



Vedlegg

Gruppe 5, rom i-116

25. mai 2020

Gruppemedlemmer	Veiledere	Sensorer
Rahmat Mozafari	Ekstern Veileder	Ekstern Sensor
Adithya Arun	Øistein Røste	Hilde Berggren
Kristian Klev		
Daniel Gjestebø	Intern Veileder	Intern Sensor
Kirisan Manivannan	Sigmund Gudvangen	Karoline Moholth Mcclenaghan
Jens Paulsen		

Innholdsfortegnelse

1	Teknisk forskning - Data	2
1.1	Maskinsyn	2
1.1.1	Segmentasjon	2
1.2	Maksinlæring	5
1.3	Programvarearkitektur	7
2	Styring av løftemekanismen	10
2.1	Styring av løftemekanismen; diagrammer	11
2.2	Pseudokode	12
2.3	Konklusjon	12
3	Oppsett av OpenCV	12
4	Tidligere iterasjoner - Maskin	14
4.1	Hydraulikk	14
4.2	Pneumatikk	14
4.3	Stativ og tannhjul	16
4.4	Ledeskruer	17
4.5	Kuleskruer	18
4.6	Glidelåskjeder	18
4.7	Kjeder og kjedehjul	19
4.7.1	Beskrivelse av konsept	19
4.7.2	Elektrisk motor	20
4.7.3	Kjeder og kjedehjul	22
4.7.4	Vinkelprofiler	23
4.7.5	U-profiler	24
4.7.6	Grunnen til at vi forkastet konseptet	25
5	2D-tegninger av valgt konsept	26
6	Komponentliste	43
7	User-stories	44
7.1	Forkortelse av User-stories	44
7.2	Maskin	45

7.3	Brukergrensesnitt	46
7.4	Database	47
7.5	Gjenkjenning	48
7.6	Programvare	48
8	Kravspesifikasjon	49
8.1	Kravprioritet	49
8.2	Kravidentifikasjon	49
8.3	Maskin	51
8.8	Administrativt	52
8.4	Brukergrensesnitt	53
8.5	Database	54
8.6	Gjenkjenning	55
8.7	Programvare	56
9	Testspesifikasjon	56
9.1	Testidentifikasjon	56
9.2	Teststatus	56
9.3	Maskin	57
9.4	Brukergrensesnitt	63
9.5	Database	69
9.6	Gjenkjenning	72
10	Risikograf	74
10.1	Sannsynlighetsgrader	74
10.1.1	Omfangsgrader	74
11	Risiko tabeller	76
11.1	DR-01	76
11.2	DR-02	77
11.3	DR-03	78
11.4	DR-04	79
11.5	DR-05	80
11.6	DR-06	81
11.7	AR-01	81
11.8	AR-02	82

11.9 AR-03	83
11.10AR-04	84
11.11AR-05	85
11.12AR-06	86
11.13AR-07	87
11.14AR-08	88
11.15AR-09	89
11.16MR-01	90
11.17MR-02	90
11.18MR-03	91
11.19MR-04	91
11.20MR-05	92
11.21MR-06	92
11.22MR-07	93
11.23MR-08	94
11.24MR-09	94
11.25MR-10	95
11.26MR-11	96
11.27MR-12	97

Figurliste

1	Use Case - Generell oversikt	8
2	Sequence Diagram - For database tilgang	8
3	Komponent Diagram - Oversikt over komponentene	9
4	Blokkdiagram, styring av løftemekanismen	11
5	Brukersituasjon, styring av løftemekanismen	11
6	Stativ og tannhjul (Wikimedia Commons)	16
7	CAD av ledeskruekonseptet	17
8	CAD-modell av systemet	20
9	Tegning av massen som motoren må løfte vertikalt	21
10	Modellen av vinkelprofil	23
11	Styrkeberegning av vinkelprofil i Solidworks Simulation	24
12	Styrkeberegning av u-profil i Solidworks	25
13	Modell av u-profil i Solidworks	25

1 Teknisk forskning - Data

Teknisk forskning som ble gjort i dette prosjektet er skrevet i dette dokumentet.

1.1 Maskinsyn

Oppgaven fra oppdragsgiveren var å gjenkjenne deler de produserer ved bruk av et kamera. For å kunne gjenkjenne deler ved bruk av et kamera, må en datamaskin først prosessere videostrømmen den mottar og dermed klare å skille mellom delen den skal gjenkjenne og overflaten delen ligger på. Hvordan skal en datamaskinen gjøre dette? En datamaskin ser ikke bilder på samme måte som et menneske ville gjort. For at en datamaskin skal kunne skille mellom overflaten på bordet og delen som ligger på den, må bildet fra videostrømmen bli prosessert. Denne metoden kalles for bildebehandling og fungerer også for en videostrøm. Dette er fordi en video er egentlig bare et sett med bilder. For å kunne behandle et bilde burde man forstå hvordan en datamaskin ser på et bilde. Det som ser ut som et svart-hvitt bilde av en bie for oss, ser ut som en matrise av heltall verdier fra 0 til 255 for en datamaskin[12]. Hver plass i matrisen på et svart-hvitt bilde er en piksel, og heltallsverdien fra 0 til 255 tilsier intensiteten til pikselen på en gråskala, hvor 0 er helt svart og 255 er helt hvitt[12]. Fargebilder fungerer på samme måte men istedenfor 1 intensitetsverdi, har hver piksel i bildet 3 intensitetsverdier, en for rødt, en for grønt og en for blått. Med disse verdiene lagret i hvert eneste bilde, kan bilder bli prosessert[12].

1.1.1 Segmentasjon

I maskinsyn heter det å skille et objekt fra bakgrunnen segmentasjon.[16][20]

Bilder kan bli segmentert ved å finne "kant" piksler i bildet, altså piksler som forteller algoritmen at denne pikselen tilhører noe annet enn bakgrunnen og dermed lager en kant av sammenhengende kant-piksler som skiller bakgrunnen fra interesseområdet. En kant i denne forstanden er en mengde med piksler som har nabopiksler av én intensitet på den ene siden av seg og nabopiksler av en annen på den andre siden[21]. Når forskjellen mellom nabopikslene er stor nok vil pikselen bli til en kant-piksel.

Måten disse pikslene blir funnet er ved bruk av en filtermaske. Alle filtermasker er ikke skapt like. F.eks. så er noen filtermasker bedre til å finne horisontale kanter og andre vertikale. Det kan være vanskelig å finne fram kant-piksler når intensiteten mellom pikslene er veldig varierende. Hvis mengden med kant-piksler er av dårlig kvalitet vil det føre til dårlig segmentasjon av bildet. Derfor går bilder gjennom andre bildebehandlings-metoder først, og når det er gjort kan filtermasken skape en mengde med kant-piksler som da blir brukt for å segmentere bildet.

Den vanligste metoden å bildebehandle for segmentasjon er terskling[20], hvor manuell terskling er den enkleste måten å oppnå segmentasjon på. Manuell terskling skjer ved å sette et terskel-punkt mellom 0 til 255. Deretter vil alle piksler i et svart-hvitt-bilde med en intensitet under terskelpunktet bli plassert i én gruppe, og alle pikslene med en intensitet som er høyere enn terskelpunktet, vil bli plassert i en annen gruppe[20].

Gode resultater kan oppnås med manuell terskling, men det krever finjustering på hvert bilde, og terskelpunktet som funker bra på ett bilde kan funke dårlig på et annet. Dersom man ønsker å segmentere flere bilder er manuell terskling en slitsom prosess. På grunn av dette er manuell terskling ikke aktuelt for segmentering av en videostrøm, hvor intensiteten på pikselene endrer ofte av mange faktorer, for eksempel lysnivået, med mindre området er nøye kontrollert slik at det passer terskel-punktet som er gitt.

En bedre løsning på er å finne terskelpunktet automatisk. Én måte å finne denne verdien på er ved å først produsere et histogram ut av alle pikselverdiene i et bilde[16]. I en ideel situasjon vil et bimodalt histogram bli produsert. Der har histogrammet har to tydelige topper separert med en dal i midten. Terskelpunktet blir da valgt ut ved at algoritmen ser på histogrammet og velger det laveste punktet i dalen og lar det være terskel-punktet for bildet. Bimodale histogrammer blir skjeldent laget av bilder tatt i naturen siden intensiteten på pikselene vil variere mye i mange områder på bildet. Derimot i et kontrollert miljø med tydelig kontrast fra bakgrunnen og objektet vil et bimodalt histogram bli produsert.

Etter terskling har pikselene på bildet blitt gruppert[16]. I den ene er pikselene som ikke gikk over terskelpunktet, i den andre gruppen er pikselene som gikk over terskel-punktet. Med pikselene i disse to gruppene kan et binært bilde bli lagd. Et svart-hvitt-bilde har 256 forskjellige verdier i en piksel[12], i et binært bilde derimot finnes det bare 2 verdier, 0 og 1[17]. I et binært bilde kan en piksel være svart eller hvitt. Pikselene som kom seg over terskelen blir til forgrunns piksler, og de resterende pikselene blir til bakgrunns piksler. Det gjør det oppgaven enkel for en filtermaske å finne kanter i bilde og segmentere det. Derfor er binære bilder ideelle for segmentering.

Ofte blir ikke segmentasjonen av bildet som ønsket. Det kan være på grunn av bildestøy. Bildet kan bli segmentert etter at et binært bilde har blitt produsert, men det er ønskelig å redusere bildestøy først. Bildestøy oppstår i digitale bilder på grunn av lite lys, høy temperatur eller ved overføring[18]. For å redusere bildestøy blir operatorer fra matematisk morfologi tatt til bruk, nemlig dilasjon og erosjon.

Disse operatorene tar inn 2 mengder med data, hvor den ene mengden er bildet, og den andre er et struk-

turelement[13][14][15]. Strukturelement er en matrise, ofte en oddetallsmatrise slik at strukturelementet har ett midtpunkt. Strukturelementet i matematisk morfologi er nesten helt lik som en filtermaske, den eneste forskjellen mellom de to er at det kan bare 1 eller 0 verdier i matrisen til et strukturelement. Nå, med strukturelementet, kan bildet bli behandlet med bruk av erosjon og dilasjon[13][14][15].

Erosjon er en operator som lager ett nytt binært bilde. Dette skjer ved å plassere en input-piksel fra et annet binært bilde i origo av strukturelementet (ofte midtpunktet om det er en oddetalls matrise) rundt i andre binære bilder og sjekker om alle verdiene rundt origo er forgrunns piksler[13][14][15]. Dette er kalt "fitting", og om alle verdiene rundt og i origo ikke er forgrunns piksler blir input-pikselen satt til 0. Denne prosessen gjentar seg til det nye binære bildet er ferdig. Erosjon er nyttig for å redusere bildestøy, men vil redusere området rundt objektet og kan sterkt påvirke segmentasjonen om matrisen til strukturelementet er for stort.

Aurdal (2005, s.45) skriver "Dilasjon og erosjon er duale operatorer". Dilasjon er operator motparten til erosjon, hvor dilasjon øker antall forgrunns piksler i motsetning til erosjon som reduserer dem. Dersom origo i strukturelementet har kun én nabopiksel vil input-pikselen bli til en forgrunns piksel i det nye binære bildet dilasjon operatoren produserer. Dilasjon er nyttig i situasjoner hvor kanten på et objekt ikke er en skarp kant, men avrundet. Dette kan føre til at intensiteten på denne avrundete kanten er lavere enn terskelpunktet og dermed bli en bakgrunns piksel. Da kan dilasjon tas i bruk og øke forgrunns pikslene til hele objektet er med.

Dilasjon øker antallet forgrunns-piksler og derfor kan det ikke brukes mot bildestøy fordi operasjonen vil gjøre problemet større ved å øke antall piksler i områder som allerede har bildestøy. For å bekjempe bildestøy slås erosjon og dilasjon sammen for å bli åpning[14], dette blir kalt en sammenslått operator i matematisk morfologi. Åpning skjer ved å behandle bildet med erosjon først, for å redusere bildestøy og deretter følge opp bildebehandlingen med dilasjon for å få tilbake forgrunns piksler som forsvant ved erosjon. Under åpning av et bilde kan erosjon skje flere ganger på rad for å forsikre at alle forgrunns piksler laget av støy blir fjernet, og etter flere runder med erosjon vil bildebehandlingen kreve flere runder med dilasjon. Det kan variere veldig hvor mange runder av hver operasjon blir gjentatt, men en åpning operasjon skjer erosjon først og dilasjon etter på, om det blir gjort i omvendt rekkefølge det en annen sammenslått operator som kalles det lukking[12].

Bildet kan nå segmenteres ved bruk av filtermasker som leter etter kant-piksler i det binære bilde. Ved å bildebehandle på denne måten er det mulig å plassere hvilket som helst del under videokamera dersom skille delen fra overflaten den ligger på.

1.2 Maksinlæring

For å bedre forstå hvordan vi skulle gjenkjenne delene bestemte vi oss for å sette av tid på å undersøke bildebehandling. Siden maskinsyn er det fagfelt som har blitt undersøkt i flere tiår var det viktig for oss når vi undersøkte å starte med basiskunnskap og fortsette derfra. Dette var svært nyttig ettersom det ga oss dypere forståelse om hvordan bilder ser ut på fra synsunktet til en datamaskin og hvordan operasjoner blir utført på dem, som nevnt tidligere i bildebehandling.

Undersøkelsen av maskinsyn gikk ut på forståelse av det som nå kalles lavnivå maskinsyn som f.eks. skille ett objekt fra bakgrunn. Siden fokuset var på forståelse av slike basisfunksjoner og målet vårt var objektgjenkjenning så kom det tydelig fram at disse metodene alene var nok for å gjenkjenne objekter[18]. Videre så har både maskinsyn og datamaskiner utviklet seg såpass mye i etterkant at metodikken som blir ofte brukt idag for å gjenkjenne objekter er maskinlæring.

På dette punktet hadde vi visse usikkerheter angående plattformen delene gjenkjennes på og hvordan den skulle se ut, derfor måtte vanskeligheter som oppstår rundt bildebehandling bli tatt i betraktning. Vanskeligheter innenfor bildebehandling relevante for vår problemstilling ligger i belysning og posisjon, både belysning av delene og variasjoner som kan oppstå i lyskildenes posisjon og styrke. Per nå i dag har vi bestemt oss for statisk kamera, men da vi hadde begynt å undersøke maskinlæring skulle kamera kunne flyttes på av lagerarbeideren. Derfor var også perspektivet til kamera noe som også ble tatt i betraktning siden det vil påvirke informasjonen vi mottar fra videostrømmen f.eks. med tanke på piksel-intensiteten[12]. Det var i denne perioden av bachelor prosjektet vi bestemte oss for å bruke maskinlæring som gjenkjenning metode.

Hva er maskinlæring og hvorfor er dette så relevant for objekt gjenkjenning? Maskinlæring er et fagfelt separat fra maskinsyn, men maskinlæring kan applikeres til alt som handler om håndtering av informasjon og er nyttig når det gjelder store mengder data. Siden maskinsyn er egentlig håndtering av heltallsverdier i et rutenett kan man se hvorfor maskinlæring med fungerer bra med maskinsyn

Maskinlæring løser problemene vi tidligere hadde med vanlig bildebehandling. Hypotetisk sett, hvis vi hadde et bildebehandlings program støttet av maskinlæring for å gjenkjenne deler og hadde en stor mengde bilder som maskinlæring algoritmen lærte. Ved å sammenslå maskinsyn og maskinlæring på denne måten kan man se bort i fra tidligere nevnte vanskeligheter som belysning og posisjon ettersom maskinlæring tar hensikt til slike endringer i de forskjellige klassene, og skal i teorien klare å peke ut de riktige delene hver gang uavhengig av hvordan de blir presentert, hvor de mest avanserte objektgjenkjennings programmene har en gjenkjenning prosent på nesten 100%. Viktigst av alt så vil maskinlæring klare å utføre objektgjenkjenning

ved å gi bildene kontekst. Som vi tidligere har nevnt har alle bilder ett rutenett av heltallsverdier hvor en slik heltallsverdi kalles en piksel, dette produserer ett bilde på skjermen, men datamaskinen har ingen anelse om hva rutenettet representer selv om vi selv kan forstå hva som har blitt avbildet.

Hvordan klarer maskinlæring å gi bilder kontekst? Løsningen på dette ligger i ordet læring. Programmet går gjennom en lærings fase hvor utallig mange iterasjoner av programmet helt til det anses til å være ferdig innstilt. Måten dette blir gjort på er ved bruk av individuelle noder som er laget for hver av klassene. Klasser i denne forstand kan være alt fra katter til kaffekanner, klasser er en gruppering av objekter. Nodene i seg selv er enkle, det finnes forskjellige måter å sette opp noder for et maskinlærings program, men kort fortalt finnes det flere lag med noder som går fra input til et "hemmelig mellomlag" og output. Det første laget tar imot verdier og sender dem videre, det "hemmelige mellomlaget" tar imot input og skal diskuteres mer senere, det siste laget gir oss output fra nodene.

Hver av klassene får et sett med bilder av objektet man ønsker å gjenkjenne og alle får en etikett hvor det står hva bilde representerer, f.eks et bilde av en kaffekanne vil få etiketten "kaffekanne". Med disse bildene lages en bilde klassifiserer som er et mønster dannet ut av klassens bildesett. Hver av klassene har sitt eget mønster som brukes i maskinlærings algoritmen.

Når ett nytt bilde tilhørende en av kategoriene blir lagt til i maskinlærings algoritmen vil hver av klassenes bilde klassifiserer regne ut hvilken bilde klassifiserer det nye bildet passer best. Det finnes forskjellige måter å gjøre dette på, men bare for å nevnte et eksempel så kan man utføre matrise subtraksjon med bilde klassifiserere og det nye bildet og det bildet som utgir lavest heltall kan da bli plassert inn i den klassen den hører til.

Sentralt i maskinlæring ligger i ordet læring. Bilde klassifiserere klarer ikke å matche opp bilder med etiketter på en bra måte i begynnelsen, og vil ofte gjøre feil mellom objekter som likner hverandre. Får at programmet skal forstå at den gjør feil trenger vi en tap funksjon som oppdager feilene som oppstår. Igjen som bilde klassifisering er ikke metoden brukt så sentral, men heller at programmet håndterer dette på en slik måte at den klarer å aktivt rette opp feil som oppstår slik at gjenkjenningsprosenten til programmet øker.

Ettersom programmet oppdager feil blir det hemmelige node mellomlaget oppdatert. I dette mellomlaget av noder så tilhører de en av klassene, og ettersom programmet regner ut hvor programmet tar feil og hvor mye med bruk av tap funksjonen, blir det hemmelige mellom laget oppdatert utifra det. Det som er spesielt med dette laget er at vi faktisk ikke vet hva som foregår i dette mellomlaget annet enn endringer i verdiene til nodene, men sammenhengen mellom høyere treffprosent i en klasse og endringene i nodens verdier er ukjent.

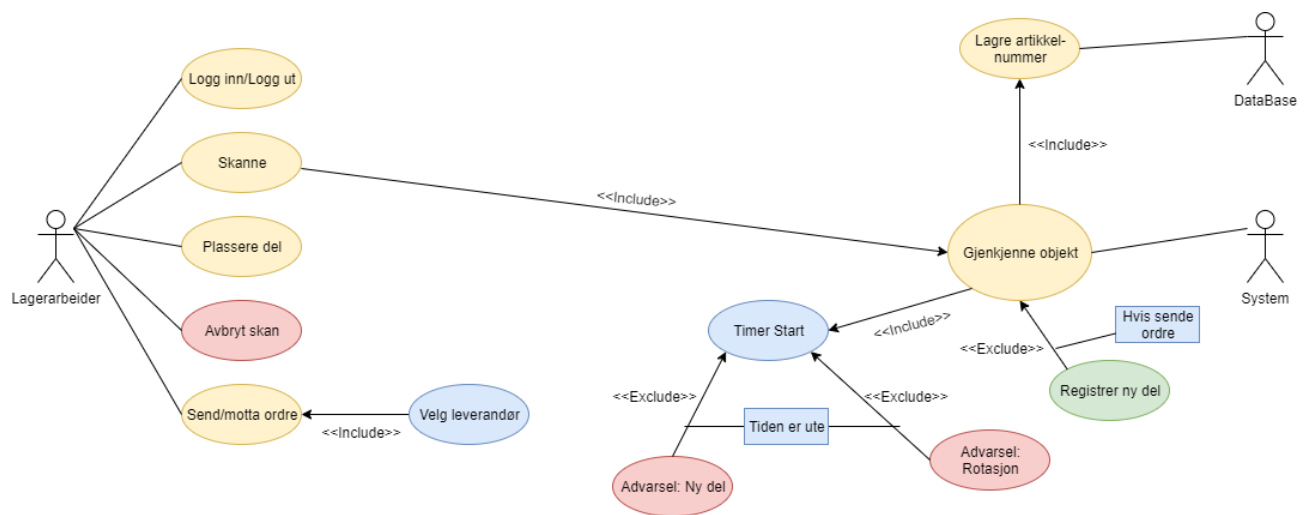
På dette punktet tok vi opp maskinlæring med Tronrud, vi ville ha deres mening ettersom vi utviklet systemet for dem. Det var på dette møtet at vi ble møtt med negativ tilbakemelding angående maskinlæringen. Hvor vi hadde tenkt at de samme delene ble produsert om og om igjen med noen nye deler i blant, ble vi oppmerksom på at det ikke var slik vi hadde trodd. Istedenfor så måtte vi se for oss at de fleste delene vi skal gjenkjenne er helt unike deler som aldri har vært lagd før. Siden maskinlæring er databasert, blir det vanskelig å implementere en databasert løsning når vi ikke har nok informasjon om hver av delene som går gjennom systemet siden det ikke finnes noen bilder eller informasjon annet enn da de blir skannet og sendt videre.

Siden vi både bruker SCRUM og har møtene med Tronrud på starten av uka hadde vi muligheten til å endre på dette med engang. Så fort vi forsto at dette ikke kom til å fungere slik vi hadde planlagt sluttet vi med maskinlæring for å heller utvikle et system bedre egnet for Tronrud.

1.3 Programvarearkitektur

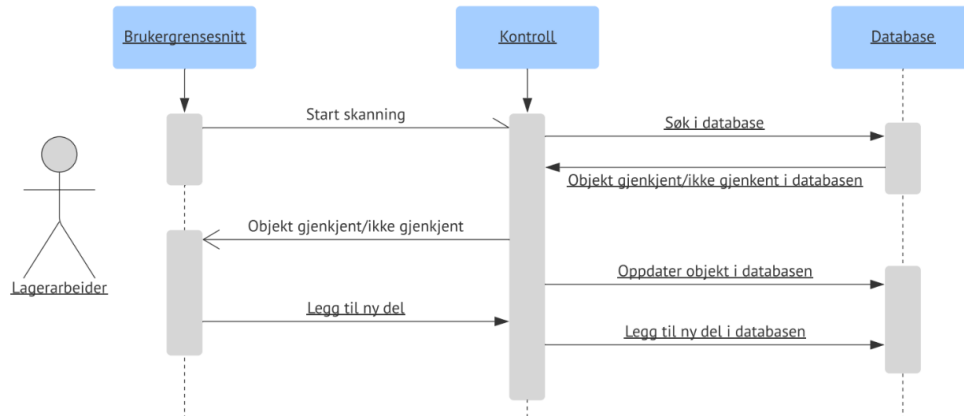
For at systemet skal være lettere å designe er det viktig å planlegge strukturen og den dynamiske oppførselen til systemet. Programvarearkitekturen må forklare hovedfunksjonene og ytelseskravene til systemet ved hjelp av modellering. Modelleringsmetoden som blir brukt for dette systemet er kalt UML (Unified Modeling Language), dette er en standard metode som blir brukt til modellering og design av systemer. Modelleringen av systemet har blitt gjort med flere typer diagrammer fra UML, disse diagrammene er use-case diagram, Sequence diagram og Component diagram.

Diagrammene som ble brukt for å forstå hvordan bruker kan samhandle med forskjellige deler av systemet. Hovedfunksjonene som har blitt modellert for systemet er generell bruk av systemet, der en lagerarbeider utfører vanlig funksjon for systemet fra begynnelse til slutt. En annen funksjon som har blitt modellert er hvordan en database påvirker behandlingen av objekter som skal legges til i databasen eller fjernet. Use-Case diagrammene blir brukt for å finne ut hvordan funksjonaliteten til systemet pågår og hvordan kontrollene til disse funksjonene opererer, kontrollene også kalt Actors hjelper å vise forholdet mellom funksjonalitet og interaksjonen som starter den.



Figur 1: Use Case - Generell oversikt

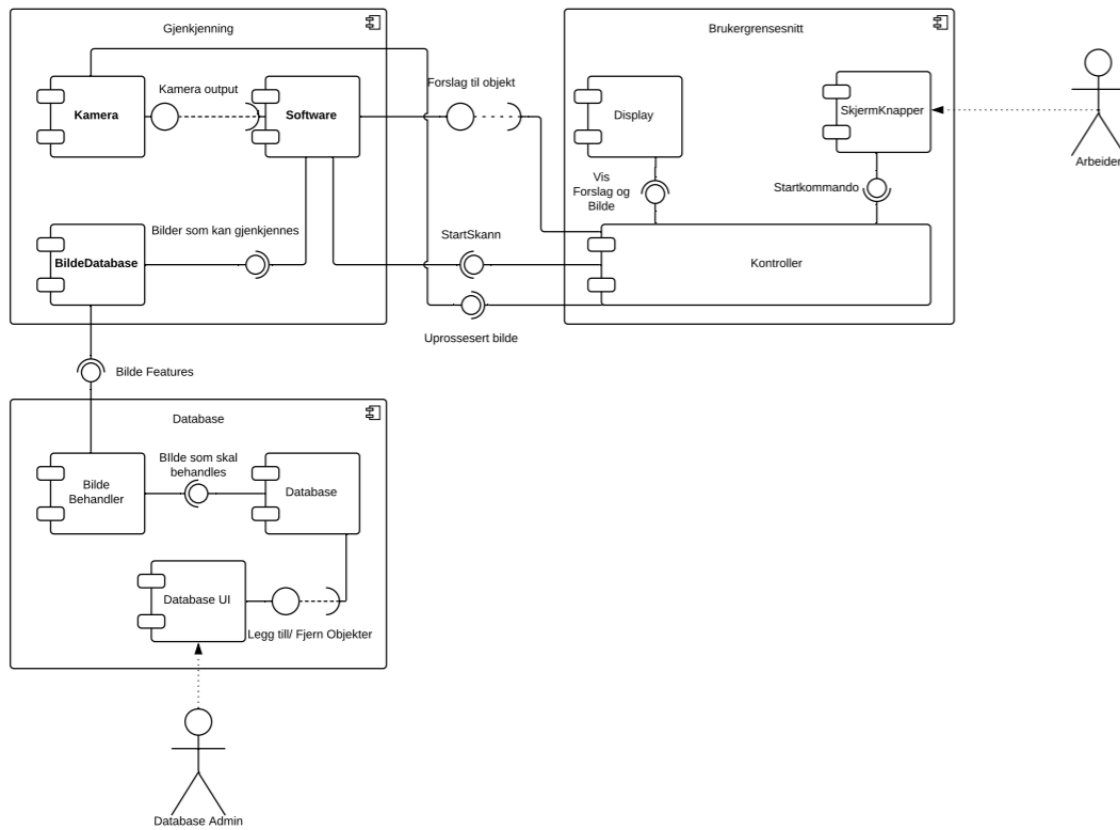
Disse diagrammene blir brukt for å undersøke hvordan flyten av informasjon skjer innad i systemet. Diagrammene hjelper til å finne dataobjekter som skal være i systemet og sammenhengen mellom bruker, brukergrensesnitt og internkontroller i systemet. For å finne ut hvilke data vi trenger i systemet våres lager vi "Sequence" diagrammer basert på hver use case som vi har laget.



Figur 2: Sequence Diagram - For database tilgang

Vi har laget et komponentdiagram som har hjulpet med å visualisere den fysiske strukturen til systemet våres. Disse diagrammene hjelper oss med å finne ut hvordan forskjellige deler i systemet våres samhandler og hvordan informasjonen flyter mellom komponenter, som for eksempel mellom databasen og maskinsyn gjenkjenning. Ved hjelp av Komponentdiagrammer får vi en bedre forståelse på hvordan vi skal bygge opp

systemet, vi bør iterere på alle diagrammene for å utvikle systemet slik at hvis noe ikke fungerer så kan vi lettere kan gå tilbake og revurdere hvordan systemet skal fungere.



Figur 3: Komponent Diagram - Oversikt over komponentene

2 Styling av løftemekanismen

Dette vedlegget skal fremlegge løsningen for styling av løftemekanismen.

I dette prosjektet er det å heve og senke en pall sentralt. Derfor må vi kunne styre motoren som driver løftemekanismen. Vi har bestemt at stylingen av dette systemet skal være separat fra gjenkjenningsprogrammet. Grunnen til dette er mangfoldig, men ligger hovedsaklig i det at, vi ønsker en enkel metode å koble opp stylingen av systemet uten å komplisere det med f.eks. bruk av kretskort, og redusere prosesserin-gen til datamaskinen som styrer gjenkjenningsprogrammet.

Valget sto mellom arduino og raspberry pi når det gjaldt styling av dette systemet. Vi bestemte oss for å begrense valget til disse to produktene ettersom vi hadde kjennskap til de på forhånd. Begge produktene tilfredstilte ønsket vårt om å forenkle oppkoblingsprosessen mellom motoren driveren og koden som styrer den.

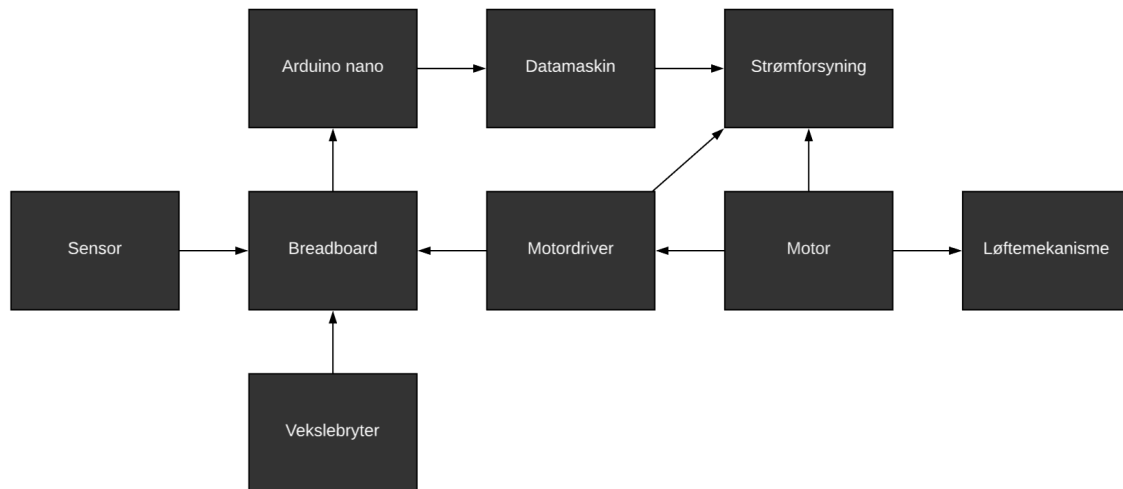
Når det kom til valget mellom arduino raspberry pi sto valget egentlig mellom en mikrokontroller (arduino) og en mikroprosessor(raspberry pi) hvor hver av dem har sine egne fordeler. Mikrokontrollere gir oss god kontroll over enkle oppgaver og mikroprosessorer gir oss mer frihet til å velge programmeringsspråk og generell prosesseringkraft.

På grunn av tidligere erfaring med vanskligheter anngående raspberry pi sin høye klokkefrekvens, hvor det førte til ukontrollerte rykninger i det systemet, bestemte vi oss for å bruke arduino. Valg av arduino nano gikk ut på at vi ønsket en mindre versjon av arduinoen, slik at det skal gi oss flere muligheter til å plassere den, siden plasseringen av arduinoen er best gjort ved å teste det ut i virkeligheten på produktet.

I skrivende stund er endelig valg av motor ikke tatt, men vi vet at vi ikke skal ha stepper motor. Grunnen til dette er at Tronrud Engineering ikke ønsker det, dermed vet vi at løftemekanismen trenger sensorer som signaliserer hvor pallen er. Hvor med en stepper motor kan vi se hvor mange omdreininger motoren gjør før pallen er løftet til toppen eller bunnen. Uansett er det ikke en stor sak å koble opp sensorer som signaliserer hvor pallen er.

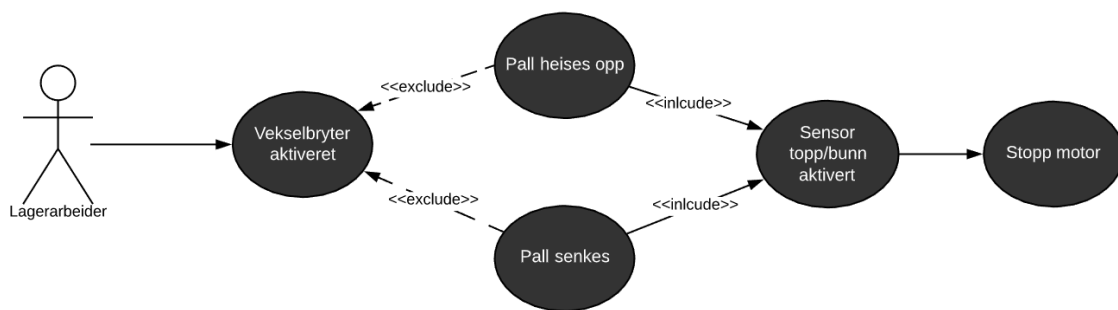
For optimal sensor plassering krever det testing, og det kan hende det er nyttig og plassere flere sensorer på løftemekanismen, men dette er noe som igjen krever testing. Videre i dette vedlegget er det antatt bare to sensorer, hvor en er plassert i bunnen av løftemekanismen og den andre i toppen.

2.1 Styring av løftemekanismen; diagrammer



Figur 4: Blokkdiagram, styring av løftemekanismen

Siden det er uvist hvilken motor som skal tas i bruk for løftemekanismen er dermed motordriveren ukjent. På grunnlag av dette har vi valgt å ikke lage et kretsskjema, siden vi mangler kjennskap til hvordan en viktig komponent skal kobles. Istedenfor har vi da laget et blokkdiagram som vist i figur 4, hvor hensikten er å vise hvordan det er tenkt å koble mikrokontrolleren til løftemekanismen.



Figur 5: Brukersituasjon, styring av løftemekanismen

Figur 5 viser hvordan vi har planlagt funksjonaliteten for styringen av løftemekanismen gjennom en bruker-situasjon.

2.2 Pseudokode

Vi laget pseudokode for styring av løftemekanismen. Tanken bak pseudokoden var å gjøre det en rask sak å programmere styringen av løftemekanismen når alle komponenter er på plass.

```
//Pseudokode
```

```
if(vekselbryter er oppe){  
    start motor, hev pall  
    if(sensor topp aktivert){  
        stopp motor  
    }  
}
```

```
if(vekselbryter er nede){  
    start motor, senk pall  
    if(sensor bunn aktivert){  
        stopp motor  
    }  
}
```

2.3 Konklusjon

Systemet som styrer løftemekanismen er ikke ferdig. Dette er ikke ønskelig da målsettingen var å levere ett ferdig produkt på slutten av prosjektets forløp. Likevel har vi forsøkt å tilrettelegge videre konstruksjon av prosjektet, og gjøre det så enkel som mulig å fortsette arbeidet ved hjelp av diagrammer, tankene bak løsningene og pseudokode.

3 Oppsett av OpenCV

Dette er en gjennomgang hvordan man kan sette opp 64 bit OpenCV med ekstra moduler i Qt med bruk av MSVC 2017 dekode. Qt versjonen som har blitt brukt er 5.14.2. Cmake blir brukt for å bygge OpenCV, versjonen som har blitt brukt er 3.17.2. For å bygge OpenCV har visual studio community 2019 blitt brukt.

Før man begynner nedlastingen av OpenCV anbefales det å sette opp egen mappe hvor man kan pakke ut OpenCV zip filene senere, da er det lettere å finne fram når vi trenger dem senere. Siden vi tar i bruk ekstra moduler til OpenCV er det viktig at biblioteket til både “OpenCV” og “OpenCV” er samme versjon. Last ned zip filene til både OpenCV og OpenCV, og pakk ut zip filene gjerne i en egen dedikert OpenCV mappe, og lag en ny mappe hvor klasse biblioteket skal bygges i.

Før vi kan gå videre må system variabler legges til. Finn fram til system variabler og dobbeltklikk på “Path”, her skal vi legge til nye søkestier. For å cmake OpenCV og få det til å fungere med Qt, må en søkesti som peker til cmake.exe og qmake.exe applikasjonene bli lagt til i system variablene. Det er viktig gi søkesti til qmake.exe i henhold til hva slags dekodeer man tenker å bruke i Qt og hvordan man skal bygge OpenCV. Ettersom jeg bygger en 64 bits versjon av klasse biblioteket til OpenCV og skal bruke MSVC 2017 generelt, finner jeg qmake under “..\msvc2017_64 \bin”. Søkestier varierer, men om system variabler har søkestiene som inneholder disse to applikasjonene kan vi gå videre med bygging av klasse biblioteket.

Gå inn i bin mappen under cmake, og velg cmake-gui. Legg den utpakkede OpenCV mappen i “Where is the source code:” feltet. I “Where to build the binaries:” vil cmake plassere alle filene så jeg anbefaler å ha en egen dedikert mappe til dette som nevnt tidligere, jeg har denne i samme mappe hvor både den utpakkede “OpenCV” og “OpenCV” mappen ligger. Deretter trykk på configure, så dukker det opp en dialogboks la alt stå som det er og trykk “finish”.

Etter konfigurasjon kan man velge hvilke klasse biblioteker man ønsker. Siden OpenCV skal kjøre i et brukergrensesnitt laget i Qt er det viktig å krysse av på “WITH”. Vi bruker også surf, derfor må vi krysse av på “OpenCV”, ettersom surf og sift er patentert, og legge til søkestien til den utpakkede “OpenCV” mappen i “OpenCV”. I mitt tilfelle ser denne søkestien slik ut “C:-4.2.0”. Trykk generer og “Open project” slik at det åpnes i visual studio.

I visual studio, finn mappen “CMakeTargets” under den skal det ikke forskjellige filer, inkludert “ALL” og “INSTALL”. For både “debug” og “release”, x64 høyreklikk “ALL” og trykk build. Etter det, høyreklikk “INSTALL” og trykk build for 64x “debug” og “release”.

Nå skal OpenCV med ekstra moduler være klart til å tas i bruk i Qt.

4 Tidligere iterasjoner - Maskin

4.1 Hydraulikk

Hydraulikk er et velkjent verktøy fra tidligere. Dette ble undersøkt av oss og ble sett på som et realistisk alternativ på grunn av egenskapen til å løfte mye vekt på relativt liten plass. Etter å ha undersøkt fant vi ut av hvilke parametre hvor hydraulikken skiller seg ut fra de andre alternativene.

De er relativt lette å kontrollere fordi kreftene blir overført ved hjelp av væsker, som vi si at kreftene i sylindren vil være konstante. Dette ble sett på som et positivt tegn med tanke på parameteren som går under sikkerhet for arbeiderne. Ved væskelekkasje vil løftemekanismen falle sammen proporsjonalt med hastigheten som væsken forlater cylinderen. Dette indikerer at systemet ikke plutselig vil kollapse. At systemet er væskedrevet kan være negativt med tanke på kompleksiteten av vedlikehold, men også på korrosjonsbestandighet i og med at de fleste væskene som driver et hydraulisk system er etsende. Et hydraulisk system kan lages med flere forskjellige materialer som vil si at materialtretthet vil variere avhengig av dette. Energiforbruk er relativt lavt fordi vi bruker lite kraft ved hjelp av at vi utnytter egenskapene til væsker som har neglisjerbar kompressibilitet. Etter et møte med Tronrud ble det bestemt at hydraulikk var noe de ikke ønsket å bruke i sitt system fordi de ikke ønsket oljesøl.

4.2 Pneumatikk

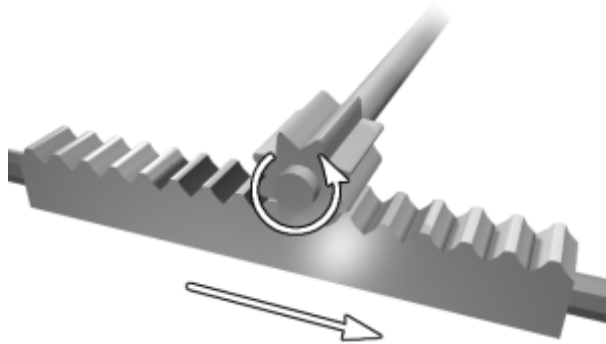
Pneumatikk er mye brukt som løftemekanisme, men ikke så mye til å løfte paller. På grunnlag av dette ble ønsket om å undersøke pneumatikk voksende. Dette skiller seg ut ved at det gir kraft ved å bruke trykk som skapes ved hjelp av å komprimere luft. Aluminium er ofte brukt som materiale for å sikre at det er sterkt nok til å tåle lufttrykket. Pneumatiske systemer kan også bli laget av forskjellige materialer og materialtretthet vil være avhengig av dette. Undersøkelser fra relevante kilder viser at aluminium er hyppig brukt og vil derfor alltid være utsatt for utmatting. I og med at pallen i dette tilfellet kun skal løftes 6-8 ganger ukentlig, vil ikke materialtretthet ha like stor betydning. Pneumatikk er ikke veldig utsatt for korrosjon med mindre det kommer i kontakt med andre materialer som kan forårsake det. Så lenge pumpen er kraftig nok er det muligheter for å løfte både høyden og vekten som er ønsket. Lufttrykk er vanskeligere å kontrollere fordi luft har relativt høy kompressibilitet som gjør bevegelsen lite forutsigbar. Dette ble sett på som et negativt tegn med tanke på parameteren som går under sikkerhet for arbeiderne. Dette trekket med pneumatikk kan også gjøre det vanskelig å produsere systemet med høy nøyaktighet fordi vi ønsker ingen lekkasjer av luft. Undersøkelsene viste at kapitalkostnadene blir relativt lave på grunn av billige deler og lett tilgjengelighet. Vedlikeholdskostnadene har sammenheng med hvilke omgivelser systemet befinner seg i. I et kontrollert

verksted, slik som på verkstedet til Tronrud, vil ikke kostnadene påvirkes i stor grad. Pneumatikk er derimot avhengig av å bli smurt av olje relativt ofte, noe som vil øke vedlikeholdskostnadene. Grunnen til at vi ikke velge å jobbe videre med dette konseptet er at hvis vi skal løfte det vi ønsker å løfte, vil det bli med sylindere som må tåle et ekstremt høyt trykk. Dette gjør at det skal lite til for å skape lekkasjer som gjør at løftemekanismen blir fraværende.

Pneumatikk-systemer krever følgende hovedkomponenter: [7] [Side 147-166]

- Luftkompressor
- Trykkammer
- Luftrenser
- Aktuator
- Retningsventil

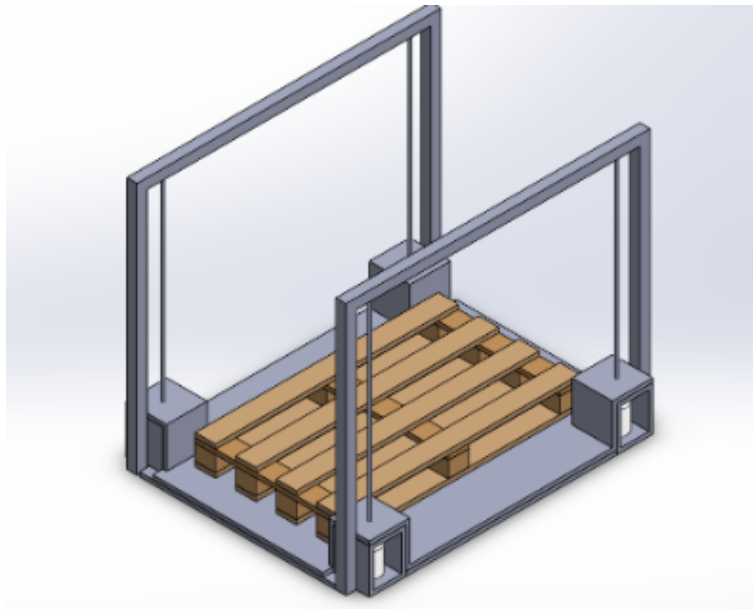
4.3 Stativ og tannhjul



Figur 6: Stativ og tannhjul (Wikimedia Commons)

Stativ og tannhjul er en mekanisme som kan brukes til horisontale og vertikale bevegelser. Mekanismen er ofte brukt i styringssystemer i biler. Bruk av stativ og tannhjul kan variere avhengig av om stativet er bevegelig eller ikke. [1] I prosjektet vårt må stativet være stasjonært. Her blir rotasjon fra en motor gjort om til vertikal bevegelse. Tannhjulet blir montert til motoren ved bruk av en aksel, og hvis nødvendig, et girsystem. En elektrisk motor med to aksler hadde vært ideelt for mekanismen, fordi da kan pallen løftes ved bruk av kun to motorer (per pall). Dimensjoneringen av antall tenner og størrelse kan være krevende arbeid og kan føre til problemer, både med tanke på sikkerhet og levetid, hvis det ikke blir gjort på en riktig måte. [2] Løftelengden av systemet vil bli avhengig av lengden til stativet. Løftekapasiteten på 1 tonn er også mulig ved riktig dimensjonering av tenner. Grunnen til at vi ikke ønsker denne mekanismen er på grunn av vertikale stolper som kan stå i veien for lagerarbeideren.

4.4 Ledeskruer



Figur 7: CAD av ledeskruekonseptet

Denne mekanismen innebærer rotasjon som blir gjort om til vertikal bevegelse. Dette gjøres ved bruk av fire skruer som passerer gjennom plattformen med gjenger som passer til skruen. Når vi roterer skruene blir plattformen løftet og senket, avhengig av rotasjonsretning. Skruene blir festet til kulelager både på toppen og bunnen av systemet. Dette blir koblet til en elektrisk motor per skrue. Den største fordelen med mekanismen er at et bremsesystem er unødvendig siden plattformen ikke kan løftes eller senkes når skruene har sluttet å rotere. [3] Synkronisering av motorene blir en viktig del av mekanismen fordi plattformen ikke vil bli løftet opp til den samme høyden i alle hjørnene. Dette kan føre til at plattformen blir skrå og kan kile seg fast. Friksjonen er relativt høy og derfor må vi ta hensyn til dette når vi designer skruer og gjenger. [6] Løftelengden er avhengig av lengden til gjengestengene men bøyemomentene kan være en begrensende faktor til lengden. Grunnen til at vi ikke endte opp med å videreutvikle dette konseptet var at den inneholder stolper i vertikal retning som vi ikke ønsker at skal stå i veien for arbeideren.

4.5 Kuleskruer

Mekanismen har et lignende konsept som ledeskruekonseptet, men istedenfor at det er direkte kontakt mellom skrue og sporene på plattformen, roterer det kuler i sporene til gjengestengene. På grunn av kulene må sporene være forskjellige fra de som er brukt i ledeskruemekanismen. Denne mekanismen reduserer friksjon betraktelig og fører derfor til mindre last på motorene. Denne mekanismen reduserer mulighetene for backlash i forhold til ledeskruemekanismen [6]. Den største ulempen med en slik mekanisme er økning i produksjonspris. Vedlikeholdskostnadene vil også bli høyere på grunn av flere bevegelige deler [3]. Grunnen til at vi ikke endre opp med å videreutvikle dette konseptet var på grunn av at kuleskruer ikke egner seg like bra til vertikale bevegelser som horisontale. Undersøkelsen av dette konseptet hadde allikevel en tydelig innvirkning på det vi endte opp som et endelig konsept. I det endelige konseptet bruker vi kuleskruer for å rotere saksebeina innover som gjør at løftebevegelsen blir igangsatt.

4.6 Glidelåskjeder

Vi hentet inspirasjon fra et Japansk firma som heter Tsubaki. De er anerkjent for å lage gir og kjeder for industrien verden over [26]. Deres design virket innovativt og noe vi hadde lyst til å integrere i vårt eget design. Denne mekanismen går ut på at to kjeder forener seg sammen, i en glidelåsmekanisme, til en stabil stolpe som løfter i vertikal retning ved hjelp av en elektrisk motor. En fordel med dette designet er at vi ikke har bruk for stolper som står stasjonært i vertikal retning, slik som de andre forslagene vi har gitt til Tronrud. Dette designet gir mulighet for å løfte så høyt man har behov fordi dette bare er avhengig av motorkapasitet og hvor stor plass man har i horisontal retning. Dette er fordi at når løftemekanismen står ved bakkenivå er kjedet avhengig av å ha plass til å befinne seg i, som f.eks et kabinett i horisontal retning.

Vi ser at Tsubaki har laget mekanismen med mer en nok løftekapasitet i forhold til hva vi trenger i vårt prosjekt. Dette designet kan derimot være veldig dyrt. Prisene for dette konseptet er veldig høye, trolig på grunn av at Tsubaki har liten konkurranse på glidelåsmekanismen og kompleksitet av dette designet. På grunn av prisene må vi mest sannsynlig designe og produsere løftemekanismen helt på egenhånd. Glidelåsmekanismen har et veldig komplisert design med toleranser som må være helt nøyaktig for at designet skal fungere. En fordel med dette konseptet er at all energien fra motoren går rett til en vertikal bevegelse dersom mekanismen blir brukt f.eks i en saksejekk. Denne måten å bruke kraften til motoren på har Tsubaki vunnet en pris for, hvor prisen blir belønnet på forbruk av energi [27]. Dette skiller seg ut fra hydraulikk hvor kraften fra bakkenivå har en vinkel, som gjør at det må brukes mer kraft enn nødvendig for å løfte det man ønsker. Kjederne som tidligere har blitt brukt er laget av stål, som gjør at i vårt tilfelle, vil ikke korrosjonsbestandigheten være mer utslagsgivende i forhold til de andre konseptene vi har tatt til vurdering. Glidelåskjeder har også fordelen med at den kan designes med en saksejekk, som kan gjøre det lettere å designe et sikkerhetssystem

for å unngå skader på arbeideren. Grunnen til at vi ikke gikk for dette konseptet, var at egenprodusering av et glidelåskjede vil bli veldig kostbart.

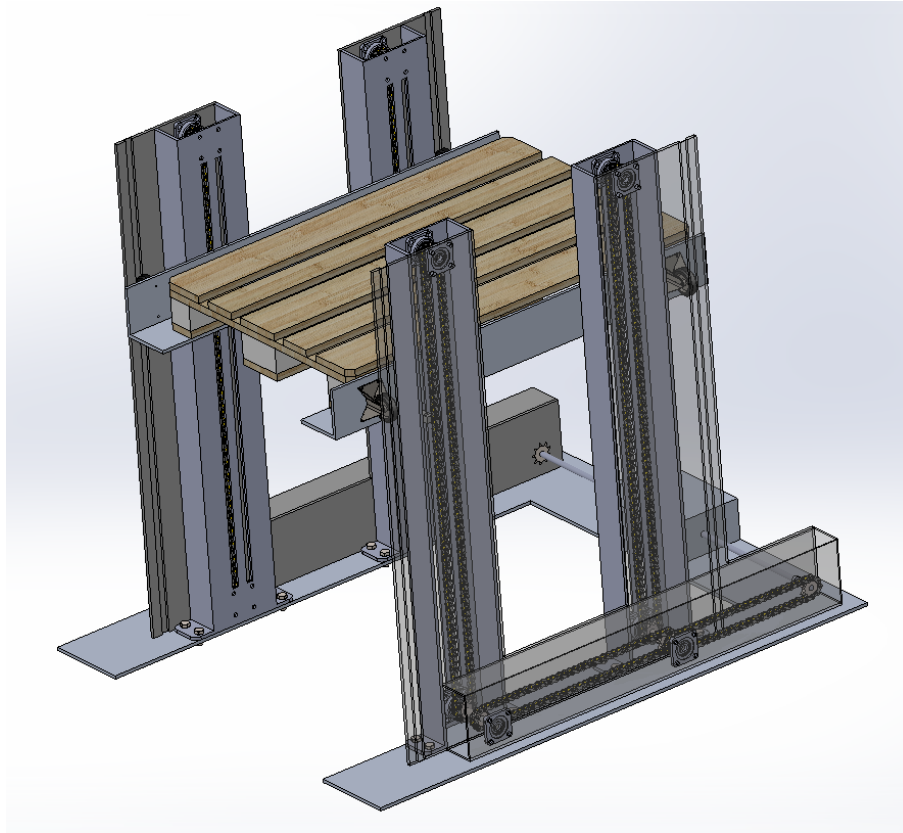
4.7 Kjeder og kjedehjul

4.7.1 Beskrivelse av konsept

Konseptet vi lagde bestod av at motorkraften ble fordelt utover fire stolper ved hjelp av kjedehjul og kjeder. Rotasjonen til kjedehjulene vil drive kjedene opp i vertikal retning. Med nok motorkraft var løftelengden og løftekapasiteten en overkommelig utfordring. Energiforbruket var avhengig av at systemet klarte å få overføringen av motorkraften til den vertikale bevegelsen så friksjonsfri som mulig. I og med at konkurransen på markedet er så stor om salg av kjedehjul og kjeder, så det relativt sett ut som om det var motoren som ville hatt størst kapitalkostnad. Korrosjonsbestandigheten og lengden på en livssyklus ble også avhengig av material som brukes i viktige deler av sammensetningen. Konseptet med kjedehjul og kjeder er avhengig av å ha et sikkerhetssystem med tanke på at kjedet kan ryke, for å sørge for sikkerhet for arbeideren.

I samråd med Tronrud Engineering valgte vi lenge å fortsette å utvikle kjeder og kjedehjul som konsept. Denne mekanismen er allerede veletablert i industrien og er godt dokumentert fra tidligere av. Tronrud har i tillegg kontakt med leverandører av slikt utstyr og får relevante deler billigere enn andre konsepter vi fremstilte for de. På grunnlag av dette, mente vi en god stund at dette var det mest gjennomførbare og praktiske konseptet til vårt prosjekt. Produktet bestod av fire u-profiler laget av en aluminiumslegering (Al 6082-T6). Dette skulle fungere som vertikale bjelker som tar imot totallasten. Hver bjelke skulle ha et kjede som var koblet til 2 kjedehjul, hvor et kjedehjul er koblet på toppen og et på bunnen. Disse kjedehjulene skulle festes til en aksling som festes til innkjøpte kulelagre. Lasten vil da bli overført fra kjedet til u-profilen. Vi begynte med å dimensjonere hovedplattformen slik at vi fikk plass til trallen som kjører pallen inn i systemet.

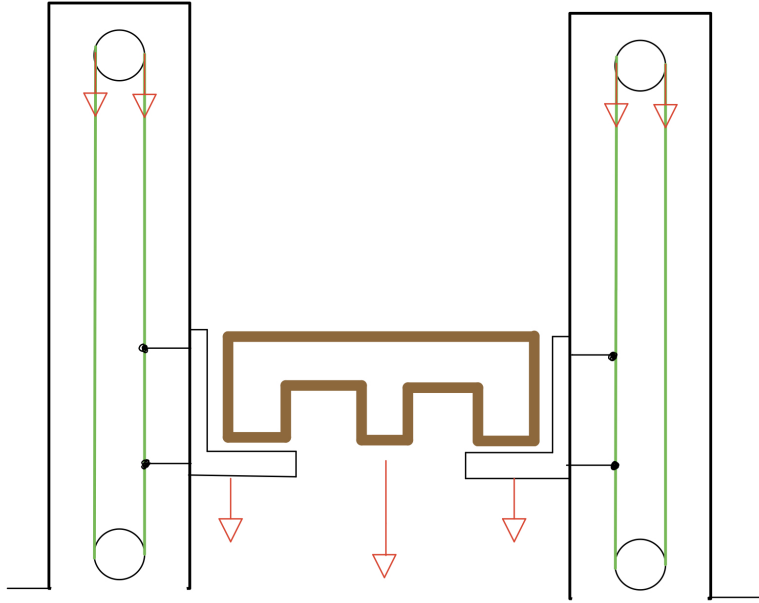
Motoren skulle festes til en lang aksling som har to mindre kjedehjul på begge ender. Disse kjedehjulene skulle kobles videre til større kjedehjul på bunnen av de vertikale U-profilene ved bruk av kjeder. Pallen skulle sitte på vinkelprofiler, som var koblet direkte til kjedene. Ved bruk av støttehjul eller lineære føringer, kunne vi motvirke momentet som ville rotere vinkelprofilen ved påført last. Dette ville sikre at vinkelen hadde et spor å følge både på vei opp og ned. Vi skulle også innføre en bremsemekanisme som sikrer at systemet ikke falt sammen om kjedet ryker. Dette konseptet gjorde det lettere for motoren å løfte delene i og med at løftebevegelsen var helt lineær.



Figur 8: CAD-modell av systemet

4.7.2 Elektrisk motor

For å finne ut kraften som var nødvendig for å løfte systemet vårt måtte vi se på systemet som en helhet. Dette er for å få en oversikt over hvor mye motorkraft vi trenger for å løfte delene på pallen. I tillegg til dette måtte vi ta høyde for vekten av delene til systemet som er med i løftebevegelsen og derfor belaster motoren. Vinklene som holder pallen er med på løftebevegelsen. Kjeden vil også veie litt, men i belastningen av motoren (uten friksjon) regnet vi dette som neglisjertbart fordi at på hver side av kjedehjulene vil kjedene veie like mye, som utlikner belastningen hvis vi ser på motoren alene.



Figur 9: Tegning av massen som motoren må løfte vertikalt

Sånn som CAD-modellen var satt opp, var vinkelprofilene 1,3 meter lange og ifølge Astrup veier disse vinkelprofilene 8,12 kg/m. Pallen i seg selv kan veie opp mot 25-50 kg. Dette avhenger av hvor fuktige europallene er. Vi brukte 50 kg som verst tenkelige utfall. Dette gjør vi fordi at vi måtte ta med vekten til pallekarmen med i utregningen. Sammen med Tronrud ble vi enige om at pallen skulle inneholde deler som maksimalt veier 500kg tilsammen. Som en sikkerhetsmargin hadde vi sagt at vi skulle tenke oss at systemet skulle tåle det dobbelte av hva vi har satt som maksvekt. Dette er både for å overkomme friksjonen som oppstår av løftebevegelsen, brukerfeil av systemet (ved at systemet overbelastes) og eventuelle endringer av systemet som kunne komme senere i utviklingen av prosjektet. Dette ga oss en samlet kraft som måtte løftes vertikalt:

$$F = (m_{deler} + m_{pall} + m_{vinkelprofil} * 2) * g \quad (1)$$

$$F = (500kg + 50kg + (1,3m * 8,12kg/m) * 2) * 9,81 \frac{m}{s^2} = 11205N \quad (2)$$

Arbeidet som måtte bli gjort for å løfte pallen 1,3 meter:

$$W = F * h = 11205N * 1,3m = 14566,5J \quad (3)$$

Effekten vi da trenger for å løfte pallen opp på 10 sekunder:

$$P = \frac{W}{t} = \frac{14566,5J}{10s} = 1456,6W \quad (4)$$

4.7.3 Kjeder og kjedehjul

Vi valgte å gå for den europeiske standarden 12-b1-kjede. Dette valget ble basert på utregninger av når kjedet ble belastet som mest. Tidspunktet hvor systemet belastes mest er der hvor motoren akselererer fra startposisjon til topphastighet. Dette betyr at belastningen på kjedet vil være størst i dette tidspunktet. Hvis vi skulle ta med dette i utregningen måtte vi først finne hastigheten vi ønsket å ha når systemet skulle løfte delene fra bunnposisjon til toppposisjon på 10 sekunder.

$$v = \frac{s}{t} = \frac{1,3m}{10s} = 0,13m/s \quad (5)$$

Hvis vi nå sier at kjedet skal nå topphastighet på 0,5 sekunder (avhenger av valg av motor):

$$a = \frac{v}{t} = \frac{0,13}{0,5s} = 0,26m/s^2 \quad (6)$$

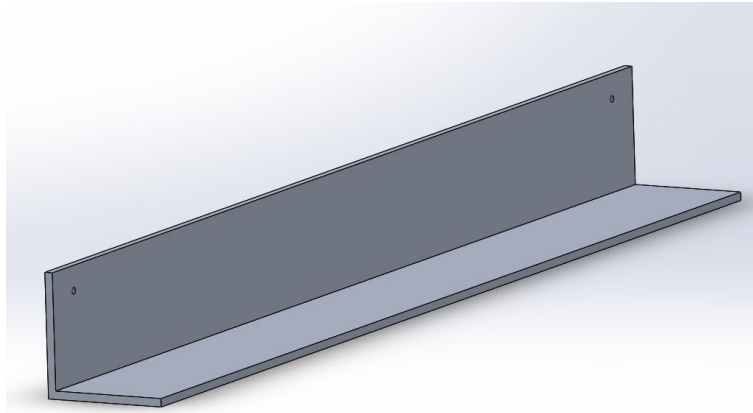
For å finne kraften på det tidspunktet hvor kjedet blir belastet som mest bruker vi Newtons 2. lov og legger akselerasjonen fra tyngdekraften og kjedet sammen:

$$F = m(a_{gravitasjon} + a_{kjedet}) = 1142,2kg * (9,81\frac{m}{s^2} + 0,26\frac{m}{s^2}) = 11502N \quad (7)$$

Kjedet som heter 12-b1 har en gjennomsnittelig bruddstyrke på ca 30kN ifølge IWIS [41]. Dette betyr at vi nesten kan garantere at kjedet ikke vil ryke om systemet blir brukt på riktig måte av lagerarbeideren. I og med at vi valgte 12-b1 som standard er vi også nødt til å bruke tilhørende kjedehjul.

4.7.4 Vinkelprofiler

Vinkelprofilene som ble brukt i produktet er en plattform hvor pallen skulle sitte. Dette er på grunn av et krav fra bedriften som sier at trallen (med pall) ikke skal kjøres opp på en rampe eller plattform. Ved bruk av vinkelprofiler kan vi kjøre pallen rett inn i systemet, uten å kjøre trallen opp på en plattform.



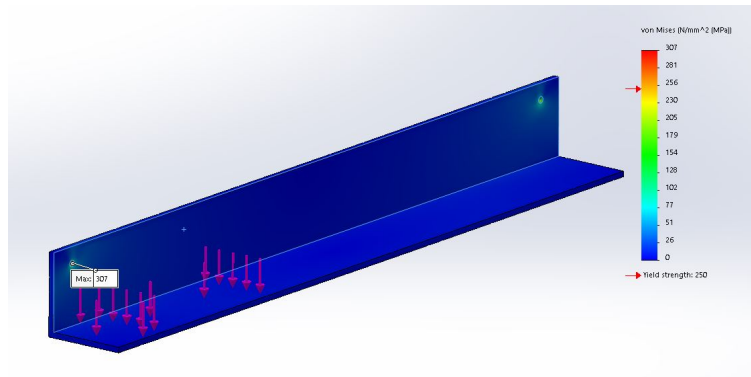
Figur 10: Modellen av vinkelprofil

Styrkeberegning

For å kunne kjøre styrkeberegning med SOLIDWORKS må man først definere materialet. Materialeegenskaper for Al 6082-T6 er:

- Tetthet: 2700 kg/m^3
- Elastisitetsmodulus: 70 GPa
- Fasthetsgrense: 300 MPa
- Flytegrense: 250 MPa

Ved å bruke en last på 5500 N , fikk vi resultatene som er vist i figur 11. Ut ifra simuleringen, ser vi at spenningene går over flytegrensen, kun ved hullene hvor vinkelprofilen skal festes til kjedet. Solidworks har en tendens til å alltid øke spenningene ved skarpe kanter og verdiene ved slike hull er alltid større enn i virkeligheten. I tillegg til dette, har vi ikke simulert støtt hjulene, som i virkeligheten skal ta imot moment i horisontal retning. I denne simuleringen er hele momentet tatt av de to hullene. Poenget med simuleringen var for å få en forståelse på hvordan materialet tåler lasten.



Figur 11: Styrkeberegning av vinkelprofil i Solidworks Simulation

4.7.5 U-profiler

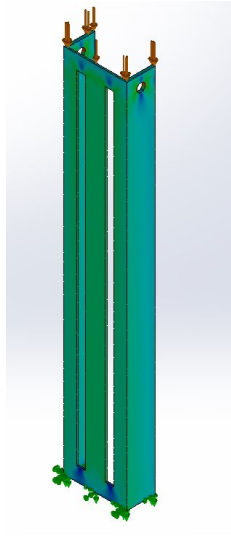
U-profilene skulle bli brukt som hovedstolper til å ta imot lasten i vertikal retning. Disse stolpene måtte kunne tåle vekten til delene, pallen, pallekarmen, vinkelprofilene og kjedene. Lasten blir da 12000N med en sikkerhetsfaktor på to. I tillegg til dette, måtte u-profilene ha nok plass til kjedehjul og kjeder. Vi hadde som utgangspunktet å bruke u-profiler fra Astrup, siden Tronrud Engineering bruker de som leverandør.

Vi valgte å bruke en u-profil med følgende dimensjoner:

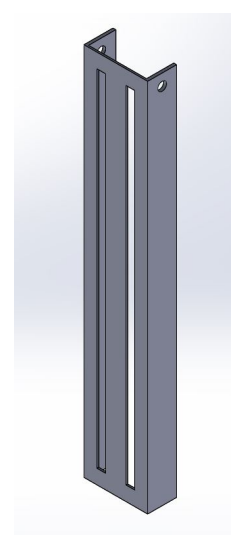
- Al U-prof 6082-T6 100x220x100/10x6x10mm

Dette er den største u-profilen vi kan få kjøpt av Astrup. Dette gjorde at vi fikk mest mulig plass til kjeder og kjedehjul. U-profilen er laget av samme materiale som vinkelprofilen vi har valgt ut (Al 6082-T6). Ved å kjøre styrkeberegning ved bruk av Solidworks Simulation, ser vi at maksspenningene var langt under flytegrensen til materialet (250MPa).

Vi hadde planer om å maskinere ut to spor på u-profilene slik at vi kunne feste vinkelprofilen til kjedet. U-profilen skulle kun ha kjedehjul og kjeder som jobber i vertikal retning på innsiden. Kjedene og kjedehjulene som skulle ta imot kraft fra motoren og videresende til de andre bjelkene, skulle festes i en annen horisontal u-profil. Kulelagrene der akslingen fra kjedehjulet skulle være festet skulle også festes til u-profilen. Lasten hadde da blitt overført gjennom kulelageret videre til u-profilen. Konseptet hadde 4 vertikale u-profiler, men idet vi skulle se nærmere på bruk av 2 vertikale u-profiler, ble enige med Tronrud om å forkaste konseptet.



Figur 12: Styrkeberegning av u-profil i Solidworks



Figur 13: Modell av u-profil i Solidworks

4.7.6 Grunnen til at vi forkastet konseptet

Da vi fikk vist konseptet til Tronrud ble vi enige om at hvis systemet skulle tåle lasten på 1. tonn måtte u-profilene bli for store i forhold til hva vi ønsket for å tåle lasten og få plass til kjede og kjedehjul på innsiden av profilen. Dette gjorde at vi ikke fortsatte med konseptet på grunn av at vi ønsker at lagerarbeideren som bruker systemet skal ha bedre tilgang til delene på pallen. Forståelsen vi fikk for dette konseptet har derimot preget det endelige konseptet ved at det er kjeder og kjedehjul som driver kuleskruene.

5 2D-tegninger av valgt konsept

Del Nr	Navn på del	Beskrivelse	Antall
1	VF HUP S355NH		1
2	VF HUP S355NH		1
3	AKSELSTÅL S355J2		1
4	AKSELSTÅL S355J2		1
5	AKSELSTÅL S355J2		1
6	AKSELSTÅL S355J2		1
7	VSTH 80/20K		2
8	AKSELSTÅL S355J2		1
9	FLENSLAGER (UCF-204)		1
10	AKSELSTÅL S355J2		1
11	Foring (40mm)		3
12	Låserring (Segerring)		6

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
SURFACE FINISH:
TOLERANCES:
LINEAR:
ANGULAR:

FINISH:

DEBURR AND
BREAK SHARP
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

TITLE:

DWG NO.
Saksebein - Høyre - Exploded

A3

SCALE:1:2

SHEET 1 OF 1

WEIGHT:

MATERIAL:

Q.A

MFG

APPV'D

CHK'D

DRAWN

NAME

SIGNATURE

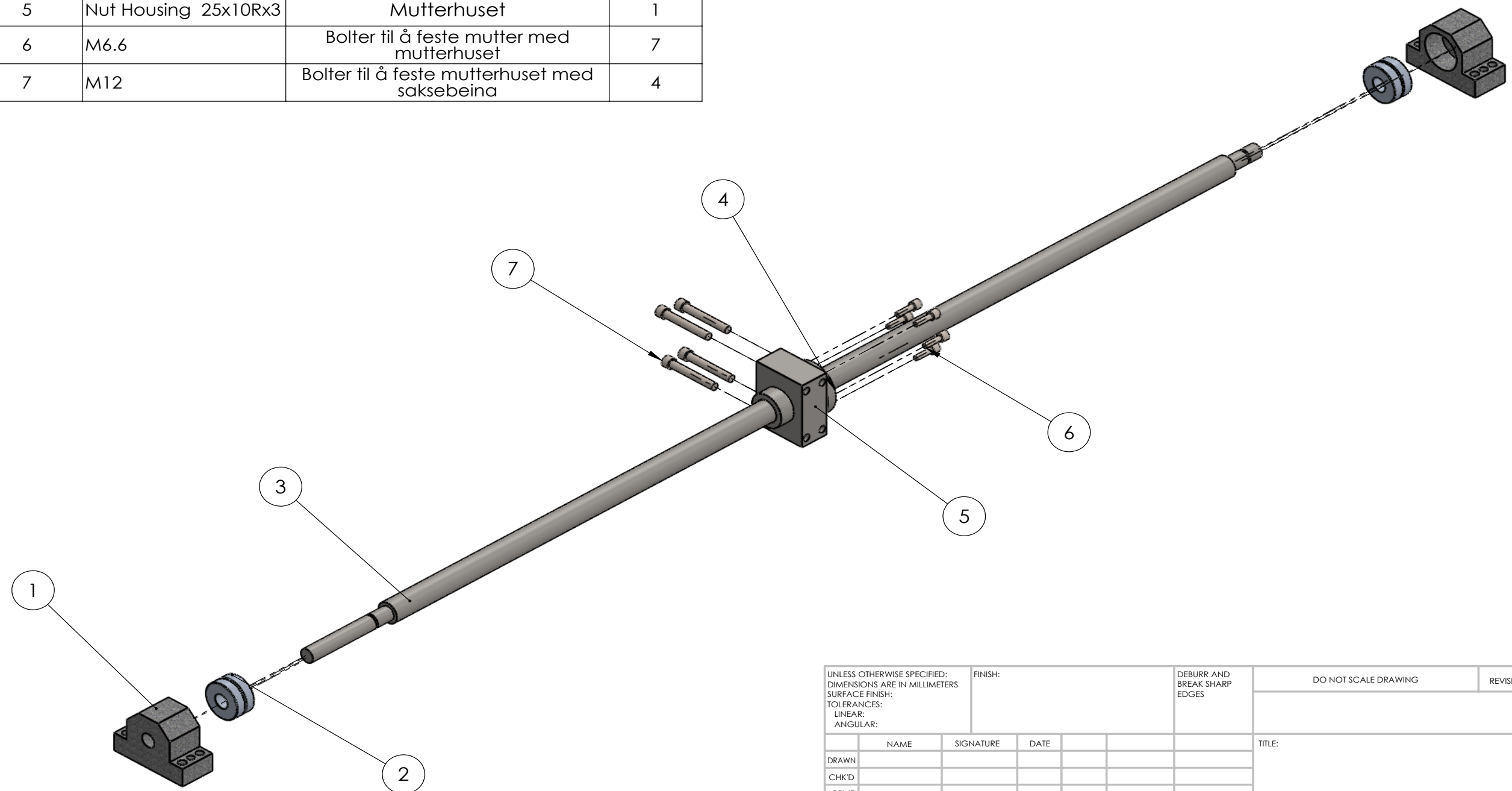
DATE

SOLIDWORKS Educational Product. For Instructional Use Only.

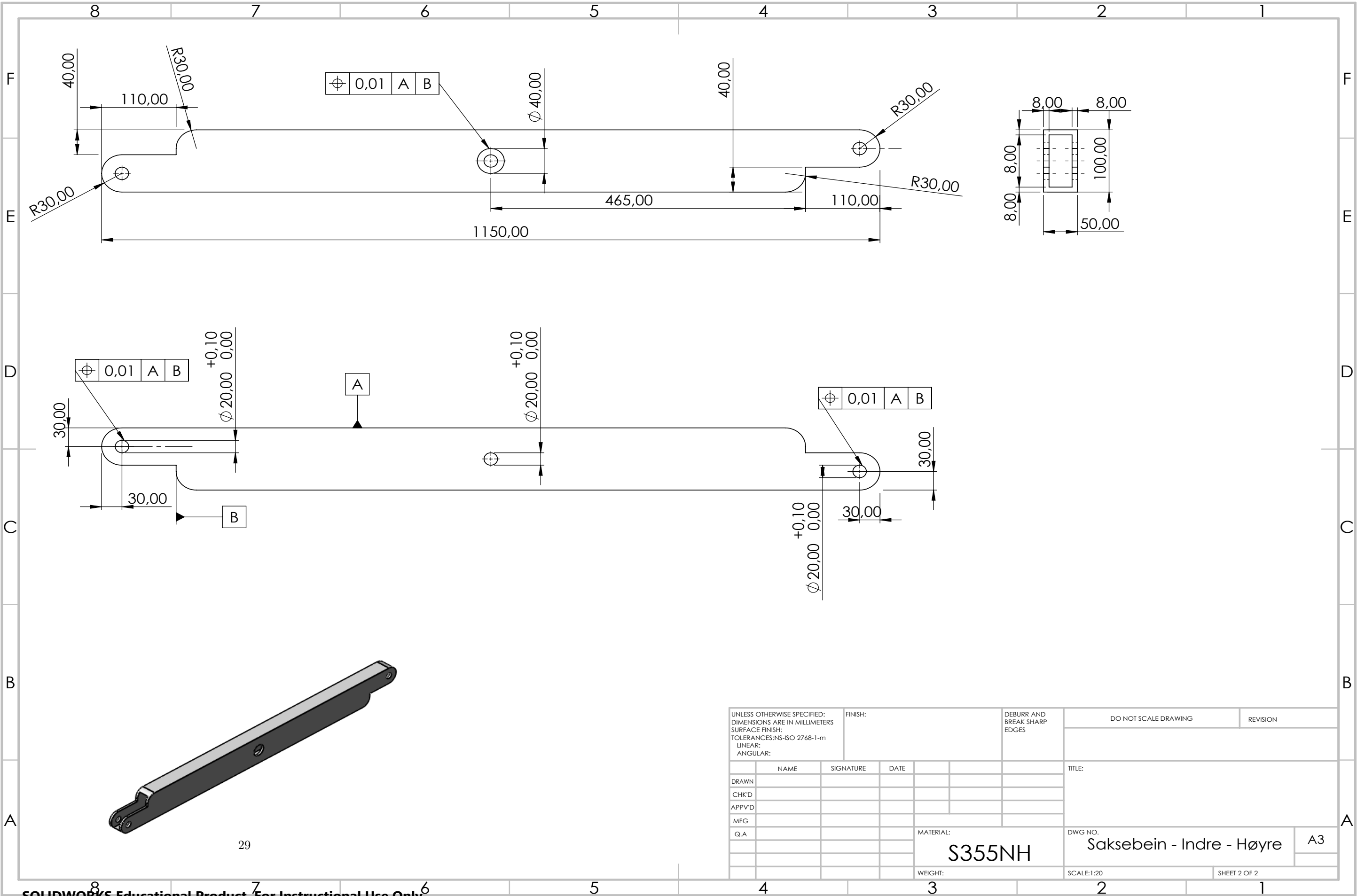
Del Nr	Navn på del	Beskrivelse	Antall
1	VF HUP S355NH		1
2	VF HUP S355NH		1
3	AKSELSTÅL S355J2		1
4	AKSELSTÅL S355J2		1
5	AKSELSTÅL S355J2		1
6	AKSELSTÅL S355J2		1
7	VSTH 80/20K		2
8	AKSELSTÅL S355J2		1
9	FLENSLAGER (UCF-204)		1
10	AKSELSTÅL S355J2		1
11	Foring (40mm)		3
12	Låsering (Segerring)		6

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													
CHK'D													
APP'VD													
MFG													
Q.A								MATERIAL:		DWG NO.		A3	
										Saksebein - Høyre - Exploded			
										SCALE:1:2		SHEET 1 OF 1	
								WEIGHT:					

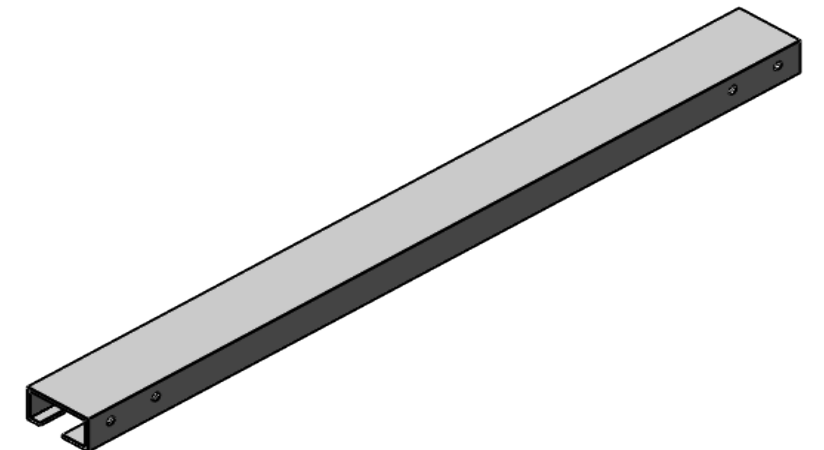
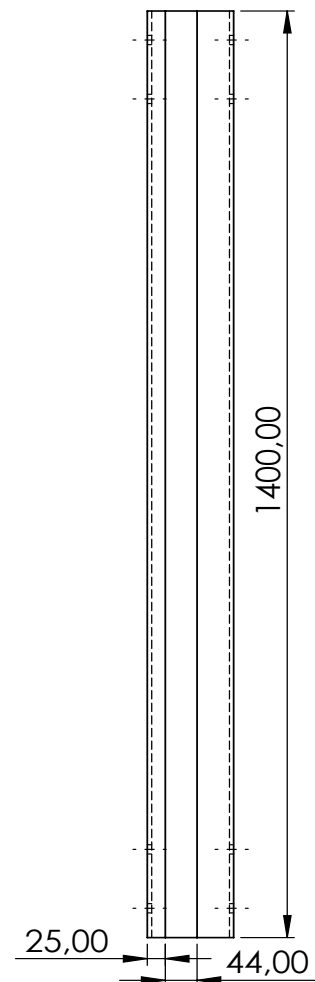
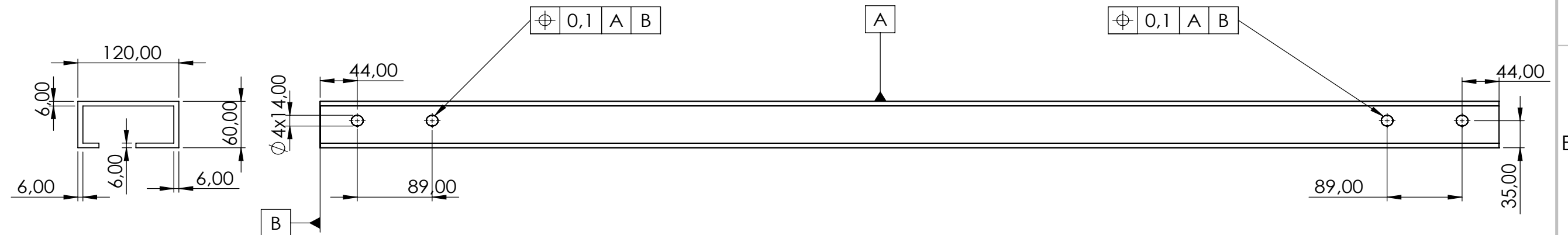
ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	Lagerbukke SEB-F 32mm	Lagerbukker	2
2	Kulelager 32mm	Kulelagere	2
3	32mm stang (Maskinert)	Gjengestang	1
4	Nut 25x10Rx3-4	Mutter	1
5	Nut Housing 25x10Rx3	Mutterhuset	1
6	M6.6	Bolter til å feste mutter med mutterhuset	7
7	M12	Bolter til å feste mutterhuset med saksebeina	4



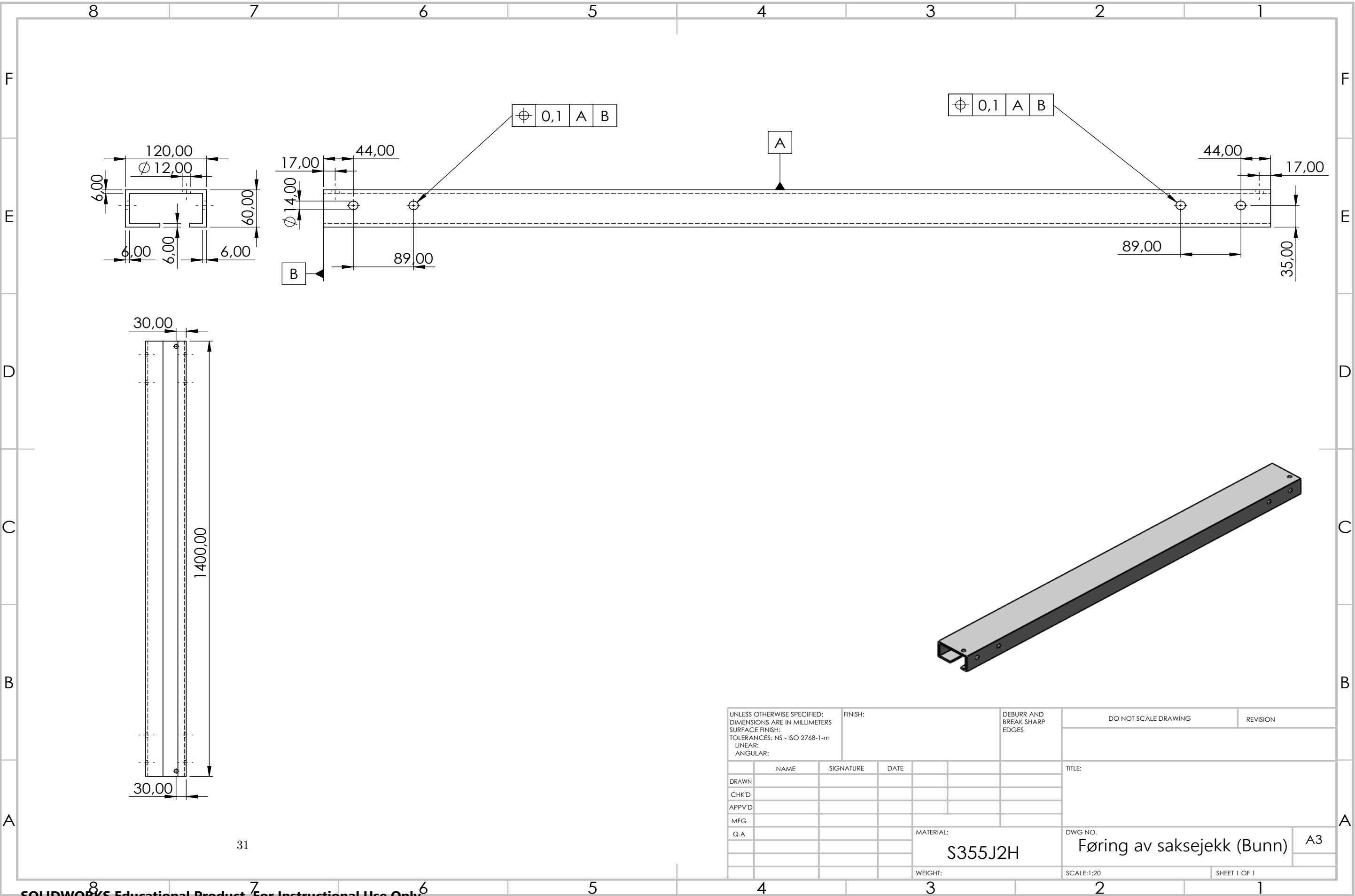
UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:						FINISH:		DEBURR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
		NAME		SIGNATURE		DATE				TITLE:			
DRAWN													
CHK'D													
APP'VD													
MFG													
Q.A													
						MATERIAL:				DWG NO.		A3	
										Kuleskrue_Sammensetning_BOM			
						WEIGHT:				SCALE 1:5		SHEET 1 OF 1	



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: NS-ISO 2768-1-m LINEAR: ANGULAR:						FINISH:		DEBURR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
NAME		SIGNATURE		DATE						TITLE:			
DRAWN													
CHK'D													
APPV'D													
MFG													
Q.A						MATERIAL: S355NH		DWG NO. Saksebein - Indre - Høyre		A3			
						WEIGHT:		SCALE: 1:20		SHEET 2 OF 2			



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: NS - ISO 2768-1-m LINEAR: ANGULAR:				FINISH:		DEBURR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
NAME		SIGNATURE		DATE				TITLE:			
DRAWN											
CHK'D											
APP'VD											
MFG											
Q.A						MATERIAL:		DWG NO.		A3	
						S355J2H		Føring av saksejekk (Topp)			
						WEIGHT:		SCALE:1:20		SHEET 1 OF 1	

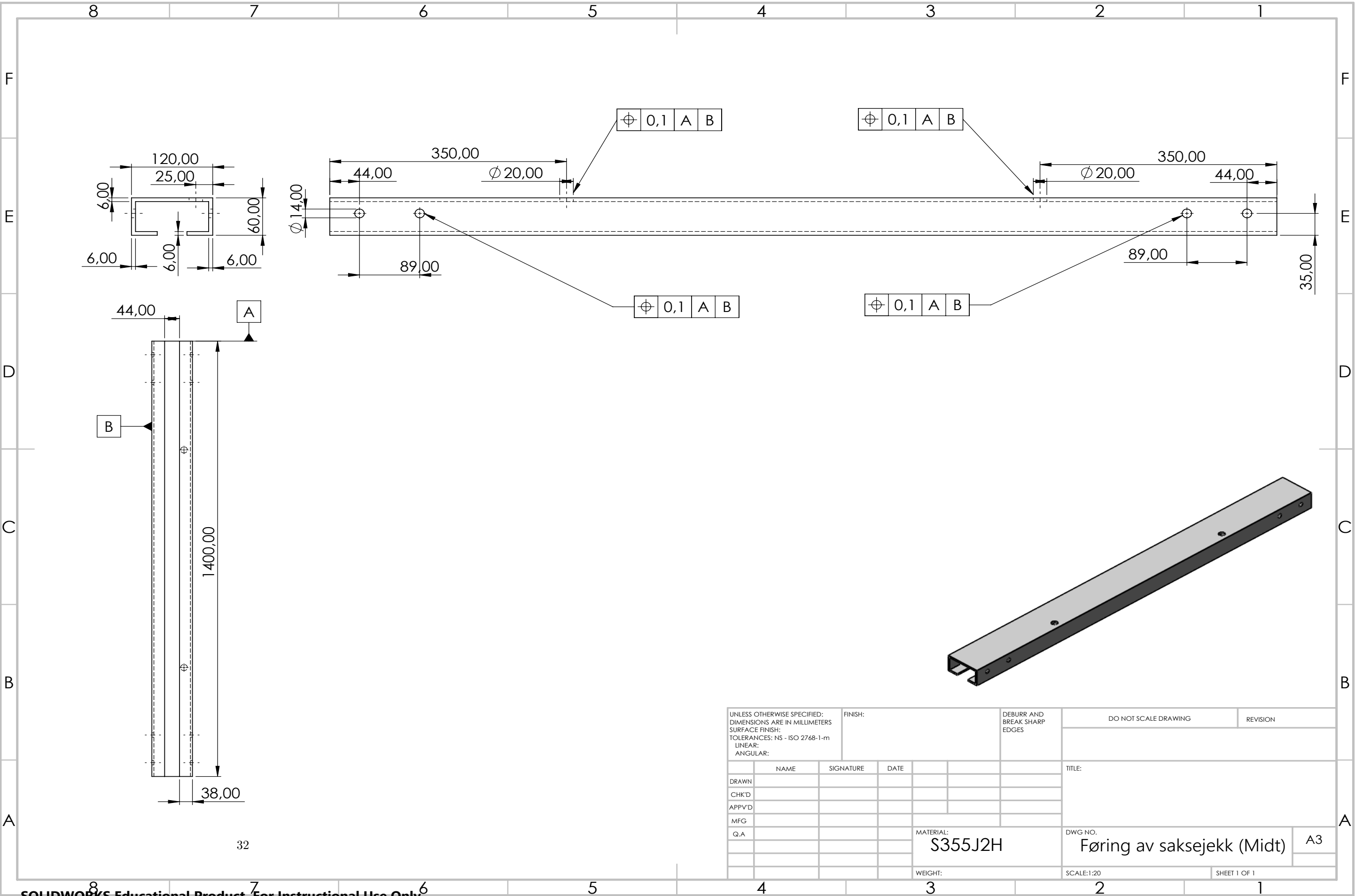


UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: NS - ISO 2768-1-m LINEAR: ANGULAR:				FINISH:		DEBURR AND BREAK SHARP EDGES	DO NOT SCALE DRAWING		REVISION
	NAME	SIGNATURE	DATE				TITLE:		
DRAWN									
CHK'D									
APPV'D									
MFG									
Q.A							DWG NO.		
							MATERIAL:		
							WEIGHT:		
							SHEET 1 OF 1		

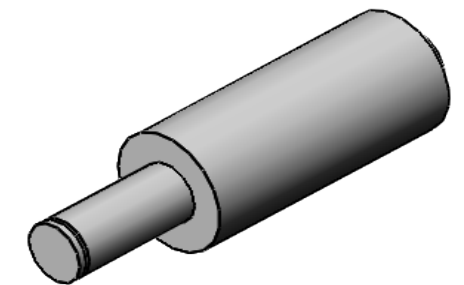
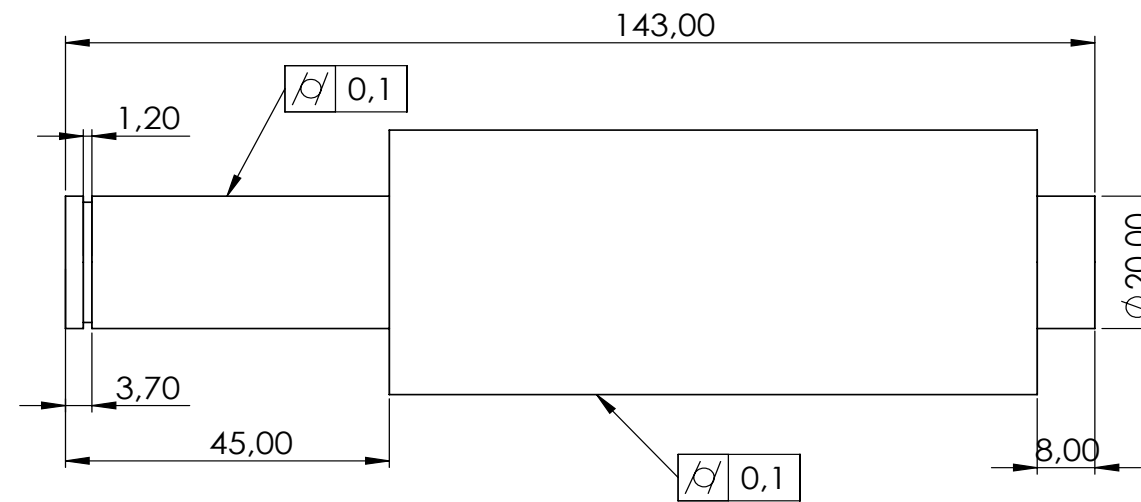
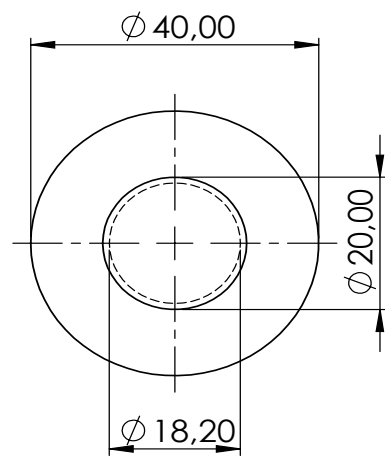
S355J2H

Føring av saksejekk (Bunn)

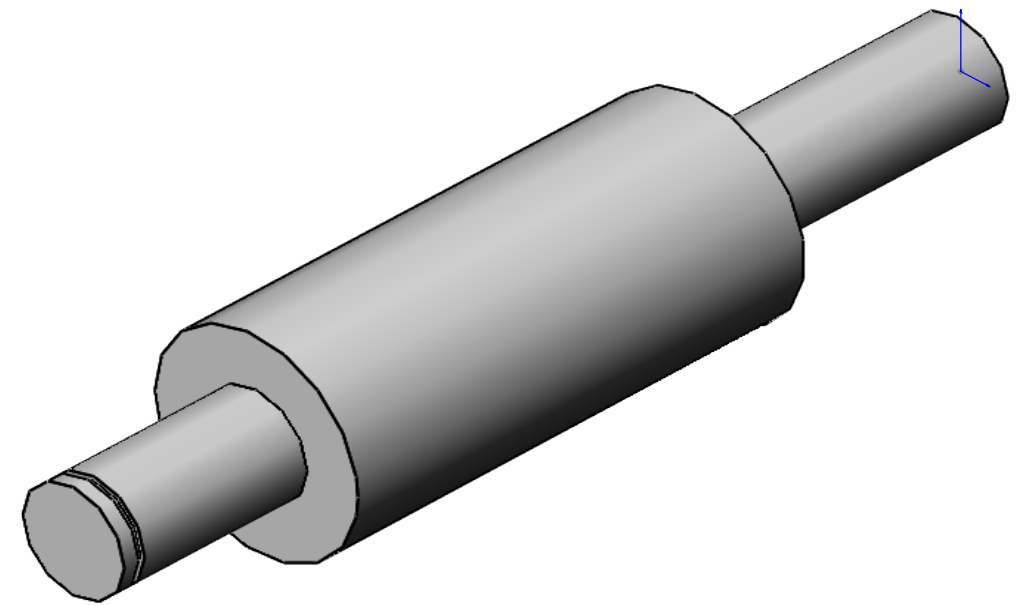
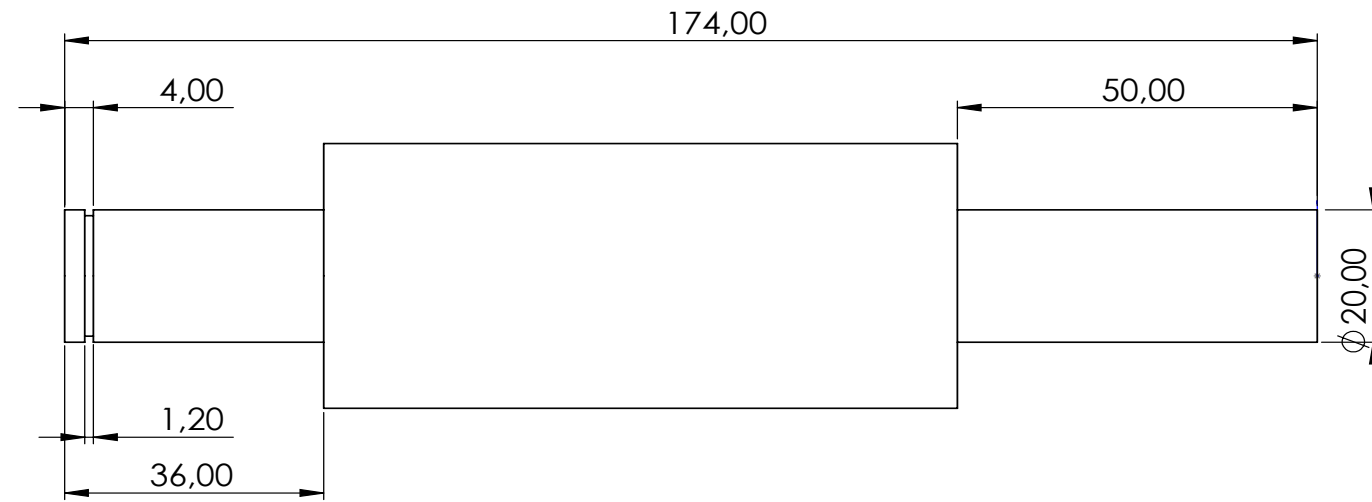
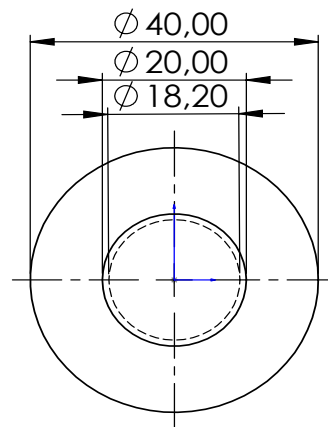
A3



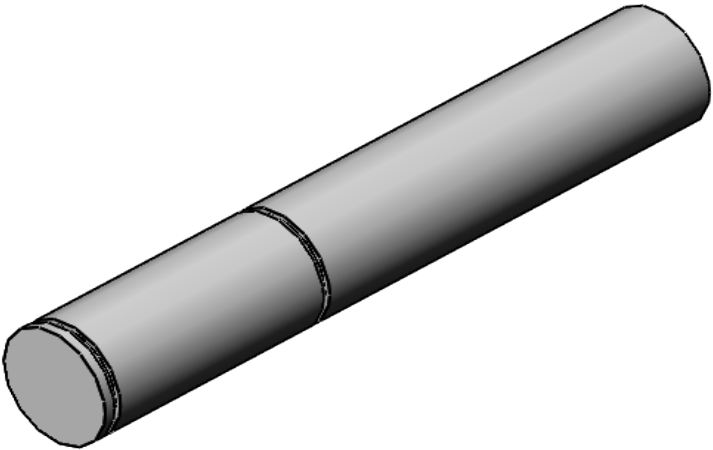
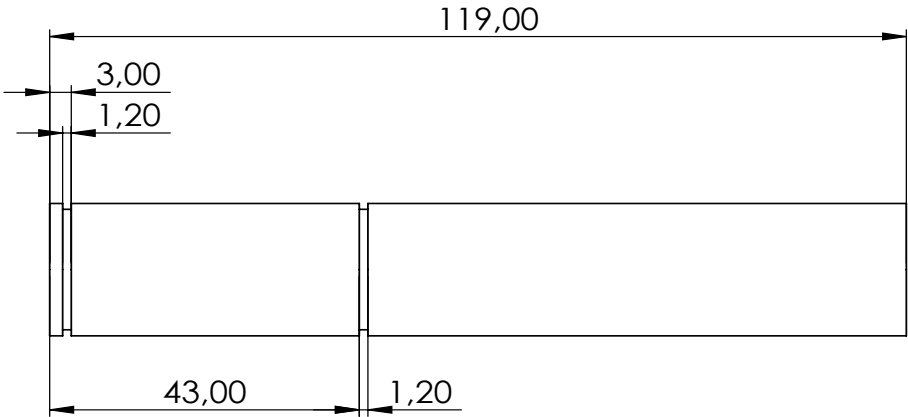
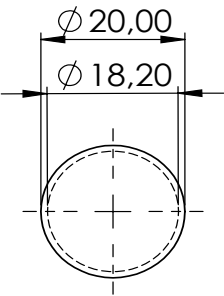
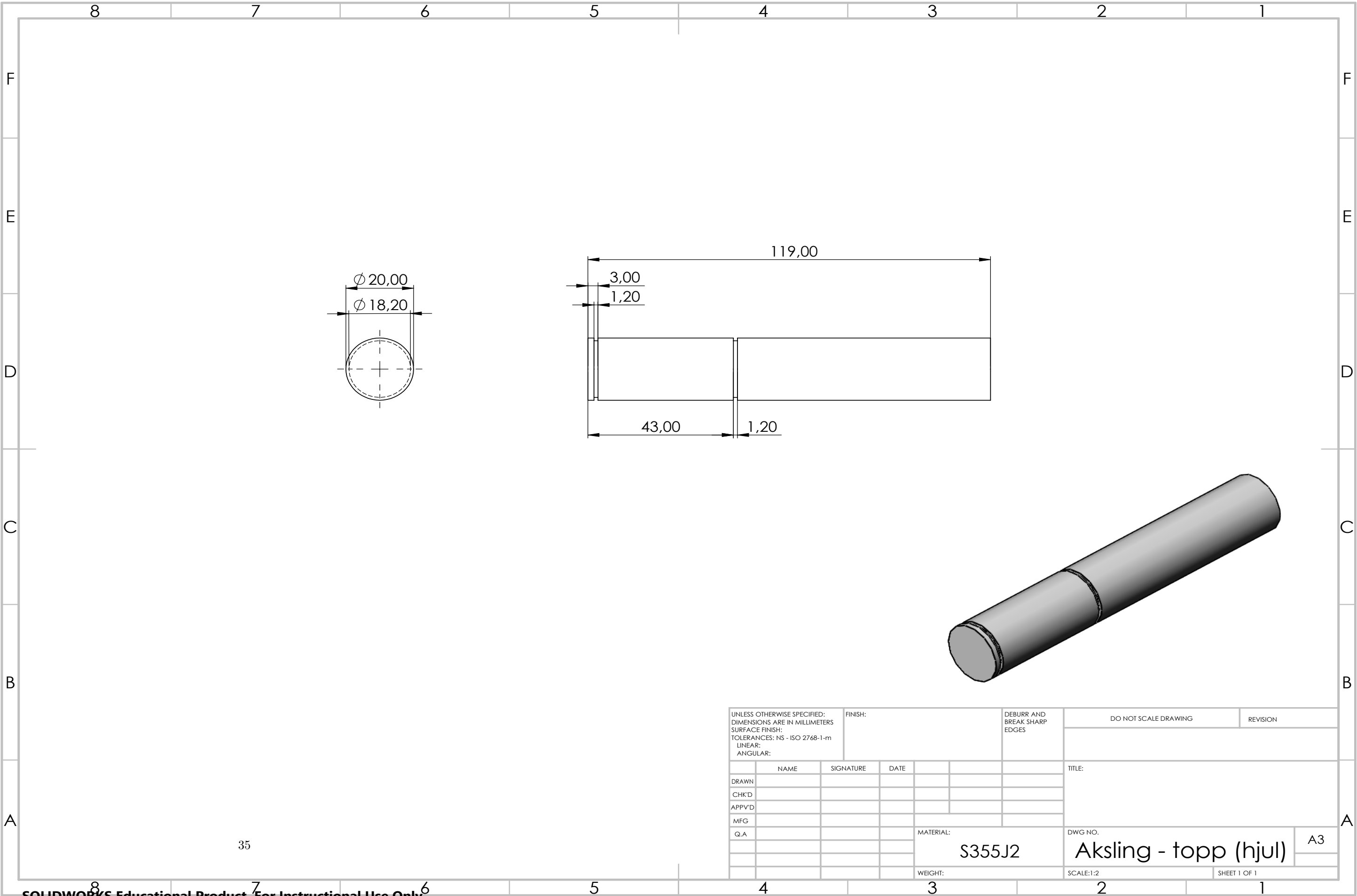
UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: NS - ISO 2768-1-m LINEAR: ANGULAR:				FINISH:		DEBURR AND BREAK SHARP EDGES	DO NOT SCALE DRAWING		REVISION
	NAME	SIGNATURE	DATE				TITLE:		
DRAWN									
CHK'D									
APPV'D									
MFG									
Q.A							DWG NO.		
							MATERIAL: S355J2H		
							WEIGHT:		
							SCALE:1:20		
							SHEET 1 OF 1		



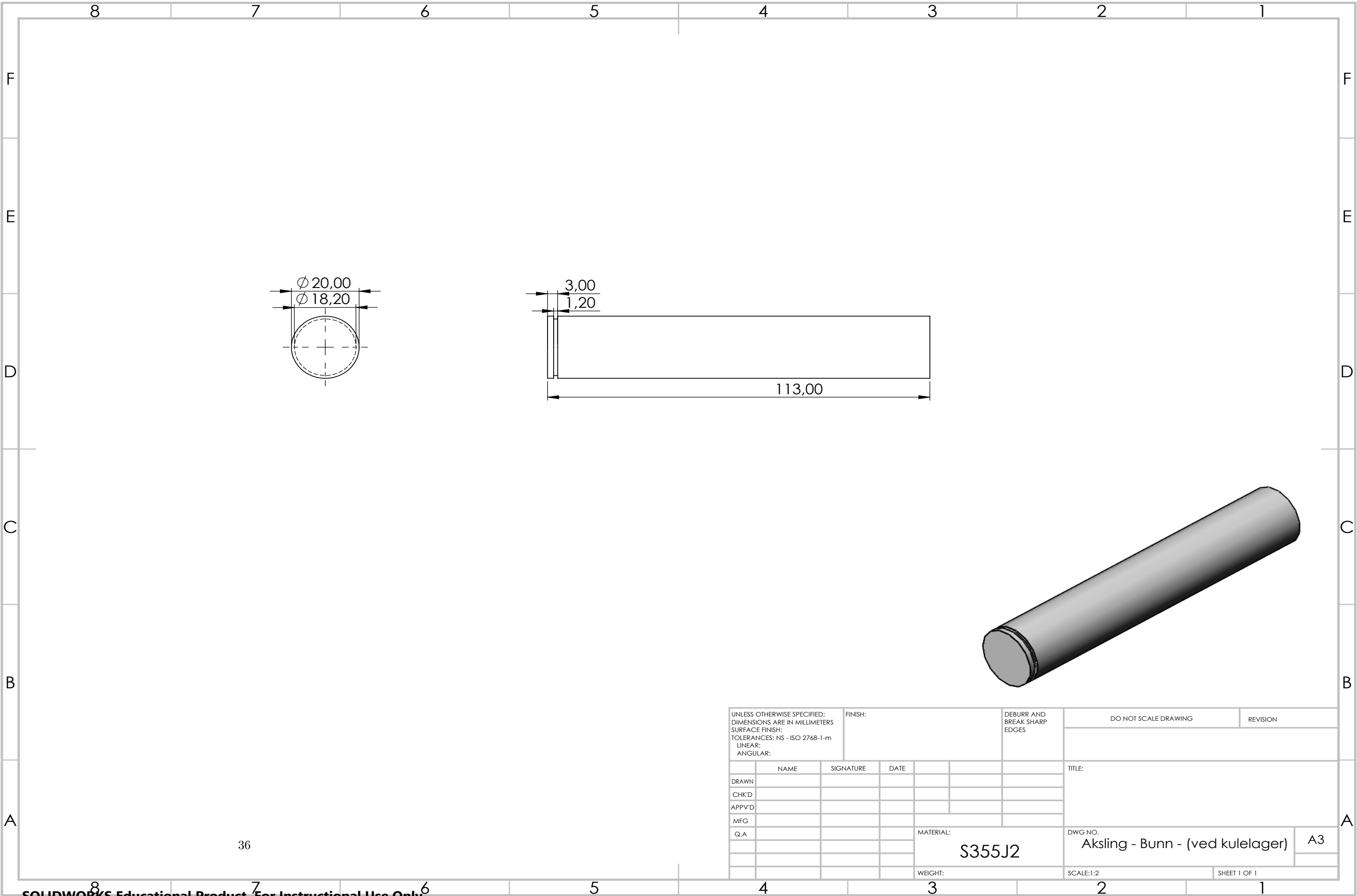
UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: NS - ISO 2768-1-m LINEAR: ANGULAR:						FINISH:		DEBURR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
		NAME		SIGNATURE		DATE						TITLE:	
DRAWN													
CHK'D													
APP'VD													
MFG													
Q.A.								MATERIAL:		DWG NO.		A3	
								S355J2		Aksling saksebein (midt)			
								WEIGHT:		SCALE:1:2		SHEET 1 OF 1	



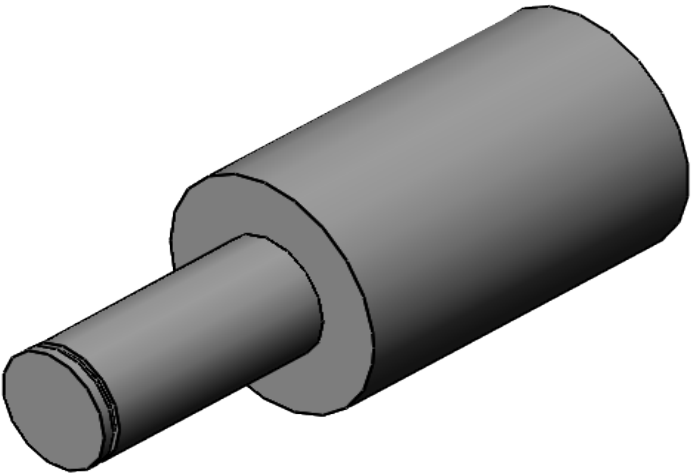
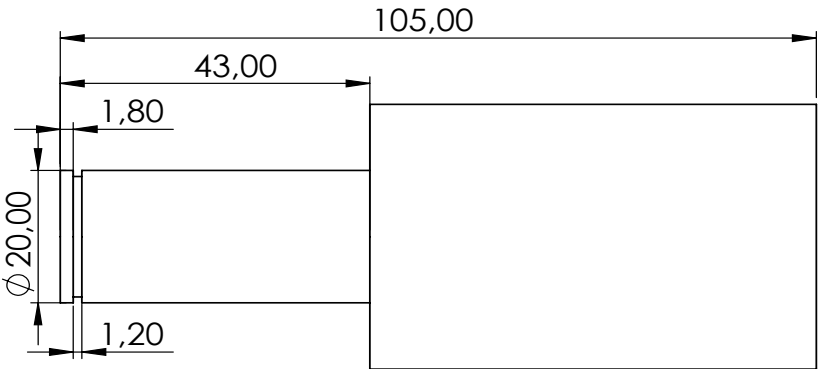
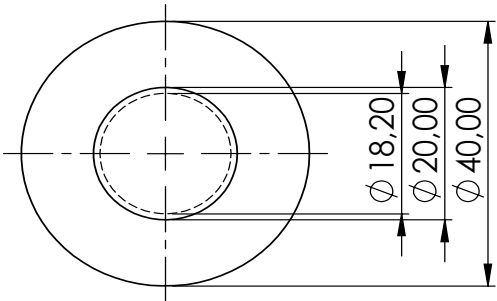
UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: NS - ISO 2768-1-m LINEAR: ANGULAR:						FINISH:		DEBURR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
		NAME		SIGNATURE		DATE				TITLE:			
DRAWN													
CHK'D													
APP'VD													
MFG													
Q.A								MATERIAL:		DWG NO. Aksling - topp (ved kulelager) A3			
								WEIGHT:		SHEET 1 OF 1			



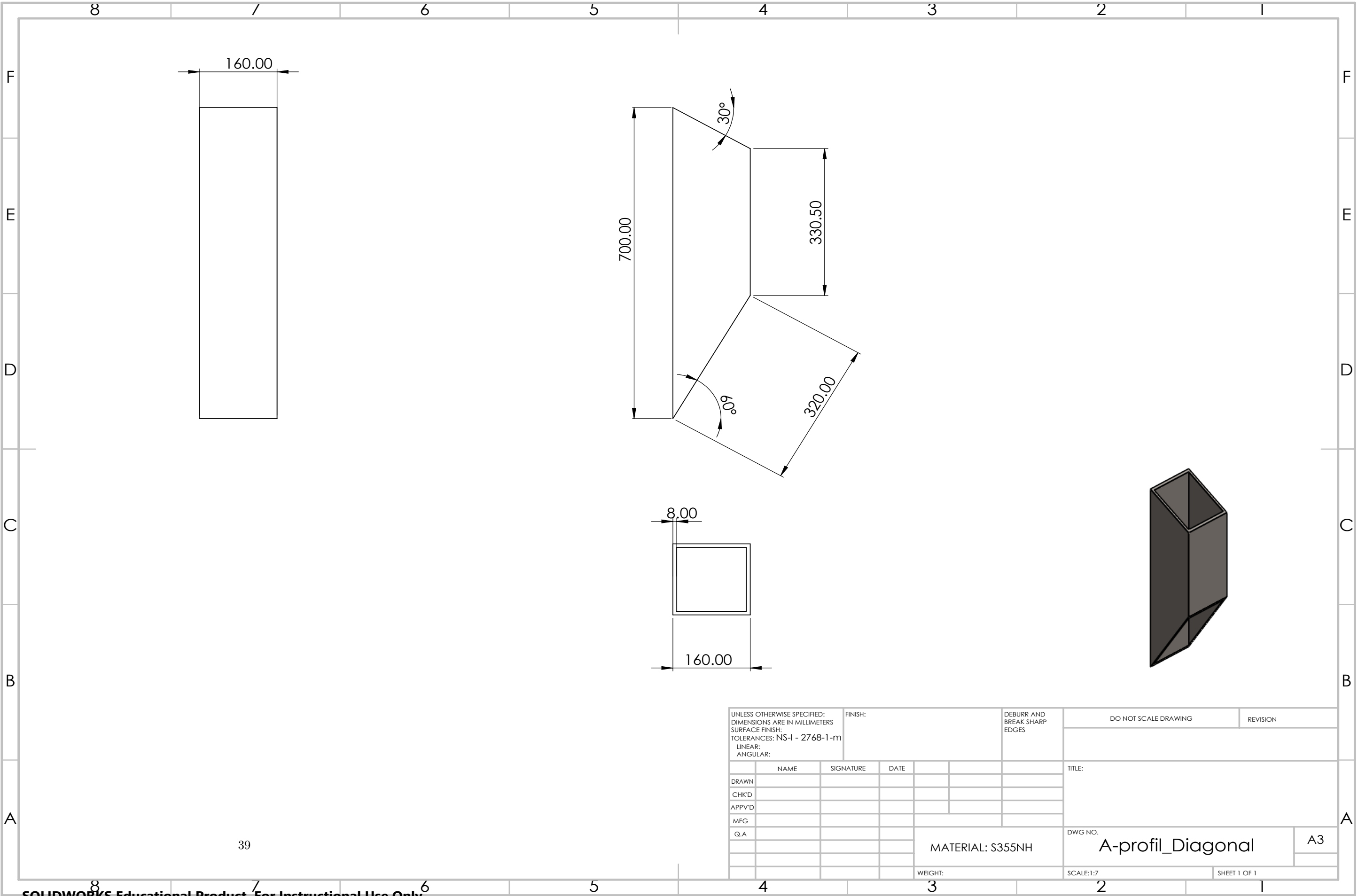
UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: NS - ISO 2768-1-m LINEAR: ANGULAR:					FINISH:			DEBURR AND BREAK SHARP EDGES			DO NOT SCALE DRAWING			REVISION			
													TITLE:				
NAME		SIGNATURE		DATE								MATERIAL: S355J2					
DRAWN																	
CHK'D												DWG NO. Aksling - topp (hjul)					
APPV'D																	
MFG												WEIGHT:					
Q.A																	
												SCALE:1:2			SHEET 1 OF 1		



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: NS - ISO 2768-1-m LINEAR: ANGULAR:						FINISH:		DEBURR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
NAME		SIGNATURE		DATE						TITLE:			
DRAWN													
CHK'D													
APPV'D													
MFG													
Q.A						MATERIAL: S355J2		DWG NO.		Aksling - Bunn - (ved kulelager)		A3	
						WEIGHT:		SCALE:1:2		SHEET 1 OF 1			



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: NS - ISO 2768-1-m LINEAR: ANGULAR:				FINISH:		DEBURR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
		NAME	SIGNATURE	DATE				TITLE:			
DRAWN											
CHK'D											
APPV'D											
MFG											
Q.A								MATERIAL:		DWG NO.	
								S355J2		Aksling - bunn - ytre (hjul)	
								WEIGHT:		SCALE: 1:2	
										SHEET 2 OF 2	



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: NS-I - 2768-1-m LINEAR: ANGULAR:					FINISH:		DEBURR AND BREAK SHARP EDGES	DO NOT SCALE DRAWING	REVISION
DRAWN	NAME	SIGNATURE	DATE					TITLE:	
CHK'D									
APPV'D									
MFG									
Q.A									
								DWG NO. A3	
								SHEET 1 OF 1	

MATERIAL: S355NH

WEIGHT:

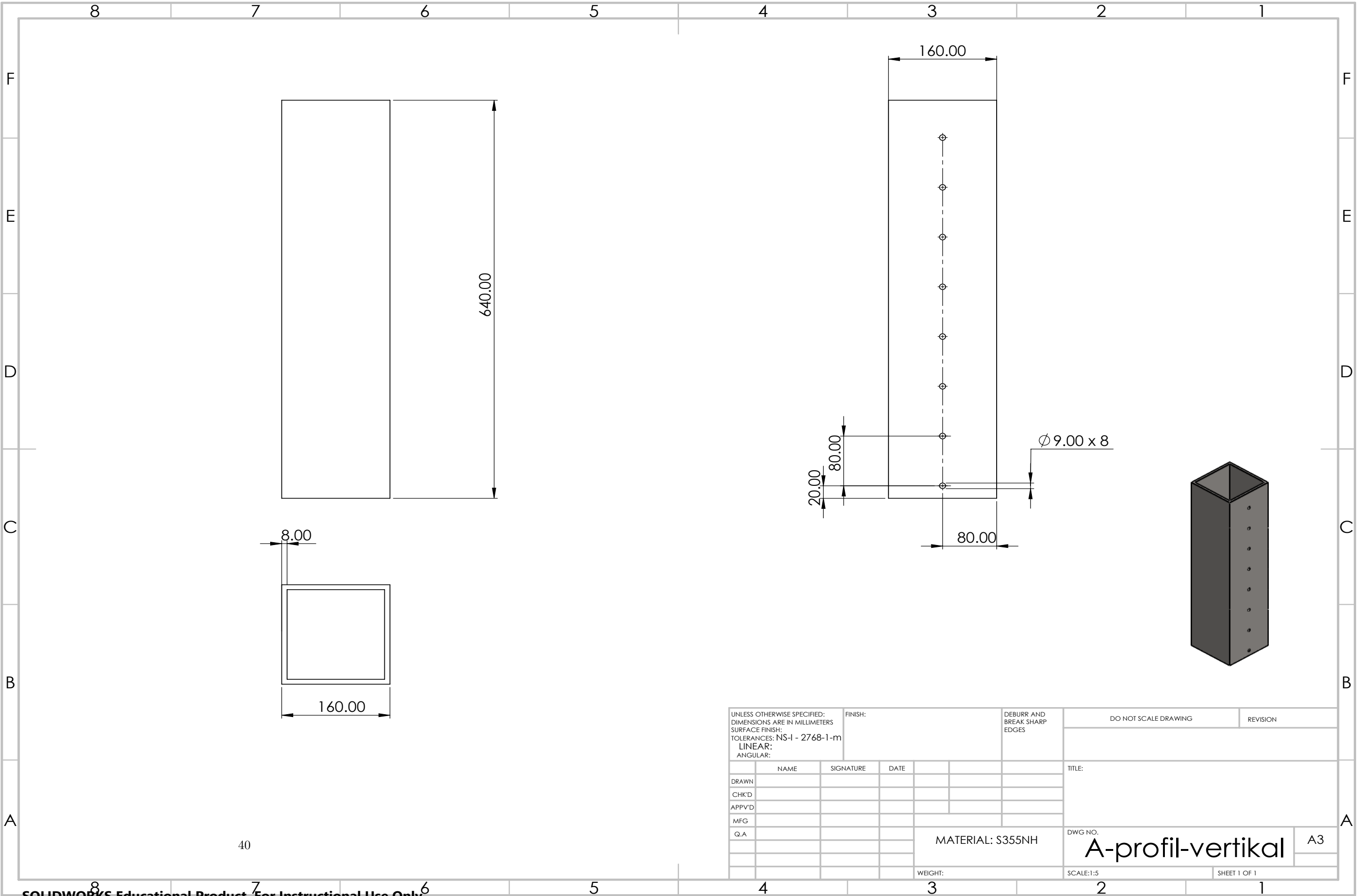
DWG NO.

A-profil_Diagonal

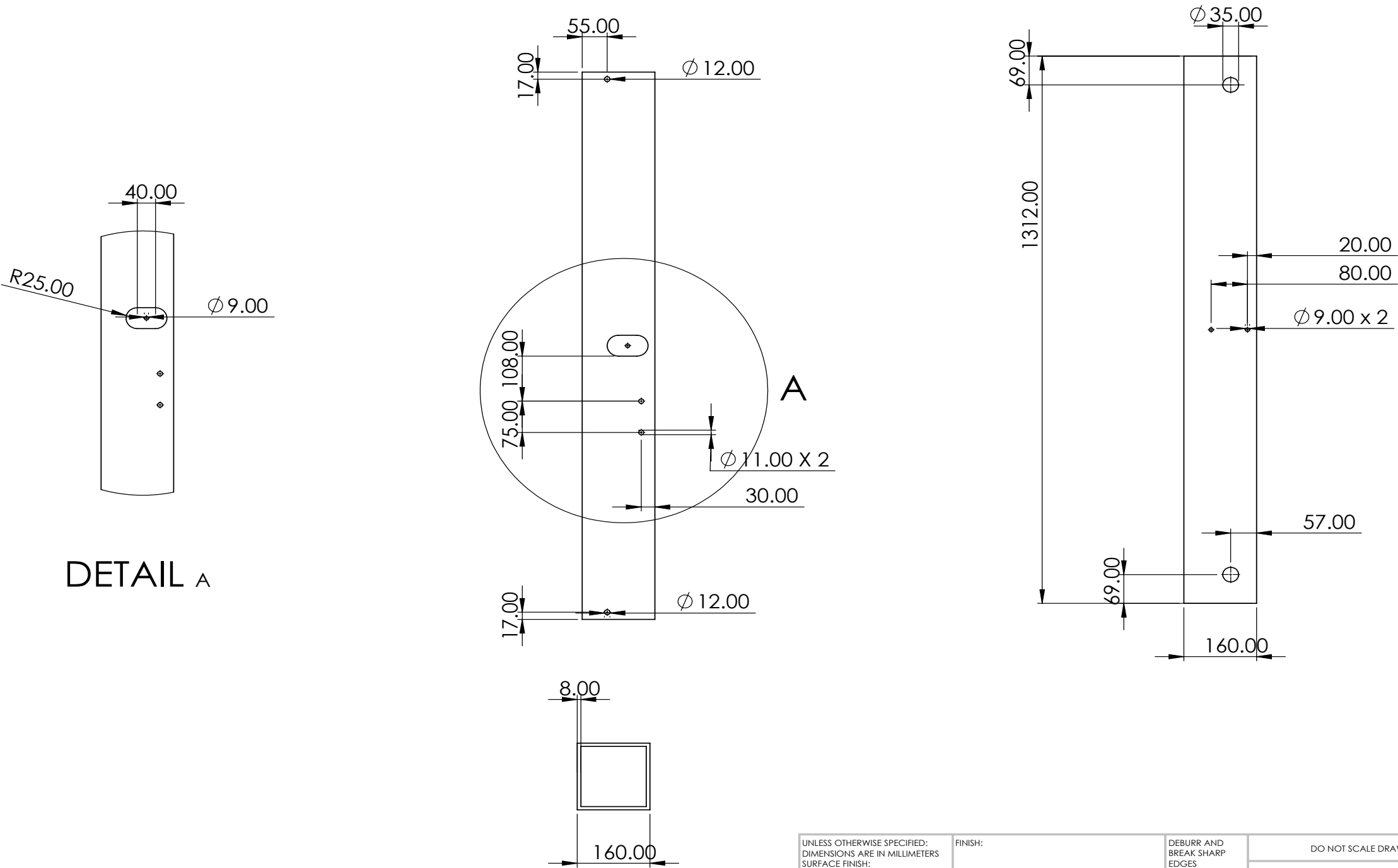
A3

SCALE:1:7

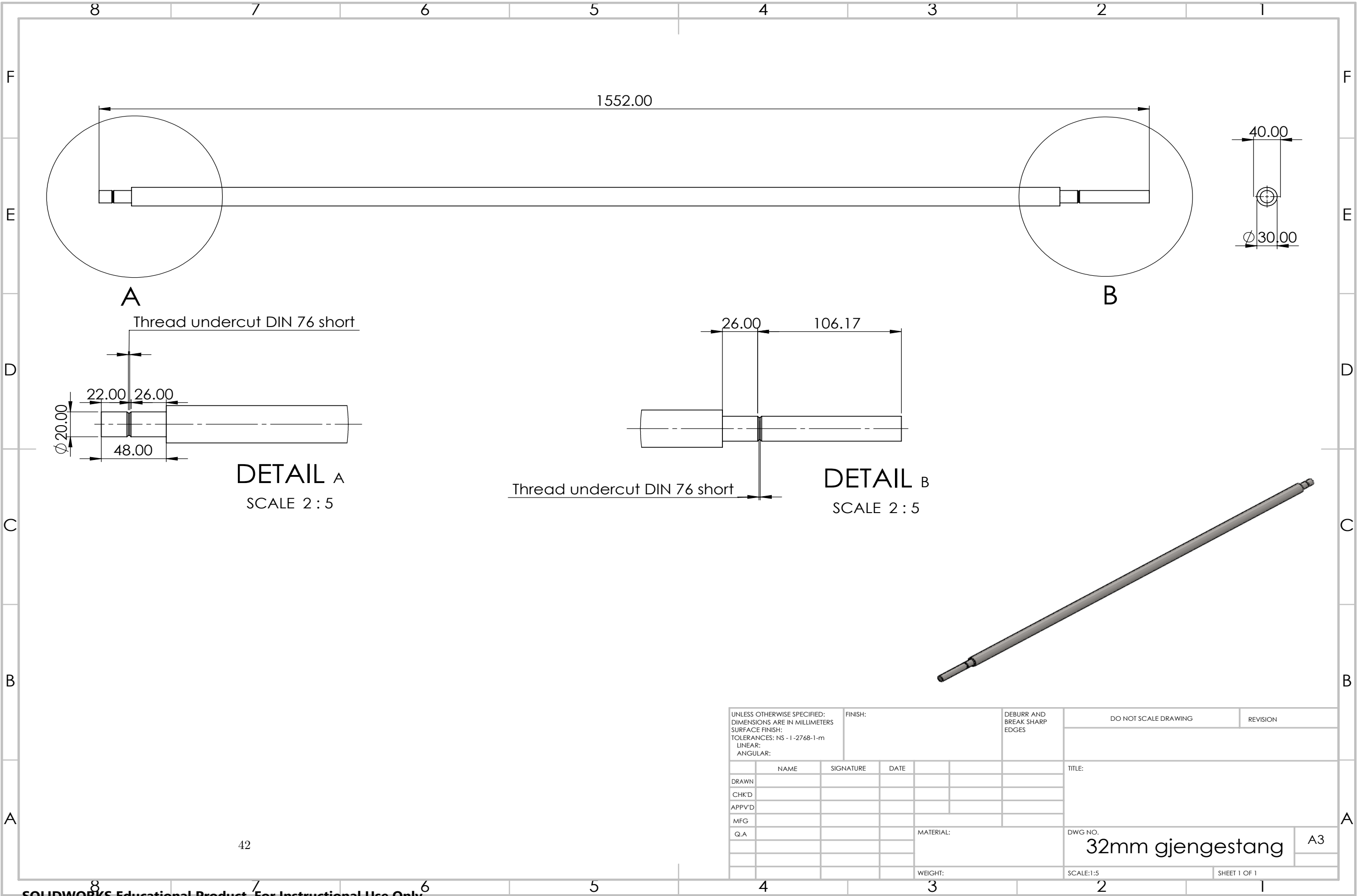
SHEET 1 OF 1



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: NS-I - 2768-1-m LINEAR: ANGULAR:						FINISH:		DEBURR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
		NAME		SIGNATURE		DATE						TITLE:	
DRAWN													
CHK'D													
APPV'D													
MFG													
Q.A													



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: NS-I-2768-1m LINEAR: ANGULAR:				FINISH:		DEBURR AND BREAK SHARP EDGES	DO NOT SCALE DRAWING		REVISION
	NAME	SIGNATURE	DATE				TITLE:		
DRAWN									
CHK'D									
APPV'D									
MFG									
Q.A							DWG NO. A3		
							MATERIAL: S355NH		
							WEIGHT:		
							SCALE: 1:10		
							SHEET 1 OF 1		



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: NS - I -2768-1-m LINEAR: ANGULAR:						FINISH:		DEBURR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
										TITLE:			
NAME		SIGNATURE		DATE									
DRAWN													
CHK'D													
APPV'D													
MFG													
Q.A						MATERIAL:		DWG NO.				A3	
								32mm gjengestang					
						WEIGHT:		SCALE 1:5				SHEET 1 OF 1	

6 Komponentliste

NAVN PÅ DEL	NETTSTED	ID PÅ NETTSTED	ANTALL	VEKT (KG)	PRIS (KR)	MATERIALE	BESKRIVELSE	KREVER MASKINERING	KJØP	PRODUSERE SELV	LINK
Aluminiumsvinkel	Astrup	#0010340601		12		6082-T6	Brukes til å holde pallen koblet til løftemekanismen	Ja	Ja	Nei	https://kundeportal.astrup.no/aluminium/alu-vinkler-like-ullikebent
Aluminiumsplate	Astrup	#00112809002				6082-T6	Brukes til deksling og sveise sammen vinkelprofilene	Ja	Ja	Nei	https://kundeportal.astrup.no/aluminium/plater-ubehandlet/en-aw-6082
Hulprofil (Stål)	Norsk stål	312877		84		S355J2H	Brukes som kontakthflate/spor imellom saksebein og vinkelprofilen	Ja	Ja	Nei	https://www.norskstaal.no/produkter/alle-produkter/kf-hup-s355j2h-2
Hulprofil (Stål)	Norsk stål	312024		78		S355NH	Brukes som saksebein	Ja	Ja	Nei	https://www.norskstaal.no/produkter/alle-produkter/vf-hup-s355nh-1
Hulprofil (Stål)	Norsk stål	311990				S355NH	Brukes til å lage A-profilen som holder den lineære føringa og brukes som et deksel for kuleskruene	Ja	Ja	Nei	https://www.norskstaal.no/produkter/hulprofiler/vf-hup-s355nh?pagesize=40
Akselstål	Norsk stål	313530				S355J2	Brukes som akslinger	Ja	Ja	Nei	https://www.norskstaal.no/produkter/stangstaal/akselstaal-s355j2
Flenslager	Dryg	LG810315	2	0.6	617,5	Forskjellig	Brukes som kulelager til saksebeina	Nei	Ja	Nei	https://www.dryg.no/produkt/flenslager-ucf-ucf-204/
Fotlager	Dryg	LG810315	2	0.6	617,5	Forskjellig	Roterer akslingen som er koblet fra saksebeina til hulprofilene	Nei	Ja	Nei	https://www.dryg.no/produkt/fotlager-ucpucpa-ucp-204/
Hjul	Blickle	VSTH 80/20K	2	1,2		Forskjellig	Hjul som driver saksebeina	Nei	Ja	Nei	https://www.blickle.no/produkt/VSTH-80-20K-535872
Bronseforinger	Slettebøe	JF 40X25	6		270	Rødmetall	Lager til midten av saksebeina og nederst ved kuleskruene	Nei	Ja	Nei	https://www.sletteboe.no/produkter/industriprodukter/metall-plast-og-kompositt/flenslager-iff
Låseringer	Kulelager24		20		7,5	Rustfritt stål	Hindrer at deler faller av akslinger	Nei	Ja	Nei	https://www.kulelager24.no/index.php?main_page=product_info&cPath=25_75&products_id=2046
Kjede	Otto Olsen AS	IWIS 16-B1				Rustfritt stål	Kjede som driver motorkraften til kuleskruene	Nei	Ja	Nei	https://bit.ly/3qlaerh
Vinkelbeslag	Biltema	19-611	12		5,9	Galvanisert stål	Brukes til å holde dekslinga på plass	Nei	Ja	Nei	biltema.no/bvbygg/bvggbeslag/vinkelbeslag/vinkelbeslag-2000017274
Feste imellom saksebein og kuleskrue (indre og ytre)	Produsere selv		4			Aluminium eller stål	Plater som holder kuleskruene fast montert til kulelagrene	Ja	Nei	Ja	
Kjedehjul	Otto Olsen AS	81109	4	0.66		Rustfritt stål	Kjedehjulene driver kjedene	Nei	Ja	Nei	http://www.oo.no/produkter/staalprodukter/81109-std-kjedehjul-16-b-1-z9/
Motor	SEW	SH57DRN90L4	1				Motor som driver systemet	Nei	Ja	Nei	https://bit.ly/2LTQeh8
Lagerbukker til kuleskrue	Boschrexroth	R1591 120 30	4	2,03			Lagerbukke hvor gjengstengene er festet, med mulighet til å rotere	Nei	Ja	Nei	https://bit.ly/2LTQeh8
Mutter til kuleskrue	Boschrexroth	R1512 340 13	2				Mutteren sitter rundt gjengstengene, og sammen med gjengstenger får til bevegelse.	Nei	Ja	Nei	https://bit.ly/2LTQeh8
Mutterhuset til kuleskrue	Boschrexroth	R1506 300 20	2	4,734			Mutterhuset sitter rundt mutteren og tillater enklere festing til laster.	Nei	Ja	Nei	https://bit.ly/2LTQeh8
Gjengestang	Boschrexroth	R1511 345 10	2				Gjengstangen sammen med mutteren får til bevegelse i systemet. Endene må maskineres.	Ja	Ja	Nei	https://bit.ly/2LTQeh8
Lineær skinne	Aratron	HGW 35HC	1	6.03kg/m			Mekanismen som skal motvirke momentene på grunn av eksterne kreftene fra sidene.	Nei	Ja	Nei	https://aratron.no/wp-content/uploads/2014/12/HGW-serie.pdf
Vogn til skinne	Aratron	HGW 35HC	1	2.06kg							https://aratron.no/wp-content/uploads/2014/12/HGW-serie.pdf
Klemilister	Jokab Safety	2TLA076125R2500			2.280,00	Forskjellig	Sensor som stopper motoren når sensoren merker at noe ligger i klem	Nei	Ja	Nei	https://jokabsafety.dk/produkter/klemilister/gp/klemiliste-gp-inkl-alu-liste/
Kulelager til kuleskrue	Boschrexroth	R1590 120 30	4	0.88			Kulelagere som sitter inn i laggerbukker. Tillater rotasjon av gjengstenger	Nei	Ja	Nei	https://bit.ly/2LTQeh8

7 User-stories

7.1 Forkortelse av User-stories

User-stories - Identifikasjon	
US-M	User-stories - Maskin
US-A	User-stories - Administrative
US-D-UI	User-stories - Data - brukergrensesnitt, herav (UI)
US-D-DB	User-stories - Data - Database
US-D-GK	User-stories - Data - Gjenkjenning
US-D-PV	User-stories - Data - Programvare

7.2 Maskin

User-stories for maskin			
User-story-ID	Som en:	Så vil jeg:	Sånn at jeg kan:
US-M-01	Lagerarbeider	Få pallen opp til ønsket høyde	Unngå ryggskader
US-M-02	Lagerarbeider	Ha kamera fast montert	Unngå mer arbeid
US-M-03	Lagerarbeider	At kamera skal ha optimal høyde	Alle delene kan gjenkjennes
US-M-04	Lagerarbeider	At pallen skal ikke kjøres opp på en overflate/plattform	Unngå skader på pallen og kroppen
US-M-05	Lagerarbeider	Vil ha en sikkerhetsmekanisme hvis hovedmekanismen ryker	Unngå skader av deler og personer
US-M-06	Lagerarbeider	Være sikker på at pallen sitter fast på plattformen	Unngå skader av deler og personer
US-M-07	Lagerarbeider	Ha minst mulig avstand mellom pallene og gjenkjenningssområde	Spare tid og være mer ergonomisk
US-M-08	Lagerarbeider	At delene på pallen skal være lett tilgjengelige	Spare tid og arbeid. Spare tid og arbeid
US-M-09	Lagerarbeider	At systemet skal fortsette å fungere hvis en enkel komponent blir ødelagt	Bruke systemet mens reparasjon foregår
US-M-10	Lagerarbeider	At komponentene til maskinen er lett tilgjengelige	Få lett tilgang ved vedlikehold
US-M-11	Lagerarbeider	Ha et system som lager minst mulig lyd	Unngå å bli forstyrret
US-M-12	Bedriften	Ha en hoveddramme som er definert på en ordentlig måte	Unngå bruk av for mye material
US-M-13	Bedriften	At delene skal veies når de legges på skannoverflaten	Bruke vekt som en parameter for å kunne skille mellom lignende deler
US-M-14	Bedriften	Ha en tilfredsstillende sikkerhetsfaktor	Være sikker at systemet ikke ryker ved maks last
US-M-15	Bedriften	at 2D tegningene til deler som skal maskineres må følge systemet brukt hos Tronrud	Ha forståelige tegninger som kan maskineres på en riktig måte
US-M-16	Bedriften	Vinkel hvor pallen skal plasseres skal helt ned til gulvet	kjøre pallen lett på vinklene

7.3 Brukergrensesnitt

User-stories for brukergrensesnitt			
User Story-ID	Som en:	Så vil jeg:	Sånn at jeg kan:
US-D-UI-01	Lagerarbeider	Unngå å vente på at maskinen jobber (lag)	Spare tid
US-D-UI-02	Lagerarbeider	Ha mulighet til å skanne på nytt når det forekommer en feil I skanningprosessen	Spare tid å unngå å skanne deler på nytt
US-D-UI-03	Lagerarbeider	Velge hvilken leverandører delene skal sendes til	Ha oversikt
US-D-UI-04	Lagerarbeider	Ha mulighet til å skrive inn antall identiske deler som er på pallen	Ha oversikt, unngå repetisjon
US-D-UI-05	Lagerarbeider	Mulighet til å logge inn I systemet	Ha kontroll på hvem som har skannet delene
US-D-UI-06	Lagerarbeider	Ha mulighet til å velge den riktige delen hvis flere resultater er oppgitt etter gjenkjenning	Unngå feil ved gjenkjenning
US-D-UI-07	Lagerarbeider	Brukervennlig brukergrensesnitt	Lettere forstå hvordan man opererer systemet

7.4 Database

User-stories for databasen			
User Story-ID	Som en:	Så vil jeg:	Sånn at jeg kan:
US-D-DB-01	Ingeniør	Få ut en liste med deler som ble sendt/mottatt	Ha kontroll på status av deler
US-D-DB-02	Ingeniør	Vite hvor delene blir sendt	Ha oversikt
US-D-DB-03	Ingeniør	Ha tilgang til dokumentene som blir eksportert	Ha oversikt
US-D-DB-04	Ingeniør	At skanning av en del som allerede eksisterer i databasen, ikke legges inn som en duplikat	Unngå duplikater i databasen
US-D-DB-05	Ingeniør	Hente ut informasjon som skal skrives ut som etikett etter gjenkjenning	Merkering av deler
US-D-DB-06	Lagerarbeider	Kunne registrere nye deler I databasen	Få gått gjennom paller med nye deler uten å vente på at databasen blir oppdatert

7.5 Gjenkjenning

User-stories for gjenkjenning			
User Story-ID	Som en:	Så vil jeg:	Sånn at jeg kan:
US-D-GK-01	Lagerarbeider	At bilde gjenkjennes så fort som mulig	Spare tid
US-D-GK-02	Lagerarbeider	At strekkoden skal gjenkjennes så fort som mulig	Spare tid
US-D-GK-03	Lagerarbeider	Kamera ikke skal koste mer enn 5000kr	Spare penger
US-D-GK-04	Bedrift	Se forskjellen mellom hullstørrelser på deler	Gjenkjenne den riktige delen
US-D-GK-05	Ingeniør	Programvaren er billigst mulig	Spare penger
US-D-GK-06	Bedrift	Gjenkjenne deler basert på et bilde fra databasen	Systemets hovedfunksjon
US-D-GK-07	Bedrift	Gjenkjenne deler basert på CAD-fil fra databasen	Systemets hovedfunksjon

7.6 Programvare

User-stories for programvaren			
User Story-ID	Som en:	Så vil jeg:	Sånn at jeg kan:
US-D-PV-01	Bedrift	Ha et windows basert system	Ha et system som er kompatibelt med datamaskinen hos Tronrud
US-D-PV-02	Bedrift	Ha en godt kommentert kode	Let å endre og forstå koden
US-D-PV-03	Bedrift	Ha en godt dokumentert kode og referanser	Mulighet til å utvide koden eller erstatte deler av koden med nye metoder

8 Kravspesifikasjon

8.1 Kravprioritet

Kravprioritet		
Dette kravet må oppfylles for at systemet våres skal kunne fungere.	Dette kravet bør oppfylles, men kan utelates hvis nødvendig.	Dette kravet kan oppfylles for å forbedre systemet.
A	B	C

8.2 Kravidentifikasjon

Kravidentifikasjon	
K-M	Krav - Maskin
K-A	Krav - Administrativt
K-D-UI	Krav - Data - Brukergrensesnitt, herav (UI)
K-D-DB	Krav - Data - Database
K-D-GK	Krav - Data - Gjenkjenne
K-D-PV	Krav - Data - Programvare

8.3 Maskin

Maskin - Krav					
Krav-ID	User Story-ID	Beskrivelse	Prioritet	Godkjent av	Status
K-M-01	US-M-01	Maksimum løftehøyde av 1.0m	A	TE	Oppfylt
K-M-02	US-M-02	Kamerastativet skal være fast montert	A	TE	Oppfylt
K-M-03	US-M-03	Pallen skal ikke kjøres opp på en plattform	A	TE	Oppfylt
K-M-04	US-M-04	Sikkerhetsmekanismen må kunne tåle maks last hvis hovedmekanismen ryker	A	TE	Ikke oppfylt
K-M-05	US-M-05	Pallen skal være 0.5m unna gjenkjenningsområde	A	TE	Oppfylt
K-M-06	US-M-06	Systemet må ikke miste pallen hvis motorene mister kraft	A	TE	Ikke oppfylt
K-M-07	US-M-07	Modulært design for lett vedlikehold	A	TE	Oppfylt
K-M-08	US-M-08	Hovedrammen skal tåle 1 tonn	A	TE	Oppfylt
K-M-09	US-M-09	Vekten som veier delene skal kunne veie opp til 10kg	B	TE	Ikke oppfylt
K-M-10	US-M-10	Vekten som veier delene skal ha en nøyaktighetsgrad på + -10g	B	TE	Ikke oppfylt
K-M-11	US-M-11	Systemet skal ha en sikkerhetsfaktor på 2	A	TE	Oppfylt
K-M-12	US-M-12	Systemet skal ikke produsere lyd over 50db	A	TE	Ikke oppfylt
K-M-13	US-M-13	Systemet skal kunne skrive ut en etikett med delnummer	A	TE	Ikke oppfylt
K-M-14	US-M-14	Kamerastativet skal ha optimal høyde til å kunne gjenkjenne alle deler	B	TE	Ikke oppfylt
K-M-15	US-M-15	2D-tegningene skal følge toleranser og forretningssystemet som blir brukt av Tronrud	A	TE	Oppfylt
K-M-16	US-M-16	Vinklene må kunne senkes helt ned til gulvet	A	TE	Oppfylt

8.8 Administrativt

Administrative krav					
Krav-ID	User Story-ID	Beskrivelse	Prioritet	Godkjent av	Status
K-A-01	US-A-01	Kamera skal ikke koste mer enn 5000kr	A	TE	Oppfylt
K-A-02	US-A-02	Alle valgene som blir tatt, skal være begrunnet og godt dokumentert	A	TE	Oppfylt
K-A-03	US-A-03	Programvaren som blir brukt til gjenkjenning skal være billig eller gratis	A	TE	Oppfylt

8.4 Brukergrensesnitt

Brukergrensesnitt - krav					
Krav-ID	User Story-ID	Beskrivelse	Prioritet	Godkjent av	Status
K-D-UI-01	US-D-UI-01	Brukergrensesnittet skal ha lavere responstid enn 1 sekund	C	TE	Ikke oppfylt
K-D-UI-02	US-D-UI-02	Skal vise "skann på nytt"-knapp ved feil gjenkjenning eller andre feil	A	TE	Oppfylt
K-D-UI-03	US-D-UI-03	Lagerarbeideren skal ha mulighet til å velge leverandører ved sending	A	TE	Oppfylt
K-D-UI-04	US-D-UI-04	Lagerarbeideren skal ha mulighet til å skrive inn antall indentiske deler som er på pallen	A	TE	Ikke oppfylt
K-D-UI-05	US-D-UI-05	Lagerarbeideren må kunne logge seg inn	B	TE	Oppfylt
K-D-UI-06	US-D-UI-06	Systemet skal vise frem alle mulige riktige resultater etter gjenkjenning og la arbeideren velge den riktige	A	TE	Oppfylt
K-D-UI-07	US-D-UI-07	Brukergrensesnittet skal være lett å navigere og ha store knapper	A	TE	Oppfylt

8.5 Database

Databasekrav					
Krav-ID	User Story-ID	Beskrivelse	Prioritet	Godkjent av	Status
K-D-DB-01	US-D-DB-01	Systemet skal eksportere liste med nødvendig informasjon om deler som ble sendt/motatt	A	TE	Oppfylt
K-D-DB-02	US-D-DB-02	Dokumentet som blir eksportert skal vise hvilken leverandør delene ble sendt til	A	TE	Oppfylt
K-D-DB-03	US-D-DB-03	Ansatte hos Tronrud skal ha tilgang til databasen med eksporterte lister	A	TE	Oppfylt
K-D-DB-04	US-D-DB-04	Ved skanning av en del som allerede eksisterer i databasen, skal den ikke legges inn som en duplikat	B	TE	Oppfylt
K-D-DB-05	US-D-DB-05	Systemet må kunne hente ut informasjon om delen og skrive den ut som etikett	A	TE	Ikke oppfylt
K-D-DB-06	US-D-DB-06	Databasen må kunne registrere nye deler ved skanning.	A	TE	Oppfylt

8.6 Gjenkjenning

Gjenkjenningskrav					
Krav-ID	User Story-ID	Beskrivelse	Prioritet	Godkjent av	Status
K-D-GK-01	US-D-GK-01	Gjenkjenningsprosessen av delene skal ikke ta mer enn 1 sekund	A	TE	Ikke oppfylt
K-D-GK-02	US-D-GK-02	Gjenkjenningsprosessen av strekkoden skal ikke ta mer enn 1 sekund	A	TE	Oppfylt
K-D-GK-03	US-D-GK-03	Kamera skal ikke koste mer enn 5000 kr	A	TE	Oppfylt
K-D-GK-04	US-D-GK-04	Systemet må kunne skille mellom lignende deler med forskjellige hulldiametere	B	TE	Oppfylt
K-D-GK-05	US-D-GK-05	Programvare brukt til gjenkjenning skal være gratis/billig	A	TE	Oppfylt
K-D-GK-06	US-D-GK-06	Systemet må kunne gjenkjenne deler basert på et bilde fra databasen	A	TE	Oppfylt
K-D-GK-07	US-D-GK-07	Systemet må kunne gjenkjenne deler basert på en CAD-modell	C	TE	Ikke Oppfylt

8.7 Programvare

Programvarekrav					
Krav-ID	User Story-ID	Beskrivelse	Prioritet	Godkjent av	Status
K-D-PV-01	US-D-PV-01	Systemet skal være Windows-basert	A	TE	Oppfylt
K-D-PV-02	US-D-PV-02	Koden skal være godt dokumentert. Tankegangen og prosessen skal vises tydelig	A	TE	Oppfylt
K-D-PV-03	US-D-PV-03	Referanser skal være tilgjengelige	A	TE	Oppfylt

9 Testspesifikasjon

9.1 Testidentifikasjon

Testidentifikasjon	
T-M	Test - Maskin
T-D-UI	Test - Data - Brukergrensesnitt, herav (UI)
T-D-DB	Test - Data - Database
T-D-GK	Test - Data - Gjenkjenning
T-D-PV	Test - Data - Programvare
T-A	Test - Administrativt

9.2 Teststatus

Teststatus		
Godkjent og utført	Ikke godkjent, men utført	Ikke utført
G+U	IG+U	IU

9.3 Maskin

Test Tittel:	Løftehøyde		
Test ID:	T-M-01	Test laget av:	Adithya Arun
Krav ID:	K-M-01, K-M-08	Test laget dato:	05-02-2020
Test Prioritet:	A	Test utført av:	Kristian Klev
Test Type:	Analyse	Test utført dato:	15-04-2020
Beskrivelse:	Teste om systemet klarer å løfte pallen med maksimum last (500kg) opp til en høyde av 1.0 meter		
Notater:	På grunn av forsinkelser, blir dette testet kun i modellen		
Status:	Godkjent		

Steg#	Steg beskrivelse	Forventet resultat	Fått resultat	Status
1	Mål høyden når pallen er på toppen	Høyden skal være 1.0 meter	Pallekarmen kommer opp til 1m	Godkjent

Test Tittel:	Avstand mellom pallen og gjenkjenningsområde		
Test ID:	T-M-02	Test laget av:	Adithya Arun
Krav ID:	K-M-05	Test laget dato:	05-02-2020
Test Prioritet:	B	Test utført av:	Adithya Arun
Test Type:	Fysisk	Test utført dato:	01-05-2020
Beskrivelse:	Teste om avstand mellom delene på pallen og gjenkjenningssområde er lavere enn 0.5 meter. Dette er å redusere stress på kroppen til lagerarbeideren		
Notater:	Testes i modellen		
Status:	Godkjent		

Steg#	Steg beskrivelse	Forventet resultat	Fått resultat	Status
1	Løfte pallen	Pallen er på ønsket høyde	Pallen løftes i modellen	Godkjent
2	Måle avstand mellom pallen og gjenkjenningsområde	Avstand er under 0.5 meter	Avstand er 0.4m	Godkjent
3	Senke pallen	Pallen senkes til gulvet	Pallen senkes i modellen	Godkjent

Test Tittel:	Sikkerhetssystemet til løftemekanismen		
Test ID:	T-M-03	Test laget av:	Adithya Arun
Krav ID:	K-M-06, K-M-04	Test laget dato:	05-02-2020
Test Prioritet:	A	Test utført av:	
Test Type:	Analyse	Test utført dato:	
Beskrivelse:	Teste om sikkerhetsmekanismen klarer å stoppe pallen med maks last ved feil med motor eller kjede		
Notater:	Sikkerhetssystemet ble ikke designet til slutt produktet		
Status:	Ikke godkjent		

Steg#	Steg beskrivelse	Forventet resultat	Fått resultat	Status
1	Løfte pallen med 500kg last	Pallen løftes til ønsket høyde	Løftes i modellen	Godkjent
2	Slå av motoren	Motoren er slått av	Kan ikke testes	Ikke godkjent
3	Se om sikkerhetsmekanismen aktiveres	Pallen står i samme posisjon og ikke dropper	Kan ikke testes	Ikke godkjent
4	Se om sikkerhetsmekanismen tåler maks last	Sjekk for riper/bøying i mekanismen	Kan ikke testes	Ikke godkjent
5	Senke pallen	Pallen senkes til gulvet	Kan ikke testes	Ikke godkjent

Test Tittel:	Utskriving av etikett		
Test ID:	T-M-04	Test laget av:	Adithya Arun
Krav ID:	K-M-13	Test laget dato:	05-02-2020
Test Prioritet:	A	Test utført av:	
Test Type:	Fysisk	Test utført dato:	
Beskrivelse:	Teste om systemet klarer å skrive ut etikett med nødvending informasjon etter gjenkjenning		
Notater:	Systemet med utskrivning av etikett ble ikke en del av slutt designet		
Status:	Ikke godkjent		

Steg#	Steg beskrivelse	Forventet resultat	Fått resultat	Status
1	La systemet lagre bilde og delnummer av delen i databasen	Informasjon er lagret i databasen	Informasjon er lagret	Godkjent
2	La systemet gjenkjenne delen	Riktig delnummer vises på skjermen	Riktig informasjon vises	Godkjent
3	Skrive ut etikett	Etikett med riktig informasjon om delen er skrevet ut	Ikke integrert	Ikke godkjent

Test Tittel:	Kamera høyde og festing		
Test ID:	T-M-05	Test laget av:	Adithya Arun
Krav ID:	K-M-02, K-M-14	Test laget dato:	05-02-2020
Test Prioritet:	A	Test utført av:	
Test Type:	Fysisk	Test utført dato:	
Beskrivelse:	Teste om høyden til fast-montert kameraet er optimalt, ved å sjekke om det klarer å gjenkjenne den største og den minste delen.		
Notater:	Ikke testet på grunn av hjemmekontor		
Status:	Ikke godkjent		

Steg#	Steg beskrivelse	Forventet resultat	Fått resultat	Status
1	Bestemme høyden til kamera	Kamera står fast ved høyden		
2	Prøv å gjenkjenne en 1m x 1m del	Riktig informasjon om delen er gitt etter gjenkjenning		
3	Prøv å gjenkjenne minste delen	Riktig informasjon om delen er oppgitt		

Test Tittel:	Avstand mellom vinkelprofilene og gulvet		
Test ID:	T-M-07	Test laget av:	Adithya Arun
Krav ID:	K-M-16	Test laget dato:	05-02-2020
Test Prioritet:	A	Test utført av:	Kristian Klev
Test Type:	Analyse	Test utført dato:	23-04-2020
Beskrivelse:	Teste om vinkelprofilene kan senkes helt ned til gulvet. Dette går ut ifra hvor høyt festinen mellom vinkel og kjede er på vinkelen.		
Notater:	Sjekket i modellen		
Status:	Godkjent		

Steg#	Steg beskrivelse	Forventet resultat	Fått resultat	Status
1	Senk vinkelprofilene	Systemet senker vinklene med en bestemt hastighet	Senket i modellen	Godkjent
2	Sjekk om vinklene treffer gulvet når de er på lavest posisjon	Vinklene treffer gulvet men ikke presser mot gulvet	Pallen stopper på samme høyden som gulvet	Godkjent

9.4 Brukergrensesnitt

Test Tittel:	Responstiden til brukergrensesnittet		
Test ID:	T-D-UI-01	Test laget av:	Adithya Arun
Krav ID:	K-D-UI-01	Test laget dato:	06-02-2020
Test Prioritet:	B	Test utført av:	Kirisan Manivan- nan
Test Type:	Synlig	Test utført dato:	29-04-2020
Beskrivelse:	Testing av responstiden til brukergrensesnittet		
Notater:			
Status:	Godkjent		

Steg#	Steg beskrivelse	Forventet resultat	Fått resultat	Status
1	Start systemet	Systemet er klart til bruk	Systemet startet opp	Godkjent
2	Trykk på en knapp	Systemet fortsetter til neste side	Neste side vises	Godkjent
3	Mål tiden systemet bruker til å laste inn neste side	Responstid under 1 sekund	Neste side laster inn øyeblikkelig	Godkjent

Test Tittel:	”Skann på nytt” knapp		
Test ID:	T-D-UI-02	Test laget av:	Adithya Arun
Krav ID:	K-D-UI-02	Test laget dato:	06-02-2020
Test Prioritet:	A	Test utført av:	Kirisan Manivan- nan
Test Type:	Fysisk	Test utført dato:	03-05-2020
Beskrivelse:	Teste om systemet viser en ”skann på nytt” knapp ved feil		
Notater:			
Status:	Godkjent		

Steg#	Steg beskrivelse	Forventet resultat	Fått resultat	Status
1	Begynn gjenkjenningsprosessen	Systemet er klart til å gjenkjenne	Systemet er klar	Godkjent
2	Simulere en error ved gjenkjenning	System gjenkjenner ikke delen	Testes etter integrering	Ikke godkjent
3	Se om systemet gir deg mulig til å skanne på nytt	Systemet viser en ”skann på nytt knapp”	Knappen vises	Godkjent

Test Tittel:	Valg av leverandører/type overflate behandling før sending		
Test ID:	T-D-UI-03	Test laget av:	Adithya Arun
Krav ID:	K-D-UI-03	Test laget dato:	06-02-2020
Test Prioritet:	A	Test utført av:	Kirisan Manivan- nan
Test Type:	Synlig	Test utført dato:	03-05-2020
Beskrivelse:	Teste hvis systemet gir lagerarbeideren mulighet til å velge leverandør før sending		
Notater:			
Status:	Godkjent		

Steg#	Steg beskrivelse	Forventet resultat	Fått resultat	Status
1	Start systemet	Systemet er klart til bruk	Klar til bruk	Godkjent
2	Se om en side med leverandører og type overflatebehandling kommer opp før gjenkjen- ningsprosessen	Systemet viser en side med en liste av alle leverandører og over- flatebehandlingstyper	Gir mulighet til å velge	Godkjent

Test Tittel:	Mulighet til å skrive inn antall identiske deler på pallen		
Test ID:	T-D-UI-04	Test laget av:	Adithya Arun
Krav ID:	K-D-UI-04	Test laget dato:	06-02-2020
Test Prioritet:	B	Test utført av:	Kirisan Manivan- nan
Test Type:	Synlig	Test utført dato:	03-05-2020
Beskrivelse:	Teste hvis systemet gir lagderarbeideren mulighet til å skrive inn antall deler etter hvert skann		
Notater:			
Status:	Godkjent		

Steg#	Steg beskrivelse	Forventet resultat	Fått resultat	Status
1	Begynn gjenkjenningsprosessen	Systemet er klart til å gjenkjenne	Klar	Godkjent
2	Skann en del	Delen er skannet	Testes etter integrering	Ikke godkjent
3	Se på skjermen om du har mulighet til å skrive antall deler	Systemet viser en knapp hvor du kan skrive inn antall deler	Har mulighet	Godkjent
4	Sjekk liste som blir eksportert om tallet stemmet	Eksportert liste inneholder riktig antall deler	Eksporterer med riktig informasjon	Godkjent

Test Tittel:	Innlogging ved system start		
Test ID:	T-D-UI-05	Test laget av:	Adithya Arun
Krav ID:	K-D-UI-05	Test laget dato:	06-02-2020
Test Prioritet:	A	Test utført av:	Kirisan Manivan- nan
Test Type:	Synlig	Test utført dato:	03-05-2020
Beskrivelse:	Ved system start skal første siden være en innloggingside hvor lagerarbeideren kan skrive inn navn eller ansattnummer		
Notater:			
Status:	Godkjent		

Steg#	Steg beskrivelse	Forventet resultat	Fått resultat	Status
1	Start systemet	Systemet har starter	Systemet er klar	Godkjent
2	Sjekk hvilken side vises ved oppstart	Innloggingside vises	Ansatte kan logge seg inn	Godkjent

Test Tittel:	Visning av alle mulige resultatene		
Test ID:	T-D-UI-06	Test laget av:	Adithya Arun
Krav ID:	K-D-UI-06	Test laget dato:	06-02-2020
Test Prioritet:	A	Test utført av:	Kirisan Manivan- nan
Test Type:	Synlig	Test utført dato:	05-05-2020
Beskrivelse:	Teste om systemet viser alle mulige resultatene etter gjenkjenning		
Notater:	Kan testes etter integrering av bildegjenkjenning med brukergrensesnittet		
Status:	Delvis godkjent		

Steg#	Steg beskrivelse	Forventet resultat	Fått resultat	Status
1	Begynn gjenkjenningsprosessen	Systemet er klart til å gjenkjenne	Systemet er klart	Godkjent
2	Skann 3 deler som ligner	delnummere og bilder av delene er lagret i databasen	Testes etter integrering	Ikke godkjent
3	Prøv å gjenkjenne en av de delene	Systemet tar bilde av delen og sammenligner med databasen	Testes etter gjenkjenning	Ikke godkjent
4	Sjekk resultatene om alle 3 delene som ble skannet tidligere vises som mulige resultater	3 lignende deler vises som resultater	Systemet skal vise resultatene	Godkjent

9.5 Database

Test Tittel:	Eksportering av liste med nødvendig informasjon		
Test ID:	T-D-DB-01	Test laget av:	Adithya Arun
Krav ID:	K-D-DB-01, K-D-DB-02, K-D-DB-03	Test laget dato:	10-02-2020
Test Prioritet:	A	Test utført av:	Daniel Gjestebø
Test Type:	Synlig	Test utført dato:	05-05-2020
Beskrivelse:	Teste om systemet eksporterer en liste med alle delene som ble sendt/mottatt og om den viser informasjon om lagerarbeideren og leverandøren. Testen skal også sjekke om ansatte hos Tronrud Engineering har tilgang til listene som blir eksportert		
Notater:	Listen som blir eksportert, kan ikke deles med ansatte enda		
Status:	Delvis godkjent		

Steg#	Steg beskrivelse	Forventet resultat	Fått resultat	Status
1	Skann en pall med deler	Alle delene på pallen er lagret i databasen	Informasjon er lagret	Godkjent
2	Avslutt prosessen	Prosesen er avsluttet og en liste er eksportert	Lagret i tabell	Godkjent
3	Sjekk om listen har riktig informasjon om delene	Liste har riktig delnummere og riktige antall deler	Riktig informasjon	Godkjent
4	Sjekk om liste har informasjon om lagerarbeider og leverandør	Listen viser hvor delene ble sendt og hvem hadde skannet delene	Riktig informasjon	Godkjent
5	Ansatte hos Tronrud Engineering sjekker om de har tilgang til liste som ble eksportert	Ansatte har tilgang	Kan ikke gjøres fra brukergrensesnittet	Delvis godkjent

Test Tittel:	Lagring av informasjon om deler og unngåelse av duplikater i databasen		
Test ID:	T-D-DB-02	Test laget av:	Adithya Arun
Krav ID:	K-D-DB-04, K-D-DB-06,	Test laget dato:	10-02-2020
Test Prioritet:	A	Test utført av:	Daniel Gjestebø
Test Type:	Synlig	Test utført dato:	28-04-2020
Beskrivelse:	Teste om systemet klarer å lagre informasjon om deler som ikke er i databasen, og ved skanning hvis en del er allerede registrert skal systemet ikke lagre et duplikat		
Notater:			
Status:	Godkjent		

Steg#	Steg beskrivelse	Forventet resultat	Fått resultat	Status
1	Skann en del og strekkoden som ikke er i databasen	Systemet lagrer delnummeret og tilsvarende bilde i databasen	Informasjon blir lagret	Godkjent
2	Skann strekkoden til en del som allerede eksisterer i databasen	Systemet viser "Allerede i databasen" med fortsatt legger delen til listen som skal eksporteres	Informasjon ikke er lagret på nytt	Godkjent

Test Tittel:	Henting av informasjon fra databasen, utskriving av etikett		
Test ID:	T-D-DB-03	Test laget av:	Adithya Arun
Krav ID:	K-D-DB-05	Test laget dato:	10-02-2020
Test Prioritet:	A	Test utført av:	Daniel Gjestebø
Test Type:	Synlig	Test utført dato:	12-05-2020
Beskrivelse:	Teste om systemet klarer å hente riktig informasjon fra databasen og om systemet kan skrive ut et eller flere etikett med riktig informasjon på.		
Notater:			
Status:	Ikke godkjent		

Steg#	Steg beskrivelse	Forventet resultat	Fått resultat	Status
1	Gjenkjenne en del	Systemet henter ut riktig informasjon om delen fra databasen	Informasjon er lagret	Godkjent
2	Skrive inn antall identiske deler	Systemet lagrer informasjon om antall deler i listen	Informasjon er lagret	Godkjent
3	Skrive ut etikett	Systemet skriver ut riktig antall etiketter med riktig informasjon	Etikett blir ikke skrevet ut	Ikke godkjent

9.6 Gjenkjenning

Test Tittel:	Gjenkjenningstid		
Test ID:	T-D-GK-01	Test laget av:	Adithya Arun
Krav ID:	K-D-GK-10, K-D-GK-02	Test laget dato:	17-02-2020
Test Prioritet:	A	Test utført av:	Rahmat Mozafari
Test Type:	Synlig	Test utført dato:	06-05-2020
Beskrivelse:	Teste om systemet klarer å gjenkjenne/skann deler og strekkoden innen 2 sekund		
Notater:			
Status:	Delvis godkjent		

Steg#	Steg beskrivelse	Forventet resultat	Fått resultat	Status
1	Gjør systemet klar til gjenkjenning	Systemet viser skann på skjermen	Systemet er klart	Godkjent
2	Legg en del på gjenkjenningssområde	Delene er plasserte på riktig posisjon	Delene er klare	Godkjent
3	Trykk på skann på nytt og start en timer	Systemet begynner å gjenkjenne delen	Gjenkjenning starter	Godkjent
4	Trykk stopp på timeren når resultater kommer på skjermen	Resultater vises innen 2 sekunder etter vi trykker "skann"	Resultatene vises etter 3 sekunder	Ikke godkjent
5	Repetere steg 3 og 4 men erstatte delen med en strekkode	Systemet henter ut informasjon fra strekkoden innen 2 sekunder	Systemet klarer å hente ut informasjon innen 2 sekunder	Godkjent

Test Tittel:	Gjenkjenning basert på et bilde i databasen		
Test ID:	T-D-GK-02	Test laget av:	Adithya Arun
Krav ID:	K-D-GK-06	Test laget dato:	17-02-2020
Test Prioritet:	A	Test utført av:	Rahmat Mozafari
Test Type:	Synlig	Test utført dato:	06-05-2020

Beskrivelse:	Teste om systemet klarer å gjenkjenne en del basert på et bilde av samme delen som allerede eksisterer i databasen
Notater:	
Status:	Godkjent

Steg#	Steg beskrivelse	Forventet resultat	Fått resultat	Status
1	Skann delen	Systemet skanner delen og lagrer informasjonen i databasen	Informasjon er lagret	Godkjent
2	Start gjenkjenningsprosessen	Systemet er klar å gjenkjenne	Systemet er klar	Godkjent
3	Gjenkjenn delen	Systemet sammenligner delen med bilder i databasen og viser riktig resultat(er)	Gjenkjenning henter ut riktig resultatene	Godkjent

10 Risikograf

HØY	MODERAT	HØY	VELDIG HØY
MODERAT	LAV	MODERAT	HØY
LAV	VELDIG LAV	LAV	MODERAT
	LAV	MODERAT	HØY

10.1 Sannsynlighetsgrader

Sannsynlighetsgrader: LAV, Sannsynligheten for at dette skal skje er mellom 0% og 1% MODERAT, Sannsynligheten for at dette skal skje er mellom 1% og 49% HØY, Sannsynligheten for at dette skal skje er mellom 50% og 100%

10.1.1 Omfangsgrader

LAV, dette er noe som ikke har stor innvirkning på systemet, kanskje små tidstap eller små ulemper. MODERAT, disse situasjonene påvirker systemet slik at en person som er involvert i systemet må bruke ekstra tid på å ordne problemet. Disse problemene kan også forhindre gruppearbeid og redusere den tekniske kvaliteten til systemet. HØY, Dette er problemer som hindrer systemet fra å utføre normal funksjon eller som stopper gruppen fra å gjennomføre oppgaven ordentlig.

Risk-ID: Dette er ID-en for risikoen, dette er for lettere identifisere hvilken risiko vi jobber med

Sannsynlighet: Dette er sannsynligheten for at noe skal skje

Omfang: Dette er hvor stor påvirkning risikoen har på prosessen, systemer eller andre faktorer hvis det skjer en feil

Risiko: Dette er den hva den faktiske risikoen er for et problem hvis det oppstår, dette er en blanding av omfang og sannsynlighet. Dette representerer hvor mye vi bør prioritere det problemet basert på hvor den blir satt i grafene

Beskrivelse: Dette er en kort beskrivelse av problemet og hvilken situasjon eller del som er utsatt. Dette er for å identifisere problemer som kan være like, men fortsatt er litt forskjellige.

Trussel: Her forteller man hva som er kilden til problemet og hva som kan forårsake problemer

Sårbarheter: Dette er den delen som blir påvirket av trusselen og hva den er.

Påvirkning på: Her skriver man hva som sårbarheten gir tilgang til eller lager problemer for hvis den blir angrepet

Kompromitterer: Hvilken funksjon er det som blir hindret av trusselen og hvilken funksjon som blir kompromittert.

Håndtering: Dette er hvordan vi skal løse problemet når det oppstår. Skal man endre på systemet slik at man forhindrer problemet eller endrer vi slik at vi reduserer omfanget av problemet.

Krav-ID: Her skriver man kravet som risikoen er tilknyttet, dette gjør at vi lettere kan spore fram til kravet for å se hva løsning kan være. Noen risikoer er ikke direkte tilknyttet et krav så dette feltet vil noen ganger stå blankt

Test-ID: Her skriver man hvilken test vi bruker for å se hvilken risiko vi prøver å håndtere. Dette gjør at vi kan organisere og finne fram til risikoen og testene lettere. Noen risikoer er ikke direkte tilknyttet en test så dette feltet vil noen ganger stå blankt

AR: Administrativ risiko, risikoer som omhandler gruppearbeid, samhold og planlegging

DR: Data-risiko, risikoer som omhandler programvare og maskinvare

MR: Maskin-risiko, risikoer som omhandler strukturelle deler og fysisk form.

11 Risiko tabeller

11.1 DR-01

		Sannsynlighet	Omfang	Risiko
Risk-ID	DR-01	MODERAT	MODERAT	MODERAT
Beskrivelse		Lagerarbeider misforstår brukergrensesnittet, brukergrensesnittet er lite intuitivt		
Trussel	Teknisk, rotete eller uferdig brukergrensesnitt	Sårbarheter	Forståelsen til arbeideren	
Påvirkning på	Arbeidsflyten, evnen til å utføre vanlig funksjoner	Kompromitterer	Effektiviteten til systemet og tidsbruken som kunne blitt spart.	
Forebyggelse		Bygge et fint brukergrensesnitt som er lett å forstå og som ikke kan henge seg opp på grunn av feil design.		
Håndtering		Ha revisjon av brukergrensesnitt slik at det er lett å forstå.		
Krav-ID				
Test-ID				

11.2 DR-02

		Sannsynlighet	Omfang	Risiko
Risk-ID	DR-02	LAV	HØY	MODERAT
Beskrivelse		Systemet krasjer på grunn av tekniske feil i systemet. Programmeringsfeil eller feilkoblinger		
Trussel	Teknisk, dårlig programvare eller oppkobling	Sårbarheter		Programvaren til systemet
Påvirkning på	Operasjonen til systemet	Kompromitterer		Effektiviteten til systemet, arbeidstiden til vedlikeholder
Forebyggelse		Passe på at programvaren er bra vedlikeholdt og riktig programmert slik at det er lav sjanse for at systemet skal henge seg opp. Oppkobling av komponenter er riktig og at sjansen for feil er lav		
Håndtering		Revisjon av kode og finne feil som kan være i koden, med tanke på oppkobling spørre noe som har erfaring med elektronisk oppkobling slik at vi lettere finner feilen og ikke kaster bort tid.		
Krav-ID				
Test-ID				

11.3 DR-03

		Sannsynlighet	Omfang	Risiko
Risk-ID	DR-03	LAV	HØY	MODERAT
Beskrivelse		Databasen blir flaskehals for systemets ytelse, som øker responstiden til gjenkjenning og brukergrensesnittet		
Trussel	Teknisk, informasjons tilgangshastighet	Sårbarheter		Designet av databasen
Påvirkning på	Responstiden, funksjonaliteten til systemet og effektiviteten til systemet	Kompromitterer		Effektiviteten til systemet, arbeidstiden til vedlikeholder
Forebyggelse		Redusere data som skal bli overført rundt i systemet. Designe tabeller slik at ikke for mye data blir flyttet slik at systemet kan fokusere på gjenkjenning		
Håndtering		Design databasen på nytt for å normalisere data og gjøre SQL spørringer mer effektive		
Krav-ID				
Test-ID				

11.4 DR-04

		Sannsynlighet	Omfang	Risiko
Risk-ID	DR-04	LAV	HØY	MODERAT
Beskrivelse		Tilkoblingsfeil til databasen ved installering av programmet. Filer som programmet er avhengig av blir feil installert på en ny maskin som fører til at programmet ikke kan kjøre.		
Trussel	Teknisk, Maskinvare	Sårbarheter	Maskininnstillinger, versjon av programmer og operativsystem	
Påvirkning på	Om brukeren kan få tilgang til programmet.	Kompromitterer	Bruk av programmet	
Forebyggelse		Bruke samme versjon av alle programmer og gjøre det lett å forstå hvilke filer som er nødvendig for å kjøre programmet		
Håndtering		Prøve å tilpasse programmet til maskinen som skal installere programmet		
Krav-ID				
Test-ID				

11.5 DR-05

		Sannsynlighet	Omfang	Risiko
Risk-ID	DR-05	LAV	HØY	MODERAT
Beskrivelse		Ikke mulig å automatisk oppdatere brukergrensesnittet ved oppdatering av Qt		
Trussel	Teknisk, programvare	Sårbarheter	Programvare versjon.	
Påvirkning på	stabiliteten til systemet	Kompromitterer	Brukervennligheten for vedlikehold av programvare	
Forebyggelse		Design systemet slik at det ikke er avhengig av eksperimentelle verktøy som ikke blir støttet av nye versjoner av programmet		
Håndtering		Design systemet slik at brukergrensesnittet ikke trenger oppdateringer ved nye versjoner av Qt		
Krav-ID				
Test-ID				

11.6 DR-06

		Sannsynlighet	Omfang	Risiko
Risk-ID	DR-06	LAV	HØY	MODERAT
Beskrivelse		Gjenkjenningstiden blir for lang, slik at funksjonaliteten ikke oppfyller ønskene til oppdragsgiver		
Trussel	Teknisk, programvare	Sårbarheter	Dataoverføring, prosesseringstid	
Påvirkning på	Tilfredstillelsen til oppdragsgiver, effektiviteten til systemet	Kompromitterer	effektiviteten til systemet	
Forebyggelse		Ha god dataflyt mellom gjenkenningsprogrammet og database		
Håndtering		Endre på hvordan data blir lagret og redusere antall bilder som skal bli sammenlignet		
Krav-ID				
Test-ID				

11.7 AR-01

		Sannsynlighet	Omfang	Risiko
Risk-ID	AR-01	LAV	MODERAT	LAV
Beskrivelse		Misforståelse av oppgaven, vi jobber med ting som ikke er en del av oppgaven eller gjør det annerledes enn det som er ønsket		
Trussel	Menneskelig, Miskommunikasjon	Sårbarheter	Gruppens forståelse	
Påvirkning på	Gruppe arbeidet	Kompromitterer	Oppgavens kvalitet	
Forebyggelse		God kommunikasjon med oppgavegiver og god kravspesifikasjon.		
Håndtering		Jobbe nok for å komme tilbake innenfor rammen av oppgaven.		
Krav-ID				
Test-ID				

11.8 AR-02

		Sannsynlighet	Omfang	Risiko
Risk-ID	AR-02	LAV	HØY	MODERAT
Beskrivelse		Ikke tilfredsstillende gjennomførelse av oppgaven, arbeidet oppfyller ikke kravene som er satt av oppdragsgiver og skolen		
Trussel	Menneskelig, Dårlig arbeidsinnsats	Sårbarheter	Produktiviteten	
Påvirkning på	Kvaliteten på oppgaven	Kompromitterer	Gruppens karakterer	
Forebyggelse		Gruppemøter der folk får tildelt ansvar, tilbakemeldinger på hvordan hver person har jobbet og om personen oppfyller arbeidskravene som er satt for hver person		
Håndtering		Tilsnakk til personen som ikke jobber nok og gir dem mulighet til å skjerpe seg før det blir et ordentlig problem for hele gruppen		
Krav-ID				
Test-ID				

11.9 AR-03

		Sannsynlighet	Omfang	Risiko
Risk-ID	AR-03	LAV	HØY	MODERAT
Beskrivelse		Gruppemedlem møter ikke opp, dårlig oppmøte blant gruppemedlemmer.		
Trussel	Menneskelig, Sykdom, latskap	Sårbarheter	Tilstedeværelse	
Påvirkning på	Gruppesamhold, Produktivitet	Kompromitterer	Antall timer jobbet, Arbeidsmengde totalt for gruppen	
Forebyggelse		Tilsnakk ved flere hendelser der gruppemedlemmer ikke møter opp eller ikke jobber nok		
Håndtering		Melde ifra til veileder eller intern sensor ved ekstreme tilfeller. Ved andre tilfeller blir gruppemedlemmet bedt om å skjerpe seg.		
Krav-ID				
Test-ID				

11.10 AR-04

		Sannsynlighet	Omfang	Risiko
Risk-ID	AR-04	LAV	HØY	MODERAT
Beskrivelse		Gruppemedlem holder ikke tidsfrister		
Trussel	Menneskelig, Sykdom, latskap, mangel på kunnskap	Sårbarheter	Motivasjon	
Påvirkning på	Kvalitet på arbeid, arbeidsmengden til gruppemedlemmet	Kompromitterer	Kvalitet på oppgaven, gruppesamholdet	
Forebyggelse		Oppdatering innad i gruppen for å se hvordan andre gruppemedlemmer ligger an på arbeidsoppgavene deres. Spørre om hjelp av andre gruppemedlemmer eller andre personer som har kunnskap om oppgaven deres.		
Håndtering		Tilsnakk til gruppemedlem for å be dem skjerpe seg og ved ekstreme tilfeller melde ifra til sensor.		
Krav-ID				
Test-ID				

11.11 AR-05

		Sannsynlighet	Omfang	Risiko
Risk-ID	AR-05	LAV	HØY	MODERAT
Beskrivelse		Oppgaver blir ikke ferdig, tildelte oppgaver er ikke ordentlig utført		
Trussel	Menneskelig, Vanskelig oppgave, mangel på kunnskap	Sårbarheter	Produktiviteten, arbeidslysten	
Påvirkning på	Kvaliteten på oppgaven, tiden som blir til oppgaven.	Kompromitterer	Gruppen må jobbe mer for å fikse, deler kan kanskje ikke fungere	
Forebyggelse		Samarbeid mellom gruppemedlemmer, god kommunikasjon om hjelp hvis det trengs		
Håndtering		Tilsnakk til personen det gjelder, bedre fordeling av oppgaver hvis det viser seg at personen jobbet nok men at det var for mye.		
Krav-ID				
Test-ID				

11.12 AR-06

		Sannsynlighet	Omfang	Risiko
Risk-ID	AR-06	MODERAT	MODERAT	MODERAT
Beskrivelse		Dokumentasjon er dårlig strukturert og/eller manglende		
Trussel	Menneskelig, latskap, dårlig jobbing	Sårbarheter	Rutinene til gruppemedlemmer, arbeidslyst	
Påvirkning på	Kvaliteten på dokumentasjonen	Kompromitterer	Karakteren til gruppen	
Forebyggelse		Gjennomgang av dokumentasjon med flere personer, lese gjennom hverandres dokumenter.		
Håndtering		Revisjon av dokumenter, gruppemedlemmer retter opp på dokumentene når det blir oppdaget at dokumentasjonen ikke oppfyller kravene for kvaliteten som er forventet.		
Krav-ID				
Test-ID				

11.13 AR-07

		Sannsynlighet	Omfang	Risiko
Risk-ID	AR-07	MODERAT	HØY	HØY
Beskrivelse		Kravene blir ikke møtt, løsningen oppfyller ikke kravene		
Trussel	Menneskelig, Gruppens forståelse. Teknisk, Løsnings metoden	Sårbarheter	Arbeidsprosessen, løsning på problemer	
Påvirkning på	Tekniske løsningen, Oppdragsgivers tilfredstillelse	Kompromitterer	Gruppens karakter, Effektiviteten til systemet satt i konteksten sin.	
Forebyggelse		Få kravene godkjent av oppdragsgiver, Kravene er godt forklart slik at både gruppen og oppdragsgiver har samme forståelse på hvordan oppgaven skal bli løst		
Håndtering		Endre design hvis den ønskede løsningen er lik nok eksisterende design, ved en helt annen ønsket løsning må et helt nytt design være nødvendig.		
Krav-ID				
Test-ID				

11.14 AR-08

		Sannsynlighet	Omfang	Risiko
Risk-ID	AR-08	MODERAT	HØY	HØY
Beskrivelse		For avansert løsning som ikke kan gjennomføres, gruppen bruker lang tid på en løsning som ikke blir ferdigstilt		
Trussel	Teknisk, vanskelig teori og teknisk vanskelighetsgrad	Sårbarheter	Gruppens kompetanse, gruppens hovmod	
Påvirkning på	Mindre tid tilgjengelig for prosjektet, problemets løsning.	Kompromitterer	Oppdragsgivers tilfredsstillelse, Gruppens karakter og Systemets funksjon blir redusert	
Forebyggelse		God undersøkelse om det løsningen passer til systemet og om teorien som inngår i løsningen er på et nivå som er mulig for gruppen å gjennomføre. Ikke blir for knyttet til en løsning og vurdere flere løsninger		
Håndtering		Revurdere om løsningen er riktig for systemet og velge andre løsninger som kan bli gjennomført innen tidsfrist.		
Krav-ID				
Test-ID				

11.15 AR-09

		Sannsynlighet	Omfang	Risiko
Risk-ID	AR-09	HØY	HØY	HØY
Beskrivelse		Koronavirusutbruddet har en påvirkning på leveringstider og andre muligheter vi har for å samhandle med andre bedrifter og innad i gruppen		
Trussel	Menneskelig, virusmitte. Lovlig, om det er lov til å være samlet og ute av karantene	Sårbarheter	tidspress, hva vi har lov til å gjøre. Bedrifter som kanskje ikke prioriterer små ordre fra studenter	
Påvirkning på	Evnen til å gjennomføre prosjektet med alle deler, kommunikasjon mellom grupped medlemmer	Kompromitterer	Arbeidseffektiviteten	
Forebyggelse		Sette opp ordentlig kommunikasjonsplattformer for å kunne lett kommunisere med andre i gruppen. Med tanke på bedrifter må vi være litt masete for å få svar på om de faktisk kan hjelpe oss og om de kan levere komponenter til oss. Ha gode planer på hvordan vi skal jobbe og oppdatere hverandre hver dag om hvordan det ligger an med arbeid		
Håndtering		Prøve å forbedre hvordan vi jobber og snakke sammen for å se om vi kan løse problemene som oppstår pga. virusutbruddet på en bedre måte hvis første løsning ikke fungerer		
Krav-ID				
Test-ID				

11.16 MR-01

		Sannsynlighet	Omfang	Risiko
Risk-ID	MR-01	MODERAT	HØY	HØY
Beskrivelse		Komponentene blir ikke blir bestilt til riktig tid, slik at man ikke får utført tester til riktig tid		
Trussel	Menneskelig, Usikkerhet	Sårbarheter	Tidspress	
Påvirkning på	Prosjekt tiden	Kompromitterer	Evnen til å fullføre prosjektet innenfor tidsrammen	
Forebyggelse		Lager ordentlig modelleringsplan		
Håndtering		Må levere bestillingsliste og monteringsmanual,		
Krav-ID				
Test-ID				

11.17 MR-02

		Sannsynlighet	Omfang	Risiko
Risk-ID	MR-02	MODERAT	HØY	HØY
Beskrivelse		Komponentene blir ikke blir bestilt til riktig tid slik at delene kommer for sent til at vi kan fullføre en prototype		
Trussel	Menneskelig, Usikkerhet	Sårbarheter	Tidspress	
Påvirkning på	Prosjekt tiden	Kompromitterer	Evnen til å fullføre prosjektet innenfor tidsrammen	
Forebyggelse		Lager ordentlig modelleringsplan og jobbe effektivt med å finne riktig leverandører		
Håndtering		Må levere bestillingsliste og monteringsmanual		
Krav-ID				
Test-ID				

11.18 MR-03

		Sannsynlighet	Omfang	Risiko
Risk-ID	MR-03	MODERAT	HØY	HØY
Beskrivelse		Klemmefare ved gjengestenger og andre bevegelige deler som kan forårsake skade hos arbeider		
Trussel	Teknisk, design	Sårbarheter	Bevegelige deler	
Påvirkning på	Sikkerheten til arbeideren	Kompromitterer	Om systemet kan bli godkjent for å bli brukt	
Forebyggelse		Ha beskyttelse rundt bevegelige deler slik at lagerarbeideren ikke kan skade seg		
Håndtering		Redesigne delene av systemet som ikke gjorde jobben sin eller som feilet		
Krav-ID				
Test-ID				

11.19 MR-04

		Sannsynlighet	Omfang	Risiko
Risk-ID	MR-04	LAV	HØY	MODERAT
Beskrivelse		Fall av pallen hvis systemet mister kraft		
Trussel	Teknisk, kvalitet av deler og design	Sårbarheter	løftemekanisme	
Påvirkning på	sikkerheten rundt systemet	Kompromitterer	sikkerheten til arbeider og kvaliteten på systemet	
Forebyggelse		Ha sikkerhetsmekanismen som kan tåle maks last		
Håndtering		Revudere hvordan systemet er designet, slik at vi får et tryggere system		
Krav-ID				
Test-ID				

11.20 MR-05

		Sannsynlighet	Omfang	Risiko
Risk-ID	MR-05	LAV	HØY	MODERAT
Beskrivelse		Delene passer I modellen men ikke I virkelighet. Delene som har blitt modellert passer ikke inn i systemet.		
Trussel	Menneskelig, feil kalkulering	Sårbarheter	liten erfaring med fysiske modeller	
Påvirkning på	Prosjekt tiden	Kompromitterer	Evnen til å fullføre prosjektet	
Forebyggelse		Dobbeltsjekke toleranser og være sikker på at delene passer før bestilling, ha andre alternativer hvis noen av delene ikke passer		
Håndtering		Kunne bestille deler som kan passe fortest mulig hvis det fortsatt er mulig		
Krav-ID				
Test-ID				

11.21 MR-06

		Sannsynlighet	Omfang	Risiko
Risk-ID	MR-06	MODERAT	HØY	HØY
Beskrivelse		Materialet ryker i noen av mekansimene i systemet		
Trussel	Teknisk, materialstyrke	Sårbarheter	design og struktur	
Påvirkning på	sikkerheten til systemet, funksjonen til systemet	Kompromitterer	Om systemet kan bli godkjent til å bli brukt og om det kommer til å fungere	
Forebyggelse		Kjøre styrkeberegning og ordentlig hånd regning. Ta hensyn til utmatting		
Håndtering		kan ikke levere et produkt som har komponenter som ikke er godkjent		
Krav-ID				
Test-ID				

11.22 MR-07

		Sannsynlighet	Omfang	Risiko
Risk-ID	MR-07	MODERAT	HØY	HØY
Beskrivelse		Gjengestenger starter/stopper ikke samtidig.		
Trussel	teknisk, motorfeil	Sårbarheter	synkroniseringen av motorer	
Påvirkning på	sikkerheten og evnen til å løfte pallen	Kompromitterer	Funksjonen til systemet som løfter pallen. Vedlikehold for å reparere synkronisering	
Forebyggelse		Bruk en mikrokontroller til alle stepmotorer som er veldig nøyaktig og kan synkronisere motorene. Forsikre oss om at det ikke er noe slip på mekanismen som overfører energi til gjengestengene		
Håndtering		Ha en måte å kunne lette installere eller reparerer mikrokontrolleren som har ansvar for å holde styr op motorene		
Krav-ID				
Test-ID				

11.23 MR-08

		Sannsynlighet	Omfang	Risiko
Risk-ID	MR-08	MODERAT	HØY	HØY
Beskrivelse		Motorene har ikke nok effekt til å løfte pallen		
Trussel	Teknisk, motorstyrke	Sårbarheter	vår kunnskap om motorer	
Påvirkning på	løftefunksjonen til systemet, sikkerheten ved tunge vekter	Kompromitterer	Evntent til systemet til å løfte og oppfylle krav om løftestyrke ved tung last	
Forebyggelse		Velger riktig motor med beregninger som kan bevise at motoren kan løfte nok innenfor sikkerhetsmargin		
Håndtering		Finne en annen motormodell som har styrke nok til å løfte pallen		
Krav-ID				
Test-ID				

11.24 MR-09

		Sannsynlighet	Omfang	Risiko
Risk-ID	MR-09	MODERAT	HØY	HØY
Beskrivelse		Eksterne krefter fra siden velter systemet		
Trussel	Eksterne, fysisike krefter	Sårbarheter	Stabiliteten til systemet	
Påvirkning på	Sikkerheten til arbeideren og systemet	Kompromitterer	funksjonen til systemet	
Forebyggelse		Bygge støttestrukturer som ta imot disse kreftene		
Håndtering		LEgge til forsterkninger hvis problemet ikke blir løst		
Krav-ID				
Test-ID				

11.25 MR-10

		Sannsynlighet	Omfang	Risiko
Risk-ID	MR-10	MODERAT	HØY	HØY
Beskrivelse		Motorene har ikke nok effekt til å løfte pallen		
Trussel	Teknisk, motorstyrke	Sårbarheter	vår kunnskap om motorer	
Påvirkning på	løftefunksjonen til systemet, sikkerheten ved tunge vekter	Kompromitterer	Evntent til systemet til å løfte og oppfylle krav om løftestyrke ved tung last	
Forebyggelse		Velger riktig motor med beregninger som kan bevise at motoren kan løfte nok innenfor sikkerhetsmargin		
Håndtering		Finne en annen motormodell som har styrke nok til å løfte pallen		
Krav-ID				
Test-ID				

11.26 MR-11

		Sannsynlighet	Omfang	Risiko
Risk-ID	MR-11	MODERAT	HØY	HØY
Beskrivelse		Arbeider stopper ikke løftemekanismen i tide slik at motoren kan bli skadet eller systemet blir utsatt for skader		
Trussel	Menneskelig, uforsiktighet fra arbeider. Teknisk, brukervennlighet.	Sårbarheter	Sikkerhet, Motor funksjon	
Påvirkning på	sikkerheten til arbeideren og systemet.	Kompromitterer	Funksjonen til systemet, strukturen til systemet.	
Forebyggelse		Sette inne sikkerhetssensorer som stopper løftemekanismen hvis når et bestemt posisjon.		
Håndtering		Design systemet slik at løftemekanismen ikke utgjør noen fare for arbeideren og plassere sensorer som fungerer bedre.		
Krav-ID				
Test-ID				

11.27 MR-12

		Sannsynlighet	Omfang	Risiko
Risk-ID	MR-12	MODERAT	HØY	HØY
Beskrivelse		Sikkerhetssensorene som er satt i løftemekansimen fungerer ikke optimalt og forhindrer ikke at løftemekanismen beveger seg for fort til feil posisjon.		
Trussel	Teknisk, sensorer registrerer ikke farlig bevegelser	Sårbarheter	Sikkerhet, Motor funksjon	
Påvirkning på	Sikkerheten til systemet og arbeider	Kompromitterer	Strukturen til systemet kan bli skadet som kan føre til reparasjonskostnader	
Forebyggelse		Kontrollere at sensorene kan oppfatte farlige bevegelser og sende advarsel når den oppdager problemer.		
Håndtering		Kalibrere sensorene slik at vi forsikrer oss om at de gjør jobben sin riktig. Reparere mulige skader som har blitt påført på systemet etter feilen.		
Krav-ID				
Test-ID				