



Universitetet
i Stavanger

DET TEKNISK-NATURVITENSKAPELIGE FAKULTET

MASTEROPPGAVE

Studieprogram/spesialisering:

Vårsemesteret, 2009

Konstruksjon og material / Maskindesign

Åpen

Forfatter: Tore J. Haaland

.....
(signatur forfatter)

Faglig ansvarlig: Hirpa Lemu Gelgele

Veileder: Geir Bremnes, Hirpa Lemu Gelgele

Tittel på masteroppgaven:

Automatiseringsalternativer til dyseplateskifte på ekstruderingspresse

Engelsk tittel:

Automation options for shift of nozzle plate on extrudation press

Studiepoeng: 30

Emneord:

Automatisering, ekstruder, dyseplate,
forstudierapport

Sidetall: 60

+ vedlegg/annet: 18

Stavanger, 14.06.2009

dato/år

Forord

Denne hovedoppgaven er skrevet som avslutning av masterstudiet i maskindesign. Den er avlagt ved Institutt for Konstruksjonsteknikk og Materialteknologi ved Universitetet i Stavanger, vårsemesteret januar - juni 2009.

Oppgaven er utformet av fiskefôrprodusenten Skretting a/s i Stavanger. Veileder ved fabrikken har vært teknisk leder Geir Bremnes. Hirpa L. Gelgele har vært faglig ansvarlig ved Universitetet.

I denne anledning vil jeg takke Geir Bremnes og Krasimir Georgiev Dobrev ved Skretting a/s for veiledning, nyttige innspill og informasjon. En særlig takk rettes til Hirpa L. Gelgele for hjelp til disponering og oppsett av oppgaven, samt forslag til praktiske løsninger og nyttige innspill underveis i prosessen.

Jeg er også takknemlig for Ljiljana D. Oosterkamps bidrag med forklaring vedrørende ekstrudering av aluminium hos Hydro, Karmøy.

Videre rettes takk til Tore Lærdal og Ståle Eliassen ved Laerdal Medical som har bidratt med informasjon om oppgaverelevant teknologi og som muliggjorde besøk til bedriftens produksjonslokaler.

Til slutt vil jeg spesielt takke Per T. Haaland og Elisabeth L. Haaland for deres motiverende oppfordringer, gode innspill og korrekturlesing.

Stavanger 14.6.2009

Tore J. Haaland

Innholdsfortegnelse

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | Innledning..... | 1 |
| 1.1 | Bakgrunn og problembeskrivelse | 1 |
| 1.2 | Avgrensning av oppgaven | 2 |
| 1.3 | Rapportstruktur | 2 |
| 2 | Fiskefôrproduzenten Skretting | 3 |
| 2.1 | Produksjonstrinn | 4 |
| 2.2 | Beskrivelse av produksjonsteknikker | 6 |
| 3 | Helse, miljø og sikkerhet | 9 |
| 3.1 | HMS hos Skretting | 9 |
| 3.2 | Sikkerhet i forhold til konstruksjon av maskiner | 10 |
| 4 | Produksjonsutstyr og dyseplateskift..... | 14 |
| 4.1 | Dyseplaten og komponentene rundt den | 14 |
| 4.1.1 | Ekstruder | 15 |
| 4.1.2 | Frontplate | 18 |
| 4.1.3 | Dyseplate | 19 |
| 4.1.4 | Flensring | 22 |
| 4.1.5 | Knivaksel | 23 |
| 4.1.6 | Knivkasse | 24 |
| 4.2 | Dagens dyseplateskift | 25 |
| 5 | Automatisering | 28 |
| 5.1 | Klasser av automatisering | 29 |
| 5.2 | Hvordan oppnå riktig automatisering..... | 31 |
| 5.3 | Automatisering hos Skretting | 33 |
| 6 | Alternativer for automatisk dyseplateskift | 34 |
| 6.1 | Justerbar dyseplate | 34 |
| 6.1.1 | Konstruksjon | 35 |
| 6.1.2 | Funksjon | 38 |
| 6.1.3 | Nødvendige modifikasjoner og hjelpeutstyr..... | 39 |
| 6.1.4 | Styring og kontroll av apparatur..... | 39 |
| 6.1.5 | Hvordan påvirker en justerbar dyseplate produktet..... | 40 |
| 6.1.6 | Problemer med en justerbar dyseplate | 42 |
| 6.2 | Skyvekassett | 43 |
| 6.2.1 | Konstruksjon og modifikasjon..... | 44 |
| 6.2.2 | Styring og kontroll av apparatur..... | 49 |
| 6.2.3 | Funksjon..... | 50 |
| 6.3 | Delautomatisering | 52 |
| 6.3.1 | Konstruksjon og modifikasjon..... | 53 |
| 6.3.2 | Styring og kontroll av apparatur..... | 55 |
| 6.3.3 | Funksjon..... | 56 |
| 6.3.4 | Robot | 57 |

| | |
|---|----|
| 6.4 Omstrukturering av produksjon | 58 |
| 7 Konklusjon | 59 |
| Litteratur og referanser | |
| Vedlegg 1 Forstudierapport | |
| Vedlegg 2 Tegninger fra Skretting | |

Figuroversikt

| | |
|--|----|
| Figur 2.1: Flytskjema for produksjon av fiskefôr..... | 5 |
| Figur 2.2 Skjematisk oppsett av ekstruderingsprosessen..... | 7 |
| Figur 4.1. Komponenter rundt dyseplaten på fronten av ekstruderen..... | 14 |
| Figur 4.2. BC 160 "twin screw extruder" | 15 |
| Figur 4.3. Strømretning for fluid masse langs co-roterende overlappende skruer..... | 15 |
| Figur 4.4 Forskjellige skruuelementer..... | 16 |
| Figur 4.5 Tverrsnitt av ekstruderingscylinder. Her vises de forskjellige seksjonene i skuekonfigurasjonen..... | 16 |
| Figur 4.6. Frontplate og klave..... | 18 |
| Figur 4.7. Utsnitt av frontplate..... | 18 |
| Figur 4.8. Dyseplate med 3,8 mm dyser..... | 19 |
| Figur 4.9. Innside av dyseplate..... | 19 |
| Figur 4.10-A. Tverrsnitt av to 3,8 mm dyser..... | 20 |
| Figur 4.10-B. Tverrsnitt av dyse som illustrerer begreper rundt dyseplatedesign..... | 20 |
| Figur 4.11. Flensring..... | 22 |
| Figur 4.12. Profil av flens..... | 22 |
| Figur 4.13-A. Montert knivaksel..... | 23 |
| Figur 4.13-B. Knivaksel..... | 23 |
| Figur 4.14. Kobling mellom knivaksel og motor..... | 23 |
| Figur 4.15. Knivkasse..... | 24 |
| Figur 4.16. Knivkasse montert til flensringen med klave..... | 24 |
| Figur 5.1. Illustrert sammenligning av kapasitet for menneske versus maskin..... | 28 |
| Figur 5.2. Sammenligning av bevegelsestid for menneske og robot..... | 29 |
| Figur 6.1. Justerbare dyseplater for ekstrudering av plast..... | 34 |
| Figur 6.2. Full gjennomstrømning. Leppe struper gjennomstrømning..... | 34 |
| Figur 6.3. Justerbar dyseplate for fiskefôr..... | 35 |
| Figur 6.4. Bakside av slitering..... | 36 |
| Figur 6.5. Nærbilde av den roterbare ringen..... | 36 |
| Figur 6.7. Det fargede feltet markerer nedstrupet lysåpning mellom to 7 mm hull, tilsvarende en 3,8 mm dyse..... | 37 |
| Figur 6.8. Senteravstand mellom 7 mm hull i justerbar ring og dyse, som gir riktig areal for 3,8 mm lysåpning..... | 37 |
| Figur 6.9-A. Dyseplate i posisjon for 7 mm pellet..... | 38 |
| Figur 6.9-B. Dyseplate i posisjon for 3,8 mm pellet..... | 38 |
| Figur 6.10. Mulige tverrsnitt av nye pellettyper..... | 40 |
| Figur 6.11. Mulige lengder av nye pellettyper..... | 40 |
| Figur 6.12. Pellet med nye former føres bort fra mæren av strømminger..... | 41 |
| Figur 6.13. Hydraulisk dyseplateskifter for ekstrudering av plast..... | 43 |
| Figur 6.14. Automatisk dyseplateskifter med skyvekasset..... | 44 |
| Figur 6.15. Hjulsett for knivkasse..... | 45 |

| | |
|--|----|
| Figur 6.16. Skinnestativ for knivkassen..... | 45 |
| Figur 6.17-A. Trykkreduksjonsventil plassert mellom frontplate og dyseplate. Lukket posisjon..... | 45 |
| Figur 6.17-B. Åpen trykkreduksjonsventil..... | 45 |
| Figur 6.18. Frontplate med innebygget trykkreduksjonsventil..... | 46 |
| Figur 6.19. Tannhjulrevet skyvekassett for to dyseplater..... | 46 |
| Figur 6.20. Ramme til skyvekassett..... | 47 |
| Figur 6.21. Frontplate med påsveiste fester for rammen til skyvekassetten..... | 47 |
| Figur 6.22. Drivaksel for knivplate..... | 48 |
| Figur 6.23-A. Knivplate..... | 48 |
| Figur 6.23-B. Dyseplate med ferdig montert knivplate, klar til installasjon i skyvekassett..... | 48 |
| Figur 6.24. Knivkasse med elektromagnet og drev for knivplate..... | 49 |
| Figur 6.25-A. Ekstruderen er i produksjon og dyseplaten utenfor maskinen kan skiftes av operatør..... | 51 |
| Figur 6.25-B. Knivkassen føres bakover. Deretter driver tannhjulet skyvekassetten til siden..... | 51 |
| Figur 6.25-C. Kassetten har skiftet dyseplate..... | 51 |
| Figur 6.26. Delautomatisert dyseplateskift..... | 52 |
| Figur 6.27. Gripeelement..... | 53 |
| Figur 6.28. Åpen chuck og lukket chuck..... | 53 |
| Figur 6.29. Frontplate med fester (merket gule) for chuckens gripeelement..... | 54 |
| Figur 6.30. Pneumatisk gripeklo med ledarm..... | 55 |
| Figur 6.31. Den pneumatiske gripekloen holder det brukte settet med knivaksel og dyseplate..... | 57 |

Sammendrag

Skretting A/S er Norges største fiskefôrprodusent. Produksjonen av fôrpellets foregår i en ekstruderingsprosess. Fôret blir presset ut som strimler gjennom en dyseplate som er montert i fronten på en kvern. Bak dyseplaten kappes strimlene opp til pellets av roterende kniver. Dyseplatene må skiftes for å endre størrelsen på pelleted. Dette har hittil blitt gjort manuelt, gjerne flere ganger til dagen. Skiftingen medfører at pressen må stoppes. Dette betyr stans i produksjonen. Skretting ønsker derfor nå å begrense denne nedetiden ved å automatisere dyseplateskiftingen. For å kunne starte utviklingen av et slikt konsept er det nødvendig for bedriften å motta idéforslag til løsninger. Skretting ønsker ikke at oppgaven skal presentere ferdigstilte, produksjonsklare alternativer.

En automatisering av dyseplateskiftet innebærer at maskiner skal overta selve operasjonen. Maskiner har per definisjon minst en bevegelig del. Slike bevegelige deler kan utgjøre fare for personskade. Det er derfor viktig å ta hensyn til HMS-vedtak fra både Skretting og norsk lovverk ved utvikling av slikt utstyr.

Ut i fra nåværende konstruksjon holdes dyseplaten fast mot ekstruderfronten av en fastskrudd ring. Inntil denne ringen er det festet en kasse som beskytter operatøren mot å komme i kontakt med dyseplaten og de roterende knivene når maskineriet er i drift. Alle disse komponentene må demonteres og settes sammen igjen manuelt når dyseplaten skal skiftes. Det er dette som tar tid og derfor ønskes utført hurtigere.

Rapporten presenterer fire alternativer. Det ene forslaget er å utvikle en justerbar dyseplate. Prinsippet er her at én plate vil ha mulighet for å produsere flere forskjellige pellettsdimensjoner. Dyseplaten justeres automatisk og minsker dermed behovet for dyseplateskift. Det neste mulige automatiseringsforslaget går ut på å plassere to og to dyseplater i en skyvekassett. Denne kassetten skyves automatisk frem og tilbake langs to skinner i et stativ som er montert på tvers av ekstruderfronten. Delautomatisering av dyseplateskiftet er det tredje alternativet som vil kunne redusere nedetiden på ekstruderen. Forslaget baserer seg på å forenkle dagens utskiftingsprosess ved å utvikle hjelpeutstyr til bruk i dyseplateskiftet. Det siste forslaget foreslår en omstrukturering av sekvensen fôrbestillingene behandles etter. Dette kan gi et mindre hyppig behov for dyseplateskift.

Metoden det trolig vil være mest hensiktsmessig å jobbe videre med er skyvekassetten. Løsningen lar seg lett tilpasse de fleste HMS- og hygienekrav. I tillegg vil dette automatiseringsalternativet trolig kunne bytte platene svært raskt.

Imidlertid bør alle forslagene studeres og vurderes opp mot hverandre. Dette er nødvendig for å kartlegge nærmere hvilke tidsbesparelser og kostnader som kan forventes ved hver løsning. Dette vil i tur lede til at Skretting kan fatte en beslutning om hvilket automatiseringsforslag som skal jobbes videre med.

1 Innledning

1.1 Bakgrunn og problembeskrivelse

Bedriften Skretting AS er landets største produsent av fiskefôr for oppdrettsnæringen. De har gjennom flere år oppgradert og automatisert sine installasjoner i fabrikkene i Hillevåg, Stavanger. Automatisering og oppgradering har hele tiden vært fokusert på de prosessene som har forårsaket mest nedetid på anlegget. Etter hvert som flaskehalsene har blitt utbedret har nedetiden avtatt. Dette er en nødvendig tilstrebing for å sikre lønnsomheten i produksjonen.

Hjertet i fabrikkene til Skretting er én stor og to mindre ekstruderingspresser. Maskinene kan for enkelhetsskyld betraktes som store kjøttkverner. De har til oppgave å gjøre en kontinuerlig strøm av meldeig om til fiskefôr i form av pellets.

Inntil nylig har ekstruderne forårsaket lite nedetid i forhold til forsinkelsene andre prosesser og maskiner har bidratt med. Nå til dags er derimot anleggsdriften så stabil at stansingen av ekstruderingspressene må ta større del av skylden for nedetiden i fabrikkene.

Produksjonen av fôr justeres etter kundenes ønsker. Maskinenes oppsett må derfor endres for å imøtekomme krav om forskjellige kvaliteter og dimensjoner på pelleten. Dette fører til at ekstruderingspressene må stanses og dyseplatene må byttes ut. En dyseplate er en metallform med koniske hullgjennomføringer. Disse hullene kalles dyser. Melblanding presses gjennom dysene og formes dermed til pellets. Diameteren av dysene bestemmer størrelsen på pelleten.

Det er tilrettelagt for at utskiftningen av dyseplatene skal gå forholdsvis raskt og uten mye slit ved at det er installert flere hjelpemidler. Foran dyseplaten er det montert en knivkasse. Denne heises vekk ved hjelp av en skinnegående elektrisk talje som er montert i taket. Under knivkassen står en trakt som samler ekstrudert pellets. Denne er påmontert hjul slik at den enkelt kan trekkes vekk langs gulvet. Selve dyseplaten er festet til ekstruderings-sylinderen med skruer som løses og festes med trykkluftverktøy. Til tross for hjelpemidlene må maskinene stoppes en liten stund og manuelt fysisk arbeid må til for å skifte platene. Dette ønsker nå bedriften å finne en automatisk løsning på, slik at nedetiden kan reduseres.

Skretting ønsker i hovedsak å gjøre utskiftningen av dyseplater raskere og mindre avhengig av menneskelig innsats. Bedriften har derfor uttrykt at den vil ha forslag til hvordan dyseplateskifting kan automatiseres eller ytterligere effektiviseres fra dagens utgangspunkt. Disse skal kun gjelde for den store ekstruderer. Årsaken er at det finnes tilsvarende modeller av denne i Skrettings øvrige norske produksjonsanlegg. De håper derfor i fremtiden å kunne overføre en eventuell design til de andre fabrikkene.

Det er påpekt at bedriftens ønske for oppgaven ikke er å oppnå et ferdig produkt. Målet er at rapporten skal gi Skretting ideer som kan stimulere til videre tenking og idémyldring internt i bedriften. Forslagene som presenteres skal bidra til å danne utgangspunkt for videre utvikling av et automatiseringskonsept.

1.2 Avgrensning av oppgaven

Det er ønskelig fra bedriftens side at mest mulig av eksisterende utstyr rundt dyseplaten kan brukes i en effektivisert løsning. Samtidig bør alternativene prøve å unngå store inngrep og modifikasjoner på dagens utstyr for å begrense kostnader. På grunn av avgrenset tilgjengelig plass i produksjonslokalet bør automatiseringsløsningene også ha en kompakt design som opptar minst mulig plass i rommet. Løsningene må også ta hensyn til HMS for ikke å skade personell som er i nærheten av ekstruderen. Siden dyseplatene er i direkte kontakt med fôrblendingen må også bedriftens krav til hygiene ivaretas. Disse aspektene innebærer betydelige restriksjoner på hvordan alternative løsninger kan lages.

1.3 Rapportstruktur

Rapportens struktur er bygget opp slik at det skal være enkelt å forstå hva problemstillingen går ut på, og hvilke faktorer som er viktige å ta hensyn til for å besvare den. For å danne et inntrykk av hvilken posisjon ekstrudering har i fiskefôrproduksjon, går kapittel 2 gjennom Skrettings produksjonsprosess. Det er viktig å fokusere på at arbeidsforholdene er trygge i produksjonslokalene. Kapittel 3 tar derfor opp hvilke krav fra norsk lov og Skretting som er av betydning for å utvikle trygge maskiner, til bruk i bedriftens fabrikanlegg.

Kapittel 4 beskriver hvilke deler og komponenter av produksjonsutstyret som per i dag berøres ved utskifting av dyseplater. Mange av de samme delene vil kunne bli påvirket av en automatisering. Det er derfor av betydning å kjenne til disse delene for å forstå hvordan en automatisering kan gjøres. Kapittel 5 gir en introduksjon til tema rundt selve automatiseringen av prosesser i fabrikker. Her beskrives også hvilke generelle faktorer som er avgjørende å foreta ved en beslutning om automatisering. I det 6. kapittelet omtales de konkrete alternativene og forslagene som kan tenkes å redusere nedetiden på ekstruderen ved skifting av dyseplater.

De tredimensjonale figurene og tegningene i oppgaven er selvlaget i Solid Edge V20, med utgangspunkt i tegninger og mål fra fysisk utstyr hos Skretting.

2 Fiskefôrprodusenten Skretting

Norsk fiskefôrindustri består av åtte fabrikker, eid av tre selskaper. Skretting eier tre av fabrikkene og er det største av disse selskapene, med en markedsandel på 40 prosent. Alene produserer de over 480 000 tonn fôr til oppdrettsfisk i året. I 2008 hadde de en omsetning på hele 3 845 millioner kroner.

De siste ti årene har fiskefôrhandelen i Norge gjennomsnittlig økt med 9,3 % årlig. De siste fire årene har økningen vært omlag 3,8 % per år. Totalt blir mer enn 96 % av produktene solgt på innenlandsmarkedet.^[1]

I tillegg til selve fôrproduksjonen jobber Skretting med å videreutvikle prosess teknologi, lokalkunnskap, logistikk og forskning. Selve verdigrunnlaget til Skretting går ut på at bedriften skal fremstå som åpen, innovativ, ansvarlig og kunnskapsrik.

Skretting ble etablert i Stavanger i 1899 og er i dag et verdensomspennende selskap. I Norge har bedriften over 200 ansatte, fordelt på fôrfabrikkene i Stokmarknes, Averøy og Stavanger, og salgskontorene i Rørvik, Sverige og Færøyene. Hovedkontoret ligger fremdeles i Stavanger.

På global basis er Skretting verdens ledende fiskefôrprodusent og har virksomhet i fem verdensdeler. Årlig produseres over 1,3 millioner tonn fôr til mer enn 50 fiskearter.

Skretting eies per dags dato av fôrkonsernet Nutreco. Nutreco er et internasjonalt selskap som har rettet seg inn mot markedene for fôr til husdyr og fisk. Konsernet har over 100 fabrikker i mer enn 30 land og om lag 9.000 ansatte på verdensbasis. I 2007 omsatte Nutreco for over 4 milliarder Euro.^[2]

2.1 Produksjonstrinn

Fiskefôrproduksjonen hos Skretting skjer i en bolc-prosess som tar utgangspunkt i organiske råmaterialer. Råmaterialene kan lagres og medfører dermed at selve fôrproduksjonen styres av konsumentenes etterspørsel.

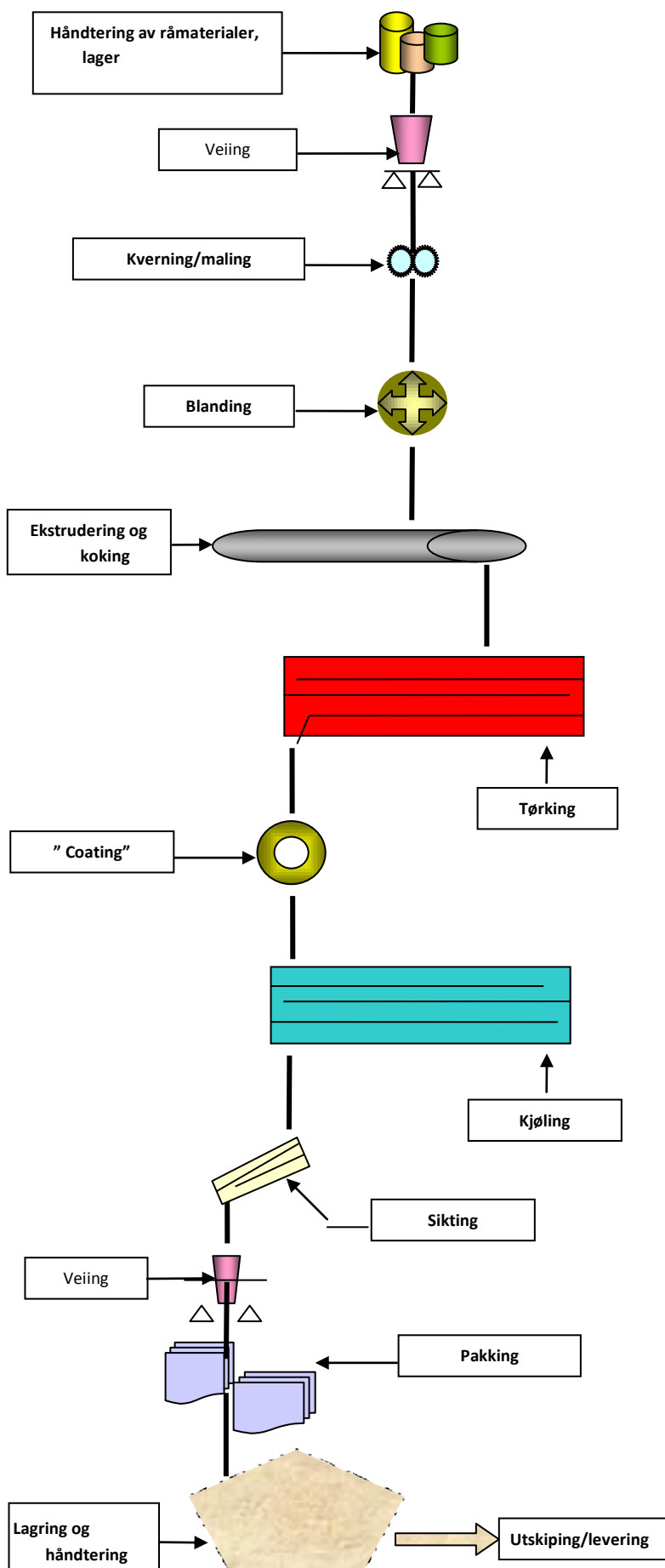
De viktigste bestanddelene i fiskefôr er protein, fett, vitamin og mineraler. Proteinet stammer hovedsakelig fra tørre materialer som vegetabilsk mel eller fiskemel. Meltypene skipes til fabrikken med båt og lagres i siloer. Fettet kommer i stor grad fra fiskeolje eller vegetabilsk olje. Oljen fraktes også til fabrikken med båt og pumpes over i lagringstanker på anlegget. Vitaminer og mineraler transporteres til fabrikken i store sekker og oppbevares i lagerhaller.

Fôrproduksjonen hos Skretting overvåkes og styres i stor grad av et datasystem. Dette systemet kan spore en ordre/bolk til en hver tid. Dermed er det mulig å finne ut hvor langt hver bolc er kommet i produksjonsprosessen.

Når en ordre skal produseres overføres ingrediensene i den bestilte oppskriften til forskjellige små doseringssiloer, før de blandes sammen. De følgende prosesstrinnene etter dette er dosering, kverning/maling og miksing av de tørre ingrediensene. Etter dette føres blandingen inn i en ekstruder der vann eller damp tilsettes. Fôrblendingen formes her med stort trykk og høy temperatur. Denne kombinerte koke- og formingsprosessen resulterer i pellet av ønsket størrelse, vanligvis mellom 2 – 11 mm.

Etter ekstrudering blir pelleten først lagt til tørking før den føres videre til "vacuum coating". I "coateren" trekkes luften ut av pelleten og olje tilsettes. Til slutt avkjøles og siktes pelleten før den pakkes i sekker og blir klargjort for levering til kunden.^[3]

Figur 2.1 viser skjematisk trinnene i produksjonen av fiskefôr.



| |
|--|
| <p>Lagring av råmaterialer</p> <p>Alle tørre og flytende råmaterialer som brukes i produksjonen av fiskefôr lagres i siloer, tanker eller i store sekker.</p> |
| <p>Veiling</p> <p>Ut i fra ønsket oppskrift veies nødvendig mengde av råvarer inn i bolken som skal produseres.</p> |
| <p>Kverning/maling</p> <p>Råmaterialene i bolken må males opp for å redusere størrelsen på partiklene til spesifisert nivå.</p> |
| <p>Blanding</p> <p>Råmaterialene i bolken eltes sammen til en homogen blanding.</p> |
| <p>Ekstrudering og koking</p> <p>Den tørre blandingen av ingredienser mates inn i en ekstruder, sammen med vann, damp eller fiskeolje. Massen blir da plastisk. Den presses videre ut gjennom en dyseplate og kuttes i biter. Resultatet blir fôr i form av rund pellet. Etter ekstruderingen ekspanderer pelleten og herder til sin endelige form.</p> |
| <p>Tørring</p> <p>Pelleten tørkes på belter som passerer gjennom en strøm av varm luft.</p> |
| <p>"Coating"</p> <p>Den tørre pelleten føres videre ned i en tank, som etterpå fylles med fiskeolje. Deretter settes tanken under vakuum for at oljen skal trenge mest mulig inn i pelleten.</p> |
| <p>Kjøling</p> <p>Kjøling utføres for å herde og stabilisere pelleten ytterligere. Pelleten tørkes på belter som passerer gjennom en strøm av kald luft.</p> |
| <p>Sikting</p> <p>Fôret siktes for å fjerne støv og partikler fra produktets overflate. Dette reduserer støvet i produksjonen.</p> |
| <p>Pakking</p> <p>Det ferdige produktet veies og pakkes i containere eller sekker.</p> |
| <p>Lagring</p> <p>Oppbevaring på lager.</p> |
| <p>Utskiping/leveranse</p> <p>Frakt utføres med skip eller lastebil.</p> |

Figur 2.1. Flytskjema for produksjon av fiskefôr.

2.2 Beskrivelse av produksjonsteknikker

Håndtering av råmaterialer

Fiskefôr er en blanding av forskjellige ingredienser. Mengdeforholdet av hver komponent som sammenblandes avhenger av fiskens alder og hvilken type fisk som skal fôres. Hovedsakelig består fôret av fiskemel og vegetabilsk olje. Andre ingredienser er hvete og lignende fibertilskudd, animalsk og vegetabilsk protein, mineraler, vitaminer og andre tilsetninger.

Råmaterialene det brukes mest av ankommer fabrikken i bulk. De blir enten blåst med trykkluft eller overført mekanisk til siloer og tanker på anlegget. Ingredienser som brukes i mindre kvantum blir kjøpt inn i store sekker.

Kverning/maling og blanding

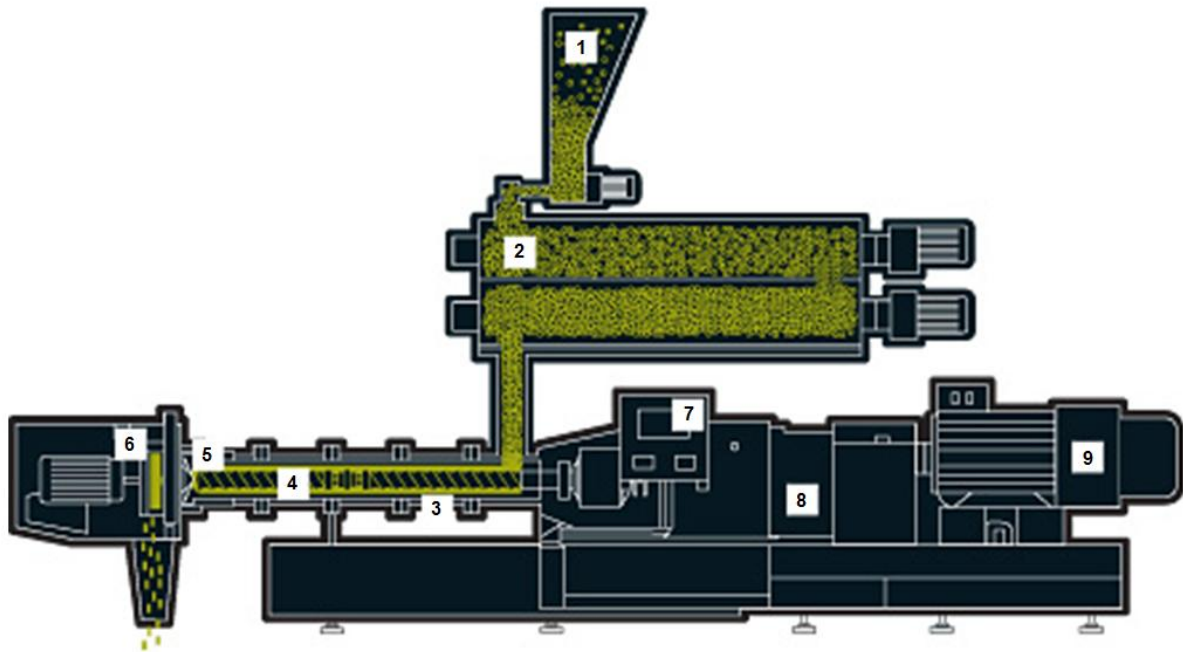
Ingrediensene veies automatisk i tråd med oppskriften og overføres til mellomlager i påvent av maling. Selve malingen foregår i en hammer-mølle. Etter malingen blandes bolken med tilsetninger og eltes grundig.

Ekstrudering og koking

I denne prosessen gjøres melblandingen om til pellet. Størrelsen på pelleten kan varieres fra \emptyset 0,2 mm og opp til \emptyset 20 mm. Vanligvis produseres ikke pellet mindre enn \emptyset 2 mm ved ekstrudering. Til de minste størrelsene, $< \emptyset$ 2 mm, benyttes presser eller granulering.

Etter maling og blanding forvarmes bolken med fôrblanding ved bruk av damp i en "pre-conditioner". Videre føres blandingen inn i selve ekstruderen. Der roterer to skruer mot hverandre og presser fôret frem til en dyseplate som er montert i enden av maskinen, se figur 2.2. Det store trykket og den høye temperaturen i ekstruderen sørger for at fôrblandingen kokes og smeltes mens det presses gjennom maskinen. Blandingen er plastisk når den når kommer til dyseplaten. Dyseplaten er perforert med hull som bestemmer pelletens diameter. Like etter at pelleten kommer ut av dyseplaten, kutter en roterende kniv den av til ønsket lengde.

Både damp, vann og/eller olje kan tilsettes i ekstruderingsprosessen.



Figur 2.2 Skjematisk oppsett av ekstruderingsprosessen

- | | |
|---------------------|------------------|
| 1. Feeder | 6. Knivkasse |
| 2. For-blander | 7. Kontrollpanel |
| 3. Sylinderhus | 8. Girkasse |
| 4. Mate-skruer | 9. Motor |
| 5. Dyseplate | |

Tørking og "coating"

Etter ekstrudering faller pelleten ned i en sjakt som fører den til en varmluftstørker. Meningen med denne prosessen er å redusere vanninnholdet i pelleten til spesifisert nivå. Det finnes mange typer tørkeanordninger som f.eks. kabinettørkere, pneumatiske tørkere, rotortørkere, tunneltørkere, men den vanligste typen er transportbåndtørkere. Her transporteres pelleten på et perforert transportbånd som passerer gjennom en strøm av varm luft. Luften varmes vanligvis opp av elektrisitet, gass eller av spillvarme fra damp.

Neste trinn er "coating". Pelleten tilsettes da oljer for å øke fettprosenten og energinivået i fôret. Tilføringen av olje skjer delvis i atmosfærisk trykk og delvis i vakuum i en "vakuum-coater". Vakuomet sørger for at oljen trenger dypest mulig inn i pelleten, slik at riktig metning oppnås.

Kjøling

Etter "coating" luftkjøles pelleten med kaldluft på et nytt transportbånd. Kjølingen herder og stabiliserer pelleten. Kjøleeffekten bidrar også til å hindre at pelleten mygler eller at den "svetter" olje.

Sikting, veiing og pakking

Pelleten siktes for å fjerne løse partikler og støv fra overflaten før den skal veies og pakkes. Normalt pakkes pelleten i sekker som rommer 600 – 1000 kg, eller små sekker på 25 – 50 kg eller eventuelt lagres den som bulk i containere.

Lagring og håndtering av ferdig produkt

Ferdig pakket pellet som er klar for levering, lagres innendørs for å beskyttes mot sollys og regn. Fôret sendes hovedsakelig videre til kundene med båt, men mindre ordre transporteres også med lastebil.

3 Helse, miljø og sikkerhet

I dagens norske bedrifter er fokuset på helse, miljø og sikkerhet et svært viktig punkt. HMS-tiltak skal beskytte et hvert individ mot både fysisk og psykisk skade i forbindelse med jobb. Den norske stat har sørget for å utforme lover som definerer hvordan det oppnås høy sikkerhet og god velferd innen arbeidslivets disipliner. Regelverket krever at bedrifter implementerer myndighetskravene og oppdaterer seg på hva som til en hver tid er gjeldende. Videre må hver enkelt bedrift angi hvilke bestemmelser som er aktuelle for dem. Det kan også være behov for å opprette egne utdypende lover og krav som er spesialtilpasset for deres virke.

3.1 HMS hos Skretting

Skretting er som kjent en stor bedrift, og med stort herredømme følger stort ansvar. Det er derfor en rekke lover og bestemmelser som må overholdes for å ha en god struktur. For Skretting er de viktigste lovene:

- Arbeidsmiljøloven
- Forurensingsloven
- Brann- og eksplosjonsvernloven
- Produktkontrollloven
- Sivilforsvarsloven
- Lov om tilsyn med elektriske anlegg og elektrisk utstyr
- Genteknologiloven
- Strålevernlover

Internkontrollforskriften er gjeldene her og gir bestemmelser om systematisk oppfølging av krav som er fastsatt i de nevnte lovene. Sentralt står også lov om samsvarsvurdering. Denne pålegger bedriften å se til at det er samsvar mellom interne og eksterne krav, i forhold til foretakets aktiviteter. Hos Skretting blir det periodevis gjort samsvarsvurderinger for å sikre nettopp dette. Når det gjelder selve driften og fôrproduksjonen i fabrikken er dette regulert av Matloven, samt forskrift om fôrvarer.

Skretting jobber for et sikkert arbeidsmiljø gjennom kontinuerlig fokus på forbedring og velferdstiltak for å unngå skader, uhell, sykdom eller unødvendige belastninger. Dette innebærer blant annet at utviklingsprosjekter, anbefalinger og valg av råvarer og prosessering, skal ha fokus på et sikkert arbeidsmiljø. Det kreves også at alle medarbeidere skal kjenne til Skretting sine retningslinjer, prinsipper og mål for HMS. Hovedpunktene bedriften har satt for HMS er at alle skal:^[4]

- Rette seg etter bestemmelser, instruksjoner og prosedyrer utarbeidet i bedriften
- Kjenne lover og forskrifter som gjelder deres arbeid
- Bruke verneutstyr, vise aktsomhet og medvirke til å hindre ulykker og helseskader
- Melde fra til nærmeste overordnede om tilløp til skader, miljøutslipp, sykdommer som kan relateres til arbeidet, ulykker og nestenulykker.
- Melde fra til nærmeste overordnede dersom en selv anser at arbeidet ikke kan fortsette uten at dette medfører fare for liv og helse
- Vise ansvar for egen og andres sikkerhet.

Skretting ønsker å understreke sin posisjon som en trygg og nytenkende bedrift. De har derfor valgt å profilere sine hovedverdier som kunnskapsrik, åpen, ansvarlig og innovativ.

3.2 Sikkerhet i forhold til konstruksjon av maskiner

Når nye maskiner skal utvikles for å utføre arbeid i norske bedrifter må det gjøres med grunnlag i norsk lov, nærmere bestemt av maskindirektivet - *FOR 1994-08-19 nr 820: Forskrift om maskiner*. Denne forskriften skal sikre at maskiner i minst mulig grad utgjør risiko for skade på både mennesker og omgivelser.

Maskindirektivet definerer en maskin som: " en rekke deler eller komponenter som er satt sammen slik at minst en del er bevegelig, og som eventuelt har de nødvendige drivordninger, styre- og energitilførselssystemer osv, og som er montert sammen for en bestemt bruk, særlig til behandling, bearbeiding, flytting eller pakking av materiale".^[5]

Produksjonsanlegget til Skretting er stort og inneholder mange typer maskiner. Som følge av lovgivningen må derfor bedriften tilse at eksisterende maskiner, så vel som nye maskiner under utvikling følger de gitte retningslinjene. Med hensyn til å utforme en maskin for dyseplateskift hos Skretting vil det være viktig å ta hensyn til § 7 - § 11 i forskriftens tredje kapittel ”Konstruksjon og bygging, omsetning, samsvarsvurdering, merking m.v.” Disse paragrafene har følgende innhold:

§ 7. Konstruksjon og bygging av maskiner, sikkerhetskomponenter, utstyr og forbrenningsmotorer setter krav til at maskiner, sikkerhetskomponenter og utstyr som konstrueres og bygges for å tas i bruk for første gang innenfor EØS-området, skal oppfylle forskriftens krav til vern mot skade på liv og helse.

§ 8. Omsetning og å ta i bruk maskiner og sikkerhetskomponenter forlanger at maskiner og sikkerhetskomponenter ikke skal tas i bruk før bestemmelsene i § 9 er gjennomført.

§ 9. Samsvarsvurdering av maskiner og sikkerhetskomponenter pålegger produsenten å utarbeide en samsvarserklæring før en maskin tas i bruk. Denne skal inneholde teknisk dokumentasjon for å dokumentere at sikkerhetskravene er oppfylt. Her inngår også blant annet krav om CE-merking. CE-merkingen skal bekrefte at maskiner som kommer inn under andre forskrifter enn maskindirektivet, tilfredsstillt kravene gitt i disse forskriftene.

§ 10. Forpliktelser for leverandører, virksomheter m.fl. som monterer maskiner og sikkerhetskomponenter, pålegger virksomhet som monterer maskiner og leverandør av maskiner å sørge for at kravene i § 9 blir oppfylt, dersom produsenten av maskinene ikke oppfyller dem. Dette gjelder også for den som konstruerer og bygger maskiner til eget bruk.

§ 11. CE-merking beskriver hvordan selve CE-merket skal se ut og hvor det skal plasseres.

Paragrafene i forskrift for maskiner refererer til flere tilhørende vedlegg. Det første vedlegget omhandler "Krav til vern mot skade på liv og helse ved konstruksjon og bygging av maskiner og sikkerhetskomponenter". Det har derfor en svært sentral rolle i maskindirektivet. Her behandles krav til sikkerhet og helse, krav til vern mot skade på liv og helse for visse maskinkategorier, krav til vern mot farer som skyldes maskiners bevegelighet, og krav til vern mot farer som kan oppstå ved løfteoperasjoner. Siden Skretting er en fôrproduserende bedrift er særlig punktet om *næringsmiddelmaskiner*, under *krav til vern mot skade på liv og helse for visse maskinkategorier* av viktig grad. Dette sier:

"Næringsmiddelmaskiner

Maskiner som brukes til å tilberede og behandle næringsmidler, f.eks. koking, nedkjøling, opptining, vasking, håndtering, pakking, lagring, transport eller distribusjon, skal være slik konstruert og bygd at enhver fare for infeksjon, sykdom eller smitte unngås.

Følgende regler for å ivareta hygieniske forhold skal følges:

- a) Materialer som kommer i berøring med, eller som er bestemt for å komme i berøring med næringsmidlene, skal tilfredsstille de kravene som er fastsatt i gjeldende lover og forskrifter som angår vedkommende næringsmiddel. Maskiner skal være slik konstruert og bygd at materialene kan rengjøres hver gang maskinene brukes.
- b) Alle overflater skal være glatte også på sammenføyningsstedene, og skal verken ha ujevnheter eller sprekker som kan skjule organiske stoffer.
- c) Sammenføyninger skal være konstruert med så få fremspring, kanter og fordypninger som mulig. De skal fortrinnsvis utføres ved sveising eller annen ubrutt sammenføyning.
- d) Alle overflater som kommer i berøring med næringsmidlene, skal lett kunne rengjøres og desinfiseres. Deler som kan være til hinder for rengjøringen, skal lett kunne tas av. Innvendige flater skal være avrundet med en radius som er tilstrekkelig til at det kan gjøres ordentlig rent.
- e) Væske fra næringsmidler og flytende rengjørings-, desinfeksjons- og skyllemidler skal lett kunne renne ut av maskinen, eventuelt i rengjøringsstilling.
- f) Maskiner skal være slik konstruert og bygd at verken væsker eller levende organismer, særlig insekter, kan trenge inn i maskinen, eller at organiske stoffer samler seg på steder som ikke kan bli rengjort.

Maskiner som ikke er montert på bein eller hjul, skal ha en forsegling mellom maskinen og fundamentet.

- g) Maskiner skal være slik konstruert og bygd at ingen smøring, drivstoffer o.l. kan komme i berøring med næringsmidler. Maskiner skal være slik konstruert og bygd at det er mulig å kontrollere at dette kravet til enhver tid blir oppfylt, når det er nødvendig.

Bruksanvisning

I tillegg til den informasjon som kreves i henhold til vedlegg I nr. 1 (krav til sikkerhet og helse) skal bruksanvisningen vise til metoder for rengjøring, desinfeksjon og skylling, ikke bare på steder som er lett tilgjengelige, men også på steder der det er umulig å komme til eller utilrådelig å oppholde seg, men som må rengjøres på stedet, f.eks. rørledninger.

Bruksanvisningen skal oppgi hvilke produkter som skal brukes til rengjøring, desinfeksjon og skylling.”^[6]

Maskindirektivets 2. vedlegg beskriver hva som skal være innholdet i *samsvarserklæring for maskiner, produsenterklæring fra produsent eller dennes representant, samsvarserklæring for sikkerhetskomponenter som settes i omsetning separat*. Her fremmes det krav om at erklæringen skal inneholde bla. navn og adresse til produsenten, beskrivelse av maskinen, beskrivelse av bestemmelser som maskinen samsvarer med og opplisting av standarder maskinen er bygget i forhold til.

Vedlegg 3 i maskindirektivet angår CE-merking og beskriver hvordan selve merkingen av maskinen skal gjøres, hvordan merket skal se ut og hvor det skal plasseres.

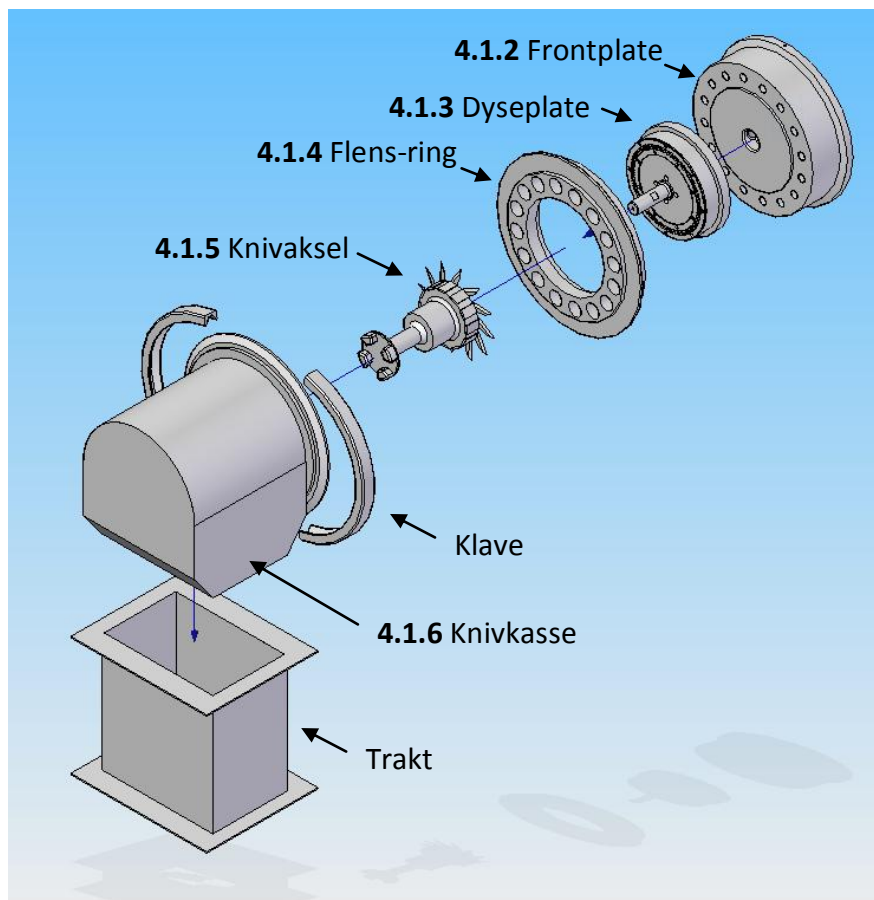
Vedlegg 5, *Samsvarserklæring*, er også relevant. Dette vedlegget forklarer hva en samsvarserklæring for konstruksjon av maskiner er. En samsvarserklæring er en prosedyre der produsenten eller en tilhørende representant erklærer at en maskin eller sikkerhetskomponent er i samsvar med maskindirektivets krav. Vedlegget setter også krav til at teknisk dokumentasjon rundt en maskin skal være tilgjengelig hos produsenten, med hensyn på en eventuell kontroll. En samsvarserklæring kan ikke utarbeides før produsenten kan garantere for dette. Først når en produsent har laget og undertegnet en samsvarserklæring vil den få rett til å påføre sikkerhetsbekreftende CE-merking på en maskin. Dette gjelder kun produsenter som er etablert innen EØS-området.

Når en maskin er CE-merket kan dette betraktes som en bekreftelse på at maskindirektivets bestemmelser, samt instruksjoner fra annen relevant lovgivning er overholdt i forhold til innretningen. Maskiner med dette merket kan dermed trygt tas i bruk i fabrikker i samråd med brukerveiledninger og bedriftenes respektive HMS-reglement.

4 Produksjonsutstyr og dyseplateskift

4.1 Dyseplaten og komponentene rundt den

Selve dyseplaten er bare en liten brikke i et stort samspill av maskindeler og prosesser. Det er derfor også viktig å ha kjennskap til de nærmeste komponentene rundt dyseplaten. Flere av disse vil være like viktige å ta hensyn til ved en automatiseringsprosess som selve dyseplaten. Figur 4.1. viser et oversiktsbilde over hvilke komponenter som er montert rundt dyseplaten.



Figur 4.1. Komponenter rundt dyseplaten på fronten av ekstruderen. Tegningen av knivkassen er forenklet.

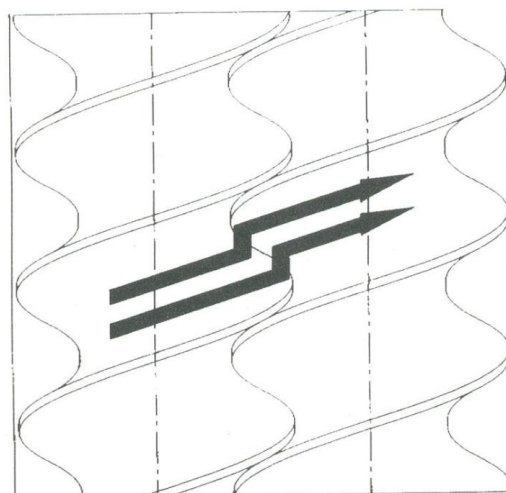
4.1.1 Ekstruder

Skretting har tre ekstruderingspresser – to små og en stor. Det er den store ekstruderen som automatiseringsalternativene skal gjelde for. Maskinen er av typen Clextral BC 160 og ble kjøpt inn i 1988, se figur 4.2. Denne har en motoreffekt på 420 kW. Denne har to skruer i sin ekstruderings-sylinder, hver på 200 mm i diameter. Det er disse skruene som elter og skyver fôrmassen frem til dyseplaten.

Det finnes mange typer ekstrudere, både med enkle og doble ekstruderings-skruer. Innen fiskefôrproduksjon er det vanligst å benytte ekstrudere med to skruer, slik som Skretting gjør. Denne typen ekstrudere har enten kontra-roterende eller co-roterende oppsett. Clextral BC 160-ekstruderen benytter sistnevnte. En co-roterende ekstruder har to skruer som roterer i samme retning. Skruene har identisk geometri og betegnes derfor som tvillingskruer. Når skruene er montert i ekstruderen overlapper gjengene hverandre fullstendig og er gir en selvrensende effekt. Skruene er åpne i lengderetning, men er stengt i tversgående retning, se figur 4.3. Fôrmassen overføres dermed kontinuerlig fra skruer til skruer og det sikres at all fôrmassen skrues frem. Ekstrudere av den co-roterende typen kan operere med høyere rotasjonshastigheter enn kontra-roterende ekstrudere, fordi radiale krefter fordeles mer uniformt. I tillegg har de bedre transportegenskaper og mindre residenstidsfordeling* enn ekstrudere med én skruer. Særlig transportegenskapene gjør tvillingskruer ekstrudere i bedre stand til å håndtere klebrige fôr- og matblandinger, hvilket er typisk for fiskefôr.



Figur 4.2. BC 160 "twin screw extruder"

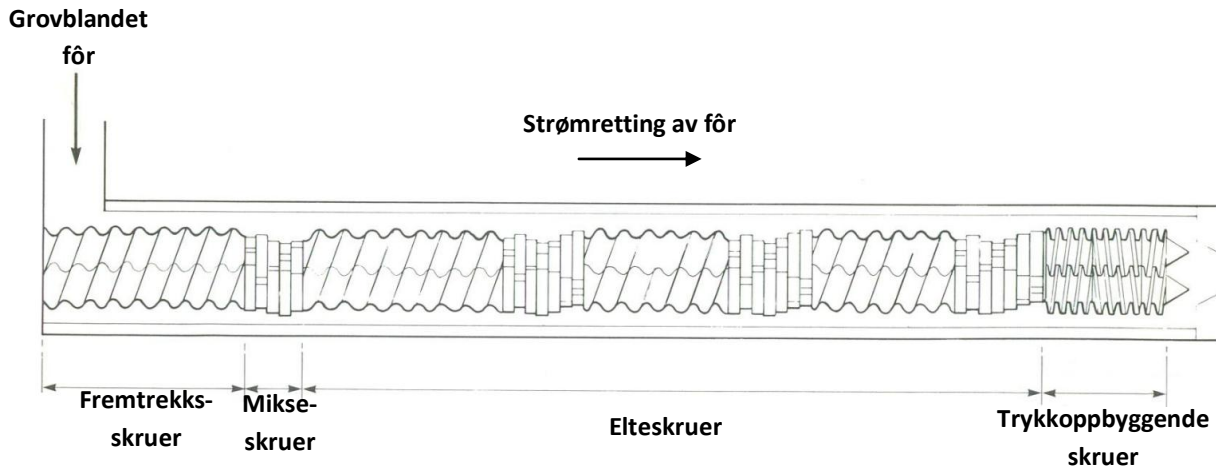


Figur 4.3. Strømretning for fluid masse langs co-roterende overlappende skruer. Materialet som ekstruderes skrues kun frem i lengderetning og kan ikke passere på tvers av de overlappende skrujeggene.

* **residenstidsfordeling** innebærer i dette tilfellet en sannsynlighetsfordelingsfunksjon som beskriver hvor lang tid et fluid element oppholder seg, i likevekt, inni selve ekstruderings-sylinderen.



Figur 4.4 Forskjellige skruerlementer.



Figur 4.5 Tverrsnitt av ekstruderingsylinder. Her vises de forskjellige seksjonene i skuekonfigurasjonen.

Ekstruderingskruene består av flere skruerlementer som tres inn på en tannet aksel, se figur 4.4. Elementene kan kombineres på mange måter, slik at ekstruderens egenskaper kan tilpasses etter ønske. Normalt settes skruerkonfigurasjonen opp med en lignende struktur som det figur 4.5 viser. De første skruerlementene skal sørge for å ta unna innkommende fôr fra feederen. Deretter kommer et sett med mikseelementer som skal blande og male opp ingrediensene. Videre går fôret gjennom flere elte- og mikseskruer for å oppnå riktig konsistens. De siste skruerlementene har reversert gjengegeometri, hvilket bremser fôrblendingen og medfører trykkoppbygging. I BC 160-ekstruderer er dette trykket ca 200 bar. Friksjonen mellom fôret og skruene bidrar sammen med trykkøkningen til å heve blandingens temperatur til omlag 120 °C ved dyseplaten. Gjennomsnittlig behandler denne ekstruderer 15 tonn fôr per time.

Strømningsmekanismen i en ekstruder kan fluidmekanisk beskrives som en kombinasjon av motstandsstrøm og trykkstrøm. Dette brukes til å finne ekstruderens volumrate, altså ekstrudert volum per tidsenhet; volumrate = motstandsstrøm – trykkstrøm. Dette beskrives med følgende formel:

$$Q_{net} = \alpha N - \frac{\beta \Delta P}{\eta L}$$

Q_{net} : netto ekstruder volumrate

N: skruens rotasjonshastighet

η : viskositet av förblanding

ΔP : trykkøkning

L: skruelengde som er fullstendig fylt med för

β : volumetrisk konstant basert på skruegeometri

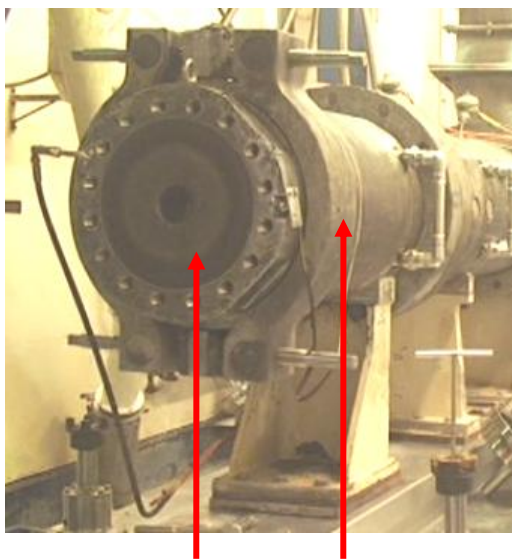
α : volumetrisk konstant basert på skruegeometri

Denne modellen er nødvendig å forstå for å skjønne hvordan en ekstruder fungerer på daglig basis. Eksempelvis vil det oppstå en trykkøkning i formassen, dersom det monteres en ny dyseplate med mindre eller færre dyser, forutsatt at viskositet og skruehastighet forblir uendret. Ut i fra modellen risikerer vi da enten lavere ekstrudert volumrate eller at mengden för langs skruene øker. Ingen av disse resultatene er å foretrekke. Ved å betrakte formelen igjen er det mulig å se at rotasjonshastigheten og eventuelt massens viskositet kan endres for å opprettholde produksjonens volumrate. God kjennskap til strømfunksjonen er viktig.^[7]

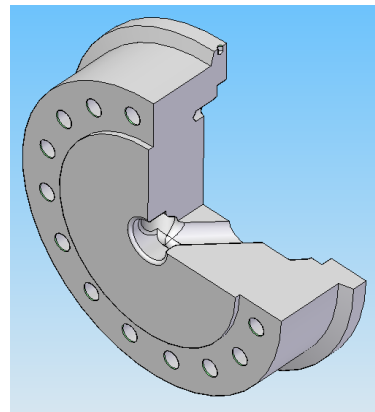
4.1.2 Frontplate

Frontplaten har en utvendig diameter på 485 mm og er montert i enden av ekstruderhuset. Den er festet til selve ekstruderen med en klave, som vist i figur 4.6. Levetiden til frontplaten er lang og den skiftes derfor stort sett ut med flere års mellomrom.

Opgaven til denne platen er å samle høytrykksstrømmen av fôrblanding fra de to ekstruderingskruene, til en jevn laminær strøm. Massen slippes ut av et 65 mm stort utløpshull i senter av platen og entrer dermed dyseplaten. Figur 4.7 viser hvordan frontplaten er bygd opp for å samle fôrmassen.



Figur 4.6. Frontplate Klave



Figur 4.7. Utsnitt av frontplate.

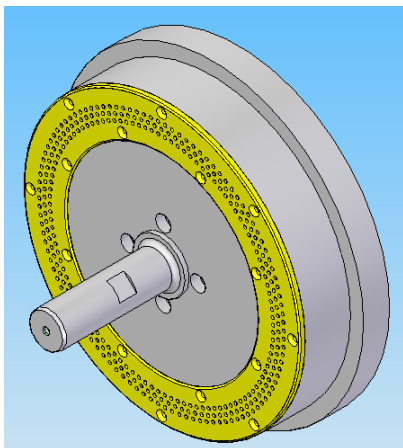
4.1.3 Dyseplate

Dyseplaten har en utvendig diameter på 319,6 mm og holdes fast mot frontplaten av flensringen. Midt på dyseplatens utside er det montert en aksel som vist i figur 4.8. På denne akselen monteres knivakselen.

Innsiden av dyseplaten har en konisk utforming, som fordeler strømmen av fiskefôr fra frontplaten ut til dysene, se figur 4.9. Fôret presses videre gjennom dysene og kommer ut som runde strimler på forsiden av platen. Roterende kniver kapper umiddelbart strimlene opp i biter, bedre kjent som pellet.

På forsiden av dyseplaten er det montert en slitering, se figur 4.8. Denne hindrer at knivene som kutter pelleten kommer i kontakt med selve dyseplaten og påfører den slitasje. Når knivene har slitt ut sliteringen, erstattes den med en ny slitering. Sliteringen kan byttes helt til selve dysene i dyseplaten er utslitt og hele platen må erstattes. For å unngå at fôrblending lekker ut mellom dyseplaten og sliteringen er kontaktflatene mellom de to delene polerte.

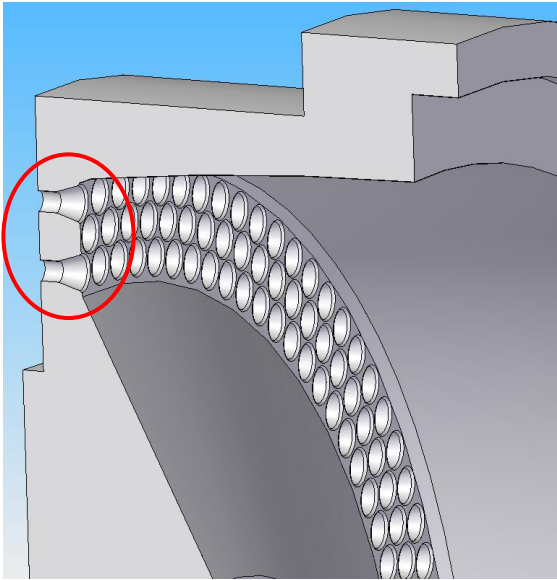
Dyseplaten må byttes når en ordre forlanger en annen pelletdiameter enn den installerte platen kan produsere. For å kunne tilby kundene et stort utvalg av pelletstørrelser må det være mange dyseplater tilgjengelig. Skretting opererer med 14 forskjellige dyseplater til BC 160-ekstruderen.



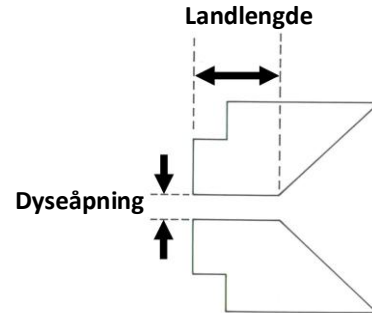
Figur 4.8. Dyseplate med 3,8 mm dyser. Sliteringen er merket med gul farge.



Figur 4.9. Innside av dyseplate. Området som ikke er dekket med dyser har en konisk form.



Figur 4.10-A. Tverrsnitt av to 3,8 mm dyser.



Figur 4.10-B. Tverrsnitt av dyse som illustrerer begreper rundt dyseplatedesign.

Det er diameteren av dysene som avgjør hvilke pelletstørrelse som blir produsert. Figur 4.10-A og B viser et eksempel på hvordan dysene kan være formet. Strømningen gjennom dysene i en dyseplate kan modelleres av grunnleggende formler innen fluidmekanikk. Likevel vil innløps- og utløpseffekter, produktets reologi (læren om deformasjon og strømning av materialer), samt fasetransformasjonene som opptrer ved dyseplaten, ha en signifikant innvirkning på strømningsmønsteret. Modellene fungerer dermed bare som en approksimasjon. For å få mer reelle tilnærmelser må det utføres eksperimenter.

Strømning gjennom sirkulære dysehull har i lang tid blitt grundig studert innen feltet for reologi. Dette har ledet til mer adekvate matematiske beskrivelser for fenomenet. For trykkfall i ikke-elastisk volumetrisk strøm gjennom sirkulære hull har forskere kommet frem til følgende formel:

$$P_d = \frac{2L}{R} T_w$$

P_d : Trykkfall i dysen

T_w : Skjærspenning mot dyseveggen

R: Radius av hullet

L: landlengde

Formelen for trykkfall kan kombineres med geometrien av selve dysen og viskositeten fôrblandingen har når den kommer til dyseplaten. Formelen blir da slik:

$$Q = K_d \left(\frac{P_D}{\mu_D} \right)$$

Q: Volumrate

K_d : Faktor som beskriver dysens geometri

P_D : Totalt trykkfall

μ : Viskositet av fôrblanding ved dyseplaten

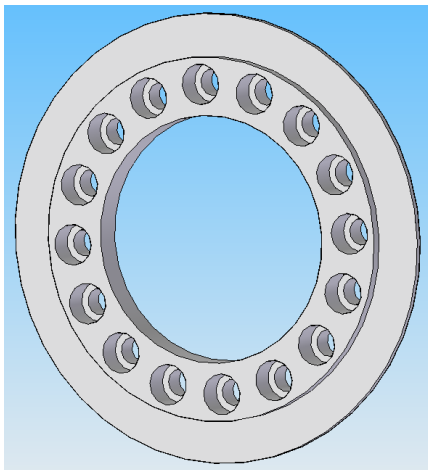
Modellen antar laminær strøm med Reynoldstall under 2000, konstant tetthet, tidsuavhengig strøm ("steady state") og at fluidet har Newtonsk oppførsel, dvs. at et fluid har konstant viskositet, uavhengig av fluidets strømningshastighet. Formelen viser at volumraten for fôrblanding som passerer gjennom dyseplaten er avhengig av trykkfallet i dysene. Disse grunnleggende designfaktorene sørger for at dyseplaten kan konstrueres med hensyn til å gi høyest mulig ekstrudert masse per tid. Selve antallet dysehull bør i størst mulig grad velges etter behov for trykkoppbygging i frontplaten, og mindre etter ønsket mengde av ferdig produkt. Årsaken er at prosessen er veldig avhengig av riktig trykk for at pelleten skal ekstruderes med riktig form og konsistens.

Utenom de rent designmessige aspektene vil beregninger rundt trykkfall og volumrate også bidra til å velge riktig oppsett av ekstruderen. Både valg av riktig skruekonfigurasjon og rotasjonshastighet, sett i forhold til fôrblanding og dyseplaten, kan avledes av disse faktorene. På denne måten kan man fremstille produktet raskest mulig, med best mulig kvalitet. ^{[7] [8]}

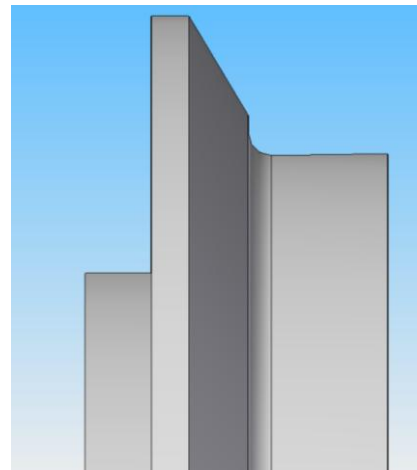
4.1.4 Flensring

Flensringen, figur 4.11 , har en utvendig diameter på 580 mm. Denne monteres over dyseplaten med 16 skruer som fester den til frontplaten. Den klemmer dermed dyseplaten hardt inn mot frontplaten slik at ikke fôrblanding lekker ut.

Utsiden av ringen er formet som en konisk flens, slik at den kan monteres mot knivkassen med en klave, se figur 4.12.



Figur 4.11. Flensring



Figur 4.12. Profil av flens

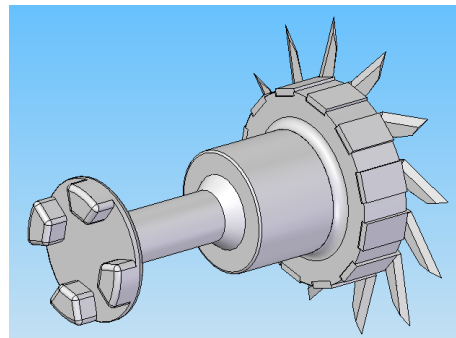
4.1.5 Knivaksel

Knivakselen monteres på akselen i dyseplaten, se figur 4.13-A og B. Den drives av en motor som er festet i knivkassen, se figur 4.14. Hastigheten motoren er innstilt på avgjør hvor fort fôret som ekstruderes skal kuttes. Rotasjonshastigheten til knivene vil dermed bestemme lengden til pelleten.

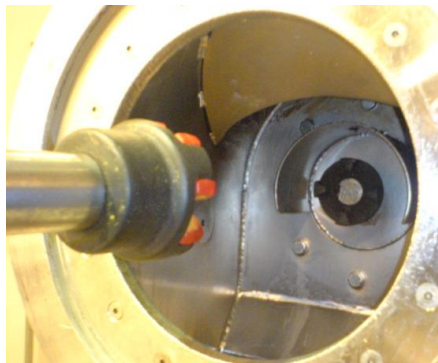
Det er 12 utskiftbare knivblader festet til knivakselen. Disse er laget i et hardt og sprøtt stål for å tåle slitasjen fra å være i kontakt med sliteringen på dyseplaten. Etter 7 – 10 timer er bladene utslitt og må skiftes ut.



Figur 4.13-A. Montert knivaksel



Figur 4.13-B. Knivaksel



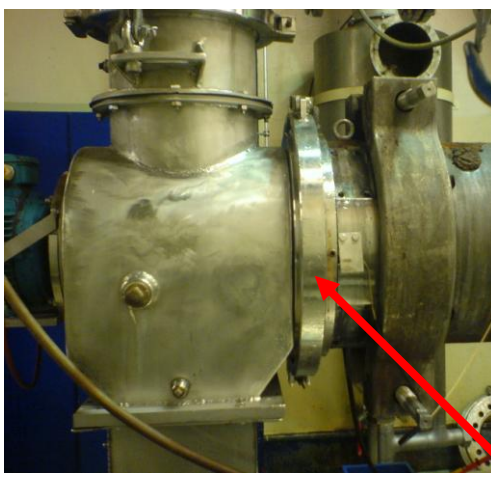
Figur 4.14. Kobling mellom knivaksel og motor.

4.1.6 Knivkasse

Knivkassen, figur 4.15, er montert over knivakselen og dyseplaten. Der holdes den fast mot flensringen av en klave som vist i figur 4.16. Den sørger for å beskytte operatørene mot knivene når ekstruderen er i drift og hjelper samtidig med å føre ferdig kuttet pellet ned i en trakt gjennom gulvet. Motoren som driver knivakselen er festet på utsiden av knivkassen.



Figur 4.15. Knivkasse. Det venstre bildet viser tydelig hvor motoren som driver knivakselen er festet.



Figur 4.16. Knivkasse montert til flensringen med klave.

4.2 Dagens dyseplateskift

Et dyseplateskift er nødvendig når det skal produseres pellet av en annen dimensjon enn det den installerte dyseplaten tillater. For produksjon av pellet med liten diameter kan det også være nødvendig med dyseplateskift mellom identiske plater. Årsaken til dette er ofte at dysene har blitt blokkert av fortettet fôrmasse eller partikler i blandingen som er for grove til å passere gjennom dysene.

Dagens dyseplateskift innebærer mye manuelt arbeid. Det er installert hjelpeutstyr for å gjøre oppgaven smidig og å unngå tunge løft. Likevel er prosessen tungvint. Selve det manuelle arbeidet ved å bytte fra en dyseplate til en annen tar rundt 6 minutter. I tillegg tar det ett minutt å stanse ekstruderen, samt litt under ett minutt å starte den igjen. Dyseplateskiftet tar dermed totalt 7-8 minutter.

Hele dyseplateskiftet kan deles inn i 13 trinn:

Trinn 1: nedkjøring av ekstruderen.

Først må ekstruderingspressen stanses. Det tar ca 1 minutt å kjøre den ned. Deretter kan operatørene starte demonteringen av delene som må vekk for å bytte dyseplate.

Trinn 2: fjerning av klave.

Klaven som holder knivkassen fast i flensringen åpnes ved å løsne en festeskruer. Deretter løftes klaven vekk for hånd.



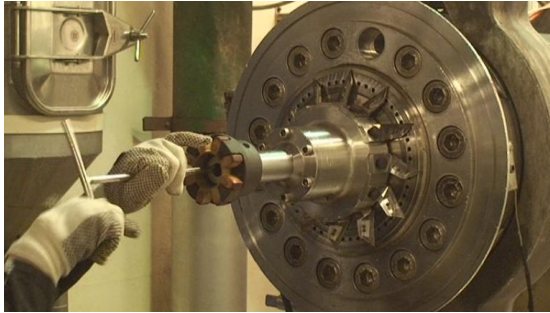
Trinn 3: forflytting av knivkasse.

Knivkassen heises bort ved hjelp av en takmontert elektrisk traverskran.



Trinn 4: demontering av knivaksel.

En skrue som holder knivakselen fast i dyseplaten løsnes først. Deretter løfts akselen vekk manuelt.



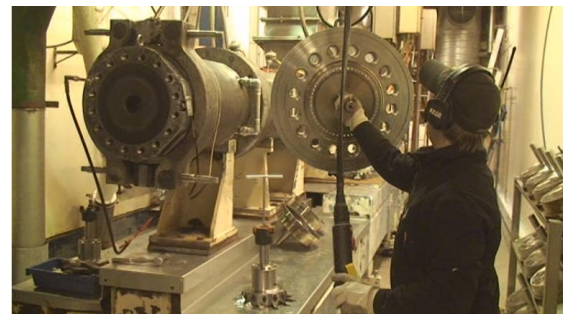
Trinn 5: demontering av flensring.

De 16 skruene som fester flensringen til frontplaten skrues ut med trykkluftverktøy.



Trinn 6: fjerning av flensring.

Flensringen og dyseplaten heises bort fra frontplaten ved hjelp av en takmontert elektrisk talje.



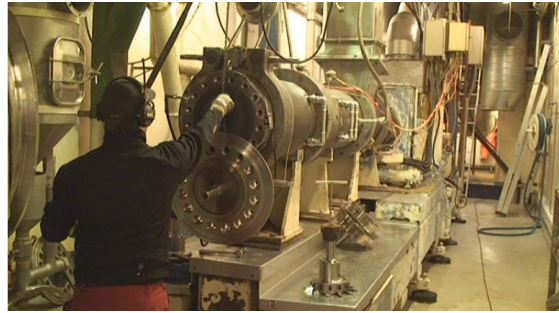
Trinn 7: dyseplateskift.

Den brukte dyseplaten løftes ut av flensringen for hånd. En ny dyseplate skyves så på plass i ringen igjen.



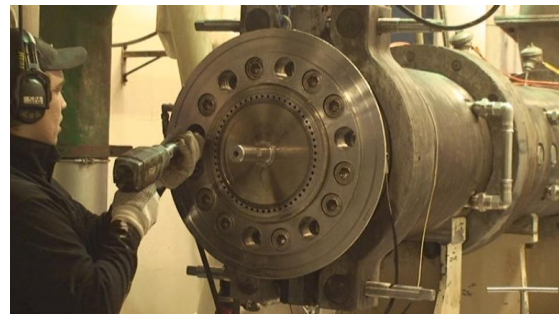
Trinn 8: tilbakeplassering av flensring.

Flensringen og den nye dyseplaten heises tilbake til frontplaten.



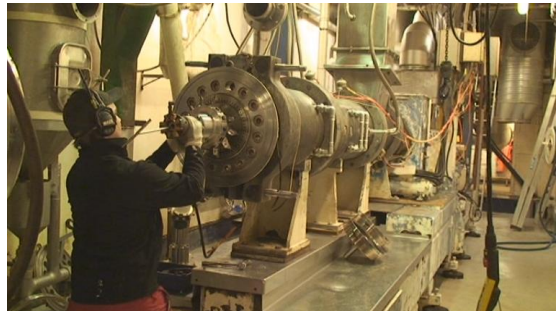
Trinn 9: montering av flensring

Ved hjelp av muttetrekker monteres skruene rundt flensringen tilbake. Skruene festes i et diagonalt mønster for å klemme dyseplaten jevnt inntil frontplaten.



Trinn 10: montering av knivaksel

Knivakselen løftes på plass. Deretter strammes festeskruen forsiktig slik at knivbladene bare kommer i lett kontakt med dysemunningene.



Trinn 11: tilbakeplassering av knivkasse

Knivkassen heises tilbake foran flensringen.



Trinn 12: montering av klave

Klaven løftes på plass og lukkes sammen med festeskruen. Plassering



Trinn 13: oppstart av ekstruder

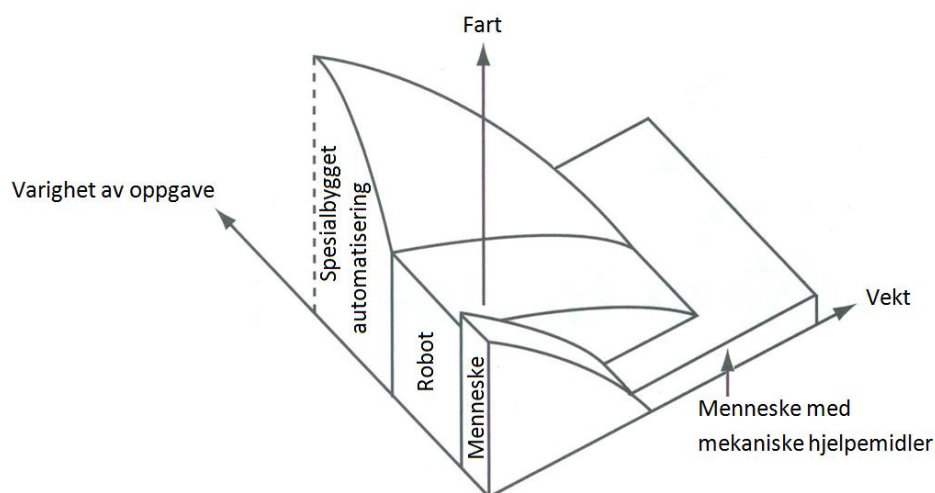
Dyseplateskiftet er fullført og ekstruderen kan startes opp igjen.

5 Automatisering

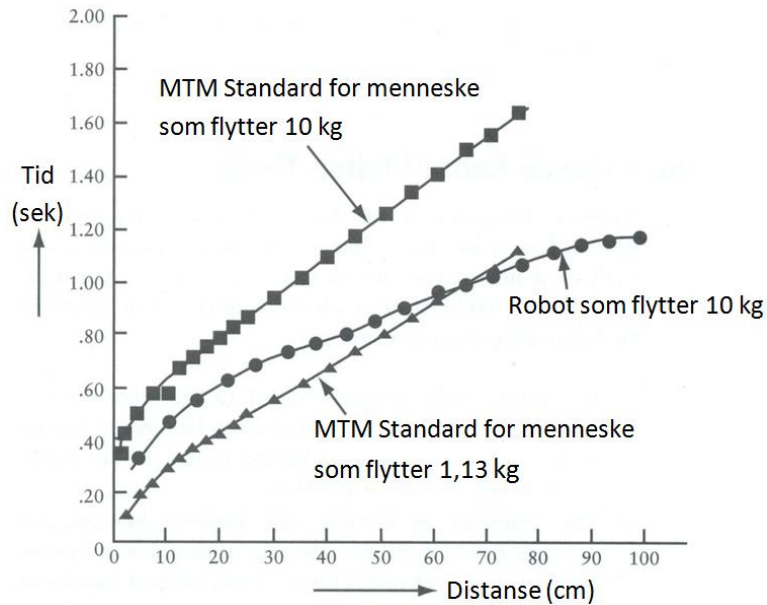
Automatisering av en arbeidsoppgave betyr i de fleste tilfeller at en maskin overtar en jobb som tidligere har vært utført av menneskelig arbeidskraft. Særlig arbeid som innebærer stor grad av gjentakelse er vanlig å automatisere. Et eksempel vil være å skru lokk på syltetøyglass.

Automatisering blir også utført for oppgaver der det er høyt krav til presisjon, eksempelvis ved billakking eller montering av deler til fly. Ofte vil en automatisk løsning også kunne utføre fysisk arbeid mye raskere enn mennesker. I tillegg reduseres faren for menneskelig svikt i løpet av en produksjonslinje. Dette fører til at produktet som produseres, gjennomsnittlig får høyere kvalitet.

Professor Hangawa ved Institute for Research and Productivity, Waseda University, Tokyo, Japan har lagt ned mye arbeid i å sammenlikne kapasiteten mennesker og maskiner, særlig roboter, har til å utføre fysisk arbeid. Resultatet av hans arbeid er illustrert i figur 5.1. Han har funnet ut at mennesker er raskere enn roboter ved forflytting av gjenstander med vekt under 1,13 kg, innen en radius på 40 cm fra operatørens skuldre. Blir avstanden over 70 cm vil en robot være raskere. Ved forflytting av vekt over 10 kg vil en maskin gjøre det raskere enn et menneske, uansett distanse. Dette er synlig av figur 5.2. På grunnlag av disse undersøkelsene har Hangawa konkludert med at det mest favoriserte området for automatisering er der vekt, motstand og distanse overskrider det ideelle arbeidsrommet for et menneske.



Figur 5.1. Illustrert sammenligning av kapasitet for menneske versus maskin.



Figur 5.2. Sammenligning av bevegelsestid for menneske og robot.

5.1 Klasser av automatisering

Mennesket er kjent for sin intelligens. Det er derfor naturlig å klassifisere automatiske løsninger ut i fra intelligens, når disse skal overta arbeidsoppgaver som tidligere er utført av mennesker. Intelligens kan defineres som muligheten til å nyttiggjøre selvlærte erfaringer, for å tilpasse seg nye situasjoner. Generelt er det vanlig å dele automatiseringsalternativene inn i fire klasser:

Den superintelligente roboten.

Typisk har en slik robot flere enn tre akser som leddene kan bevege seg rundt. Den kan dermed kopiere menneskelige ben- eller armbevegelser. Innretningen har en dedikert, innebygd hjerne. Den gjør at maskinen er i stand til å ta egne beslutninger i forhold til sin oppgave. Roboten vil altså kunne perfektionere sin egen bevegelse og dermed sikre høy kvalitet på produktet som fremstilles. Intelligensen medfører dermed at denne typen maskineri kan fungere uten konstant tilsyn av en operatør. Teknologien som ligger til grunn for denne typen roboter er fremdeles under utvikling. Den vil i fremtiden gjøre robotene mer effektive og gi dem økt evne til selvstendig problemløsning. En maskin med denne typen intelligens har i dag en prislapp på rundt 3 mill. kroner for en enhet.



Den Intelligente roboten.

Denne robottypen kan i likhet med den superintelligente roboten etterligne menneskelige bevegelser. Forskjellen er at denne maskinen ikke har samme mulighet til å lære eller huske. En robot av denne typen styres av en datamaskin og utfører sine bevegelser i tråd med et definert program. Påmonterte sensorer og optisk utstyr som videokamera eller laser hjelper til med finjustering av bevegelsene.

Ikke-intelligent robot.

Vanlig for denne robottypen er at den kontrolleres elektrisk eller elektronisk. Den kan også styres av kamakslar. Bevegelsesmulighetene er begrenset til tre akser: vartikal, horisontal og rotasjon. Mønsteret for bevegelsene er enten punkt-til-punkt eller en kontinuerlig bane. Denne robotvarianten brukes til å utføre svært enkle oppgaver, eksempelvis som å løfte, flytte eller snu et produkt. Prisklassen for denne typen innretning befinner seg vanligvis under en million kroner per enhet.

Fiksert automatisering.

Fastmontert og "skreddersydd" automatisk utstyr har typisk mindre fleksibilitet enn en robot. Her er ikke poenget at bevegelsene nødvendigvis skal prøve å etterlikne en menneskelig arm eller hånd. Som oftest er denne type utstyr spesialtilpasset for å utføre et fast sett med oppgaver, der det er mindre behov for fleksibilitet. Hovedforskjellen mellom en industrirobot og fiksert automatisk utstyr ligger dermed i fleksibiliteten. Tapet av fleksibilitet oppveies ved høyere produksjonshastighet. I de fleste tilfeller er målet med fiksert automatisering å utføre masseproduksjon. Hastigheten varene fremstilles med er dermed veldig verdifull. Vanligvis består fiksert utstyr av en serie med mange forskjellige maskiner og deler som raskt kan utføre sine oppgaver etter hverandre. De behandler som oftest bare én eller noen få produkter. Bevegelsene overvåkes av sensorer og styres gjerne av datamaskiner eller annen elektronikk. Prisen på denne type automatisering avhenger av størrelse og mengde på utstyr, men er i mange tilfeller ofte høy – sammenlignet med en robot løsning. Utstyret er også vanskeligere å tilpasse og omprogrammere for å utføre annet arbeid ved videresalg. En fiksert automatisering må derfor forsvares av et stort etterspurt produksjonsvolum og et krav om hurtig fremstilling.

Delautomatisering.

Ved delautomatisering installeres det maskiner eller hjelpemidler som reduserer behovet for menneskelig innsats i produksjonslinjen. Her vil typisk maskiner behandle et produkt automatisk i bolker. Mellom bolkene vil det være nødvendig med menneskelig innsats for at produksjonen eller prosessen skal gå videre. Utstyret som brukes har ofte en bryter som må betjenes av en operatør for å kunne fortsette, etter at den menneskebaserte oppgaven er utført. Delautomatiske løsninger benyttes ofte der en bedrift ikke ønsker store investeringskostnader i automatisk utstyr, eller der det er spesielle behov for en "human touch" i produksjonen.

5.2 Hvordan oppnå riktig automatisering

Det viktigste steget i en automatiseringsprosess ligger i defineringen av problemet. For å kunne avgjøre hvilke automatiseringsmetode som vil være best egnet, må en del grunnleggende forhold kartlegges. De viktigste parametrene her er:

- **Fart.** Ønsket produksjonsrate i deler per time, monteringer per time eller syklar per time
- **Vekt som skal håndteres.** Antall pund eller kilogram vekt som skal håndteres.
- **Nøyaktighet for operasjonen.** Dette er en typisk nøkkelfaktor ved monteringsoperasjoner.
- **Antall akser / frihetsgrader som er nødvendig.** Her er det viktig å begrense antallet akser maskinen skal ha bevegelse rundt for å holde designet enkelt og kostnadseffektivt.
- **Antall programmer.** Skal mange forskjellige deler monteres av den samme maskinen må den ha mulighet for å lagre flere sett med instruksjoner.
- **Programlengder.** Alle trinnene maskinen skal programmeres til å utføre i løpet av en sykel må være innenfor maskinens minnekapasitet.
- **Nødvendig programmerbarhet.** Det må tas stilling til hvor lett det skal være å gi maskinen instruksjoner om bevegelse. I noen tilfeller holder det å definere ytterpunkter for bevegelsen på en datamaskin. I andre tilfeller må gjerne en operatør lede en robotarm gjennom det ønskede bevegelsesmønsteret for at maskinen skal lagre programmet.
- **Måte maskinen skal gripe eller holde.** Deler kan holdes fast av maskiner på mange måter. Det er derfor nødvendig å velge det mest optimale grepet for operasjonen som skal utføres.

- **Miljøfaktorer.** Maskiner kan lettere jobbe i områder med stor stråling, høy lyd, høy temperatur, mye støv, giftige gasser, høyt trykk og eksplosjonsfare.
- **Innkjøpskostnad.** Pris på en automatisering må la seg nedbetale innen et gitt tidsrom for å sikre lønnsomhet i produksjonen.
- **Vedlikeholds og driftskostnad.** Den økonomiske rettferdiggjøringen for en automatisering er som oftest svært viktig å fastlegge. Dette er vanligvis også den mest kompliserte faktoren å redegjøre for. Behov for elektrisk energi, luft, hydraulikk, smøring og forbruk av slidedeler og reservedeler er forholdsvis enkelt å kartlegge. Derimot er forventet nedetid og tidsbehov for vedlikehold og kostnadene tilknyttet dette vanskelig å anslå.

En tommelfingerregel sies å være at "det bør være behov for minst tre industrielle roboter i en fabrikk før én blir kjøpt." Årsaken er at det vil være behov for personell på hvert skift, som kan starte og stoppe en robot. Det er også behov for fagkyndige som kan ta seg av vedlikehold og service på maskinen. Hvis bare én robot er installert blir fort kostnadene til disse oppgavene store, sammenliknet med besparelsene av automatiseringen. Det optimale er derfor å ha flere maskiner å fordele vedlikeholdskostnadene på.

Det ligger per dags dato liten utfordring i det rent mekaniske ved utformingen av en automatisering. Designet av software kan derimot by på mange vanskeligheter. I mange automatiserte produksjonslinjer forårsaker softwareproblemer mye nedetid. Hyppigheten av problemet kan illustreres av hvor ofte en vanlig kontor-pc henger seg opp. Denne typen problemer er i mange tilfeller mer tidkrevende og komplekse å løse enn rent mekanisk trøbbel. Årsaken er at problemløsning ofte baserer seg på kjennskap til systemets oppbygning. For dem som ikke har kjennskap til måten programmet er programmert på, blir det komplisert å løse en feil. I mange tilfeller er det nødvendig å hyre inn ekstern spesialkompetanse for å få en maskin tilbake i drift. Dette tar mye tid og danner et fordyrende ledd ved å ha en automatisk produksjon. Software må derfor være bra designet og ha god brukervennlighet. Det bør også legges stor vekt på muligheten for god brukerstøtte ved valg av softwareleverandør.

I tillegg til å kartlegge de nevnte parametrene bør hver bedrift ordne elementene i rekkefølge ut i fra hva som er den viktigste faktoren for automatisering. Da blir det enklest å sette riktige rammebetingelser og finne frem til løsningen som passer best for bedriften.^[9]

5.3 Automatisering hos Skretting

Ved en eventuell automatisering bør Skretting ta stilling til hvilke parametre i kapittel 5.2 som vil være viktige for dem. Med utgangspunkt i de aktuelle punktene kan faktorene rundt en automatisering av dyseplateskift hos Skretting skisseres på følgende måte:

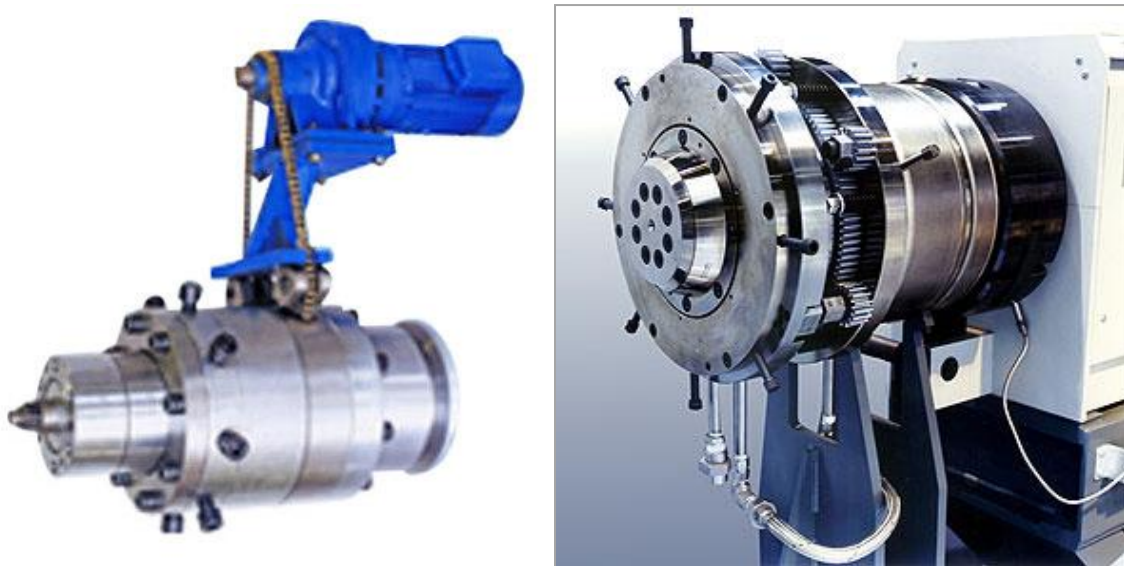
- **Fart.** Farten en automatisert løsning opererer med må være av en slik karakter at tiden brukt på et dyseplateskift kan reduseres til mindre enn 6 minutter.
- **Vekt som skal håndteres.** Hovedsakelig er det dyseplatene som skal håndteres. En dyseplate veier ca 20 kg.
- **Nøyaktighet for operasjonen.** Dyseplaten må plasseres nøyaktig, slik at det ikke oppstår lekkasje. Dersom overgangen mellom frontplate og dyseplate ikke er tett vil det oppstå trykkfall, hvilket kan forstyrre strømmen av fôrmasse gjennom dysene.
- **Antall akser / frihetsgrader som er nødvendig.** En automatisk løsning bør ha så få ledd som mulig. Årsaken er at ledd er kostbare.
- **Antall programmer.** Det er bare behov for ett program. Maskinen skal bare montere dyseplater.
- **Programlengder.** Oppgaven vil være forholdsvis enkel og burde derfor ikke by på minneproblemer i forhold til lange koder og algoritmer.
- **Nødvendig programmerbarhet.** Det er lite behov for at det skal være nødvendig å omprogrammere en maskinell løsning, sammenlignet med roboter som skal montere nye bilmodeller hvert år.
- **Måte maskinen skal gripe eller holde.** Platene må enten holdes av en klo eller i en form. Dette vil variere med hvilke type automatisering som ønskes.
- **Miljøfaktorer.** Produksjonslokalet er preget av støy. Resterende trykk i ekstruderen kan utgjøre fare for at dyseplaten blir "skutt" av ved demontering. I tillegg har gjerne platen en temperatur på 120 °C. Disse risikofaktorene for personskade vil bli begrenset av en automatisering.
- **Innkjøpskostnad.** Skretting har som mål å kunne nedbetale investeringer på 2 år.
- **Vedlikeholds og driftskostnad.** Det finnes allerede en robot i pakkeavdelingen av fabrikk. I tillegg finnes det mye annet teknisk utstyr på anlegget som vedlikeholds- og serviceutgifter kan fordeles på.

6 Alternativer for automatisk dyseplateskift

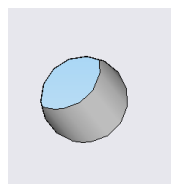
6.1 Justerbar dyseplate

For å kunne imøtekomme ønsket om en rimelig løsning som involverer et minimum av modifikasjoner på eksisterende produksjonsutstyr ville en justerbar dyseplate vært svært optimal. Prinsippet er da at tverrsnittet på hullene i dyseplaten kan endres mens platen er montert på ekstruderfronten. Selve fjerningen av en brukt dyseplate fra ekstruderen og monteringen av en ny plate vil bli tilnærmet dagens metode, men selve behovet for å bytte hele dyseplaten vil avta.

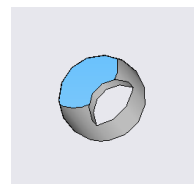
Et tilsvarende prinsipp benyttes i plastindustrien til ekstrudering av eksempelvis plastfilm og skumplast. Figur 6.1 viser eksempler på to justerbare dyseplater. Disse platene inneholder bevegelige skiver. Når skivene dreies av en elektromotor, enten via kjede eller ved tannhjul i direkte inngrep, endres mengden plast som strømmer gjennom dyseplaten. Prinsippet for disse typene dyseplater er at en "leppe" mekanisk føres inn i hver dyse når platen justeres. Dette minsker strømmen av plast gjennom dysene. Figur 6.2 viser funksjonen på en forenklet måte.



Figur 6.1. Justerbare dyseplater for ekstrudering av plast.^[10]



Figur 6.2. Full gjennomstrømning.



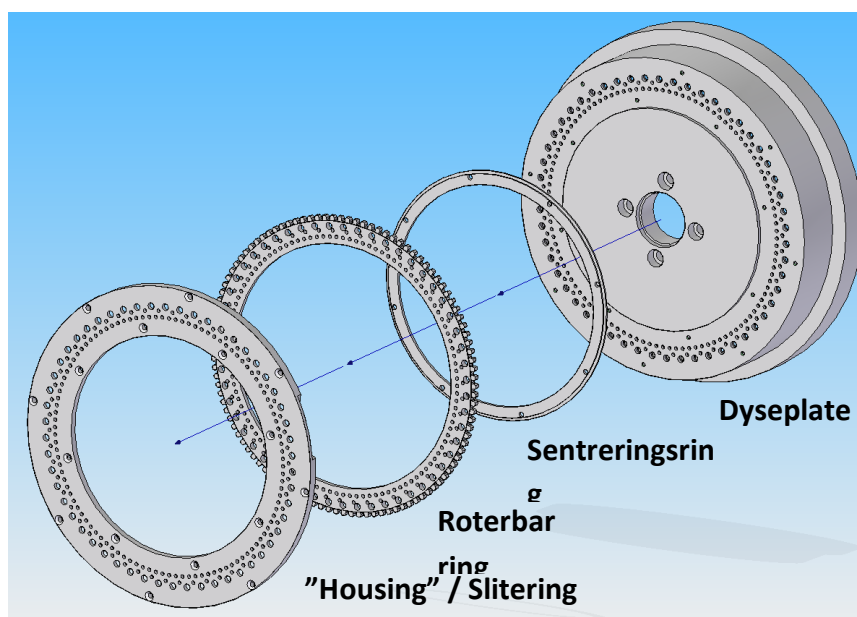
Leppe struper gjennomstrømning.

I produksjonen av fiskefôr skal pelleten ha et visst tverrsnitt og en viss lengde, i tråd med bestillingen fra kunden og valgt oppskrift. Dersom dysene i dyseplatene kunne justeres til ønsket tverrsnitt, ville det vært mulig å produsere to eller tre ordre med forskjellige dimensjoner suksessivt uten stans. For å muliggjør dette må hver dyseplate ha mulighet til å produsere 2-3 forskjellige pelletstørrelser hver.

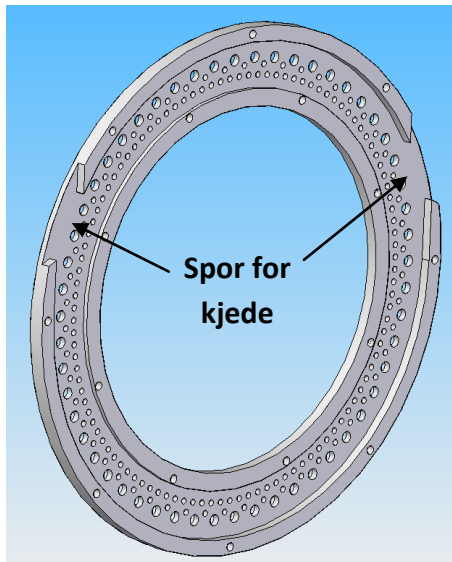
6.1.1 Konstruksjon

Eksempelet som er vist her tar for seg en dyseplate som kan produsere både 3,8 mm og 7 mm pellet.

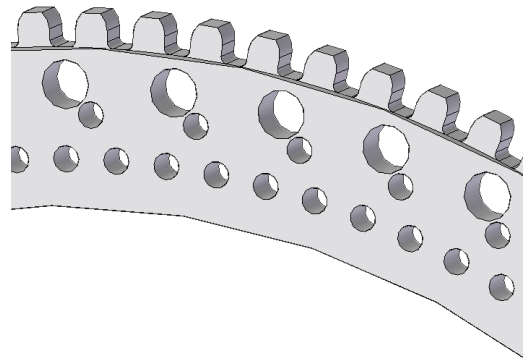
Tanken er å lage en ny dyseplate som er boret opp med både 3,8 mm og 7mm hull. På forsiden av denne monteres en senteringsring, en roterbar ring og en kombinert "housing" / slitering, se figur 6.3. Selve dyseplaten har samme mål og dimensjoner som dagens plater, bortsett fra at struktureringen og størrelsene på dysehullene er annerledes.



Figur 6.3. Justerbar dyseplate for fiskefôr.



Figur 6.4. Bakside av slitering.



Figur 6.5. Nærbilde av den roterbare ringen.

Sliteringen har nedfreste spor slik at et kjede kan passere, jmf. figur 6.4. Den roterbare ringen har tenner ytterst for å sikre grep mot kjedet, se figur 6.5. Sentreringsringen fungerer som et lager for den roterbare ringen og sørger for at dysehullene stilles opp nøyaktig på linje med hverandre.

Hullene i den justerbare ringen må orienteres slik at ringen kan blokkere for den ene pellets dimensjonen og åpne for den andre dimensjonen, avhengig av hvilken vei ringen dreies i forhold til dyseplaten. Ringen må blokkere 3,8 mm dysene når 7 mm pellets skal produseres. Når 3,8 mm pellets skal lages må 3,8 mm dysene være åpne og 7mm dysene må ha en nedstrupet lysåpning, tvernsnittsarealet for 3,8 mm dysene. Dette innebærer at 7mm hullmønsteret i den justerbare ringen må ha en n° forskjøvet orientering fra slik 7mm dysene er orientert i selve dyseplaten. Denne forskyvningen beregnes med utgangspunkt i tvernsnittsarealet for en 3,8 mm dyse:

$$A = \pi \cdot r^2$$

$$\pi \cdot \left(\frac{3,8mm}{2} \right)^2 = 11,4mm^2$$

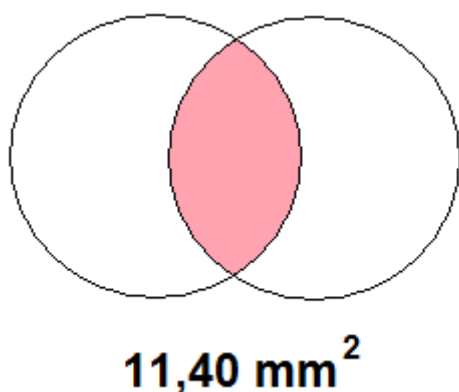
Tvernsnittsareal for 7 mm dyse:

$$\pi \cdot \left(\frac{7mm}{2} \right)^2 = 38,5mm^2$$

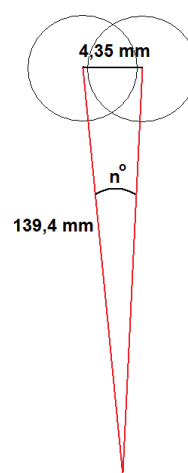
7 mm dysene må følgelig strupes ned fra $38,5 \text{ mm}^2$ til $11,4 \text{ mm}^2$, se figur 6.7. Dataprogrammet som anvendes til konstrueringen av dyseplatedelene, brukes til å beregne hvor langt den justerbare ringen må dreies for at dysen skal strupes til riktig tverrsnittsareal. Nødvendig forskyvning av hullsenterene beregnes til 4,35 mm, se figur 6.8. Avstanden fra dyseplaten senter og ut til 7 mm-dysenes senter er 139,14 mm. Rotasjonsvinkelen n kan da beregnes som vinkelen mellom beina i en likebeint trekant:

$$n = \left(\frac{4,35 \text{ mm}}{139,14 \text{ mm}} \right) \cdot \left(\frac{180^\circ}{\pi} \right) = 1,8^\circ$$

7 mm hullene i den justerbare ringen må følgelig være orientert med en $1,8^\circ$ forskyvning i forhold til 7 mm dysene i dyseplaten.



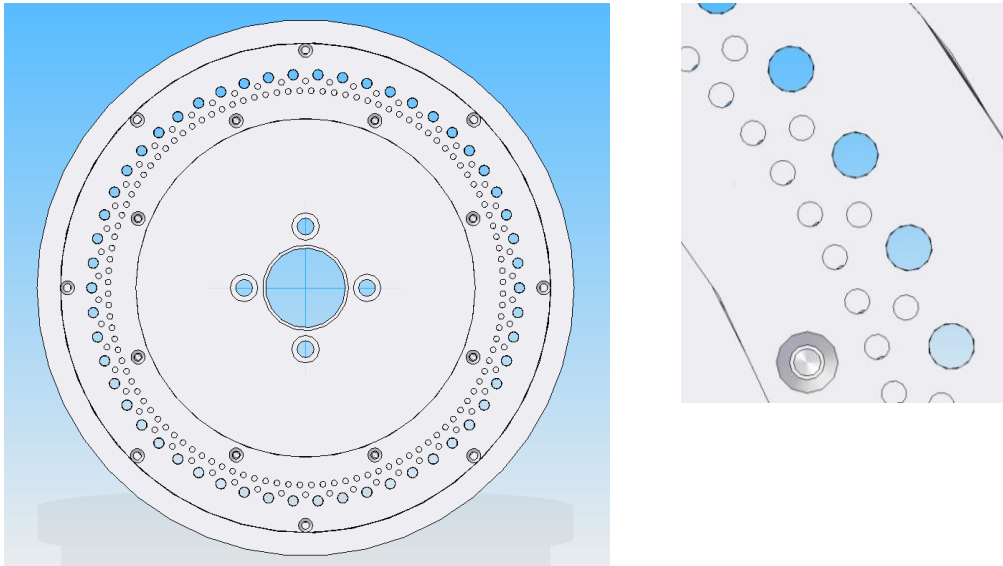
Figur 6.7. Det fargede feltet markerer nedstrupet lysåpning mellom to 7 mm hull, tilsvarende en 3,8 mm dyse.



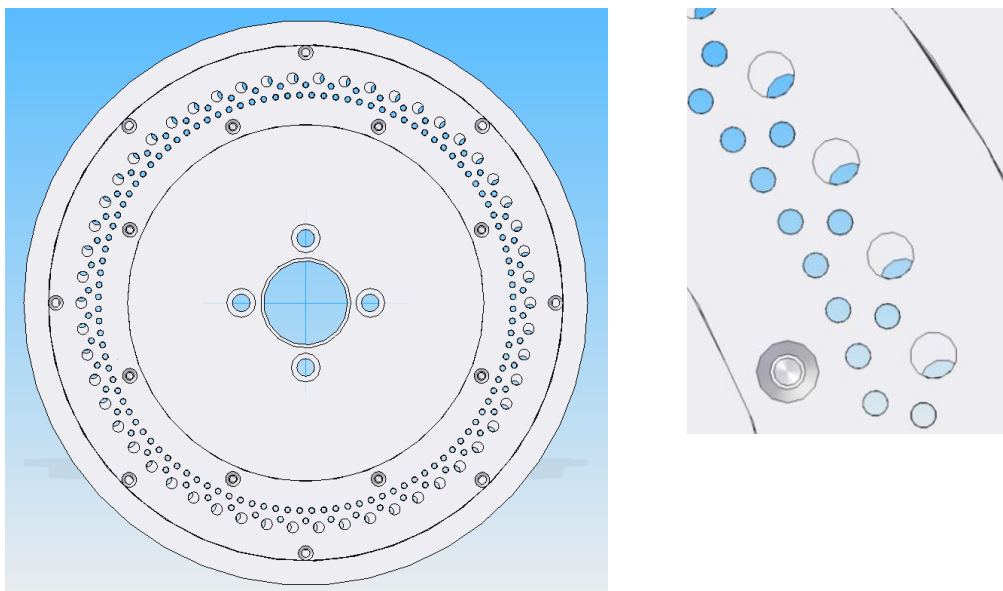
Figur 6.8. Senteravstand mellom 7 mm hull i justerbar ring og dyse, som gir riktig areal for 3,8 mm lysåpning.

6.1.2 Funksjon

Figur 6.9-A viser dyseplaten der justeringsringen er i posisjon for produksjon av 7 mm pellets. Da er dysene for 3,8 mm pellets fullstendig blokkert. Dreies ringen inni platen $1,8^\circ$ mot høyre vil 3,8 mm dysene åpnes og 7 mm dysene vil strupes til et ovalt tverrsnitt, som tilsvarer 3,8 mm pellet, se Figur 6.9-B.



Figur 6.9-A. Dyseplate i posisjon for 7 mm pellet.



Figur 6.9-B. Dyseplate i posisjon for 3,8 mm pellet. Både de sirkulære hullene og de ovale hullene har samme tverrsnittsareal.

6.1.3 *Nødvendige modifikasjoner og hjelpeutstyr*

Kun minimale modifikasjoner er nødvendige på eksisterende utstyr for denne løsningen. Det vil måtte lages gjennomføringer for et kjede i flensringen rundt dyseplaten. Da vil en motor på utsiden av ekstruderen ha anledning til å justere dysene.

Sliteringer med justerbar pelletdimensjon kan ikke monteres på de originale dysepletene. Det må derfor produseres nye dyseplater, sliteringer osv. Det vil fremdeles være mulig å montere de gamle en-dimensjons platene på ekstruderen, på tross av modifikasjonene, dersom det skulle være behov for det.

Tilleggsutstyr som er nødvendig for løsningen er en elektromotor og en festeanordning, slik at motoren kan monteres på utsiden av ekstruderen.

6.1.4 *Styring og kontroll av apparatur*

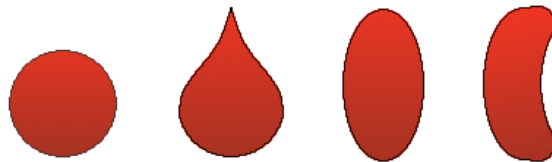
Motoren som dreier den roterbare dyseringen bør styres via et dataprogram. Dette programmet må kunne overvåkes og helst styres av dataprogrammet som allerede brukes for å administrere den øvrige produksjonen hos Skretting. En slik kobling er nødvendig for å oppnå størst mulig flyt i produksjonen. Siden systemet har mulighet for sporing av en ordre gjennom hele fabrikken, vil denne funksjonen kunne benyttes til å automatisk justere dysene når en ny ordre ankommer ekstruderen.

Ved utbytting av justerbare dyseplater må størrelsene på dysene i den nye platen legges inn i programmet. Styringssystemet vil da vite hvilke pelletdimensjoner som er tilgjengelige og automatisk kunne endre dysestørrelsen for de neste 2-3 ordrene, uten å måtte stoppe ekstruderen.

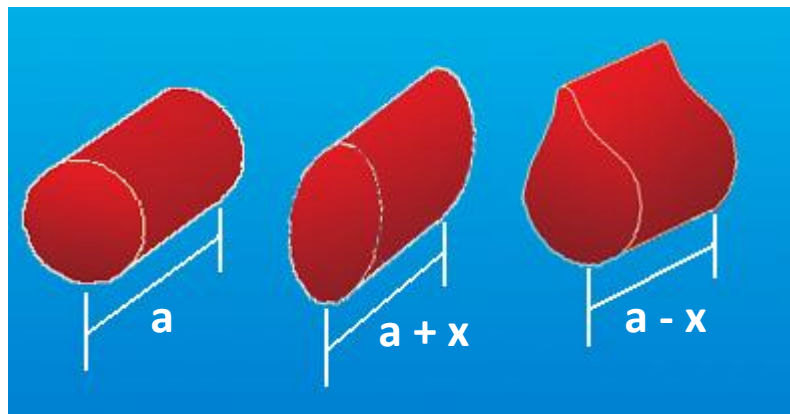
6.1.5 Hvordan påvirker en justerbar dyseplate produktet

Løsningen med en justerbar dyseplate vil kunne innebære at pelleten ikke får et perfekt sirkulært tverrsnitt. Volumetrisk sett skal ikke dette ha mye å bety. For eksempel vil en 7 mm pellet, som i utgangspunktet er rund, kunne inneholde samme fôrmengde som en pellet som har et ovalt, halvmåne- eller dråpe-formet tverrsnitt, se figur 6.10. Dersom tverrsnittsarealet for den nye formen av pellet skulle avvike fra den originale dimensjonen, må det kompenseres for lengden av pelleten, slik at volumet bevares, se figur 6.11. Blir tverrsnittet mindre enn normalt må lengden økes, og motsatt for større tverrsnitt.

Produksjonsmessig vil dette kunne gi utslag for de senere tilvikingstrinnene i fôrproduksjonen. Når pelleten er ekstrudert går den videre til tørking. Dette trinnet er svært viktig at blir gjort riktig. Fôret må tørkes akkurat passe, slik at det ikke blir for tørt eller for fuktig. Her vil et ovalt eller dråpeformet tverrsnitt kunne bidra til å minske tørketiden. Årsaken er at det vil ta kortere tid å transportere varme og fukt vekk fra pelletens kjerne, når den relative tykkelsen er mindre.



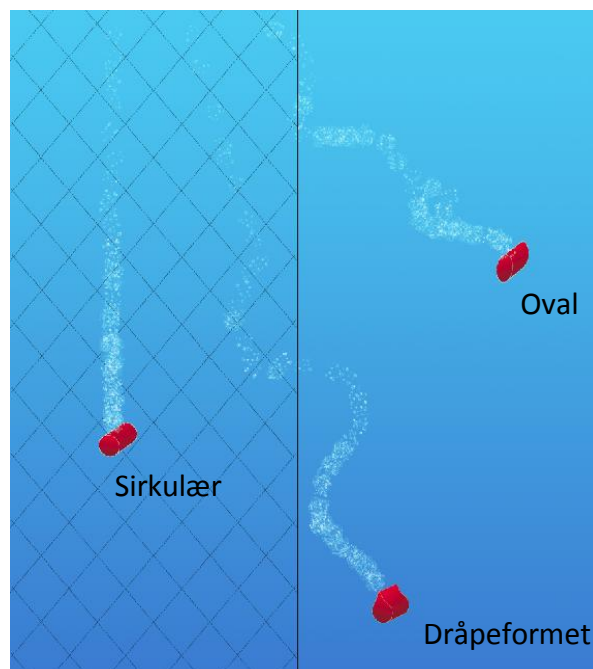
Figur 6.10. Mulige tverrsnitt av nye pellettyper



Figur 6.11. Mulige lengder av nye pellettyper. T.v. er en original pellet med lengde a . Den midterste pellettypen har mindre tverrsnitt og behøver dermed større lengde for å få samme volum som originalen. T.h. har pelleten større tverrsnitt og kortere lengde.

Etter tørking går fôret videre til coating. Det er da viktig at oljen absorberes jevnt gjennom hele pelleten, slik at ikke det ytterste laget blir overmettet og kjernen forblir tørr. Dette problemet oppstår som oftest ved for hard tørking. Fisken vil ikke kunne fordøye maten riktig hvis kjernen er tørr og hard. Dette betyr at dersom produksjonstrinnene etter ekstrudering gjøres riktig, vil en endring i pelletutformingen trolig ha marginal innvirkning på fiskens fordøyelse av fôret.

Den neste usikkerheten ligger i hvordan fisken skal få tak i maten. Det er nemlig ønskelig at pelleten påvirkes minst mulig av sjøstrømninger og at den synker mest mulig vertikalt når den slippes i mærene*. Farten pelleten synker med er også viktig at blir konstant og optimal. Fallende pelleten for fort får ikke fisken tak i maten, men hvis den faller for sakte vil ikke fisken "se sporten" i å fange den. Dette er faktorer som vil kunne by på en del utfordringer til pellet som ikke har et perfekt sirkulært tverrsnitt. Et ovalt tverrsnitt vil trolig lettere kunne fanges opp av sjøstrømninger gjennom mærene. Grunnen til dette er at ovale eller dråpeformede tverrsnitt gjerne får egenskaper som kan sammenlignes med vinger, når de synker i vann. Det mest nærliggende fenomenet å sammenligne med er et papirark som faller i luft. Når arket slippes faller det jevnt, men etter et stund er farten så stor at luften rundt papiret blir ustabil og turbulerer. Arket vil da fortsette å falle med en blanding av side-til-side-bevegelse og sirkulære bevegelser. På en tilsvarende måte er det mulig at pelleten vil synke. Faren er da at den faller for sent og/eller at den skaper så mye motstand i vannet at den blir ført ut av mæren av strømninger, se figur 6.12.



Figur 6.12. Pellet med nye former føres bort fra mæren av strømninger.

***Mær:** Innhegning til oppdrettsfisk i sjø. For enkelthets skyld kan en mær betraktes som en stor garnsekk som holder fisken fanget.

Dersom en løsning for automatisk dyseplateskift innebærer endring av selve dysene i dyseplaten vil problemstillingene rundt tørking, "coating", synkeevne og fordøyelighet av pelleten være viktige elementer å ta hensyn til. Dersom pelletens fasong endres av en slik innretning vil den ha en veldig direkte og lett synlig innvirkning på salgsproduktet fra Skretting. Imidlertid faller disse faktorene utenfor oppgavens definisjon og må vurderes grundigere av fabrikkens, ved et senere steg i designfasen.

6.1.6 Problemer med en justerbar dyseplate

En justerbar dyseplate er foreløpig ikke teknisk mulig å bruke i produksjon av ekstrudert fiskefôr. Dette er det tre årsaker til. Den ene er at det oppstår turbulent strøm når et element med skarpe kanter forstyrrer fôrstrømmen gjennom dysene. Den plastiske fôrmassen vil hoppe opp og brennes ved kantene på verktøyet som skal redusere strømmen. Dette vil ramme dysene med stor diameter som strupes ned til en mindre diameter. Disse fastbrente fôrelementene kan medvirke til å totalt tette dysene. I tillegg kan biter med brent materiale løsne og bli en del av pelleten. Pellet som inneholder brent fôr vil bli harde og ha for høy tetthet. Resultatet blir et ikke selgbart produkt.

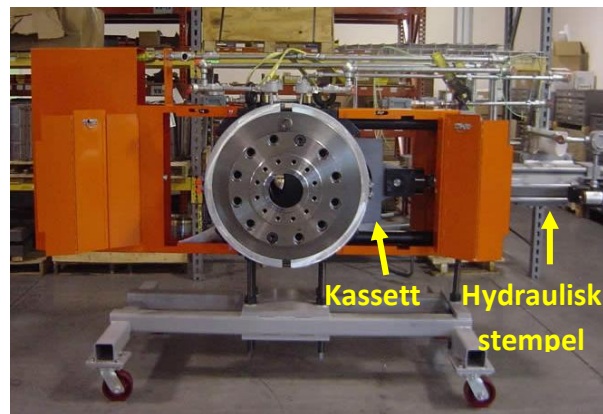
Den andre årsaken er det 200 bar store trykket i ekstruderen. Siden delene i dyseplaten må ha anledning til å rotere, kan de ikke monteres fast nok sammen til at de vil kunne hindre at fôrmassen blir klemt inn mellom alle delene i platen. Dette vil trolig føre til at skiven inni platen ikke kan roteres. I tillegg oppstår trykkfall og mulighet for svinn i produksjonen.

Siste årsak som vanskeliggjør en dynamisk dyseplate er reduksjonen i total lysåpning. For at produksjonen av fiskefôr skal skje kostnadseffektivt må hele det tilgjengelige arealet på dyseplaten brukes til aktive dyser. Det er derfor ikke aktuelt å blende små dyser for å produsere fôr med store dysehull i samme plate. Dette ville forårsaket for lav produktivitet, hvilket igjen ville hindre leveransedyktigheten.

6.2 Skyvekassett

Industri som tilvirker plastprodukter ved ekstrudering, har flere tilgjengelige automatiske metoder for utskifting av dyseplater. En av dem er en horisontal hydraulisk dyseplateskifter, som vist i figur 6.13. I en slik innretning er dyseplaten montert i en skinnegående kassett. Selve kassetten er festet til et hydraulisk stempel. Når platen skal byttes, skyver stempelet kassetten ut til siden fra ekstruderen. Den brukte dyseplaten fjernes og en ny plate installeres. Stempelet trekker deretter kassetten tilbake foran ekstruderen igjen.

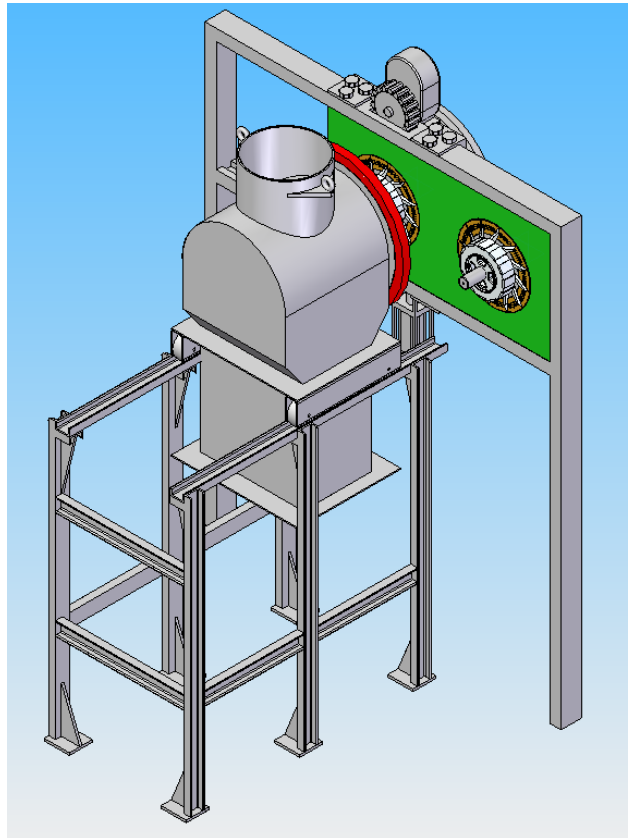
Det er mulig at prinsippet med en skinnegående horisontal dysekassett kan overføres til fiskefôrindustrien. Det må imidlertid gjøres en del forandringer på løsningen for å få den til å fungere på fôr-ekstruderen. I tillegg må det tas høyde for Skrettings krav og ønsker i forbindelse med en slik konstruksjon.



Figur 6.13. Hydraulisk dyseplateskifter for ekstrudering av plast.^[11]

6.2.1 Konstruksjon og modifikasjon

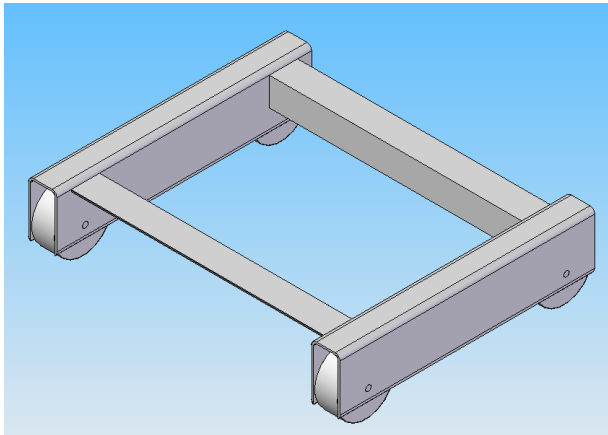
Fra Skrettings side er det, som kjent, ønskelig at en automatisering gjøres så enkel, sikker og hygienevennlig som mulig. Det er derfor forsøkt å innlemme mest mulig av det godkjente og eksisterende utstyret rundt dyseplaten i dette forslaget. Noen av de originale komponentene kan modifiseres, mens andre må byttes ut med nyutviklede deler for få til å skifte dyseplater med en automatisk skyvekassett. Hvordan den totale løsningen er tenkt å kunne se ut er vist i figur 6.14.



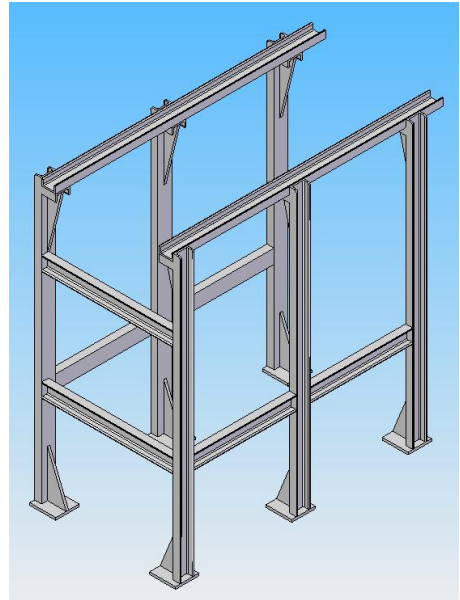
Figur 6.14. Automatisk dyseplateskifter med skyvekasset. Selve kassetten er merket med grønn farge.

Skinner og hjul til knivkasse

Det første som må gjøres er å sette knivkassen på skinner. Knivkassen henger per i dag etter to stag som er festet til en kran i taket. Kranen gjør at kassen kan heises til høyre eller venstre, opp eller ned, fremover eller bakover. Den kan følgelig beveges langs tre forskjellige retningsakser. For at knivkassen lett skal kunne flyttes automatisk, er det en fordel at den kun kan beveges i ett plan, langs én retningsakse. Ved å montere knivkassen på skinner kan dette løses enkelt. Dette kan gjøres ved å montere et hjulsett rundt nedre del av knivkassen. Figur 6.15 viser forslag til hvordan et slikt hjulsett kan lages. I tillegg må det bygges et gulvmontert stativ med skinner øverst, se figur 6.16. U-profil bjelker brukes som skinner for å unngå at hjulene under knivkassen kan spore av. Med dette utstyret montert kan knivkassen enkelt føres til eller fra ekstruderen i lengderetning.



Figur 6.15. Hjulsett for knivkasse.

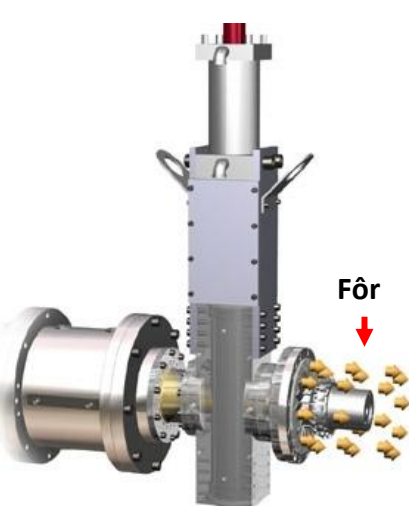


Figur 6.16. Skinnestativ for knivkassen.

Trykkreduksjonsventil

Det er behov for en trykkreduksjonsventil (back pressure valve) i forbindelse med skyvekassettløsningen. En slik ventil har til oppgave å redusere resterende trykk bak dyseplaten når ekstruderen stanses. Den vil da avverge at trykkresten fra ekstruderen slynger dyseplaten fremover når platen løsnes. En slik ventil er enten plassert mellom frontplaten og dyseplaten, eller den kan være en integrert del av selve frontplaten.

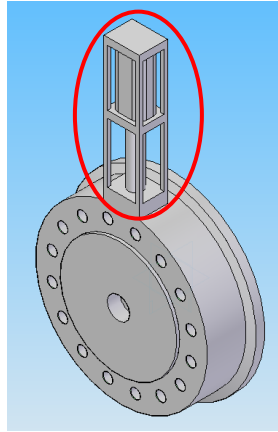
Figur 6.17-A og B viser eksempel på hvordan en trykkreduksjonsventil mellom frontplate og dyseplate kan fungere. Imidlertid er det i oppgaven valgt å bruke en dyseplate med et innebygget hydraulisk ekspansjonsstempel for utføre trykkreduksjonen, se figur 6.18.



Figur 6.17-A. Trykkreduksjonsventil plassert mellom frontplate og dyseplate. Lukket posisjon.^[12]



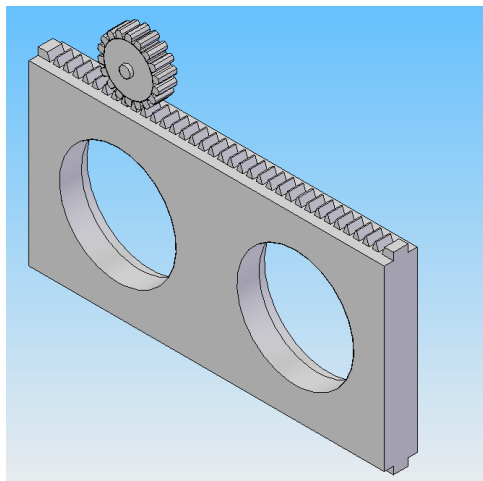
Figur 6.17-B. Åpen trykkreduksjonsventil.



Figur 6.18. Frontplate med innebygget trykreduksjonsventil. Ringen markerer ekspansjonsstempelet.

Skyvekassett

Skyvekassetten, som forslaget baserer seg på, er konstruert for å kunne håndtere to dyseplater som vist i figur 6.19. De to hullene i kassetten er utformet slik at de eksisterende dyseplatene passer i enheten, uten behov for modifikasjon. Den øvre delen av skyveelementet er formet som et tannstag. En elektromotor vil da sammen med et tannhjul i inngrep mot tennene, kunne skyve kassetten til ønsket posisjon. Tennene vil også fungere som en flens, slik at kassetten holdes på plass i sporet på skinnene den er installert i. En tilsvarende flens er laget på undersiden av kassetten. Hele enheten har glatte flater som er lette å rengjøre.



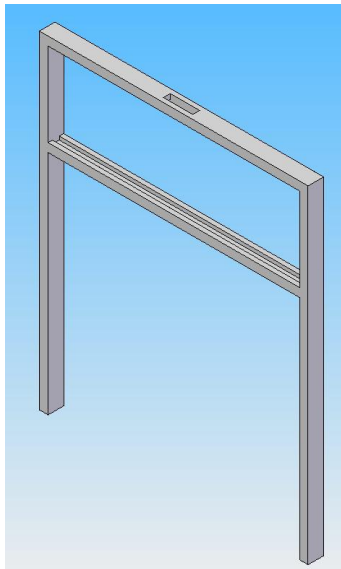
Figur 6.19. Tannhjulrevet skyvekassett for to dyseplater.

Ramme

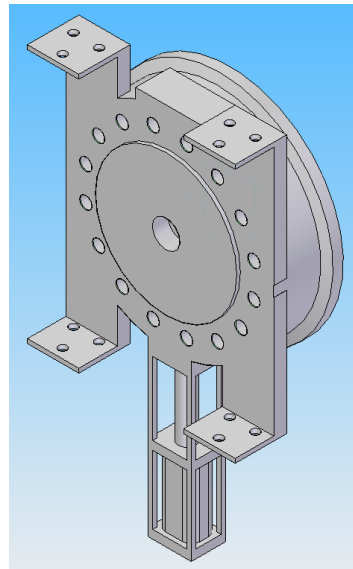
Rammen som skyvekassetten skal monteres i består av to horisontale skinner og to vertikale ben. Figur 6.20 viser rammen. Den øvre skinnen har gjennomføring for tannhjulet som skal drive kassetten. Rammen er laget slik at når kassetten støter mot de vertikale bjelkene vil alltid én av dyseplatene stå i riktig posisjon, foran ekstruderens frontplate. Riktig posisjonering av dyseplatene blir da enkelt å utføre for automatikken. Sammen erstatter rammen og kassetten på denne måten flensringen som tidligere holdt dyseplaten fast til ekstruderen.

Frontplate

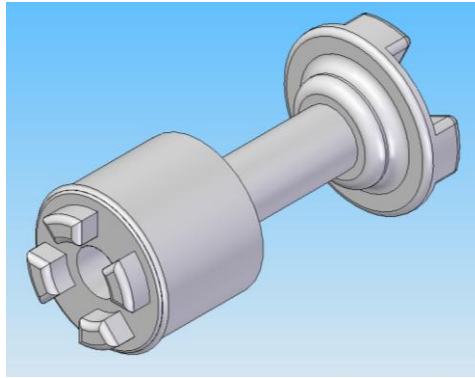
Ekstruderens frontplate må enten modifiseres eller lages på ny. Platen må som tidligere nevnt ha en form for trykkreduksjonsventil. I tillegg må den tilpasses skyvekassettløsningen. Dette innebærer å sveise på fester for kassettrammen, slik at dyseplatene holdes i riktig høyde foran frontplaten. Forslag til hvordan en modifisert frontplate kan se ut er vist i figur 6.21.



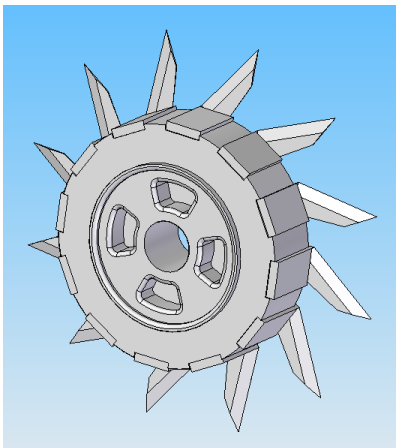
Figur 6.20. Ramme til skyvekassett.



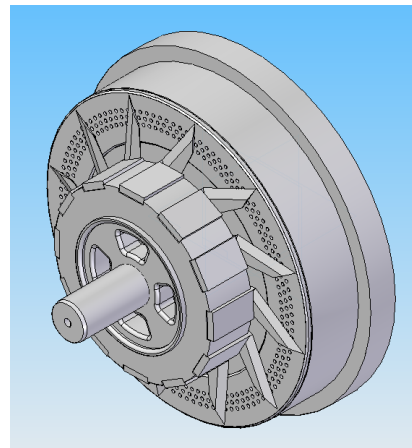
Figur 6.21. Frontplate med påsveiste fester for rammen til skyvekassetten.



Figur 6.22. Drivaksel for knivplate.



Figur 6.23-A. Knivplate.



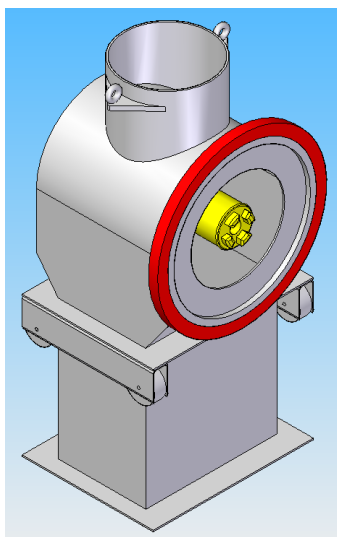
Figur 6.23-B. Dyseplate med ferdig montert knivplate, klar til installasjon i skyvekassetten.

Knivaksel og knivplater

For å kunne benytte skyvekassettforslaget bør den originale knivakselen byttes ut med en ny variant. Den nye knivakselen ligner på den gamle, men er nå delt i to deler. Den vil bestå av en drivaksel, figur 6.22, og to knivplater, figur 6.23-A. Akselen skal festes permanent inni knivkassen, mens de to knivplatene kan monteres på dyseplatene som skal installeres i skyvekassetten, som vist i figur 6.23-B. På denne måten vil kniv- og dyseplater byttes samtidig under et skift og knivkassen behøver bare å flyttes et lite stykke bakover. Hensikten med denne løsningen er å slippe behovet for å bytte hele knivakselen ved hvert dyseplateskift. Det blir lettere for en operatør å håndtere en knivplate enn dagens store knivaksel. I tillegg kan operatøren bytte blader på knivplaten som ikke er i bruk, mens ekstruderen er i drift.

Elektromagnetisk "klave" på knivkasse

Den eksisterende løsningen med en mekanisk klave, som fester knivkassen mot ekstruderen, blir upraktisk å tilpasse for skyvekassettløsningen. Det er derfor mer hensiktsmessig å bytte ut den gamle klaven med en ny elektromagnetisk "klave".



Figur 6.24. Knivkasse med elektromagnet og drev for knivplate. Magneten er markert med rødt og den nye drivakselen for knivplaten er farget gul.

På knivkassen demonteres den ytre ringen som klaven tidligere ble festet til, og en elektromagnet monteres der i stedet, se figur 6.24. Denne løsningen kan benyttes siden kassen nå skal hvile sin egenvekt på skinner og følgelig ikke lengre har behov for vertikal opplagring. Den magnetiske klaven behøver kun å holde knivkassen fast mot skyvekassetten i horisontal retning.

6.2.2 Styring og kontroll av apparatur

Skyvekassetten, elektromagneten og bevegelsene til knivkassens kran bør styres av et program på en datamaskin. Siden alle komponentene er av elektrisk art kan programmet styre funksjonene ved hjelp av reléer. Trykkreduksjonsventilen reguleres elektrohydraulisk av dataprogrammet. I likhet med kapittel 6.1.4 bør dette programmet styres av dataprogrammet som allerede brukes for å administrere den øvrige produksjonen hos Skretting. Dyseplatene kan da skiftes i nøyaktig riktig øyeblikk, før en ny fôrbulk ankommer ekstruderen.

Sikkerheten mot personskade er også viktig å ivareta ved skyvekassettløsningen. Siden dyseplateskiftet settes i gang av en datamaskin i et kontrollrom, bør det være signaliseringsutstyr installert i nærheten av ekstruderen. Varsel med lyd og blinkende lys kan da gis like før dyseplatene skal skiftes, slik at eventuelle operatører i nærheten av ekstruderen kan trekke seg tilbake til en sikker avstand fra det bevegelige utstyret. I tilfelle noe skulle gå galt, må det også monteres nødstoppbrytere både i kontrollrommet, i produksjonslokalet og ved ekstruderen innen arm-rekkevidde fra skyvekassetten. Dette sikrer at potensielt farlige situasjoner kan unngås, eller at skade kan begrenses til et minimum.

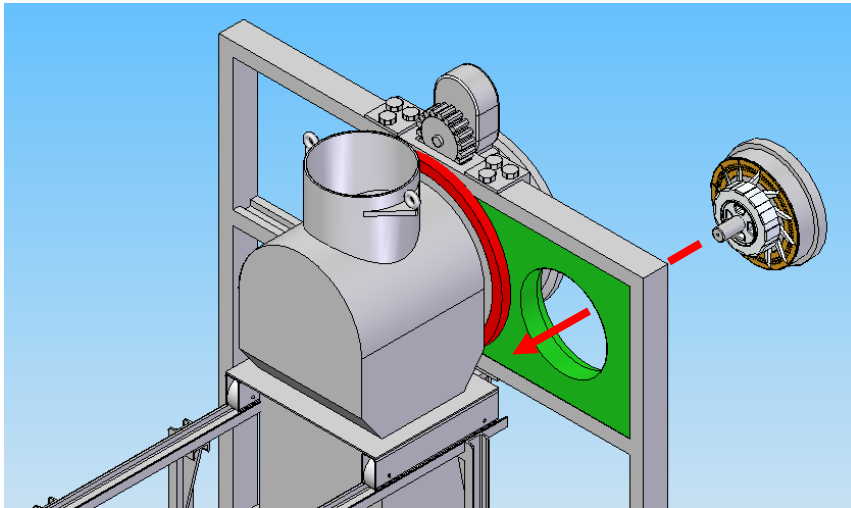
6.2.3 Funksjon

Den automatiske skyvekassetten, kan bare bytte mellom de to platene som er montert i kassetten. Selve installasjonen av platene i kassetten må fremdeles gjøres manuelt. Forskjellen mellom det eksisterende dyseplateskiftet og kassettløsningen er at det manuelle arbeidet, som må utføres av en operatør, kan finne sted mens ekstruderen er i drift. Dette er illustrert i figur 6.25-A.

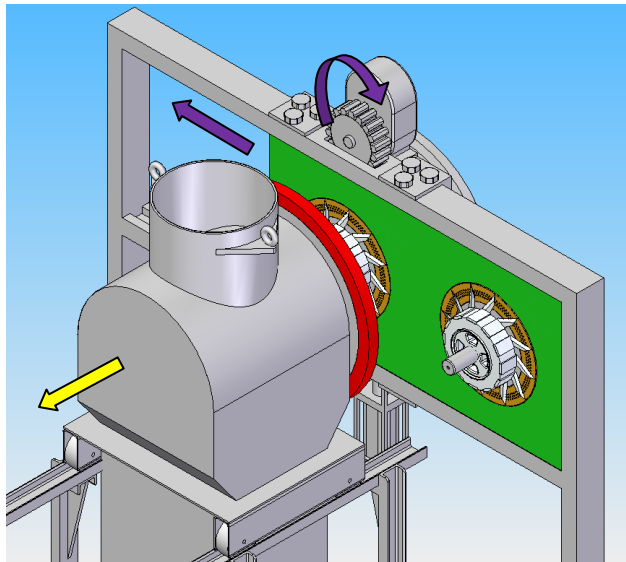
Når det er behov for å bytte dyseplater aktiverer en operatør funksjonen for automatisk dyseplateskift i dataprogrammet som styrer automatikken rundt skyvekassetten. Programmet utfører følgende sekvens:

- Ekstruderen stanses
- Trykkreduksjonsventilen åpnes slik at rest-trykket bak den nylig brukte dyseplaten fjernes.
- Strømmen til elektromagneten på knivkassen brytes deretter. Kassen løsner da fra skyvekassetten og kan beveges fritt langs skinnene.
- Kranen i taket flytter knivkassen bakover langs skinnene, til den går klar av dyseplatene i kassetten.
- Den motoriserte kassetten skyves til siden, slik at den brukte dyseplaten kommer ut og den nye plasseres i posisjon foran frontplaten. Dette er illustrert i figur 6.25-B og C.
- Knivkassen føres deretter frem igjen til skyvekassetten av kranen i taket.
- Elektromagneten aktiveres igjen, slik at kassen holdes på plass foran den aktive dyseplaten.
- Trykkreduksjonsventilen stenges igjen.
- Ekstruderen startes så opp på nytt.

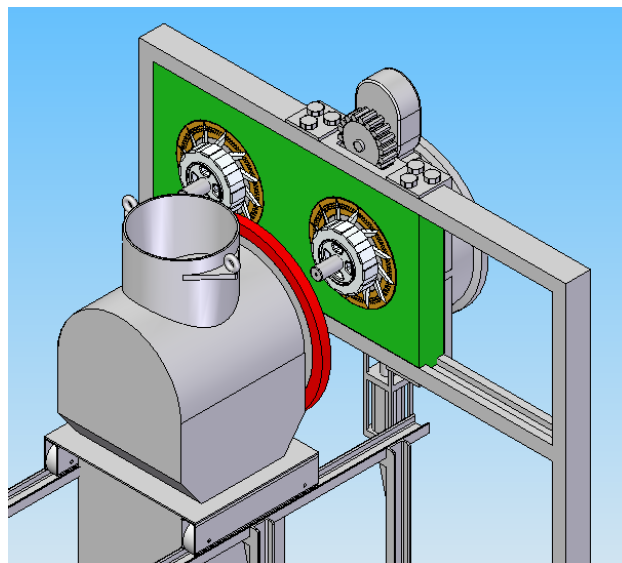
Når dyseplateskiftet er ferdig og ekstruderen er i gang med fôrproduksjonen igjen, kan operatøren gå bort og fjerne den brukte dyseplaten fra kassetten. Deretter plasseres den neste dyseplaten som skal brukes i kassetten. Dyseplateskifteren er da klar til bruk ved neste platebytte.



Figur 6.25-A. Ekstruderen er i produksjon og dyseplaten utenfor maskinen kan skiftes av operatør.



Figur 6.25-B. Knivkassen føres bakover. Deretter driver tannhjulet skyvekassetten til siden.

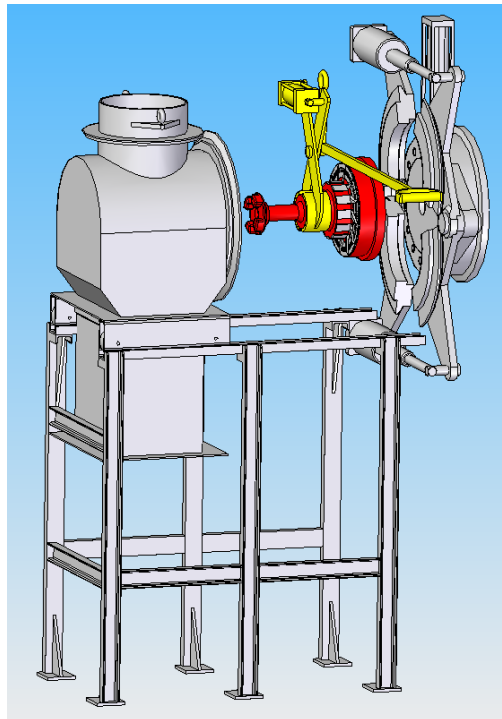


Figur 6.25-C. Kassetten har skiftet dyseplate.

6.3 Delautomatisering

En fullstendig automatisering av dyseplateskiftingen kan bli kostbart. Det vil derfor være et alternativ å delautomatisere prosessen. Når en oppgave er halv- eller delautomatisert betyr det at en operatør må gjøre et inngrep i den automatiske arbeidssekvensen for å få den til å fortsette. En full automatisering utfører derimot hele sekvensen uten behov for inngrep, som nevnt i kapittel 5. Et delautomatisert dyseplateskift vil trolig ikke kunne skje like fort som et helautomatisert skift på grunn av behovet for menneskelig innsats.

Forslaget til delautomatisering av dyseplateskift på BC 160 ekstruderen omfatter i hovedsak tre tiltak. Det første er å automatisere til- og frakobling av knivkassen, samt bevegelse av denne. Det neste er å lage en chuck som griper fast dyseplaten. Denne vil dermed erstatte den tidligere flensringen. Det siste tiltaket er å lage en gripeklo som kan brukes til å heise knivaksler og dyseplater til og fra chucken. Oppsettet er illustrert i figur 6.26.



Figur 6.26. Delautomatisert dyseplateskift.

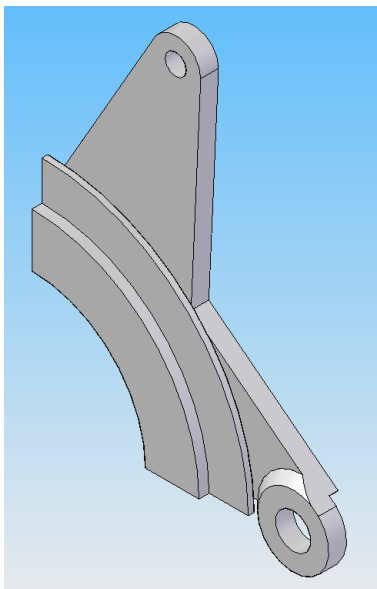
6.3.1 Konstruksjon og modifikasjon

I en delautomatisert løsning vil det være behov for en skinnegående knivkasse med elektromagnetisk klave, samt en trykkreduksjonsventil bak dyseplaten. Løsninger på disse problemene er allerede forklart i kapittel 6.2.1 og kan overføres direkte til dette alternativet. Konstruksjonene er derfor ikke nærmere omtalt her.

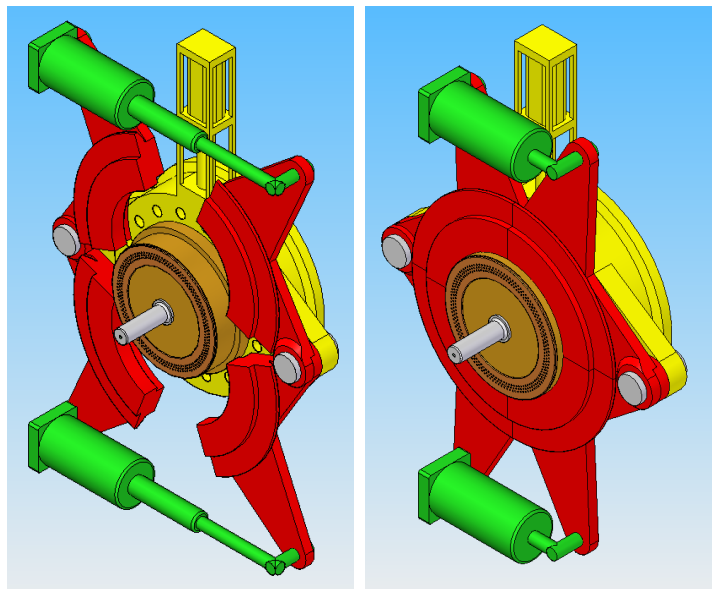
Chuck

Per i dag skrues en flensring fast i frontplaten for å feste dyseplaten mot ekstruderen. Denne kan erstattes med en elektrohydraulisk chuck, lignende den som finnes i CNC-dreiebenker. Selve flensringen erstattes av fire gripeelement. Hvert av disse elementene har to påsveiste ører, som vist i figur 6.27. Det ene øret fester delen til frontplaten, mens det andre øret danner feste for hydraulikkstag. Gripeelementene opereres med elektrohydrauliske sylindre, se figur 6.28. Dette vil si at en elektrisk pumpe pumper olje inn eller ut av de hydrauliske sylindrene oppe og nede på chucken, avhengig av om chucken skal åpnes eller lukkes.

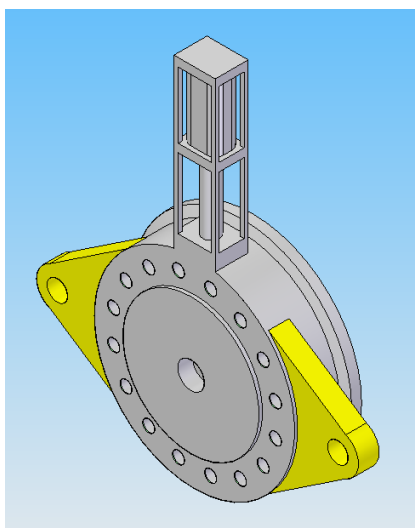
Rundt chucken bør det for øvrig bygges et bur, slik at faren for personskaade i forbindelse med denne enheten reduseres.



Figur 6.27. Gripeelement.



Figur 6.28. Åpen chuck og lukket chuck. Gripeelementene er merket med rødt, de hydrauliske sylindrene med grønt.



Figur 6.29. Frontplate med fester (merket gule) for chuckens gripeelement.

Frontplate

For at chucken skal kunne fungere må frontplaten modifieres. Dette innebærer at det må sveises på festebraketter for gripeelementene. Figur 6.29 viser hvordan dette kan se ut.

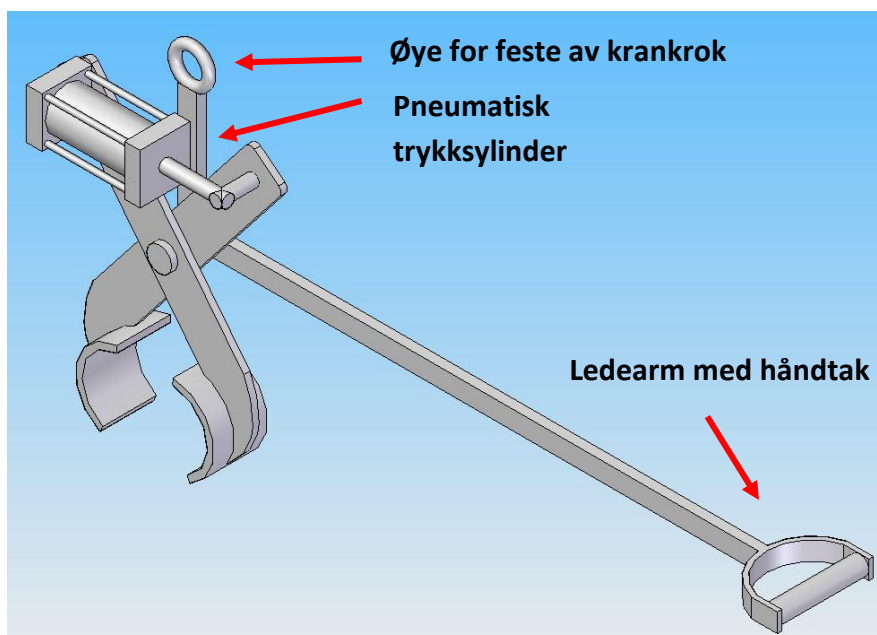
Knivaksel og dyseplate

Per i dag installeres først dyseplaten på ekstruderen og deretter monteres knivakselen. Både den originale knivakselen og de eksisterende dyseplatene kan beholdes som de er. Eneste tillemping som må gjøres er å montere knivakselen fast til dyseplaten, før platen installeres på ekstruderen. Grunnen til dette er det vil være mer praktisk og effektivt å løfte disse komponentene samlet bort til chucken.

Det finnes allerede to knivaksler til BC 160-ekstruderen. Dette gjør at det er mulig å skifte både aksel og dyseplate samtidig under et dyseplateskift, uten å måtte demontere knivakselen fra dyseplaten mens skiftet pågår. Neste dyseplate som skal brukes kan dermed stå klar med montert knivaksel før hvert dyseplateskift. Dette reduserer nedetiden.

Pneumatisk gripeklo

For å hjelpe med å plassere settet med knivaksel og dyseplate i chucken må det lages en gripeklo slik som figur 6.30 viser. Kloen åpnes og lukkes av en pneumatisk trykksylinder for å sikre et godt grep om knivakselen. På kloen er det også montert en ledearm med håndtak. Denne armen skal brukes til å styre dyseplaten og knivakselen til riktig posisjon foran frontplaten, slik at chucken kan gripe platen. Ledearmen gjør at operatøren slipper å holde hendene i nærheten av dyseplaten når chucken skal lukkes.



Figur 6.30. Pneumatisk gripeklo med ledearm.

Hele gripeklokonstruksjonen er festet til krankroken på den eksisterende hjelpekranen i taket, som normalt har vært brukt til å heise flensringen med.

6.3.2 Styling og kontroll av apparatur

Det er planlagt at løsningen fortsatt skal bruke dagens takmonterte traverskraner for å flytte knivkassen. Kranens styling skal imidlertid kobles til et elektronisk styringssystem. Det samme systemet skal styre strømmen til elektromagneten og trykkreduksjonsventilen, slik at åpning og lukking av knivkassen kan skje automatisk. En åpne- og en lukke-bryter aktiverer de automatiske funksjonene. Disse bryterne veggmonteres i en sikker avstand fra ekstruderen, slik at personell ikke utsettes for fare når knivkassen er i bevegelse.

Den eksisterende hjelpekranen som skal anvendes til å betjene gripekloen skal fortsatt styres av operatøren, via den originale fjernkontrollen. I gripekloens ledearm må det være montert to brytere som styrer åpning og lukking av kloen. Begge bryterne må betjenes samtidig for å lukke kloen. Gripekloen holder grepet inn til bryterne betjenes på ny, for å åpne kloen. Bryterne må være konfigurert slik at operatøren må bruke begge hender for å betjene bryterne. Dette sikrer at operatørens hender er på en trygg plass når kloen griper.

På gulvet plasseres det to pedaler med beskyttende vern over, for å hindre utilsiktet betjening. Den ene pedalen aktiverer åpning av chucken, den andre styrer lukking. Begge pedalene er avhengige av at det kommer signal fra bryterne i gripekloens ledearm om at kloen er lukket. Dette sikrer at ikke chucken løses ut uten at kloen holder fast i knivakselen og dyseplaten.

For å kunne stanse alt bevegelig utstyr ved fare for klemskade må det også være montert en nødstoppbryter like ved av chucken. Denne må plasseres slik at den umiddelbart kan nås av operatøren som utfører dyseplateskiftet.

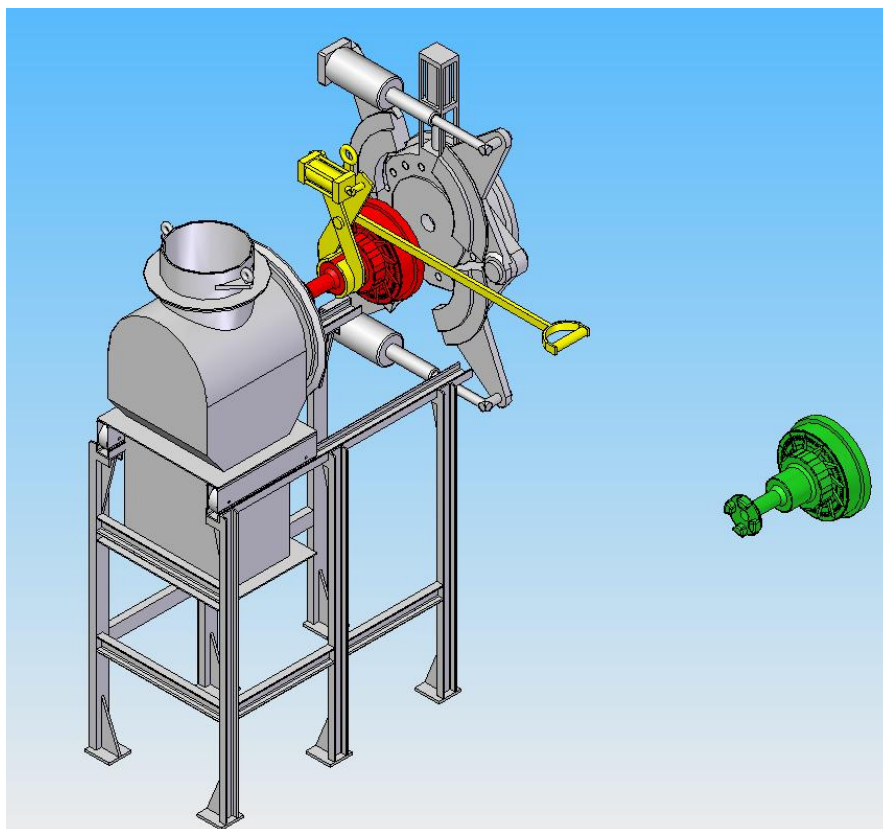
6.3.3 Funksjon

Det delautomatiserte dyseplateskiftet styres i hovedsak av en operatør. Det er denne personen som må sette i gang de forskjellige funksjonene samt være delaktig i selve utskiftingen av dyseplaten. Hele dyseplateskiftet utføres etter følgende sekvens:

- Ekstruderen kjøres ned til stans etter samme metode som benyttes i dag.
- Operatøren betjener den veggmonterte bryteren for åpning av knivkassen. Da startes en automatisk sekvens der:
 - o trykkreduksjonsventilen åpnes
 - o Strømmen til den elektromagnetiske "klaven" slås av
 - o Kranen til knivkassen kjører kassen vekk fra chucken.
- Gripekloen heises frem til dyseplaten av operatøren og festes rundt knivakselen ved å aktivere gripefunksjonen.
- Chucken rundt dyseplaten åpnes deretter ved betjening av pedalen på gulvet.
- Operatøren kan da heise både knivaksel og dyseplate samlet bort til en arbeidsbenk ved ekstruderen, se figur 6.31.
- Operatøren fester gripekloen rundt et nytt sett med dyseplate og knivaksel, som allerede står ferdig montert på arbeidsbenken og heiser dette bort til frontplaten.
- Pedalen for lukking av chucken betjenes når dyseplaten holdes i riktig posisjon, slik at platen festes.
- Gripekloens grep deaktiveres av operatøren og kloen heises deretter bort fra knivakselen.
- Operatøren trekker seg vekk fra ekstruderen og aktiverer bryteren for lukking av knivkassen. Da startes en ny automatisk sekvens der:
 - o Knivkassen kjøres frem til chucken
 - o Den elektromagnetiske klaven aktiveres
 - o Trykkreduksjonsventilen stenges.

- Ekstruderen er nå klar til å produsere en annen pelletdimensjon og kan dermed startes opp igjen.

Når ekstruderen er tilbake i drift kan operatøren fjerne knivakselen fra den brukte dyseplaten og eventuelt bytte blader dersom det skulle være nødvendig. Knivakselen monteres deretter på neste dyseplate som skal brukes, slik at alt er klart for neste utskiftning.



Figur 6.31. Den pneumatiske gripekloen (gul) holder det brukte settet med knivaksel og dyseplate (rødt). Et nytt sett med dyseplate av knivaksel (grønt) er ferdig montert og klart til installasjon.

6.3.4 Robot

Slik som utstyret er satt opp i dette forslaget til delautomatisering vil det være mulig å erstatte operatørens arbeidsoppgave med en gulvmontert robotarm. En slik maskin kan kjøpes mer eller mindre produksjonsklar fra en robotprodusent. Skretting ville dermed kunne velge en passende robot fra en katalog. Til slike roboter finnes det et stort utvalg av "hender" eller grep. Det ville derfor vært enkelt å finne en passende gripeklo til å holde knivaksel og dyseplate.

Problemet med en robot er først og fremst den høye investeringskostnaden og utgiftene til service. I tillegg ville en robotarm tatt for mye plass i det trange produksjonslokalet. Dette argumentet veies tungt av Skretting. Armen ville også krevd at området rundt ekstruderen ble inngjæret for å hindre personskade. En slik inngjæring ville oppta ytterligere plass. Av disse årsakene vurderer ikke rapporten en robotløsning ytterligere.

6.4 Omstrukturering av produksjon

I mange bedrifter er det mulig å oppnå mer rasjonell produksjon ved å omstrukturere enkelte prosesser. Dette gjelder særlig innen produksjonsenheten for fabrikker som fremstiller en konkret vare. Det kan i mange tilfeller gjøres tillempinger for å unngå unødvendig hyppige utbyttinger av deler, eller at maskiner til stadighet må rekalibreres. Dette er lettest å få til i produksjonslinjer der identiske varer kan grupperes.

Det er mulig å betrakte et pukkverk som eksempel. I stedet for å produsere ett tonn singel, så justere maskinen for å lage 5 tonn grus og deretter justere maskinen tilbake igjen for å lage 2 nye tonn singel, kan man gruppere produktene. På denne måten kan alle bestillingene for singel samles i én bolk og ordrene for grus i en annen bolk. Det vil da bare være nødvendig å stille inn maskinen hver gang man skal produsere en ny bolk med ordre.

Besparelsene med denne løsningen er at produksjonsutstyret får en betydelig reduksjon i nødvendig nedetid for omkalibrering. Likevel betyr det samtidig i eksempelet at kunden som har bestilt grus gjerne må belage seg på lengre ventetid, hvis alle ordrene for singel skal produseres først. Dersom bestillinger som har ferdigstillingsfrist langt frem i tid blir produsert lenge før det er nødvendig, vil også behovet for lagerkapasitet kunne øke. Dette kan medføre at produsenten blir sittende med mye bundet kapital i varelageret.

Hos Skrettings ville det vært mulig å oppnå besparelser i nedetid på ekstruderen, hvis sekvensen fôrbestillingene blir produsert i, kunne optimaliseres ytterligere. Dette ville innebære at ordre som krever samme pelletediameter kunne organiseres slik at de i størst mulig grad kunne produseres etter hverandre. I tillegg ville det vært gunstig å sikre en jevn fordeling av produksjonen ut over året. Teoretisk ville slike inngrep gi en reduksjon i behov for dyseplateskift. Logistikkmessig ville imidlertid dette være vanskelig å få til. Årsaken til det er syklusen i etterspørselen etter fiskefôr. Fisken spiser mer fôr når det er varmt i sjøen. Dette innebærer at etterspørsel etter fiskefôr er lavere i vinterhalvåret. Dette gir en lavsesong for fôrproduksjonen. Aktiviteten i Skrettings fabrikk er dermed betydelig sesongbetont.

For å sikre gode lagringsegenskaper forsegles fiskefôret når det pakkes. Det oppbevares også kjølig for å unngå mugg og utsiving av olje. Likevel må fôret til en viss grad betraktes som en ferskvare med begrenset holdbarhet. Ordrene må derfor produseres ut i fra når de er ønsket levert. Dette innebærer at pelleteden ikke oppbevares unødvendig lenge på lager. Da blir både lagerskader og unødvendig lang binding av kapital unngått.

Dersom en slags gruppering av pelletedimensjonene likevel skulle la seg gjøre, vil fremdeles knivene forårsake nedetid på ekstruderen. Knivene må byttes etter ca 7 - 10 timers bruk og dette fordrer at ekstruderen stanses. I mange tilfeller kan dyseplateskift og bytting av kniver kombineres. Dermed vil mye av gevinsten ved en produktgruppering utebli.

7 Konklusjon

Skretting jobber for å få til en mer strømlinjeformet fiskefôrproduksjon. Dette innebærer at nedetiden på produksjonsutstyret må reduseres. En del av dødtiden i produksjonen forårsakes av behovet for å skifte dyseplater i ekstruderingsprosessen. Bedriften har derfor uttrykt ønske om å få forslag til hvordan dyseplateskifting kan automatiseres eller ytterligere effektiviseres fra dagens utgangspunkt.

Oppdragsgiver har påpekt at Skrettings ønske for oppgaven ikke er at den skal fremlegge et produksjonsklart produkt. Rapporten skal kun presentere ideer som kan stimulere til videre tenking og idémyldring internt i bedriften. Forslagene som er utarbeidet skal dermed bidra til å danne utgangspunkt for videre utvikling av et automatiseringskonsept.

Alternativene som er gitt i denne oppgaven omfatter fire løsninger. Det første alternativet går ut på å utvikle en ny type dyseplate som har justerbare dyser. En slik plate vil i teorien kunne ha mulighet til produsere pellets med forskjellige diametre. Konseptet baserer seg på en roterbar plate som kan vris automatisk i forhold til dyseplaten. Pelletdiameteren som ønskes produsert velges i et dataprogram og platen justeres deretter til riktig posisjon. Denne løsningen krever lite plass i produksjonslokalet, noe Skretting fokuserte på at var en viktig rammebetingelse. Det er likevel en del problemer knyttet til dette designet. Det er fare for at fôr kan lekke ut av platen og at ekstrudert pellets kan få uønsket form. Hovedproblemet er imidlertid at platen ikke klarer å behandle stort nok fôrvolum.

Det neste alternativet går ut på at to og to dyseplater kan monteres i en kassett. Denne kassetten opereres automatisk og skyver dyseplatene til riktig posisjon foran ekstruderen. Montering og demontering av dyseplater i kassetten skjer fremdeles manuelt, men dette kan gjøres mens ekstruderen er i drift. Dermed påvirkes ikke nedetiden. Dette alternativet kan bruke noen av de eksisterende innretningene, men fordrer at det bygges en del nytt utstyr. De nye komponentene vil oppta en del plass rundt ekstruderen i produksjonslokalet. Fordelen med kassettløsningen er at den antageligvis vil kunne bytte plater veldig hurtig og dermed forårsake et minimum av nedetid.

En annen løsning kan være å delautomatisere dyseplateskiftingen. Dette innebærer i hovedsak å automatisere åpning og lukking av knivkassen og lage en hydraulisk chuck for innfesting av dyseplaten. Ved et dyseplateskift føres da knivkassen automatisk bort fra ekstruderen. En operatør fester en kranmontert gripeklo rundt knivakselen og dyseplaten. Deretter åpnes chucken slik at kniver og dyseplate kan heises bort som en enhet. Et nytt sett med knivaksel og dyseplate monteres på samme måte ved å følge sekvensen baklengs. Denne løsningen benytter mye av det eksisterende utstyret og vil legge beslag på forholdsvis lite plass i produksjonslokalet. Ulempen med dette alternativet er at hvert dyseplateskift fremdeles må ledes av en operatør. Dette innebærer at hensyn til hms og krav fra maskindirektivet må vektlegges veldig strengt for å få løsningen til å fungere på en sikker måte. Likevel vil selve dyseplateskiftet være mulig å utføre forttere med denne løsningen, enn det som er tilfelle i dag.

Oppgaven operatøren har kan eventuelt erstattes med en robot, men dette vil bli meget kostbart og gjøre krav på for stort areal i ekstruderingslokalet.

Et siste forslag kan være å forsøke å omstrukturere sekvensen fôrbestillingene produseres etter. Tanken er her at ordre på pellets av samme diameter, som krever samme type dyseplate, grupperes. Bestillinger som involverer like pelletdimensjoner kan dermed produseres suksessivt. Selve metoden for utskiftingen av dyseplatene beholdes som den er, men det vil bli sjeldnere behov for å utføre skiftet. Nedetiden på ekstruderen vil dermed avta. Problemet er at produksjonen av fiskefôr er sesongbetont og må produseres som følge av etterspørsel. Dette vanskeliggjør en varegruppering. I tillegg må ekstruderen uansett stanses etter 7-10 timer for å bytte ut slitte kniver.

Metoden det trolig vil være mest hensiktsmessig å jobbe videre med er skyvekassetten. Dette alternativet fungerer helautomatisk og skifter dyseplater på en effektiv måte med stort potensial for reduksjon av nedetid på ekstruderen. Datasystemet maskineriet må utstyres med har ikke behov for å være like avansert som det en robotløsning krever. Dette gir en økonomisk fordel. Skyvekassettløsningen fremstår også som et HMS-vennlig alternativ. I tillegg er komponentene i designet lette å rengjøre, slik at krav til hygiene tilfredsstilles.

Dersom skyvekassetten skulle vise seg å være et godt utgangspunkt for videreutvikling, anbefales det spesielt å vurdere muligheter for å kunne tilpasse løsningen til å skifte dyseplater mens ekstruder fremdeles er i drift. På den måten kan nedetiden nesten elimineres.

Før en endelig beslutning om automatisering kan fattes bør alle alternativene vurderes opp mot hverandre. Her må det spesifiseres nærmere hvilke betingelser rundt forslagene som må tas til etterretning og det må vurderes hvilke funksjoner som bør endres eller løses på alternative måter. Det er også nødvendig med beregninger av forventede investerings- og servicekostnader, samt analyser av hvilke tidsbesparelser som kan antas ved de forskjellige løsningene. Disse evalueringene må utføres av bedriften selv. Det blir dermed opp til Skretting å avgjøre hvilke forslag bedriften vil jobbe videre med.

Litteratur og referanser

[1] Norwegian Seafood Federation – Fishfeed. IPPC Directive, Fish Feed Reference Document 2004. 1: 5.

[2] <http://www.skretting.no>. Skretting Norge.
<http://www.skretting.no/internet/SkrettingNorway/webInternet.nsf/wprId/C46CBE651A8D5C4FC12573DF0032DD3B?OpenDocument>

[3] Norwegian Seafood Federation – Fishfeed. IPPC Directive, Fish Feed Reference Document 2004. 2: 6-9.

[4] Skretting MLR dokument, 05. HMS. Versjon 5

[5] www.lovdatab.no. Lovdata, Forskrift om maskiner, § 2.
<http://www.lovdatab.no/for/sf/ai/xi-19940819-0820.html>

[6] www.lovdatab.no. Lovdata, Forskrift om maskiner. 2. Tilleggskrav, 2.1
<http://www.lovdatab.no/for/sf/ai/xi-19940819-0820.html>

[7] Frame, N. D. The technology of extrusion cooking. 1. edition. Glasgow: Blackie Academic & Professional; 1994.

[8] Chang, Y. K., Wang, S. S. Advances in extrusion technology. Lancaster, Pennsylvania, USA: Technomic Publishing Company, Inc.; 1999.

[9] Colestock, H. Industrial Robotics: selection, design, and maintenance. USA: The McGraw-Hill Companies, inc; 2005.

[10] www.battenfeld.com. Battenfeld.
http://www.cms.battenfeld.com/SMS_Startframe/BGE_Startframe/index.html?/SMS_Startframe/BGE_Startframe/content/maschinen/machines_by_type/BlownFilm1/14_Typical_Tower_Structure.htm

[11] www.texasextrusion.com. Texas extrusion service, Inc.
http://www.texasextrusion.com/new_extruders.htm

[12] www.wenger.com. Wenger.
http://www.wenger.com/English/Systems/Extrusion/BPV/em_bpv.asp

Vedlegg 1 Forstudierapport



Universitetet
i Stavanger

DET TEKNISK-NATURVITENSKAPELIGE FAKULTET

MASTEROPPGAVE (Forstudierapport)

Studieprogram/spesialisering:

Vårsemesteret, 2009

Konstruksjon og material / Maskindesign

Åpen

Forfatter: Tore J. Haaland

.....
(signatur forfatter)

Faglig ansvarlig: Hripa Lemu Gelgele

Veileder: Hripa Lemu Gelgele, Geir Bremnes

Tittel på masteroppgaven:

Automatiseringsalternativer til dyseplateskifte på ekstruderingspresse

Engelsk tittel:

Automation options for shift of nozzle plate on extrudation press

Studiepoeng: 30

Emneord:

Sidetail: 7
+ vedlegg/annet: 0

Stavanger, 20/02 - 2009
dato/år

Forord

Denne forstudierapporten definerer problemstillingene masteroppgaven skal omhandle. Oppgaven skrives som avslutning for studiet av maskindesign og avlegges ved institutt for konstruksjonsteknikk og materialteknologi ved Universitetet i Stavanger.

Selve hovedoppgaven skrives for fiskefôrprodusenten Skretting as, assistert av veileder Geir Bremnes. Hirpa L. Gelgele er faglig ansvarlig ved Universitetet.

Innhold

| | | |
|---|-------------------------------|---|
| 1 | Innledning..... | 1 |
| 2 | Formål..... | 1 |
| 3 | Problemstillinger..... | 5 |
| 4 | Oppgavens delaktiviteter..... | 5 |
| 5 | Tidsplan..... | 6 |

1 Innledning

Bedriften Skretting as er en av landets største produsenter av fiskefôr for oppdrettsnæringen. De har gjennom flere år oppgradert og automatisert sine installasjoner i fabrikk i Hillevåg. Automatisering og oppgradering har hele tiden vært fokusert på prosessene som har forårsaket mest nedetid på anlegget. Etter hvert som flaskehalsene har blitt utbedret har nedetiden avtatt.

Hjertet i fabrikk til Skretting as er tre ekstruderingspresser. Maskinene kan for enkelthetskyld betraktes som store kjøttkverner. De har til oppgave å gjøre en kontinuerlig strøm av meldeig om til fiskefôr i form av pellets. Figur 1 på neste side viser prosessen i grove trekk.

Hittil har nedetiden forårsaket av ekstruderne vært liten i forhold til forsinkelsene andre prosesser og maskiner har bidratt med. Nå til dags er derimot anleggsdriften så stabil at stansingen av ekstruderingspressene må ta større del av skylden for nedetiden.

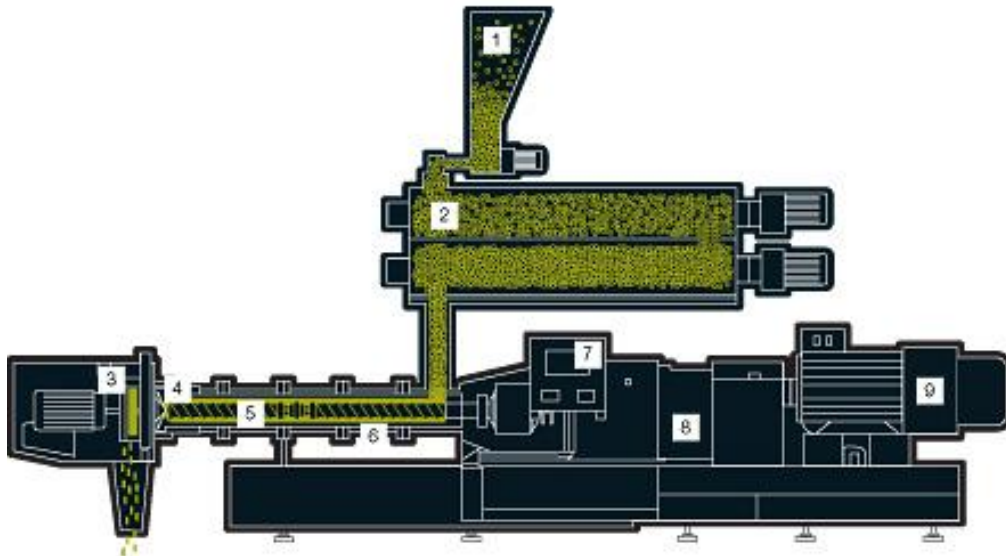
Hovedårsaken til at pressene må stanses er for å bytte dyseplater. Dette byttet tar tid og må i dag gjøres manuelt. Av den grunn er det meningen at denne oppgaven skal belyse alternativer til hvordan denne prosedyren kan gjøres automatisk. Figur 2 viser hvordan dyseplaten per dags dato er festet til ekstruderingspressen. Selve dyseplatene er avbildet i figur 3 og 4. De øvrige komponentene i dette produksjonsutstyret fremgår av figur 5 og 6.

2 Formål

Oppgavens formål er å presentere en eller helst flere mulige løsninger til hvordan dyseplater kan skiftes automatisk. Hensikten med det er å begrense nedetiden på maskinene og sørge for en mest mulig strømlinjeformet produksjonsprosess. Løsninger som ikke har behov for å stoppe pressen vil særlig være attraktive. Dette er av betydning for å kunne produsere mest mulig kostnadseffektivt.

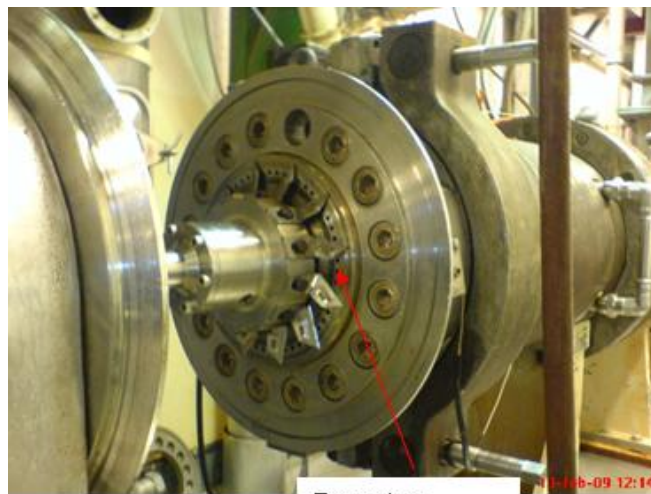
Automatiske innretninger for utskifting av dyseplater eksisterer allerede, men disse er svært kostbare. Ofte innebærer konvertering til automatikk at mye eksisterende apparatur rundt dyseplaten må byttes ut. Dette virker fordyrende og det kan ta lang tid å produsere komponentene. Det er derfor ønskelig å finne en løsning som kan passe spesielt for Skretting, gjerne der mange av de eksisterende innretningene kan brukes videre eller modifiseres, slik at kostnadene ved en eventuell automatisering blir overkommelige.

Fabrikk har to små og en stor ekstruderingspresse, men oppgaven skal fokuseres på den største pressen. Begrunnelsen for dette er at tilsvarende modeller av nettopp denne ekstruderen finnes i andre deler av landet i produksjonsanlegg som tilhører Skretting. Et system for automatisk dyseplatebytte vil da lett kunne implementeres i alle fabrikkene.



Figur 1. Skjematisk oppsett av ekstruderingsprosessen

- | | |
|---------------------|------------------|
| 1. Feeder | 6. Sylinderhus |
| 2. For-blander | 7. Kontrollpanel |
| 3. Knivkasse | 8. Girkasse |
| 4. Dyseplate | 9. Motor |
| 5. Mate-skruer | |



Figur 2. Dyseplate og kniver festet til ekstruderen.



Figur 3. Dyseplate

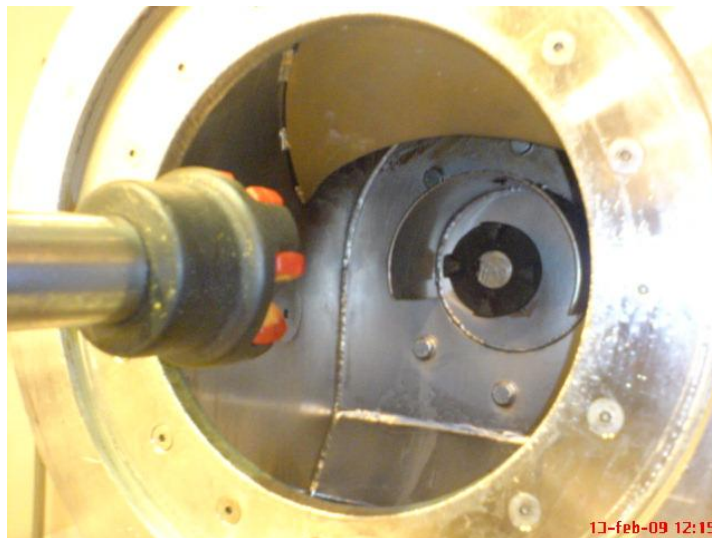


Figur 4. Dyseplater



Knivkasse

Figur 5. Knivkasse demontert fra ekstruder



Figur 6. Kobling mellom knivaksel og motor gjennom knivkasse.

3 Problemstillinger

Først og fremst er problemstillingen rettet mot hvilke design for en dyseplateskifter som er aktuelle. For å kunne avgjøre det må det vurderes hvilke modifikasjoner som må gjøres på eksisterende komponenter som bla. ekstruderfront, dyseplate, knivkasse for at disse skal kunne håndteres maskinelt. Skretting fremhever i forbindelse med dette at hygieneteknisk design må vektlegges, slik at utstyret blir lett å holde rent.

Siden innretningen vil ha bevegelige deler er krav til HMS viktige å ivareta.

Det vil også være viktig å ta høyde for plassbehov ved en slik innretning og hvilke dimensjoner og vekt som vil være gjeldende. Plassen som er tilgjengelig rundt pressen i produksjonslokalet er begrenset.

Det er ønsket at oppgaven også gir en oversikt over hvilket vitalt hjelpeutstyr som trengs for å muliggjøre en fullautomatisert løsning. I tillegg må det gjøres en vurdering av hvordan utstyret skal styres og kontrolleres.

4 Oppgavens delaktiviteter

Aktiviteter:

- Forstudierapport
- Studie av eksisterende løsninger
- Designfase med vekt på hygiene, HMS og tilgjengelig plass i lokaler
- Kartlegge nødvendige modifikasjoner
- Styring og kontroll av apparatur
- Hvilke hjelpeutstyr som er nødvendig
- Konklusjon
- Ferdigstille oppgaven
- Korrektur og kvalitetssikring

5 Tidsplan

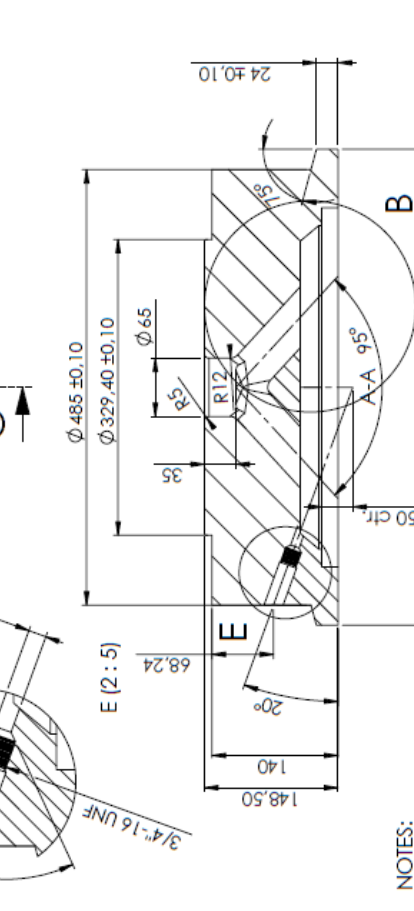
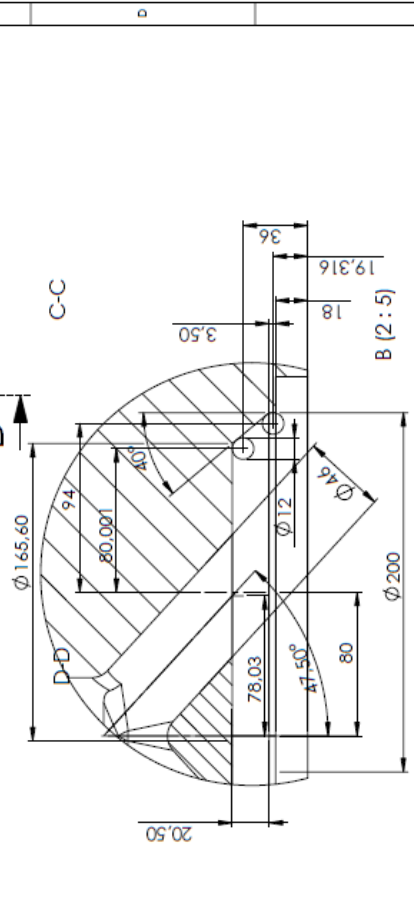
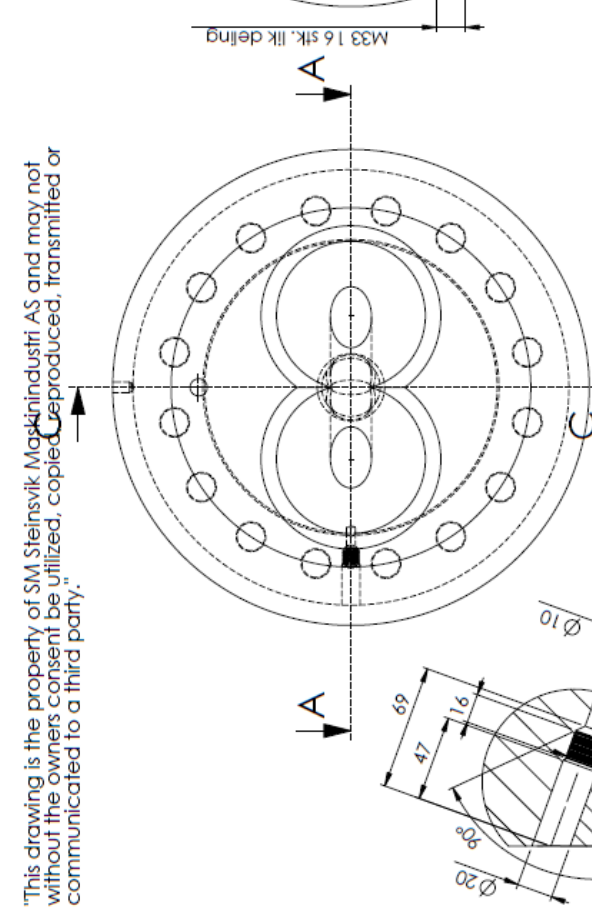
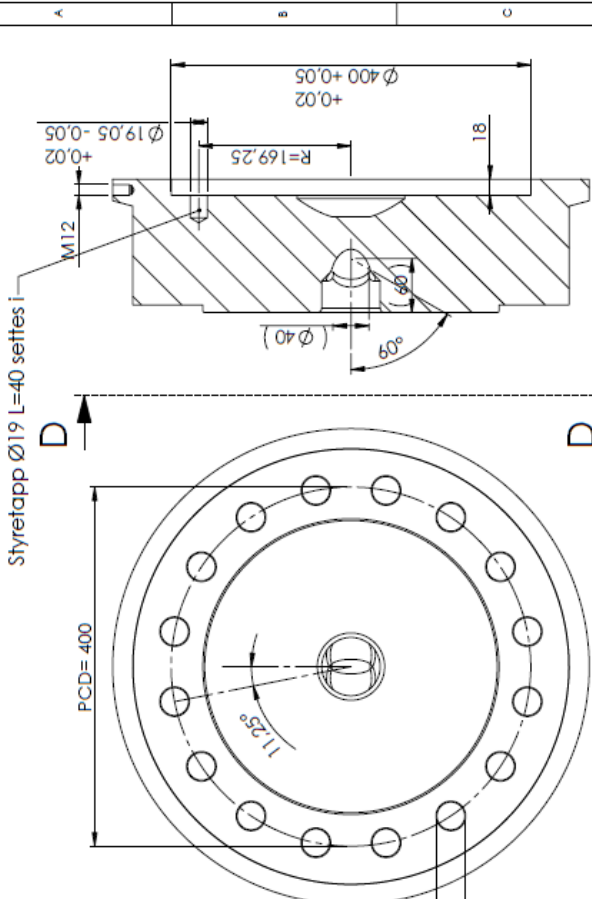
For tidsplanen har jeg stipulert vanlige 5-dagers arbeidsuker med arbeidstid fra 08.00 til 16.00. Dersom noe uforutsett skulle inntreffe og dermed beslaglegge mye tid, vil jeg benytte lengre arbeidsdager og eventuelt helger for å sikre progresjon.

| ID | Task Name | Duration | Start | Finish | 9 feb 2009 | | | | | | | 10 feb 2009 | | | | | | | 11 feb 2009 | | | | | | | 12 feb 2009 | | | | | | | 13 feb 2009 | | | | | | | | |
|----|---|----------|------------|------------|----------------|---|---|---|---|---|---|-------------|---|----|----|----|----|----|-------------|----|----|----|----|----|----|-------------|----|----|----|----|----|----|-------------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 1 | Forstudierapport | 15d | 02.02.2009 | 20.02.2009 | [Progress bar] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Studie av eksisterende løsninger | 10d | 23.02.2009 | 06.03.2009 | [Progress bar] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Designfase med vekt på hygiene, HMS og tilgjengelig plass | 15d | 09.03.2009 | 27.03.2009 | [Progress bar] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Kartlegge nødvendige modifikasjoner | 5d | 30.03.2009 | 03.04.2009 | [Progress bar] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | Pløkke | 6d | 06.04.2009 | 13.04.2009 | [Progress bar] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | Kartlegge nødvendige modifikasjoner foris. | 4d | 14.04.2009 | 17.04.2009 | [Progress bar] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | Syring og kontroll av apparatur | 15d | 20.04.2009 | 08.05.2009 | [Progress bar] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | Hvilket hjelpeutstyr som er nødvendig | 10d | 11.05.2009 | 22.05.2009 | [Progress bar] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | Konklusjon | 5d | 25.05.2009 | 29.05.2009 | [Progress bar] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | Ferdigstille oppgaven | 5d | 01.06.2009 | 05.06.2009 | [Progress bar] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | Korrektur og kvalitetssikring | 6d | 08.06.2009 | 15.06.2009 | [Progress bar] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| ID | Task Name | Duration | Start | Finish | 16 mar 2009 | | | | | | | 22 mar 2009 | | | | | | | 30 mar 2009 | | | | | | | 6 apr 2009 | | | | | | | 12 apr 2009 | | | | | | | 19 apr 2009 | | | | | | |
|----|---|----------|------------|------------|----------------|----|----|----|----|----|----|-------------|----|----|----|----|----|----|-------------|----|----|---|---|---|---|------------|---|---|---|---|----|----|-------------|----|----|----|----|----|----|-------------|----|----|----|----|----|----|
| | | | | | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |
| 1 | Forstudierapport | 15d | 02.02.2009 | 20.02.2009 | [Progress bar] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Studie av eksisterende løsninger | 10d | 23.02.2009 | 06.03.2009 | [Progress bar] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Designfase med vekt på hygiene, HMS og tilgjengelig plass | 15d | 09.03.2009 | 27.03.2009 | [Progress bar] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Kartlegge nødvendige modifikasjoner | 5d | 30.03.2009 | 03.04.2009 | [Progress bar] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | Pløkke | 6d | 06.04.2009 | 13.04.2009 | [Progress bar] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | Kartlegge nødvendige modifikasjoner foris. | 4d | 14.04.2009 | 17.04.2009 | [Progress bar] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | Syring og kontroll av apparatur | 15d | 20.04.2009 | 08.05.2009 | [Progress bar] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | Hvilket hjelpeutstyr som er nødvendig | 10d | 11.05.2009 | 22.05.2009 | [Progress bar] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | Konklusjon | 5d | 25.05.2009 | 29.05.2009 | [Progress bar] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | Ferdigstille oppgaven | 5d | 01.06.2009 | 05.06.2009 | [Progress bar] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | Korrektur og kvalitetssikring | 6d | 08.06.2009 | 15.06.2009 | [Progress bar] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Vedlegg 2 Tegninger fra Skretting

"This drawing is the property of SM Steinsvik Maskindustri AS and may not be utilized, copied, reproduced, transmitted or communicated to a third party."

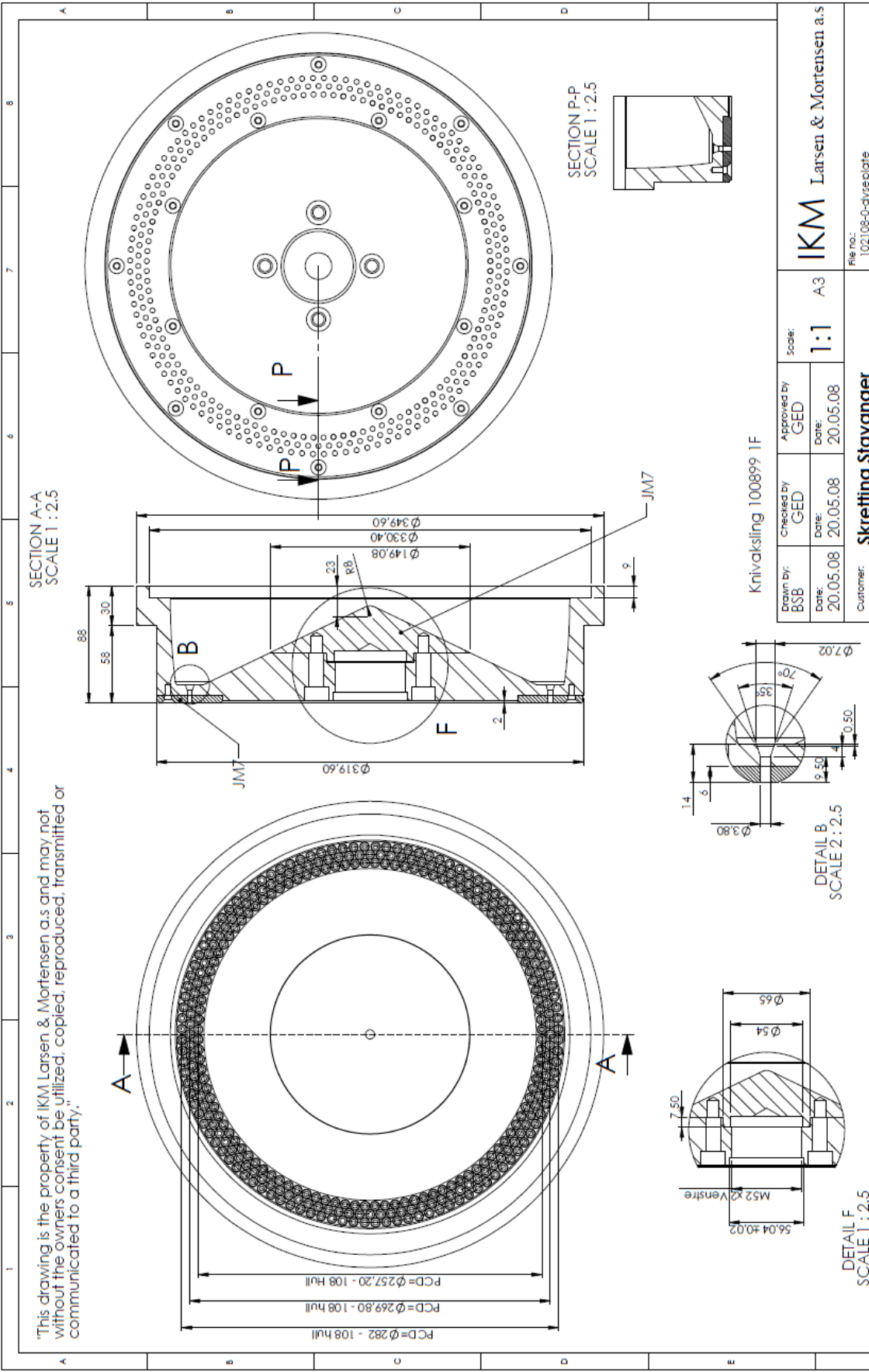


- NOTES:
1. Material: 17-4 PH
 2. Not specified tolerances: NS-ISO-2768-1-medium
 3. Surface roughness: Ra3.2 (Ra0.8)
 4. Break all sharp edges R 0.5 if not specified

| | | | | | |
|------------------------|---------------------------|--------------|---------------|----|-----------------------------------|
| Drawn by: JHE | Checked by: | Approved by: | Scale: 1:5 | A3 | Steinsvik Maskindustri a.s |
| Date: 01.01.00 | Date: | Date: | | | |
| Customer: BC 160 | Customer: T. Skretting | | File no.: | | 101690_3-Frontplate BC 160 |
| Project: Frontplate | Project: BC 160 | | Drawing no.: | | 101690 |
| Material: S165 M | Material: S165 M | | Dimension: | | Standard: |
| Item no.: | Item no.: | | Quantity: | | 3 |
| Rev.: | Rev.: | | Quality: | | 3 |

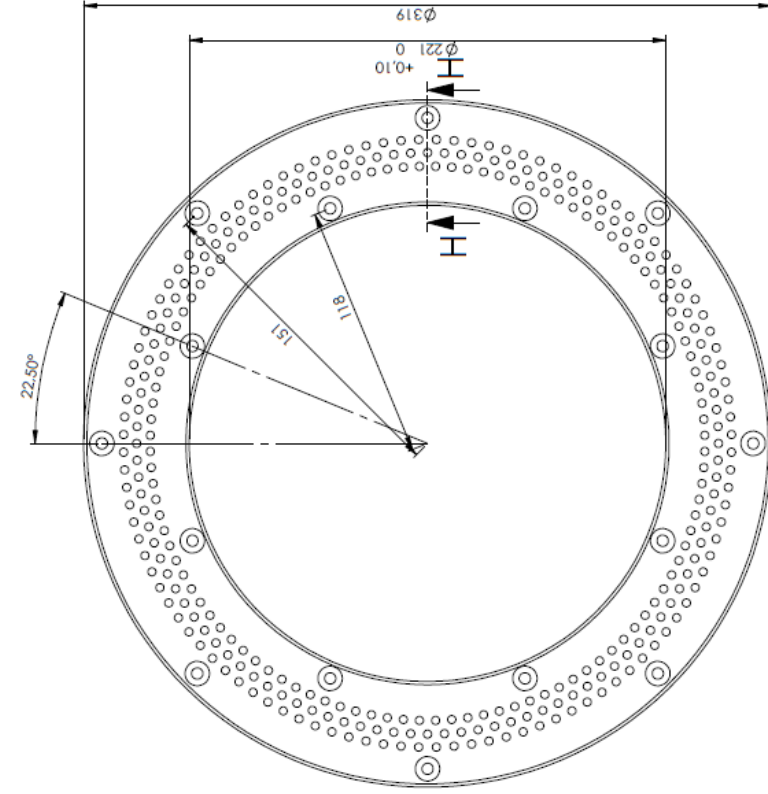
| Rev. | Date | Description | Drawn | Approved |
|------|----------|-------------------------|-------|----------|
| 3 | 24.09.03 | Dia/loc styretapp just. | JHE | KDO |
| 1 | 01.08.03 | FOR Produksjon | JHE | KDO |
| 0 | XX.XX.XX | FOR KOMMENTAR | JHE | |

"This drawing is the property of IKM Larsen & Mortensen a.s and may not without the owners consent be utilized, copied, reproduced, transmitted or communicated to a third party."

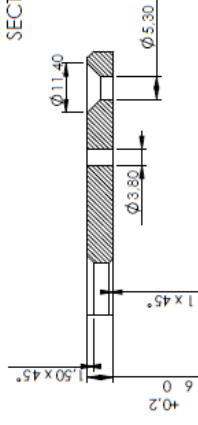


| | | | | | |
|----------------------------------|-------------------|--------------------|----------------------------------|----------|----------------------------|
| Drawn by: BSB | Checked by GED | Approved by GED | Scale: 1:1 | A3 | IKM Larsen & Mortensen a.s |
| Date: 20.05.08 | Date: 20.05.08 | Date: 20.05.08 | | | |
| Customer: Skretting Stavanger | | | File no.: 102108-O-dysseplate | | |
| Project: BC160 med slifering | | | Drawing no.: 102108 | | |
| Part: 4-5mm Pellets 324 hull | | | Rev.: 0 | | |
| Material: XXXXXXXX | | Qty.: XXXXXXXX | Dimension: 1-5 | | |
| Rev. | Date | Description | Drawn | Approved | |
| 0 | 21.05.08 | FOR KOMMENTAR | BSB | | |

"This drawing is the property of IKM Larsen & Mortensen a.s and may not be utilized, copied, reproduced, transmitted or communicated to a third party."



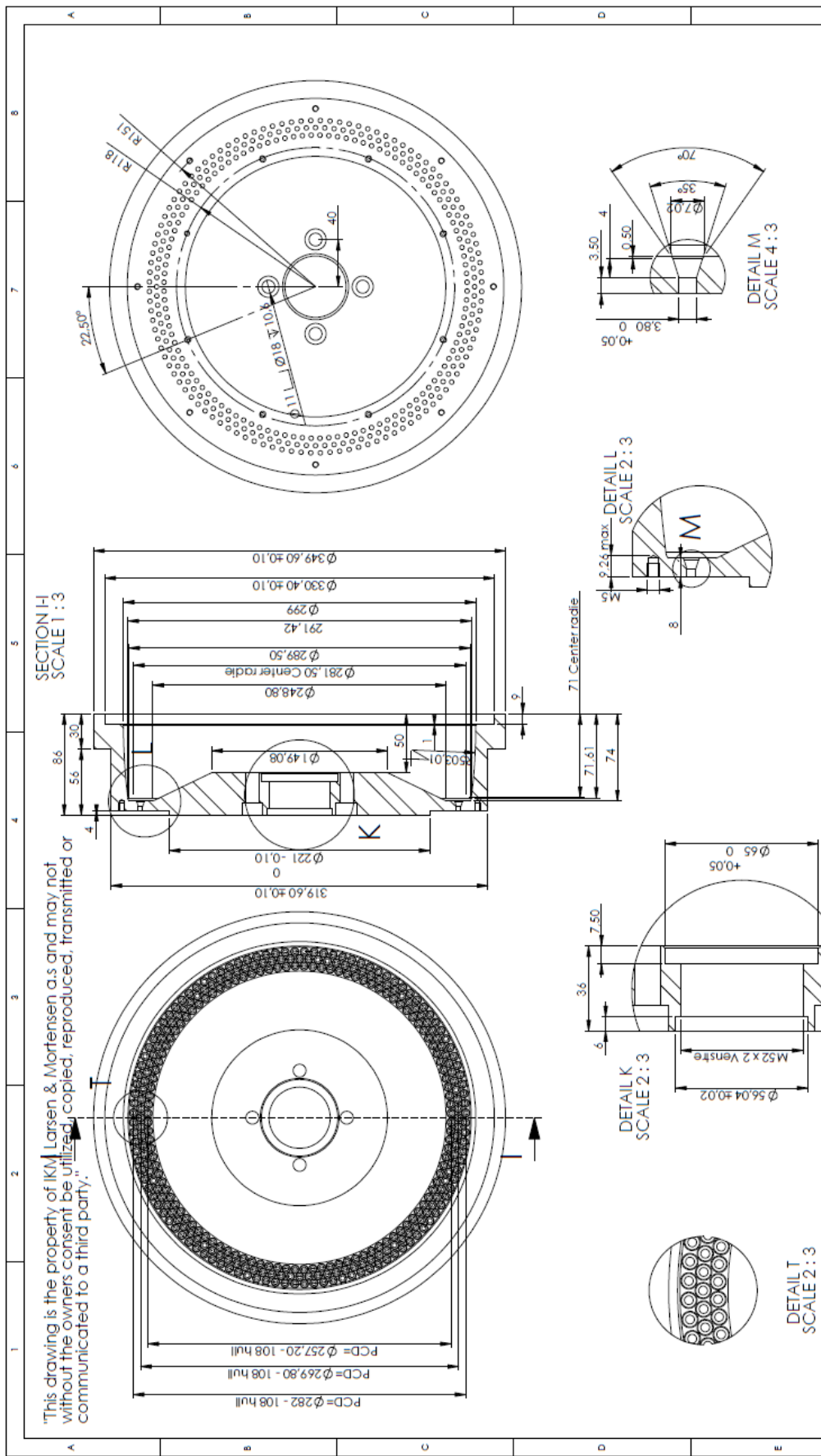
SECTION H-H



| Rev. | Date | Description | Drawn | Approved |
|------|----------|---------------|-------|----------|
| 0 | | | BSB | |
| 0 | 20.05.08 | FOR KOMMENTAR | | |

| | | | | | |
|----------------------------------|--------------------|---------------------|---------------|----------------------------|--------------------|
| Drawn by: BSB | Checked by: GED | Approved by: GED | Scale: 1:1 | IKM Larsen & Mortensen a.s | |
| Date: 20.05.08 | Date: 20.05.08 | Date: 20.05.08 | A3 | File no.: | 102108-O-dyseplate |
| Customer: Skretting Stavanger | | | Dimension: | Drawing no.: | 102108 |
| Project: BC160 med slitting | | | Item no.: | Standard: | 3-5 |
| Part: 4,5mm Pellets 324 hull | | | Qty.: | Rev.: | 0 |
| Material: JM7 | | | Item no.: | 3-5 | |

"This drawing is the property of IKM Larsen & Mortensen a.s and may not be used, copied, reproduced, transmitted or communicated to a third party."



| | | | | | |
|----------------------------------|-------------------|-------------------------|--------------------------------|----------|----------------------------|
| Drawn by: BSB | Checked by GED | Approved by GED | Scale: 1:1 | A3 | IKM Larsen & Mortensen a.s |
| Date: 20.05.08 | Date: 20.05.08 | Date: 20.05.08 | | | |
| Customer: Skretting Stavanger | | | File no.: 102108-glyseplate | | |
| Project: BC160 med slirring | | | Drawing no.: 102108 | | |
| Part: 4.5mm Pellets 324 hull | | | Rev: 0 | | |
| Material: 17-4 PH | | Item no.: XXXXXXXXXX | Dimension: 4-5 | | Standard: 4-5 |
| Rev. | Date | Description | Drawn. | Approved | |
| 0 | 20.05.08 | FOR KOMMENTAR | BSB | | |