) der det kompileres.

3.5 Filtyper

Under vises en tabell over filtypene som blir brukt i forbindelse med brukergrensesnittet.

Filetternavn	Beskrivelse
.cpp	Standard fil for C++ kildekode
.h	Header fil, blir brukt i C++ kildekode.
.pro	Konfigurasjonsfil som qmake bruker for å kunne kompilere på flere plattformer.
.qml	Markup fil for programmering av det visuelle i Qt. Kan inneholde Javascript kode.
.ui.qml	Fil som inneholder ren QML kode. Ingen logikk.

Tabell 2: Filtyper

3.6 Klasser og QML typer

Tabellene under viser hvilke Qt klasser og QML biblioteker som er brukt.

Qt C++	
Klassenavn	Beskrivelse
QQmlApplicationEngine	Gir C++ filene tilgang til QML-objekter fra QML-filene. Bindeledd mellom logikk og grafikk.
QGuiApplication	Løkken som håndterer events i hovedvinduet.
QObject	Basisen for alle objekter i Qt.
QTcpSocket	TCP socket for kommunikasjon.
QThread	Tråd nødvendig for hente data kontinuerlig, samtidig som man opprettholder interaktivitet.
QSqlDatabase	Gir muligheten for databaseintegrasjon.

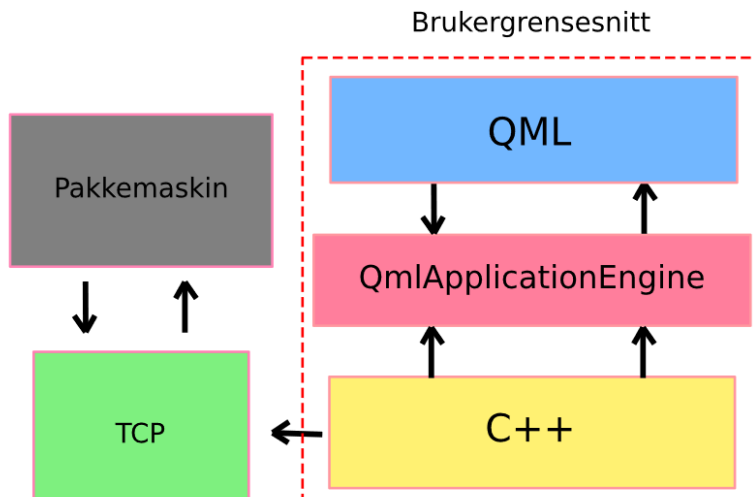
Tabell 3: Qt klasser

Qt klasser	
Typenavn	Beskrivelse
QtQuick.Controls 2.2	For QML UI Objekter.
QtQuick.Dialogs 1.3	For å få opp varslingsvinduer.
QtQuick.VirtualKeyboard 2.1	Touch keyboard.

Tabell 4: QML biblioteker

3.7 C++ og QML

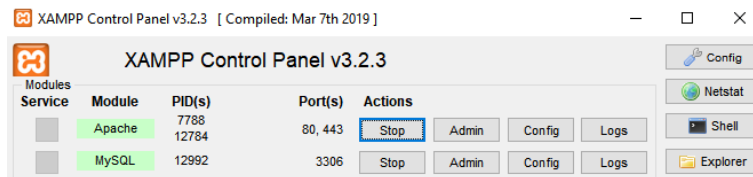
Programmering i Qt gjør det mulig å skille mellom logikk og grafikk på en god måte. Man kan kode logikken i C++ og holde grafikken i egne QML-filer. For å aksessere QML objekter i .cpp-filene må man bruke klassen "QmlApplicationEngine". For at klassen skal kunne aksessere objektene, må de gis et "objectName" i QML-filen. Alle QML-objekter med et objectName som befinner seg i hoved-QML-filen kan aksessereres ved hjelp av tidligere nevnt klasse. En liten utfordring dukket opp da man ville aksessere objekter som ikke var i hoved-QML-filen. For å kunne aksessere alle objekter uansett hvilken QML-fil de befinner seg i, må man sette opp et alias for hvert objekt. Aliaset må deklarereres globalt i filen hvor objektet befinner seg. Dette gjør essensielt at man kan nå alle QML-objekter fra en hovedfil, og dermed aksessere de fra C++ koden.



Figur 10: Brukergrensesnitt

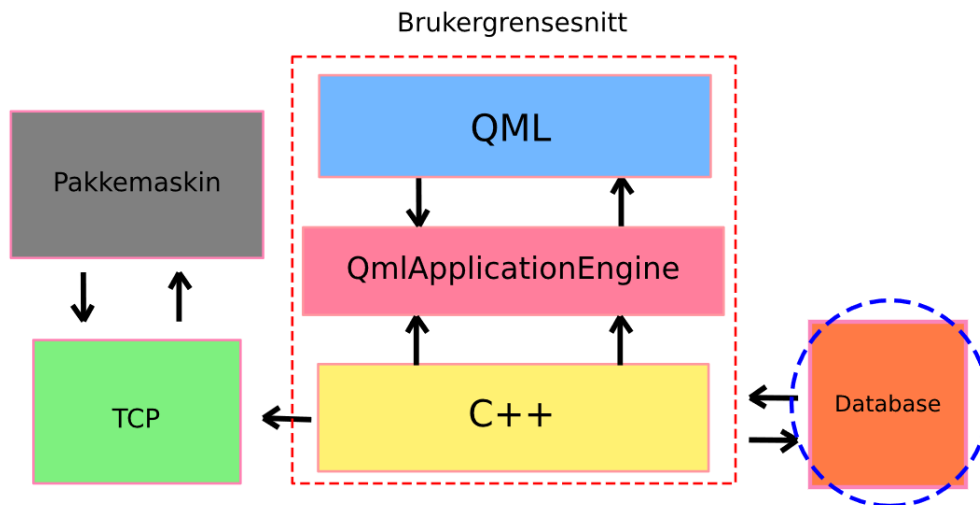
3.8 Database-integrasjon

Brukergrensesnittet kan lagre data i (og hente data fra) databaser. For å sette opp muligheten til dette har det blitt brukt klassen "QSqlDatabase". For å koble seg opp mot en database ved bruk a denne klassen trenger man; hostName (en IP-adresse), databaseName (navnet til databasen) og brukernavn/passord. For å ha muligheten til å opprette test-databaser på localhost har XXAMP blitt benyttet.



Figur 11: XAMPP

Uthenting av data blir utført ved hjelp av Structured Query Language. Dette utføres i C++ ved hjelp av "QSqlQuery" som gjør det mulig å opprette SQL-spørringer. Integrert database vises i Fig.12.



Figur 12: Database-integrasjon

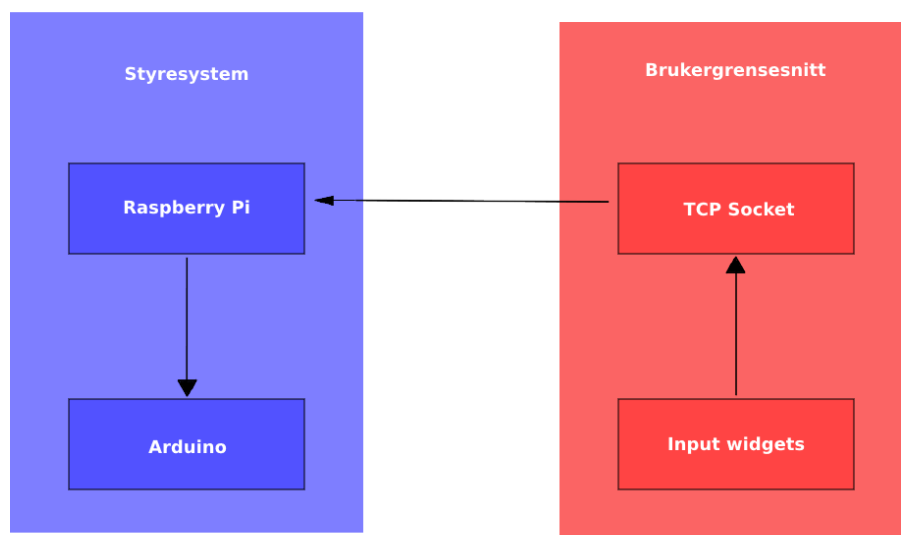
3.9 Kommunikasjon

Brukergransesnittet vil kommunisere med resten av systemet via TCP. Kommunisering skjer ved hjelp av et kodesystem. Tabell 5 viser kodeoppsettet.

ID	Arduino ID	Hensikt	Komponent ID		Tilstandsending
ID	Digit 1	Digit 2	Digit 3	Digit 4	Digit 5

Tabell 5: Kommunikasjonskode

Kommunikasjonskodene sendes til en Raspberry Pi. Videre vil denne sende kodene serielt til en Arduino. En forenklet illustrasjon vises i Fig. 13.



Figur 13: Kommunikasjonsmodell

Mer informasjon om kommunikasjonsdelen kan leses i: "Teknisk Dokument - Elektro".

4 Referanser

- [1] Opencv dokumentasjon. <https://docs.opencv.org/4.1.0/>. [Online, accessed 21.05.19].
- [2] Microsoft lifecam hd-3000. <https://www.microsoft.com/accessories/nb-no/d/lifecam-hd-3000>. [Online, accessed 21.05.19].
- [3] Logitech c922 pro. https://support.logitech.com/en_gb/product/c922-pro-stream-webcam/downloads#. [Online, accessed 21.05.19].
- [4] tkinter dokumentasjon". <https://docs.python.org/3/library/tk.html>. [Online, accessed 21.05.19].
- [5] pillow dokumentasjon". <https://pillow.readthedocs.io/en/stable/>. [Online, accessed 21.05.19].
- [6] Gnu - lesser general public license. <https://doc.qt.io/qt-5/gpl.html>. [Online, accessed 21.05.19].
- [7] Gnu lisens-matrise. <https://www.gnu.org/licenses/gpl-faq.html#compat-matrix-footnote-7>. [Online, accessed 21.05.19].



Idéer

Skrevet av:

Morten A. Auke

Edris Karimi

Lars Jerijervi

Herman Severin Nilsen

Jonas Tveita Hjalland

21. mai 2019

Dokumentshistorikk			
Utg.	Dato	Beskrivelse	Forfatter
1.2	20.03.19	Lagt til introduksjon & forklaring på Pugh matrisen	HSN & MA
1.1	14.03.19	Oppdatert idébeskrivelsene	HSN, JTH & EK
1.0	22.02.19	Dokument opprettet	

Abstrakt

Dette dokumentet har til hensikt å legge frem løsninger som prosjektgruppen har tenkt på. Det skal gå igjennom hvordan de forskjellige løsningene skal fungere og hva som er fordeler og ulemper med dem. Til slutt vil det komme en konklusjon som skal forklare hvilke delsystemer gruppen vil se nærmere på i forhold til valg av endelig løsning.

Innhold

1	Introduksjon	1
2	Startidéer	2
3	Kategorisering	18
3.1	Kategorier	18
3.2	Tabell	19
4	Pugh matrise	19
4.1	Vektlegging	19
4.2	Pugh matrise	22
5	Valg av idéer	23
5.1	Idé 2	24
5.2	Idé 6	25
5.3	Idé 12	26
5.4	Idé 14	27
5.5	Idé 15	28
5.6	Idé 16	29
6	Konklusjon	30
6.1	Delsystemer	30
6.1.1	Plastpålegger	30
6.1.2	Stiftemekanisme	31
6.1.3	Kuttemekanisme	31
6.1.4	Brettemekanisme	31
7	Referanser	32

Figurer

1	Idé 1	2
2	Idé 2	3
3	Idé 3	4
4	Idé 4	5
5	Idé 5	6
6	Idé 6	7
7	Idé 7	8
8	Idé 8	9
9	Idé 9	10
10	Idé 10	11
11	Idé 11	12
12	Idé 12	13
13	Idé 13	14
14	Idé 14	15
15	Idé 15	16
16	Idé 16	17
17	Idé 2	24
18	Idé 6	25
19	Idé 12	26
20	Idé 14	27
21	Idé 15	28
22	Idé 16	29
23	Prototype av plastpåføringen	30

Tabeller

1	Kategorisering av idéer	19
2	Pugh matrise	22

1 Introduksjon

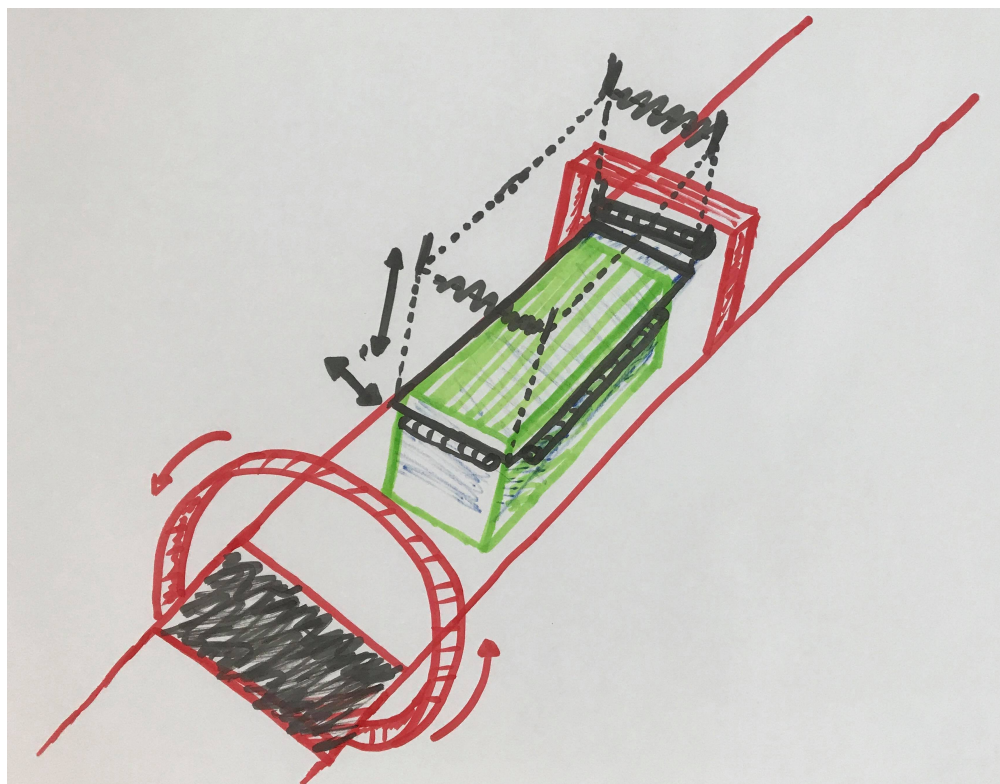
I løpet prosjektet har gruppen kommet med 16 forskjellige idéer. Av disse finnes det et variert utvalg av grunnidéer bak hver av dem. For å illustrere disse idéene har de blitt tegnet opp og blitt forklart for å så bli hengt opp på veggen. For å ha kontroll på alle idéene har de blitt systematisert og kategorisert, basert på deres grunnidé, og blitt evaluert opp mot kravene. I tillegg har de blitt sendt igjennom en Pugh matrise, med tilpassede vektvariabler. Etter dette har det blitt luket ut et par idéer som kan være en mulig løsning på oppgaven, hvor det i etterkant kan bli lagt til eller fjernet en eller flere undersystemer fra de andre idéene etter ønske.

2 Startidéer

Idé 1

Denne idéen går ut på å pakke bust-enden og resten av bunten hver for seg. Først vil et rektangulært bur legge plast over bunten for så og presse plasten inntil sidene av bunten. Deretter vil plasten festes ved hjelp av én festemekanisme som er integrert i buret. Buret, som det er snakk om, vil kunne senkes og heises. Det vil også være muligheter for å justere buret i bredden og i lengden.

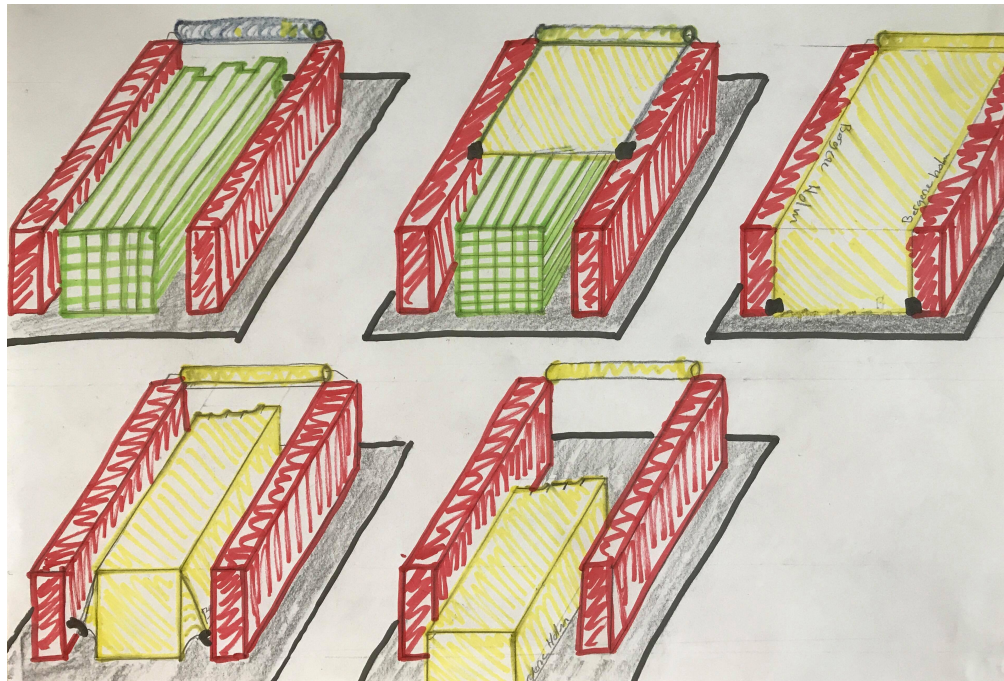
Etter at plasten er festet og presset inntil bunten, vil bustenden sendes inn i en trommel som surrer plast (e. l.) rundt bust-enden.



Figur 1: Idé 1

Idé 2

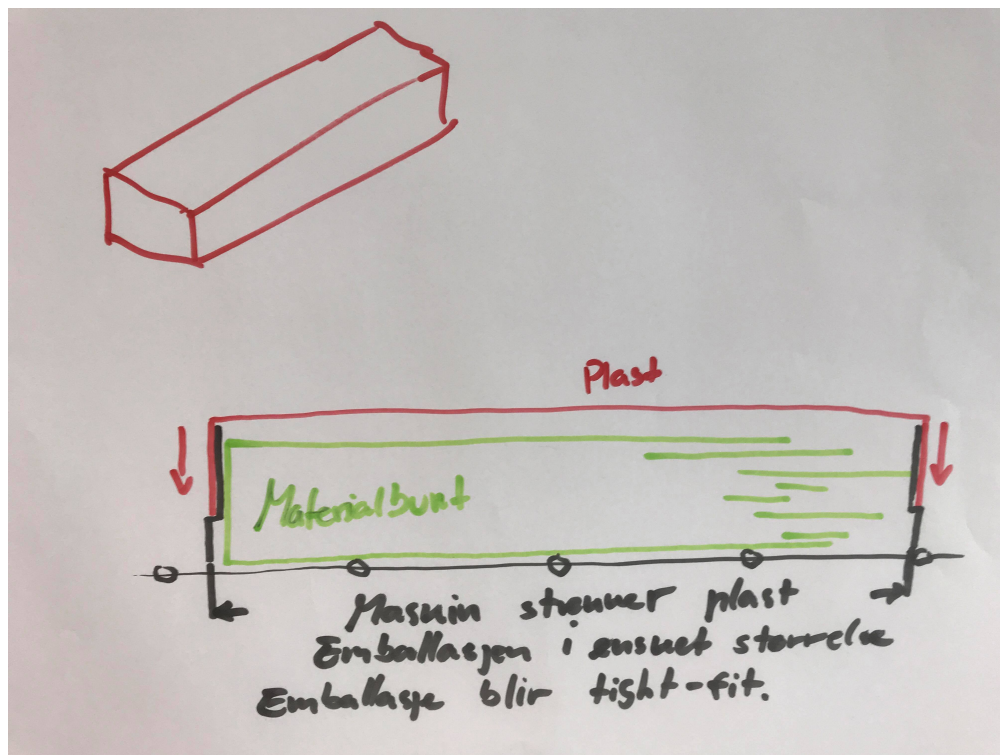
Idé 2 går ut på å brette plasten inntil bunten ved hjelp av to avlange paneler plassert på høykant langs bunten. På disse panelene er det også montert skinner hvor det skal bevege seg klyper/armer. Disse kan dra med seg plasten fra plastrullen, klypene skal også kunne brette plasten rundt endene av bunten.



Figur 2: Idé 2

Idé 3

Denne idéen går ut på å plassere et elastisk plastlaken" over bunten. Lakenet vil først strekkes ut på hjørnene ved hjelp av armer, deretter settes på bunten fra toppen. Armene vil deretter slippe lakenet og resultere i en pakket bunt med åpent under for lufting og drenering.

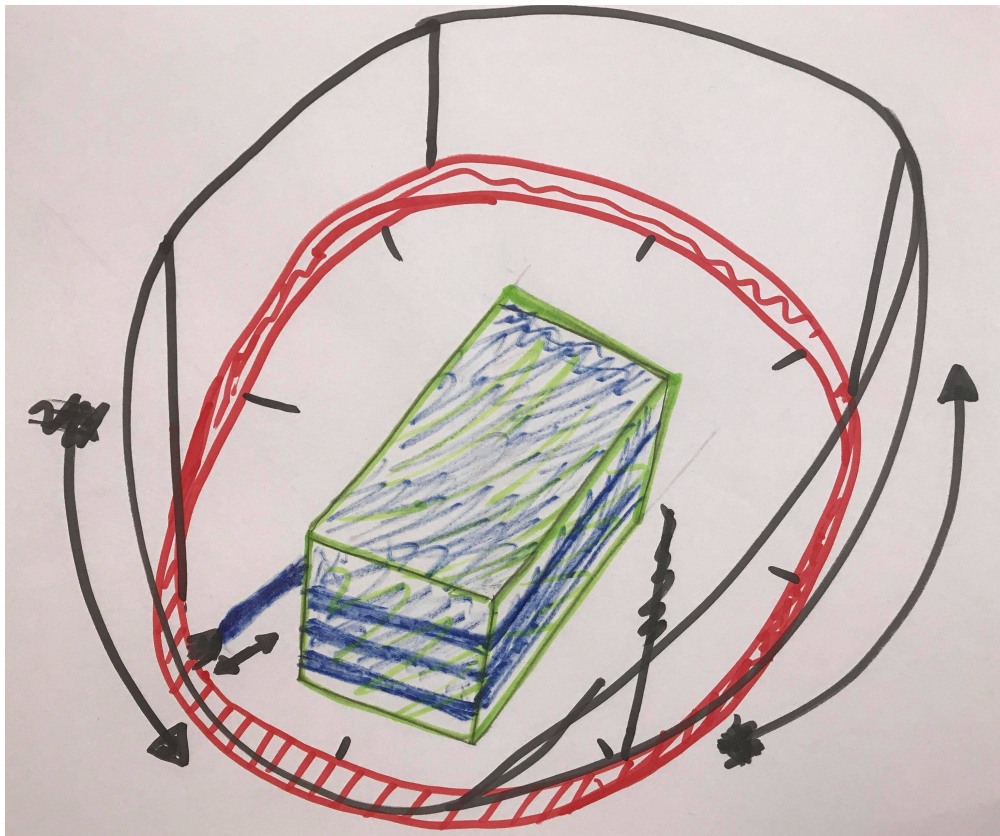


Figur 3: Idé 3

Tekst: *Maskinen strammer emballasjen i ønsket størrelse, emballasjen sitter da tett inntil bunten.*

Idé 4

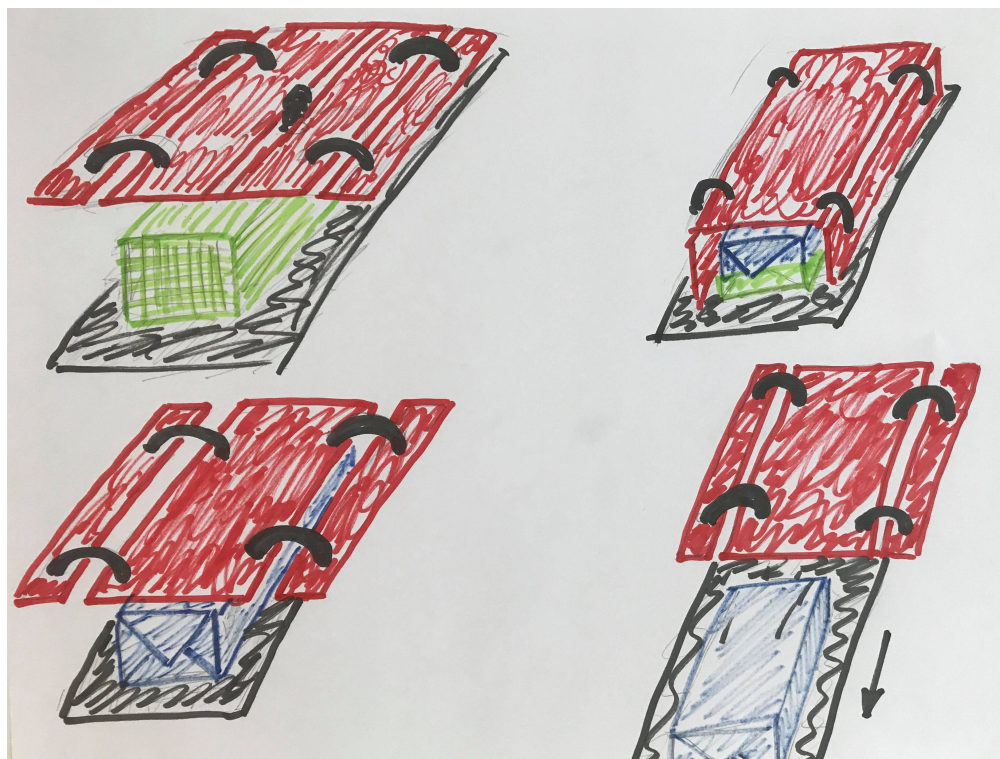
Denne idéen tar i bruk en sirkulerende pakkemekanisme. Mekanismen skal dra med seg plast rundt bunten og bevege seg oppover etter hvert som bunten blir pakket. Det hele starter med at enden av én plastrull, som er ganske smal og festet på den sirkulerende mekanismen, blir stiftet på bunten. Deretter skal pakkemekanismen bevege seg rundt bunten og samtidig vertikalt oppover for å få dekket bunten. Et potensielt problem her kan være å få pakket toppen av bunten. For å få pakket toppen må man finne ut en måte å justere pakkemekanismen.



Figur 4: Idé 4

Idé 5

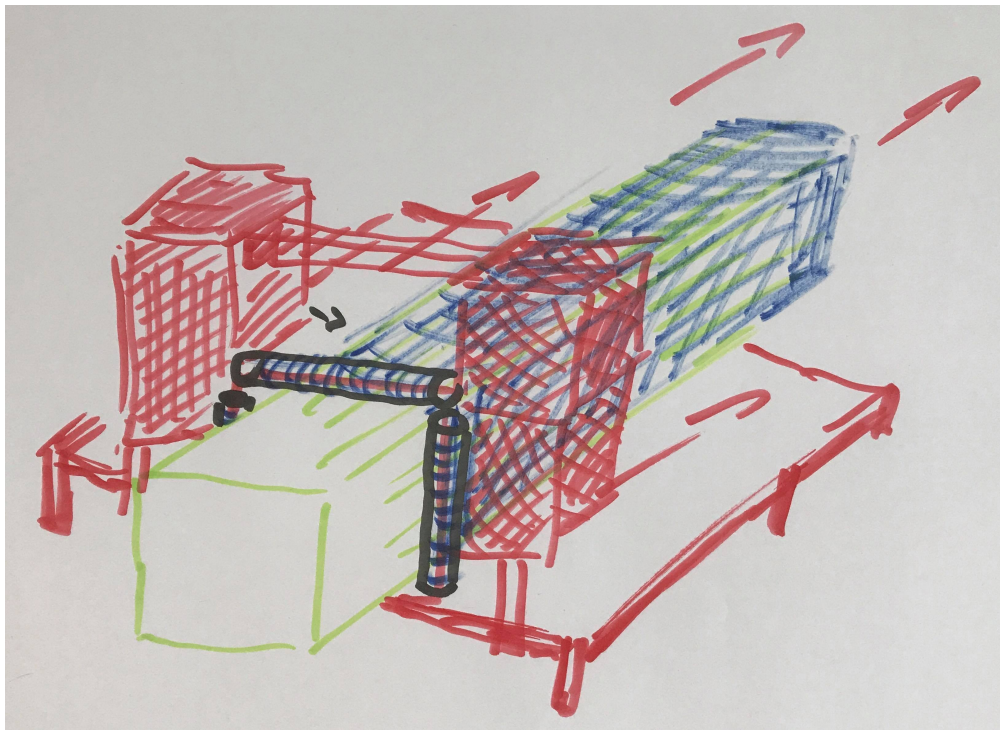
Denne idéen vil være et stasjonært system som ligger over rullebåndet, under vil materialbunten bli stoppet for pakking. Deretter vil platene klemme på plast langs sidene av bunten. Noe av utfordringen med denne idéen er pakkingen av endene.



Figur 5: Idé 5

Idé 6

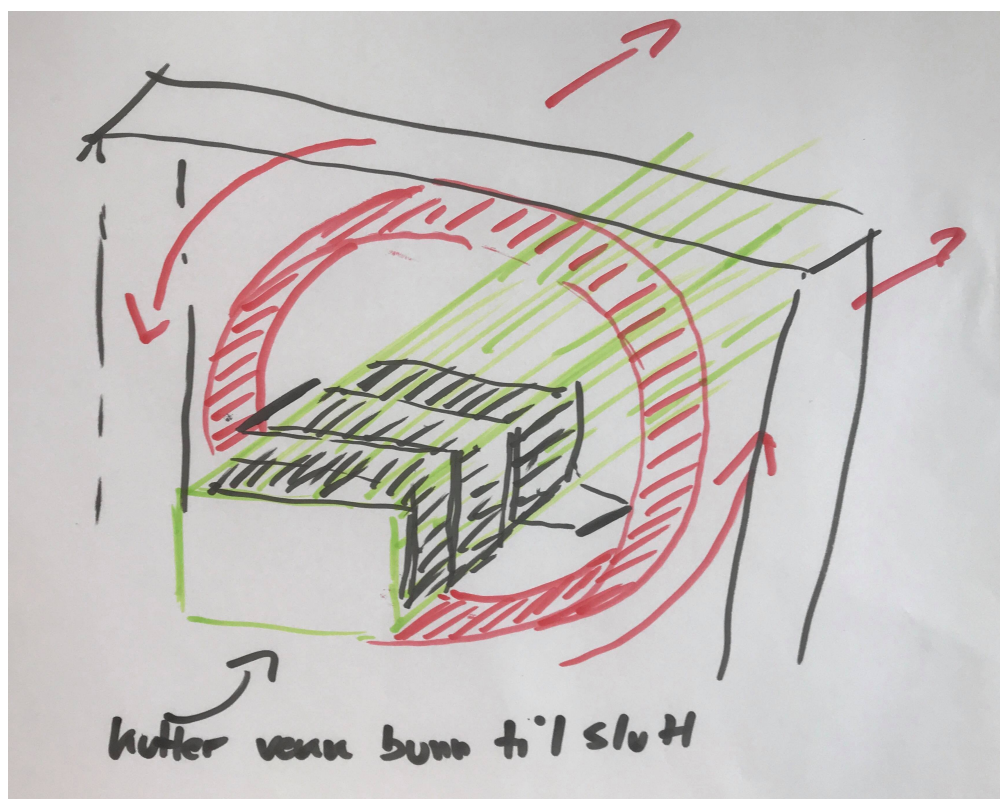
Denne idéen er basert på en stasjonær ramme som bunten skal bevege seg gjennom. Rammen inneholder sensorer og mekanismene som skal til for å brette plasten rundt bunten (blant annet stifting). Rullene er opphenget for plasten og plasten lires av etterhvert som bunten beveger seg gjennom systemet. Disse rullene er også bevegelige innenfor rammens dimensjoner. Den horisontale rullen kan bevege seg opp og ned for å tilpasse seg høyden til bunten. Den vil også bevege seg ned til bunten av bunten når endene skal pakkes. De vertikale siderullene kan justeres etter buntens bredde.



Figur 6: Idé 6

Idé 7

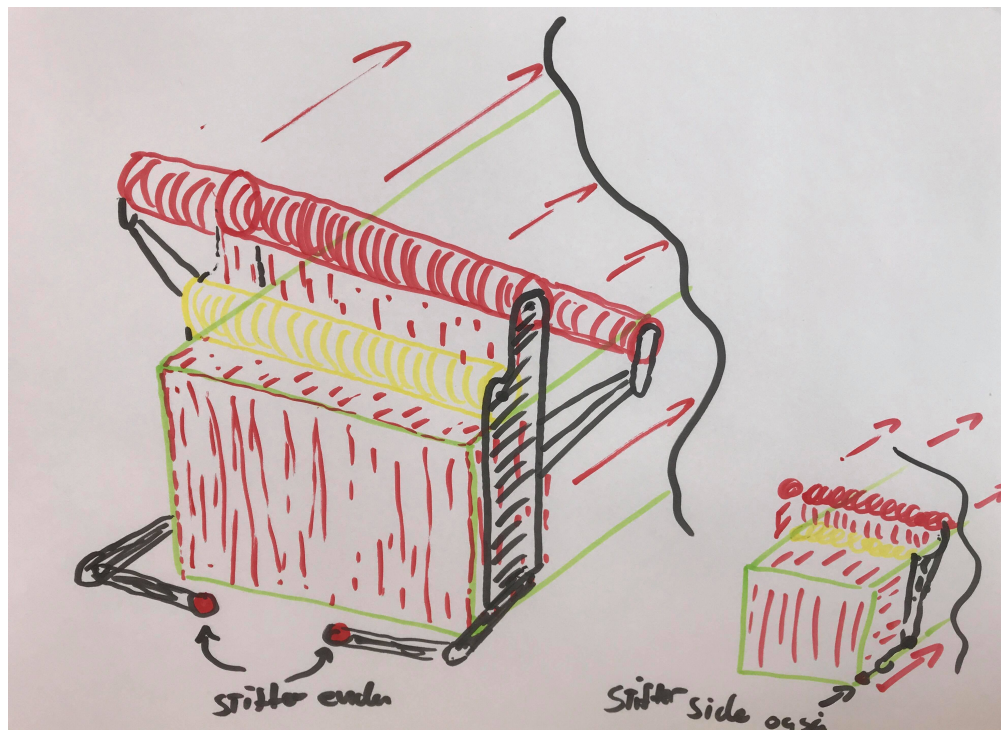
Systemet består av en mekanisme som roterer rundt bunten når den beveger seg gjennom maskinen. Den roterende delen har en plastrull med emballasje som vil gi et tettpakket og fint resultat. Det er enkelt å implementere og særdeles lite komponenter som må kjøpes inn. En ulempe med dette konseptet vil være at det går stikk i strid med flere av våre krav til systemet. Herav vil blant annet kravet om åpen bunn ikke ivaretas. Logoen som skal vises pent og tilnærmet original vil ikke være mulig.



Figur 7: Idé 7

Idé 8

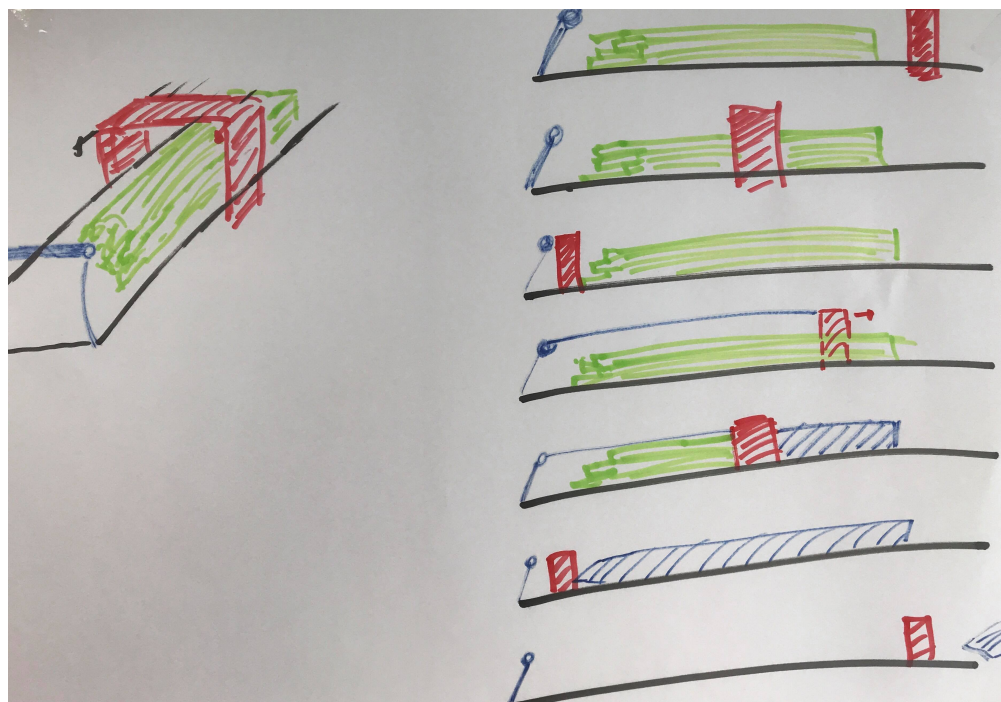
Idéen bak dette konseptet baserer seg på at bunten pakkes umiddelbart sammen med pålegg av emballasjen. Det er to små robotarmer plassert foran som fungerer som stiftmaskiner. Disse stifter da emballasjen fast i forkant av bunt. Det samme gjøres på slutten av prosessen, i bakkant av bunt. Her ser vi en utfordring i forhold til det at plasten ikke får tid til å «vri» seg på plass. Det kan også se ut som stiftingen til robotarmene kan bli en utfordring på bustenden.



Figur 8: Idé 8

Idé 9

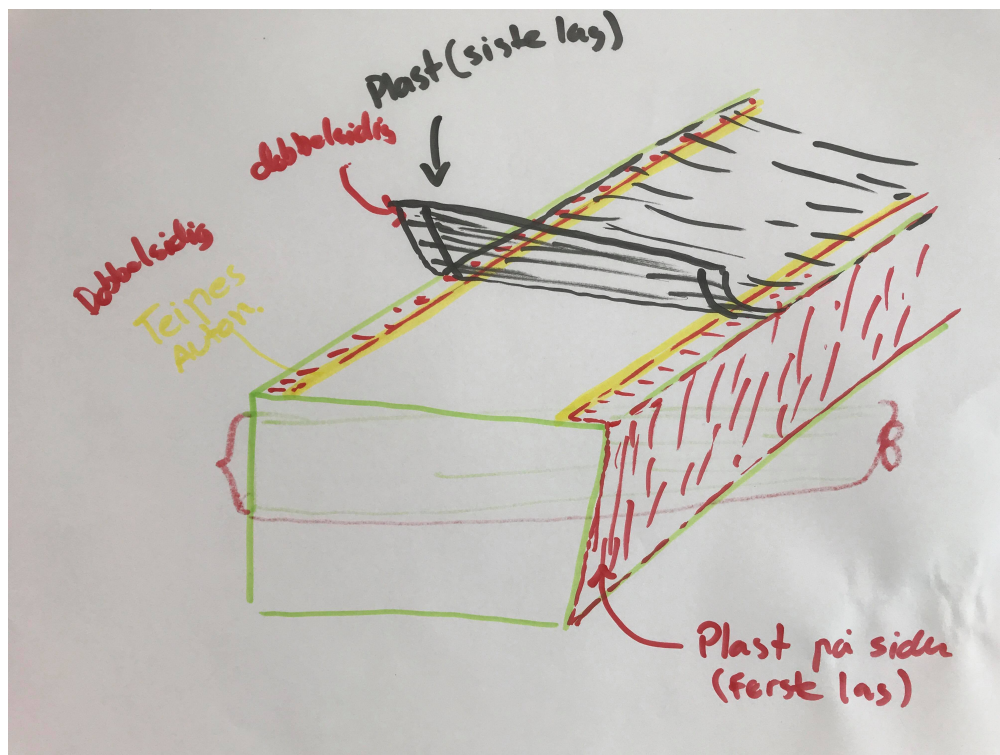
Denne idéen er et bevegelig system som inneholder armer, en rektangulær skanningsmodul og en plastrull. Etter at bunten har ankommet operasjonsområdet vil den rektangulære bøylen (som kan sees farget rødt i figur 9) bevege seg langs bunten for å kartlegge den. Når systemet har hentet inn data om buntens utseende vil systemet hente nøyaktig så mye emballasjemateriell som nødvendig. Dette hentes fra rullen, farget blått i figur 9. Materialet blir videre dratt over bunten og brettet inntil kanten ved hjelp av armer som er montert på bøylen.



Figur 9: Idé 9

Idé 10

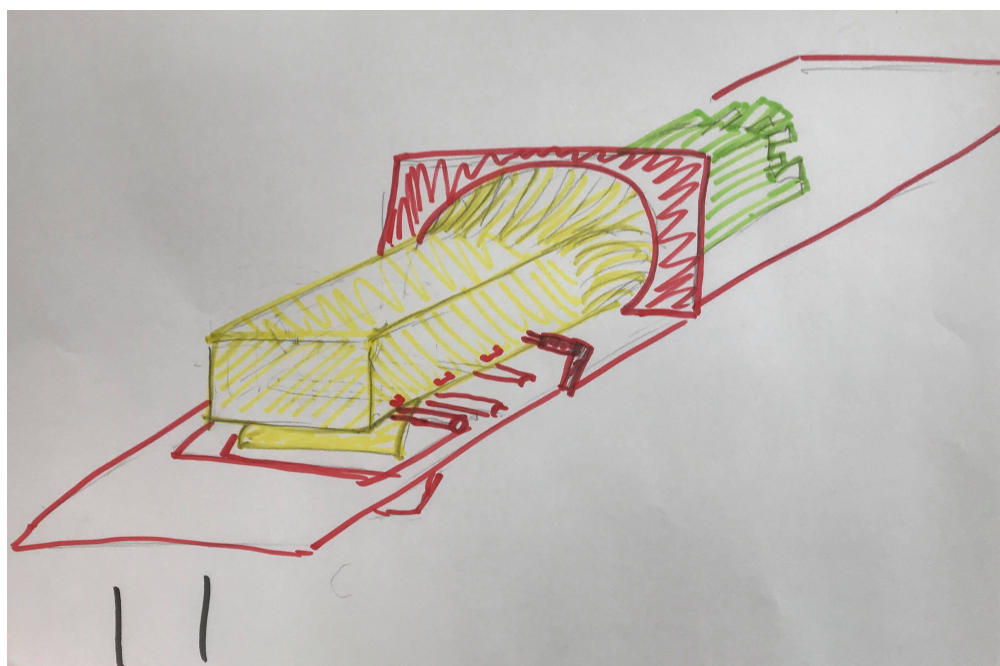
Dette er en idé for hva slags plast man kan bruke for pålegging. I dette tilfellet vil man bruke en borrelåsplast hvor toppen er fastet til sidene på måten vist i figur 10. Grunnen til at denne idéen dukket opp er ønske om å gjøre det enklere å både pakke, men ikke minst også pakke opp den innpakkede bunten.



Figur 10: Idé 10

Idé 11

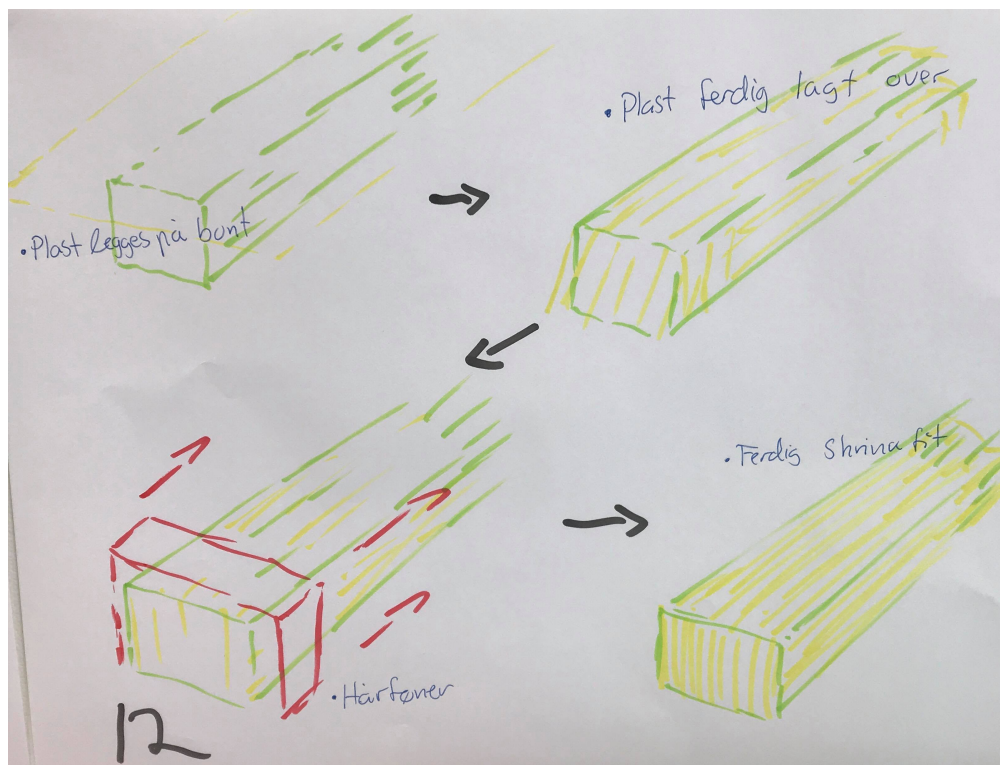
Denne løsning er stasjonær og det er kun materialbunten som flytter på seg. Materialbunten vil bevege seg gjennom systemet (åpning hvor bunten beveger gjennom systemet seg kan ikke justeres etter buntstørrelse). Mens bunten beveger seg gjennom systemet vil det trekkes på en plastsokk. Sokken blir så stiftet fast til bunten langs nedre kant. Siste prosedyre er å kutte emballasjelaget på undersiden av bunten for å opprettholde lufting og drenering.



Figur 11: Idé 11

Idé 12

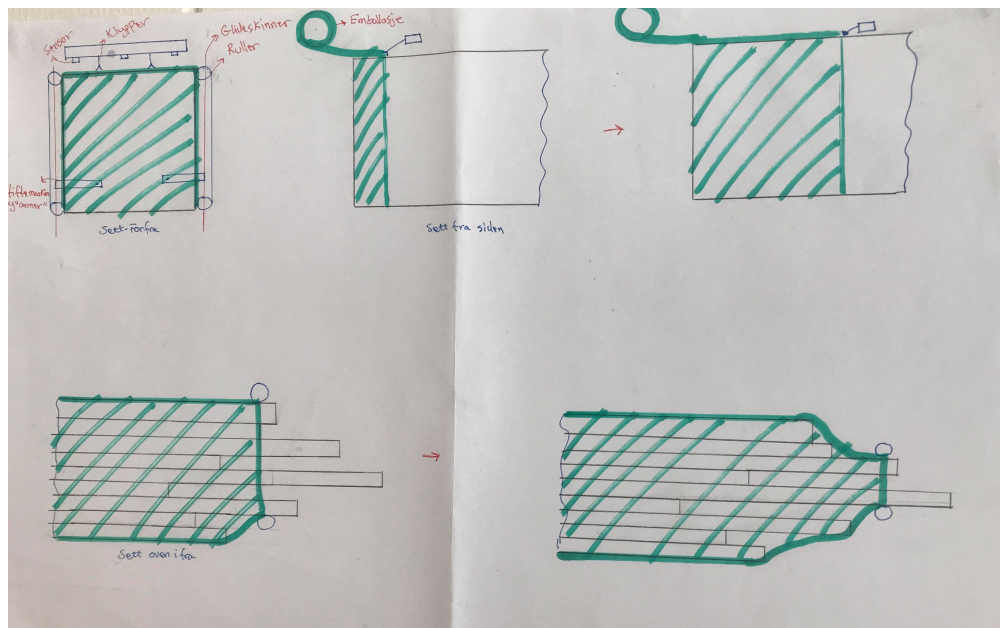
Denne idéen omhandler krympeplast og hvordan vi varme, og da krympe, denne platen. Platen skal allerede være plassert på toppen av bunten av en mekanisme som ikke er klarlagt. En rektangulær varmemodul vil så bevege langs bunten for å krympe platen. Dette vil resultere i at bunten har en tettsittende plast med åpen bunn.



Figur 12: Idé 12

Idé 13

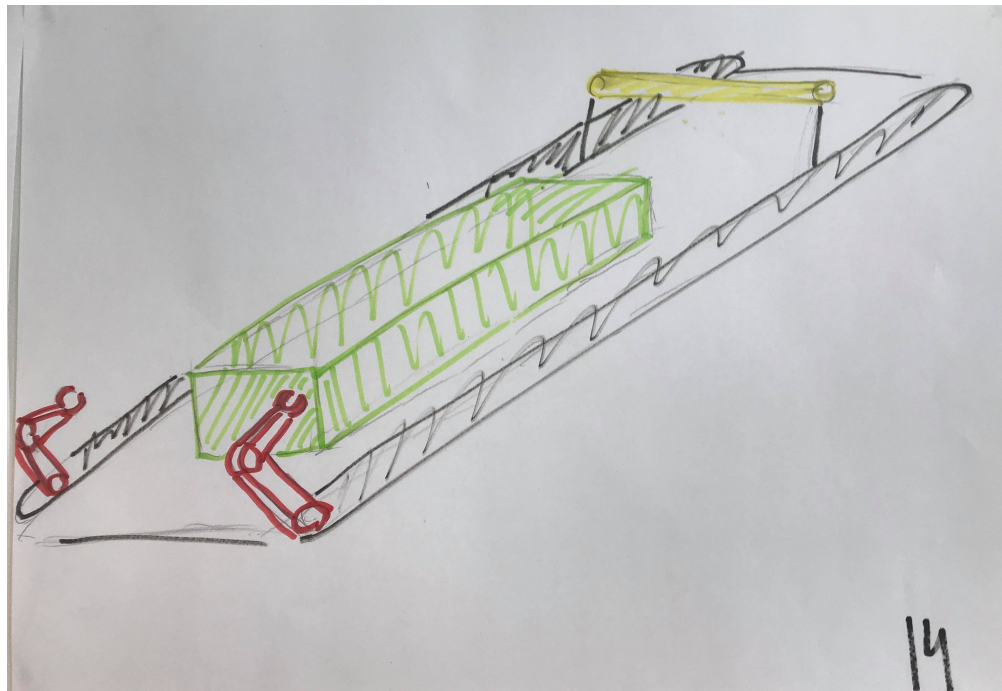
Idéen går ut på å ha en rull med emballasje montert over materialbunten når den kommer inn til pakking. Ved hjelp av sensorer som blir kjørt over materialbunten for å skanne, vil systemet få utformingen av bunten og bustenden. Dataene fra sensorene blir videresendt til resten av systemet. To klyper tar tak i emballasjen og trekker den over materialbunten, robotarmer bretter og stifter den fine enden, mens to justerbare ruller med stiftmekanisme er montert på skinner langs sidene av systemet. Rullene har fått informasjon fra sensorene som allerede har skannet utformingen av bustenden. Når rullene nærmer seg bustenden, vil rullene trekke seg innover og stifte på bestemte steder.



Figur 13: Idé 13

Idé 14

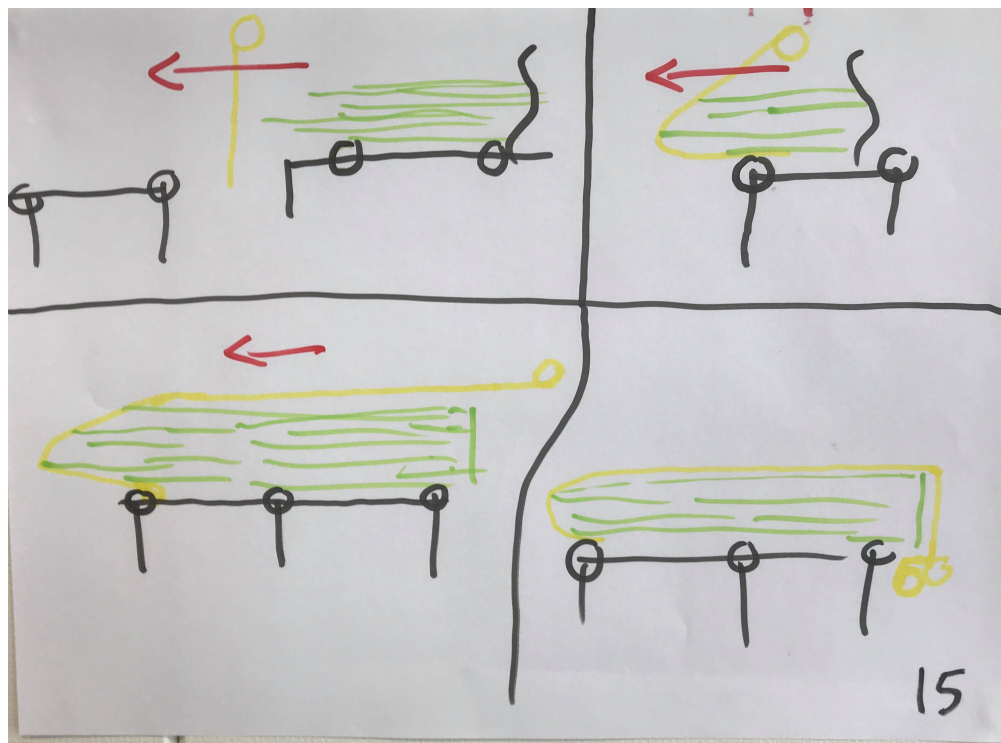
Denne idéen er basert på måten pakkingen utføres i dag. I dette tilfellet har arbeidstakeren blitt erstattet med robotarmer. Robotarmene skal ha plasten klar allerede når bunten kommer inn i systemet. Bunten transporteres inn i operasjonsområdet og armene drar med seg plasten, parallelt, over bunten. Armene vil først brette den rette enden av bunten, deretter brette bustenden. For at robotarmene skal nå begge ender av bunten under brettemetoden, må enten armene eller bunten bevege seg langs systemet. Etter ferdig pakking vil bunten bevege seg ut av operasjonsområdet, armene gjør seg klar for neste bunt.



Figur 14: Idé 14

Idé 15

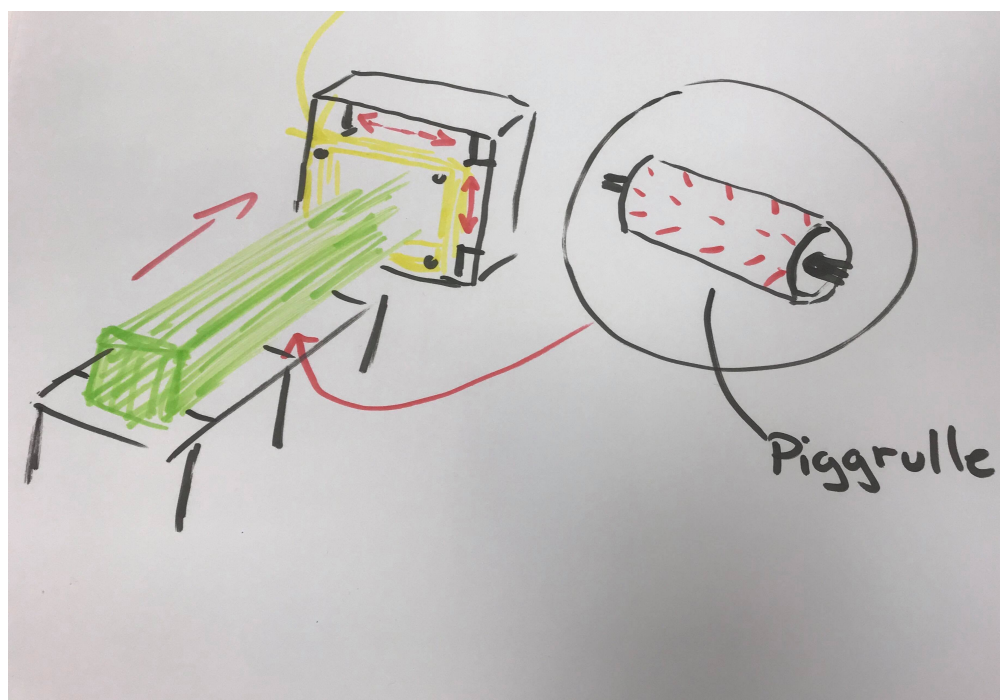
Emballasjen står på én rull over materialbunten. Bustenden flytter seg frem og enden på emballasjen blir stiftet på undersiden av bunten. Deretter fortsetter bunten å bevege seg til den rette enden er plassert under rullen. Rullen vil da flytte seg ned og under bustenden for så å stifte fast emballasjen. Etter at emballasjen har blitt stiftet i den rette enden vil emballasjen kuttet og plasten gjøres klar til ny runde med innpakking.



Figur 15: Idé 15

Idé 16

Bunten måles av sensorer slik at man vet størrelsen og formen på bunten. Systemet vil så justere størrelsen på plastsokken (denne plasten er elastisk) som bunten skal tres inn i. Videre kjøres bunten igjennom maskinen og inn i plastsokken. Under maskinen vil et hjul med kniver/pigger punktere plasten på undersiden. Dette vil gjøres for å oppnå drenering og lufting. Dette i motsetning til idé 11 hvor man vil kutte av hele undersiden.



Figur 16: Idé 16

3 Kategorisering

Gruppen valgte å kategorisere idéene inn i fem kategorier. Dette gjør at det er lettere å spore hva som er tanken bak hver av idéene og da kunne trekke ut likheter og ulikheter. Kategorisering vil også åpne opp muligheten for sammenligning av idéer innenfor samme kategori.

3.1 Kategorier

Rullemekanisme kategorien, som tar for seg alle ideene som hadde en form for rulle som la på pakkematerialet. Gruppen så fort at dette ville være mer ideelt som et delsystem for de andre idéene. Dette er begrunnet med at idéene i stor grad ikke tilbød noen fin måte å pakke inn både den fine- og den bustede enden, i tillegg til at systemet må kunne holde bunten samlet og sørge for at materialer ikke faller av under operasjon, og da er et hjul eller en rulle som følger sidene av bunten ideelt.

Neste kategori er *Krympefunksjon*, hvor idéer som innebærer bruk av krympeplast og andre typer elastisk emballasje er plassert. Disse idéene, hvor emballasjen kan forme seg etter bunten, er løsninger som i stor grad holder seg unna brettemekanismer, og er derfor aktuell.

Videre har gruppen tatt inspirasjon fra hvordan et juletre blir pakket inn. Denne kategorien har fått navnet *Sokk*. Disse idéene dreier seg rundt sending av materialbunten gjennom en åpning og inn i en sokk av emballasje, hvor emballasjen blir lukket. Lukkingen av emballasjen kan utføres ved å smelte den sammen, binde den sammen, feste med metallringer eller ved å stifte begge ender. Et problem gruppen så for seg, som senere ble bekreftet av Rune Frogner fra Moelven Numedal AS [1], er at det ikke blir nok lufting for materialene. Lufting er essensielt for å bevare det impregnerte plankematerialet.

Noe man ikke slipper unna når man tenker på en maskin som skal pakke inn en bunt med plankematerialer, er en form for *Brettemekanisme*, som da er neste kategori. Det er i denne kategorien alt av robotarmer og andre løsninger som krever en brettemekanisme er plassert.

Siste kategori er kategorien *Roterende*. Disse idéene baserer seg på å pakke inn bunten på samme måte som en høyballe. For å pakke inn bunten på denne måten blir en smalere plast-rull tvinnert rundt bunten helt til den er pakket. Dette kan føre til at emballasjen ikke lenger er vanntett, noe som er spesifisert i kravene. En annen utfordring blir å kunne emballere toppen av bunten uten å dekke til bunnen, noe som igjen skaper problemer med lufting, i likhet med idéene i *Sokk* kategorien

3.2 Tabell

De ulike idéene ble kategorisert som i tabellen under. Etter å nå ha kategorisert alle idéene kunne man begynne å eliminere hvilke idéer som ikke oppfylte kravene. Dette betydde da at alle idéene i Sokkog Roterendekategorien ikke lenger var tilfredsstillende nok som en løsning alene, men kan bli brukt som delsystemer i den endelige løsningen.

		Kategori				
		Rullemechanisme	Krympefunksjon	Sokk	Brettemekanisme	Roterende
Idé	6	3	11	2	1	
	8	10	16	5	4	
	13	12		9	7	
	15			14		

Tabell 1: Kategorisering av idéer

4 Pugh matrise

4.1 Vektlegging

Kompleksitet

Dette er noe gruppen knyttet opp mot kostnader til produksjon av selve systemet og drift. Et mer komplekst system vil også kreve mer design og derfor økt kostnad. Dette er noe gruppen vektla lavt med tanke på at systemets kompleksitet ikke skal være noe hindring for systemets produksjon.

Innovativt

Siden dagens marked ofte ønsker innovative løsning har gruppen valgt å legge med dette punktet. At produktet skal være innovativt er noe som gruppen anser kan være et godt salgsargument og hjelper bedriften frem til en god plassering i markedet. Dette ble vektlagt noe høyere enn kompleksitet. Dette er grunnlagt ved at innovasjon er positivt, men det er viktigere at systemet er lønnsomt ovenfor at det er innovativt.

Innkjøpskostnad

Dette punktet rangere kostnaden for utvikling av systemet. Her legges det da spesielt vekt på materialbruk, komponenter som implementeres og designkostnader. Innkjøpskostnaden har en middelsvektlegning for selv om det er viktig at systemet ikke utgjør en stor økonomisk risiko å anskaffe i første øyekast kan den fortsatt lønne seg om driftskostnaden er lav.

Driftskostnad

Et hvert system som gjennomgår en syklus eller oppgave med mekanisk bevegelige deler, vil oppleve slitasje i form av friksjon, varme og ytre påvirkninger. Tanken bak dette punktet er da å rangere hvert enkelt konsept ettersom hvor mange bevegelige deler systemet består av, i hvilken grad det er nødvendig med manuell manipulering, forbruk av olje/smøring osv. Dette er noe gruppen vektla høyt, med tanke på at en potensiell kunde ønsker et system som lønner seg i lengden.

Forbrukskostnad

Her ser gruppen for oss materiell i form av emballasje, stifter, knivblader, teip osv. I møte med Moelven sagbruk ble det gjort klart at selve pakkingen av materialbuntene er ansett som en direkte utgift til sagbruket. For å oppnå en størst mulig kundeportefølje vil det være et godt argument at systemet klarer å optimalisere all form for bruk av forbruksmateriell. Dette er også noe gruppen vektla høyt, av samme grunnlag som med driftskostnaden.

Vedlikehold

Det skal legges vekt på at systemet skal kunne vedlikeholdes uten store utfordringer. Det gruppen legger i dette vil da være ting som omhandler HMS for operatør og fysisk tilgjengelighet til maskinens komponenter. Dette er også noe gruppen vektla høyt med tanke på HMS og hvor krevende vedlikeholde rundt systemet er.

Montering

Systemet skal enkelt kunne monteres sammen hos kunden. Tilpassing til eksisterende omgivelser i kundens lokaler er noe gruppen kan se for oss at kan bli en utfordring. Gruppen ser for oss da at systemet vårt bør kunne settes sammen av forskjellige moduler som er lett å håndtere for 1-2 montører. Grunnlaget for en noe lav vektlegning er for dette heller ikke skal være noe stor hindring for at en idé skal bli en realitet

Gulvplass

Det er ønskelig for vår oppdragsgiver at systemet skal ta så lite gulvplass som mulig. Dette fikk gruppen også se på et besøk hos Moelven sitt sagbruk i Numedal. Her var det forholdsvis liten gulvplass i pakkeområdet. Gruppen har ikke satt noe spesifikt krav med mål på hva liten gulvplass er, men så lite som mulig bør være en retningslinje for design. Dette ble da høyt vektlagt høyt.

Avfall

Mye av dagens maskiner produserer store mengder avfall og forsøpling. Ved avfall menes; væsker, gasser og forbruksavfall. Dette er noe gruppen ser for oss at vårt system skal gjøre til et minimum og fikk derfor en middels vektlegning.

Logo

Som et krav fra vår oppdragsgiver, vil fremvisning av logo på materialbunten etter pakking være en selvfølge. Logoen skal vises som mest mulig lik original logo. Dette ble vektlagt høyt.

4.2 Pugh matrise

		Idé nummer															
	Vekt	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Kompleksitet	1	-	0	+	-	+	+	+	0	-	0	0	+	+	-	+	+
Innovativitet	3	+	+	-	+	-	-	-	-	+	-	0	0	-	-	0	-
Kostnad																	
Initial	6	-	-	+	0	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	0	0
Drift	10	0	+	0	0	0	0	0	-	0	-	0	+	0	+	+	0
Forbruk	9	-	0	-	-	-	0	-	0	0	-	-	-	0	0	0	0
Vedlikehold																	
Vedlikehold	7	0	+	-	-	+	-	0	0	+	+	+	+	-	+	+	+
Montering	3	-	0	+	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Gulvplass	8	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Avfall	5	0	0	+	+	-	0	+	0	0	+	+	0	0	0	0	0
Logo	7	-	+	-	-	+	+	-	+	+	+	-	-	+	+	-	+
SUM																	
SUM		-31	29	-3	-27	9	15	-2	-7	21	2	13	19	15	25	22	17

Tabell 2: Pugh matrise

5 Valg av idéer

Etter sammenlikning av idéene ved hjelp av Pugh matrise og kategorisering, har man kommet fram til hvilke idéer som kan være bedre egnet enn andre. Gruppen valgte å gå dypere inn i seks av idéene som potensielle løsninger for pakkemaskinen. Dette vil gjøres ved å se på de åpenbare fordelene og ulempene til løsningen samt en åpen diskusjon rundt alle idéene.

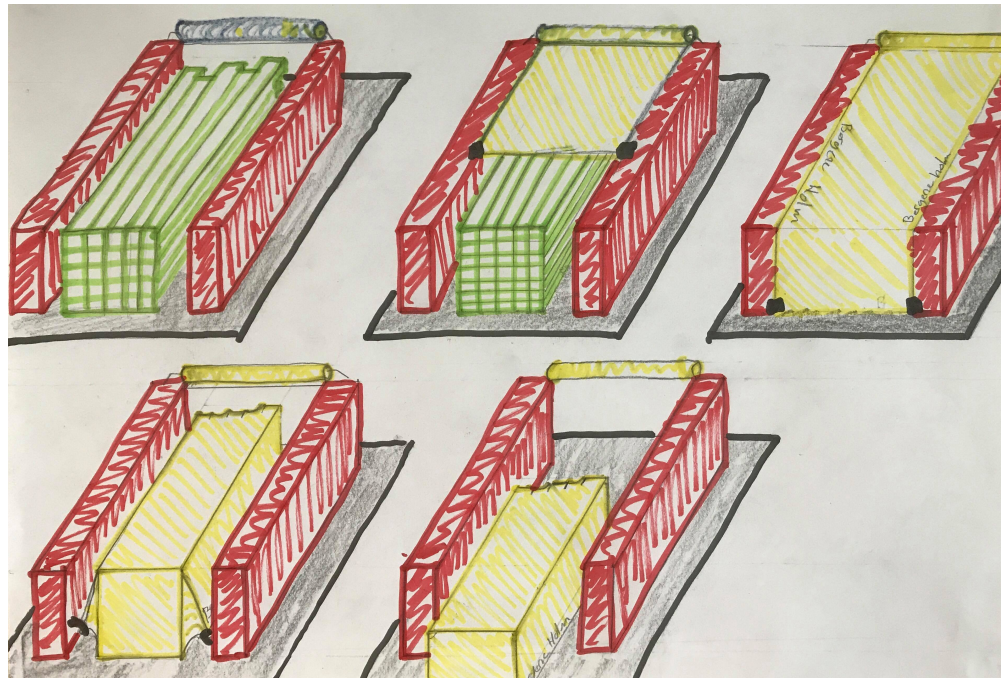
5.1 Idé 2

Fordeler:

- Enkelt å implementere flere nødvendige komponenter.
- Enkelt å vedlikeholde.
- Logo vil være lik original tilstand.
- Blir bunten pakket stramt nok er det ikke nødvendig med stifter.
- Emballasjen kan bli stiftet til seg selv.

Ulemper:

- Avansert å pakke bustenden.
- materialbunten må komme inn fra baksiden og kan ikke settes inn via siden.



Figur 17: Idé 2

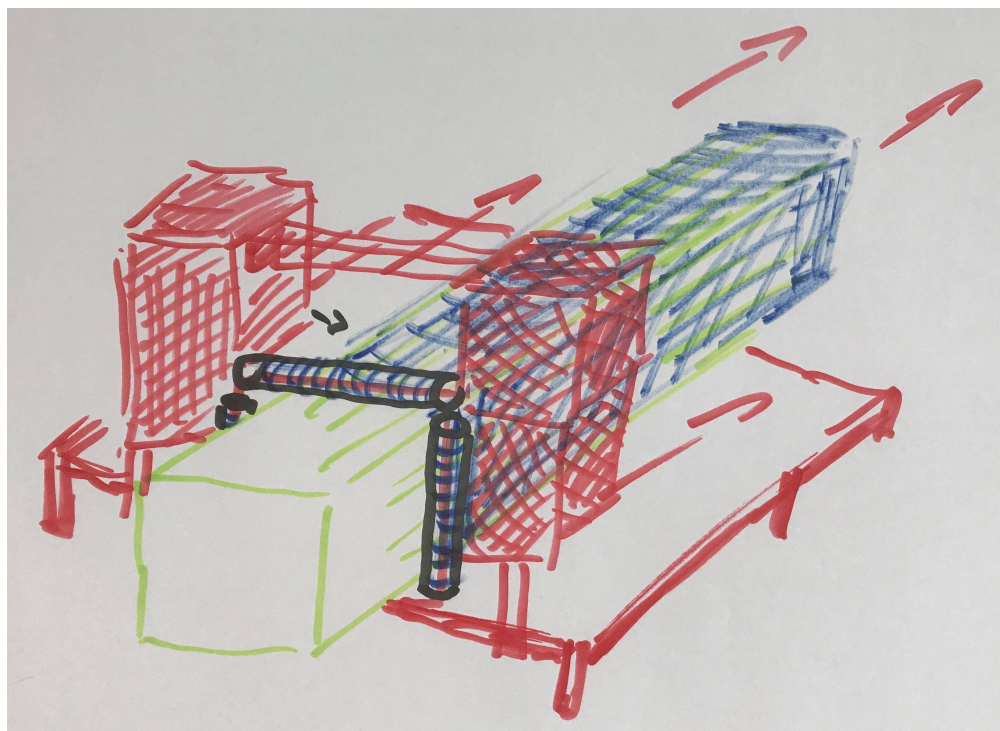
5.2 Idé 6

Fordeler:

- Logo blir som ønskelig.
- Lite/ingen plastsvinn.
- Lavt vedlikehold.
- Tett og fint pakket.

Ulemper:

- Høy startkostnad.
- Kan bli avansert å pakke bustenden.



Figur 18: Idé 6

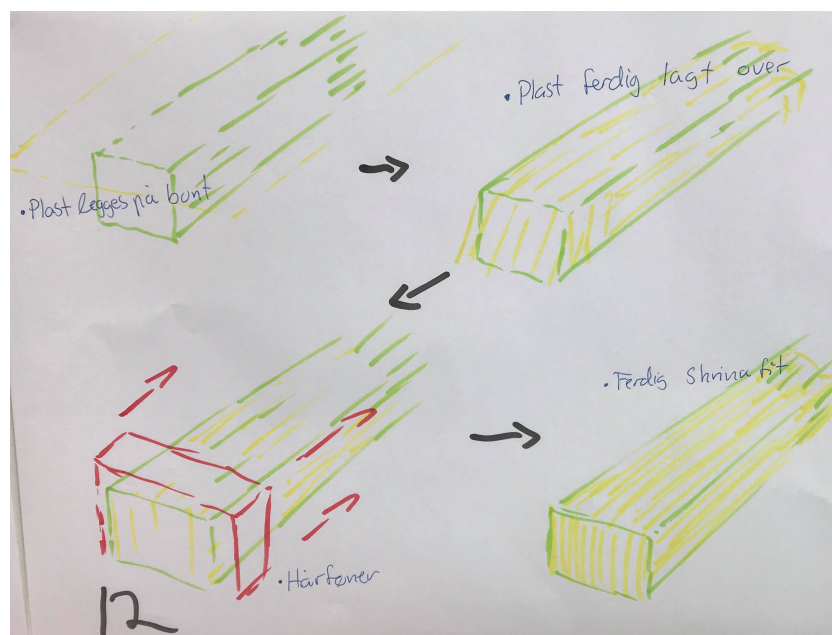
5.3 Idé 12

Fordeler:

- Lite plastsvinn (i og med at plasten vil bli uniform med bunt etter krymping).
- Ingen brett.
- Med krympeplast blir det relativt enkelt å pakke inn bunter med forskjellig fasong.
- Plast uten brettekanter vil gjøre denne løsningen mer sikret mot vann.
- Denne løsningen vil ta opp relativt lite gulvplass da varmemodulen ikke blir mye bredere enn bunten selv.

Ulemper:

- Krever et nærliggende system som legger plasten på toppen av bunten (eller manuell pålegging).
- Dårlig drenering om plasten sitter helt inntil lavere del av bunt.
- Plasten som legges på må være tilpasset høyden til bunten for god drenering. Det må også tilpasses i forhold til bust-enden før plasten legges på.



Figur 19: Idé 12

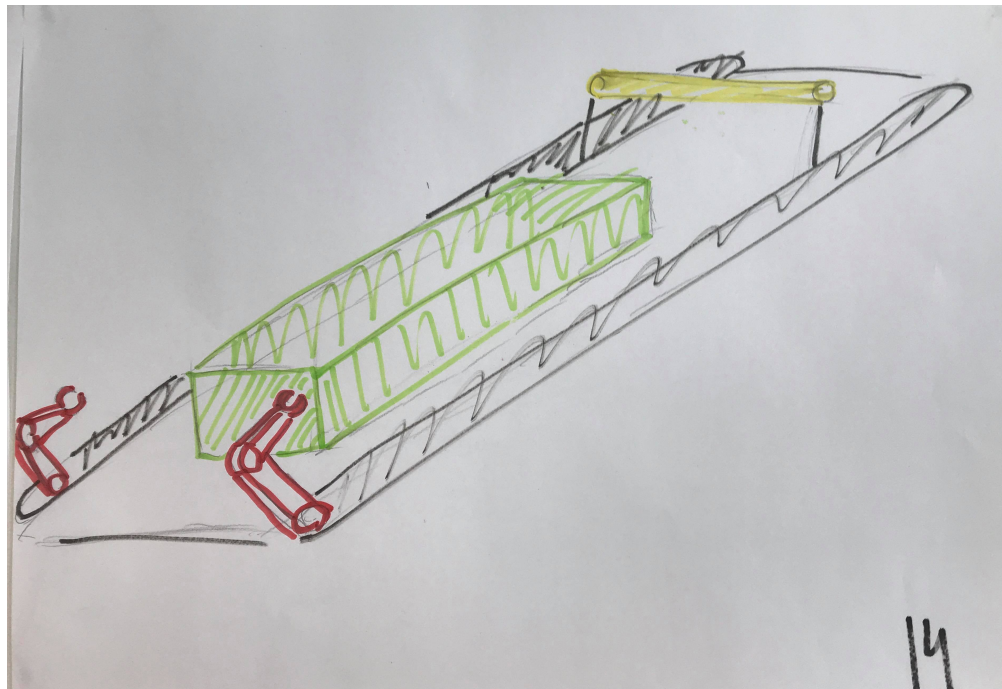
5.4 Idé 14

Fordeler:

- Enkelt og presist pakke og brette begge ender.
- Lavt vedlikehold.
- Minimalt med svinn av forbruksvare.
- Enkelt å vedlikeholde.

Ulemper:

- Høy startkostnad.
- Kan bruke lang tid.
- De fleste armene rekker ikke til begge endene av bunten.
- Dyrere og krever mer tid for å masseprodusere enn konseptet med egenbygget mekanikk



Figur 20: Idé 14

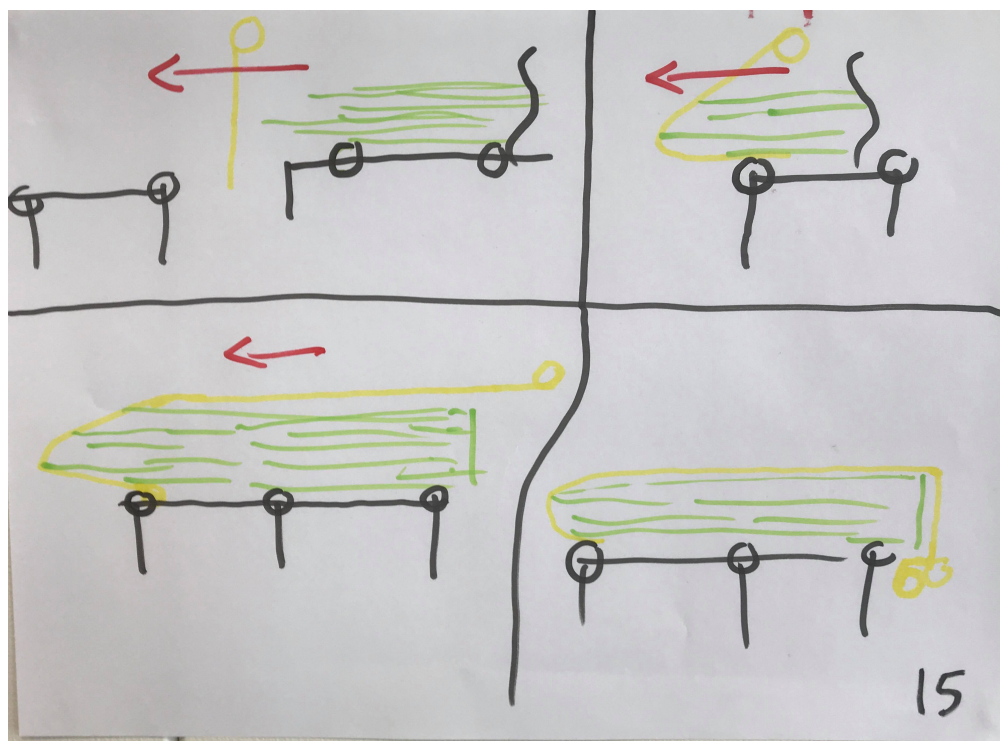
5.5 Idé 15

Fordeler:

- Systemet har få bevegelige deler.
- Bustenden får en tett og fin emballasje rundt seg.
- Hurtig prosess.
- Tettsittende emballasje.

Ulemper:

- Logo vil mest sannsynlig ikke bli symmetrisk og riktig fremstilt.
- Restkapp mtp. forskjellige dimensjoner som skal pakkes.



Figur 21: Idé 15

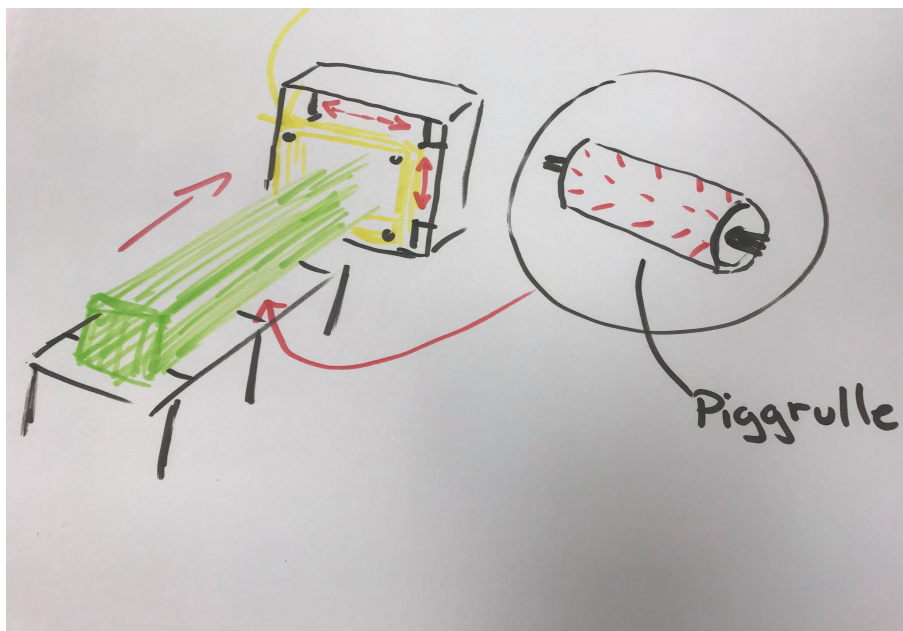
5.6 Idé 16

Fordeler:

- Lite/ingen kast av emballasje-material.
- Ingen kompliserte pakkemekanismer, ergo, billig å produsere.
- Lett å vedlikeholde.
- Tar lite plass.
- Rask pakking.
- God plassering av logo.
- Gir god tetting av bustende.

Ulemper:

- Drenering/lufting vil ikke bli like optimalt som plastfri underside.
- Kan være upraktisk i forhold til mindre buntstørrelser.
- Den ikke-bustete enden vil ikke bli pakket like fint som bustenden.



Figur 22: Idé 16

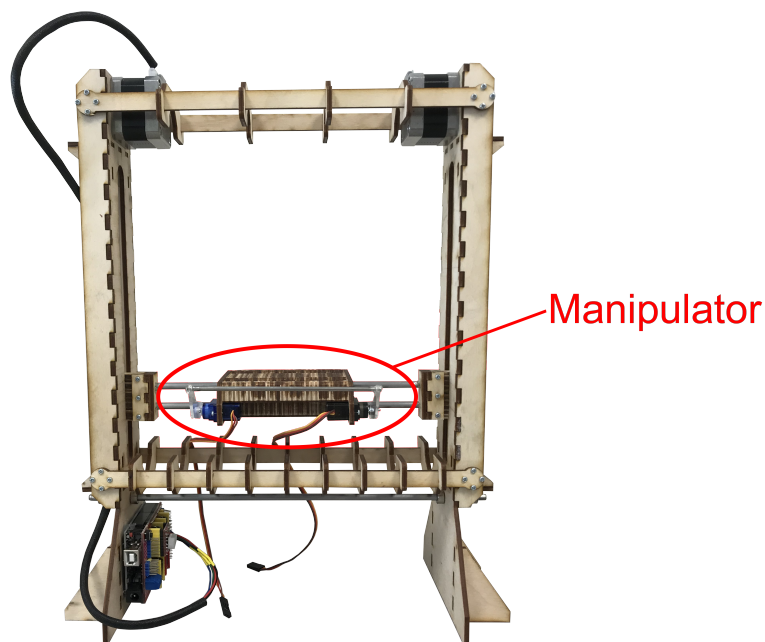
6 Konklusjon

Etter en gjennomgang av fordelene og ulempene til de forskjellige idéene har gruppen valgt seg ut de mest fremtredende delsystemene som det skal fokuseres på videre. Utvalg av delsystemer fra idéene er gjort hovedsakelig fordi vi så fordeler og ulemper med flere av idéene som helhetlige systemer. Gruppen ønsket å velge ut de delsystemene som var best egnet til å utføre sine arbeidsoppgaver. Enkelte av idéene vi har kommet opp med er også i seg selv delsystemer, dette bidro til at gruppen enklere kunne kombinere noen av disse for å komme frem til best egnet løsning.

6.1 Delsystemer

6.1.1 Plastpålegger

Ved hjelp av sensorer skal maskinen se hvor stor bunten er og tilpasse emballasjen deretter. Bunten beveger seg inn mot maskinen og manipulatoren vil bevege seg opp mot emballasjerullen på toppen av systemet, ta tak i emballasjen for deretter å trekke denne ned til bunn av systemet. Maskinen vil så holde emballasjen inntil undersiden av bunten og stifte den fast. Manipulatoren vil deretter stå i ro mens bunten beveger seg gjennom systemet og emballasjen blir lagt pent over bunten. Til slutt vil manipulatoren gripe tak i emballasjen og holde denne inntil undersiden av bunten, stifte på plass og kutte plasten.



Figur 23: Prototype av plastpåføringen

6.1.2 Stiftemekanisme

Som nevnt tidligere vil emballasjen stiftes på undersiden av bunten. Det er kun én stiftemaskin på hver side av manipulatoren som skal kunne bevege seg langs x-aksen ved stifting. Det vil bli satt 4 stifter på hver siden av bunten. Mekanismen skal være hel-elektrisk, og skal kunne enkelt fylles på.

6.1.3 Kuttemekanisme

Her ser vi for oss at en kniv beveger seg på ei skinne langs x-aksen. Denne skal være hurtig og bevege seg ved hjelp av elektrisk motor og beltedrift.

6.1.4 Brettemekanisme

Her vil det bli brettet et lite stykke etter emballering. Steg 1 vil være å brette sidene opp 45 grader, for deretter å brette toppen ned langs siden slik at den flukter med kanten på bunten. På en slik måte vil vi oppnå en fullstendig vanntett pakke som ser pen ut og viser frem logoen slik vi ønsker.

7 Referanser

[1] Lumberpack. Møtereferat fra møte med Moelven Numedal, 15.03.19.



Oppfølgingsdokumenter

Skrevet av:

Morten A. Auke

Edris Karimi

Lars Jerijervi

Herman Severin Nilsen

Jonas Tveita Hjalland

22. mai 2019

Dokumenthistorikk			
Utg.	Dato	Beskrivelse	Forfatter
1.1	19.05.19	Lagt inn timelister og fylt ut ukesrapporter fra uke 12 til 21	LJ
1.0	21.03.19	Dokument opprettet	

Abstrakt

Dette dokumentet har til hensikt å samle ukesrapportene prosjektgruppen har skrevet så langt. Det vil bli gitt en oversikt over hva som har blitt gjort de ulike ukene og hva som har blitt planlagt for uken etter. Ukesrapportene tar ut det viktigste fra oppfølgingsdokumentene, dette inkluderer ikke individuelt arbeid. Det individuelle arbeidet er oppført i oppfølgingsdokumentene. Det er også lagt med en timeliste hvor det er oppført arbeidstimer for de ulike ukene.

Innhold

1	Ukesrapporter	1
1.1	Uke 2	1
1.2	Uke 3	2
1.3	Uke 4	3
1.4	Uke 5	4
1.5	Uke 6	5
1.6	Uke 7	6
1.7	Uke 8	7
1.8	Uke 9	8
1.9	Uke 10	9
1.10	Uke 11	10
1.11	Uke 12	11
1.12	Uke 13	12
1.13	Uke 15	13
1.14	Uke 16	14
1.15	Uke 17	15
1.16	Uke 18	16
1.17	Uke 19	17
1.18	Uke 20	18
2	Timeliste	19
3	Referanser	26

1 Ukesrapporter

1.1 Uke 2

Hva har blitt gjort:

- Research rundt scrum som prosjektmodell.
- Bestemt kontaktperson (Morten).
- Ringt og pratet med Dan (ekstern veileder).
- Får svar på mail på mandag og evt. tid for møte blir mulig torsdag 17. hos FMC

Hva skal gjøres:

- Få oppgavebeskrivelse og booke et møte med FMC.
- Gjøre ferdig 3D-printet modell av subsea ventiltre.
- Utarbeide en prosjektplan.

1.2 Uke 3

Hva har blitt gjort:

Denne uken har vi gjort research om ROV, ROVCON-systemet og andre aktuelle ting. Deretter luftet vi noen idéer om hvordan oppgaven kan utføres. Det har også blitt utformet en grov prosjektplan, vi har fått oppgavebeskrivelse, krav og møteinnkalling fra FMC. Neste møte med den eksterne bedriften blir mandag 21.01.19 kl. 09:30-11:00. Så fort dette var mottatt begynte vi å forberede oss til møtet ved å formulere spørsmål til krav og oppgaven. I denne ukens møte med intern veileder, gikk vi igjennom oppgavebeskrivelsen og spørsmålene vi har laget til FMC. Dette for å få lagt til nye spørsmål og få formulert spørsmålene bedre. Helt på slutten har vi fylt ut og endret på dokumenter som skal være med på møtet til FMC i neste uke.

Hva skal gjøres:

- Utarbeide kravspesifikasjoner, testplan og prosjektplan.
- Avholde med FMC.

1.3 Uke 4

Hva har blitt gjort:

Denne uken startet med et møte med FMC, mandag 21.01.19. Vi hadde forberedt noen spørsmål angående oppgaven og kravene som de hadde tilsendt oss. Det var en del ting som dukket opp under møtet med bedriften (se eget møtereferat [1]). Etter møtet med bedriften bestemte vi oss for å sette dato for første presentasjon mandag 04.02.19 hvor både ekstern og intern veileder kunne møte opp.

Det har blitt utarbeidet flere utkast av problemstillingen og vi har fordelt arbeidsoppgaver og arbeidstitler. I ukas møte med intern veileder gikk vi først og fremst gjennom møtereferatet fra møte med bedriften. Vi gikk også gjennom innholdet til første presentasjonen om hva som er relevant også med tanke på testplan. Vi kom frem til at denne baserer seg på kravspesifikasjonene til produktet vi skal designe.

Vi startet med å sette oss inn i prosjektmodellen Scrum, men vi har kommet frem til at Kanban passer oss bedre på grunn av at denne modellen ikke inneholder de forhåndsbestemte sprinter og heller ingen direkte leder eller produkteier. Vi har nå hengt en kanbantavle på veggen som gir oss en veldig god oversikt over hva som må gjøres, og hvem som gjør hva. Vi har også laget en elektronisk versjon på Trello.com som vi kan følge med på når vi jobber hjemme.

Hva skal gjøres:

- Forberedelser til 1. presentasjon.
- Ferdigstille dokumentasjon (prosjektplan, testplan og andre dokumenter) før torsdag kl 13:15.
- Opprette og forberede selve presentasjonen.
- Sende purremail angående signering av kontrakt og valg av ekstern sensor til bedriften.

Notis:

Hente underskrevet kontrakt fra bedriften og sørge for at bedriften stiller opp med ekstern sensor

1.4 Uke 5

Hva har blitt gjort:

Mandag fikk vi mail fra FMC om at de ikke hadde sensor tilgjengelig nå, men kanskje de klarte å stille med én om 2 uker. Derfor kalte vi inn til et hastemøte med intern veileder og intern sensor for rådgivning om hvilke muligheter vi har for videre arbeid. Etter møtet ble vi enige om å sende mail til Tronrud Engineering, hvor vi fikk svar på kvelden samme dag. De hadde en oppgave som går ut på å designe en pakkemaskin til byggematerialer. Vi ble enige om å bytte oppgave og avslutte vårt samarbeid med FMC. Dermed avtalte vi et møte med Tronrud Engineering onsdag i uke 6. Resten av uken har gått til å utforme dokumenter, research av ny bedrift og prosjektplan. Vi fikk utdelt webområdet denne uken, hvor på vår dataingeniør har lastet opp et utkast av nettsiden. Denne vil bli oppdatert gjennom hele prosjektet.

Hva skal gjøres:

- Onsdag 06.02.19 skal vi møte med Øistein Røste fra Tronrud Engineering, hvor vil få mer informasjon om oppgaven.
- Mot slutten av neste uke skal vi utvikle en modell vi skal bruke i Presentasjon 1. Denne modellen skal ikke være noen form for et sluttprodukt, men skal være et verktøy gruppen vår kan bruke til videre utvikling av konsept.
- Modellen vi ønsker å ha med til presentasjon 1 skal ferdigstilles.
- Bestemme dato for presentasjon 1.

Notis:

Avsluttet arbeidet med FMC og fått ny oppgave fra Tronrud Engineering AS.

1.5 Uke 6

Hva har blitt gjort:

Mandagen ble brukt til å utfylle dokumentasjonen vi hadde så langt. I tillegg forberedte. På møtet ble det diskutert krav, gruppen fikk informasjon om oppgaven og lagt frem retningslinjer og presentasjonsdato [2]. Oppgaven går ut på å lage et system som pakker inn plankestabler med bustende. I tillegg ble nettsted samt logo for prosjektet oppdatert til å bedre reflektere et samarbeid med Tronrud Engineering og oppgaven vi fikk utdelt. Torsdagen gikk til å forme krav ut ifra møte på onsdagen. Vi hadde også møte med Kjell, hvor han ble oppdatert om hva oppgaven gikk ut på. Gruppen fikk også bekreftet at Svein Steinsvik skal være ekstern sensor. Fredagen ble fylt med arbeid med dokumentasjon, utforming av krav, risikoer, test prosedyrer og justering av prosjektplan. Tidspunkt for første presentasjon er fredag 15.02.19 klokken 13.00-15.00. Vi er i gang med utvikling av en modell som illustrerer hvordan dagens metode med rullebånd fungerer. Dette ikke bare i hensikt for presentasjon, men mer for at gruppen lettere kan se for oss hvordan det ser ut. Lørdagen fortsatte fredagens gjøremål, hvor gruppen gikk i gjennom kravene og sørget for at alle var enig. Et første utkast av prosjektplanen var også på plass, hvor gruppen gikk igjennom innholdet og utformingen for videre dokumenter. Uken avsluttet med utforming av dokumentasjon. I løpet av søndagen var en foreløpig risikoanalyse på plass og gått igjennom i plenum. En testplan var også utformet og det ble gjort research rundt HMS med tanke på systemet gruppen skal produsere.

Hva skal gjøres:

- Innen tirsdag kveld skal dokumentasjon være på plass og rettet.
- Resten av uka skal gå til forberedelse av presentasjonen som avholdes fredag 15.02.
- Modellen vi ønsker å ha med til presentasjon 1 skal ferdigstilles.

1.6 Uke 7

Hva har blitt gjort:

Revidert og rettlest alt av dokumenter som skal inn til første presentasjon. Onsdag leverte gruppen inn alt av dokumentasjon. Tidligere på onsdag ble det også avholdt et møte med intern veileder hvor vi gruppen fikk tilbakemeldinger angående dokumentasjonen. Fredag var den store dagen for presentasjon 1. Alle inviterte var tilstede og vi fikk hilst på ekstern sensor. Presentasjonen gikk veldig bra og vi er fornøyde med egen innsats. Gruppen hadde en kort samtale med bedriften på kontoret etter presentasjonen. Her fikk vi mulighet til å stille konkrete spørsmål rundt prosjektet. Ift. det vi har lurt på rundt krav til maskiner som omhandler HMS, forteller bedriften at det finnes et helt hav med retningslinjer i utvikling av maskiner. Vi ble oppfordret til å belage oss på å måtte designe etter disse reglene, spesifikt etter maskindirektivet (60204). Vi vil gjøre ytterligere research her og bekrefte at vi har riktige krav med bedriften. Ellers så kunne vi designe ved bruk av skjønn.

Hva skal gjøres:

- Fylle inn flere krav ettersom vi finner dem, strukturer testplanen vår, og hvordan vi ønsker å teste ut hvert enkelt krav.
- Se på prosjektplan og muligens planlegge i henhold til kravspesifikasjoner.
- Idéutvikling og research rundt forskjellige løsninger.
- Fylle backlog med oppgaver hentet fra krav, research og idéer.

Notis:

Presentasjon 1 gjennomført. Vi har bygget opp et godt fundament for prosjektet med tanke på struktur av dokumentasjon og interne forventninger til gruppens medlemmer. Vi gleder oss nå til å starte med konseptutvikling og prototyper.

1.7 Uke 8

Hva har blitt gjort:

Mandag ble brukt til å ta igjen arbeid i forbindelse med våre enkeltfag. Dette pga. at gruppen tidligere har brukt to tirsdager til bacheloroppgaven. Gruppen har lagt til flere oppgaver i backloggen slik at vi har noe å ta av. Videre denne uken har det blitt lagt til noen flere krav i kravspesifikasjonene, dette i forbindelse med grafisk brukergrensesnitt og også i forbindelse med maskindirektivet. Testplanen har også blitt oppdatert og det har blitt lagt til testmetoder for hvert krav. Det har også blitt utarbeidet en grov framdriftsplan. I forbindelse med idémyldring/idéutvikling har gruppen kommet opp med flere mulige løsninger og gjort litt research i forbindelse med disse.

Hva skal gjøres:

- Gruppen avventer svar fra Tronrud.
- Sammenlikning av idéer ved hjelp av Pugh Matrix.
- Velge ut 4-5 idéer som vi vil jobbe videre med.
- Besøke Bergene Holm og TE.

1.8 Uke 9

Hva har blitt gjort:

Vi har kommet opp med 15 forskjellige idéer og konsepter til oppgaven. Fase 2 av denne har vært å kjøre hvert enkelt konsept gjennom pugh-matrise. Dette har gitt forskjellige verdier tilknyttet konseptet. Ved hjelp av disse verdiene kunne vi fastslå hvilke konsepter vi skulle gjøre et dypdykk i. Valget havnet på 5 forskjellige konsepter. Disse fordelte vi imellom gruppelemmene, hvor hvert gruppe medlem dykker i sitt eget konsept. Vi har også delegert arbeid oss imellom som innebærer research om pneumatiske/elektriske aktuatorer, forskjellige typer krympeplast, sensorer osv. Vi har fått avtalt møte med Tronrud Engineering førstkommande fredag 07.03.19 kl. 13:00 i Hønefoss.

Hva skal gjøres:

- Besøke TE 07.03.19
- Videreutvikling av idéer.
- Videre research av løsninger.

Notis:

Foreløpig ligger vi godt an med konsepter og ser frem til å få diskutert disse med bedriften.

1.9 Uke 10

Hva har blitt gjort:

Onsdag 06.03.19 fikk vi mail fra oppdragsgiver om at morgendagens besøk hos dem bør avlyses grunnet veileder ble nødt til å utføre et annet ærend. For at vi skal kunne diskutere konsepter og idéer bør veileder være tilstede. Det ble derfor besluttet at besøket flyttes frem til neste tirsdag 12.03 klokken 13:00. Frem til dette vil vi gjøre et mer teknisk dypdykk i de fem konseptene vi ønsker å diskutere videre med TE. Vi vil også finpusse på fremdriftsplanen, og se nærmere på krav knyttet opp mot konsepter. Fredag 08.03.19 hadde vi veiledermøte. Fredag 15.03.19 klokken 10:00, har vi avtalt bedriftsbesøk hos Moelven i Numedal. Dette er et sagbruk/høvleri, og vi ser for oss at besøket vil gi oss bedre innsikt i hvordan hele prosessen fungerer.

Hva skal gjøres:

- Møte med TE
- Fylle ut kravspesifikasjoner som baserer seg på endelig konsept.
- Starte CAD av komponenter av endelig konsept.
- Teste og revidere komponenter ettersom de blir klare.
- Møte med Moelven sagbruk, Numedal. Fredag, 15.03.19, 10:00.
- Bestemme dato for 2. presentasjon.

Notis:

Vi har hatt et lite tilbake steg ettersom møtet med TE ikke lot seg gjennomføre som planlagt. På en annen side gir dette oss muligheten til å bli enda bedre kjent med hvert av de 5 konseptene vi har frem til nå.

1.10 Uke 11

Hva har blitt gjort:

Denne uken startet det med forberedelse til besøk hos TE, hvor vi hadde med oss kravspesifikasjonen til godkjenning, gjennomgang av konsept dokumentet og noen spørsmål angående material bunten. Onsdag hadde vi møte med intern veileder hvor det ble snakket om besøket hos TE, presentasjon 2, konsepter og om fullskala av systemet. Det har blitt brukt mye tid på diskusjon og research rundt valg av det endelige konseptet. Hvert gruppemedlem har dykket inn i det tekniske rundt de 5 konseptene som vi hadde med oss til TE. Vi har undersøkt på forskjellige brette mekanismer og hvordan emballasjen skal legges over materialbunten. Vi valgte å se nærmere på konsept 5 og 6. Konsept 5 er da et system som er sammensatt av flere andre delsystemer, og konsept 6 går bare ut på å plassere av emballasjen, og ikke hvordan den skal bli pakket. På fredag dro vi på besøk til Moelven Numedal AS, hvor vi fikk informasjon om de forskjellige materialbuntene som ble pakket. Her ble det pakket både precut materialer og med bustende. Det var en veldig spennende og lærerikt besøk, hvor vi fikk svar på en del spørsmål som hjalp oss med valg av det endelige konseptet.

Hva skal gjøres:

- Frem til presentasjon 2 som er 25.03.19, så skal vi dykke inn i det tekniske rundt konseptet som vi har valgt.
- Fortsette å modellere deler til en prototype.
- Holde dokumenter oppdatert.
- Opprette teknisk dokument.

1.11 Uke 12

Hva har blitt gjort:

Uken som har vært har bestått av forberedelser til presentasjon 2 og utvikling av testplattform. Gruppemedlemmene og gruppens dynamikk har virkelig fått prøvd seg ut med tanke på lange arbeidsdager og mye samarbeid. Dette gikk faktisk veldig bra. Vi har produsert en testplattform vi ønsker å bruke til utvikling og testing av delsystemene vi har valgt å bruke videre. Testplattformen er noe vi anser som et godt verktøy for hele gruppen til å visuelt dele og utvikle delsystemer. Målet med plattformen frem til presentasjon 2, vil være å vise frem delsystemet med pålegging av emballasje. Det er ikke ferdig utviklet, så vi har noe å jobbe med der.

Hva skal gjøres:

- Utvikle og teste flere delsystemer.
- Utvikle første utkast av brette mekanisme som utnytter bevegelsen til bunten.
- Brukergrensesnitt utvikles i samkjør med utvikling av delsystemer.

1.12 Uke 13

Hva har blitt gjort:

Denne uken har presentasjon 2 blitt avholdt. Videre har gruppen fortsatt med teknisk arbeid. Det har foregått videre utvikling av mekanismer, spesielt fokus på brettemekanismen. Brukergrensesnittet har blitt jobbet videre med, dette innebar å fortsette på en tidligere versjon som kan samarbeide med Arduino. Brukergrensesnittets funksjoner og metoder for 3D modellering har blitt videre utforsket.

Hva skal gjøres:

- Uke 14 vil gå til eksamenslesing.
- Maskin og elektro har eksamen 05.04.19 og data har 04.04.19.

Notis:

Presentasjonen gikk bra. Det var godt med oppmøte blant interne og eksterne, samt tilskuere, dette setter vi pris på. Vi brukte en del tid i helgen på utvikling av testplattformen hvor vi kjørte øving til presentasjonen mellom slagene. Til presentasjonen hadde vi gjort klar en liten demonstrasjon på hvordan pålegging av emballasje vil forgå, men siden Mr. Murphy alltid er tilstede greide vi å svi av et motorskjold 20 minutter før presentasjonen. Dette ble febrilsk forsøkt å rette opp i, uten hell. Vi syntes allikevel at vi fikk forklart funksjonen av testplattformen på en god måte.

1.13 Uke 15

Hva har blitt gjort:

Det ble tidligere snakket internt om hvorfor undersiden av pakken måtte være helt åpen. Vi er alle innforstått med at den ikke kan være helt tett, men må den virkelig være helt åpen? I forbindelse med dette har vi satt i gang en tørke-test av 6 forskjellige material bunter. Vi gikk til innkjøp av fuktighetsmåler, plastemballasje fra Montér, og noen lengdemeter med 10x48, sløyfer. Samtlige ble pakket inn i tett emballasje og deretter fått emballasje fjernet fra undersiden. her 10, 20, 30, 40, 50 og 100 prosent. Målet med denne testen er å se om vi kan få ut en graf for hvert enkelt testobjekt som forteller oss noe om tørkeprosessen. Objektene har blitt plassert i et rom som viser 0 prosent fuktighet med tanke på å få raske testresultater.

Vi har kontaktet flere bedrifter som leverte krympeplast. Blant disse var det to som svarte på kort varsel. Det ene firmaet hadde noen rester som vi kunne dra å hente i Råde i Østfold. Her fikk vi tak i tre forskjellige typer plast som vi kunne benytte til testing. Alpha Solutions, som leverer krympeplast, hadde ikke tid til å hjelpe oss. Derfor fikk vi oppgitt kontaktinformasjonen til en representant fra KDA her i Kongsberg som bruker krympeplast rundt diverse militært utstyr når disse skal leveres til kunder. Fredagen reiste vi til KDA, Arsenalet, hvor vi møtte representanten. KDA var meget behjelpelig, og vi fikk flere meter med krympeplast og diverse tilleggsutstyr (teip, luftsluse etc.) Representanten fra KDA ville også stille med en krympeplast-ekspert som kan vise oss hvordan man skulle behandle plasten, om vi ønsket dette. Målet vårt ila. neste uke vil være å teste ut krympeplasten rundt et nedskalert rektangulært objekt. Vi har sett på forskjellige måter å tilføre varme for å starte krympeprosessen, hvor vi har prøvd ut elektrisk varmepistol og propanbrenner. Vi har kjørt testing med varmluftpistol, hvor vi rigget pistolen med en bestemt avstand fra testeksempelaret (plastbit). varmepistolen leverer 2kw og avstanden 100 mm. Vi tok tiden og brukte infrarød termometer på hvert enkelt testobjekt.

Hva skal gjøres:

- Observere testobjektene med 24 timers mellomrom.
- Videre utvikling av mekanismer og valg av ulike komponenter.
- Fortsette med utvikling av brukergrensesnitt.
- En tidlig versjon av brukergrensesnittet skal ferdigstilles og lastes opp på en Raspberry Pi.

1.14 Uke 16

Hva har blitt gjort:

Denne uken har vi fortsatt med testing av krympeplasten vi fikk fra KDA. Vi har også skrevet testrapporter med resultater fra test av krympeplast og ventilering. Disse vil dere motta så snart vi har diskutert og konkludert med resultatene.

Det har blitt arbeidet videre med kommunikasjon mellom Raspberry Pi og Arduino, samt å klargjøre opplasting av en tidlig versjon av brukergrensesnitt. En simulering (i Unity) som skal kunne være til nytte for testing har også blitt påbegynt.

Vi har kombinert påskeferie med prosjektarbeid denne uken.

Hva skal gjøres:

- Skaffe plastfolie med høy elastisitet for test med tube-pakking.
- ferdigstille testrapporter og sende disse videre til ekstern og intern veileder.

1.15 Uke 17

Hva har blitt gjort:

Tirsdagen var gruppen på bedriftsbesøk hos Bergene Holm, avdeling Haslestad. Her fikk vi en omvisning med forklaring rundt prosessen fra tømmerstokk til ferdig høvlet konstruksjonsvirke. Dette var både nyttig og spennende. Se eget referat [3].

Under ukens møte med I.V. fikk vi presentert noe av testene vi hadde utført og forklart litt rundt disse. Testene for tørkeprosessen var for upresise og må utføres på nytt.

En ny versjon av brukergrensesnittets design/layout er på plass. Det har også blitt programmert inn en socket slik at brukergrensesnittet kan sende og motta data fra en bestemt IP-adresse. IP-adressen, i dette tilfellet, tilhører en Raspberry Pi koblet opp mot en et trådløst nettverk. Pi'n kommuniserer med mikrokontrolleren (Arduino). Ved hjelp av dette oppsettet kan man nå kommunisere med mikrokontrolleren(e) via brukergrensesnittet.

Hva skal gjøres:

- Research for alternativer til plast.
- Skrive ferdig rapport for tørkeprosess.
- Brukergrensesnittet skal videreutvikles og det skal settes opp databaser for lagring av historikk.
- Lage en liste med kommandoer for en mer oversiktlig kommunikasjon mellom mikrokontrollere og brukergrensesnittet.

1.16 Uke 18

Hva har blitt gjort:

Mandagen ble satt av til research på komponenter og brainstorming på løsninger til konseptet vi hadde valgt. Her fant vi ganske mye informasjon om elastisk plast og dens egenskaper samt at det eksisterer en ganske lik maskin produsert av et firma i Danmark. Dette var noe vi tok til betraktning og bekymring for konseptet.

På tirsdagen kom gruppen på en ny løsning på problemstillingen. Denne gjorde det mulig å beholde åpen bunn og gjorde det relativt enkelt å pakke alle typer materialpakker. Dermed skrotet vi den forrige løsningen vi hadde bestemt oss for og gikk for denne. Konseptet består av 3 delsystemer, herav rammeverk, plastpålegger, og sammenføyning. Rammeverket vil være justerbart i høyden, men ha en fast bredde og dybde. Siden vi har observert at markedet har materialpakker i varierende størrelser, designer vi ut ifra maksimalmålene på materialbunt, henholdsvis 1300x1300mm.

Torsdagen reiste noen av gruppens deltakere ned til Bergene Holm i Hof hvor vi fikk med oss flere meter med emballasje. Det ble gjort storinnkjøp av en enkel rettetang fra Biltema som ble brukt til test av sammenføyning. Vi har jobbet videre med sensorer som skal kunne kartlegge materialpakkens størrelse. Kamera er en komponent vi har et ønske om å bruke, både da til overvåking av bunt samt å hente ut pakkens størrelse.

Hva skal gjøres:

- Teste videre på sammenføyning av plast.
- Utvikle selve maskinen vha. håndskisser og CAD.
- Testing av kameraet og vurdering av dette som en troverdig kilde
- Ferdigstille design av brukergrensesnitt
- implementere historikk og feilmeldinger

Notis:

Gruppen har funnet en bedre løsning på problemstillingen og vil dermed gå for denne. Dette på grunn av at det ikke ligner på noe vi har sett før og det ser ut til å dekke alle kravene som er stilt.

1.17 Uke 19

Hva har blitt gjort:

Mandagen fortsatte test og utvikling av sammenføynings-konseptet. Modellen baserte seg på bruk av gjengestenger til å forflytte varmeelementet. Torsdag skulle vi teste om rammeverket og modellen fungerte som den skulle. Dette gjorde den ikke, da motorene tok tak i rammeverket og ødela den. Dermed måtte vi starte på en ny modell, med forsterket rammeverk og et nytt drivsystem til motorene. Drivsystemet er nå beltedrevet.

Vi startet med utvikling og testing av plastpålegger delen av maskinen. Her utviklet vi et konsept som minimerer maskinens størrelse. Det har blitt skissert opp enkel skisse i CAD av maskinene sånn som vi ser for oss. Rammeverket av maskinen er påbegynt. Her har vi for øyeblikket benyttet rektangulært firkantstål som reisverk. Senere vil vi utføre tester på rammeverket for å kartlegge om dimensjoneringen er optimal. Et brukergrensesnitt for selve maskinen er satt opp ved hjelp av Python og biblioteket Tkinter. Dette viser video fra kameraet som måler bunten. Her vil også feilmeldinger og oppdateringer rundt pakkeprosessen bli vist, samt muligheter for å slå av og på maskinen. Det tidligere påbegynte softwaren vil bli brukt som oppslagsverk for pakke/feil historikk.

Hva skal gjøres:

- Starte testing av nedskalert modell.
- Dokumentasjon.

1.18 Uke 20

Hva har blitt gjort:

Vi har denne uken jobbet med design og utvikling av modell og 1 til 1 skala i SW. Det har blitt opprettet ny grafikk for brukergrensesnitt i Qt Quick og lagt til rette for feilmeldinger i grensesnittet. Det har foregått mye testing og dokumentasjonsarbeid.

Her er en liste over det som har blitt testet:

- Sveisemekansimen har blitt testet og godkjent
- Temperatursensor er testet og godkjent.
- Kamerasystemet som skal følge bunten har blitt testet og godkjent.
- Begynt på pneumatikk og testet, men må videreutvikles.

Hva skal gjøres:

- Ferdigstille alt av dokumentasjon.
- Finpusse modellen.
- Forberedelse til EXPO og presentasjon.

2 Timeliste

Uke 2	Dato	Lars	Edris	Jonas	Morten	Herman
	09.01	3	3	3	3	3
	10.01	2	2	2	2	1
	11.01	2	2	2	2	2
	12.01					
	13.01	4	3	2	2	1
	SUM:	11	10	9	9	7

Uke 3	14.01	5	5	5	5	5
	15.01					
	16.01	4	4	4	4	4
	17.01	4	5	4	5	4
	18.01	5	6	6	6	5
	19.01					
	20.01					
	SUM:	18	20	19	20	18

Uke 4	21.01	7	7,5	7	7,5	7
	22.01					
	23.01	7	7,5	7	7,5	2,5
	24.01	8,5	7	6	7	8,5
	25.01	8	7	8	4	6
	26.01					
	27.01		1	1,5		3
	SUM:	30,5	30	29,5	26	27

Uke 5	Dato	Lars	Edris	Jonas	Morten	Herman
	28.01	8,5	6	5	6	5
	29.01	4	4	5,5	5	4
	30.01	5	4	4	4	5
	31.01	5	3	5	5	5
	01.02	5	5	5	5	5
	02.02					
	03.02					
	SUM:	27,5	22	24,5	25	24

Uke 6	04.02	5	5	5	6,5	5
	05.02					
	06.02	7,5	10	8,5	7,5	7,5
	07.02	8,5	8	6,5	8,5	7,5
	08.02	11	9,5	9	4	8
	09.02	7	8,5	6	8	7
	10.02	7	7,5	5	5	5
	SUM:	46	48,5	40	39,5	40

Uke 7	11.02	14	10	11,5	8	8,5
	12.02	9	8	9,5	8	9
	13.02	6,5	6,5	6,5	6,5	7
	14.02	11	13	11	12,5	12
	15.02	6,5	6	6,5	4	6
	16.02					
	17.02					
	SUM:	47	43,5	45	39	42,5

Uke 8	Dato	Lars	Edris	Jonas	Morten	Herman
	18.02					
	19.02				2	
	20.02	5	5,5	6	6,5	8
	21.02	6	5	5,5	5	7,5
	22.02	6	6	5	5	1
	23.02					
	24.02					
	SUM:	17	16,5	16,5	18,5	16,5

Uke 9	25.02	7,5	7,5	6,5	3	6,5
	26.02				2	
	27.02	5	8,5	5	7,5	8
	28.02	6	4	5	4	4
	01.03	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5
	02.03					
	03.03					
	SUM:	26	27,5	24	22	26

Uke 10	04.03	2	1	1,5	3	
	05.03		1	5	4	4
	06.03	4	4	4	3	5
	07.03	5	4	4	4	5
	08.03	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5
	09.03					
	10.03					
	SUM:	18,5	17,5	22	21,5	21,5

Uke 11	Dato	Lars	Edris	Jonas	Morten	Herman
	11.03	6,5	7,5	8,5	5,5	8,5
	12.03	8	8	10,5	9	8
	13.03	10	7,5	8,5	11	9
	14.03	9	10,5	7,5	8	8
	15.03	9	9	8	10,5	9
	16.03	3	5,5		7,5	4
	17.03	3	3	3	5,5	3,5
	SUM:	50,5	52	45	62	50

Uke 12	18.03	8,5	9	9	7	10
	19.03	4	2	1	4	5
	20.03	14	12,5	14	9,5	12
	21.03	7	9,5	7	9,5	7
	22.03	14	14,5		10	15
	23.03	15	10,5	13	11,5	15
	24.03	9,5	10,5	7,5	12,5	15
	SUM:	72	68,5	51,5	64	79

Uke 13	25.03	7,5	7,5	7,5	8,5	7,5
	26.03				9	
	27.03	10,5	12	9	11	9,5
	28.03	9	7,5		6	9
	29.03	8	4	8	2	8
	30.03				2	
	31.03				3	
	SUM:	35	31	24,5	41,5	34

Uke 15	Dato	Lars	Edris	Jonas	Morten	Herman
	08.04	9	10	8	12,5	7
	09.04	7	8	6	8	7
	10.04	9	11	8	11	9
	11.04	7	9	8	9	8
	12.04	5	6	5	6	5
	13.04		1,5	2	2	
	14.04					1
	SUM:	37	45,5	37	48,5	37

Uke 16	15.04	2	7	7		4
	16.04		5	5		4
	17.04	2	5	6		2
	18.04	4	0,5		2	2
	19.04	5		3		3
	20.04	4			1	
	21.04	2			2	5
	SUM:	19	17,5	21	5	19

Uke 17	22.04	2	1	3	2	1
	23.04	9	9	9	7,5	8
	24.04	10	11	10	8	11,5
	25.04	8,5	10	8	6	8
	26.04	6	7,5	6	5,5	4,5
	27.04		1,5	4	2	
	28.04	4		1	5	1
	SUM:	39,5	40	41	36	34

Uke 18	Dato	Lars	Edris	Jonas	Morten	Herman
	29.04	7	7	7	6,5	9
	30.04	10	9	10	8,5	9,5
	01.05	6,5	6,5	6,5	1,5	6,5
	02.05	9	9	9	10	9
	03.05	7,5	7,5	7	6	7
	04.05	4	4	4	3	3
	05.05		0,5	1,5	1	2
	SUM:	44	43,5	45	36,5	46

Uke 19	06.05	11	12	7	12	9
	07.05	10	10	9	10	11
	08.05	10,5	10,5	12	9	10
	09.05	10,5	10,5	11	9	10,5
	10.05	13	13	12	10	12
	11.05	12	12	6,5	6,5	9,5
	12.05	9	11	11	7	10
	SUM:	76	79	68,5	63,5	72

Uke 20	13.05	8	9	10	13	8
	14.05	11,5	12,5	12,5	12,5	13
	15.05	11	10	13,5	9	13
	16.05	9,5	9	7,5	9	9,5
	17.05		3,5	5	3	
	18.05	10	11	12	13	11
	19.05	15	11,5	9,5	14	15
	SUM:	65	66,5	70	73,5	69,5

Uke 21	Dato	Lars	Edris	Jonas	Morten	Herman
	20.05	15,5	14	16	16	14
	21.05	15	15	15	14	20
	22.05	15	15	15	14	15
	23.05					
	24.05					
	25.05					
	26.05					
	SUM:	45,5	44	46	44	49

	Lars	Edris	Jonas	Morten	Herman
Totalt:	725	723	679	717	709

3 Referanser

- [1] Lumberpack. Møtereferat fra møte med FMC, 21.01.19.
- [2] Lumberpack. Møtereferat fra møte med Tronrud Engineering (ekstern veileder), 06.02.19.
- [3] Lumberpack. Møtereferat fra møte med Bergene Holm Haslestad, 24.04.19.



Evaluering av prosjektet

Skrevet av:

Morten A. Auke

Edris Karimi

Lars Jerijervi

Herman Severin Nilsen

Jonas Tveita Hjalland

23. mai 2019

1 Evaluering av hele prosjektet

I skrivende stund er det bare timer igjen til dokumentasjonen til prosjektet skal leveres. I den forbindelse så ønsket vi å gjøre en evaluering av hele prosjektet, fra start til slutt. Bachelorprosjektet har vist seg å være et lærerikt fag hvor vi har fått satt forhåndskunnskaper fra tidligere ut i praksis. Det har også gitt oss erfaring med å jobbe på tvers av studieretningene som er her på USN Kongsberg. Som tidligere nevnt består gruppen av ingeniørstudenter fra forskjellige disipliner. Dette har vært til stor fordel for oss med tanke på at det er et ganske stort system vi har fått i oppgave å designe. Noen av oss har jobbet sammen før i faget Systems Engineering, men vi fikk en ny dataingeniørstudent på gruppen. Selv om det var en ny person i gruppen har gruppedynamikken vært bra og vi som kjente hverandre fra før har sørget for å inkludere alle i diskusjoner og samtaler. Samarbeidet har vært bra gjennom hele prosjektet og alle har stått på for å levere et så godt resultat som mulig.

Bachelorprosjektet fikk en litt tung start for oss. Vi startet ut i januar med en oppgave som omhandlet utviklingen av en subsea vinsj gitt til oss av TechnipFMC. Etter å ha jobbet med dette prosjektet i tre uker, fikk vi vite at FMC dessverre ikke kunne stille med ekstern sensor til oppgaven. Det ble da avholdt et hastemøte med intern sensor og veileder, hvor vi fikk tips om å kontakte Tronrud Engineering. De hadde heldigvis en spennende oppgave til oss og vi bestemte oss for å bytte til denne oppgaven. Omstillingen til ny oppgave gikk relativt fort og effektivt. En del av dokumentasjonen som allerede var skrevet kunne brukes til dette prosjektet med mindre justeringer, mens noen dokumenter måtte skrotes. Vi jobbet hardt fram til første presentasjon og alle hadde et mål om å prøve å ta igjen den tapte tiden. Vår første presentasjon ble holdt innen fristen som ble satt av skolen, selv om intern sensor hadde gitt oss tillatelse til å ha den uken etter. For vår del var det en god måte å vise at vi kan få ganske mye gjort på kort tid.

Til dette prosjektet valgte gruppen å benytte en prosjektmodell som heter kanban (se prosjektplan for mer informasjon). Fordelen med kanban-modellen er at en ikke er låst til forhåndsbestemte sprinter. Dette har prosjektgruppen vist i praksis. I slutten av uke 17 bestemte vi oss for å starte med å utvikle et system som baserte seg på å pakke konstruksjonsvirke med samme metode som en pakker juletrær. Dette var noe som lignet på noe som allerede var laget før, men vi hadde ingen bedre ideer som kunne fungere skikkelig. Uken etter kom det fram en ny ide om å blåse plasten i riktig retning og deretter smelte den sammen. Det ble avholdt et møte internt i gruppen for å diskutere denne ideen og vi ble raskt enige om at dette var en bedre løsning på problemstillingen vår og det møtte alle kravene som var stilt. Dagen etter startet vi med den nye ideen og hadde et møte med vår veileder for å fortelle han om den nye ideen vår.

I ettertid setter vi stor pris på valget av prosjektmodell. Den har gitt oss den friheten vi trengte til å gjøre nødvendige endringer effektivt. Modellen har også vist seg å være effektiv for samtlige gruppemedlemmer, selv om vi kommer fra forskjellige studieretninger. Vi har hørt om flere som har vært spesielt skeptiske ovenfor at maskiningeniører skal benytte denne prosjektmodellen, men vår erfaring etter dette prosjektet viser at alle kan benytte denne modellen til prosjekter. På grunn av kanban-modellen kunne vi snu om på prosjektet og gå for en ny løsning raskt uten veldig mange endringer. Prosessen med å bytte konsept var rask og effektiv, noe vi ikke kunne oppnådd med en annen prosjektmodell. Hadde vi brukt en prosjektmodell som baseres på sprinter måtte vi ha ventet til sprinten var ferdig før vi kunne startet med endringene. Dette kunne ha kostet oss dyrebar tid og vi hadde nok ikke kommet så langt som vi har gjort med utviklingen av modellen.

Vår største felles utfordring med prosjektet var å komme opp med et konsept som møtte alle kravene som var satt. Det ble brukt mye tid på å tenke ut ideer og vi ønsket å komme opp med noe innovativt. Dette tok mye av tiden ettersom vi fant problemer med de fleste løsningene som ble tenkt ut. Som tidligere nevnt tenkte vi å gå for en ide i uke 17. Denne løsningen var vurdert til den beste av de vi hadde tenkt på, ettersom den dekket fleste krav. Vi var ikke helt fornøyde med løsningen, men med tanke på tiden som gjensto av prosjektet måtte vi gå for den. Det ble fort oppdaget flere problemer med denne ideen, blant annet at det ville bli et ganske stort og avansert system. Når den nye løsningen ble presentert ble vi mer fornøyd og motivasjonen økte.

Vi vil avslutte evalueringen med å takke alle som har vært involvert i prosjektet. En spesiell takk til Tronrud Engineering som kunne stille med en oppgave til oss på så kort varsel som de fikk. Ettersom vi ikke kunne fullføre bachelorgraden uten en oppgave så setter vi stor pris på at de kunne stille med sensor, veileder og en oppgave som var utfordrende og spennende.

Dernest vil vi takke Kjell Enger som har vært vår interne veileder fra skolen. Hvor vi har manglet erfaring har han gitt oss råd hele veien og stilt spørsmål som har ført til at vi har måtte tenkt ut bedre løsninger.

Takk til Bergene Holm og Moelven Numedal som stilte med en omvisning på hvert sitt sagbruk og viste oss hvordan sagbruksindustrien jobber. Disse besøkene har vært til stor hjelp for vårt prosjekt og har vært med på å påvirke resultatet i en bedre retning.

2 Egenevaluering

Morten A. Auke

I løpet av dette bachelorprosjektet har jeg vært CAD-ansvarlig og fungerer som kontaktperson for gruppen. Dette har vært både lærerikt utfordrende. Hele prosjektet vårt startet hos TechnipFMC med oppgaven, utvikle Subsea vinsj. Dette var en oppgave jeg likte godt og gledet meg veldig til å fortsette med. Sorgen ble et faktum da det viste seg at det ble problematisk for bedriften å stille med godkjent sensor. Dette er nok noe vi selv også har skylden i, da vi rett og slett ikke var informative nok fra starten av.

Lykken var riktignok ikke langt unna likevel, etter samtaler med intern sensor og veileder, Karoline og Kjell, fikk vi kontaktinformasjon til en bedrift fra Hønefoss. Tronrud Engineering skulle vise seg å bli en del av hverdagen vår fremover. Vi fikk en fantastisk kul oppgave, lag en autonom maskin som kan pakke materialbunter for sagbruk.

Det første som slo meg var at dette kanskje ikke var en så veldig stor oppgave å ta fatt på, men så feil kunne jeg ta. Oppgaven viste seg å være langt mer komplisert enn vi først antok. Syntes likevel at gruppen taklet dette greit, og vi satte i gang med utvikling av forskjellige idéer vi gjerne ville vise frem til bedriften. Som CAD-ansvarlig begynte virkelig arbeidet å stille seg i kø. Vi falt til slutt for et konsept det senere skulle vise seg at vi skulle gå bort ifra. Underveis i videreutviklingen av dette konseptet ser vi nemlig en temmelig lik maskin, som er produsert i Danmark. Idéen blir derfor vraket til fordel for en kombinasjon av andre konsepter vi hadde.

I dette konseptet har jeg sammen med Herman utviklet plastpåleggeren. Den er designet slik at den opptar minst mulig gulvplass. For å få til det har vi brukt emballasjen vi fikk av Bergene holm til å finne den optimale vinkelen og avstanden for å gi maskinen minst mulig dybde. Dette er helt unikt for vårt system og noe jeg er stolt over å ha vært en stor del av. Siden jeg har hatt rollen som CAD-ansvarlig har jeg stort sett stått for de fleste mekaniske løsninger, både i 1-1 skala og nedskalert modell. Det har nok kanskje vært noe av det mest utfordrende i dette prosjektet og noe jeg har lært mye av. Har gjort mye vurderinger og valg av material og komponenter til maskinen og hele tiden hatt fokus på produksjonbarhet og kostnad for bedriften. En ting jeg syntes er synd, er at jeg ikke rakk å utvikle matingsfunksjonen til emballasjerullen. Her hadde jeg en idé om at emballasjerullen skulle ha som funksjon og mate emballasje i samme hastighet som materialpakken beveger seg, og kunne bevege seg opp og ned i vertikla retning for å gjøre det mer brukervennlig ved bytte av emballasje.

Litt om hvordan jeg har opplevd rollen som kontaktperson. Det har vært lærerikt og litt skummelt å skulle representere hele gruppen i all kontakt med bedrifter og andre vi har vært i kontakt med ila. prosjektet. Det innebar at jeg måtte sette meg inn i nye ting, som jeg vanligvis ikke bruker så ofte, og det er jeg veldig glad for at jeg måtte. Det har også kommet en del ekstra arbeid i denne rollen som for eksempel å sende referater og dokumenter til alle døgnetts tider.

Alt i alt er jeg veldig fornøyd med prosjektet og mitt bidrag. Vi har hatt det veldig morsomt, og veldig kjipt, gjerne begge deler på én dag bare for å få det ned på papiret. Nå gjenstår det bare å få knalla til en skikkelig god expo og presentasjon så blir det ferie (jobb).

Edris Karimi

Det siste semesteret har vært svært intenst med mange utfordringer, og har uten tvil vært det mest lærerike semesteret jeg har hatt på Universitet.

Mine hoved ansvarsområder har gjennom prosjektet vært krav- og testansvarlig. I starten av prosjektet ble det brukt mye tid på både kravspesifikasjonen og testplanen. Det tok litt tid før jeg fant en god løsning på å lage kravspesifikasjonen og testplanen med tanke på sporbarhet og oversiktlig system. Jeg har også holdt kravspesifikasjonen og testplanen oppdatert underveis da det har dukket opp nye krav. Som testansvarlig så har jeg testet mye gjennom prosjektet sammen med gruppen. Vi har fokusert på å teste delsystemer først før vi implementere systemene sammen og kjører en helhetlig test. Dette har fungert veldig bra for oss i gruppen. Jeg har også deltatt i å skrive en slutt rapport for delsystemene samt teknisk dokumentet for maskin.

Jeg har også hatt hovedansvaret for sveisemekanismen hvor jeg designet og lagd en fysisk modell ved bruk av laserkutteren som vi har på skolen. Materialet som ble brukt på modellen er kryssfiner. Når modellen ble testet så hang glidesystemet seg opp og knakk rammeverket, grunnen svakt konstruert. Det var en stor utfordring med tanke på lite tid til rådighet, men med litt diskusjon sammen med gruppen så kom vi opp med nytt design på rammeverket og nytt drivsystem. Rammeverket ble forsterket ganske mye og drivsystemet er nå beltedrevet rundt hele rammeverket, noe som gir en stødig forflytning på gliderne.

Til sveisemekanismen har jeg tatt i bruk nikromtråd som varmeelement. Det er demontert fra en ødelagt varmpistol. Det har vært litt utfordring med varmeelementet også, med tanke på isolering av nikromtrådet og materialet som dekker trådet. Jeg har lagd en aluminiums hette som dekker trådet og gir varmen der vi ønsker. Jeg har også demontert en rettetang

og en kaffetrakter for å utnytte varmeelementet, men det krevde mye strøm så vi gikk for nikromtrådet fra varmepistolen. Stor takk til Lars som har hjulpet meg med dette.

Til den siste ideen som innebærer smelting av plast har jeg også jobbet med pneumatikkssystemet sammen med Morten. Vi har utviklet vår egen luftfordeler som har fungert gradvis, dette vil forbedres til presentasjonen. Grunnen til at vi har valgt å bruke pneumatikk er å unngå mekaniske armer, noe som trenger mer vedlikehold enn pneumatikkssystemet.

Det har vært en veldig spennende, lærerikt og ikke minst utfordrende prosjekt og vi har alle jobbet hardt for å oppnå det beste. Det har dukket opp store og små utfordringer som vi har taklet og utført. Jeg er veldig fornøyd med gruppen. Det har vært veldig spennende å jobbe sammen med elektro- og datastudenter. En veldig ålreit gjeng å samarbeide med. Vi har hatt mange diskusjoner gjennom prosjektet da gruppens medlemmer har sterke meninger, men diskusjonene har alltid vært faglig.

Jeg vil takke Tronrud Engineering for prosjektet og veiledningen og en spesiell takk til intern veileder, Kjell Enger. Han har veiledet og støttet oss fra starten prosjektet, og det er jeg takknemlig for. Til slutt vil jeg også takke intern sensor, Karoline Moholth Mcclenaghan.

Lars Jerijervi

Under dette prosjektet har jeg vært ansvarlig for dokumentasjonen til gruppen. Oppgaver jeg har gjort i forbindelse med dette er å lage dokumentmaler slik at alle dokumenter er lik hverandre. Dette har også gjort at dokumentene har blitt mer oversiktlige. Det har også vist seg at denne rollen har gitt mye ekstra arbeid rundt innleveringsfrister, av naturlige årsaker. En ting er å holde styr på alle dokumentene som skal leveres fra en person, men når fem stykker skal endre dokumentene samtidig så har det vært en utfordring å sørge for at alt kommer med i de endelige dokumentene.

Når jeg ser tilbake på prosjektet så har det mest spennende vært å utvikle varmeelementet. Dette fordi vi demonterte flere ting for å finne ut hva vi kunne bruke for å få varmet opp plasten til sitt smeltepunkt. For når vi hadde kommet opp med den nye idéen vår startet jeg og Edris å tenke ut hvordan vi kunne bygge et varmeelement raskt uten store innkjøp. Løsningen vi kom fram til startet med å demontere en ødelagt varmluftpistol for å få tak i varmetråden som lå inni. Men det har ikke bare vært pistolen som har måttet bøte med livet for prosjektet vårt, vi har også avsluttet livet til en pensjonert kaffetrakter og en ny innkjøpt rettetang. Rettetangen ble brukt til å teste om plasten faktisk smeltet og etter å ha testet

dette skjønnte vi fort at vi ikke kunne ha for høy varme på elementet til modellen. Tangen smeltet rett igjennom plasten og noe av plasten brant seg fast i elementet. Etter å ha testet litt mer med rettetangen i ny tilstand så knakk vi den i to og hentet ut varmeelementet for å sjekke om vi kunne bruke det.

Når det gjelder mitt tekniske ansvarsområde så har det variert litt igjennom prosjektet. Jeg har nevnt tidligere at jeg hadde ansvar for motorvalg og regulering, men på grunn av at døgnnet har for få timer har jeg ikke rukket og gjort alt jeg skulle ønske. Dette omhandler nok mest utvikling av elektriske systemer for et fullskalert system. Det jeg kan skilte med er å ha laget et reguleringssystem til varmeelementet. Systemet er et veldig enkelt system, med mye arbeid bak. Temperatursensoren vi har valgt å bruke var ikke helt samarbeidsvillig i starten, men etter mange tester og forskjellige forsøk fikk jeg den til å fungere som ønsket. En annen utfordring var å finne ut hvordan vi kunne benytte en Arduino til å styre strømkilden. Dette ble løst ved å legge inn en mosfet som møtte kravene.

I den siste delen av prosjektet har jeg jobbet mye med Edris, hvor vi har samarbeidet med å lage sveisemekanismen. Det var en veldig tidskrevende prosess, men jeg tror jeg snakker for begge når jeg sier at resultatet er noe vi er stolte over. Gruppens samarbeid har vært bra gjennom hele prosjektet, selv om det har vært igjennom en ildprøve når innleveringsfrister har nærmet seg. Prosjektet har vært svært lærerikt siden vi har satt mye av forkunnskapene våre ut i praksis. Det er mye nytt vi har måttet sette oss inn i, men det har som regel vært spennende og gøy. Jeg har lagt merke til at man mangler erfaring og gleder meg til å komme ut i arbeidslivet å starte med ingeniørarbeidet.

Herman Severin Nilsen

Mitt administrative ansvarsområde under prosjektet var å være risikoansvarlig og det tekniske ansvarsområdet var å designe styrings- og kommunikasjonssystemet og sensor valg for systemet. Som risikoansvarlig var det min jobb å se potensielle risikoer og forebygge dem. Dette er noe som gikk greit for det meste, men føler det var en del risikoer jeg burde ha sett som gikk meg hus forbi. Eksempler på dette var endring av oppgave og problemer med å lande på en god og innovativ idé. Selv om det ble brukt litt lenger tid på denne prosessen hadde vi alltid noen ideer som ikke nødvendigvis var superb, men hadde fungert å falle på om faren var der. I tillegg beviste dette noe av de sterkere sidene ved kanban, da vi kunne enkelt ta en helomvending.

Når det kommer til mitt tekniske ansvarsområde var det et av de feltene som ikke var påvirket i en alt for stor grad av mangelen på en konkret idé, da grunn idéen av kommunikasjonen var lik da vi begynte på første idé etter andre presentasjon til slik det er i dags dato. I tillegg var prinsippet bak styringssystemet det samme, selv om det ikke hadde noe mål og hensikt enda. De største problemene som dukket opp i løpet av den tekniske utviklingen var at når steppermotorene bel styrt fra main loopen så var det ingen mulighet å starte og stoppe en enkelt motor og det skapte problemer for avlesning av sensorene. Dette ved løst ved bruken av interrupts. Neste problemet var at kommunikasjonssystemet var i start fasen veldig kverulant da det ikke tillot flere siffer sammen, f.eks. 13 og 97, og det var noen ganger det ga feil utslag eller ikke utslag i det hele tatt, da det var mulig at bufferen fylte seg. Dette ble løst ved å bygge hele systemet på nytt, hvor det ble lagt opp til en bestemt lengde på meldingen og bruken av memset for å klarere bufferet. Siste problemet var at hardware ikke ville samarbeide. Her var det at stepper motor noen ganger ikke ville starte da de skulle, som ble til en stor grad bedre da vi fikk finjustert steppermotor kontrollerene. I tillegg til at det var en IR sensor som ikke helt ga det utslaget vi ønsket. Jeg føler at jeg har lært å bruke det vi har lært og fått et lite innblikk i hva det er å være ingeniør og et innblikk i hva de andre fagfeltene i gruppen gjør, noe synes har vært lærerikt og interessant å ta del i.

Når det kommer til samarbeidet i gruppa har jeg følt det har fungert ypperlig, selv om det er dager da vi kanskje ikke er verdens beste venner. Gruppa startet som to vennepar og en datastudent ingen visste om for et halvt år siden og i skrivende stund vil jeg si at vi er vennegjeng på fem, som kanskje begynner å ønske seg en pause fra hverandre. Etter hva jeg har sett har alle gjort det de skal, ikke prøvd å terge på seg noen og ellers vært blide og hva mer kan man be om?

Jonas Tveita Hjalland

Det hele startet litt usikkert da oppgaven vi hadde fått fra TechnipFMC falt bort. Her følte jeg litt usikkerhet og det var en del spenning rundt dette. Jeg synes gruppen taklet dette på en god måte og da vi fikk en ny oppgave fra Tronrud Engineering ble det topp stemning i gruppa. Selv var jeg (og fortsatt er) veldig fornøyd med oppgaven vi ble tildelt.

Perioden fram mot første presentasjon gikk mest ut på administrativt og valg av prosjektmødel. Denne perioden var en periode hvor jeg gjorde meg kjent med gruppemedlemmene. Jeg var den eneste som ikke hadde jobbet med noen av dem fra før, men dette gjorde ingenting da de har vært inkluderende og hyggelig fra start til slutt.

Gruppedynamikken har fungert bra og jeg synes arbeidsfordeling har vært gjort på en god måte. Jeg fikk rollen som prosjektplan-ansvarlig. Dette ansvaret har hovedsakelig dreid seg om følge med på at Kanbantavlen, både fysisk og på Trello, har vært oppdatert. Alle har bidratt til å holde tavlen oppdatert, men jeg har hatt det overordnede ansvaret.

Når det gjelder mitt tekniske ansvar har jeg fått ansvaret for brukergrensesnitt og algoritmer. Under utspørring på presentasjon en ble jeg spurt om hvilke utfordringer jeg kom til å ha i forhold til akkurat dette. Jeg har nå erfart at hele utviklingsprosessen i seg selv har bydd på forskjellige utfordringer. Utvikling av brukergrensesnitt er noe helt nytt for meg, jeg har aldri utviklet noe liknende før. Det gikk en del tid på å finne ut av hvordan jeg ville gå fram for å løse oppgaven. Jeg landet til slutt på Qt som et verktøy. Jeg satte meg inn i Qt og fant ut hvordan rammeverket fungerer.

En tidlig versjon brukergrensesnittet ble utviklet og jeg fikk på plass seriell overføring til en arduino rett etter presentasjon to.

Etter den andre presentasjonen så fortsatte vi å teste aktuelle idéer. Idéen om å bruke et vanlig 2D kamera (uten dybde) for å hente ut informasjon om bunten kom opp en liten stund etter presentasjon 2. Jeg begynte da å sette meg inn i OpenCV. Det var tidkrevende å finne ut hvordan dette biblioteket fungerte og hvordan få til det man ville få til. Kamerasystemet ble testet og det ble programmert en programvare for justering av kamerabildet ved hjelp av GUI biblioteket Tkinter. Da jeg begynte å sette meg inn i Tkinter begynte jeg å teste om dette kunne være et mulig alternativ til Qt.

Etter besøket hos Bergene Holm, hvor vi så et brukergrensesnitt med touchskjerm, begynte tanken om et redesign av brukergrensesnittet for å tilpasses touch. Jeg gikk snart i gang med Qt Quick for å designe et mer touchvennlig brukergrensesnitt.

De tre siste ukene har gått spesielt fort, mye grunnet overgangen til en ny løsning. Jeg er veldig fornøyd med løsningen vi nå har kommet og gleder meg til å vise den fram.

For meg har bachelorprosjektet vært en god opplevelse. Jeg har blitt kjent med noen hyggelige mennesker og samtidig fått satt meg inn i nye verktøy og metoder for utvikling av software. Jeg har også fått utnyttet kunnskap jeg har tilegnet meg de to foregående årene. Bachelorperioden har vært utfordrende, morsom og lærerik.



Testrapport: Krympeplast

Skrevet av:

Morten A. Auke

Edris Karimi

Lars Jerijervi

Herman Severin Nilsen

Jonas Tveita Hjalland

21. mai 2019

Dokumenthistorikk			
Utg.	Dato	Beskrivelse	Forfatter
1.0	19.04.19	Dokument opprettet	

Abstrakt

Dette dokumentet har til hensikt å fremlegge krympeplast som en mulig emballaseløsning på problemstillingen vår. Det skal bli oppgitt nødvendig informasjon om krympeplast og hvordan den skal behandles. Deretter vil det bli presentert ulike tester som bachelorgruppen har utført med krympeplasten. Til slutt vil det komme en konklusjon hvor man grunnlegger eventuelt bruk av dette materialet til oppgaven.

Innhold

1	Introduksjon	1
2	Bakgrunnsteori	2
3	Utstyr	2
3.1	Typer krympeplast brukt til test	2
3.2	Annet utstyr brukt til testene	2
4	Metode/framgangsmåte	3
4.1	Krympetid og -temperatur	3
4.2	Test med elektrisk varmluftpistol	4
4.3	Test med gassbrenner	7
4.4	Test med bustende	8
5	Resultater	9
5.1	Resultater krympetid og -temperatur	9
5.2	Resultater med elektrisk varmluftpistol	10
5.3	Resultater med gassbrenner	16
5.4	Resultater med bustende	16
6	Diskusjon	19
6.1	Krympetid og -temperatur	19
6.2	Test med elektrisk varmeblåser	19
6.3	Krymping med gassbrenner	21
6.4	Bustende	21
7	Konklusjon	23
8	Referanser	24
9	Vedlegg	24

Figurer

1	Utstyr	3
2	Krympetest	3
3	Test med elektrisk varmluftpistol	4
4	Krympetest med 180 μm plast	5
5	Krympetest	6
6	Test uten feste	7
7	Test med gassbrenner	7
8	Resultat uten feste, 180 μm	11
9	Resultat med feste	11
10	Resultat pakket rundt, 180 μm	12
11	Uten feste, 120 μm	13
12	Med feste, 120 μm	13
13	Pakket rundt, 120 μm	14
14	Pakket rundt med hull i bunnen, 120 μm	14
15	Test uten feste	15
16	Resultat med gassbrenner	16
17	Åpen bunn med bustende, 180 μm	16
18	Pose med bustende, 180 μm	17
19	Pakket rundt med bustende, 180 μm	17
20	Uten feste med bustende 120 μm	18
21	Pose med bustende, 120 μm	18

Tabeller

1	Resultater med 6 cm avstand	9
2	Resultater med 10 cm avstand	9
3	Resultater med 14 cm avstand	10
4	Tid for krymping, 180 μm plast	10
5	Tid for krymping, 120 μm plast	12
6	Tid for krymping, 40 μm plast	15

1 Introduksjon

For å vite om krympeplast egner seg til bachelorprosjektets formål må det testes for å sjekke om den oppfører seg som ønskelig. I dag brukes krympeplast til flere forskjellige formål, blant annet å dekke offshore- og militærutstyr. For å krympe plasten blir det som oftest brukt en gassbrenner som holder veldig høy temperatur.

Hensikten med disse testene er å undersøke om krympeplast kan brukes til å tildekke konstruksjonsvirke. Vi er spesielt interessert i bruken av elektrisk varmluftpistol, siden gruppen har sett det som en stor risiko å ha en åpen flamme på et sagbruk. Det er gjort flere forskjellige tester med varmluftpistolen, hvor da pakketeknikken og plasttypen varierer.

2 Bakgrunnsteori

Krympeplast er en type plast som krymper når den blir påført varme. Plasten er veldig sterk og er derfor mye brukt til å dekke til utstyr som skal fraktes langt eller lagres lenge. Det vanligste bruksområdet er matinnpakning, men flere bransjer har benyttet seg av krympeplast til ulike formål [1]. Blant annet blir det brukt til å tildekke militært og offshore utstyr når det skal transporteres over lengre strekninger. Byggebransjen har også tatt i bruk krympeplast for å dekke til bygg og stilas i forskjellige byggeprosjekter [2].

Det er flere fordeler med bruk av krympeplast, blant annet at den er UV beskyttende og vanntett. Plasten kan leveres i flere forskjellige lengder, bredder og tykkelser, noe som gjør at en kan få plastruller etter bruksområde. Den kan dekke store arealer med et enkelt lag på grunn av styrken. Når den blir behandlet riktig vil det ikke oppstå bølgede eller ujevne flater, men heller en fin overflate [3].

3 Utstyr

3.1 Typer krympeplast brukt til test

Krympeplasten som gruppen har tilgjengelig for testing er:

- Krympeplast, 180 μm tykkelse
- Krympeplast, 120 μm tykkelse
- Krympeplast, 40 μm tykkelse

3.2 Annet utstyr brukt til testene

- Varmluftpistol, biltema, 2000W (figur 1a)
- Termometer CE 00100 (figur 1b)
- Planker, 14cm x 14cm x 100 cm (figur 1c)
- Gassbrenner



(a) Varmluftpistol

(b) Termometer CE 00100

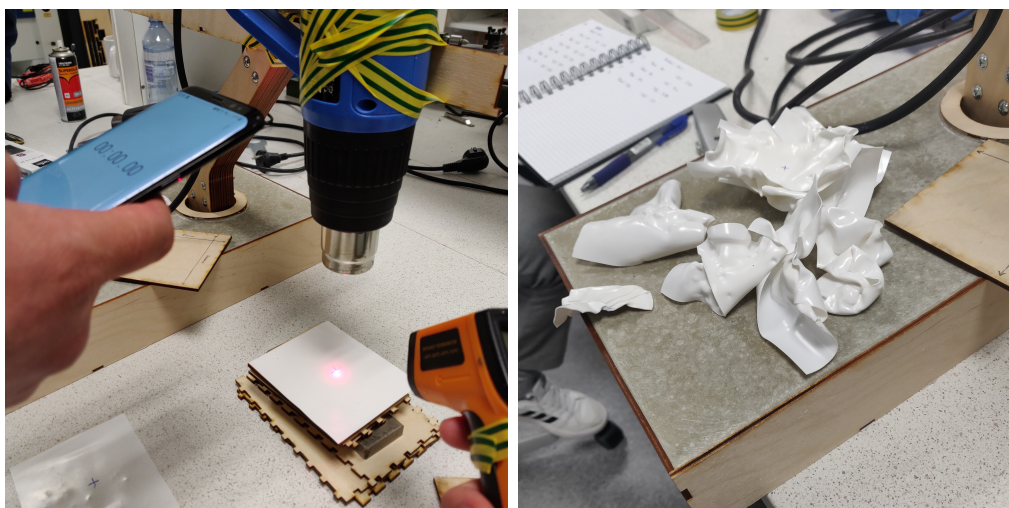
(c) Planker

Figur 1: Utstyr

4 Metode/framgangsmåte

4.1 Krympetid og -temperatur

For å finne ut av når plasten krymper og ved hvilken temperatur, bestemte vi oss for å teste dette. Dette ble utført ved å krympe små plastbiter og måle tid og temperatur. Vi monterte varmpistolen til et stativ slik at vi hadde en fast avstand fra pistolen til de ulike plastbitene. For å justere avstanden fra plasten til pistolen, ble det benyttet små plankebiter som løftet opp plasten. Overflatetemperaturen til plasten ble målt ved hjelp av et IR termometer som målte et avmerket område på plastbiten. Dermed tok vi tiden fra vi startet varmpistolen til plasten startet å krympe.



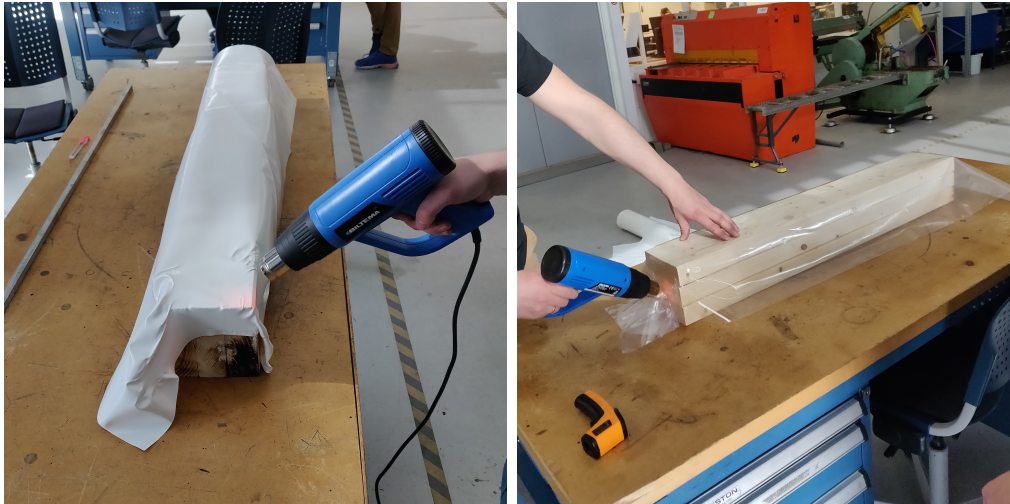
(a) Bilde fra test

(b) Krympet plast

Figur 2: Krympetest

4.2 Test med elektrisk varmluftpistol

Testen startet med å bruke varmeluftpistolen med ca. 10 cm klaring fra platen. For å få mest mulig ut av testen, prøvde vi ut ulike metoder ettersom vi kunne se hvordan platen oppførte seg. Under alle testene utført i dette kapitelet har vi tatt tiden på hvor lang tid det tok å varme opp platen til den hadde krympet seg rundt bunten og var visuelt akseptabel.



(a) Plasttykkelse: 180 μm

(b) Plasttykkelse: 120 μm

Figur 3: Test med elektrisk varmluftpistol

Plasttykkelse: 180 μm

Plasten på 180 μm tykkelse ble testet på tre ulike måter, uten feste, med feste og plast pakket rundt materialet.

Åpen bunn uten feste

For denne testen ble platen lagt over materialet og deretter varmet opp med varmluftpistolen. Oppvarmingen startet i hjørnene for å danne festepunkter til platen. Deretter krympet vi toppen og avsluttet med sidene. Kortsidene ble ikke brettet, men hjørnene ble blåst i den retningen vi ønsket å ha de.

Åpen bunn med feste

Denne gangen festet vi platen langs nedre kant med tynne plankestykker og skrudde disse fast i materialet. Dette for å simulere noe som holder platen igjen i kantene. Deretter brettet vi den ene siden for å se hvordan den ville oppføre seg når den ble påført varme.

Pakket rundt materialet

Plasten ble brettet rundt hele materialstykket langs langsiden. Kortsidene ble ikke brettet. Deretter varmet vi opp skjøten for å få festet smeltet sammen plasten først. Videre krympet vi kortsidene og tilslutt de to langsiden.



(a) Test uten feste



(b) Test med feste

Figur 4: Krympetest med 180 μm plast

Plasttykkelse: 120 μm

Denne testen ble utført likt som med 180 μm plasten, men vi la til en test hvor plasten var rullet rundt bunten og det var skåret hull for ventilering i bunnen. Bildene i figur 5 viser bunten med plast rett før den skal bli påført varme.

Åpen bunn uten feste

Startet med å tilpasse plasten til bunten vi har valgt ut å bruke. Deretter la vi den over materialbunten (se figur 5a) og startet å varme den opp.

Åpen bunn med feste

Likt som i kapittel 4.2, så valgte vi også å teste krympeeffekten når plasten ble holdt igjen i nedre kant. Denne gangen valgte vi å ikke brette endene, men heller prøve å kun bruke varmluftpistolen til å forme endestykkene.

Pakket rundt materialet

Plasten ble brettet rundt hele bunten lang langsiden og endestykkene ble forholdt urørt. Siden den ble brettet rundt så ble det en overlapp på den ene siden av bunten. Denne ble varmet først for å smelte sammen plasten. Deretter ble hjørnene varmet opp og blåst i en slik retning at den kunne feste seg i den andre plasten på enden.

Pakket rundt med hull i bunnen

Denne testen ble utført likt som den foregående, men denne gangen kuttet vi fire hull i bunnen. Hullene er ment for å simulere ventilering til materialet (se figur 5d). Før vi varmet opp plasten plasserte vi bunten på to plankebiter, dette for å sjekke om plasten kom til å utvide hullene når den ble krympet.



(a) Uten feste

(b) Med feste

(c) Pakket rundt

(d) Hull i bunnen

Figur 5: Krympetest

Plasttykkelse: 40 μm

Her startet vi ved å legge plasten på materialbunten og deretter krympet vi plasten.



Figur 6: Test uten feste

4.3 Test med gassbrenner

Det startet med å ta materialet og plasten med på utsiden, på grunn av den åpne flammen fra gassbrenneren. Deretter startet vi med å varme opp plasten på forskjellige områder med litt varierte avstander for å se hvordan plasten oppførte seg med denne typen oppvarming.



Figur 7: Test med gassbrenner

4.4 Test med bustende

Vi gjennomførte også tester med krympeplast på bustender for å se hvordan plasten oppførte seg. Det ble gjennomført tre tester med 180 μm og to med 120 μm . Dette på grunn av at vi ikke hadde nok 120 μm plast tilgjengelig.

Plasttykkelse: 180 μm

Åpen bunn

For denne testen la vi plasten over materialbunten med bustendene og startet oppvarmingen. Siden plasten bare er lagt over så er bunnen åpen. For at plasten skulle ha festepunkter så startet vi med å varme opp hjørnene. Deretter varmet vi opp langs langsiden, og avsluttet med enden.

Pose

Vi startet med å brette plasten rundt bustenden, og brettet inn sidene for å lage en form for pose. Deretter smeltet vi sammen sidene som var brettet og avsluttet med å varme opp den resterende plasten.

Pakket rundt

Denne gangen pakket vi plasten rundt bunten og lot endene være åpen. Prosessen startet med å smelte sammen området som hadde dobbelt lag med plast, dette for å feste plasten i seg selv. Deretter prøvde vi å blåse endestykkene sammen slik at en kunne få smeltet disse sammen. Til slutt smeltet vi plasten slik at den formet seg etter bunten.

Plasttykkelse: 120 μm

Denne testen ble gjennomført likt som testen for 180 μm plasten i delkapittel 4.4, men vi fjernet testen hvor vi pakket plasten rundt hele bunten. Dette fordi vi ikke hadde nok plast tilgjengelig.

5 Resultater

5.1 Resultater krympetid og -temperatur

Tabellene nedenfor viser tid og temperatur når plasten startet å krympe.

Avstand: 6 cm		
Nr	Tid (Sek)	Temp [°C]
1	3,92	105
2	4,0	99
3	3,73	102
4	2,9	106

Tabell 1: Resultater med 6 cm avstand

Avstand: 10 cm		
Nr	Tid (Sek)	Temp [°C]
1	8,35	90
2	5,45	91
3	5,37	89
4	4,45	95
5	4,0	95
6	4,46	96

Tabell 2: Resultater med 10 cm avstand

Avstand: 14 cm		
Nr	Tid (Sek)	Temp [°C]
1	12,7	103
2	10,27	104
3	7,34	104
4	7,59	95
5	8,64	97
6	4,92	95

Tabell 3: Resultater med 14 cm avstand

5.2 Resultater med elektrisk varmluftpistol

Plasttykkelse: 180 μm

Tidsresultater	
Type test	Tid
Uten feste	5 minutt og 23 sekund
Festet langs nedrekant	3 minutt og 50 sekund
Pakket rundt	12 minutt og 30 sekund

Tabell 4: Tid for krymping, 180 μm plast

Åpen bunn uten feste

Når plasten krympet så trakk den seg betraktelig opp langs langsiden, mens kortsidene har ikke beveget seg så mye. Vi kan å se fra figur 8 at kortsidene har ikke blitt jevn, men plasten har samlet seg på flere punkter. Dette har skapt en knudret overflate.



(a) Langside



(b) Kortsidene

Figur 8: Resultat uten feste, 180 μm

Åpen bunn med feste

Resultatet viser at plasten holder seg til nedre kant når den blir holdt nede under krympeprosessen. Kortsidene er jevne med en liten klump hvor det har samlet seg en del plast.



Figur 9: Resultat med feste

Pakket rundt materialet

Når plasten er pakket helt rundt så kan vi se fra figur 10 så kan vi se at overflatene har blitt jevne.



(a) Langside



(b) Kortside

Figur 10: Resultat pakket rundt, 180 μm

Plasttykkelse: 120 μm

Tidsresultater	
Type test	Tid
Uten feste	4 minutt
Festet langs nedrekant	1 minutt og 38 sekund
Pakket rundt	3 minutt og 7 sekund
Pakket rundt med hull i bunnen	2 minutt og 48 sekund

Tabell 5: Tid for krymping, 120 μm plast

Åpen bunn uten feste

Dette viser at plasten har beveget seg oppover når den har begynt å krympe. Hjørnene har også krøllet seg sammen i en klump.



(a) Langside



(b) Kortsid

Figur 11: Uten feste, 120 μm

Åpen bunn med feste

Resultatet viser at en får det ønskede resultatet om man holder fast langsiden. Siden vi ikke festet kortsidene så kan vi se at den krymper oppover. Dette gjør at det ble en ujevn overflate.



(a) Langside



(b) Kortsid

Figur 12: Med feste, 120 μm

Pakket rundt materialet

Som vi kan se fra figur 13 så har plasten samlet seg fint i kort endene og man kan nesten ikke se det området hvor plasten er skjøtet sammen. De andre langsiden har blitt jevne og i uniform med bunten.



(a) Langside



(b) Kortsiden

Figur 13: Pakket rundt, 120 μm

Pakket rundt materialet med hull i bunnen

Resultatet viser at en kan pakke hele bunten i plast og lage hull på undersiden. Sidene ble jevne og kortsidene dannet et litt tykt lag med sammenkrøllet plast.



(a) Kortsiden



(b) Undersiden

Figur 14: Pakket rundt med hull i bunnen, 120 μm

Plasttykkelse: 40 μm

Plasten begynte å krympe ganske fort. Varmepistolen var mer enn 20 cm fra da platen begynte å trekke seg sammen. Når vi satt varmepistolen nærmere krympet også store deler av platen. Den klarte ikke å holde fast i hjørnene, men trakk seg heller mot det området som ble tilført varme i en ganske stor hastighet.

Tidsresultater	
Type test	Tid
Uten feste	20 sekund

Tabell 6: Tid for krymping, 40 μm plast

Figur 15: Test uten feste

5.3 Resultater med gassbrenner

Resultatet viser at plasten oppførte seg likt som tidligere, den trakk seg sammen. Noen plasser dannet det seg hull og sammenrullede klumper med plast. I figur 16 kan vi se resultatet.



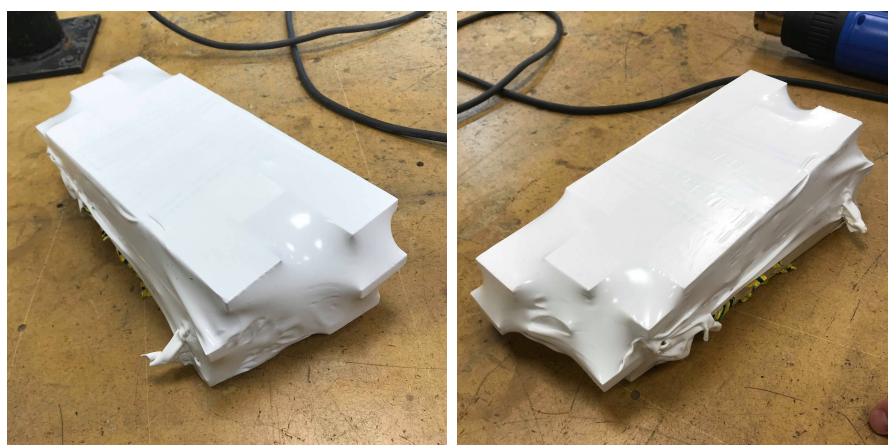
Figur 16: Resultat med gassbrenner

5.4 Resultater med bustende

Plasttykkelse: $180\mu\text{m}$

Åpen bunn

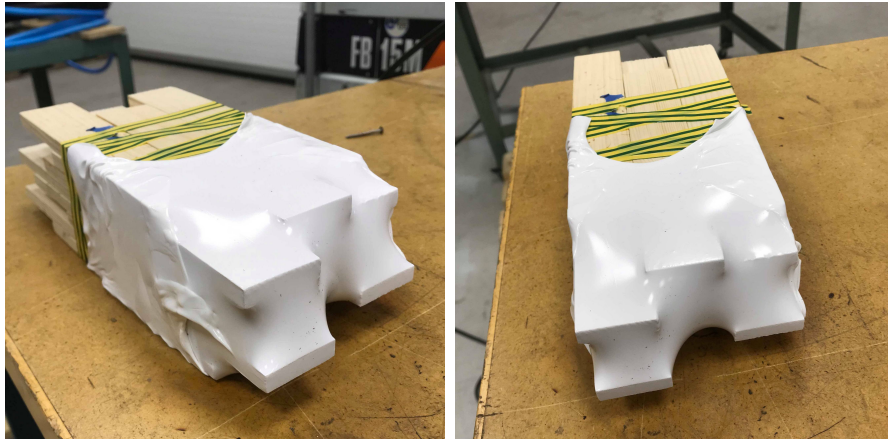
Resultatet viser at plasten har lagt seg fint rundt bustenden, men hjørnene har krøllet seg og smeltet sammen. Vi kan og se fra figur 17 at plankene har forflyttet seg under krympeprosessen.



Figur 17: Åpen bunn med bustende, $180\mu\text{m}$

Pose

Fra figur 18 kan vi se at plasten har formet seg etter bunten og lagt seg godt inntil de ulike plankene i bustenden.



(a) Skjøt

(b) Kortsida

Figur 18: Pose med bustende, 180 μm

Pakket rundt

Denne testen resulterte i en åpen ende på hver side av bunten. Plasten som var limt sammen var tett, men hadde krøllet seg ganske mye på den ene siden (se figur 19b). De andre sidene var jevne og hadde formet seg etter bunten.



(a) Skjøt

(b) Krøllet side

Figur 19: Pakket rundt med bustende, 180 μm

Plasttykkelse: 120 μ m**Åpen bunn**

Plasten har formet seg med bunten der vi har krympet den. Den sammen brettede enden har limt seg sammen og har beveget seg litt opp. På sidene har plasten trukket seg opp langs kanten og dette har resultert i at den nederste planken ikke har blitt dekket av materialet.



Figur 20: Uten feste med bustende 120 μ m

Pose

Resultatet viser at plasten har formet seg etter bustenden. Den ene siden ble limt sammen, mens den andre fikk bare festet seg i enden av plasten og dermed dannet et stort hull inn til materialet (se figur 21).



(a) Langside

(b) Kortsida

Figur 21: Pose med bustende, 120 μ m

6 Diskusjon

6.1 Krympetid og -temperatur

Resultatene vist i tabell 1, 2 og 3 bekrefter det som er oppgitt i databladet.

6.2 Test med elektrisk varmeblåser

Siden vi bare hadde en varmluftpistol tilgjengelig har noen av testene tatt litt lengere tid enn forventet. Med flere varmeelementer vil trolig plasten krympe jevnere og raskere.

Plasttykkelse: 180 μm

Plasten er veldig sterk på grunn av sin tykkelse, men tok veldig lang tid å få varmet opp til det punktet hvor den krymper.

Uten feste

Etter oppvarming hadde plasten forflyttet seg opp langs langsiden. Vi kan se fra tabell 4 at det tok over 5 minutter for å få den jevn i kantene. Siden det ikke ble brettet eller brukt noen annen kraft enn fra varmluftpistolen så har ikke endene blitt veldig fine. Disse har derimot dannet renner" hvor for eksempel vann kan samle seg.

Med feste langs nedre kant

Når plasten ble festet så fikk vi et ønsket resultat, men det tidskrevende. Hjørnene som var brettet har lagt seg fint inntil bunten og har ikke dannet områder hvor det kan samle seg vann. Vi kan se fra figur 9 at plasten trakk seg for langt opp i det ene hjørnet. Dette kan skyldes at det ble påført for mye varme på området.

Pakket rundt

Denne testen tok veldig lang tid sammenlignet med de andre. Dette kan skyldes at det var store områder som måtte varmes opp for å få fine overflater. Endene har ikke blitt spesielt jevne, men har lagt seg flatt inntil materialet med noen klumper. Der plasten har blitt skjøtet sammen har overflaten blitt jevn og plasten er smeltet sammen så det vil være vanntett. Plasten krymper for sakte når en benytter bare en elektrisk varmluftpistol.

Plasttykkelse: 120 μm

Denne plasten var veldig sterk og ikke så vanskelig å fjerne igjen fra materialet etter at testen var ferdig.

Uten feste

Når plasten ikke hadde noen festepunkter i bunnen så strakk plasten seg ganske langt opp langs langsidene. Dette var likt som for 180 μm plasten og ikke uventet. For at plasten ikke skulle bli alt for rynkete måtte en bruke 4 minutter med varmluftspistolen for å få den jevn.

Med feste langs nedre kant

Når plasten var festet i nedre kant kan vi se fra tabell 5 at det tok betraktelig kortere tid enn foregående test. Resultatet ble også mye bedre med tanke på at langsidene ikke trakk seg opp langs kanten, men holdt seg nede. Kortsidene ble derimot ikke så veldig pen å se på, men siden en kun benyttet kraften fra pistolen så klarte vi å få samlet hjørnene på plasten.

Pakket rundt

Siden plasten var pakket rundt så startet vi med å skjøte sammen plasten. Når plasten ble varmet opp så smeltet plasten sammen og langsidene trakk seg opp mot denne, dermed trengte en ikke å varme opp disse sidene for å få de jevne. Hær ble det brukt litt lengere tid på å prøve å få endene til å bli bra. Sidene hjørnene ikke er brettet så kan en risikere å få noen hull som kan ta til seg vann.

Pakket rundt med hull i bunnen

Denne testen var lik som den siste, men med hull i bunnen. Dette viste seg å ikke være et problem og tok nesten like lang tid. Hullene på undersiden hadde ikke strekt seg etter at plasten hadde krympet på oversiden. Dette kan skyldes at undersiden ble holdt litt igjen av plankestykkene materialbunten sto på.

Plasttykkelse: 40 μm **Uten feste**

Etter å ha sett hvordan plasten oppførte seg når den ble påført varme skjønte vi at den ikke var egnet til oppgaven. Den ble rynkete og krympet alt for mye når den ble påført varme. Derfor valgte vi å ikke utføre flere tester med denne typen plast.

6.3 Krymping med gassbrenner

Dette resultatet viser at en må være forsiktig når en bruker gassbrennere, ellers vil det dannes hull i plasten eller ta fyr. Gruppen var ikke så interessert i å teste krymping med gassbrenner. Dette skyldes at det følger en ganske stor brannfare når en benytter gassbrennere på grunn av den åpne flammen. I tillegg vil det være vanskeligere å få automatisert styrken på varmen når en benytter gassbrenner. Grunnen til at dette ble testet var for å få visualisert og prøvd ut denne metoden. Som nevnt tidligere må man være forsiktig når en benytter gassbrenner, og det var flere tilfeller hvor plasten tok fyr. Resultatet ble ikke som forventet, plasten ble ujevn og det dannet seg hull flere plasser. I tillegg trakk den seg ganske mye mer sammen enn forventet.

6.4 Bustende

Plasttykkelse: 180 μm

Under den første testen hadde vi åpen bunn og ikke noen festepunkter for plasten, derfor dannet vi festepunkter ved å krympe plasten rundt hjørnene. Når vi da startet å krympe det resterende av plasten, begynte den å trekke materialet i den retningen. Dette kan skyldes at materialet er så lett og det er så lite av det. Dermed vil plasten ta med seg plankene i den retningen den krymper. Dette kan også bli et problem i stor skala, men da må plasten være sterk nok til å dra med seg de større plankene.

Neste forsøk skulle teste hvordan krympeplasten la seg rundt bustenden ved bruk av en poseformet krympeplast. Siden vi ikke hadde dette så lagde vi en pose ved å sveise sammen sidene på plasten som var brettet rundt bustenden. Etter at plasten var krympet rundt enden hadde den formet seg etter den og lagt seg tett inntil. Hvis en eventuelt skal benytte seg av denne metoden må en få spesial bestilt krympeplastposer i store nok størrelser. Risikoen med dette er at det kan komme vann inn der krympeplasten møter plasten som skal dekke resten av materialet. I tillegg vil det være tett under bust enden, hvor en kan risikere å få en samling av vann. Fordelen med å benytte en pose å dekke inn bustenden er at den vil legge seg inntil materialet og på grunn av tykkelsen på plasten vil den ikke revne lett.

Siste forsøket med denne plasten på bustenden gikk ut på å pakke inn hele bunten. Vi smeltet sammen plasten på toppen så plasten fikk en tubeform og deretter prøvde å smelte sammen endene. Som vi kan se fra resultatet (vist i figur 19) så smeltet ikke plasten sammen i endene, men krympet fra hverandre å dannet to ganske store hull. Dette kan eventuelt fikses ved å smelte sammen endene før en starter å krympe plasten eller benytte mere plast i

endene. Da vil plasten holdes sammen og en vil få en tett ende. Som tidligere nevnt er plasten mye sterkere når to lag er smeltet sammen, og dette forsterker teorien om at en kan smelte sammen endene før en krymper bustenden.

Plasttykkelse: 120 μm

På tidspunktet av denne testen begynte vi å gå tom for 120 μm plast, dette gjorde at vi kun fikk utført to tester på bustenden. Plasten vi benyttet var rester fra et tidligere forsøk og var derfor allerede krympet i den ene enden. Dermed valgte vi å bare benytte den ene siden av plasten til testen. Selve testen startet med å legge plasten over å deretter krympe hjørnene for fete. Deretter blåste vi hjørnene av plasten mot hverandre slik at de smeltet sammen. Fra resultatet (vist i figur ??) kan vi se at plasten har trukket seg opp langs sidene og en del i selve enden. Dette førte til at den nederste planken ble eksponert og i enden hadde ikke plasten krympet helt sammen, som gjorde at det ble en smal åpning på midten. Hvis denne metoden skal bli benyttet i prosjektet må dette problemet løses. Hvis det samme skjer i på en virkelig materialbunt vil materialet bli vått og en kan risikere at dette blir ødelagt.

Den siste testen vi utførte var å legge plasten som en pose rundt bustenden, likt som testen med 180 μm plasten. Fra figur 21b kan vi se at det ble et hull på den ene siden. Dette skyldes at denne siden ikke ble godt nok smeltet sammen og kan løses med å bestille ferdig lagde krympeposer på rull. Vi kan å se at plasten har lagt seg fint inntil bunten og formet seg etter de forskjellige plankene. Fordelene og ulempene er lik for denne som for plasten på 180 μm .

7 Konklusjon

Etter fullført testing av krympeplast kan gruppen se både fordeler og ulemper med å benytte seg av dette til prosjektet. Fordeler med krympeplasten er at den vil forme seg etter bunten så lenge den har festepunkter. Bustenden blir tettsittende langs de ulike plankene og det blir ikke noe plast som henger løst. Plasten er veldig slitesterk, vanntett og UV beskyttet.

De største ulempene med bruk av krympeplast er at det er tidskrevende å få krympet plasten slik at den får jevne overflater. Ved mangel på festepunkter langs kantene vil plasten trekke seg opp langs kantene under krympeprosessen.

Denne testen har gitt oss en indikasjon på hvordan plasten oppfører seg, men det er fortsatt litt usikkert om det blir å fungere i stor skala. Gruppen har konkludert med å ikke benytte krympeplast på grunn av at krympeprosessen er tidskrevende og det er mange krav som må oppfylles for at plasten skal legge seg pent på bunten.

8 Referanser

- [1] www.globalspec.com. Shrink Wrap and Stretch Films information. https://www.globalspec.com/learnmore/manufacturing_process_equipment/stock_fabricated_materials_components/shrink_wrap_stretch_films, 2019. [Online; accessed 23.04.19].
- [2] www.alfasolution.com. Construction. <http://www.alfasolution.no/shrink-wrap/construction/>, 2019. [Online; accessed 23.04.19].
- [3] www.dr_shrink.com. Shrink Wrap Benefits. <https://dr-shrink.com/shrink-wrap-benefits/>, 2019. [Online; accessed 23.04.19].

9 Vedlegg

- HMS Datablad, krympeplast.no
- Datablad krympeplast M4 10m 250 μ m



Testrapport: Tørkeprosess

Skrevet av:

Morten A. Auke

Edris Karimi

Lars Jerijervi

Herman Severin Nilsen

Jonas Tveita Hjalland

21. mai 2019

Dokumenthistorikk			
Utg.	Dato	Beskrivelse	Forfatter
1.0	16.04.19	Dokument opprettet	

Abstrakt

Hensikten med dette dokumentet er å finne ut om det er nødvendig å ha 100% åpning i bunnen av bunten, gruppen vil gjennomføre en del tester og målinger som skal vise dette. Alt av informasjon av utstyr og materialer vil bli listet opp, og avslutningsvis en konklusjon.

Innhold

1	Introduksjon	1
2	Bakgrunnsteori	1
3	Utstyr	2
4	Metode/framgangsmåte	3
5	Resultater og observasjoner	5
6	Drøfting og feilkilder	6
7	Konklusjon	6
8	Referanser	7

Figurer

1	Utstyr	2
2	20% åpning	3
3	Graf	5

Tabeller

1	Oversiktstabell	4
2	Måleresultater	5

1 Introduksjon

Hensikten med denne testen er å se hvor åpen bunnen av bunten må være for å få nok lufting. Dette er viktig å finne ut av da én av idéene innebærer bruk av plastsokk. Gruppen vil teste hvor fort konstruksjonsvirket tørker med forskjellig prosent åpning i bunnen av bunten. Det testes med 10%, 20%, 30%, 40%, 50% og 100% åpning.

2 Bakgrunnsteori

I følge kilder fra Moelven Numedal og Tronrud Engineering kreves det at bunten er 100% åpen for å sørge for at konstruksjonsvirket tørker til den prosenten som kreves for at det kan brukes av håndverkere. Materialbunter som er ferdig pakket blir levert med Norsk NS-merket (Norsk Standard). Det representerer trelastindustriens kvalitetsstempel og oppfyller plan og bygningsloven. Det er Norsk Trelastkontroll som står bak merkingen. NS- og T-merket konstruksjonsvirke betyr trygghet for alle brukere, og trematerialer med sikkerhet. NS-merket garanterer at trelasten har under 20% fuktighet ved levering [1].

3 Utstyr

- Fuktmåler (figur 1a)
- Konstruksjonsvirke (figur 1b)
- Emballasje (figur 1c)
- Pakketeip (figur 1d)
- Kutteverktøy (figur 1e)
- Kutte-mal (figur 1f)



(a) Fuktmåler



(b) Konstruksjonsvirke



(c) Emballasje



(d) Pakketeip



(e) Kutteverktøy

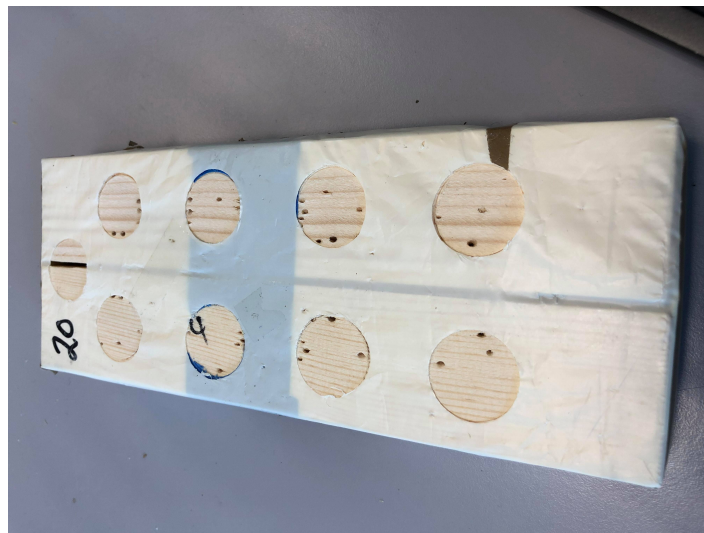


(f) Kutte-mal 30%

Figur 1: Utstyr

4 Metode/framgangsmåte

1. Konstruksjonsvirke ble senket i vann i 24 timer for å øke fuktighetsgraden.
2. Etter 24 timer ble konstruksjonsvirket hentet opp av vannet og lagt til tørking. Materialene ble tørket til de hadde under 40% fuktighet, dette fordi måleapparatet ikke måler fuktighet over 40%.
3. Etter tørking ble materialene målt for fuktighet, 4 ganger hver og resultatene ble ført opp i et Excel ark.
4. Konstruksjonsvirken ble pakket inn i plasten fra Montér. Her pakket vi 2x3 i hver bunt. Materialene ble pakket nøye for å få minst mulig luft inne i bunten. For å gjøre simuleringen mest mulig reel valgte vi å legge 2mm tykke strø mellom materialene for økt lufting og hurtigere tørkeprosess.
5. Pakkene ble åpnet prosentvis i bunnen.
6. Buntene ble lagt på et tørt rom oppå et tørkestativ.
7. Fuktigheten ble målt jevnlig, hver 12. time, her ble det gjort 4 målinger på hvert testobjekt. Dette ble gjort på samme lokasjon hver gang og tatt ut et gjennomsnitt her. Gjennomsnittet er det som har definert verdiene vi har brukt.



Figur 2: 20% åpning

Areal på bunten

$$A = L * B \quad (1)$$

$$A = 20cm * 7,5cm = 150cm^2 \quad (2)$$

Areal på kutteverktøy

$$A = \pi * r^2 \quad (3)$$

$$A = \pi * 1,05cm = 3,46cm^2 \quad (4)$$

Areal åpning basert på prosent (cm^2)

$$10\% = 150cm^2 * 0,1\% = 15cm^2 \quad (5)$$

$$20\% = 150cm^2 * 0,2\% = 30cm^2 \quad (6)$$

$$30\% = 150cm^2 * 0,3\% = 45cm^2 \quad (7)$$

$$40\% = 150cm^2 * 0,4\% = 60cm^2 \quad (8)$$

$$50\% = 150cm^2 * 0,5\% = 75cm^2 \quad (9)$$

Antall hull

$$10\% = 15cm^2 / 3,46cm^2 = 4,3 \approx 4 \quad (10)$$

$$20\% = 30cm^2 / 3,46cm^2 = 8,6 \approx 9 \quad (11)$$

$$30\% = 45cm^2 / 3,46cm^2 = 13 \quad (12)$$

$$40\% = 60cm^2 / 3,46cm^2 = 17,3 \approx 17 \quad (13)$$

$$50\% = 75cm^2 / 3,46cm^2 = 21,7 \approx 22 \quad (14)$$

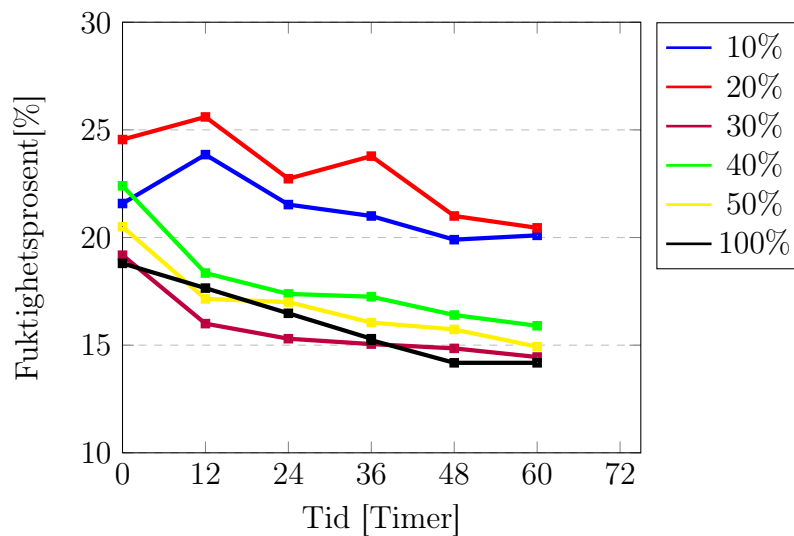
Åpning(%)	Åpning(cm^2)	Antall hull
10%	$15cm^2$	4,3
20%	$30cm^2$	8,6
30%	$45cm^2$	13
40%	$60cm^2$	17,3
50%	$75cm^2$	21,7
100%	$150cm^2$	

Tabell 1: Oversiktstabell

5 Resultater og observasjoner

Prosent åpning	Fuktighetsprosent					
	0	12	24	36	48	60
10%	21,58%	23,85%	21,53%	21%	19,90	20,10%
20%	24,55%	25,60%	22,73%	23,78%	21,00%	20,45%
30%	19,18%	16,00%	15,30%	15,05%	14,85%	14,45%
40%	22,40%	18,35%	17,38%	17,25%	16,60%	15,90%
50%	20,50%	17,15%	17,00%	16,05%	15,73%	14,93%
100%	18,80%	17,65%	16,48%	15,30%	15,23%	14,18%
Timer	0	12	24	36	48	60

Tabell 2: Måleresultater



Figur 3: Graf

6 Drøfting og feilkilder

Som vi kan observere ut i fra grafen ser vi at mellom 30-100 prosent har tilnærmet lik tørkeprosess. Vi tar forbehold om inhomogent fordelt fuktighet og inhomogen tørketid lokalt i hvert enkelt materialobjekt.

- Uhomogent materiale: Tresorten vi har tatt i bruk i denne testen er av typen gran. Denne tresorten har tendens til mye kvistdannelse langs stammen. Kvist har en tettere fibersammensetning enn resterende materiale, og det påvirker hastigheten på vanngjennomtrengning.
- Måleverktøy: I forbindelse med dette forsøket så har vi tatt i bruk en fuktmåler. Måleverktøyet er kjøpt fra Biltema og har måle-spesifikasjonene fra 5 til 40%. Opp til 28% så har verktøyet en nøyaktighet på $\pm 2\%$. Målingen skjer ved at to elektroder som måler ohm motstand, stikkes inn i materialet. Da vil man få opp hvor mye vann det er i materialet i forhold til egenvekten til materialet. Dette uttrykkes som vektprosent.[2]
- Nonspesifikk målelokasjon: I og med at materialets fiber er inhomogent fordelt, vil målepunktene variere i verdi ettersom hvor på materialet vi måler. Samtidig vil måling på samme lokasjon gi falske verdier. Dette er fordi tørking skjer raskere rundt og i hullet.

7 Konklusjon

Testen ble gjennomført 3 ganger før vi konkluderte med at testen ikke ville gi oss et pålitelig resultat vi kunne bruke som argument. Dette fant vi gradvis ut av ettersom målingene vi fikk ikke ga noe særlig mening. Vi valgte som nevnt over å gjennomføre 4 målinger fordelt utover hvert testobjekt for hvert test intervall. Her var det stor variasjon i resultatene og vi kan se at resultatene avhenger av hvor på testobjektet man utfører målingen. Rundt kvister og områder hvor man visuelt kan observere at fibre står tettere, blir tørkeprosessen forsinket i forhold til plasser hvor tettheten i fibre ikke er like stor.

8 Referanser

- [1] Norsk Standard. <https://www.bergeneholm.no/kunnskap/kontrollordninger/norsk-standard>. [Online; accessed 25.04.19].
- [2] Måleområder - måleverktøy. <https://www.biltema.no/verktoy/maleverktoy/maleinstrumenter/fuktmalere/fuktmaler-2000023715>. [Online; accessed 09.04.19].



Vedlegg

Skrevet av:

Morten A. Auke

Edris Karimi

Lars Jerijervi

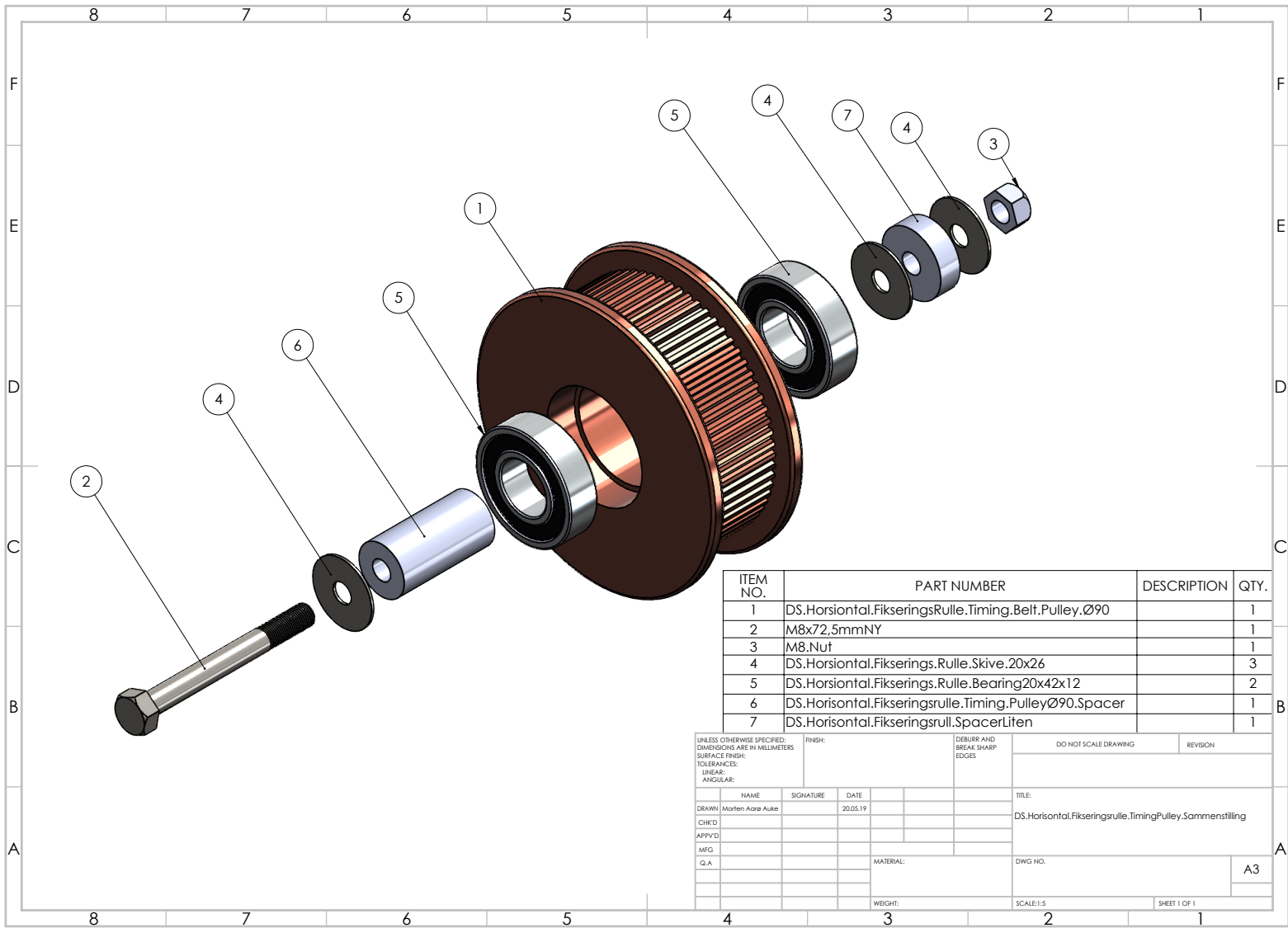
Herman Severin Nilsen

Jonas Tveita Hjalland

23. mai 2019

Abstrakt

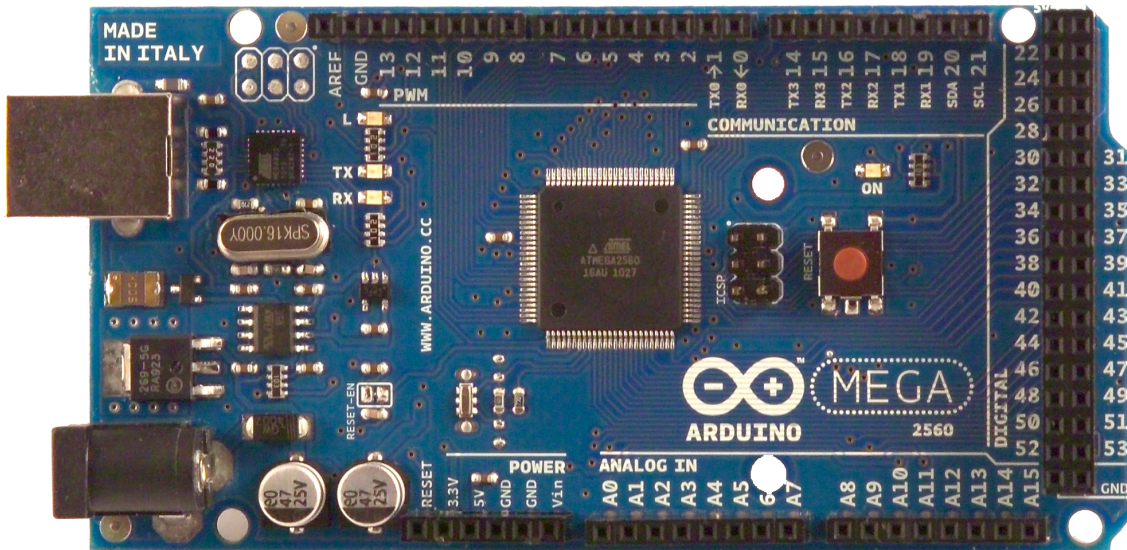
Dette dokumentet samler utdrag fra alle vedlegg som er referert til i alle dokumentene som er levert. Det vil også bli gitt en innholdsfortegnelse slik at en for en oversikt over alle vedleggene.



ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	DS.Horsional.FikseringsRulle.Timing.Belt.Pulley.Ø90		1
2	M8x72,5mmNY		1
3	M8.Nut		1
4	DS.Horsional.Fikserings.Rulle.Skive.20x26		3
5	DS.Horsional.Fikserings.Rulle.Bearing20x42x12		2
6	DS.Horsional.Fikseringsrulle.Timing.PulleyØ90.Spacer		1
7	DS.Horsional.Fikseringsrull.SpacerLiten		1

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:			FINISH:	DEBURR AND BREAK SHARP EDGES	DO NOT SCALE DRAWING	REVISION
NAME	SIGNATURE	DATE			TITLE:	
DRAWN: Morten Aarø Auke		20.05.19			DS.Horsional.Fikseringsrulle.TimingPulley.Sammenstilling	
CHECK:					DWG. NO.	
APPROV:					A3	
MFG:			MATERIAL:		SCALE:1:5	
Q.A.			WEIGHT:		SHEET 1 OF 1	

Arduino MEGA 2560



Product Overview

The Arduino Mega 2560 is a microcontroller board based on the ATmega2560 ([datasheet](#)). It has 54 digital input/output pins (of which 14 can be used as PWM outputs), 16 analog inputs, 4 UARTs (hardware serial ports), a 16 MHz crystal oscillator, a USB connection, a power jack, an ICSP header, and a reset button. It contains everything needed to support the microcontroller; simply connect it to a computer with a USB cable or power it with a AC-to-DC adapter or battery to get started. The Mega is compatible with most shields designed for the Arduino Duemilanove or Diecimila.

Index

Technical Specifications

Page 2

How to use Arduino
Programming Environment, Basic Tutorials

Page 6

Terms & Conditions

Page 7

Environmental Policies
half sqm of green via Impatto Zero®

Page 7



radiospares

RADIONICS



Technical Specification

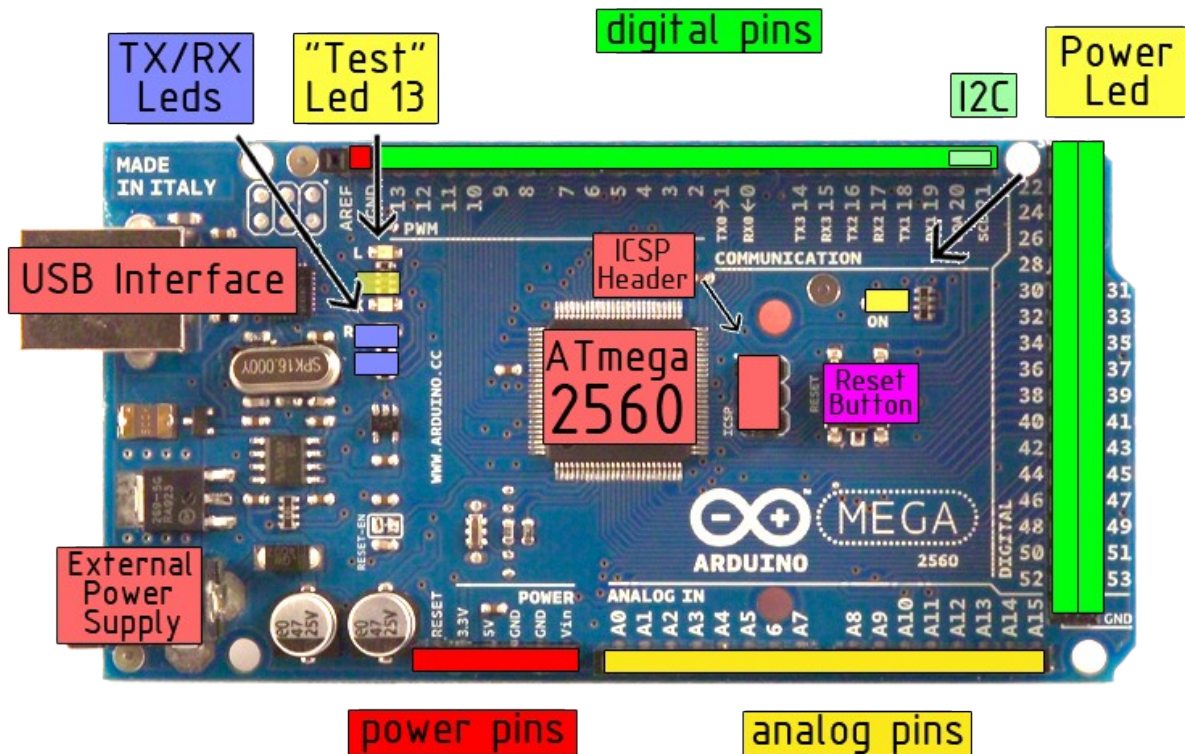


EAGLE files: [arduino-mega2560-reference-design.zip](#) Schematic: [arduino-mega2560-schematic.pdf](#)

Summary

Microcontroller	ATmega2560
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	54 (of which 14 provide PWM output)
Analog Input Pins	16
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	256 KB of which 8 KB used by bootloader
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Clock Speed	16 MHz

the board



radiospares

RADIONICS



Power

The Arduino Mega2560 can be powered via the USB connection or with an external power supply. The power source is selected automatically. External (non-USB) power can come either from an AC-to-DC adapter (wall-wart) or battery. The adapter can be connected by plugging a 2.1mm center-positive plug into the board's power jack. Leads from a battery can be inserted in the Gnd and Vin pin headers of the POWER connector.

The board can operate on an external supply of 6 to 20 volts. If supplied with less than 7V, however, the 5V pin may supply less than five volts and the board may be unstable. If using more than 12V, the voltage regulator may overheat and damage the board. The recommended range is 7 to 12 volts.

The Mega2560 differs from all preceding boards in that it does not use the FTDI USB-to-serial driver chip. Instead, it features the Atmega8U2 programmed as a USB-to-serial converter.

The power pins are as follows:

- **VIN.** The input voltage to the Arduino board when it's using an external power source (as opposed to 5 volts from the USB connection or other regulated power source). You can supply voltage through this pin, or, if supplying voltage via the power jack, access it through this pin.
- **5V.** The regulated power supply used to power the microcontroller and other components on the board. This can come either from VIN via an on-board regulator, or be supplied by USB or another regulated 5V supply.
- **3V3.** A 3.3 volt supply generated by the on-board regulator. Maximum current draw is 50 mA.
- **GND.** Ground pins.

Memory

The ATmega2560 has 256 KB of flash memory for storing code (of which 8 KB is used for the bootloader), 8 KB of SRAM and 4 KB of EEPROM (which can be read and written with the [EEPROM library](#)).

Input and Output

Each of the 54 digital pins on the Mega can be used as an input or output, using [pinMode\(\)](#), [digitalWrite\(\)](#), and [digitalRead\(\)](#) functions. They operate at 5 volts. Each pin can provide or receive a maximum of 40 mA and has an internal pull-up resistor (disconnected by default) of 20-50 kOhms. In addition, some pins have specialized functions:

- **Serial: 0 (RX) and 1 (TX); Serial 1: 19 (RX) and 18 (TX); Serial 2: 17 (RX) and 16 (TX); Serial 3: 15 (RX) and 14 (TX).** Used to receive (RX) and transmit (TX) TTL serial data. Pins 0 and 1 are also connected to the corresponding pins of the ATmega8U2 USB-to-TTL Serial chip .
- **External Interrupts: 2 (interrupt 0), 3 (interrupt 1), 18 (interrupt 5), 19 (interrupt 4), 20 (interrupt 3), and 21 (interrupt 2).** These pins can be configured to trigger an interrupt on a low value, a rising or falling edge, or a change in value. See the [attachInterrupt\(\)](#) function for details.
- **PWM: 0 to 13.** Provide 8-bit PWM output with the [analogWrite\(\)](#) function.
- **SPI: 50 (MISO), 51 (MOSI), 52 (SCK), 53 (SS).** These pins support SPI communication, which, although provided by the underlying hardware, is not currently included in the Arduino language. The SPI pins are also broken out on the ICSP header, which is physically compatible with the Duemilanove and Diecimila.
- **LED: 13.** There is a built-in LED connected to digital pin 13. When the pin is HIGH value, the LED is on, when the pin is LOW, it's off.
- **I²C: 20 (SDA) and 21 (SCL).** Support I²C (TWI) communication using the [Wire library](#) (documentation on the Wiring website). Note that these pins are not in the same location as the I²C pins on the Duemilanove.

The Mega2560 has 16 analog inputs, each of which provide 10 bits of resolution (i.e. 1024 different values). By default they measure from ground to 5 volts, though is it possible to change the upper end of their range using the AREF pin and [analogReference\(\)](#) function.

There are a couple of other pins on the board:

- **AREF.** Reference voltage for the analog inputs. Used with [analogReference\(\)](#).
- **Reset.** Bring this line LOW to reset the microcontroller. Typically used to add a reset button to shields which block the one on the board.



radiospares

RADIONICS



Communication

The Arduino Mega2560 has a number of facilities for communicating with a computer, another Arduino, or other microcontrollers. The ATmega2560 provides four hardware UARTs for TTL (5V) serial communication. An ATmega8U2 on the board channels one of these over USB and provides a virtual com port to software on the computer (Windows machines will need a .inf file, but OSX and Linux machines will recognize the board as a COM port automatically). The Arduino software includes a serial monitor which allows simple textual data to be sent to and from the board. The RX and TX LEDs on the board will flash when data is being transmitted via the ATmega8U2 chip and USB connection to the computer (but not for serial communication on pins 0 and 1).

A [SoftwareSerial library](#) allows for serial communication on any of the Mega's digital pins.

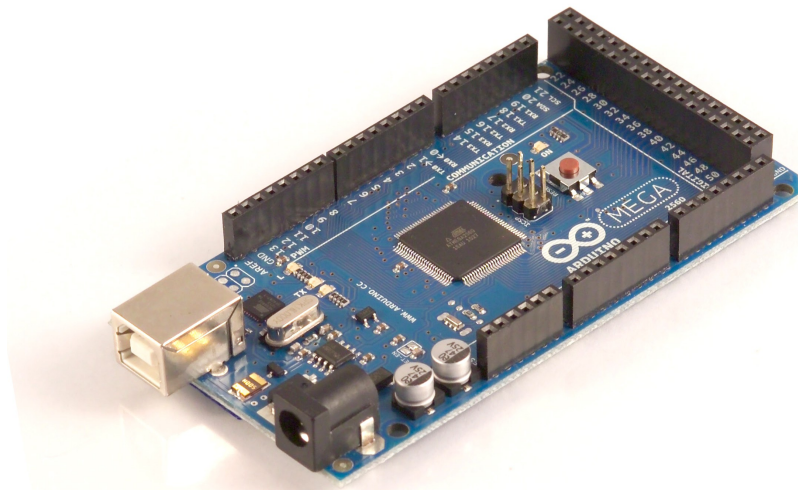
The ATmega2560 also supports I2C (TWI) and SPI communication. The Arduino software includes a Wire library to simplify use of the I2C bus; see the [documentation on the Wiring website](#) for details. To use the SPI communication, please see the ATmega2560 datasheet.

Programming

The Arduino Mega2560 can be programmed with the Arduino software ([download](#)). For details, see the [reference](#) and [tutorials](#).

The Atmega2560 on the Arduino Mega comes preburned with a [bootloader](#) that allows you to upload new code to it without the use of an external hardware programmer. It communicates using the original STK500 protocol ([reference](#), [C header files](#)).

You can also bypass the bootloader and program the microcontroller through the ICSP (In-Circuit Serial Programming) header; see [these instructions](#) for details.



radiospares **RADIONICS**



Automatic (Software) Reset

Rather than requiring a physical press of the reset button before an upload, the Arduino Mega2560 is designed in a way that allows it to be reset by software running on a connected computer. One of the hardware flow control lines (DTR) of the ATmega8U2 is connected to the reset line of the ATmega2560 via a 100 nanofarad capacitor. When this line is asserted (taken low), the reset line drops long enough to reset the chip. The Arduino software uses this capability to allow you to upload code by simply pressing the upload button in the Arduino environment. This means that the bootloader can have a shorter timeout, as the lowering of DTR can be well-coordinated with the start of the upload.

This setup has other implications. When the Mega2560 is connected to either a computer running Mac OS X or Linux, it resets each time a connection is made to it from software (via USB). For the following half-second or so, the bootloader is running on the Mega2560. While it is programmed to ignore malformed data (i.e. anything besides an upload of new code), it will intercept the first few bytes of data sent to the board after a connection is opened. If a sketch running on the board receives one-time configuration or other data when it first starts, make sure that the software with which it communicates waits a second after opening the connection and before sending this data.

The Mega contains a trace that can be cut to disable the auto-reset. The pads on either side of the trace can be soldered together to re-enable it. It's labeled "RESET-EN". You may also be able to disable the auto-reset by connecting a 110 ohm resistor from 5V to the reset line; see [this forum thread](#) for details.

USB Overcurrent Protection

The Arduino Mega has a resettable polyfuse that protects your computer's USB ports from shorts and overcurrent. Although most computers provide their own internal protection, the fuse provides an extra layer of protection. If more than 500 mA is applied to the USB port, the fuse will automatically break the connection until the short or overload is removed.

Physical Characteristics and Shield Compatibility

The maximum length and width of the Mega PCB are 4 and 2.1 inches respectively, with the USB connector and power jack extending beyond the former dimension. Three screw holes allow the board to be attached to a surface or case. Note that the distance between digital pins 7 and 8 is 160 mil (0.16"), not an even multiple of the 100 mil spacing of the other pins.

The Mega is designed to be compatible with most shields designed for the Diecimila or Duemilanove. Digital pins 0 to 13 (and the adjacent AREF and GND pins), analog inputs 0 to 5, the power header, and ICSP header are all in equivalent locations. Further the main UART (serial port) is located on the same pins (0 and 1), as are external interrupts 0 and 1 (pins 2 and 3 respectively). SPI is available through the ICSP header on both the Mega and Duemilanove / Diecimila. **Please note that I²C is not located on the same pins on the Mega (20 and 21) as the Duemilanove / Diecimila (analog inputs 4 and 5).**



radiospares

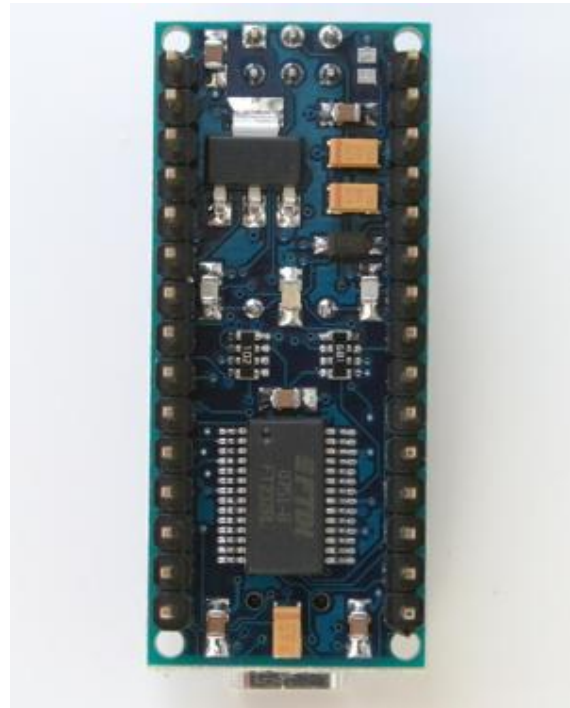
RADIONICS



Arduino Nano



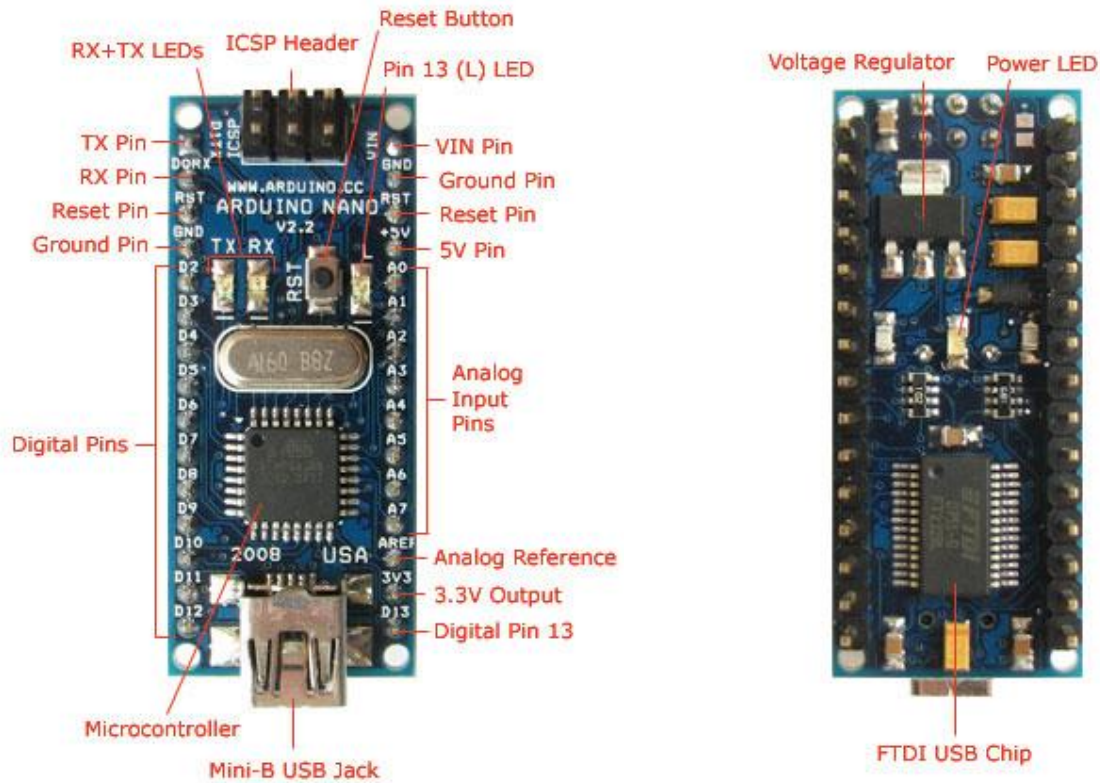
Arduino Nano Front



Arduino Nano Rear

Overview

The Arduino Nano is a small, complete, and breadboard-friendly board based on the ATmega328 (Arduino Nano 3.0) or ATmega168 (Arduino Nano 2.x). It has more or less the same functionality of the Arduino Duemilanove, but in a different package. It lacks only a DC power jack, and works with a Mini-B USB cable instead of a standard one. The Nano was designed and is being produced by Gravitech.



Schematic and Design

Arduino Nano 3.0 (ATmega328): [schematic](#), [Eagle files](#).

Arduino Nano 2.3 (ATmega168): [manual](#) (pdf), [Eagle files](#). *Note:* since the free version of Eagle does not handle more than 2 layers, and this version of the Nano is 4 layers, it is published here unrouted, so users can open and use it in the free version of Eagle.

Specifications:

Microcontroller	Atmel ATmega168 or ATmega328
Operating Voltage (logic level)	5 V
Input Voltage (recommended)	7-12 V
Input Voltage (limits)	6-20 V
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
Analog Input Pins	8
DC Current per I/O Pin	40 mA
Flash Memory	16 KB (ATmega168) or 32 KB (ATmega328) of which 2 KB used by bootloader
SRAM	1 KB (ATmega168) or 2 KB (ATmega328)
EEPROM	512 bytes (ATmega168) or 1 KB (ATmega328)
Clock Speed	16 MHz
Dimensions	0.73" x 1.70"

Power:

The Arduino Nano can be powered via the Mini-B USB connection, 6-20V unregulated external power supply (pin 30), or 5V regulated external power supply (pin 27). The power source is automatically selected to the highest voltage source.

The FTDI FT232RL chip on the Nano is only powered if the board is being powered over USB. As a result, when running on external (non-USB) power, the 3.3V output (which is supplied by the FTDI chip) is not available and the RX and TX LEDs will flicker if digital pins 0 or 1 are high.

Memory

The ATmega168 has 16 KB of flash memory for storing code (of which 2 KB is used for the bootloader); the ATmega328 has 32 KB, (also with 2 KB used for the bootloader). The ATmega168 has 1 KB of SRAM and 512 bytes of EEPROM (which can be read and written with the [EEPROM library](#)); the ATmega328 has 2 KB of SRAM and 1 KB of EEPROM.

Input and Output

Each of the 14 digital pins on the Nano can be used as an input or output, using [pinMode\(\)](#), [digitalWrite\(\)](#), and [digitalRead\(\)](#) functions. They operate at 5 volts. Each pin can provide or receive a maximum of 40 mA and has an internal pull-up resistor (disconnected by default) of 20-50 kOhms. In addition, some pins have specialized functions:

- ✦ **Serial: 0 (RX) and 1 (TX).** Used to receive (RX) and transmit (TX) TTL serial data. These pins are connected to the corresponding pins of the FTDI USB-to-TTL Serial chip.
- ✦ **External Interrupts: 2 and 3.** These pins can be configured to trigger an interrupt on a low value, a rising or falling edge, or a change in value. See the [attachInterrupt\(\)](#) function for details.
- ✦ **PWM: 3, 5, 6, 9, 10, and 11.** Provide 8-bit PWM output with the [analogWrite\(\)](#) function.
- ✦ **SPI: 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK).** These pins support SPI communication, which, although provided by the underlying hardware, is not currently included in the Arduino language.
- ✦ **LED: 13.** There is a built-in LED connected to digital pin 13. When the pin is HIGH value, the LED is on, when the pin is LOW, it's off.

The Nano has 8 analog inputs, each of which provide 10 bits of resolution (i.e. 1024 different values). By default they measure from ground to 5 volts, though it is possible to change the upper end of their range using the [analogReference\(\)](#) function. Additionally, some pins have specialized functionality:

I²C: 4 (SDA) and 5 (SCL). Support I²C (TWI) communication using the [Wire library](#) (documentation on the Wiring website).

There are a couple of other pins on the board:

AREF. Reference voltage for the analog inputs. Used with [analogReference\(\)](#).

Reset. Bring this line LOW to reset the microcontroller. Typically used to add a reset button to shields which block the one on the board.

See also the [mapping between Arduino pins and ATmega168 ports](#).

Communication

The Arduino Nano has a number of facilities for communicating with a computer, another Arduino, or other microcontrollers. The ATmega168 and ATmega328 provide UART TTL (5V) serial communication, which is available on digital pins 0 (RX) and 1 (TX). An FTDI FT232RL on the board channels this serial communication over USB and the [FTDI drivers](#) (included with the Arduino software) provide a virtual com port to software on the computer. The Arduino software includes a serial monitor which allows simple textual data to be sent to and from the Arduino board. The RX and TX LEDs on the board will flash when data is being transmitted via the FTDI chip and USB connection to the computer (but not for serial communication on pins 0 and 1).

A [SoftwareSerial library](#) allows for serial communication on any of the Nano's digital pins.

The ATmega168 and ATmega328 also support I²C (TWI) and SPI communication. The Arduino software includes a Wire library to simplify use of the I²C bus; see the [documentation](#) for details. To use the SPI communication, please see the ATmega168 or ATmega328 datasheet.

Programming

The Arduino Nano can be programmed with the Arduino software ([download](#)). Select "Arduino Diecimila, Duemilanove, or Nano w/ ATmega168" or "Arduino Duemilanove or Nano w/ ATmega328" from the **Tools**

> **Board** menu (according to the microcontroller on your board). For details, see the [reference](#) and [tutorials](#).

The ATmega168 or ATmega328 on the Arduino Nano comes preburned with a [bootloader](#) that allows you to upload new code to it without the use of an external hardware programmer. It communicates using the original STK500 protocol ([reference](#), [C header files](#)).

You can also bypass the bootloader and program the microcontroller through the ICSP (In-Circuit Serial Programming) header; see [these instructions](#) for details.

Automatic (Software) Reset

Rather than requiring a physical press of the reset button before an upload, the Arduino Nano is designed in a way that allows it to be reset by software running on a connected computer. One of the hardware flow control lines (DTR) of the FT232RL is connected to the reset line of the ATmega168 or ATmega328 via a 100 nanofarad capacitor. When this line is asserted (taken low), the reset line drops long enough to reset the chip. The Arduino software uses this capability to allow you to upload code by simply pressing the upload button in the Arduino environment. This means that the bootloader can have a shorter timeout, as the lowering of DTR can be well-coordinated with the start of the upload.

This setup has other implications. When the Nano is connected to either a computer running Mac OS X or Linux, it resets each time a connection is made to it from software (via USB). For the following half-second or so, the bootloader is running on the Nano. While it is programmed to ignore malformed data (i.e. anything besides an upload of new code), it will intercept the first few bytes of data sent to the board after a connection is opened. If a sketch running on the board receives one-time configuration or other data when it first starts, make sure that the software with which it communicates waits a second after opening the connection and before sending this data.



Thermocouple & Platinum Resistance Thermometry - At A Glance



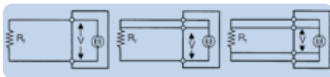
PRACTICAL BRIDGE CIRCUITS FOR 2, 3 AND 4 WIRE THERMOMETERS

The connection between the thermometer assembly and the instrumentation. The cabling introduces electrical resistance which is placed in series with the resistance thermometer. **The two resistances are therefore cumulative and could be interpreted as an increased temperature if the lead resistance is not allowed for.** The longer and/or the smaller the diameter of the cable, the greater the lead resistance will be and the measurement errors could be appreciable. In the case of a **2 wire connection**, little can be done about this problem and some measurement error will result according to the cabling and input circuit arrangement.

For this reason, a **2 wire arrangement is only suitable for short cable lengths**. If it is essential to use only 2 wires, ensure that the largest possible diameter of conductors is specified and

that the length of cable is minimised to keep cable resistance to as low a value as possible. **The use of 3 wires**, when dictated either by probe construction or by the input termination of the measuring instrument, will allow for a good level of lead resistance compensation. **However the compensation technique is based on the assumption that the resistance of all three leads is identical** and that they all reside at the same ambient temperature; this is not always the case. **Optimum accuracy is therefore achieved with a 4 wire configuration.**

2 Wire Connections 3 Wire Connections 4 Wire Connection



STEM CONDUCTION

This is the mechanism by which heat is conducted from or to the process medium by the probe itself; an apparent reduction or increase respectively in measured temperature results. The **immersion depth** (the length of that part of the probe which is directly in contact with the medium) must be such as to ensure that the "sensing" length is exceeded (double the sensing length is recommended). Small immersion depths result in a large temperature gradient between the sensor and the surroundings which results in a large heat flow.

The ideal immersion depth can be achieved in practice by moving the probe into or out of the process medium incrementally; with each adjustment, note any apparent change in indicated temperature. The correct depth will result in no change in indicated temperature. For calibration purposes 150 to 300mm immersion is required depending on the probe construction.

SELF-HEATING

In order to measure the voltage dropped across the Pt sensing resistor, a current must be passed through it. The measuring current produces heat dissipation in the sensor. This results in an increased temperature indication. It is necessary to minimise the current flow as much as possible; 1mA or less is usually acceptable.

If the sensor is immersed in flowing liquid or gas, the effect is reduced because of more rapid heat removal. Conversely, in still gas for example, the effect may be significant. The self-heating coefficient E is expressed as:

$$E = \Delta t / (R - I^2)$$

Where Δt = (indicated temperature) - (temperature of the medium)

$$R = Pt \text{ resistance}$$

$$I = \text{measurement current}$$

RESISTANCE V TEMPERATURE AND TOLERANCES FOR PLATINUM RESISTORS TO IEC 751(1995)/BS EN60751(1996)

Temp (°C)	Resistance (Ω)	Tolerance (±°C)	Tolerance	
			Class A (±Ω)	Class B (±Ω)
-200	18.52	0.55	0.24	1.3
-100	60.26	0.35	0.14	0.8
0	100.00	0.15	0.06	0.3
100	138.51	0.35	0.13	0.8
200	175.86	0.55	0.20	1.3
300	212.05	0.75	0.27	1.8
400	247.09	0.95	0.33	2.3
500	280.98	1.15	0.38	2.8
600	313.71	1.35	0.43	3.3
650	329.64	1.45	0.46	3.6
700	345.28	-	-	3.8
800	375.70	-	-	4.3
850	390.48	-	-	4.6

NEW TOLERANCE CLASSES FOR RESISTORS TO IEC 60751(2008)

Tolerance class	For wire wound resistors		For film resistors		Tolerance value ^a °C
	Temperature range of validity °C	Tolerance class	Temperature range of validity °C	Tolerance class	
W 0.1	-100 to +350	F 0.1	0 to +150		± (0.1 + 0.0017 t)
W 0.15	-100 to +450	F 0.15	-30 to +300		± (0.15 + 0.002 t)
W 0.3	-196 to +660	F 0.3	-50 to +500		± (0.3 + 0.005 t)
W 0.6	-196 to +660	F 0.6	-50 to +600		± (0.6 + 0.01 t)

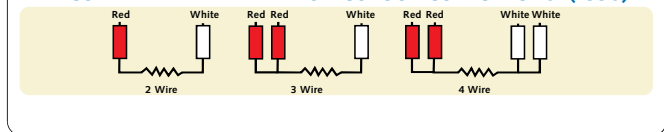
^a |t| = modulus of temperature in °C without regard to sign. For any value of R.

NEW TOLERANCE CLASSES FOR THERMOMETERS TO IEC 60751(2008)

Tolerance class	Temperature range of validity °C		Tolerance values ^a °C
	Wire wound resistors	Film resistors	
AA	-50 to +250	0 to +150	± (0.1 + 0.0017 t)
A	-100 to +450	-30 to +300	± (0.15 + 0.002 t)
B	-196 to +600	-50 to +500	± (0.3 + 0.005 t)
C	-196 to +600	-50 to +600	± (0.6 + 0.01 t)

^a |t| = modulus of temperature in °C without regard to sign. For any value of R.

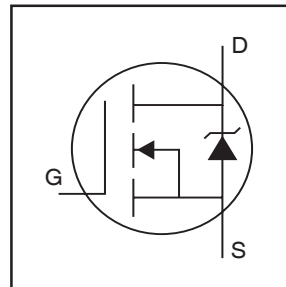
RECOMMENDED TERMINATION COLOUR CODES IEC 751(1995)



IRLZ34NPbF

HEXFET® Power MOSFET

- Logic-Level Gate Drive
- Advanced Process Technology
- Dynamic dv/dt Rating
- 175°C Operating Temperature
- Fast Switching
- Fully Avalanche Rated
- Lead-Free

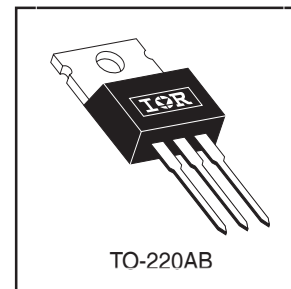


$V_{DSS} = 55V$
$R_{DS(on)} = 0.035\Omega$
$I_D = 30A$

Description

Fifth Generation HEXFETs from International Rectifier utilize advanced processing techniques to achieve the lowest possible on-resistance per silicon area. This benefit, combined with the fast switching speed and ruggedized device design that HEXFET Power MOSFETs are well known for, provides the designer with an extremely efficient device for use in a wide variety of applications.

The TO-220 package is universally preferred for all commercial-industrial applications at power dissipation levels to approximately 50 watts. The low thermal resistance and low package cost of the TO-220 contribute to its wide acceptance throughout the industry.



Absolute Maximum Ratings

	Parameter	Max.	Units
$I_D @ T_C = 25^\circ C$	Continuous Drain Current, $V_{GS} @ 10V$	30	A
$I_D @ T_C = 100^\circ C$	Continuous Drain Current, $V_{GS} @ 10V$	21	
I_{DM}	Pulsed Drain Current $\text{\textcircled{D}}$	110	
$P_D @ T_C = 25^\circ C$	Power Dissipation	68	W
	Linear Derating Factor	0.45	W/°C
V_{GS}	Gate-to-Source Voltage	± 16	V
E_{AS}	Single Pulse Avalanche Energy $\text{\textcircled{2}}$	110	mJ
I_{AR}	Avalanche Current $\text{\textcircled{D}}$	16	A
E_{AR}	Repetitive Avalanche Energy $\text{\textcircled{D}}$	6.8	mJ
dv/dt	Peak Diode Recovery dv/dt $\text{\textcircled{3}}$	5.0	V/ns
T_J	Operating Junction and	-55 to + 175	°C
T_{STG}	Storage Temperature Range		
	Soldering Temperature, for 10 seconds	300 (1.6mm from case)	
	Mounting torque, 6-32 or M3 screw.	10 lbf•in (1.1N•m)	

Thermal Resistance

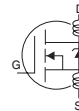
	Parameter	Min.	Typ.	Max.	Units
$R_{\theta JC}$	Junction-to-Case	----	----	2.2	°CW
$R_{\theta CS}$	Case-to-Sink, Flat, Greased Surface	----	0.50	----	
$R_{\theta JA}$	Junction-to-Ambient	----	----	62	

IRLZ34NPbF

International
IR Rectifier

Electrical Characteristics @ $T_J = 25^\circ\text{C}$ (unless otherwise specified)

	Parameter	Min.	Typ.	Max.	Units	Conditions
$V_{(BR)DSS}$	Drain-to-Source Breakdown Voltage	55	—	—	V	$V_{GS} = 0V, I_D = 250\mu A$
$\Delta V_{(BR)DSS}/\Delta T_J$	Breakdown Voltage Temp. Coefficient	—	0.065	—	V/ $^\circ\text{C}$	Reference to $25^\circ\text{C}, I_D = 1mA$
$R_{DS(on)}$	Static Drain-to-Source On-Resistance	—	—	0.035	Ω	$V_{GS} = 10V, I_D = 16A$ ④
		—	—	0.046		$V_{GS} = 5.0V, I_D = 16A$ ④
		—	—	0.060		$V_{GS} = 4.0V, I_D = 14A$ ④
$V_{GS(th)}$	Gate Threshold Voltage	1.0	—	2.0	V	$V_{DS} = V_{GS}, I_D = 250\mu A$
g_{fs}	Forward Transconductance	11	—	—	S	$V_{DS} = 25V, I_D = 16A$
I_{DSS}	Drain-to-Source Leakage Current	—	—	25	μA	$V_{DS} = 55V, V_{GS} = 0V$
		—	—	250		$V_{DS} = 44V, V_{GS} = 0V, T_J = 150^\circ\text{C}$
I_{GSS}	Gate-to-Source Forward Leakage	—	—	100	nA	$V_{GS} = 16V$
	Gate-to-Source Reverse Leakage	—	—	-100		$V_{GS} = -16V$
Q_g	Total Gate Charge	—	—	25	nC	$I_D = 16A$
Q_{gs}	Gate-to-Source Charge	—	—	5.2		$V_{DS} = 44V$
Q_{gd}	Gate-to-Drain ("Miller") Charge	—	—	14		$V_{GS} = 5.0V$, See Fig. 6 and 13 ④
$t_{d(on)}$	Turn-On Delay Time	—	8.9	—	ns	$V_{DD} = 28V$
t_r	Rise Time	—	100	—		$I_D = 16A$
$t_{d(off)}$	Turn-Off Delay Time	—	21	—		$R_G = 6.5\Omega, V_{GS} = 5.0V$
t_f	Fall Time	—	29	—		$R_D = 1.8\Omega$, See Fig. 10 ④
L_D	Internal Drain Inductance	—	4.5	—	nH	Between lead, 6mm (0.25in.) from package and center of die contact
L_S	Internal Source Inductance	—	7.5	—		
C_{iss}	Input Capacitance	—	880	—	pF	$V_{GS} = 0V$
C_{oss}	Output Capacitance	—	220	—		$V_{DS} = 25V$
C_{rss}	Reverse Transfer Capacitance	—	94	—		$f = 1.0MHz$, See Fig. 5



Source-Drain Ratings and Characteristics

	Parameter	Min.	Typ.	Max.	Units	Conditions
I_S	Continuous Source Current (Body Diode)	—	—	30	A	MOSFET symbol showing the integral reverse p-n junction diode.
I_{SM}	Pulsed Source Current (Body Diode) ①	—	—	110		
V_{SD}	Diode Forward Voltage	—	—	1.3	V	$T_J = 25^\circ\text{C}, I_S = 16A, V_{GS} = 0V$ ④
t_{rr}	Reverse Recovery Time	—	76	110	ns	$T_J = 25^\circ\text{C}, I_F = 16A$
Q_{rr}	Reverse Recovery Charge	—	190	290	nC	$di/dt = 100A/\mu s$ ④
t_{on}	Forward Turn-On Time	Intrinsic turn-on time is negligible (turn-on is dominated by $L_S + L_D$)				

Notes:

- ① Repetitive rating; pulse width limited by max. junction temperature. (See fig. 11)
 ② $V_{DD} = 25V$, starting $T_J = 25^\circ\text{C}$, $L = 610\mu H$
 $R_G = 25\Omega, I_{AS} = 16A$. (See Figure 12)

- ③ $I_{SD} \leq 16A, di/dt \leq 270A/\mu s, V_{DD} \leq V_{(BR)DSS}$,
 $T_J \leq 175^\circ\text{C}$
 ④ Pulse width $\leq 300\mu s$; duty cycle $\leq 2\%$.



KRYMPEPLAST.NO

TECHNICAL SPECIFICATIONS

Product: Film 10m 250 μ white C6F+M
Material: PE
Material code: KMU01
Presentation: Rolls of 25m, 14 rolls/pallet

Product name Krympeplast M4
Reference: Non flame retardant
Structure: Co - extruded
Shrinkage: Bi - oriented

PROPERTIES	SPECIFICATIONS	UNIT	NORM
Closed width	1750 - 0 + 30	mm	
Total width – unfolded film	10000 \pm 200	mm	
Average thickness	250 \pm 5%	my	ISO 4591
Spot thickness	250 \pm 15%	my	ISO 4593
Coefficient of friction			ASTM D1894
Tensile stress at break SL (MD) ST (TD)	\geq 21 \geq 21	Mpa Mpa	ISO 527-3 ISO 527-3
Elongation at break SL (MD) ST (TD)	\geq 475 \geq 600	%	ISO 527-3 ISO 527-3
Dart Drop Test	\geq 700	Gr	ISO 7765- 1/2
Shrink SL (MD) ST (TD)	60 20	% %	at 140°C at 140°C
Density	0.941 \pm 0.007	g/cm3	ISO 1183

Date: 20/11/2015

HMS Datablad

Kjemisk produkt/Produsent

Film **Krympeplast M4 Standard (non flame retardant) 180 µm à / to 400µm**
Formulation AH25B1

Sammensetning/Informasjon om innhold:

Kjemisk karakteristikk: Polyolefine eller Olefine Copolymer

Tilsetninger: Inneholder organisk eller uorganisk additiver for å lette stabilisering og termisk reaksjon, lys stabilisering(UV) og titandioksid.

Farlige tilsetninger: Ingen listede komponenter

Mulige farer:

Fare for mennesker og miljø: ingen

Fysisk og kjemisk fare/brann og eksplosjonsfare: Giftige avgasser ved brann.

Førstehjelpstiltak:

Ingen effekt på helse ved anvendelse under normale forhold/vanlig bruk

Inhalasjon: Må ikke inhaleres når brenner

Inntak/svelging: Ikke aktuelt/førstehjelp ikke aktuelt

Hud og øyekontakt: Hvis kontakt med smeltende produkt: Rens og skyll det aktuelle området med store mengder kaldt vann for å avkjøle. Dekk deretter med bomull/gasbind og oppsøk lege/helsepersonell.

NB!!! Under ingen omstendighet forsøk å fjerne smeltet plast fra hud eller klær som er smeltet fast til huden da dette kan skape større skader. Oppsøk helsepersonell.

Brannslukningstiltak:

Produktet inneholder et flammehemmende middel

Prosedyrer for brannslukking: Benytt pulver, karbondioksid, skum eller vann.

Vann i tåkeform benyttes for å kjøle flater utsatt for flammer.

Bruk aldri brannslange da det bidrar til å spre flammen

Farlige forbrenningsprodukter: Ved oksygen magert forhold, karbonmonoksid (CO) kan dannes og irriterende røyk kan oppstå.

Tiltak ved utilsiktet utslipp:

Løs plast på bakken utgjør sklifare på hardt underlag. Hold arbeidsplassen ryddig og rydd bort løse plastbiter og plasser i egnet kilde for resirkulering eller destruksjon.

Plastikk utgjør en stor miljøtrussel ved forsøpling i naturen. Vennligst returner dette produktet til nærmeste kilde for resirkulering eller destruksjon. Det er sluttbruker sitt miljøansvar å sørge for at produktet ikke forsøpler miljø, natur og hav, men returneres til resirkulering.

Behandling og lagring:

Lagres i et beskyttet miljø fra vær og vind med idealtemperatur mellom 10-30°C

Eksponeringskontroll/Personlig beskyttelse:

Varmebehandling ved termiske prosesser(som sveising) kan avgasser oppstå. Friluft eller lufting er gode sikkerhetstiltak.

Materialet kan akkumulere statisk elektrisitet

Personlig verneutstyr: Ikke påkrevd (Se informasjon for termisk kilde)

Datobegrenset lagring: Ikke Aktuelt

Fysiske/kjemiske egenskaper:

Fysisk tilstand: Fast produkt

Farge: Hvit

Odør: Ingen

Fysisk endringstilstand/smelte område: 90-160°C

Ekspløsjon grense: Ikke Aktuelt

Antennelsestemperatur: >360°C

Tetthet: 0.90 – 1g/cm³

Oppløselighet i vann: Ingen

Fysiske/kjemiske egenskaper:

Fysisk tilstand: Fast produkt

Farge: Hvit

Odør: Ingen

Fysisk endringstilstand/smelte område: 90-160°C

Ekspløsjon grense: Ikke Aktuelt

Antennelsestemperatur: >360°C

Tetthet: 0.90 – 1g/cm³

Oppløselighet i vann: Ingen

Stabilitet and reaktivitet:

Stabilitet: Stabil

Termisk nedbrytning: >390°C

Farlige spaltningsprodukter: Lettantennelige gasser/damper

Farlige reaksjoner: Ingen kjente reaksjoner ved normal bruk

Toksikologisk informasjon:

Ubetydelig fare ved romtemperatur: Fra -18°C til +38°C

Damp og /eller aerosoler som kan dannes ved forhøyet temperatur kan være irriterende for øyne og luftveier.

Økologisk informasjon:

Produktet er uoppløselig i vann.

Avfallshåndtering:

Produktet er ikke nedbrytbart/ deponer til godkjent anlegg for kildesortering. Vennligst følg forskrifter og regler for retur av avfall lokalt hvor produktet er benyttet

--

Transport informasjon:

Produktet er ikke farlig å transportere

Forskrifter:

Det er ikke kjent om produktet er regulert av forskrift om klassifisering og merking
--

Annen informasjon:

Informasjon dette dokumentet er et resultat av vår erfaring, kunnskap og forskning og er gitt i god tro, men er på ingen måte helt uttømmende. Det er sluttbrukers ansvar å overholde lokal lovgivning og lokale bestemmelser for de aktuelle produktene. Vi kan ikke implisitt eller eksplisitt garantere sluttbrukers nøyaktighet i forbindelse med bruk av produktet.
--

Mat kontakt: Nei

Utarbeidet av: Lars Eide

Utarbeidet: 23.03.2017

Krympeplast AS Gamle Leirdalsvei 16 1081 OSLO
--

TLF: 91199928 post@krympeplast.no www.krympeplast.no
