

Robotisert oppsamling av gress

av

Yuqian Wang



MASTEROPPGAVE



Vår 2019

Fakultet for realfag og teknologi, NMBU



FORORD

Dette prosjektet gjennomføres i henhold til et avsluttende 5-årig masterstudium i Maskin-, prosess-, og produktutvikling ved Norges miljø- og biovitenskapelige universitet ved Fakultetet for realfag og teknologi, våren 2019. Prosjektet ble utført av Yuqian Wang.

Det finnes mange type maskiner som kan plukke opp gress(harvester), men alle av dem er svært store i størrelse. I tillegg skapes utfordringer ved at nedbør gjør at tunge landbruksmaskiner pakker jorda. Dermed oppstod mitt ønske om å designe en lett maskin som kan plukke opp, samle og transportere gress på en mer anvendelig måte.

Dette har vært et praktisk og meningsfylt prosjekt, og jeg ønsker å bruke min opparbeidede kompetanse til å gi videre bidrag. Gjennom oppgaven har jeg fått mye støtte og hjelp fra flere ressurspersoner. Takk til hovedveileder og professor Pål Johan From, førsteamanuensis Jan Kåre Bøe og alle i gressrobotgruppen.

Yuqian Wang



SAMMENDRAG

Nedbøren øker i Norge, og gjør jorden våtere. Selv om tradisjonelle landbruksmaskiner er effektive, gir våt jord gir dem ulemper i gjennomføringen av for eksempel jordpakking.

Hovedmålet til prosjektet er å redusere tyngden på maskinen, slik at det unngås jordpakking mens maskinen samler opp gresset. Samtidig har det vært et mål å sørge for å unngå tap av næringsstoffer i gresset mens prosessen pågår.

Jeg startet med å lage en fremtidsplan for å legge grunnlaget for en best mulig gjennomføring. Jeg ønsket å løse problemet ved bruk av Integrated Product Development (IPD) og PUGHs metode. Deretter tegnet jeg løsningen i 3D og gjorde videre analyser i Solidworks.

Dataen videre i oppgaven viser at vekten på maskinen er under nyttelasts grense av Thorvald plattform. Da jeg valgte materialet i produktet tok jeg hensyn til både vanntetthet og korrosjonsbestandighet. Jeg gjorde først en forenklet håndberegning. Arbeidet er gjort med stor nøyaktighet, da maskinen lett blir påvirket av spenning. Videre kombinerte jeg delene ved å sette gaflene gjennom beltet, før jeg deretter limte dem sammen. I dette arbeidet, og med statistikkanalysen i Solidworks er kjenner jeg at det er forbedringspotensial i videre arbeid.

Ved designrevisjon vil jeg designe en automatisk eller fjernkontrollebar høydejustering. For denne oppgaven har jeg bare fått designet en manuell høydejustering, på grunn av arbeidsmengden. Jeg tror også at det er potensial til å redusere vekten på maskinen enda mer. I videre arbeid vil jeg bygge en fysisk modell, og teste den i praksis for å finne mangler og gjøre forbedringer.



Innholdsfortegnelse

1. INNLEDNING	6
1.1. Bakgrunn	6
1.1.1 Klima	6
1.1.2 Nedbør	7
1.1.3 Jordpakking	7
1.1.4 Gresshøsting	8
1.2. Thorvald plattform	10
1.3. Første versjon av gressoppsamlingsmaskin	11
1.4. Dagens avlingsoppsamlingsmaskin	12
1.5. Ide og oppdragsbeskrivelse	12
1.6. Begrensninger	12
1.7. Konkurrerende og potensiale	13
1.8. Markedsbehov og potensiale	14
1.8.1 Markedsbehov	14
1.8.2 Potensiale	14
1.9. Problemstilling og teknologiske flaskehals	15
1.9.1 Problemstilling	15
1.9.2 Teknologiske flaskehals	15
2. PROSJEKTPAN	16
2.1 Prosjekt målsettinger	16
2.1.1. Hovedmål	16
2.1.2. Delmål	16
2.2 Tids og arbeidsplan	16
3. METODEBESKRIVELSE	18
3.1 Terminologi og begreper	18
3.2 Metodebruk og løsningsverktøy	18
3.2.1 Metodebruk	18
3.2.2 Løsningsverktøy	19
3.3 Kvalitetssikring	19
3.4 Prosesstrinn	20



Robotisert oppsamling av gress

4. PRODUKTSPEISIFISERING	21
4.1 Produktmålsetting	21
4.2 Rangering av viktige produktegenskaper	21
4.3 Metriske grensespesifikasjoner	22
4.4 Metrisk grovspeisifisering	23
5. KONSEPTGENERERING	24
5.1 Funksjonsanalyse for produkttypen	24
5.2 Funksjonsalternativer med skisser	25
5.3 Tidlig vurderinger av brukspåkjenning	29
5.3.1 Mekaniske påkjenninger	29
5.3.2 Miljøpåkjenninger	29
5.4 Beregninger	29
5.5 Materialvalg	30
5.6 Form- og estetikkalternativer med skisser	30
6. EGENSCREENING OG KONSEPTVALG	32
6.1 Utvikling av seleksjonsmatrise	32
6.2. Egen konseptscreening	32
6.3 Foretrukne løsnings- og estetikkalternativer med skisser	37
7. 3D tegninger	38
7.1 Assembly av maskin der plukkehode står i laveste posisjon	38
7.2 Komponenter	39
8. Analyse	44
8.1 Data fra Solidworks	44
8.2 Total vekt av maskin	44
8.3 Statikk analyse	45
9. PROSESEVALUERING OG DISKUSJON	50
9.1 Konseptutviklingsarbeidet, forbedringspotensialer	50
9.2 Designrevisjon, produksjon, kostnadsreduksjon	50
10. Konklusjon	52
10.1 Resultat	52
10.2 Anbefalinger	52



Robotisert oppsamling av gress

10.3 Videre arbeid	53
11. REFERANSER	54
11.1 Skriftlige referanser	54
11.2 Personlige referanser	54
11.3 Internettreferanser	54
11. VEDLEGG	56
- Vedlegg 1. Tegning av brakett	56
- Vedlegg 2. Tegning av gaffel	57
- Vedlegg 3. Tegning av belasteramme	58
- Vedlegg 4. Tegning av bjelke med gjenger	59
- Vedlegg 5. Tegning av bolt	60
- Vedlegg 6. Tegning av aksel	61
- Vedlegg 7. Tegning av belte	62



1 INLEDNING

1.1 Bakgrunn

Som en sjetteeårsstudent ved maskin, prosess og produktutvikling ønsket jeg gjerne å bli med et praktisk prosjekt. Da anbefalte mine professorer og klassekamerater meg å delta på robotprosjekter i masteroppgaven. Fra før hadde jeg opparbeidet meg kompetanse i å designe produkter gjennom TIP300 Konsept og produktrealisering.

Etter å ha sammenlignet de viktigste kriteriene, så falt valget på gressmaskin. Siden denne oppgaven er skrevet av en student, har prosjektets størrelse og kompleksitet vært de to viktige faktorer, og det bør understrekes. Oppgavens størrelse skal ikke være for stor, men ha en profesjonell utfordring. Siden dette er en designoppgave, vil kompleksiteten bestemme hvor mye arbeid som kan og må legges til de forskjellige og endelige løsningene. Samtidig bør den ikke være for omfattende slik at løsningene kan implementeres på prosjektets standardiserte tid. Arbeidet med gressmaskin er både stort og komplekst, men er prøvd å løses etter beste evne.

1.1.1 Klima

Det blir våtere og våtere i Norge.

Nedbøren i Norge har økt med omtrent 20 prosent siden 1900, og foreløpige estimater antyder at den kommer til å øke med ytterligere 10 til 20 prosent mot slutten av århundret. Hvor stor økningen blir, avhenger av hvor mye vi forurenses. [1]

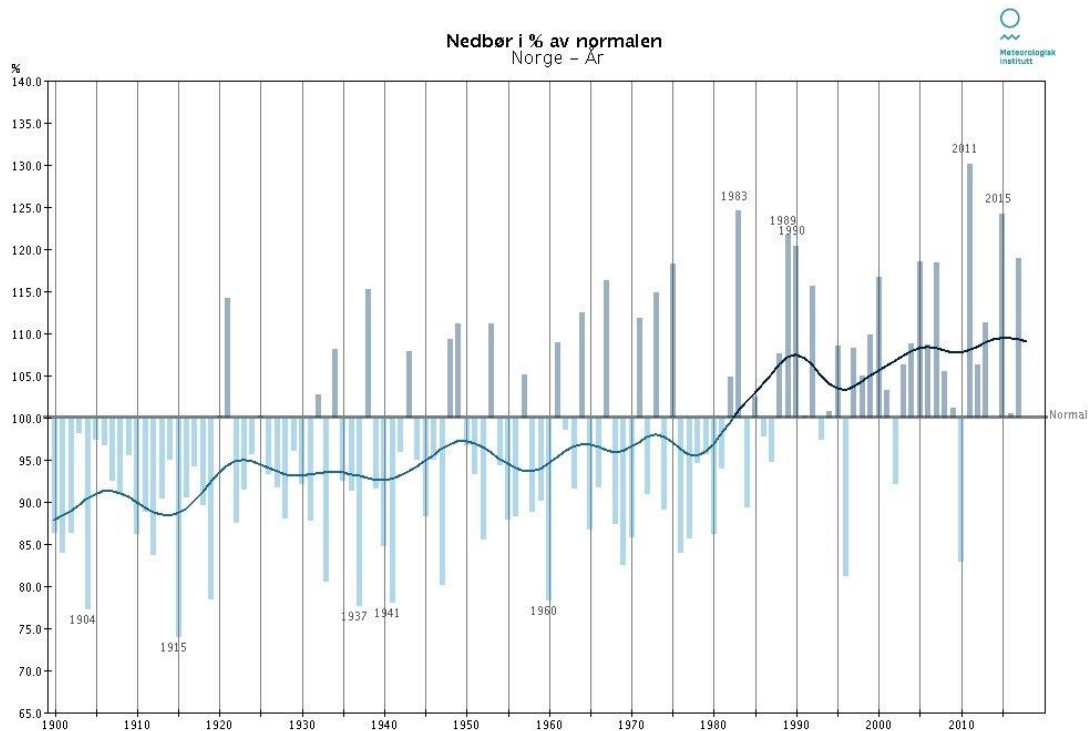
Dagens modeller er konservative, derfor kan nedbøren kan komme enda mer enn beregninger.

Korttidsnedbør er nedbør som kommer på kort tidsrom, den øker mest. I Oslo har timenedbøren i løpet av et år økt med ca. 60 prosent på 50 år. [2]

Det fuktige været gjør det kuttet gresset på bakken mer forgjengelig.

1.1.2 Nedbør

Følgende diagram viser nedbørutviklingen i Norge år for år. Vi ser nedbør øker stadig siden 1900år, og den øker mest for de siste 20 årene. Dette har, som vi skal se videre, fått konsekvenser for jordpakking.



Figur 1. Diagram av nedbørutviklingen i Norge år for år [3]

1.1.3 Jordpakking

Jo tyngre landbruksmaskin er og jo våtere jord er, desto alvorligere er jordpakking. Fordi presset som maskiner gir på bakken, komprimerer mellomrom i jorda, da hindrer det strømmen av luft, fuktighet og næringsstoffer. Dette kan føre til redusert avling både i mengde og kvalitet og dessuten økt overflateavrenning, erosjon, klimagassutslipp, eutrofiering, redusert grunnvannsfornyelse og tap av biologisk mangfold.[4]

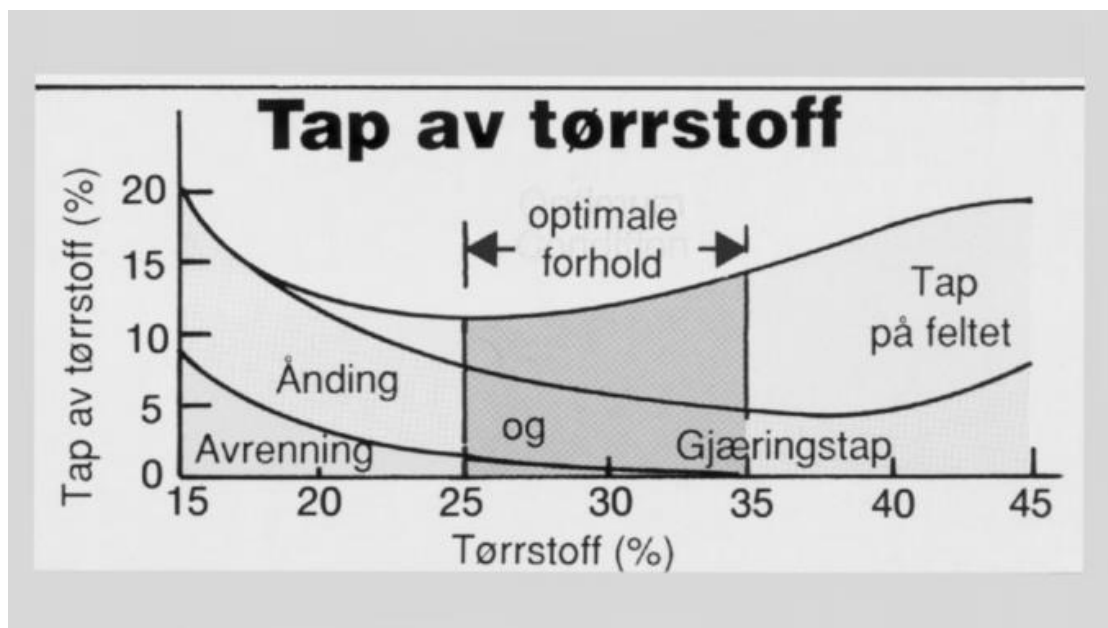
1.1.4 Gresshøsting

Robotisert oppsamling av gress

Slåttetiden avhengig av været, den varer fra starten av juni til slutten av september generelt.

Vi får tap av tørrstoff i gress avhengig av hvordan vi behandler grovfôret til det ender på lager. tørrstoff er den delen som ikke er vann. Den inneholder alle næringsstoffer av gress, som protein, fett, karbohydrater også videre.

Fra følgende diagram ser vi optimale forholdet mellom fuktighet i gress og tap av tørrstoff. Så lenge gresset legges på bakken og uten noe behandling vil fuktighet bli altfor høyt.



Figur 2. Diagram av tap av tørrstoff [5]

Gresset som maskiner greier ikke å plukke opp vil også bli tapet.

To konserveringsmetoder for gress er aktuelle. Det er:

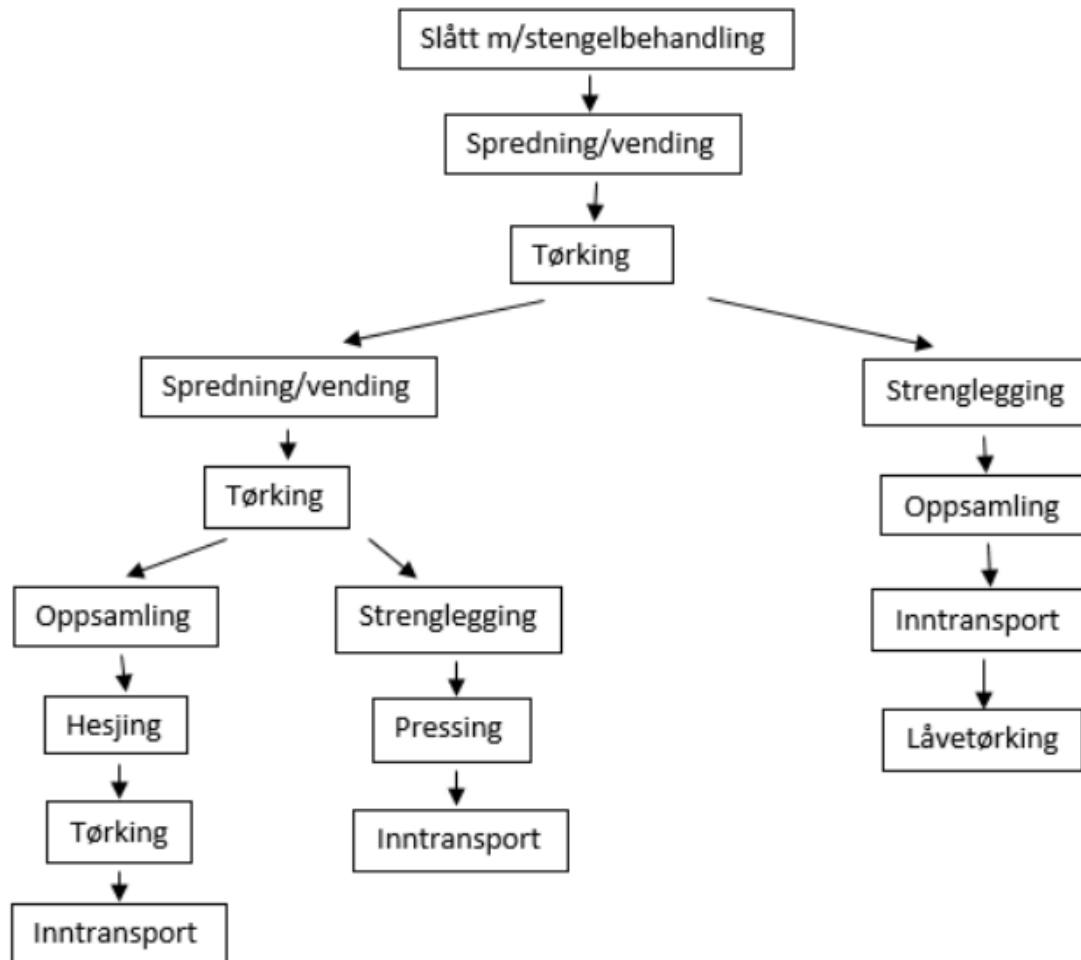
- Høybergning, der vanninnholdet blir redusert
- Ensilering, der gresset gjennomgår en anaerob gjæringsprosess

Arbeidsoperasjoner ved høybergning:

Ved høybergning tørkes slås gresset til lagringsstabil status ved hesjing, bakketørking eller låvetørking.

Robotisert oppsamling av gress

Følgende figur viser arbeidsoperasjoner i høybergning trinnvis.



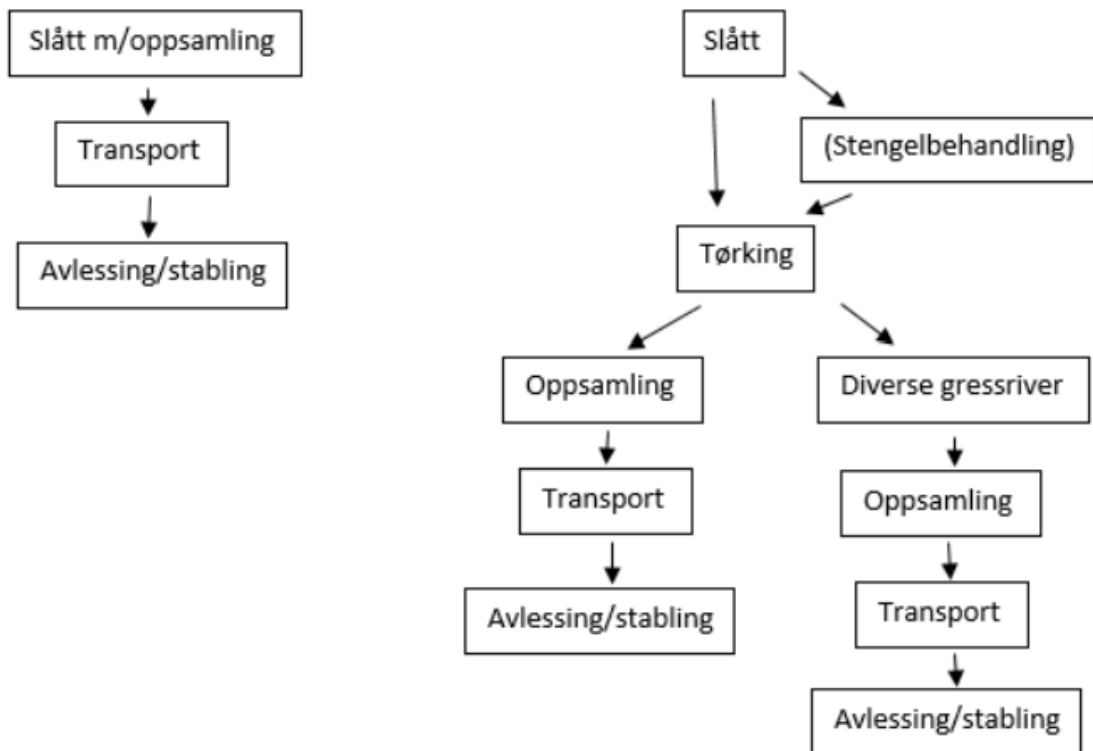
Figur 3. Flytskjema av arbeidsoperasjoner i høybergning [6]

Ved tørking vil man bestrebe seg på å få vanninnholdet redusert fra cirka 80 % til under 17 %, som er lagerstabil vare. [7]

Arbeidsoperasjoner ved gresshøsting til ensilering:

Ved ensilering konserveres fersk eller svakt tørket gress uten tilgang til oksygen og med et surt miljø der pH-verdi være under 4.8, da vil gjæringsprosess, som gir tap av tørrstoff forhindret. Gresset ender opp i et holdbart og lagringsstabil fôr - surfôr.

Følgende figur viser arbeidsoperasjoner i ensilering trinnvis.



Figur 4. Flytskjema av arbeidsoperasjoner ved ensilering [8]

1.2 Thorvald plattform

Gressoppsamlingsmaskin skal bygges på Thorvald plattform.

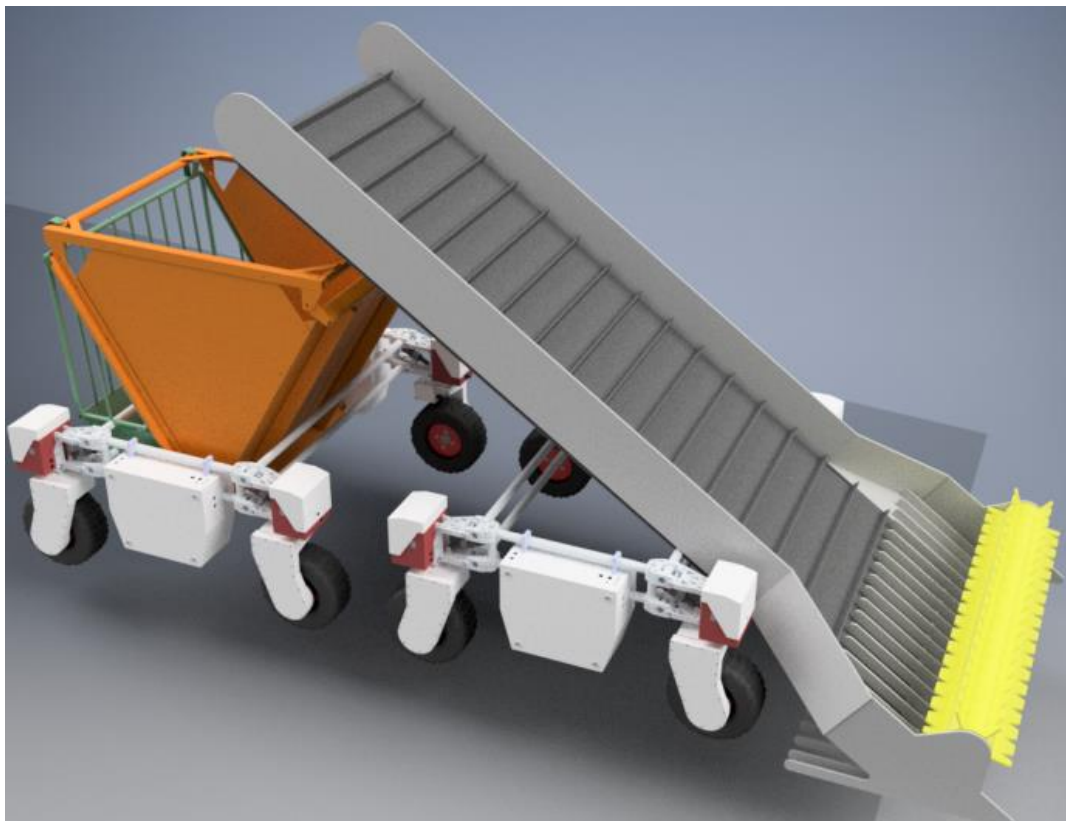
- Thorvald er en modulær plattform som kan konfigureres for de fleste landbruksmiljøer.
- Maskinen kan redusere jordkomprimering med sitt lette design.
- Den kan utføre oppgaver som UV-behandling, plukke frukt og grønnsaker, fenotypen, marktransport, kutting av gress for fôr, sprøyting og datainnsamling/avlingsprognose.
- Den er autonom, og kan operere helt alene.
- Den veier 180 kg.
- Nyttelast er 250 kg.



Figur 5. Fra venstre: En trehjuler versjon, en liten, smal versjon for drivhus, en differensial drevs versjon, en høy fenotypeversjon, en standardversjon.[9]

1.3 Første versjon av gressoppsamlingsmaskin

Den første versjonen av gressoppsamlingsmaskin består av plukkehode, heis og tank. Den bygger på to Thorvald plattformer.



Figur 6. Første versjon av maskin [10]

1.4 Dagens avlingoppsamlingsmaskin

I dag bruker vi rundballepresse til å komprimere kuttet og raket avling til kompakte baller som er lette å håndtere, transportere. Som følgende bilde viser, den er svær og tung, men effektiv at man gjør noen prosesser kun med en maskin.



Figur 7. Rundeballpresse [11]

1.5 Idé og oppdragsbeskrivelse

På grunn av våt jord må vi bruke en annen metode enn rundballepresse for å redusere vekten av maskiner. En lett maskin vil også redusere tap av næringsstoffer, ettersom en lett maskin gjør at gresset kan høstes flere ganger. Vi ønsker oss naturligvis også en maskin som kan plukke opp alt gresset. Det betyr at vi må ha kontroll på avstanden mellom bakken og plukkehodet, og samle det i en beholder, som en forberedelse til transporten som følger.

1.6 Begrensninger

Bare maskindelen vil bli designet, før den videre monteres på Thorvald plattformer. Jeg fortsetter å bruke tanken fra den gamle modellen, da denne ikke har noe å gjøre med kjernen i designet. Det vil ikke bli gjort noe endelig valg om hvilke motorer og batterier som skal brukes i en endelig versjon.



1.7 Konkurrerende og liknende løsninger

I dag bruker vi en rundballepresse som kan komprimere kuttet gress til kompakte baller

Robotisert oppsamling av gress

som er lette å håndtere og transportere. Samtidig er disse maskinene og transporten hemmet av den tunge våte jorda. Produktene nedenfor ligner vårt prosjekt, men har forskjellige konkurranseområder fra oss. Noen eksempler er vist i tabellen.

Tabell 1. Sammenlignede løsninger

Figure	Product Description
	<p>Dette produkt heter NEW HOLLAND BB960A og den koster cirka 265000kr brukt.</p> <p>Den har rotor kutt, fuktighetsmåler, automatisk fettauto kjedesmøre, god flotasjondekk 40000 balleteller. En god 4 x 3 130 x 90 kvadratballepresser.</p> <p>Den veier 8700kg. [12]</p>
	<p>Dette produkt heter CLAAS Rollant 46 round baler.</p> <p>Den koster cirka 50000k brukt.</p> <p>Den veier 1900kg. [13]</p>

Tabell 1. Sammenlignede løsninger, fortsette

Figure	Product Description
	<p>Dette produkt heter IDEX TX31 Mini Round Baler. Det koster cirka 70000kr.</p> <p>Den kobler seg til traktorens 3-punkts hitch, og hydraulikken er helt selvstendig, noe som betyr at det ikke er ryddige hydrauliske tilkoblinger å håndtere. Den bruker standard, billig balsestråd, enten plast eller naturlig fiber. Den kan enkelt kjøres med traktorer på mindre enn 25 hestekrefter.</p> <p>Den veier 400kg i tillegg til traktor.</p> <p>[14]</p>

1.8 Markedsbehov og potensiale

1.8.1 Markedsbehov

De mest etterspurte egenskapene i markedet:

- Liten og lett: Vårt hovedmål er å designe et produkt som er så lite og lett at det ikke vil skade våt jord. Alle produkter som kan finnes i marked er store og tunge, og det er en egenskap som gjør produkt vårt særpreget.
- Pålitelig: Produktet må oppfylle driftsbehov som å plukke opp gress og deretter samle gresset inn i beholderen for transport.
- Pris: En lavere pris er etterspurte. Markedet er prissensitivt. Siden produkt vårt skal være små og lett, vil det være mindre effektivt enn de produkter i marked. Da må kostnader og salgspris være billige i forhold til det.



Robotisert oppsamling av gress

1.8.2 Potensial

Ved å sammenligne mot eksisterende produkter på markedet så kan vi se at produkter med høye priser har en svært god effektivitet. Det finnes likevel ingen produkter på markedet som er lette nok til å ikke gjøre skade. Selv om Ibex TX31 Mini Round Ballepresser er så liten at den trenger traktorer å trekke seg, så ligger vekten fortsatt over grenser for jordpakking.

1.9 Problemstilling og teknologiske flaskehals

1.9.1 Problemstilling

Den største utfordringen vi har er å sikre at produktet er lett nok samtidig som det kan plukke opp gress og samle det i en beholder som kan transporteres. Det må også plukke opp så mye gress som mulig. Deretter vil design av produktet og materialvalg være avgjørende. Produkts mekanisme burde være så enkel som mulig, det vil bidra til en liten størrelse, videre arbeide og enkel montering.

1.9.2 Teknologiske flaskehals

Følgende punkter er de som er utfordrende i denne oppgave. Jeg lister dem for å løse dem bedre og mer systematisk.

- Plukk opp gress: Å plukke gress opp fra bakken må det være en utvendig kreft som gjør gress til en høyere posisjon.
- Transporter gress til beholder: Det er en avstand og høyde fra bakken til beholdens åpning. Det må også være en utvendig kreft til å presse eller trekke gress opp til beholderen.
- Juster høyde av maskin: som sagt høyde av maskin varierer av type avlinger og kuttet høyde av avlinger, så må høyde av maskin kunne justeres. Justeringsprosess skal være så enkel som mulig at kunder og bruker kan utføre det selv.
- Monter maskin på Thorvald plattform: Thorvald plattform er et ferdig produkt. Det er best å kunne montere maskin vår direkte på den. Slik vil gi kunder og bruker stor bekvemmelighet.



2 Prosjektplan

På grunn av den begrensede tiden lagde jeg en tidsplan for prosjektet gjennom flere trinn og delte hovedproblemet opp i flere delproblemer.

2.1 Prosjekt målsettinger

2.1.1 Hovedmål

Hovedmålet er å designe en lett gressmaskin som plukker opp og transporterer gress og tegne det i 3D. Det antas at gresset allerede er slått. Prosjektet skal fremlegges i en rapport der prosessen er grundig dokumentert.

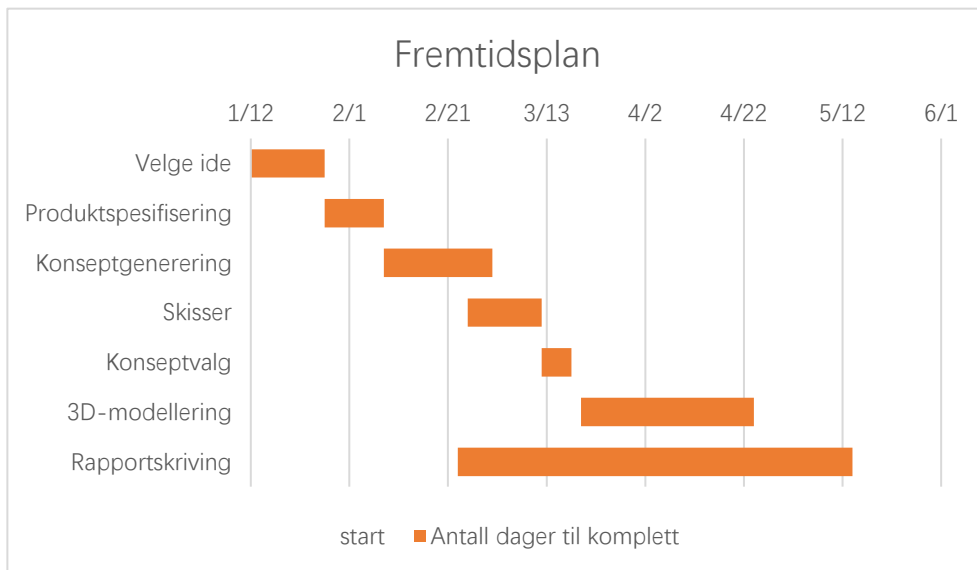
2.1.2 Delmål

Design:

- Grunnkonsept for utstyret
- CAD-tegninger av valgt konsept
- Evaluering og videre arbeid

2.2 Tids og arbeidsplan

Jeg startet i midt av juni og bestilte time for innbinding 13. mai. Det vi si rapport skriving må bli ferdig før 13.mai. Følgende er min fremtidsplan. Mitt arbeid vil bli fullført i henhold til planens tid. Det er ikke så presis, men det er med vilje at jeg har sluppet av den estimerte tid, slik har jeg nok tid til å utføre oppgave.



Figur. 8 Fremtidsplan



Robotisert oppsamling av gress

3 METODEBESKRIVELSE

Dette kapittelet forklarer produktutviklingsmetoder og dataprogrammer som er benyttet, og en liste over begreper og symboler som følger i rapporten.

3.1 Terminologi og begrep

Tabell.2 Terminologi og konsepter

Begrep	Betydning
Transportbelte	Et transportbelte er bæremidiet til et belteransportsystem.
Passivasjons fenomenet	Passivasjon påføres som et mikrobelegg, opprettet ved kjemisk reaksjon med basematerialet, eller tillatt å bygge fra spontan oksidasjon i luften. [15]
Jevnføringsspenning	Det tillater ethvert vilkårlig tredimensjonalt stress å bli representert som en enkelt positiv spenningsverdi. [16]

Tabell. 3 Symbol list for kalkulering

Symbol	Betydning	Benevning
F	Force	N
σ	Fatigue limit	MPa
π	Forholdet mellom en sirkel omkrets og dens diameter, det er omtrent lik 3,14159.	-
D	Diameter	mm
τ	Skjærspenning	MPa
A	Areal	mm ²
M	Moment, som kryssproduktet av kraft og arm	Nmm



Robotisert oppsamling av gress

3.2 Metodebruk og løsningsverktøy

3.2.1 Metodebruk

IPD - Integrert produktutvikling [17]

IPD er en produktutviklingsmetode som fokuserer på å integrere flere områder av kompetanse og kompetanse tidlig i utviklingsprosessen. Tidligere har produktutviklingen i stor grad vært en prosjektering og økonomisk prosess, men bruk av IPD tar også større hensyn til miljø og bærekraft tidligere i utviklingsprosessen. I tillegg er det verdt å merke seg at gjennomføringen er mer effektiv, og man opplever også at læringseffekten er langt større enn i et tradisjonelt prosjekt. Man kan på mange måter si at IPD er en god sjekklister, eller kjørerute, med en klar sammen felling av viktige elementer som vil bli inkludert i organisasjonen av produktutviklingsprosjektet.

PUGHS metode [18]

Metoden ble designet av britisk ingeniør Stuart Pugh. Formålet med metoden er å finne det beste løsningsalternativet for den designede ideen. Dette gjøres ved å konstruere en utvalgsmatrise med gjennomtenkte, rimelige og objektive kriterier, at matrisen ikke manipuleres i henhold til designerens ønske. Pekere og rangeringer er basert på hvor godt de forskjellige løsningsalternativene oppfyller kriteriene i matrisen.

3.2.2 Løsningsverktøy

- Solid Works 2018 (Standard edisjon)
- Microsoft Office 2018 (Word, Excel & PowerPoint)

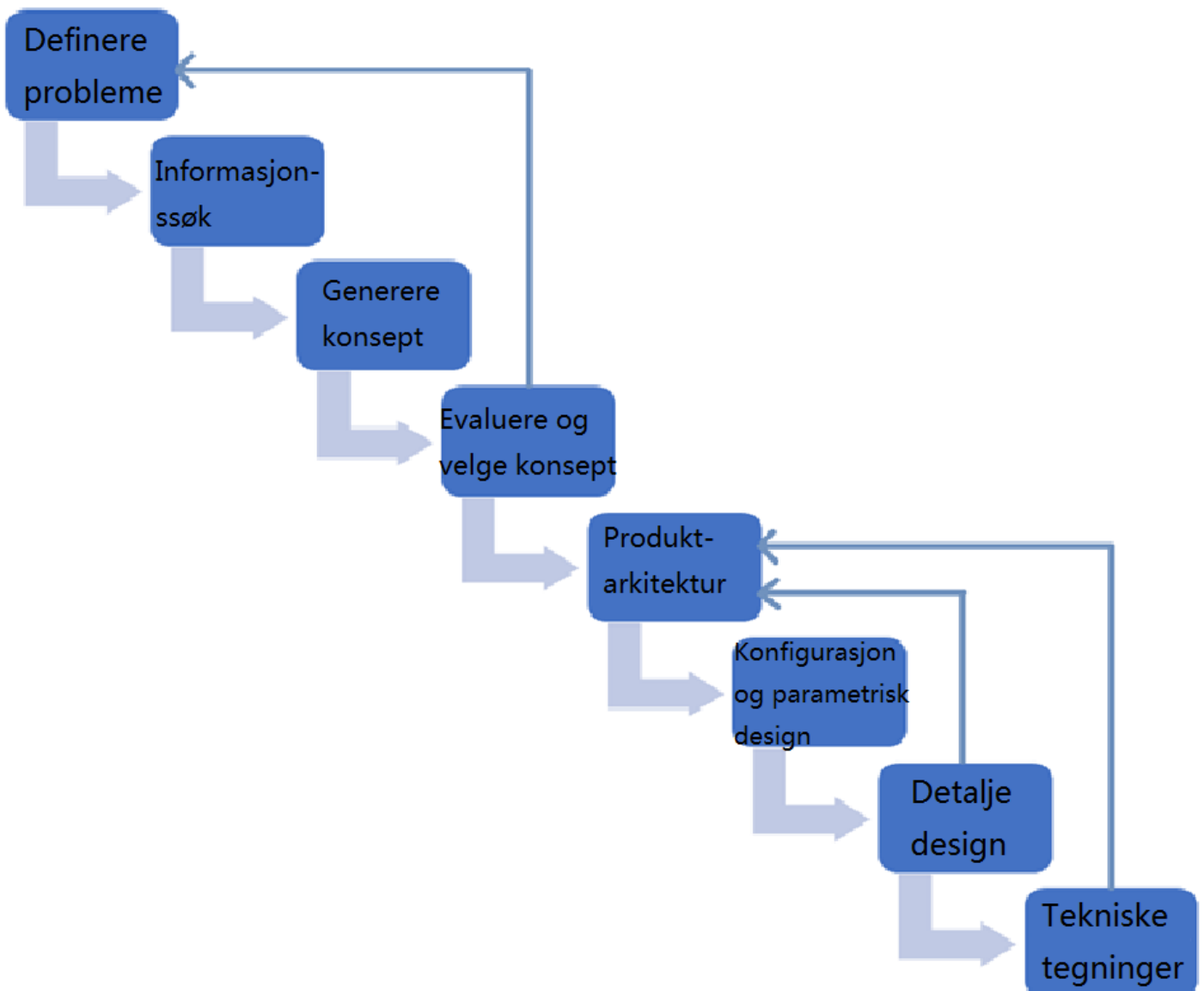
3.3 Kvalitetssikring

Tabell. 4 Kvalitetssikring

Verktøy	beskrivelse
ISO Standard 9002	Kvalitetssikring
ISO 126	Tegninger
Teknologiske tabell	Formler

3.4 Prosesstrinn

Utviklingsprosessen kan også illustreres som klare blokker og hvordan de er avhengige av hverandre. I en slik prosess er det naturlig at du kommer til et punkt der det er nødvendig å vurdere om denne løsningen er god nok til å gå videre, eller hvis du må gå tilbake og vurdere aspekter av løsningen du har kommet over.



Figur. 9 Utviklingsprosess diagrammer med sløyfer og tilbakemelding

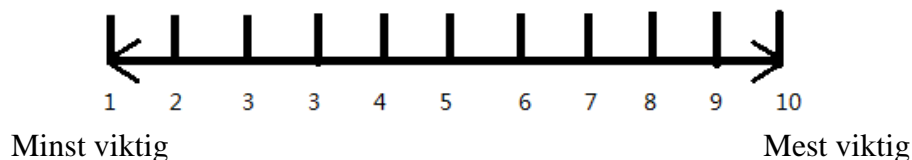
4 PRODUKTSPESIFISERING

4.1 Produktmålsetting

Hovedmålet er å designe en maskin som kan plukke opp og transportere gress, og være lett nok til å ikke ødelegge våt jorda.

4.2 Rangering av viktige produktegenskap

Alle egenskaper vil bli rangert fra 1 til 10, 1 er lavest poengscore som betyr at egenskapen er mindre viktig. 10 er den høyeste poengscore som innebærer at egenskapene er de viktigste og bør være ekstremt gode. Jo høyere poenget er jo viktigere er egenskapen. Mens vi bare bruker poeng fra 3 til 10 poenger for egenskapene.



Figur. 10 Skalaakser for rangering av klasse

Tabell. 5 Rangering av nøkkelfunksjoner

	Egenskap	Forklaring	Vekting
Teknisk egenskap	Størrelse og vekt	Produktet må være lett nok til å ikke ødelegge våt jord.	10
	Funksjonalitet	Produktet må garantere funksjonalitet og være så effektivt som mulig når vektkravene er oppfylt.	10
Operasjonelle egenskaper	Operasjon	Produktet skal være enkelt å operere.	7



Robotisert oppsamling av gress

Tabell. 5 Rangering av nøkkelfunksjoner, fortsette

	Egenskap	Forklaring	Vekting
Operasjonelle egenskaper	Montering	Produktene skal være lett å montere, som gjør det lettere for bruker og kunder, gir mer bekvemmelighet.	4
	Sikkerhet	Produktet skal være trygt både for bruker og for arbeidsmiljø, hvis ikke så vil det gi forurensning og økonomisk tap.	10
Økonomiske egenskaper	Kostnad	Produkt skal være billig, siden det skal være lett og lite.	3
	Marked	Våt jord er et eksisterende problem, så dette produktet har et bestemt marked.	8

Fra tabellen overfor kan vi se at størrelse, vekt, sikkerhet og funksjonalitet er de viktige. De er 10 poeng, og er som sagt vårt hovedmål. Det forklarer hvorfor det allerede finnes mange lignende funksjonelle produkter på markedet.

Deretter er operasjonen. Fordi produktet skal være lett, så må produktet være fjernbetjent. Da må mekanismen til produktet være godt nok til å gjøre operasjonen veldig enkel. Resten av funksjonene er ikke veldig viktig for produktet, deres poengsum er 3 til 5.

4.3 Metrisk grovspesifisering

Vi fikk følgende krav: [19]

Toppfart robot: 5 km/h

Lastekapasitet: ~ 200 kg (cirka. 1000kg har også vært oppe til diskusjon)

Vekt på gress på bakke : ~ 1 kg/m² (1000 kg/daa, (forutsetter cirka 30 % tørrstoff))



Robotisert oppsamling av gress

Cirka vekt per volum: 300 kg/m³

Typisk størrelse på gård: 200 daa (200 000 m²)

Typisk størrelse jorde: 10 daa (10000 m²)

4.4 Tidlig kostnadsvurdering

Som sagt er det ikke noe produkt på markedet som oppfyller vårt hovedformål. Det betyr at produktene vi designer vil være svært forskjellige fra produktene på markedet. Derfor klarer vi ikke å gi en kostnadsvurdering, og det blir dermed for tidlig å si noe om prisen på roboten.



5 KONSEPTGENERERING

5.1 Funksjonsanalyse for produkttypen

Det er vanskelig å designe et produkt når vi ser produkt som en helhet. Så dele jeg hele prosessen i flere små trinn:

- Plukk gress opp
- Transport gress i beholderen som er lett å transporteres videre
- Just høyde

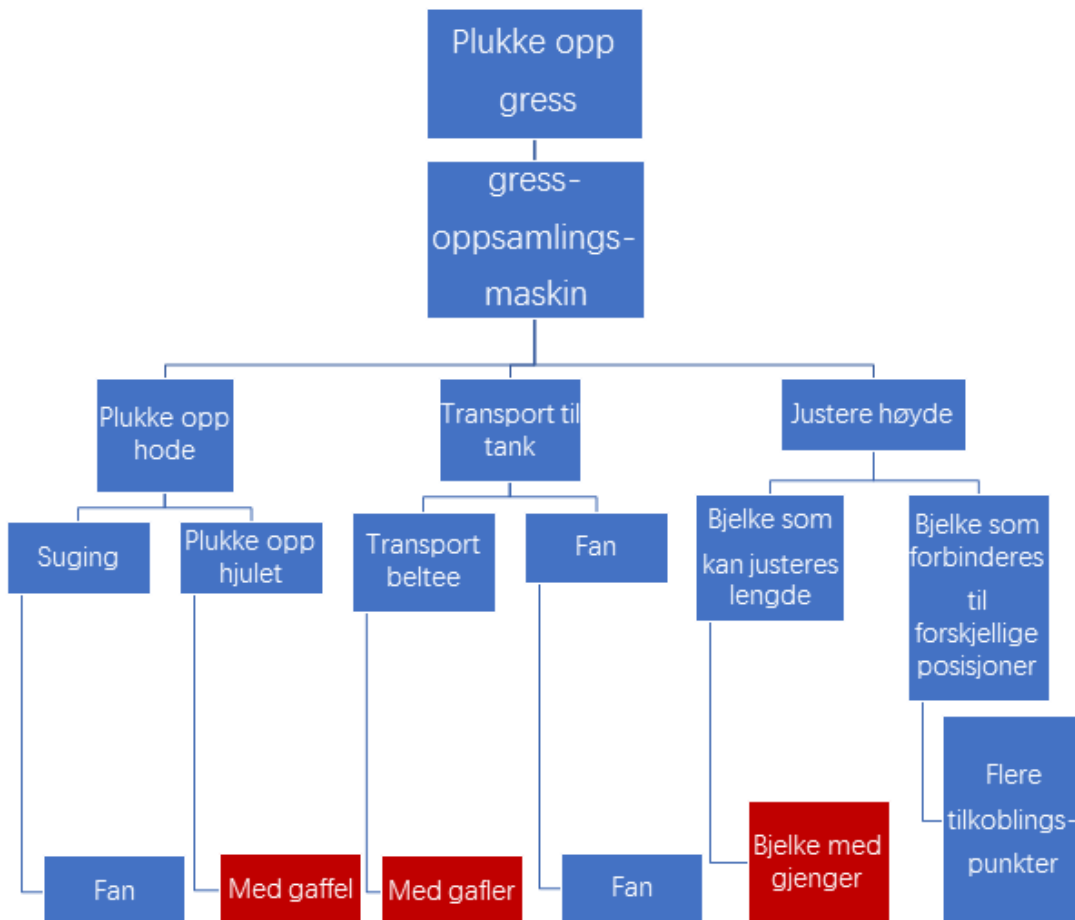
Disse er hoved funksjoner som maskin må ha.

Vi skal kjøre en analyse for å finne en optimal design for oppgave.

Analysen er på fire nivåer:

- Nivå 1: Drift
- Nivå 2: Teknologi
- Nivå 3: System
- Nivå 4: Element

Nivå 3 system er nemlig de små problemer eller funksjoner vi slitet opp overfor. Nivå 4 elementer er løsninger av nivå 3 som vi skal finne ut. Det er det analysen vil fokuseres på. Det blir laget opp et skjema for å bidra til mann forstå analysen bedre.



Figur12. Skjema av funksjonsanalyse

Her merket jeg de valgte løsninger som skal komme opp i neste kapittel for å ha en enklere løsning.

5.2 Funksjonsalternativer med skisser

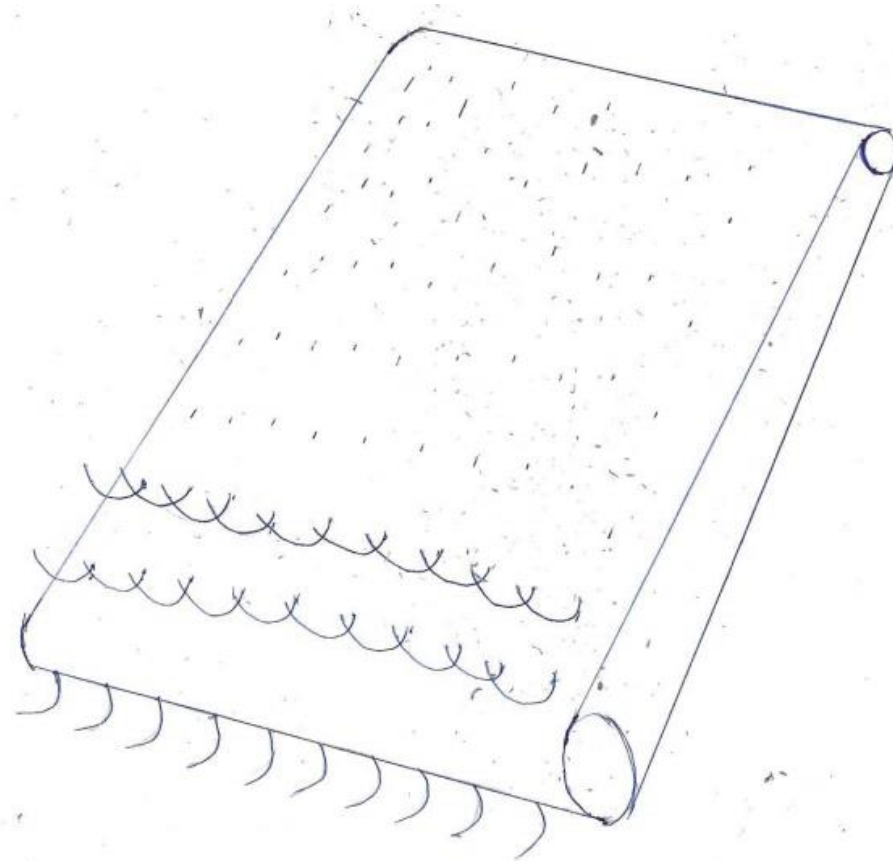
Løsninger av plukkehode og transport til tank:

1. Transport med gaffler:

Blant de funksjonene ser jeg først på å plukke opp gress. Jeg tenkte umiddelbart på plukkehode, som er mye brukt på mange landbruksmaskiner. Deretter ser jeg på å transportere gress, tenkte jeg umiddelbart på transportbåndet, som også blir mye brukt på mange landbruksmaskiner. Vanligvis vil de to driver separat, men i oppgaven vår trenger vi bare å flytte gresset fra bakken til tank. Jeg synes jeg kan kombinere de to sammen og det vil bare gi fordeler.

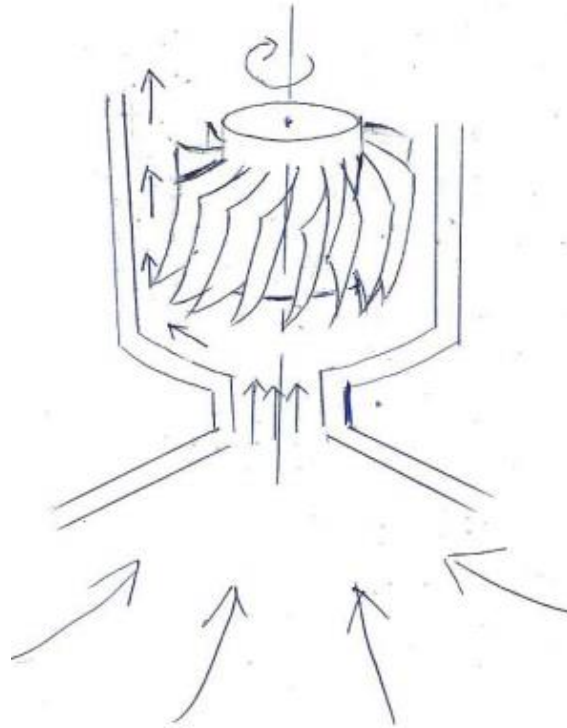
Robotisert oppsamling av gress

Vi bruker bøyd gaffel til å plukke opp gress og feste det til beltet som transportere det opp til tanken. Det er en viss høyde fra bakken til åpning, da vil gaflene hindre gress i å falle ned fra beltet.



Figur 13. Skisser av belte med gaffler

2. Sugings fan: Jeg ble inspirert av støvsuger. Ved å suge gresset inn i tanken og videre, så transportere gresset lettere gjennom prosessen. Som sagt tenkte jeg på den første løsning, altså transport belte med gaffel umiddelbart. Den er en helt mekanisk måte. Jeg vil tenke på noen forskjellige måter ved bruk av en annen energi. Så kommer sugings fan ut, som bruker suging dannet av roterende fan blader. Tilfeldigvis denne ide også besvare begge funksjoner.



Figur 14. Skisser av suging fan

Løsninger av å justere høyden på plukkehodet:

1. Bjelke med gjenger:

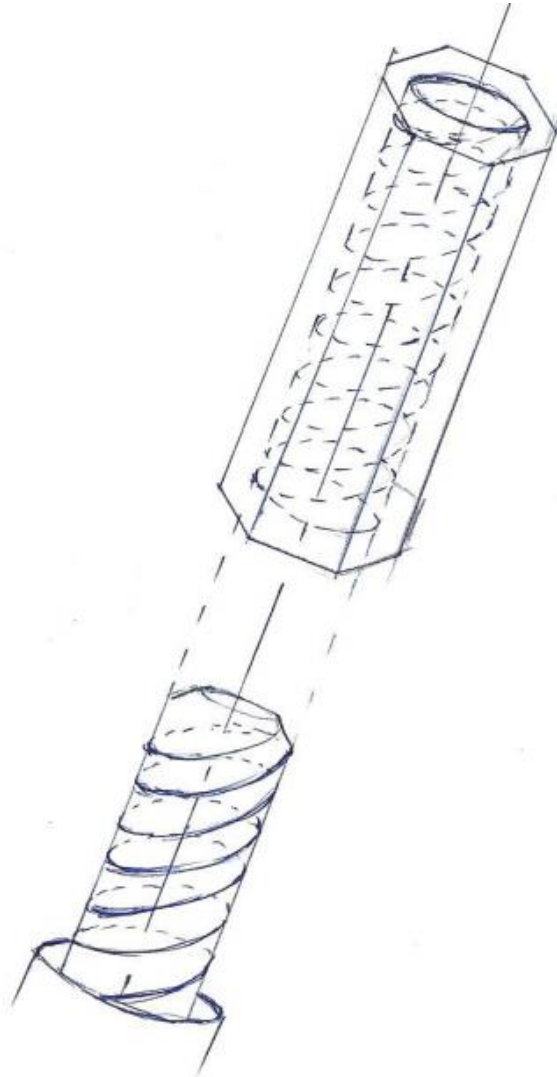
En teleskopstang er det først som kommer ut på tanken min. Det er en enkel mekanisme, men utfordringen er å fest det ved enhver lengde.

Jeg tenkt mange løsninger som for eksempel: stang med kiler. Problemet av det eller likner løsninger er en liten forandring i bjelke eller stang vil gi stor høydeendring i plukkehode. Det er det vi vil ikke ha. Posisjon av bjelke noen å si om forholdet mellom bjelkelengden og høyden av plukkehode. Men dersom det skal monteres til Thorvald Platform er det best å koble bjelke til plattformens bjelke. Da er posisjon bestemt. Jeg har gjort en beregning, ifølge til det vil det ikke ha nok plass til kiler. Beregningen skal ikke følge med siden ideen ble forkastet.

Endelig så kommer jeg med en løsning ved å bruke gjenger for å justere bjelkelengden, som figur 13 viser. Gjenger kan koble bolte og skruer sammen til

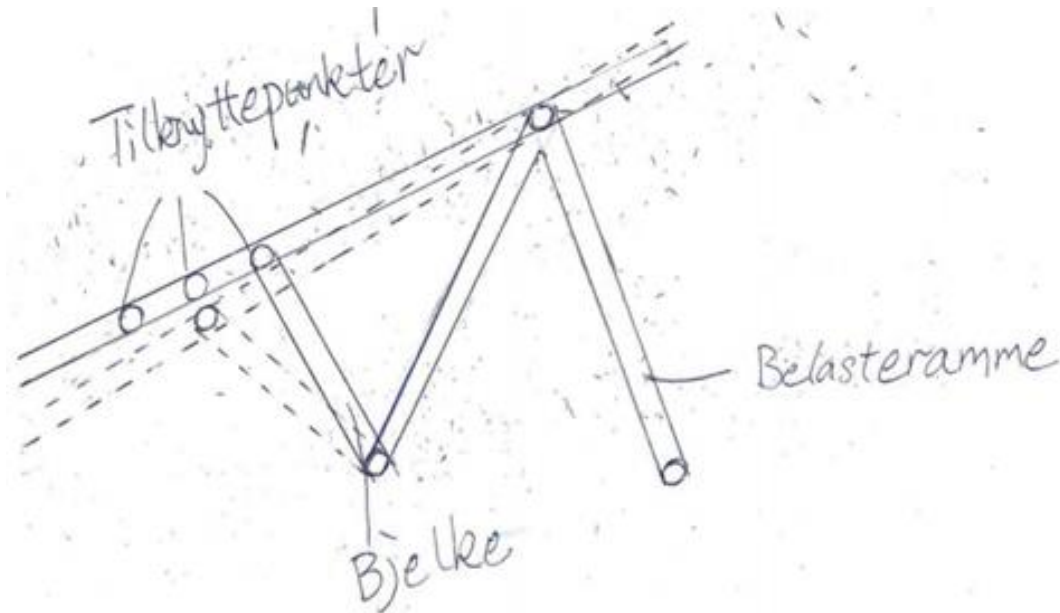
Robotisert oppsamling av gress

en bjelke. Når bolte skrues ytere vil bjelke blir lengere, deretter vil det fører til at avstanden mellom plukkehodet og bakken blir større. Da vil strukturen være stivt under aksialkraft. Lengden av bjelke blir fritt til å justeres. Det vil si vi kan ha enhver lengde av bjelke, som føre til enhver høyde av plukkehode.



Figur 15. Skisser av bjelke med gjenger

2. Flere tilkoblingspunkter: Ved en bestemt bjelkelengde (som en side på en trekant), forandrer man posisjon av tilkoblingspunkter, altså lengden på den andre siden av en trekant. Da forandres den siste sidelengde, så fører til høyde endring i plukkehode. Figur 16 forklarer det konkret.



Figur 16. Skisser av bjelke med flere tilkoblingspunkter

5.3 Tidlig vurderinger av brukspåkjenninger

5.3.1 Mekaniske påkjenning

Statiske trykkbelastninger: Belasterammer og bjelke er hovedstøtte av maskinen. Den blir utsatt for maskinens egen vekt og vekt av gress.

5.3.2 Miljøpåkjenninger

Vær: Som har sagt det blir våtere i Norge, vil maskin utsettes for regn, snø, sludd og våt jord ved landbruksarbeider. Dette kan forårsake rust og korrosjon og maskinen bør derfor overflatebehandles med motstandsdyktig materiale mot rust.

5.4 Beregninger

På grunn av maskinens egen vekt vil ha mest å si, få vil jeg gjør beregninger med hjelp av Solidworks etter 3D-tegninger.



Robotisert oppsamling av gress

5.5 Materialvalg

Maskinen består av belasteramme, justerbar bjelke og transportbelte med to hjul, i tillegg til to brett ved to sider av beltet, og gafler på beltet. Det viktigste materialkriteriet til maskinen er at den må være vanntett

Transportbelte: Gummi er et tradisjonelt materiale som brukes til å lage transportbelter på grunn av sin gode duktilitet som gjør at den kan passe på hjulet.

Resterende deler av maskinen: Rustfritt stål har motstandskraften mot korrosjon. Rustfritt stål har forskjellige spesifikasjoner som ulike elastisk modulus. Jeg ønsker den type rustfritt stål som er stiv nok under påkjenninger ved Solidworks.

5.6 Form- og estetikkalternativer med skisser

Når det gjelder utformingen av produktets form, kan den deles inn i to typer, organisk design og uorganisk design. Eksemplet som vises nedenfor kan forklare godt.

Egenskapen til uorganisk design er skarpe kanter, rette linjer og hjørner. Dette kan skape en hard og industrielt uttrykk av produkt. I som gjør at dette designet kan foretrekkes i mange tilfeller. Det vil gi skarpe linjer og hjørner som kan gi en høy spenningskonsentrasjonsutfordring. Derfor vil vi bruke uorganisk design i gafler på belte. Det gjør at dem kan plukke opp gress enkelt. I kontrast så har organisk design en myk sirkulær overgang for kanter og hjørner, samt fine skrå buer som gjør produktene til mye mykere. Det har også lavtrykkskonsentrasjon, og er derfor trygt for brukerne og miljø. Derfor bruker jeg de restene maskindelenes så runde som mulig.



Figur. 17 Eksempel på organisk design [20]



Figur. 19 Eksempel på uorganisk design [21]



6 EGENSCREENING OG KONSEPTVAL

I dette kapittelet skal vi bruke Pughs metode for å bestemme hvilken av de forskjellige alternativene nevnt i avsnitt 5.2, som er den mest hensiktsmessige. Derfor blir en utvalgsmatrise opprettet for hvert hovedelement.

6.1 Utvikling av seleksjonsmatrise

For hver funksjon vil et sett av kriterier bli vurdert som det viktigste i henhold til dets funksjon.

Seleksjonskriterier for å plukke opp gress:

- Funksjonalitet
- Energieffektivitet
- Størrelse og vekt

Seleksjonskriterier for å transportere gress:

- Funksjonalitet
- Enkle mekanismer
- Størrelse og vekt

Seleksjonskriterier for å justere høyde:

- Enkle mekanisme
- Enkel montering
- Nøyaktighet

6.2 Egen konseptscreening

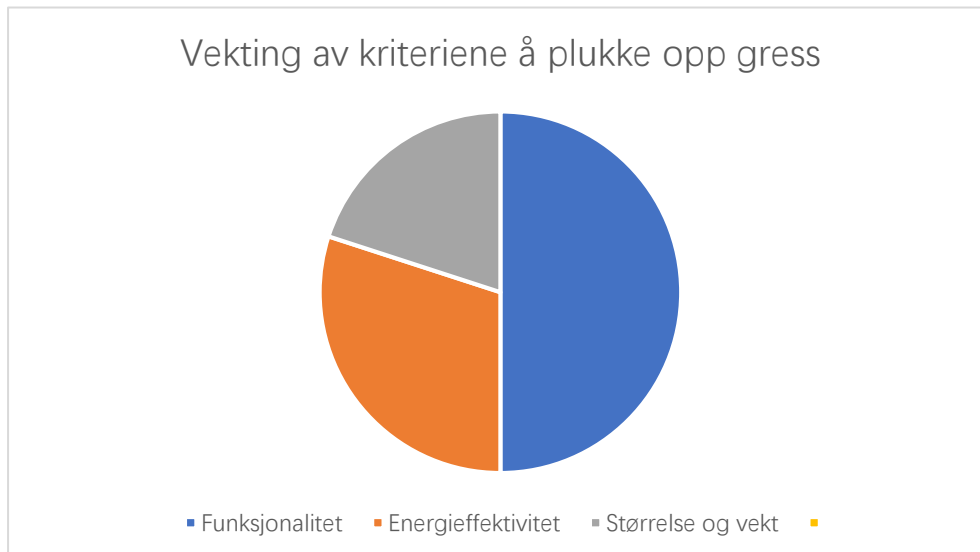
Analyse av å plukke opp gress:

Kriterienes vektning og begrunnelse:

- Funksjonalitet: Vektes 50 %. Maskinen må oppfylle den grunnleggende funksjonen, altså plukker opp gresse. Dette er målet for design av produktet, derfor gir vi den største andel.
- Energieffektivitet: Vektes 30 %. Generelt, når maskinen er mer energieffektiv, vil tilsvarende motoren være mindre og lettere. Og produktet har begrensninger over effekt, derfor er den ganske viktig her.

Robotisert oppsamling av gress

- Størrelse og vekt: Vektes 20 %. Å være lett nok er det viktigste kravet til produktet. Vi vil gjerne ha produkt så lett som mulig.



Figur 20 Diagram av vekting av kriteriene å plukke opp gress

Fra følgende tabell får plukkehodet med gafler best karakter som med 4,6.

Plukkehode er mer energieffektivitet enn fan. Vi kan tenke oss at det blir sikkert mye mellomrom i gress, da vil sugingskraft bortkastes imellom, mens på grunn av enkelt mekanisme er plukkehode med gafler mye effektivere.

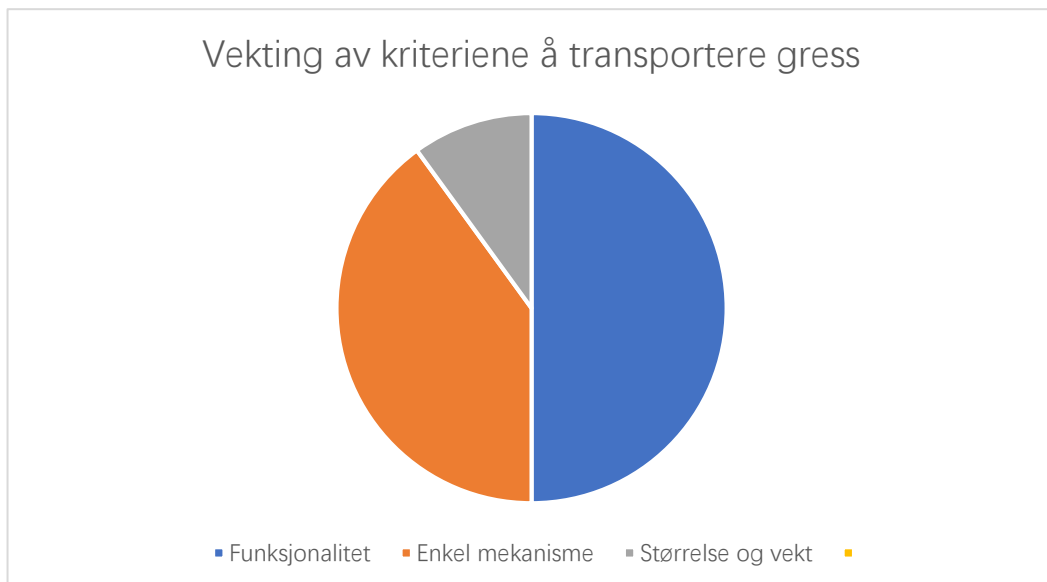
Tabell. 6 Utvidelse av å plukke opp gress

Mulighet for utvidelse av å plukke opp gress	Vekt (%)	Fan		Plukkehode med gafler	
		Poeng	Sum	Poeng	Sum
Funksjonalitet	50	5	2.5	5	2.5
Energieffektivitet	30	2	0.6	5	1.5
Størrelse og vekt	20	5	1.0	3	0.6
Total sum			4.1		4.6

Analyse av å transportere gress:

Kriterienes vekting og begrunnelse:

- Funksjonalitet: Vektes 50 %. Maskinen må oppfylle' den grunnleggende funksjonen, altså transportere gress til tank. Dette er målet med design av produktet.
- Enkel mekanisme: Vektes 40 %. Generelt, når mekanismen er enklere, vil tilsvarende maskin være mindre og lettere. Det kan gjøre at produksjonsprisen blir lavere.
- Størrelse og vekt: Vektes 10 %. Som sagt det er kravet til produktet.



Figur 21 Diagram av vekting av kriteriene å transportere gress

Fra følgende tabellen får plukkehode med gaffler best karakter som er på 4,8. Det har bedre funksjonalitet enn fan, at fan vil få stor utfordring å transportere gress i så stor mengde. Selv om vi har ikke kjørt test med fan men kan vi tenke oss at langt gress vil stakk i fan enkelt. Vi ser at fan har store fordeler i størrelser i begge analyser av funksjoner, i kontrakts ser plukkehode med gaffler besværlig ut. Kanskje vi kan gjør noen optimalisering i fan, men det vil bli en kompleks mekanisme. Fan er en ung ide



Robotisert oppsamling av gress

som blir lite brukt i landbruk. Det ender opp med plukkehode/transport belte kommer seg opp på grunn av enkelt mekanisme.

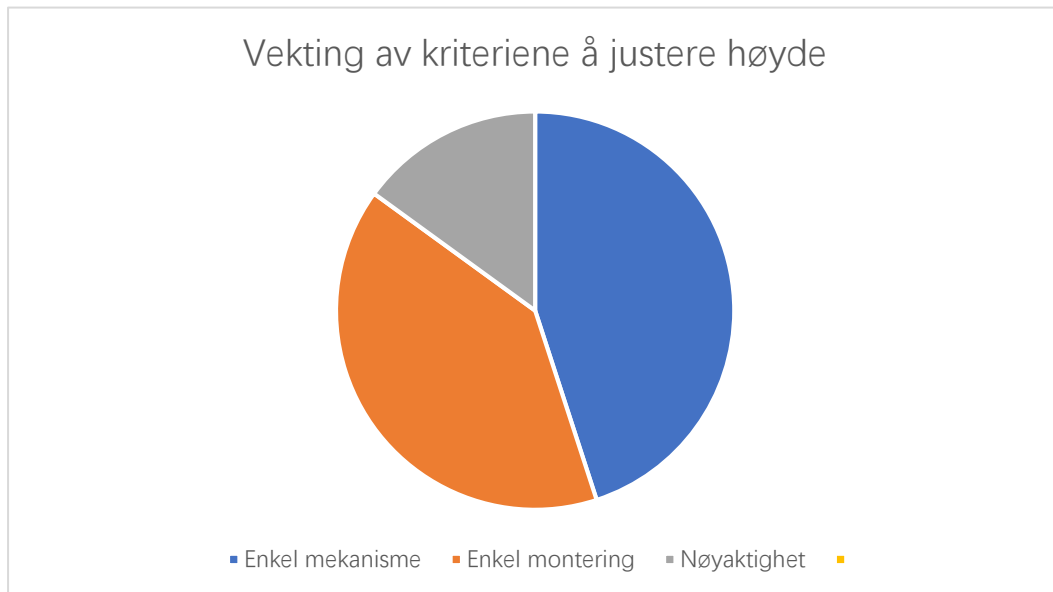
Tabell. 7 Utvidelse av å transportere gress

Mulighet for utvidelse av å transportere gress	Vekt (%)	Fan		Transport belte med gafler	
		Poeng	Sum	Poeng	Sum
Funksjonalitet	50	2	1.0	5	2.5
Enkel mekanisme	40	5	2.0	5	2.0
Størrelse og vekt	10	5	0.5	3	0.3
Total sum			3.5		4.8

Analyse av å justere høyde:

Kriterienes vektning og begrunnelse:

- Enkel mekanisme: Vektes 45 %. Generelt, når mekanismen er enklere vil tilsvarende maskin være mindre og lettere. Da vil produksjonskostnadene synke.
- Enkel montering: Vektes 40 %. Det vil måtte gjennomføres ny montering for hver gang høyden justeres. Da er det viktig å ha enkel montering for å spare anstrengelse og tid.
- Nøyaktighet Vektes 15 %. På grunn av lite høydevariasjon så må dette arbeidet gjøres nøyaktig.



Figur 22 Diagram av vekting av kriteriene å justere høyde

Fra følgende tabellen får bjelke med gjenger best karakter med 5.45. Den har enklere mekanismer, enklere montering og er mer nøyaktige i flere tilkoblingspunkter. Ved å bruke flere tilkoblingspunkter til å justere høyden så må man montere ny tilkobling for hver gang, mens ved å bruke bjelke med gjenger så kan man operere direkte på ferdig montert maskin.

Tabell. 8 Utvidelse av å justere høyde

Mulighet for utvidelse av å justere høyde	Vekt (%)	Flere tilkoblingspunkter		Bjelke med gjenger	
		Poeng	Sum	Poeng	Sum
Enkel mekanisme	45	2	0.9	6	2.7
Enkel montering	40	2	0.8	5	2.0
Nøyaktighet	15	2	0.3	5	0.75
Total sum			2.0		5.45



6.3 Foretrukne løsnings- og estetikkalternativer

Ut fra 6.2 finner vi de alternativene som har den beste totalsummen. Dette vises av tabellen nedenfor, og betyr at disse alternativer oppfyller kravene best.

Tabell. 9 Foretrukket løsning

Foretrukne løsning	
Funksjon	Valgt løsning
Å plukke opp gress	Plukkehode med gafler
Å transportere gress	Transport belte med gafler
Å justere høyde	Bjelke med gjenger

Som skissen i kapittel 5.2 viser, så har vi kombinert plukkehode og belte sammen, slik at vi kan bruke den ene enden av belte som plukkehode. Denne løsningen har kommet opp i begge funksjoner. Da blir det en enkel avgjørelse å velge det.

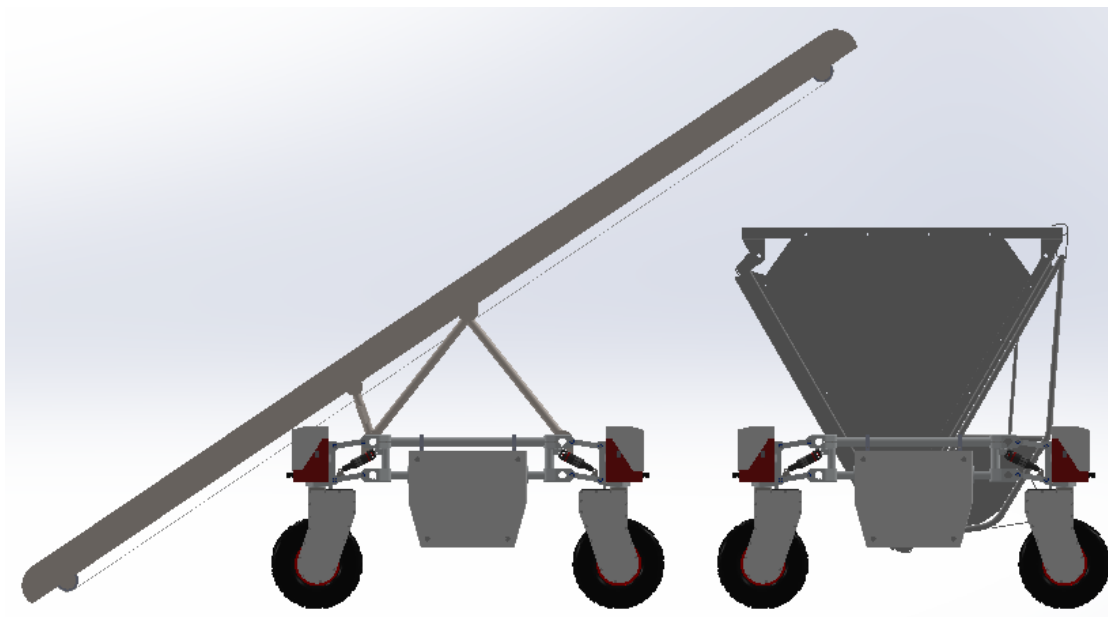
Nå er de viktigste komponenter valgt. Den neste utfordringen er å kombinere de sammen og montere dem til Thorvald plattform. Disse skal vi tegne direkte i 3D. Da ser man de konkrete komponentene direkte, og man kan modifisere eller forbedre dem med en gang.

7 3D-TEGNINGER AV VALGTE LØSNINGER

7.1 Assembly av maskin der plukkehode står i laveste posisjon:

Det valgte konseptet er basert på konseptvalget i kapittel 7, og viser i figur 23.

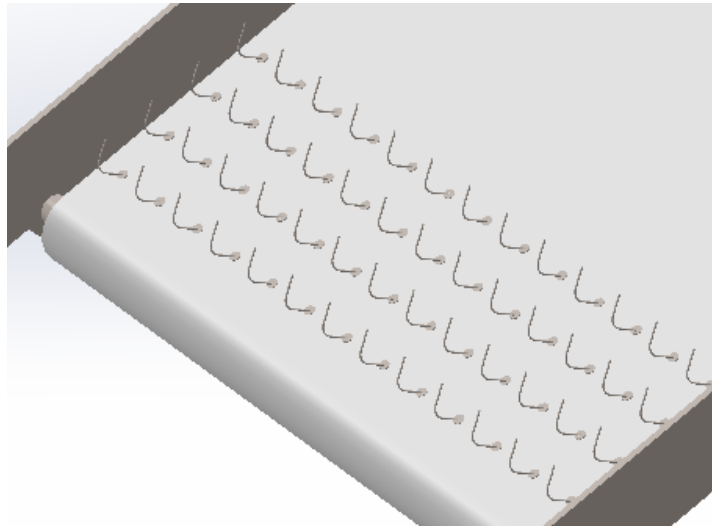
Posisjoner for tank og Thorvald plattformer ble beholdt fra første versjon av maskin. Posisjon av belte, som også referert til første versjon av maskin, må være høyt nok til at det treffer ikke plattformen, og samtidig være langt nok til at gress vil falle inni tanken. Også som sagt er posisjoner av bjelke og belasteramme bestemt, alt så på bjelke av Thorvald plattform. Det er to belasterammer som står ved begge sider av belte, som gir hoved støtte. Da vil vekten fordeles gjennomsnittlig på begge belasteramme. Der er bare en justerbar bjelke på ene side av belt. Fordi det er vanskelig å ha synkron justering på begge sider.



Figur 23. Valgte løsning

Zoome inn i plukkehode:

Her lager vi bare 4 rader av gafler, for å vise hvordan gafler fungerer. Resten vil bli arrangert på samme måte. Se figur 24 under.



Figur 24. plukkehode med gafler

7.2 Komponenter:

Gaffel: Den runde basen i den ene enden er laget for å gjøre gaffelen enklere å feste på beltet.

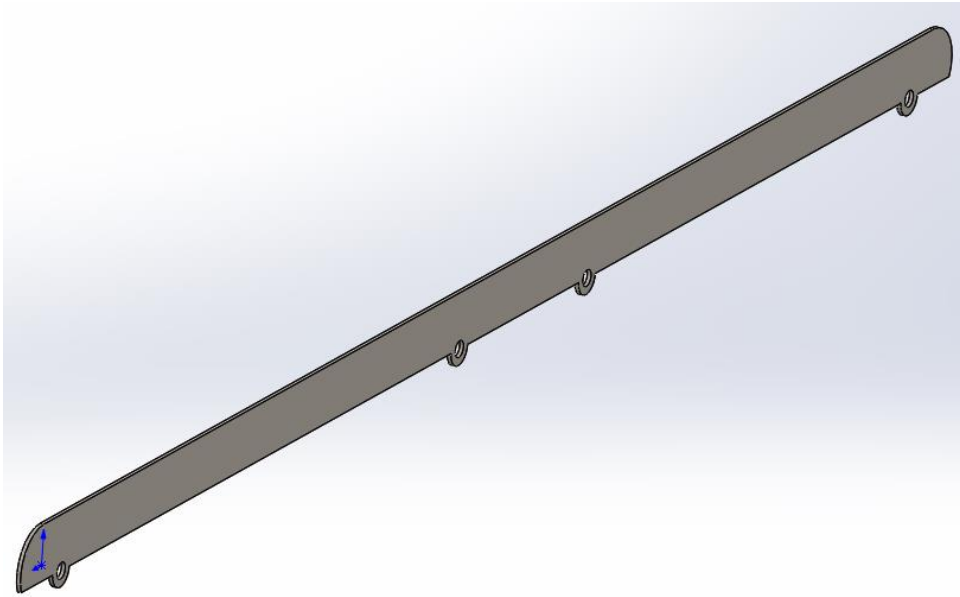
Bøyningen av gaffelen gjør det lettere å plukke opp gress og hindre gress å falle ut under transportering.



Figur 25. Gaffel

Brakett ved to sider av beltet:

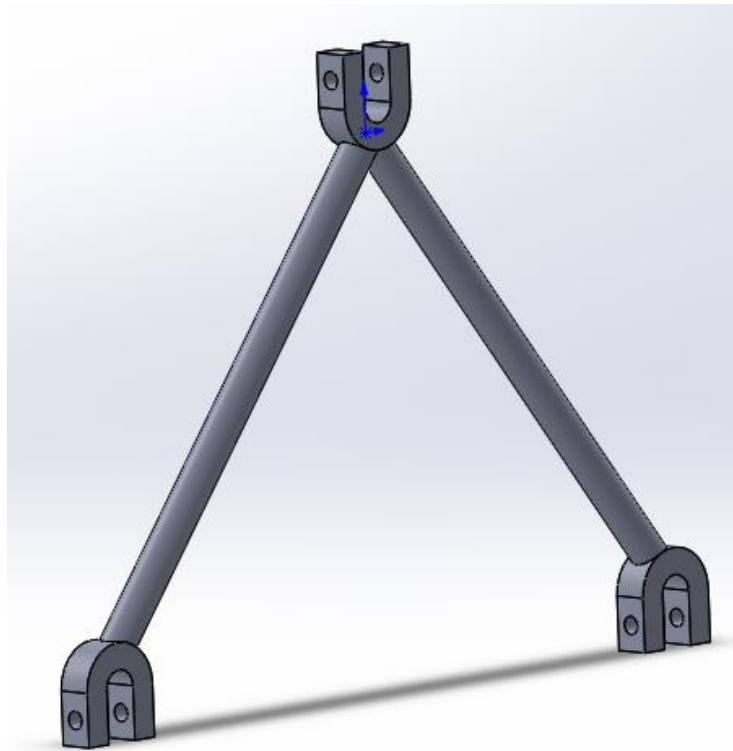
Braketten dekker begge sider av beltet, og strekker seg utover den øvre halvdel av belte. Dette kan brukes både som en beskyttelse, men også for å hindre at gresset som blir plukket faller ut fra sidene. Endene er også designet for beskyttelse.



Figur 26. Brakett

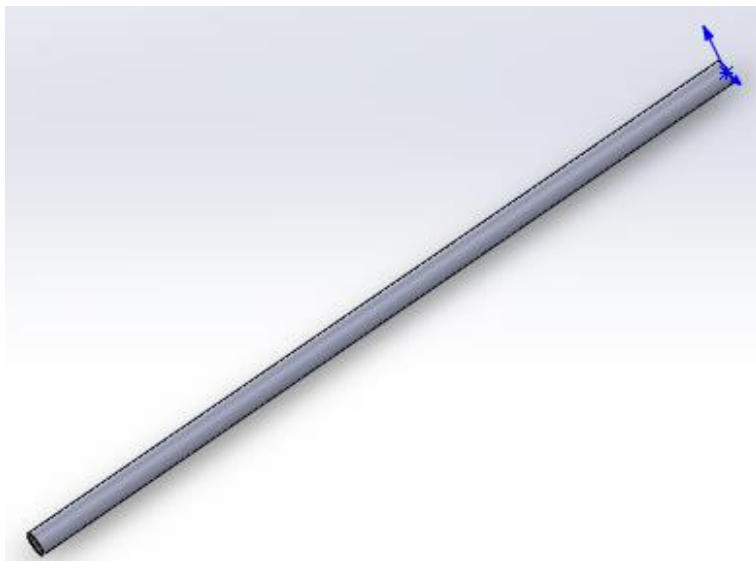
Belasteramme:

Belasterammen skal være midt på Thorvald plattformen og støtte det meste av vekten til beltet. Den U-formede åpningen gjør at monteringen kan utføres direkte på plattformen, og deretter aksles fast med pinner. Generelt vil pinner ikke bli utsatt for press, men det kan komme støt i forbindelse med å drive maskinen. Denne kraften vil ikke være stor. Derfor er ikke kravene til pinner høye, og ethvert produkt som har riktig diameter kan brukes her.



Figur 26. Belasteramme

Aksel: Hele maskinen vil bruke samme størrelse på akselen. Aksene spiller en stor rolle av kombinasjon mellom belte, bjelke, belasterammer, braketter og hjul. Det er fire aksler ble brukt.



Figur 27. Aksel



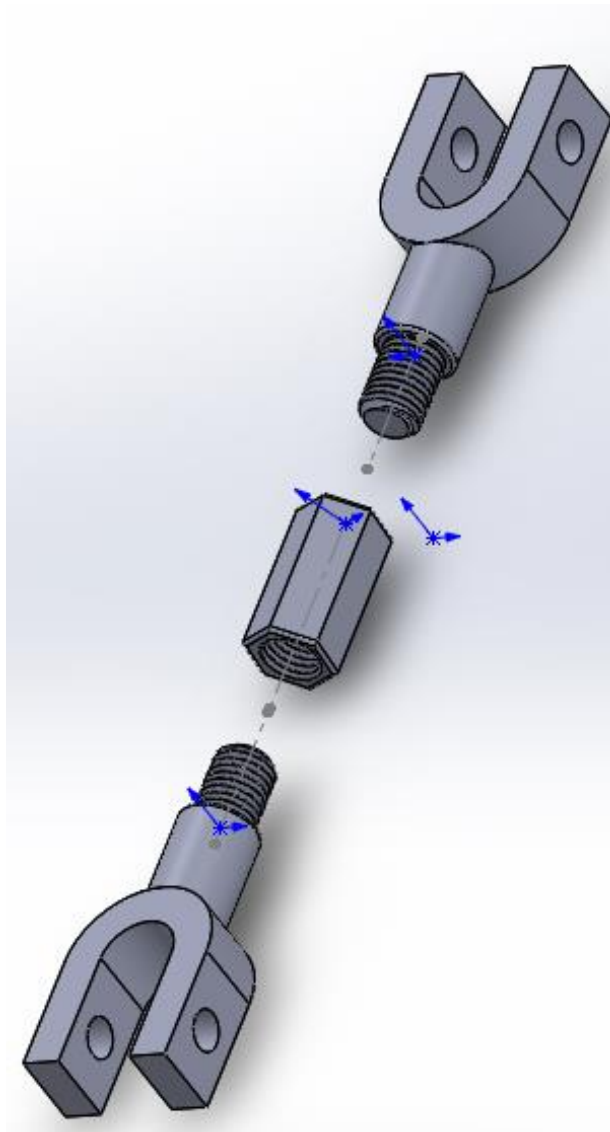
Robotisert oppsamling av gress

Justerende bjelke: det vil brukes gjenger for å justere lengden på bjelken. U-formede åpninger benyttes også her for lett montering. Bolten vil bare dreie seg under torsjon, og strukturen vil ikke bevege seg under aksialkraft.

Den dreibare delen ved justerbar bjelke har sekskantet form, men kanten er litt avrundet fordi et flatt plan gir et bedre kraftpunkt og avrundede kanter gjør ikke vondt i hånden.

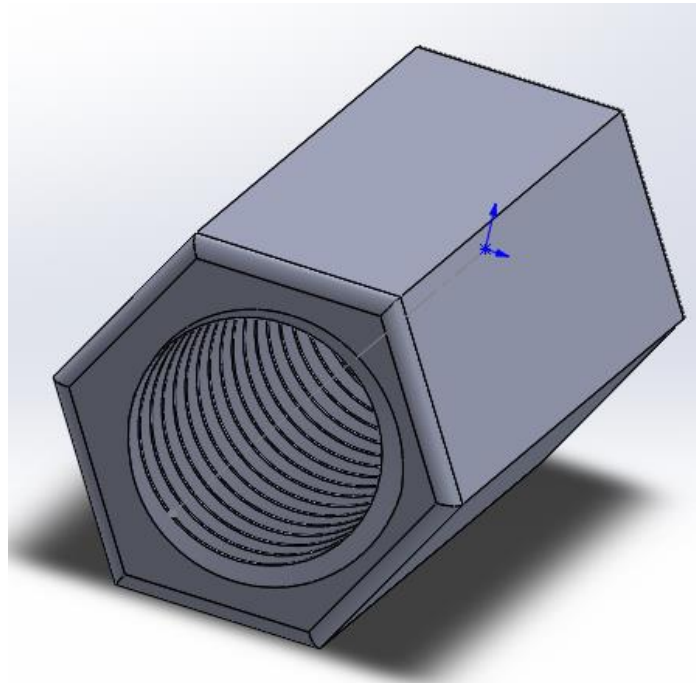
Ekspljosjonskart for justerende bjelke:

Fra følgende figur ser vi at det blir en forbedring enn skisse, at vi har bjelke med U-åpninger på begge ender også har vi roterbart bolte i midt som kombinerer bjelker sammen. Slik at begge ender dreies ikke under justering.



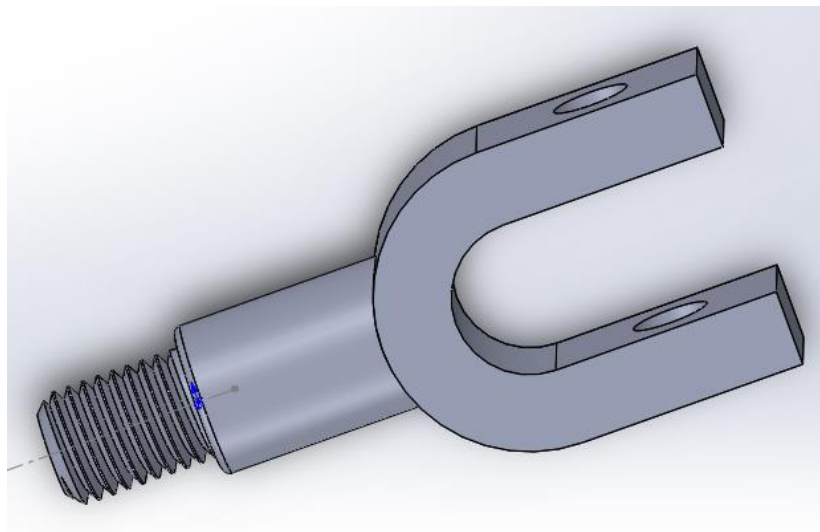
Figur 28. Justerende bjelke

Bolt:



Figur 29. Bolt

Bjelke med gjenger:



Figur 30. Bjelke med gjenger

8 Analyse

8.1 Data fra Solidworks:

Her antar vi antall av gafler er 600.



Robotisert oppsamling av gress

Følgende taller er hentet fra Solidworks.

Siden det er vanskelig å beregne volumer og vekter av delene direkte, legger vi materialer til de tegnte delene, slik vil Solidworks beregner vekten på følgende deler direkte:

Tabell 10. Data fra Solidworks

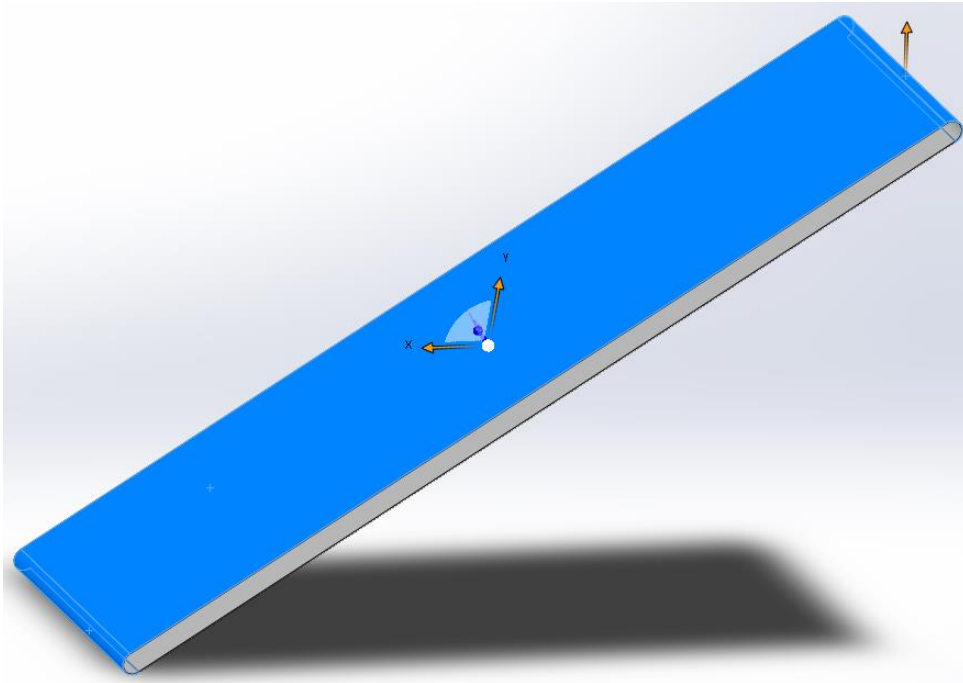
Komponent	Material	Vekt(kg)	Antall	Total vekt(kg)
Brakett	Stål	49.0	2	97.9
Belte	Gummi	30.6	1	30.6
Belasteramme	Stål	18.4	2	36.8
Aksel	Stål	12.7	4	51.0
Bjelke med gjenger	Stål	4.3	1	4.3
Gaffel	Stål	0.0047	600	2.8
Hjul	Gummi	7.9	2	15.9
Sum				239.3

8.2 Total vekt av maskin

Det antas at øvre overflate og to halvsirkelformede overflater på begge sider av beltet, utsattes for gress. Som merket er overflaten i figur 31:

Areal av det er:

$$A = 4.235 + 0.17 * 2 = 4.575 m^2$$



Figur 31. Overflate der utsettes for gress

Det antas at vekt på gresset på beltet er lik vekten på bakken: $\sim 1 \text{ kg/m}^2$

Dermed er total vekt som Thorvald Platform utsettes for er:

$$239.3 + 4.6 = 243.9 \text{ kg}$$

Dette er under grensen for hva Thorvald kan bære.

8.3 Statikk analyse:

Videre vises styrkeberegninger for hånd.

Det er flere typer stål med forskjellige egenskaper. Her vil jeg ta S235, altså struktur stål 235 som material av bjelke og belasterammer. Det er et generelt strukturstål som har ganske liten flytegrense i forholdet til andre ståler, som er på 235MPa. Gjennom beregninger skal vi se om S235 vil holde.

Bjelken og belasterammen utsettes for størst spenning siden de støtter hele maskinen og bærer all vekt.

Her ser vi summen for vekten av gress, belte, braketter og gafler som bjelken og belasterammen bærer, er en sum av krafter, F , står i midten av belte under videre beregninger:



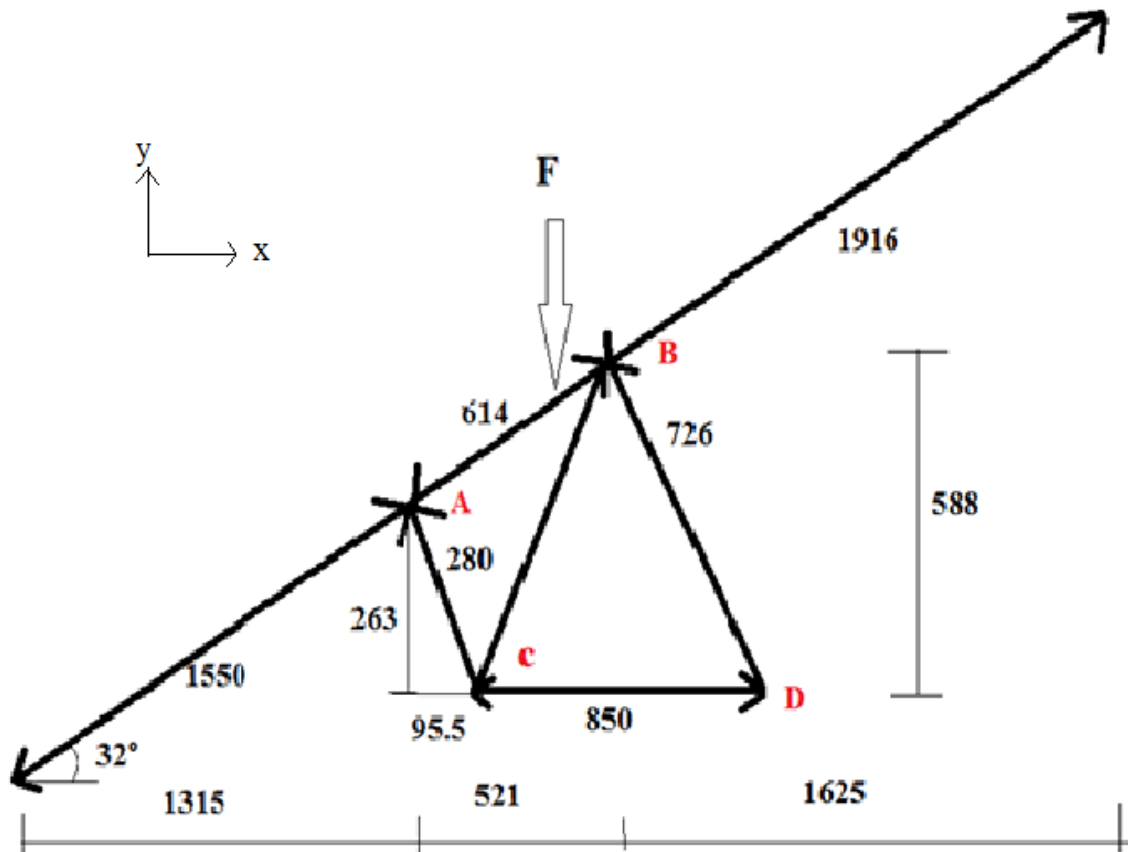
Robotisert oppsamling av gress

$$F = 2.814 + 30.623 + 137.652 + 1 * 4.575 = 176\text{kg} = 1723\text{N}$$

Her regner vi bjelker med gjenger som en enkelt sylinder form.

Bjelken har diameter på 40mm, og da vil tverrsnitt av arealet være:

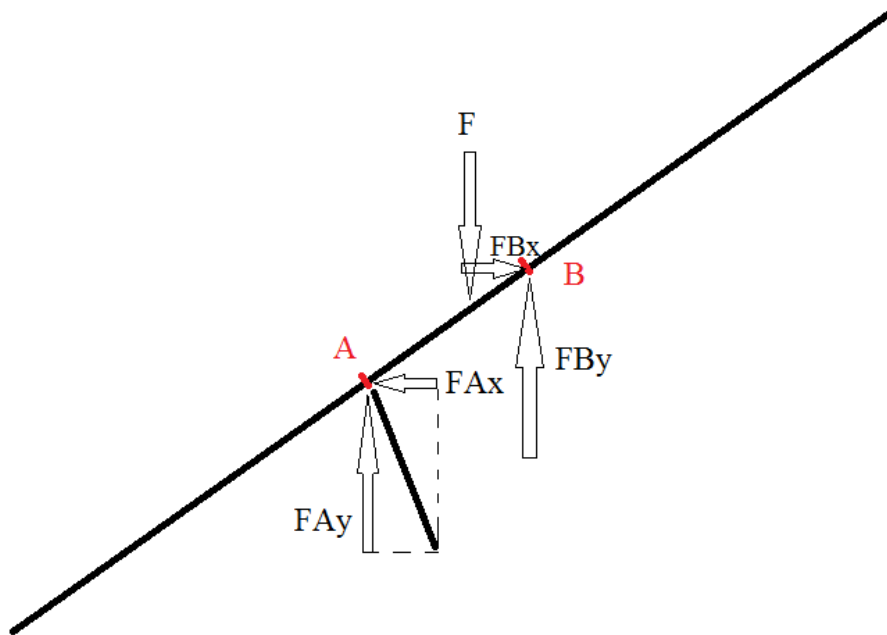
$$A = \pi * \frac{D^2}{4} = 1256\text{mm}^2$$



Figur 32. Forenklet struktur med målene i mm

$$\text{horisontal total lengde} = 1315 + 521 + 1625 = 3461\text{mm}$$

Vi ser bare på AB først, krefter skal være i likevektstilstand:



Figur 33. Kraftfordelinger på AB

På grunn av konstruksjon er statisk, vil moment i punkt A være:

$$MA = 0, \text{ det gir:}$$

$$F * \text{armen} \sin - FBy * \text{armen} \sin = 0$$

$$1723 * \left(1625 + 521 - \frac{3461}{2} \right) - FBy * 521 = 0$$

$$FBy = 1374N$$

Summen av krefter på y-retningen er 0, altså likevekt, som betyr:

$$FAy + FBy + F = 0$$

$$FAy = 1723 - 1374$$

$$FAy = 358N$$

På grunn av at bjelken står skrått vil det gir en kraft i x-retning. Forholdet mellom den og FAy proporsjonal med sine egne lengder:

$$\frac{FAx}{FAy} = \frac{95.9}{263}$$

$$FAx = 358 * \frac{95.9}{263}$$

$$FAx = 130.5N$$



Robotisert oppsamling av gress

$$\frac{FA}{FAy} = \frac{280}{263}$$

$$FA = 381N$$

Summen av krefter på x-retningen er 0, så vil FBx har sammen størrelse men motsatt retning med FAx :

$$FBx = FAx = 130.5N$$

$$FB = \sqrt{130.5^2 + 1374^2} = 1380N$$

Spenning på bjelke:

På grunn av at bjelken er roterbar på begge ender vil det bare kunne bli strekkspenning under FA :

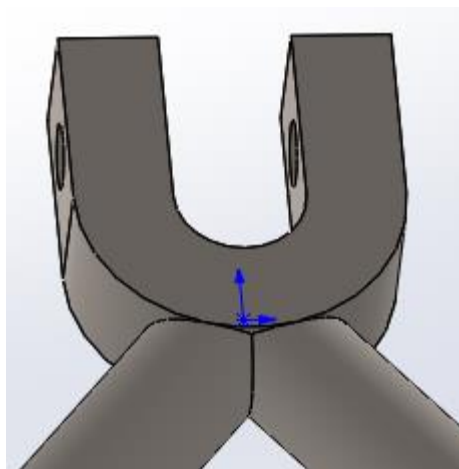
$$\sigma_s = \frac{FA}{A} = \frac{381}{1256} = 0.3MPa$$

Det er mye mindre enn flytegrense, 235MPa, og vil stål holder.

Spenning på belasteramme:

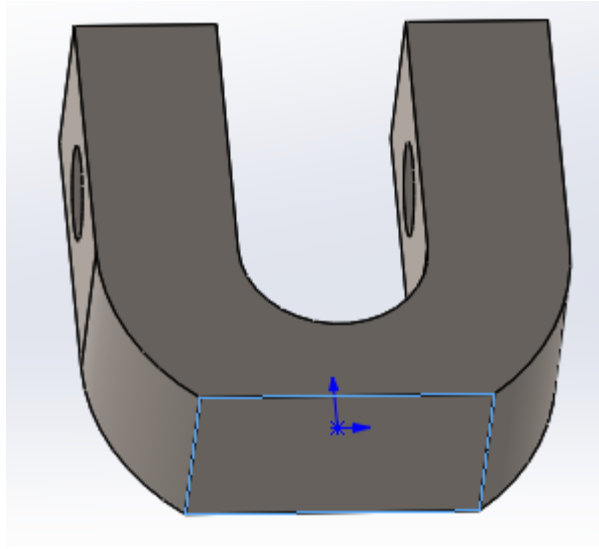
Det er to belasterammer på akkurat sammen posisjon på begge sider av belte. Derfor utsette de for sammen styrke.

På belasterammen er det svakeste ved knutepunktet:



Figur 34. Knutepunkt på belasteramme

Det antas at tverrsnittet av knutepunktet er rektangulært. Arealet vi lest fra Solidworks er 2484mm^2 .



Figur 35. Tverrsnitt av knutepunkt

FBy gir en strekkspenning på belasterammen, som betyr at:

$$\sigma_s = \frac{FBy}{A} = \frac{1374}{2484 * 2} = 0.28\text{MPa}$$

FBx gir en skjærspenning på belasterammen, som betyr at:

$$\tau = \frac{FBx}{A} = \frac{130.5}{2484 * 2} = 0.03\text{MPa}$$

Jevnføringsspenning:

$$\sigma_{jf} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} = \sqrt{0.28^2 + 3 * 0.03^2} = 0.285\text{MPa}$$

Praktisk arealet vil være litt mindre enn det vi estimert, derfor vil spenning være litt større enn det vi beregnet. Men det vil holdes siden det er en liten spenning som er mye mindre enn flytegrense.



9 PROSESEVALUERING OG DISKUSJON

9.1 Konseptutviklingsarbeidet og forbedringspotensialer

Jeg ville prøve noen nyttig og utfordrende, som også passet til en 30p masteroppgave. Kravene til produktet er klare. Den gamle modellen er brukt som referanse, så den generelle designretningen til produktet ble raskt bestemt.

Den detaljerte utformingen av produktet, det vil si utformingen av elementet, tok mer tid enn estimert. Jeg har kommet opp med flere alternativer for hvert element, og i rapporten foreslår jeg at de mest fordelaktige alternativene blir sammenlignet med matrisene, og vurdert i endelige valget.

3D-tegningene var enkle på grunn av de enkle mekanismene. Det eneste utfordrende var å kombinere gaflene til beltet på grunn av at beltet er dynamisk. Det fører til utfordringer med å lage animasjon av kjørendebeltet. Vi planla å kjøre statisk analyse med Solidworks. Det ville gjøre resultatene være mer nøyaktig, tydelig og detaljert, men fikk vi problemer med å lage rutenett på beltet for å kjøre statisk analyse. Derfor beregnet jeg styrkene for hånd. Da fikk jeg et bra resultat som har stor toleranse for unøyaktighet under håndberegninger.

Når det gjelder forbedringspotensial, så tror jeg det vil være å fikse gaflenes kombineringsproblem i videre analyse, og simulere med Solidworks. Jeg vil finne en bedre og mer robust måte å fikse gaffelen på beltet. I denne oppgaven har jeg designet at gafler går gjennom beltet, hvor jeg bruker jeg strukturelt lim for å lime den sirkulære flaten av gaflene til beltet. Dette er den enkleste måten, men definitivt ikke den beste måten.

9.2 Designrevisjon, produksjon, kostnadsreduksjon

- Når det gjelder designrevisjoner, kan man finne en måte å øke eller senke maskinen automatisk, eller styre maskinen eksternt. Dette betyr at justeringsstrålen kan kobles til motoren, men dette betyr også at vekten og kompleksiteten til



Robotisert oppsamling av gress

mekanismen øker. Hvis man ønsker å oppfylle kravene både til automatisk løfting og produktvekt, må man legge større innsats i mekanismens design.

- På grunn av det gode resultatet knyttet til hvordan spenning virker på produktet, kan vi enda redusere maskinsvekt enda mer ved å:
- Bytte til et lettere material, som for eksempel: aluminium. Aluminium har lav tetthet og evnen til å motstå korrosjon gjennom passivasjonsfenomenet. Det er også billigere enn stål.
- Designe bjelkene som rør, siden vi har liten spenning.
- Redusere volumet på brakettene. Som vi ser på dataen fra Solidworks, har brakettene dominerende vekt. Vi kan for eksempel lage en hul konstruksjon for brakettene.
- Tegn en skala på bjelke som tilsvarer høyden av plukkehode. Slik kan man få ønsket høyde uten måling.

Design av produktet er veldig enkelt, og de fleste komponenter er lette å produsere, og anskaffe fra leverandører. Derfor er prisen og kostnadene til produktet lave. Andre komponenter, som belastebjelke, kan vi få ved å sveise råmaterialer sammen. Bøyde gafler kan vi få ved å behandle og bøye rette gafler.

For å skape kostnadsreduksjoner kan vi gjenbruke materialet fra resirkulerte maskiner som fiberplate og stål. Dette vil ikke bare bidra til å redusere kostnadene, men også til å beskytte miljøet vårt.



10 KONKLUSJON

Det har blitt designet en plukke opp maskin som kan plukke slås gress opp og transportere det til tank for videre behandling.

Dette designet har klare fordeler og er tilpasset markedet. Vi har allerede første versjonen av maskinen, noe som gir meg en klar designretning.

Designet tar hoved hensyn til arbeidsmiljø. Det er også de viktigste driftskravene, altså maskin skal drives på våt jord. Det tar også hensyn til Thorvald plattformer og original tank, at å holde så mye av originale deler som mulig sparer man mer tid, innsats og penger. Da vil maskinens størrelse bli begrenset av det. Denne oppgaven refererer også til mye landbruksvitenskap for å få maskinen til å fungere bedre i praksis arbeide.

Maskin ble tegnet i 3D og forenklet styrkeberegning ble fullført. Ifølge resultater ble hovedmål besvart.

10.1 Resultat

- Det er valgt transportbelte og bjelke med gjenger som løsninger av hovedfunksjoner.
- Designet delen består av et belte, to braketter som står ved to sider av belte, to hjul som roterer belte, to belasteramme som støtter belte, mange gafler på belte som plukke opp og feste gress på belte og en bjelke med gjenger som kan justere høyde for plukkehode.
- Det er valgt elektrisk drift til å koble til belte og dreie det.
- Det er designet en U-form åpning på bjelke og belasteramme til å kombinere komponenter sammen og montere dem direkte på plattformen.
- Det har stål som material av braketter, aksel, bjelke og belasteramme, og gummi som material av transport belte og hjul.
- Designdelen veier 239.3kg, er 4480mm langt, 1847mm høyt og 1300mm bredt.
- Designet delens vekt og legge til estimert gressevekten er 243.9kg, som er under nyttelast av Thorvald plattform, 250kg.
- Største spenning blir 0.3MPa som virker på justerende bjelke, som er mye mindre enn flytegrense av S235.



Robotisert oppsamling av gress

10.2 Anbefalinger

- Gjør en estimering av produksjonskostnaden av maskin slik til mann kan definere en utsalgspris.
- Undersøk muligheter om maskinen kan ha flere funksjoner og fortsatt holde en lett vekt.
- Undersøk hvor ofte maskin kan kjøre på en sammen bakk for å unngå jordpakking.

10.3 Videre arbeid

- Gjøre grundige styrke- og fasthetsberegninger, enten for hånd eller ved Solidworks.
- Finne en egnet motor eller en annen måte å skape effekt på.
- Bygge designmodell.
- Teste modell i praksis for å se resultatet den vil gi.
- Undersøke beste måte for å skape gafler som er mest effektive og besparende.
- Undersøke beste høyde for plukkehode, for å være mest effektiv og beskytte jorden samtidig.



11 REFERENCE

11.1 Litteraturkilder

[17] Magrab, Edward B: Total Design: Intergated Product and Process Design and Development: The Product Realization Process (Environmental &Energy Engineering Series

[18] PUGHS method

Pugh, Stuart:Total Design: Integrated Methods for Successful Product Engineering, Pearson Education, Essex

11.2 Personalkilder

[10] Første versjon av maskin, Eirik Wormdahl

[19] Kraver av oppgave, Eirik Wormdahl

11.3 Internet Sources

[1], [2] Informasjoner om klima I Norge, 28.01.2019

<https://www.met.no>

[3] Informasjoner og diagram av Nedbør i Norge, 28.01.2019

<https://www.met.no>

[4] Informasjoner om jordpakking, 02.01.2019

<https://no.wikipedia.org>

[5],[6],[7],[8] Informasjoner og figurer om gresshøsting, 03.02.2019

<https://nordnorge.nlr.no>

[9] Bilder av Thorvald plattform, 20.02.2019

<https://sagarobotics.com/>



Robotisert oppsamling av gress

[11] Bilde av dagens avlingsoppsamlingsmaskin, 23.02.2019

<https://en.wikipedia.org>

[12] Informasjoner om NEW HOLLAND BB960A, 10.03.2019

<https://www.ebay.co.uk>

[13] Informasjoner om CLAAS Rollant 46 round baler, 10.03.2019

<https://www.ebay.co.uk>

[14] Informasjoner om IbeX TX31 Mini Round Baler, 10.03.2019

<https://www.ebay.com>

[15] Forklaring av passivation, 02.04.2019

<https://en.wikipedia.org>

[16] Forklaring av Jevnføringspenning, 09.05.2019

<https://www.sharcnet.ca>

[20] Bilde av organisk design, 06.03.2019

<https://creativemarket.com>

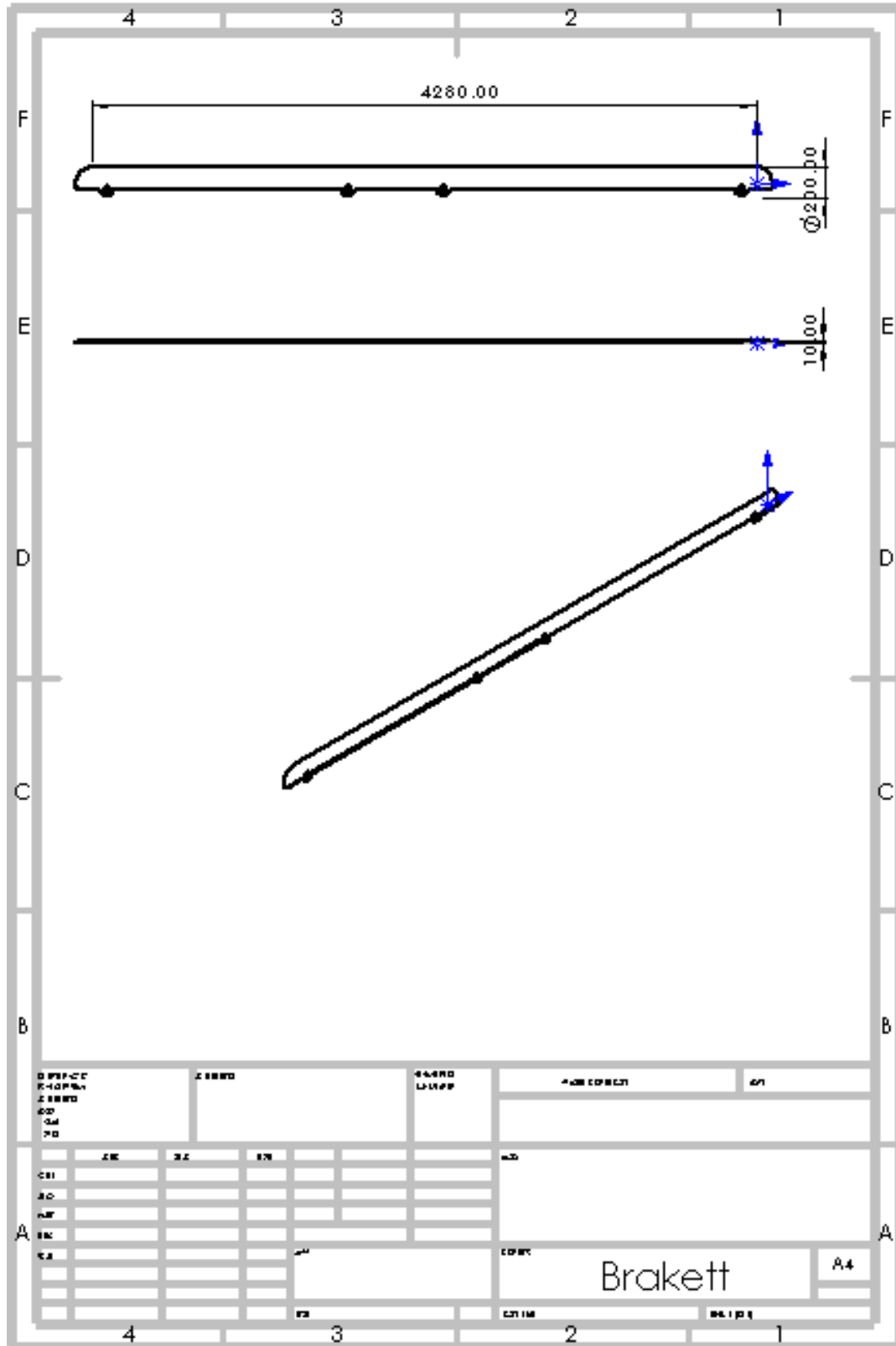
[21] Bilde av uorganisk design, 06.03.2019

<https://www.intechopen.com>

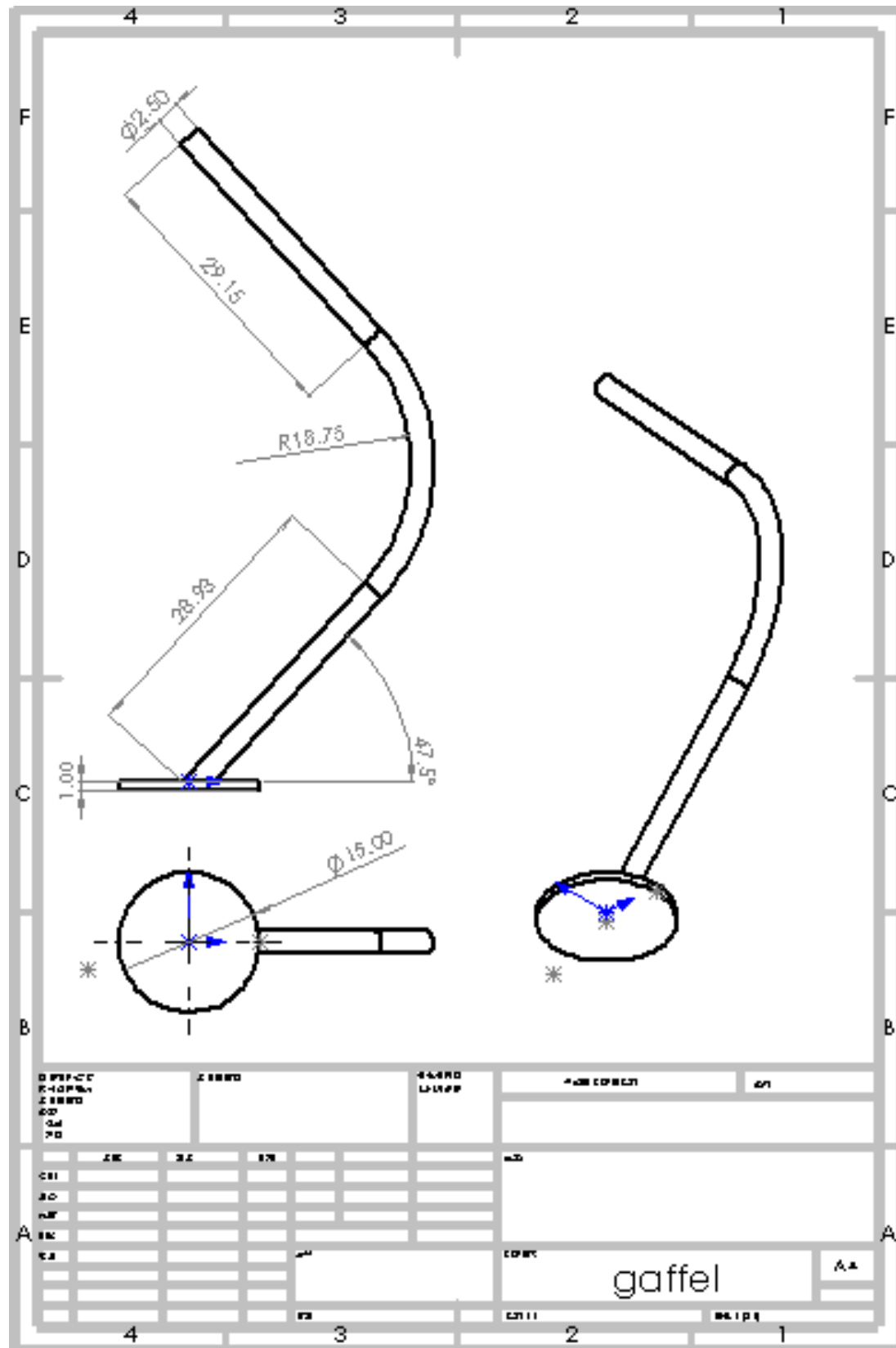


12 VEDLEGG

Vedlegg 1. Tegning av brakett



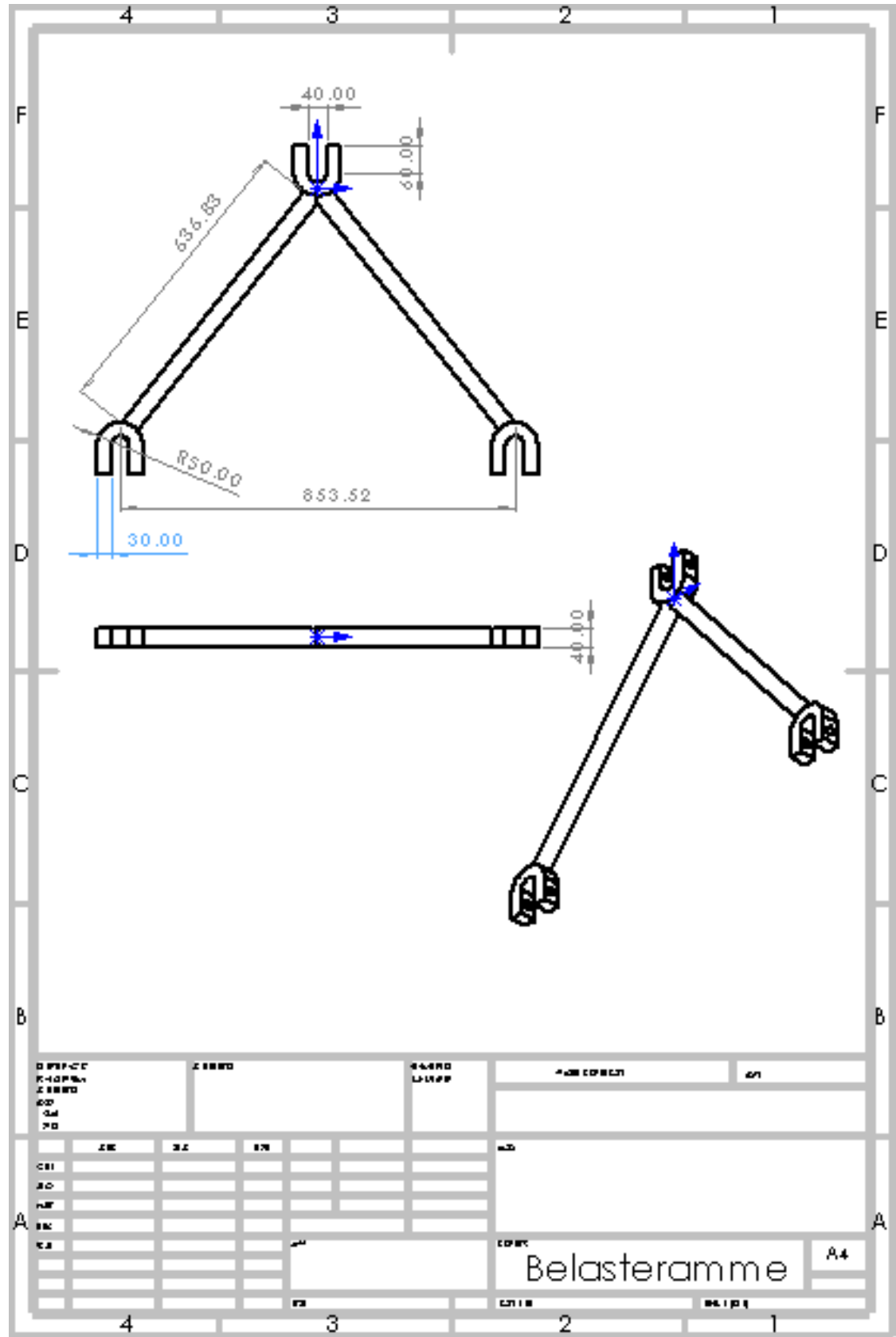
Vedlegg 2. Tegning av gaffel



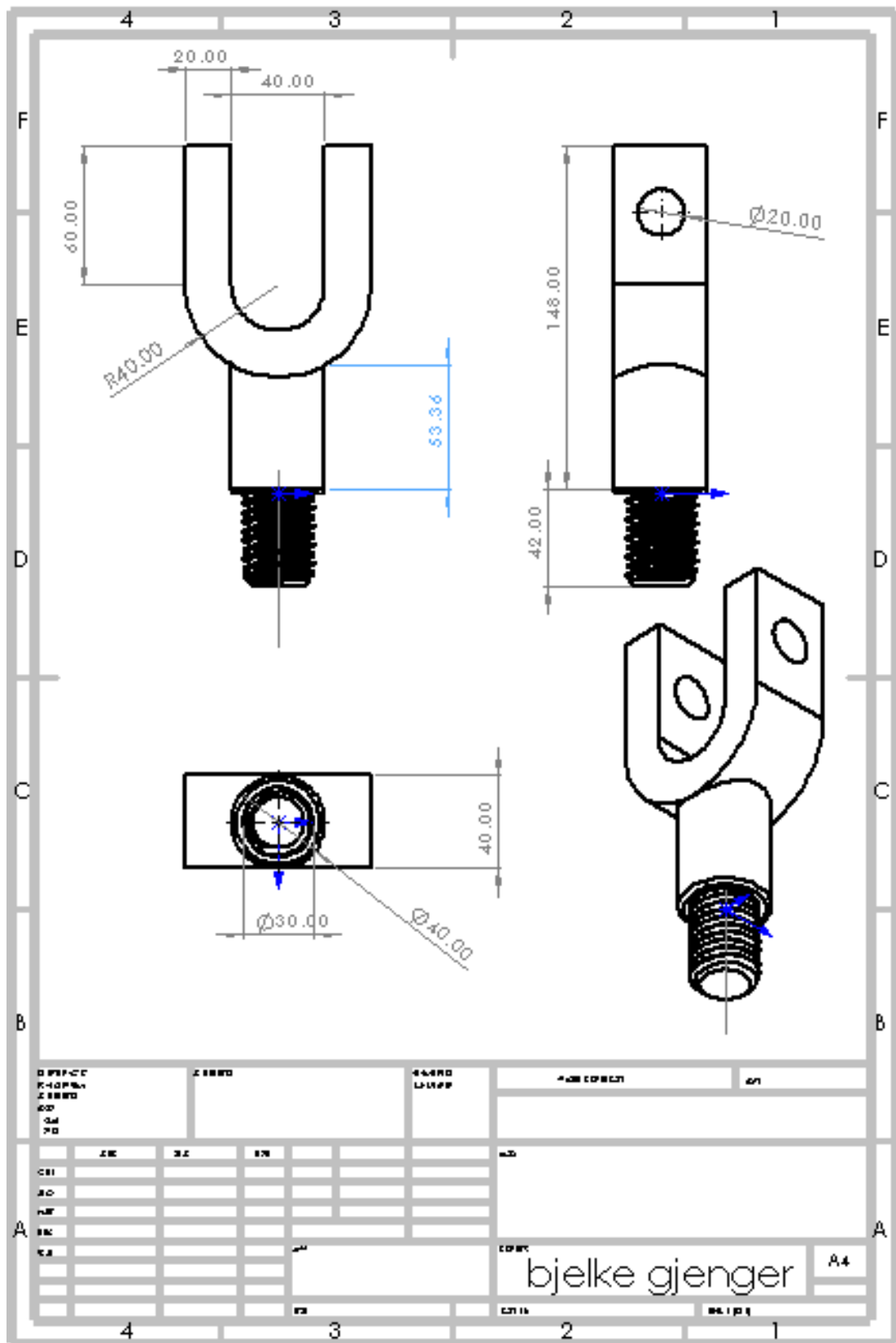


Robotisert oppsamling av gress

Vedlegg 3. Tegning av belasteramme



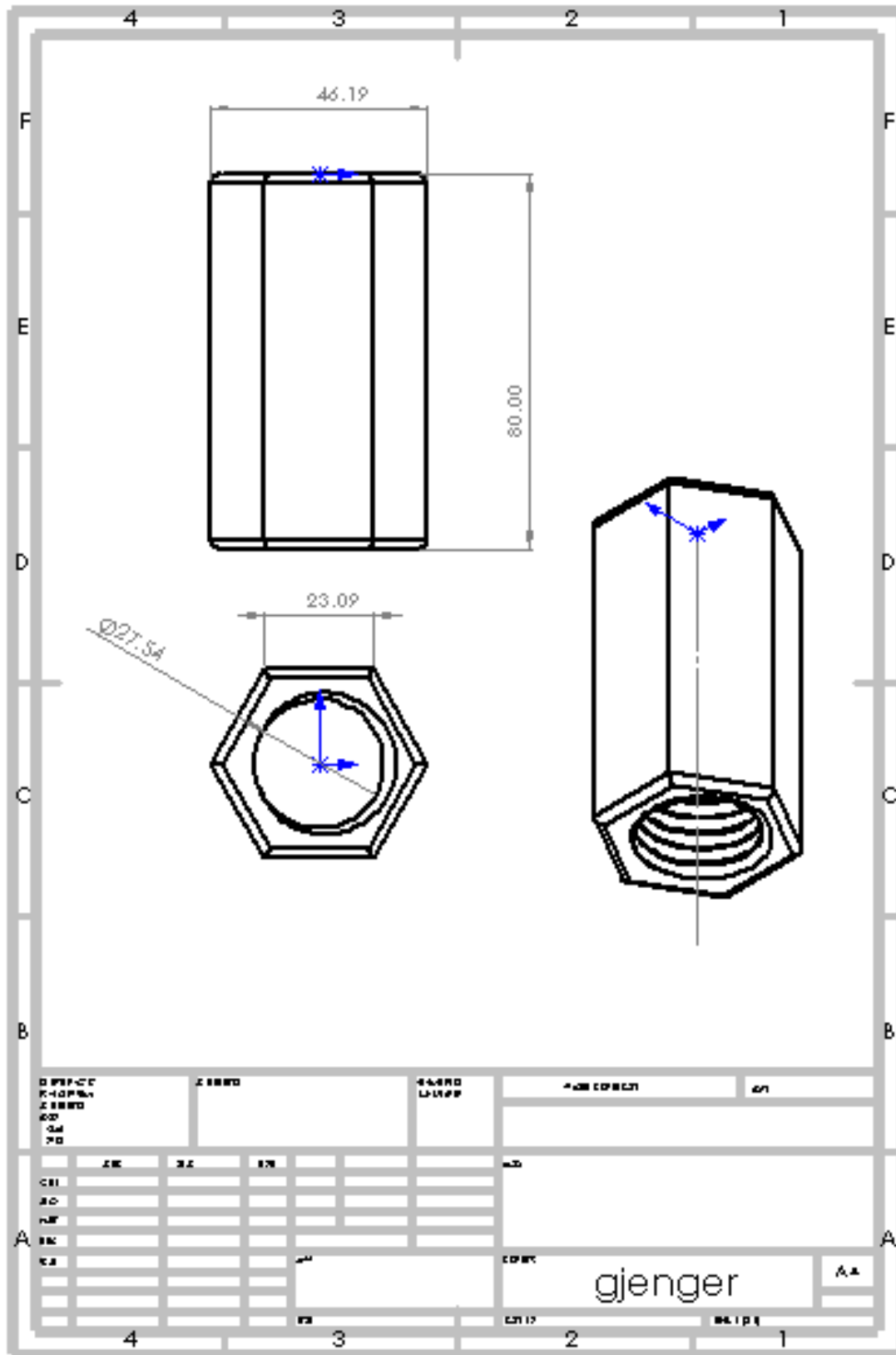
Vedlegg 4. Tegning av bjelke med gjenger





Robotisert oppsamling av gress

Vedlegg 5. Tegning av bolt



Vedlegg 7. Tegning av belte

