

■ [www.energy.sintef.no](http://www.energy.sintef.no) ■

**SINTEF Energiforskning AS**

Postadresse: 7465 Trondheim  
Resepsjon: Sem Sælands vei 11  
Telefon: 73 59 72 00  
Telefaks: 73 59 72 50

www.energy.sintef.no

Foretaksregisteret:  
NO 939 350 675 MVA

# TEKNISK RAPPORT

SAK/OPPGAVE (tittel)

**Markedstilpasset produksjon – Teknologisk utviklingsbehov i pelagisk landindustri**

SAKSBEARBEIDER(E)

Tom Ståle Nordtvedt, Stig Jansson

OPPDRAKSGIVER(E)

FHL

TR NR.	DATO	OPPDRAKSGIVER(E)S REF.	PROSJEKTNR.
TR A6481	2007-01-30	Jan Thorsen	16X540
ELEKTRONISK ARKIVKODE		PROSJEKTANSVARLIG (NAVN, SIGN.)	GRADERING
051227tsn142143		Inge Gran	Åpen
ISBN NR.	RAPPORTTYPE	FORSKNINGSSJEF (NAVN, SIGN.)	OPPLAG      SIDER
82-594-3198-X 978-82-594-3198-1		Inge Gran <i>Inge G. Gran</i>	17
AVDELING	BESØKSADRESSE	LOKAL TELEFAKS	
Energiprosesser	Kolbjørn Hejes vei 1D	73 59 39 50	

**RESULTAT (sammendrag)**

Bedriftene innen pelagisk landindustri behandler i all hovedsak makrell, sild, kvitlaks og lodde. Industrien har utstyr for å ta imot, sortere, pakke og fryse rund fisk og filet. Det er svært få som jobber med ytterligere videreforedling. Bedriftene har ytret at strategien er å levere kvalitet fremfor kvantitet med fokus på sildefilet pakket i dyptrekker. Gjennom dette skal bedriftene tilby det beste produktet til en hver tid tilgjengelig i markedet, og over tid overbevise kundene at de er den foretrukne leverandøren.

Bedriftene profilerer seg som kvalitetsbevisst og vil gjerne bli oppfattet slik i markedet og skille seg fra konkurrentene. Etter sorteringsbånd utføres imidlertid begrenset kontroll av rund fisk. Noen bedrifter har visuell inspeksjon ved transportband mens andre kun har stikkprøver av ferdig pakket produkt. Her ligger et potensial for å øke graden av homogen kvalitet. Teknologi for deteksjon og maskinsyn kan her gi mulighet for differensiering mellom ulike kvalitetsparameter (vekt, fett, kvalitetsklasse m.m). Ved videre automatisering av produksjonsprosessen må også kvalitetskontroll automatiseres.

Alle bedriftene har signalisert at de ønsker å øke effektiviteten samtidig som kvaliteten ytterligere forbedres. Det betyr at antall tonn per mann må økes og linjeflyten automatiseres. Bedriftene har for øvrig omfattende bruk av trucktransport i internlogistikk. Det anbefales en systematisk vurdering av personellbruk og internttransport og mulighetene for automatisering, men ikke uten at det samtidig gjøres en grundig vurdering og definering av produktstrategiene for fremtiden. Alle norske pelagiske bedrifter leverer biprodukter direkte til mel og oljeindustri eller til ensilasjeproduserende industri. Det økonomiske bidraget fra slik anvendelse er generelt lavt. Vanlig prisnivå er ca 1 kr/kg til mel og olje. Leverandøren må da dekke kostnader med frakt og håndtering. Ved produksjon av ensilasje har prisnivå delvis vært lavere, kostnadene med syre og utstyr høyere. Biproduktutnyttelse har for pelagisk industri handlet mye om å sikre avtak for periodisk relativt store volum.

Det klart største energibehov i de fleste fiskeforedlingsanlegg er knyttet til kulde anleggene. Ved de fleste frysetunneler, platefrysere, mv blir varene lastet inn og en får en svært varierende varmestrøm. Bestemmelse av optimal kuldeytelse for denne type utstyr er derfor vanskelig. For en stor frysetunnel for pelagisk fisk i 20 kgs. esker er anslått en frysetid på 17 - 20 timer. Anslått totalbelastning på kuldesystemet er 470 kW og vifteeffekt 120 kW og 18 timer reell frysetid gir belastning på ca 0,106 kWh/ kg frosset. Kuldeanleggets energibehov er da ca.  $W_{komp.} = 0,082 \text{ kWh/kg}$ . I tillegg utgjør vifter ved 20 timer bruk av viftene  $W_{vifter} = 0,024 \text{ kWh/kg}$  og totalt forbruk blir da anslått til:  $W_{tot.} = 0,106 \text{ kWh/kg}$ .

## STIKKORD

EGENVALGTE	Pelagisk	
	Teknologi	

## INNHOLDSFORTEGNELSE

	Side
1 BAKGRUNN .....	3
2 BEDRIFTENE.....	4
3 DRIFT OG UTSTYR .....	4
3.1 MOTTAK.....	4
3.2 UTSTYR – RUND FISK.....	4
3.3 UTSTYR – FILET.....	4
3.4 INNFrysning .....	5
3.5 PALLETERING .....	5
3.6 FRYSELAGER .....	5
3.7 LOGISTIKK.....	5
3.8 BEMANNING.....	6
4 SALG OG MARKED .....	8
5 BEDRIFTENS STRATEGI .....	8
6 BEDRIFTENS MULIGHETER.....	8
6.1 KVALITETSKONTROLL.....	8
6.2 EMBALLASJE.....	9
6.3 BEMANNING.....	10
6.4 BIPRODUKTUTNYTTELSE.....	10
6.5 ENERGIFORBRUK.....	11
6.6 VEDLIKEHOLDSBEHOV FOR BYGNINGSMASSE - HYGIENEFORHOLD ....	13
6.7 SIMULERING OG VISUALISERING .....	13
7 SAMMENDRAG .....	15

## 1 BAKGRUNN

Denne rapporten er hovedrapporten i prosjekt ”Markedstilpasset produksjon – teknologiske utviklingsbehov i pelagiske landindustri.

Pelagisk industri har de seneste år slitt med lav lønnsomhet ved landanleggene. Videre har banknæringen hatt store tap ved investeringer i den marin næring, noe som har ført til vanskelig tilgang på kapital spesielt for investering og modernisering av industrien.

Hele den pelagiske industri har fulgt resultatene fra de seneste teknologiske utviklingsprosjekter og fokus har spesielt vært på den store besparelse nye emballaseløsninger har gitt. Kapitalmangel og presset driftsmargin har ført til problem med å ta de nye effektive prosesser i bruk og en rekke forslag til ulike løsninger for anvendelse av plastemballasje er fremsatt. Delvis synes disse forslagene lite gjennomarbeidet med hensyn til markedskrav og kvalitet, innfrysing/energibruk og behov for teknologi. I dagens situasjon i næringen med liten kapital tilgang og overkapasitet, er det nødvendig å utnytte deler av eksisterende gode anlegg/frysere med tilpassede teknologiløsninger for disse. Samtidig bør en se på hvilke handikapp norsk pelagisk industri har i forhold til konkurrenter i Danmark, Irland osv. Norske utstysrleverandører leverer til pelagisk industri innenfor EU, som har andre rammebetingelser med hensyn til investeringsstøtte.

Fra næringens side vil det være et sentralt mål å få fokus over på lønnsom og kvalitetsbasert investeringer og sikre kunnskapsoverføring innen teknologi og prosesskunnskap til bedriftene. Dette vil legge grunnlag for fremtidens pelagiske næringsmiddelindustri med viderebearbeiding av fisken i Norge ved at linjene automatiseres, produksjons kostnader kuttes og produksjonslinjene og produktene blir mer markedstilpasset. Samtidig vil en avdekke hvor det er størst potensial for produksjonsutvikling i næringen slik at grunnlaget for en differensiert produksjon kan skapes.

## **2 BEDRIFTENE**

I forbindelse med prosjektet ble det sendt ut en invitasjon til pelagisk landindustri om å delta i prosjektet. Responsen var svært god og vi har gjennomført besøk hos fire bedrifter i prosjektet.

Det har vært gjennomført besøk og intervjuer med bedriftenes ledelse. Det er skrevet rapporter i forbindelse med hver av bedriftene. Disse rapportene er konfidensielle. Denne hovedrapporten beskriver hovedtrendene som ble funnet hos bedriftene.

## **3 DRIFT OG UTSTYR**

Bedriftene innen pelagisk landindustri behandler i all hovedsak makrell, sild, kvitlaks og lodde. Industrien har utstyr for å ta imot, sortere, pakke og fryse inne rund fisk og filet. Det er svært få som jobber med noe ytterligere videreføring.

### **3.1 MOTTAK**

De fleste båtene som leverer ved pelagiske anlegg er utstyrt med RSW tanker, og pumper lasten direkte fra båt over til bedriftenes mottaks enhet.

Disse består i all hovedsak av en avsilingsenhet, en vekt enhet og en sorterings enhet. Sorteringen som skjer i mottaket er for det meste utkast av feil fisk som bli gjort før vekten. Vekten som blir registrert danner grunnlaget for oppgjøret til båtene.

Etter vekten har de fleste anlegg en rullsorterer hvor fisken blir klassifisert i ulike vektklasser. Dette er for mange anlegg den eneste sortering av hel fisk man har.

Samtlige bedrifter i undersøkelsen har mulighet for kjøling i mottaksenheten.

### **3.2 UTSTYR – RUND FISK**

Fra rullsorterereren kommer fisken gradert i ulike vektklasser. Den blir ført over en veiastasjon som doserer fisk i 20 kg før den slippes ned i emballasjen. For rund fisk bruker de fleste anlegg emballasje av pappkartong. I bunndelen legges det et plast ark og fisken slippes oppi. Plastarket brettes over fisken og lokket sette på før kassen stoppes. Det finnes utstyr som kan automatisere dette, men det er store variasjoner i grad for anleggene. Etter pakking blir eskene hos de fleste anlegg stablet i frysereoler.

### **3.3 UTSTYR – FILET**

Det har skjedd en økende grad av filetering av sild hos bedriftene i pelagisk industri. De fleste anlegg bruker utstyr fra Bader (Bader 211). For å ha kontroll på innmatingen utstyres mange av disse med vision systemer for å kontrollere at fisk er rettvendt ved innmating av råstoff inn til filetmaskin.

Etterkontroll av alle produkter som kommer fra filetmaskinene skjer manuelt med en person i et knutepunkt hvor produktene samles fra filetseksjonen.

Fra filetmaskinene føres fileten til en dyptrekker hvor den blir vektdosert og tilsatt sjøvannslake før den pakkes i plastforpakninger. Etter dyptrekkeren blir plastforpakningen hos noen anlegg pakket i pappkartong og lagt i fryseroler for innfrysning mens noen anlegg har innfrysning i kun plastforpakningene.

### **3.4 INNFRYSNING**

I pelagisk industri skjer innfrysingen hos de fleste anlegg ved bruk av sekvensvise lufttunneler, dog har noen tatt i bruk kontinuerlige systemer. Men for de fleste foregår innfrysingen ved at fryseroler blir kjørt med truck inn i en frysetunnel som fylles helt før innfrysingen starter. Etter innfrysing tømmes tunnelen med truck som kjører fryserolene til palleteringsstasjonen.

I våre besøk hos bedriftene ble det funnet ganske store variasjoner i innfrysningstid og energibruk ved innfrysning. Unødvendig store vifter, skjev luftstrømning, overemballering og manglende styring av vifter gir unødig høyt energibruk. En må her også være klar over at denne energitilførselen må fjernes av kuldesystemet – og koster derved dobbelt energimessig, samtidig som den krever større kuldesystem.

Overraskende mange hadde også driftproblemer i sine kuldesystemer.

### **3.5 PALLETERING**

Fra innfrysningen kjøres fryserolene til palleteringsenheten.

Palleteringsstasjonen består av reoltømmer og automatisk palleteringsmaskin. Etter palletering blir pallene kjørt gjennom en viklemaskin som strapper pallene med plast. Deretter blir pallene kjørt med truck inn til fryselageret.

### **3.6 FRYSELAGER**

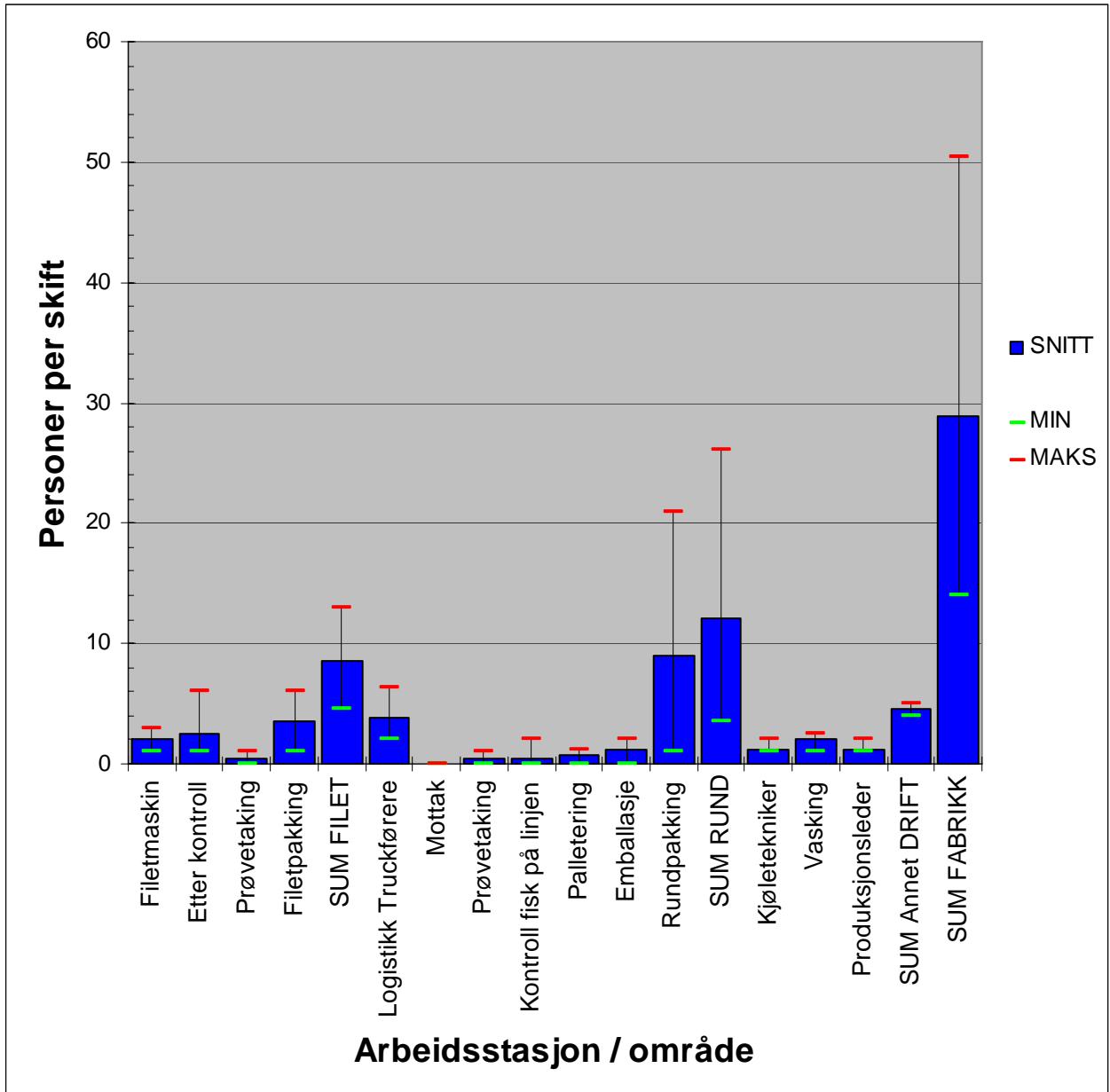
Bedriftene har fryselager i tilknytning til innfrysingen. Dette er standard lager som for de fleste fungerer greit. En av bedriftene har reollager system som gir høyere arealutnyttelse enn standardlager. Det fungerer ved at reolene kan kjøres sammen og derved blir lager arealet komprimert.

### **3.7 LOGISTIKK**

Mange av bedriftene har stor truck bruk. Dette gir utfordringer til vareflyten hos bedriftene. Det oppstår farlige trafikksituasjoner inne i fabrikken når kryssende vareflyt eksisterer. Foruten redusert effektivitet er dette også et HMS problem.

### 3.8 BEMANNING

Tallgrunnlaget som figurene er basert på ble innhentet gjennom intervjuer av personell fra bedriftene som har deltatt i prosjektet. For å ha et sammenligningsgrunnlag har man beregnet produksjonen per skift, da ikke alle linjer går i skift.

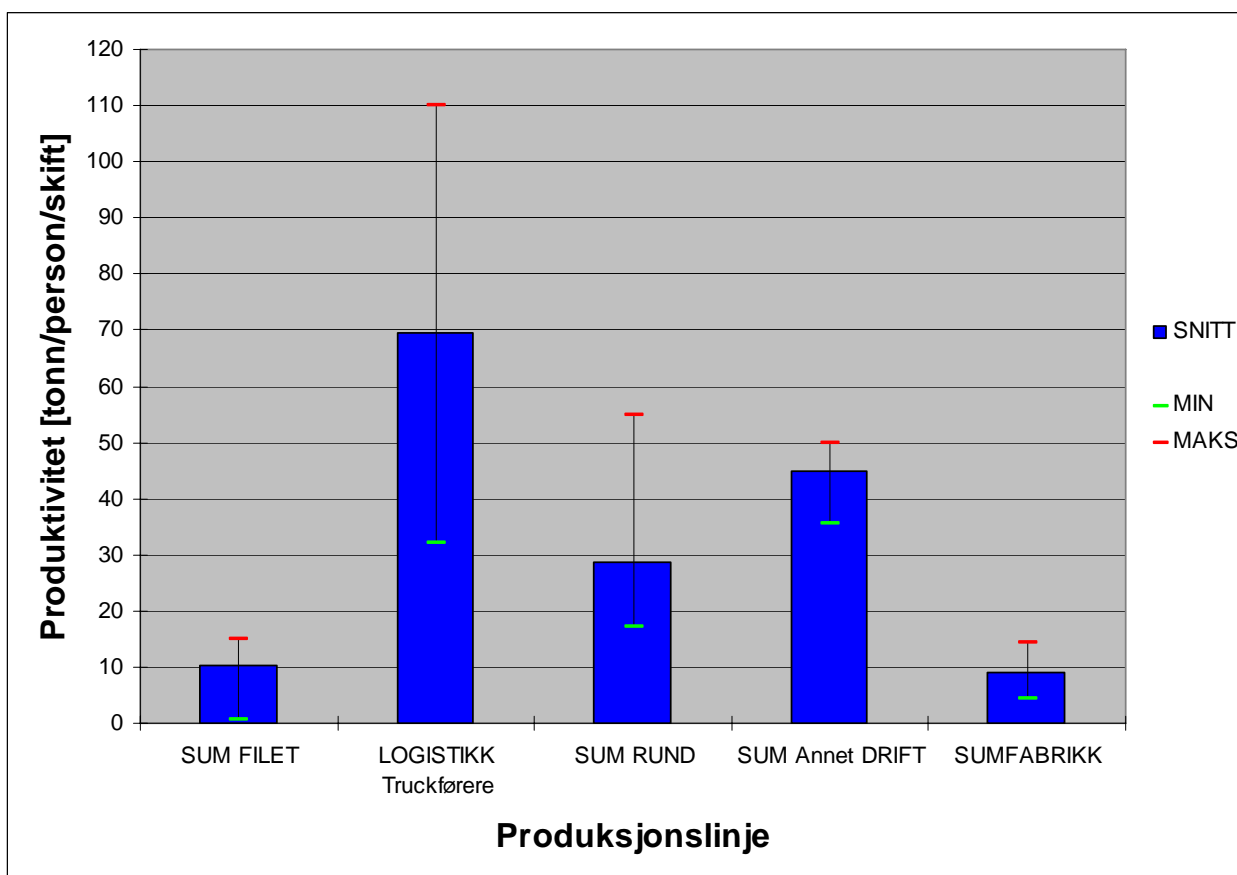


Figur 1: Bemanning per arbeidsstasjon

Figur 1 viser antall personer per skift på ulike arbeidsstasjoner i en fabrikk. De blå søylene viser snittverdien på arbeidsstasjonen, de grønne strekene minimumsverdien blant bedriftene som deltok i undersøkelsen og de røde tilsvarende maksimumsverdier.

Fra figur 1 ser man at søylen sum filet har stor variasjon mellom bedriftene. Det betyr at noen av bedriftene har et potensial for økt effektivitet. Spesielt innen etterkontroll og filetpakking finnes variasjoner.

Tilsvarende variasjon finnes innen rund fisk linjene. Rund pakkingen, som utgjør flest manntimer, er det mest fremtredene.



Figur 2: Produktivitet i produksjonslinjen

Figur 2 viser produktiviteten ved produsert tonn per mann per skift. Her finner man også store variasjoner mellom bedriftene.



## **4 SALG OG MARKED**

Ut fra bestandsestimater som predikerer mindre størrelse på silda i fremtiden ser bedriftene for seg å øke andel filet. De er interessert i nye markeder og nye produkter.

Sildemarked for bedriftene er Russland, Ukraina, Polen og Tyskland. I all hovedsak går rund fisken til Russland og Ukraina, mens filetene går til Polen og Tyskland. Hovedmarkedet for makrell er Japan men det selges også en del filet på innenlandsmarkedet, og til Europa. Bedriftene selger delvis selv og delvis gjennom eksportør

## **5 BEDRIFTENS STRATEGI**

Generelle trekk ved bedriftenes strategi.

Bedriftene har ytret at strategien er å levere kvalitet fremfor kvantitet med fokus på sildefilet pakket i dyptrekker. Gjennom dette skal bedriftene tilby det beste produktet, til en hver tid tilgjengelig i markedet og over tid overbevise kundene at de er den foretrukne leverandøren.

De ønsker alle å øke produksjonstiden for utstyret og folkene de har. Dette er selvsagt en utfordring med utgangspunkt i tilgjengelig ferskt råstoff.

Alle bedriftene tenker svært likt med noen nyanser.

## **6 BEDRIFTENS MULIGHETER**

### **6.1 KVALITETSKONTROLL**

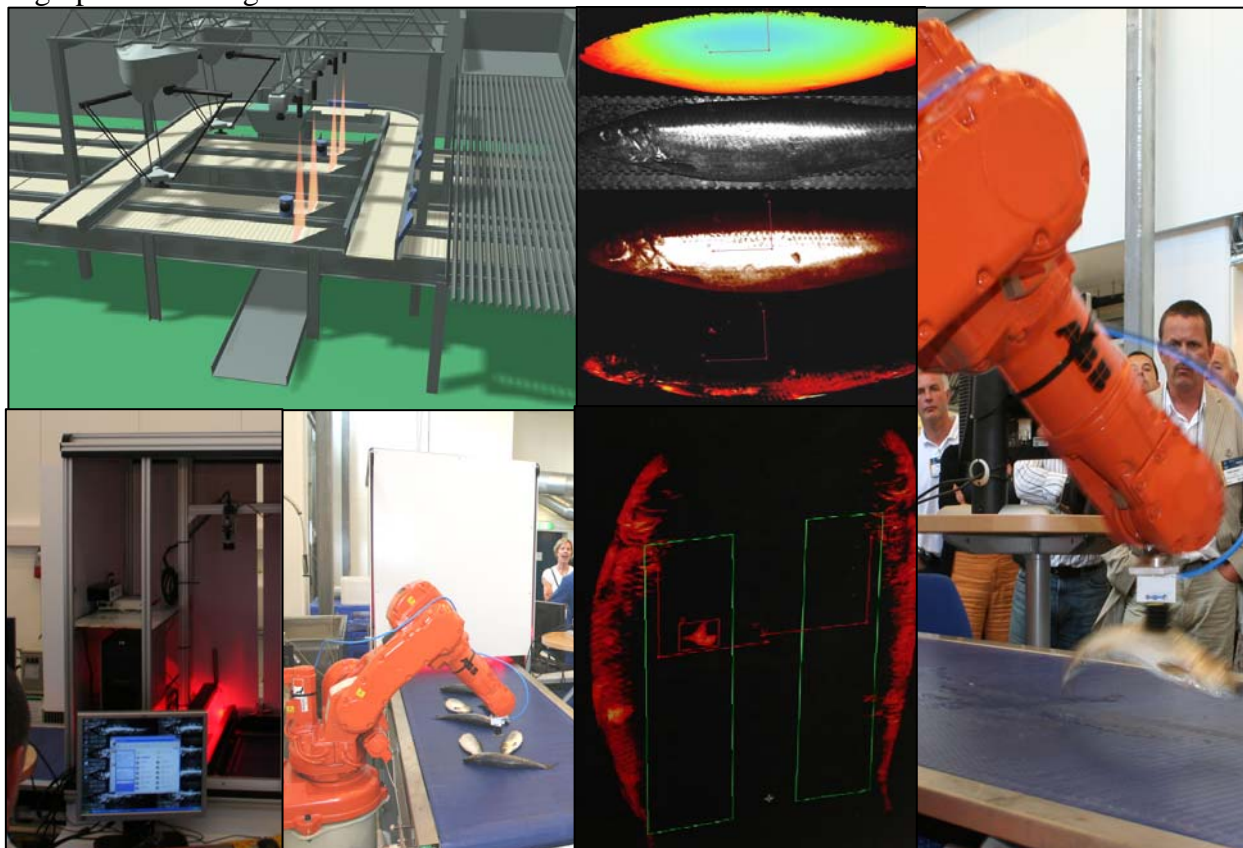
Bedriftene profilerer seg som kvalitetsbevisst og vil gjerne bli oppfattet slik fra markedet og skille seg fra konkurrentene. Etter sorteringsbånd utføres liten kontroll av rund fisk, unntatt stikkprøver ved veiing av ferdig pakket emballasje.

Man kan ta i bruke maskinsyns basert kvalitetssortering etter båndsortering av individuell vekt, art, skade (ytre) og annet etter ønske. Spesielt verdifullt er å logge data og på denne måten opparbeide en historikk på båt kontra levert kvalitet og frekvens av typer skader. Dette muliggjør å kunne dokumentere kvaliteten ovenfor kunder.

I sildefilavdelingen kontrolleres innmatingen til filetmaskinen med maskinsyn system. Etter filetmaskinene samles hele varestrømmen i et bånd som kontrolleres manuelt. Ved å samle hele varestrømmen er det ikke mulig å si hvilken maskin som skjærer feil eller forårsaker andre kvalitetsdefekter. Her bør derfor hver maskin utstyres med maskinsyn for å kontrollere arbeidet

av filetmaskinen kontinuerlig. Gjennom dette minimaliseres produksjon av defekte fileter og volum av produserte gode varer øker, dvs bedre maskinutnyttelse.

Videre kan samme maskinsynssystem kontrollere andre kvalitetsparametere som ikke er maskinavhengige, så som farge, bloduttredelser etc. Dette vil gi en ytterligere forsterkning av begrepet kvalitet og ikke minst at det kan dokumenteres overfor kunden.



Figur 3. Automatisert kvalitetsinspeksjon og sortering av pelagisk fisk. Øverst til venstre en animert illustrasjon av morgendagens kvalitetsinspeksjon og sortering. (SINTEF) De øvrige bildene viser maskinsyn bilder og en integrerte automatiserte løsning av første prototyp på "Proof of Concept" nivå. (SINTEF – FHL prosjekt)

## 6.2 EMBALLASJE

Det utføres i dag mange manuelle operasjoner rundt bruk av pappkartong emballasje. Dersom man skal fortsette med samme type emballeringskonsept, med dyptrekte pakker i pappkasser bør man investere i automatisering av emballasje delen. Dette kan være automatiske oppreisemaskiner for pappbunner og lokk, automatisert transport av emballasje til forbrugsstedene.

Man bør også undersøke mulighetene for å bruke andre pakke konsept. For eksempel er det mulig å bruke kun pappbunn for så og krympe plast rundt hele pakken. Det er løsninger de ses på hos bedrifter i bransjen. De vil lette automatiseringen.

For filet linjen bør man også sjekke ut om det er nødvendig å pakke de dyptrekte forpakningene i pappemballasje. Man bør sjekke ut løsninger som gir en skånsom behandling av forpakningene fra dyptrekker og inn i frysereolene. Det beste hadde vært og klare seg helt uten papp, men en

semi løsning kan være å kun bruke pappbunnen. Kostnadsbesparelsene som følge av at man ikke bruker papplokk vil være store. Samtidig vil man oppnå en raskere innfrysning fordi det isolerende luftlaget med kasselokk og den dyptrekte forpakningen er fjernet.

Før man faller ned på en endelig løsning her bør man ta en grundig diskusjon om hvilke marked, kunder og typer produkter man ønsker å satse på.

### **6.3 BEMANNING**

Alle bedriftene har signalisert at de ønsker å øke effektiviteten samtidig som kvaliteten ytterligere forbedres. Det betyr at antall tonn per mann må økes og linjeflyten automatiseres. Ytterligere konsekvens er at tidligere manuell kontroll av kvaliteten må erstattes med maskinsyn.

Bedriftene har for øvrig omfattende bruk av trucktransport i internlogistikk. Det anbefales en systematisk vurdering av personellbruk og internt transport og mulighetene for automatisering, men ikke uten at det samtidig gjøres en grundig vurdering og definering av produktstrategiene for fremtiden. Eventuelle investeringer i videre automatisering må være forankret i noe langsiktige produktstrategier. Kvalitetsnivå slik det oppfattes av kunder vil samtidig være avgjørende viktig å ta med i eventuelle planer.

### **6.4 BIPRODUKTUTNYTTELSE**

Alle norske pelagiske bedrifter leverer biprodukter direkte til mel og oljeindustri eller til ensilasjeproduserende industri. Det økonomiske bidraget fra slik anvendelse er generelt lavt. Vanlig prisnivå er ca 1 kr/kg til mel og olje. Leverandøren må da dekke kostnader med frakt og håndtering. Ved produksjon av ensilasje har prisnivå delvis vært lavere, kostnadene med syre og utstyr høyere. Biproduktutnyttelse har for pelagisk industri handlet mye om å sikre avtak for periodisk relativt store volum.

Pelagisk industri øker andelen av sild som går til filetering. Eksporttallene for sildeprodukter viser at andelen sild til filetering av totalt sildevolum har økt fra 27 % til 35 % fra 2003 til 2005. med økt filetering øker andelen biprodukt. Industrien har generelt behov for å øke økonomisk utbytte, og bedre avkastning fra biprodukter vil da være viktig.

Vi ser umiddelbart følgende muligheter som kan utvikles for å øke bidraget fra biprodukter:

- Olje og fiskeprotein fra hydrolyseprosess – videre prosessutvikling
- PUFA-fosfolipider fra innmat
- Rensing og raffinering av olje
- Rogn – Næringsmiddel/ingrediens. Prosess benyttes (fra Traust, Island) – eventuelt behov for videreutvikling
- Melke – Næringsmiddel/ingrediens eller råstoff for biokjemikalie-industri (DNA/Nukleinsyrer)

Som nevnt tidligere i rapporten skal det igangsettes utviklingsprosjekt (FHL Pelagisk Forum, RUBIN, SINTEF) for å bedre avkastningen fra biprodukter fra pelagisk industri.



Figur 4: Opptil 48% av silderåstoffet går til mel og olje ved filetering

## 6.5 ENERGIFORBRUK

Det klart største energibehov i de fleste fiskeforedlingsanlegg er knyttet til kulde anleggene. Målinger viser høyere energibruk enn forventet, noe som skyldes feil drift og bruk av lager, utstyr og anlegg

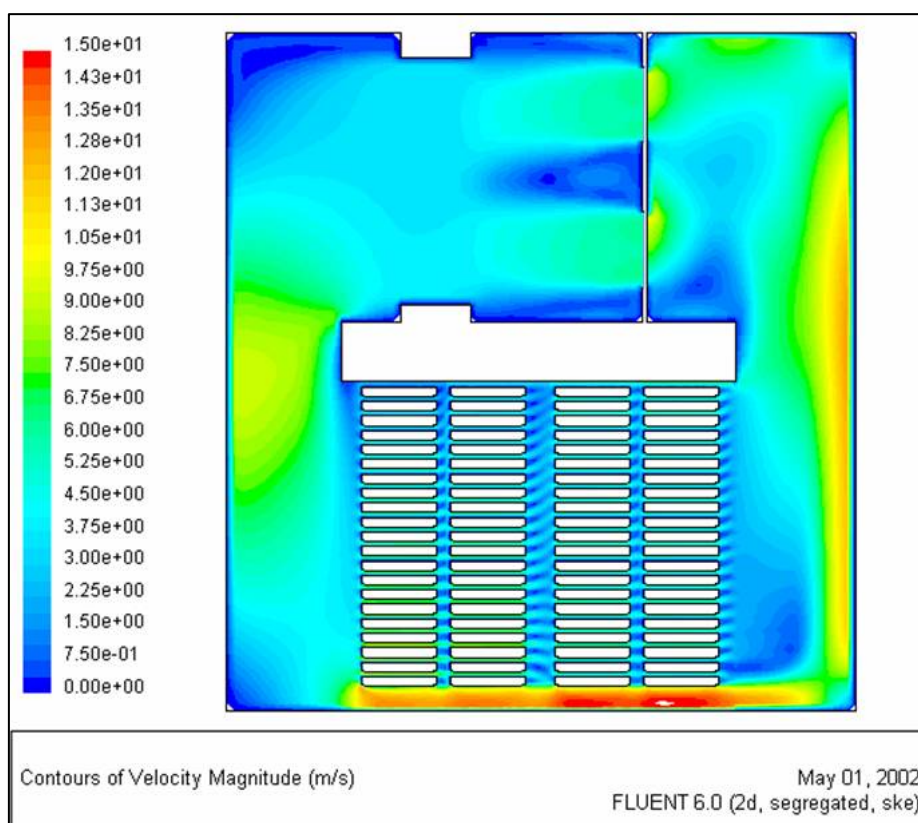
Kuldebehovet for kjøle- og fryselager er avhengig av romstørrelse og belastning. For et fryselager på 10 000 m<sup>3</sup>, innlegg av 300 tonn/døgn er kuldebehovet ved produksjon anslått til ca. 0,32 kWh/m<sup>3</sup>, døgn. Anslått energibehov for kuldesystemet:  $W_{komp.} = 0,18 \text{ kWh/m}^3, \text{ døgn}$ . I tillegg lys, vifter, trucker mv. ca 0,027 kWh/m<sup>3</sup>,døgn og totalt energibruk bør være ca. 0,2 kWh/m<sup>3</sup>,døgn. De fleste anlegg i fiskeindustrien har liten produksjon i perioder og ved ca. 20 % driftslasten er kuldebehovet på 0,18 kWh/m<sup>3</sup>, døgn. Om effektivitet opprettholdes er  $W_{komp.} = 0,105 \text{ kWh/m}^3, \text{ døgn}$ . Med redusert bruk av lys, vifter, mv., bør forbruket ikke være over 0,12 kWh/m<sup>3</sup>,døgn. Et anlegg med 50% full drift og resten dellast bør ha et energiforbruk på 60 kWh/m<sup>3</sup>,år.

Ved kjøling og frysing utgjør vanligvis energi fra produktene hoveddelen av belastningen på kuldesystemet, ved luftfrysing kan vifteeffekten være betydelig. Ved kontinuerlige prosesser vil belastning og energibehov være konstant under drift. For en båndfryser er anslått kuldebehov 118,0 kW for 1000 kg/time og kuldeanleggets energibehov være ca:  $W_{komp.} = 0,079 \text{ kWh/kg}$ . I tillegg utgjør vifter ca. 0,03 kWh/kg eller totalt forbruk på:  $W = 0,109 \text{ kWh/kg}$ . Om kapasiteten for fryseren utnyttes med 50 % er belastningen:  $W = 0,16 \text{ kWh/kg}$ .

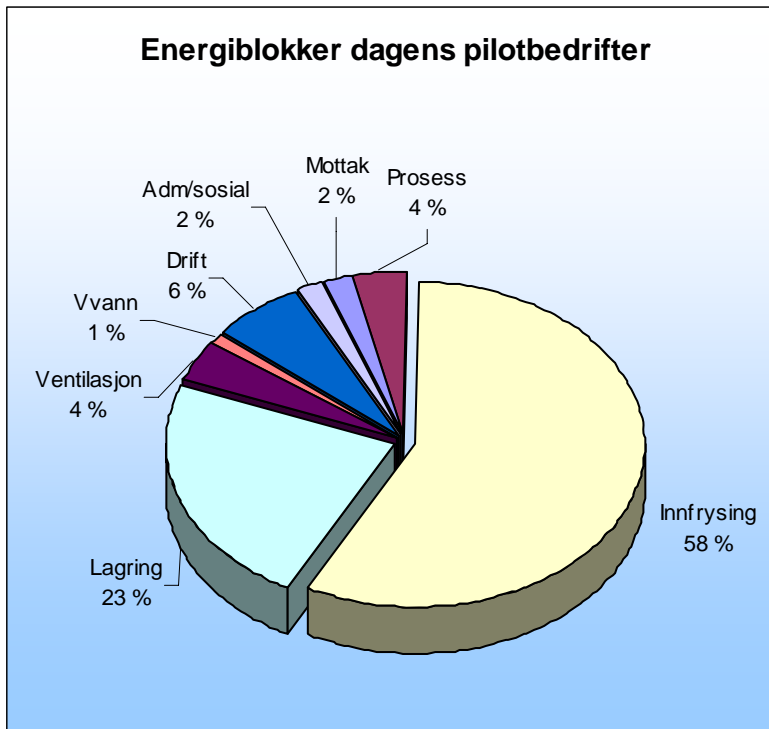
Ved de fleste frysetunneler, platefrysere, mv blir varene lastet inn og en får en svært varierende varmestrøm. Bestemmelse av optimal kuldeytelse for denne type utstyr er derfor vanskelig. For en

stor frysetunnel for pelagisk fisk i 20 kgs. esker er anslått en frysetid på 17 - 20 timer. Anslått totalbelastning på kuldesystemet er 470 kW og vifteeffekt 120 kW og 18 timer reell frysetid gir belastning på ca 0,106 kWh/ kg frosset. Kuldeanleggets energibehov er da ca.  $W_{komp.} = 0,082$  kWh/kg. I tillegg utgjør vifter ved 20 timer bruk av viftene  $W_{vifter} = 0,024$  kWh/kg og totalt forbruk blir da anslått til:  $W_{tot.} = 0,106$  kWh/kg.

Ammoniakk ( $NH_3$ ) er det mest vanlige kuldemedium i fiskerinæringen og er teknisk sett godt egnet. Bruk av  $CO_2$  som medium vurderes for lavtemperaturanvendelser. De fleste av dagens kuldesystemer har svært enkle regulerings- og styresystem og energimessig er dette spesielt uheldig ved kompressorstyring. Ved dagens skrukompessoranlegg er sleidstyring svært uheldig og gir i praksis svært høye energikostnader. Gode system for overvåking og regulering er en stor mangel.



Figur 5: Simulerte lufthastigheter



Figur 6: Fordeling av energibruk

## 6.6 VEDLIKEHOLDSBEHOV FOR BYGNINGSMASSE - HYGIENEFORHOLD

Bedriftene har omfattende bygningsmasse av varierende alder. Det er visse utfordringer med å ivareta alle eventuelle fremtidige behov for hygienemessig skjerming og soneinndeling for produksjons og personellflyt. Dette ble ikke diskutert og vi har derfor ikke oversikt over hvilke planer som foreligger. Det anbefales at det gjennomføres en vurdering av planen for hygienezoner sammen med gjennomgang av fremtidig behov for bygningsmessig vedlikehold.

Eksempelsvis er det bedrifter som har mottakskar plassert på kai uten overbyggende tak. Dette kan vurderes som risikofaktor i forbindelse med bakteriekontaminering. Også direkte i produksjonslinjen er det hygieniske forhold som kan forbedres. Fisk på transportband kan kontamineres fra overliggende konstruksjoner og fra personer som går over transportband.

## 6.7 SIMULERING OG VISUALISERING

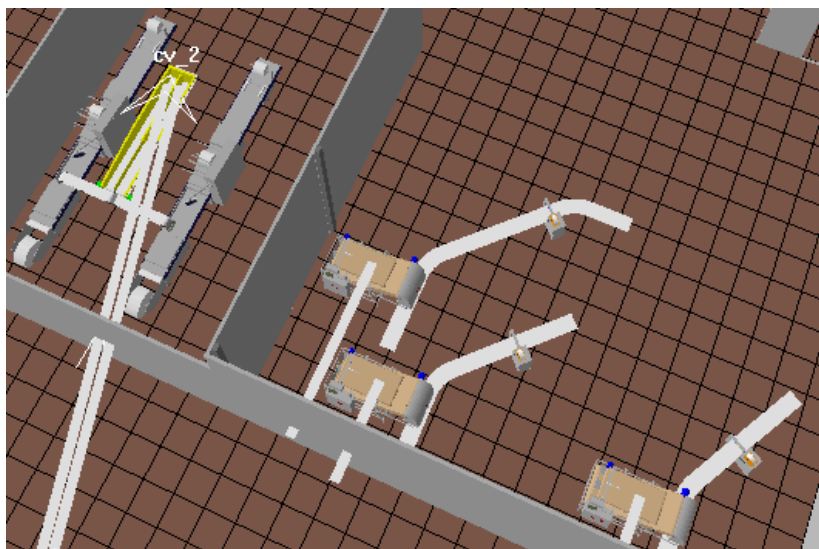
En metode for å verifisere og prøve nye produksjonsmetoder er å simulere dette i en datamaskin. Ved nyinvesteringer i utstyr, ombygging eller nybygg og for å teste/bekreftede at dagens produksjon er optimal, kan man også benytte simulering. I tillegg inneholder en del simuleringsverktøy en visualiseringsfunksjon, slik at brukeren kan se en 3D-modell av løsningen før den eventuelt realiseres. For å kunne bruke et slikt verktøy, må man kartlegge det man skal simulere. Dette gjelder maskiner (kapasitet, fysisk plassering, oppetider, vedlikehold, krav til personell osv.), transportutstyr, bygninger, produksjonsprosesser, styringsprosesser, kostnadsparametere og personell.

På grunnlag av kartleggingen kan det bygges en simuleringsmodell. Den vil bestå av en 3D CAD-modell som gir mulighet for visuelt å betrakte løsningen og en Prosessmodell som vil gi brukeren

mulighet til å foreta testing. Prosessmodellen er en beskrivelse av alle prosesser (produkter med tilhørende prosessløyper, maskiner med oppetid, antatt reparasjonstid, behov for personell, alternative prosessløyper, transportutstyr, bemanning osv) som må utføres for å kunne produsere de ønskede produkter.

Eksperimenteringen vil være den fasen av simuleringen hvor man tester ut ulike scenarier for å finne den mest optimale av de ulike foreslåtte løsninger. Scenarier kan være ulike oppsett av seriestørrelser, prosessruter, maskiner (teste ut ulike maskiner inn i produksjonslinjer, duplisering av maskiner/utstyr), produksjonsfilosofi.

I dette prosjektet er det laget en enkel simuleringsmodell for en av bedriftene som deltar. Vi har valgt å begrense modellen til prosesser som omfatter pakking, innfrysing og lagring da dette er problemstillinger bedriften i dag jobber med å løse.



Figur 6. Utsnitt av simuleringsmodell

## 7 SAMMENDRAG

Denne rapporten er hovedrapporten i prosjekt ”Markedstilpasset produksjon – teknologiske utviklingsbehov i pelagiske landindustri.

Pelagisk industri har de seneste år slitt med lav lønnsomhet ved landanleggene. Videre har banknæringen hatt store tap ved investeringer i den marin næring, noe som har ført til vanskelig tilgang på kapital spesielt for investering og modernisering av industrien.

I forbindelse med prosjektet ble det endt ut en invitasjon til pelagisk landindustri om å delta i prosjektet. Det har vært gjennomført besøk og intervjuer med bedriftenes ledelse. Det er skrevet rapporter i forbindelse med hver av bedriftene. Denne hovedrapporten beskriver hovedtrendene som ble funnet hos bedriftene.

Bedriftene innen pelagisk landindustri behandler i all hovedsak makrell, sild, kvitlaks og lodde. Industrien har utstyr for å ta imot, sortere, pakke og fryse rund fisk og filet. Det er svært få som jobber med ytterligere videreforedling. Bedriftene har ytret at strategien er å levere kvalitet fremfor kvantitet med fokus på sildefilet pakket i dyptrekker. Gjennom dette skal bedriftene tilby det beste produktet til en hver tid tilgjengelig i markedet, og over tid overbevise kundene at de er den foretrukne leverandøren.

De ønsker alle å øke produksjonstiden for utstyret og folkene de har. Dette er selvsagt en utfordring med utgangspunkt i tilgjengelig ferskt råstoff.

### *Kvalitet*

Bedriftene profilerer seg som kvalitetsbevisst og vil gjerne bli oppfattet slik i markedet og skille seg fra konkurrentene. Etter sorteringsbånd utføres imidlertid begrenset kontroll av rund fisk. Noen bedrifter har visuell inspeksjon ved transportband mens andre kun har stikkprøver ferdig pakket produkt. Her ligger et potensial for å øke graden av homogen kvalitet. Teknologi for deteksjon og maskinsyn kan her gi mulighet for differensiering mellom ulike kvalitetsparameter (vekt, fett, kvalitetsklasse m.m). Videre vil det kunne være verdifullt å logge data og på denne måten opparbeide en historikk på båt kontra levert kvalitet og frekvens av typer skader. Dette muliggjør også å kunne dokumentere kvaliteten ovenfor kunder. Ved videre automatisering av produksjonsprosessen må også kvalitetskontroll automatiseres.

I sildefilavdelingen kontrolleres innmatingen til filetmaskinen med maskinsyn system. Etter filetmaskinene samles hele varestrømmen i et bånd som kontrolleres manuelt. Ved å samle hele varestrømmen er at det ikke er mulig å si hvilken maskin som skjærer feil eller forårsaker andre kvalitetsdefekter. Her bør derfor hver maskin utstyres med maskinsyn for å kontrollere arbeidet av filetmaskinen kontinuerlig. Gjennom dette minimaliseres produksjon av defekte fileter og volum av produserte gode varer øker, dvs bedre maskinutnyttelse.



Videre kan samme maskinsynssystem kontrollere andre kvalitetsparametere som ikke er maskinavhengige, så som farge, bloduttredelser etc. Dette vil gi en ytterligere forsterkning av begrepet kvalitet og ikke minst at det kan dokumenteres overfor kunden.

#### *Bemanning*

Alle bedriftene har signalisert at de ønsker å øke effektiviteten samtidig som kvaliteten ytterligere forbedres. Det betyr at antall tonn per mann må økes og linjeflyten automatiseres. Ytterligere konsekvens er at tidligere manuell kontroll av kvaliteten må erstattes med maskinsyn.

#### *Logistikk*

Bedriftene har for øvrig omfattende bruk av trucktransport i internlogistikk. Det anbefales en systematisk vurdering av personellbruk og internt transport og mulighetene for automatisering, men ikke uten at det samtidig gjøres en grundig vurdering og definering av produktstrategiene for fremtiden. Eventuelle investeringer i videre automatisering må være forankret i noe langsiktige produktstrategier. Kvalitetsnivå slik det oppfattes av kunder vil samtidig være avgjørende viktig å ta med i eventuelle planer.

#### *Biprodukt*

Alle norske pelagiske bedrifter leverer biprodukter direkte til mel og oljeindustri eller til ensilasjeproduserende industri. Det økonomiske bidraget fra slik anvendelse er generelt lavt. Vanlig prisnivå er ca 1 kr/kg til mel og olje. Leverandøren må da dekke kostnader med frakt og håndtering. Ved produksjon av ensilasje har prisnivå delvis vært lavere, kostnadene med syre og utstyr høyere. Biproduktutnyttelse har for pelagisk industri handlet mye om å sikre avtak for periodisk relativt store volum.

#### *Energibruk*

Det klart største energibehov i de fleste fiskeforedlingsanlegg er knyttet til kulde anleggene. Målinger viser høyere energibruk enn forventet, noe som skyldes feil drift og bruk av lager, utstyr og anlegg

Ved de fleste frysetunneler, platefrysere, mv blir varene lastet inn og en får en svært varierende varmestrøm. Bestemmelse av optimal kuldeytelse for denne type utstyr er derfor vanskelig. For en stor frysetunnel for pelagisk fisk i 20 kgs. esker er anslått en frysetid på 17 - 20 timer. Anslått totalbelastning på kuldesystemet er 470 kW og vifteeffekt 120 kW og 18 timer reell frysetid gir belastning på ca 0,106 kWh/ kg frosset. Kuldeanleggets energibehov er da ca.  $W_{komp.} = 0,082$  kWh/kg. I tillegg utgjør vifter ved 20 timer bruk av viftene  $W_{vifter} = 0,024$  kWh/kg og totalt forbruk blir da anslått til:  $W_{tot.} = 0,106$  kWh/kg.

#### *Visualisering*

En metode for å verifisere og prøve nye produksjonsmetoder er å simulere dette i en datamaskin. Ved nyinvesteringer i utstyr, ombygging eller nybygg og for å teste/bekreftede at dagens produksjon er optimal, kan man også benytte simulering. I tillegg inneholder en del simuleringsverktøy en visualiseringsfunksjon, slik at brukeren kan se en 3D-modell av løsningen før den eventuelt realiseres.

**SINTEF Energiforskning AS**  
Adresse: 7465 Trondheim  
Telefon: 73 59 72 00

**SINTEF Energy Research**  
Address: NO 7465 Trondheim  
Phone: + 47 73 59 72 00