

# AUTOMATISERING OG ENERGISPARING



Faggruppe klippfisk/saltfisk

Les mer om blant annet:

- Karakterisering av svarthinne hos torsk til salt- og klippfiskproduksjon
- Robotisering av saltfiskproduksjon
- Automatisert pakking av klippfisk
- Sluttørking av klippfisk i eget egnet lager vil revolusjonere bransjen
- Taper penger med feil fuktighet i ferdigvarelageret



## Kjære saltfisk- og klippfiskvenner

**Lorena Gallart Jornet**

Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond

Jeg vil benytte anledningen til å informere om at Bacalaoforum i januar 2010 skiftet navn til "Faggruppe klippfisk/saltfisk". Tidligere var Bacalaoforum underlagt FoU-organisasjonen i FHL, men fra 2010 er vi formelt organisert under Fiskeri og havbruksnæringens forskningsfond (FHF). FHF har utnevnt faggrupper som for eksempel pelagisk, klippfisk/saltfisk, tørrfisk, osv. Hensikten med "klippfisk/saltfisk" i stedet for "bacalao" er å signalisere lik satsing på begge produktvariantene.

Videre vil jeg informere om at de nye og fremtidige FoU-satsingsområder nå er tilgjengelig i "Handlingsplan for FoU aktiviteter innen saltfisk og klippfisk 2010-2013". Handlingsplanen er FHF's sitt viktigste styringsdokument for FoU innen saltfisk/klippfisk og reflekterer industriens ønsker. Basert på anbefalinger fra Faggruppe klippfisk/saltfisk er FoU-områdene inndelt i kort- og langsiktig satsing. Økt automatisering i produksjon er en høyst aktuell og viktig problemstilling, og derfor en del av de kortsiktige satsingsområdene i fremtiden. Også ut fra næringens ønsker er følgende prosjekter lagt til den kortsiktige delen: "Metoder for hvitere farge og økt utbytte", "Kunnskap knyttet til salting, lagring og råstoffkvalitet". Faggruppe klippfisk/saltfisk vil samtidig i dette informasjonsheftet gi næringen en oversikt over nylig avsluttede prosjektene, som i hovedsak er

prosjekter med fokus på automatisering og energisparing.

Automatisering av produksjonsprosessen har vært et prioritert område de siste årene. Prosjektet "Kartlegging av muligheter for økt automatisering i norsk saltfisk og klippfiskindustri" har pekt på potensialet for økt automatisering. Dette prosjektet har vært forløper til andre nærliggende prosjekter som "Karakterisering av svarthinne på torsk", "Robotisering av saltfisk produksjon", og "Automatisert pakking av klippfisk". Nærmere beskrivelse om disse tre prosjektene finnes i den første del av informasjonsheftet.

Norsk næringsmiddelindustri viser stor interesse for ny teknologi, en teknologi som kan øke graden av automatisering i produksjon og samtidig redusere produksjonskostnadene per produsert enhet. Økt teknologi vil også lette tunge arbeidsoperasjoner som fører til stort sykefravær, redusere antall hender i arbeid og skape mer attraktive og utfordrende jobber i et stramt arbeidsmarked. Imidlertid, fra teknologibedriftenes side vet vi at utvikling av nye teknologier er ressurskrevende, og i saltklippfisk sektoren ser en at kundegrunnet ofte kan fremstå som begrenset med det resultat at FoU-kostnad pr. enhet/maskin vil være høy. En mulig løsning for å redusere enhetskostnadene kan være å benytte grunnteknologi som allerede finnes fra andre sektorer, og tilpasse/utvikle denne teknologien til salt-klippfisk sektoren. Dette vil kunne øke kundegrunnet til teknologibedriftene og

en bør derfor undersøkes hvilke industrier dette kan gjelde.

Vi må sannsynligvis forutsette at energi blir mer kostbar i fremtiden og effektiv energiutnyttelse vil derfor bli et særdeles viktig satsingsområde innen produksjon. I november 2009 ble et nytt ISO system innen energiledelse etablert, og det er forventet at det i fremtiden vil bli krav fra myndighetene om at produsenter må kunne dokumentere hvor "mangelvaren" energi blir brukt under produksjon. I siste del av heftet retter vi fokus mot "Sluttørking av klippfisk i eget egnet lager" og "Anbefalinger om optimal lagring av ferdigvare for ikke å tape penger". Dette er områder som Faggruppe klippfisk/saltfisk (tidligere Bacalaoforum) på vegne av FHF har arbeidet med over flere år.

**God lesning og kom gjerne med innspill fremover!**



Lorena Gallart Jornet

## Karakterisering av svarthinne hos torsk

**Harry Westavik**

SINTEF Fiskeri og havbruk AS

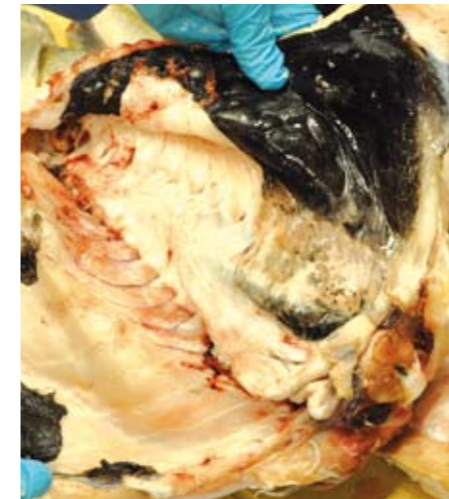


Fig. 1: Svarthinne i buk hos torsk

Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond og det "tidligere Bacalaoforums handlingsplan for 2009-2010" setter blant annet fokus på "Utvikling av automatisert løsninger for mating av flekkemaskinen, vasking av svarthinnen...". Forprosjektet "karakterisering av svarthinne hos torsk" er kommet i stand i forbindelse med ønske om å bidra til økt automatisering innen produksjon av salt- og klippfisk. Fjerning av svarthinne er en manuell og fysisk krevende arbeidsoperasjon for operatørene. Totalt ble det i 2008 eksportert 53.000 tonn saltfisk og klippfisk av torsk til en verdi av 2,8 mrd. norske kroner. Det selges produkter med og uten svarthinne til ulike markeder, men trenden er at flere kunder ønsker svarthinna fjernet.

Forprosjektet startet opp høsten 2008 etter initiativ fra Faggruppe klippfisk/saltfisk (tidligere Bacalaoforum) og er i sin helhet finansiert av FHF. Arbeidet ble utført av Harry Westavik og Petter Aaby Vebenstad ved SINTEF Fiskeri og havbruk AS i samarbeid med Turid Rustad ved NTNU, Institutt for bioteknologi.

Overordnet målsetning er å automatisere en krevende og fysisk slitsom arbeidsoperasjon som manuell fjerning av svarthinne hos torsk til salt- og klippfiskproduksjon representerer. Hensikten er å redusere belastningsskader og bedre lønnsomheten i næringa.

**Forprosjektets målsetninger:**  
Karakterisering

1. Mekanisk karakterisering (undersøke festet til muskelvev, tykkelser og styrker)
2. Kjemisk karakterisering (kjemiske komponenter som svarthinna er bygget opp av)

**Variasjoner i råstoff**

1. Undersøke variasjoner på hinne innen samme torskart og mellom ulike torskarter som atlantisk torsk (*Gadus morhua* L.) og stillehavstorsk (*Gadus macrocephalus* L.)
2. Undersøke variasjoner mellom ulike kvaliteter av torsk som fersk og tint råstoff.

**Teknologier**

Peke på mulige teknologier for fjerning av svarthinne

**Resultater og konklusjoner**

Svarthinna er i hovedsak av protein-natur med stort innslag av kollagen. Svarthinns styrke øker med tykkelsen som øker med størrelsen på fisken. Små fisk har tynn og svak svarthinne som gjør den vanskelig å trekke av i hele stykker.



Fig. 2: Svarthinnefeste i buk



Fig. 3: Måling av svarthinns tykkelse



Fig. 4: Måling av strekkstyrke



# Karakterisering av svarthinne hos torsk

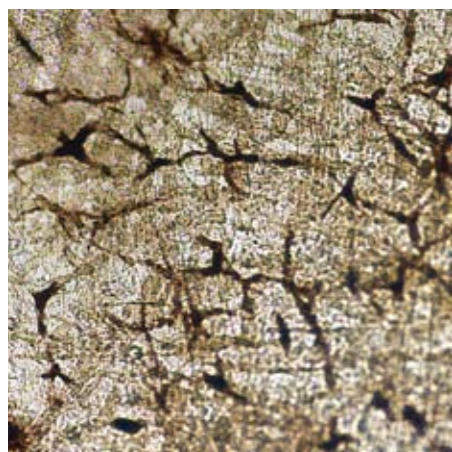


Fig. 5: Svarthinne under mikroskop, 400x

Vanligvis sitter svarthinna fastere til bukhinna ved buksnittet og svømmeblæren, men dette kan variere mellom individer. Det er ikke funnet signifikante forskjeller i egenskaper og sammensetning hos stillehavs- og atlantehavstorskens svarthinne og heller ikke mellom fersk og tint svarthinne.



Fig. 6: Svarthinne hos individer av stillehavstorsk

Av ulike metoder som er testet ut for forbehandling/fjerning er bruk av kjemiske stoffer som NaOCl og H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> og mekaniske metoder som fjerning med lufttrykk, børster, vandamp og fryseelement.

### Kjemisk/biokjemisk fjerning

- På grunn av giftighet i effektive konsentrasjoner er bruk av natrium hypokloritt og hydrogenperoksider ikke aktuelt for bruk til fjerning av svarthinne.
- Enzymatisk fjerning kan være aktuelt, men vil kreve mye forskning for å finne/designe enzymesystem som kan fjerne svarthinna uten at kvaliteten på råstoffet forøvrig endres på noen måte under prosessen.



Fig. 7: Svarthinne i H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>

### Mekaniske/optiske egenskaper ved svarthinne

- Mellom bukhinna og svarthinna ble det funnet et tynt hvitt lag av kollagen som virker som et naturlig skille mellom de to hinnene. Dette ble funnet hos begge torskeartene.
- Fargen kan variere mellom individer av torsk, fra lys grå til helt ugjenomsiktig svart. Det var flest av stillehavstorskene som hadde svart svarthinne, men det var individer blant disse som også hadde lys farge.
- På grunn av de nevnte forhold og på grunn av utvalgsstørrelsen i testene er det ikke mulig å si noe om det er forskjell mellom de to artene.
- Svarthinna sitter som regel fastere til bukhinna ved buksnittet og ved svømmeblæra, men det er også andre områder hvor svarthinna sitter godt fast og disse områdene ser ut til å variere mellom individer.



Fig. 8: Fjerning med børste



Fig. 9: Fjerning med lufttrykk



Fig. 10: Fjerning ved trekking



Fig. 11: Fjerning med fryseelement

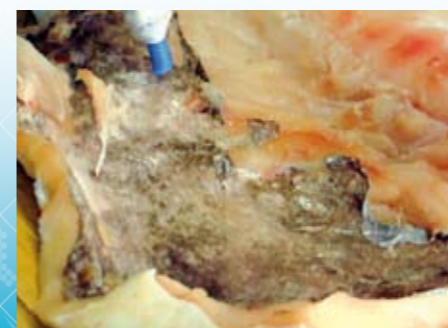


Fig. 12: Fjerning med varm damp

Bruk av fryseelement er den metoden som synes å fungere best. Maskinsyn må være inkludert i et helautomatisk system for å detektere svarthinns posisjon og gi styringssignaler til fjerningsverktøyet. Dette er teknologier som er utviklet i dag. Utfordringen blir å sette disse sammen og tilpasse dem til formålet. Ved god prosjektgjennomføring og styring av utviklingsprosessen bør dette være mulig innen en akseptabel tid. Dette forutsetter aktører som ønsker å satse på ny teknologi for produksjon av svarthinnefrie sluttprodukter, enten det er klippfisk, saltfisk eller andre produkter.

### Anbefaling

Av de mekaniske metodene som er blitt testet og vurdert, er bruk av fryseelement til fjerning av svarthinne det som synes å ha størst potensial og er derfor den metoden som bør utvikles. Fordelene er:

- Hurtig metode
- Fjerner ikke annet enn svarthinna
- Uavhengig av råstoffkvalitet
- Påvirker ikke produktets kvalitet forøvrig
- Mulig å automatisere prosessen ved bruk av maskinsyn som detekterer svarthinns posisjon i buken (ev. rester av svarthinner) og styrer verktøyet til riktig posisjon.



Fig. 13: Fjerning av svarthinne hos torsk med fryseelement



# Robotisering av saltfiskproduksjon

**Peder Stette**  
Peter Stette AS

Faggruppe klippfisk/saltfisk (tidligere Bacalaoforum) har på vegne av FHF og Innovasjon Norge, og i samarbeid med Peter Stette AS, gjennomført prosjektet "Automatisering av saltfisklinjen".

Målsetningen med prosjektet var å utvikle et robotsystem for legging av flekt fisk i 1000 l kar for salting, og utvikling av robotsystem for mating av flekkemaskin. Med robotteknologi som hjelpemiddel var visjonen å kunne vise en helautomatisert flekkelinje, eller deler av en automatisert flekkelinje. Effekten av prosjektet skulle føre til økt lønnsomhet ved å gjøre prosessen mindre arbeidskrevende, og samtidig øke kunnskapen rundt robotteknologi for å avdekke flere områder der det er mulig å utnytte denne teknologien i saltfisk og klippfisknæringen. Andre mulige områder en kan tenke seg er omlegging av saltfisk, pålegging/avlegging av tørkerivogner og pakking.

Våresamarbeidspartnere i prosjektet var Optimove AS og Brødrene Sperre AS.

Prosjektet ble konsentrert om legging av fisk i 1000 l kar for å avdekke metoder for griping av hel fisk av forskjellig størrelse, og hvilke parametre som var viktige for å optimalisere leggemønster i karet. Fisk av varierende størrelser og fiskeslag ble definert fra 400 mm lengde og til over 1000 mm som den mest vanlige, og fiskeslagene sei og torsk.

Tester ble utført på sei, for å holde seg til et fiskeslag med lav råstoffkostnad og en form som representerer mest mulig en "normal".

Gripearordningene som ble undersøkt var av hovedsakelig tre varianter. Alle varianter er kjent fra andre typer industri, slik som slakteri, meieri, møbel og bilindustri. Metodene består i griping med nåler, griping med vakuumpumpe og mekanisk løfting/griping med klyper eller ved løfting der fisken ligger på et underlag. Parallelt med dette prosjektet ble det gjennomført et prosjekt på griperteknologi hos Sintef, der griping av laksefileter ble studert. De resultater som ble oppnådd i dette prosjektet ble gjennomgått og vurdert i vårt prosjekt.

Etter flere runder med studier ble det valgt en vakuumpumpe som kunne håndtere hel fisk med en skånsomhet som var akseptabel. Den hele fisken har en tyngde som krever en griper med god gripeevne for å håndtere akselerasjoner og retardasjoner som er relativt høye for å oppnå akseptabel kapasitet på systemet. Varierende fasthet på fiskekjøttet gjør at fisken lett skades ved mekanisk holding, der nålegriper gir en lite ønsket inntrenging i fiskekjøttet, og mekanisk klype ikke vil gi den fleksibiliteten man har behov for. For å oppnå størst kapasitet må fisken gripes i skinnsiden, noe som resulterer i at fisken legges i karet med skinnsiden opp. Hos de fleste produsenter legges fisken med skinnsiden ned, men noen enkle tester viste at dette ikke hadde betydning for kvalitet

og saltmodning. En mer vitenskapelig tilnærning bør foretas før man kan konkludere med at fisken konsekvent kan legges med skinnsiden opp. En annen fordel med å legge fisken med skinnsiden opp er at den ikke har mulighet til å klappe sammen etter at griperen har sluppet taket. Griperen utviklet i dette prosjektet er patentert, og har en gripeevne som er akseptabel, og en enkel konstruksjon som kan holdes på et hygienisk akseptabelt nivå. Den enkle konstruksjonen er viktig i det svært krevende miljøet den skal arbeide i, og kravet til vedlikehold er minimalt. Griperen er utformet for å håndtere flere størrelser av fisk, men det er nødvendig å ha minst to forskjellige griperhoder for å dekke det definerte området. Roboten kan utstyres med et eget magasin for gripere, og kan skifte selv ved behov.

Kapasiteten for en robotcelle må ha samme kapasitet som en flekkemaskin for å kunne gi en god lønnsomhet. Kapasiteten på en flekkemaskin vil i praksis ligge på 25 – 28 fisker pr. minutt dersom den mates av en erfaren operatør. Det vil ikke være praktisk å basere seg på akkumulering av fisk på linja, så roboten må gripe like mange fisk som blir matet gjennom flekkemaskina. For å kunne gjøre dette må roboten ha en presentasjon av fisken som er tilnærmet lik hver gang for å unngå feil. Det ble installert visionsteknologi i forbindelse med robotcellen for å kunne gripe fiske uavhengig av hvordan den ligger på transportbåndet, og samtidig vurdere størrelse og



Versjon av patentert gripehode



Prototype installert hos Brødrene på Ellingsøy

form på fisken. Denne størrelse vurderingen gir også grunnlaget for hvordan den skal legges i karet. Det kan også tenkes at visionsystemet kan gi grunnlag for opplysninger om vekt og kvalitet. Det vil også avdekke feil på fisken, for eksempel en fisk som ikke er av riktig kvalitet eller ikke ligger riktig på båndet. Fisken vil da gå videre til manuell håndtering. Det må forventes at et robotsystem ikke kan håndtere alle fisker, og en viss andel må gå til manuell håndtering.

For å kunne legge fisken i karet med en optimal fyllingsgrad og en justerbar grad av overlapping ble det utviklet en adaptiv algoritme. Basert på data fra visionsystemet kan algoritmen beregne hvordan hver fisk skal legges for å utnytte arealet i karet på best mulig måte. Operatøren kan programmere graden av overlapping som kan tillates for å gi den ønskede kvaliteten. Ved å

bruke denne algoritmen er det mulig å oppnå 90% utnyttelse av arealet i hvert lag uten vesentlig forverring av overlappingsgrad. En utfordring er imidlertid å håndtere ujevnheter under leggingen, men det kan lettest løses ved noe høyere saltforbruk eller ved å bruke en kombinasjon av lake og tørrsalt i karene. Laken vil holde nivået av fisk i karet jevn gjennom hele leggesprosessen, og man vil unngå at fisken får knekker og bøyer som ikke er ønskelig. Dersom roboten har mulighet til å legge i to eller flere kar samtidig vil den adaptive prosessen optimaliseres på grunn av det økede arealet tilgjengelig for legging. Det er vanskelig å kopiere menneskets vurderingsevne i en operasjon der formen på produktet kan variere mye, og der man skal vurdere hvordan produktet skal legges fra seg. Roboten håndterer produktet ut ifra de opplysninger den mottar fra operatøren eller fra visionsystemet,

og er disse opplysningene gode vil roboten håndtere produktet på en god måte.

Produksjon ved hjelp av robotteknologi åpner for rasjonalisering, men vil også begrense fleksibiliteten for store variasjoner i kvalitet, størrelse og type fisk. Det må legges til grunn visse grenser for hva roboten kan håndtere av råstoff, og det som faller utenfor må håndteres manuelt. Normalt vil det lønne seg å robotisere 80% av oppgaven, men de siste 20% vil være så komplisert at en manuell operasjon vil være lønnsom. Utnyttelsen av utstyret bør økes for å gi god inntjening ved å bruke to eller flere skift for å produsere en gitt mengde hver dag. Dette kan igjen føre til bedre utnyttelse av både bygninger og maskiner. Den tradisjonelle saltfiskbedriften utnytter utstyret i gjennomsnitt 6 timer hver dag, og dimensjonerer utstyret for å kunne ta



## Robotisering av saltfiskproduksjon

unna ønsket volum i løpet av denne perioden. Det er tendenser til en utvikling mot større grad av skiftproduksjon for en bedre utnyttelse av utstyret, og dette vil være nødvendig for å forsvare store investeringer i teknologi.

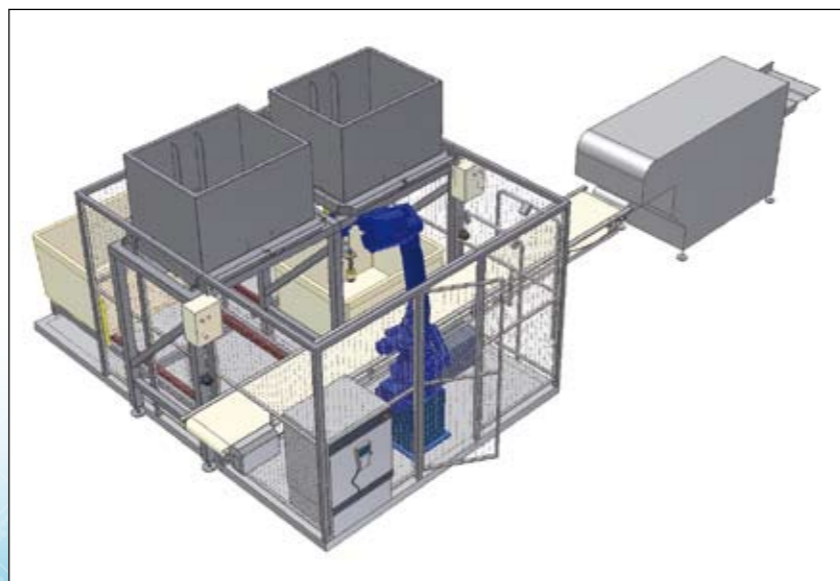
I prosjektet er det bygget en prototype installert hos Brødrene Sperre AS på Ellingsøy. Installasjonen har ikke vært satt inn i deres daglige produksjon, og har blitt brukt som en ren teststasjon. Det har vært svært nyttig å få teste ut både gripere, visionsystem og leggemønster. Arbeidet kan gi stor verdi dersom en komplett robotcelle blir installert.

Robotcellen for legging av fisk i kar er ikke kommersialisert, og så langt jeg ser vil den ikke bli det den nærmeste tiden. Slik som næringen driver i dag

vil en robotisering kreve endringer i kompetanse, organisasjon og driftsmåte. De siste årene har også bruken av billigere utenlandsk arbeidskraft satt et sterkt preg på fiskeindustrien, og ny teknologi skal konkurrere i dette markedet. Samtidig må en bruker være villig til å installere en robotcelle som står i parallell til den tradisjonelle produksjonen for å gradvis kunne gå over til en automatisert produksjon. I mange tilfeller er ikke dette mulig på grunn av manglende areal. Stette har mulighet til å kommersialisere denne produksjonsmetoden hos en interessert kjøper, men jeg vurderer risikoen for å være for stor dersom installasjonen ikke skjer i Ålesundsområdet. En installasjon av en fullt utbygd prototype vil være krevende med hensyn til oppfølging og tilpassning dersom den

geografiske avstanden mellom leverandør og kunde er for stor.

I et mer modent marked for denne typen teknologi vet jeg at den kunnskapen som er tilført i dette prosjektet vil komme til stor nytte for våre kunder, og være med til å utvikle konkurransekraften i saltfisk og klippfisknæringen. Det blir også utviklet teknologi i andre bransjer som har stor overføringsverdi til saltfisk/klippfiskbransjen, og et prosjekt av denne typen skaffer oss kontakter hos leverandører og samarbeidspartnere som ellers ikke hadde vært naturlig å komme i kontakt med.



3D modell av robotcelle for salting av fisk i kar



Leggemønster ved bruk av visionteknologi

## Automatisert pakking av klippfisk

**Jörgen Hägglund**  
Maskon AS

Pakking av klippfisk i kartonger og trälådor föregår i dag uteslutande manuelt. Kostnader bunden till manuelt arbete utgör per i dag en stor andel av de totala produktionskostnaderna inom fiskerinäringen. Manuellt arbete har en konstant stigande kostnadskurva, samtidig som teknikutvecklingen från år till år ger oss mer och mer alternativ till effektiva lösningar. En investering i en automatiserad produktion innebär i de flesta fall en ökad produktivitet i tillägg till sparade kostnader.

Pakking av klippfisk i kartonger/trälådor är ett enformigt arbete med många arbetsrepetitioner, som kräver full koncentration av operatören. Det är operatören som till syvende och sist avgör den slutliga vikten på färdigpackad kartong/trälåda. I förkant packningslinjen sker värderingen av produkten (klippfisken). Kvalitetsgradering: 1:a kvalitet (Imperial/Superior), 2:a kvalitet (Universal) eller 3:e kvalitet (Popular). Den kvalitetsvärderingen utförs av tränade operatörer med lång erfarenhet i branschen.

Branschen upplever per i dag ett större och större problem med att få tag i kvalificerad arbetskraft. Ett till stunder ensformigt arbete, men ett arbete som är extremt viktig för bedriften med avseende på resultatet på bunnlinjen. Med bakgrund i ovanstående problemställning startades samarbetsprosjektet "AUTOMATISERT PAKKING AV KLIPPFISK - mulige og sannsynlige tekniske løsninger". Ett projekt som drivs gemen-

samt av tidigare Bacalaforum/FHF och Maskon AS. Projektets målsättning är att projektera en möjlig lösning för automatiserad pakking av klippfisk i kartong/trälådor och som tar hänsyn till HMS, systemstabilitet och ökat produktflöde.



Fig. 1: Manuell pakking av klippfisk i kartong

Innan klippfisken kan packas i kartong/trälåda har den genomgått en torkprocess. Efter torkningen av klippfisken kontrolleras fukttinnehållet. Kvalitetsgarantien som genomförs efter torkprocessen görs per i dag till största del manuellt. Operatörerna avgör på grundlag av erfarenhet, om produkten skall torkas ytterliggare, "vila lite" eller gå vidare till packning. Kravet till maximalt tillåtet fukttinnehåll varierar, beroende på vilken kund (land) varan skall levereras till. På motsvarande sätt varierar också kravet till kvalitet mellan de olika länderna. Det är de tränade operatörerna som avgör kvaliteten på varje klippfisk som skall till packning och vidare ut till kund.

För att uppnå en fullständig helautomatisk lösning av packningslinjen bör man även värdera en automatisering av fukt-

innehåll- och kvalitetskontroll. En sådan total automatisering kan delas upp i två steg, där första steg är en automatiserad pakking av klippfisk i kartong/trälådor och det andra steget är en komplitering med fukttinnehåll- och kvalitetskontroll.

### Steg 1: Automatiserad pakking av klippfisk i kartong/trälådor

När klippfisken ankommer packningsstationen är fukttinnehållet redan kontrollerat och godkänd. Packningen startar med att operatörerna gör en kvalitetskontroll, där klippfisken värderas i två kvalitetsklasser (Imperial/Superior, & Universal).



Fig. 2: Manuell kvalitetskontroll (sortering) av klippfisk i forkant pakking

Operatörerna anger kvalitetsklassen genom att variera placeringen av klippfisken på transportbandet så att den antingen detekteras som Imperial/Superior eller som Universal. Alla klippfiskar läggs i samma riktning (nacken först). Klippfisk som värderas som Popular läggs åt sidan. Efter sorteringen kommer klippfisken till viktcellen.



Det tillänkta systemet skall registrera ett löpnummer per klippfisk där kvalitet (Imperial/Superior eller Universal ) samt vikt registreras i en databas. Utifrån kvaliteten och vikt anger systemet klippfiskens vidare logistik fram tills den är nerpackad i kartong/trälåda.

När klippfisken har fått sitt löpnummer med tillhörande kvalitet och vikt, delas klippfiskflödet upp i två eller tre flödessträngar.

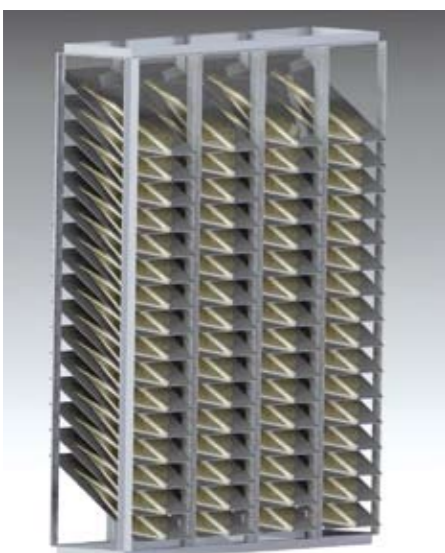


Fig. 3: Bufferlager for klippfisk (Magasin)

Det ger systemet en högre logistisk funktionalitet och ökar hanteringstiden per klippfisk. Den vidare transporten av klippfisken är tilltänkt att ske med två eller tre flexibla transportband där ingången till transportbanden styrs via en pendel. Utgången från det flexibla transportbandet har en rörlighet både i det horisontala- och det vertikala planet (X & Y). I efterkant av de flexibla transportbanden hamnar klippfisken i ett magasin. Magasinen är tilltänkt som ett bufferlager som kontinuerligt matas med klippfisk. Magasinen är uppbyggd av många fack som är skrånställd. Inmat-

ningen till de olika facken sker efter ett fast mönster där styrsystemet avgör var klippfisken skall placeras (lagras). Varje magasin har plats för ett fast antal viktklasser inklusive de två kvalitetsklasserna. Antalet magasinplatser kan variera beroende av vilken viktklass man önskar samt önskemål om sorteringspekter. Utifrån vilka klippfisker som befinner sig i de olika magasinerna avgör systemet vilka viktklasser med tillhörande kvalitet som skall transporteras vidare till packning. Två eller tre viktklasser/kvaliteter kan packas samtidigt. Packningscellerna har tre orienteringsriktningar (rotation, X- och Y-riktning). I förkant av varje packningscell är ett visionsystem placerat som har till uppgift att dokumentera orienteringen till klippfisken på transportbandet och ge signal till styrsystemet så att packningscellen står i korrekt position. I när anslutning till varje packningscell är det tilltänkt två kartongmagasin. Varje kartongmagasin innehåller exempelvis tre kartonger som är låst till en vikt- och kvalitetsklass. Antingen är kartongerna tom och klar för packning eller delvis packad med klippfisk. De kartonger som är delvis packad befinner sig i väntemodus och avväntar rätt klippfisk/klippfisker (rätt vikt). Styrsystemet väljer till all tid vilken kartong (vikt- & kvalitetsklass) som skall matas in från kartongmagasinet till packningscellen. När rätt vikt och antal har uppnåtts transporteras färdig kartong vidare till lockpåsättning, stripping, märkning och palletering.

#### Steg 2: Total automatisering inkl. fuktinnehåll- & kvalitetskontroll

När det gäller fuktinnehållsmätning av klippfisk finns det per i dag tillgängligt utstyr i drift. Kontrollen av fuktinnehållet i klippfisken sker under kontinuerlig drift.

Klippfisken matas på ett transportband in under en skanner där systemet skannar varje klippfisk. Varje bildpunkt får ett eget färgspekter (kemisk avbildning) som varierar med vatteninnehållet i den specifika punkten. Utifrån färgspekter beräknar systemet snitt fuktinnehåll per klippfisk.

Det är svårt att ersätta ett "mänskligt tränat öga" med ett kamerasystem, speciellt när många små detaljer är avgörande för kvalitetsvärderingen. En kvalitetskontroll med hjälp av ett visionsystem kan tex. Byggas upp med hjälp av två kamerasystem.

- Kamerasystem 1 analyserar klippfisken med avseende på korrekt form och svarthinneareal.
- Kamerasystem 2 ger systemet en 3-D bild av varje klippfisk, med hjälp av ett kamera och en laser. 3-D bilden används för analysering av sprickor, ryggradens utseende, tjocklek, rundspole, m.m.

En automatisering av klippfiskproduktionen ger förutom sparade lönekostnader även andra fördelar. Ett maskinelt system värderar produkterna klart och entydigt, oberoende av tid på dygnet. Man genererar en databas där varje klippfisk som har gått igenom systemet finns registrerad, med löpnummer, kvalitet och vikt. Om man i tillägg går för vision och fuktinnehållsverktyg kompliterar man databasen med fuktinnehåll och bildmaterial. Man får ett verktyg som man kan använda till optimalisering av produktionen, en bättre dokumentation på produktet som kan ge ett "riktigare" pris till kund och som kan bidra till att eventuella reklamationer reduceras.

## Sluttörking av klippfisk i eget egnet lager vil revolusjonere bransjen

**Erlend Indergård**  
SINTEF Energi AS

**Ved å sluttørke klippfisk i eget egnet lager vil man kunne senke energiforbruket med 45 % pr tonn klippfisk, og samtidig øke kapasiteten på anlegget med hele 85 %. Og mye av dette potensialet kan tas ut i eksisterende anlegg uten store investeringer. Løsningen består i å ta ut fisken fra tunnelen før denne er helt tørr, og overføre fisken til et egnet lager der sluttørking gjennomføres ved å tilføre oppvarmet uteluft. Oppvarming av uteluft gjøres ved å utnytte overskuddsvarmen fra varmepumpen som i dag stort sett blir dumpet ute.**

Faggruppe klippfisk/saltfisk (tidligere Bacalaoforum) har – på vegne av Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond – i samarbeid med SINTEF Energi AS gjennomført en serie prosjekter de siste årene for å kunne bestemme en optimal tørkeprosess for klippfisk.

For å optimalisere tørkeprosessen kreves 2 tiltak:

- 1) Utnytt tørkeluften i tunnelen maksimalt.
- 2) Fjern siste del av vannet fra klippfisken utenfor tunnelen.

#### Utnytt tørkeluften maksimalt

Varmepumpen i tunnelen reduserer energiforbruket kun når det er fuktighet i luften ut fra fiskevognene. Fuktig luft inneholder mye energi, og høy fuktig-

het i gir høy energireduksjon. Mange produsenter setter inn vogner som ikke er godt tilpasset tunnelen, og man vil få kanaler ved tak, gulv og vegger (se figur 1) der tørkeluften går gjennom tunnelen uten å ta opp fuktighet fra fisken. Ofte er avstanden mellom brettene på vognene for liten, slik at luften møter stor motstand mot å gå igjennom vognene. Luften velger alltid minste motstands vei, og selv ved relativt små kanaler utenom vognene vil svært mye luft gå igjennom disse uten å ha effekt på tørkingen. Det som da skjer er at man bruker ekstra energi på å kjøre viften uten nytte, men samtidig må man bruke ekstra energi på kompressoren for å fjerne viftevarmen igjen. Den ubrukte energien fra viften blir derfor dobbelt så stor. Derfor vil det være svært viktig å fylle tverrsnittet i tunnelen maksimalt, og eventuelt blend av ubrukt areal.

Tilpass luftmengden gjennom tunnelen til mengde vann som fordampes fra fisken. Dette er viktig for at varmepumpen skal være så effektiv som mulig, og en hastighetsstyring på viften må absolutt vurderes for de produsenter som ikke har dette installert i dag. Potensialet for å redusere energien ved hastighetskontroll er stor, og man kan få tilført svært tørr luft til fisken, og maksimal fuktighet ut fra vognene. Samtidig er det viktig å tilføre tunnelen "våt" saltfisk jevnlig, da våt fisk avgir mye mer fuktighet til luften enn tørr fisk. Fyll inn våt fisk 2 ganger i døgnet, morgen og ettermiddag/kveld. Dørene

til tunnelen holdes stengt så mye som mulig. Ha kontroll på tørkeluften ved å installere målere for temperatur og fuktighet i inn- og utluften, disse koster noen hundrelapper.

#### Fjern siste del av vannet fra klippfisken utenfor tunnelen

Hele konseptet med å sluttørke i eget lager dreier seg om å utnytte realiteten i at vannfjerningen fra klippfisk er høyere i første del prosessen enn i siste del. I siste del har temperatur og lufthastighet mindre betydning for tørkehastigheten. Dermed kan man ta ut fisken fra tunnelen før den er helt tørr, for så å sluttørke denne i et eget lager, eller helst i en hordetørke (tunnel uten varmepumpe). Sluttørkingen gjennomføres ved å varme opp uteluft gjennom hjelpekondeksatoren og blåse denne varme og tørrere luften inn i lageret. Energien til oppvarmingen hentes fra overskuddsvarmen fra varmepumpen. Det total energiforbruket til anlegget vil derfor ikke økes. Prinsippskisse for sluttørking er vist i figur 2.

Samtidig som man får utnyttet overskuddsvarmen, vil man frigjøre plass i tunnelen til å sette inn mer våt saltfisk. Mer våt saltfisk gir høyere vannfjerning i tunnelen, og varmepumpen blir mer energieffektiv.

#### Optimal tørking av klippfisk

Det er blitt gjennomført en rekke tørkeforsøk for å bestemme hvordan tørkeluften påvirker tørkehastigheten gjennom ulike perioder i tørkeprosessen.



Med bakgrunn i denne kunnskapen, er det beregnet energiforbruk og kapasitet for et reelt langblåst referanseanlegg med og uten drift med sluttørking i eget lager. Dette anlegget har rom for 60 vogner i tunnelen, og beregningene er basert på 1,5 kg torsk (57 % vanninnhold) med 385 kg fisk pr vogn. Opprinnelig maksimal produksjon var 5,2 tonn klippfisk (48 % vanninnhold) pr døgn, med et energiforbruk på 184 kWh pr kg. Overskuddsvarmen fra varmpumpen er 40 kW.

Optimal tørking i tunnelen gjennomføres med høy temperatur (>22 °C), lav relativ fuktighet (~30 %), moderat lufthastighet (~1,5 m/s) mellom brettene, samt maksimal oppfukning (~75 %). Oppholdstid i tunnelen er 48

timer, med fylling/tømming hver 12. time. Ved uttak fra tunnelen er vanninnholdet i fisken ca 51 %. Dette krever 18.000 m<sup>3</sup>/t med tørkeluft, en reduksjon på 50 %.

Under sluttørkingen vil uteluften oppvarmes til 23 °C før den blåses inn, og snitt RH vil ligge fra 37 til 56 % RH gjennom året, og nødvendig tilført energi vil variere fra 25 til 35 kW i 11 av måneder. Tilgjeng overskuddsvarme er 40 kW, og er tilstrekkelig med unntak av juli med 49 kW. Nødvendig tilført luftmengde ligger fra 3.400 til 11.800 m<sup>3</sup>/ time. Oppholdstiden av vognene under sluttørkingen vil være fra 1,3 til 1,9 døgn for å senke vanninnholdet fra 51 % til 48 %. Ved optimal drift vil maksimal produksjon øke til 9,6 tonn

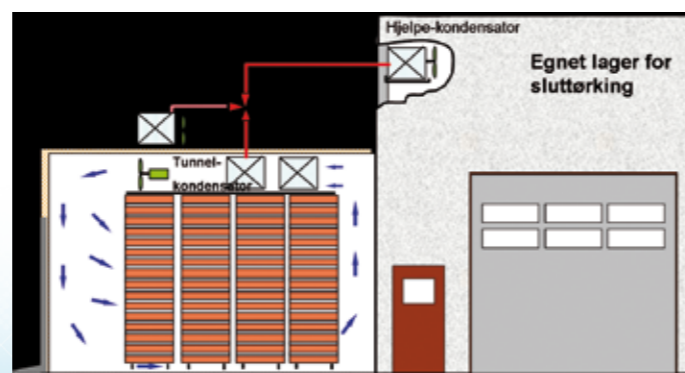
klippfisk (48 % vanninnhold) pr døgn, med et energiforbruk på 101 kWh pr tonn.

Tverrblåste tunneler vil aldri kunne bli så energimessig effektive som langblåste, men potensialet for energireduksjon ved bruk av sluttørking i eget lager er stort også her. Andre bransjer, som bl.a. tørrfiskprodusenter, vil også kunne dra nytte av denne måten å drifte på.

**Ved å sluttørke i eget lager vil man kunne senke energiforbruket fra 184 kWh til 101 kWh (45 %) pr tonn klippfisk, og samtidig øke kapasiteten i anlegget fra 5,2 til 9,6 tonn pr døgn (85 %) i forhold til et gitt referanseanlegg.**



Fig. 1: Mye falskluft går gjennom tunneler med åpne kanaler. Utnytt tørkeluften ved å fylle tunnelen maksimalt, eller blend av kanaler for falskluft



Figur 2: Prinsippskisse for tørkeanlegg med utnyttelse av overskuddsvarmen fra varmpumpen til sluttørking i eget lager.

## Taper penger ved feil fuktighet i ferdigvarelageret

**Erlend Indergård og  
Ola M. Magnussen**  
SINTEF Energi AS

**Feil fuktighet i ferdigvarelageret gir vektendring og dermed økonomisk tap. Ved lav fuktighet og uemballert pall er vekttapet betydelig, opptil 1 % pr. måned på øverste lag er målt. Selv emballert i pappesker på pall ble det registrert et totalt vekttap på 1 % etter 4 måneder i tørt lager. Av 6 målte lager hadde ingen optimal fuktighet, og variasjonen er stor, fra 55–95 % fuktighet. Likevektsfuktigheten for klippfisk (både torsk, sei og lange) ligger rundt 76 % relativ fuktighet. Tørre luft enn denne gir vekttap, mens fuktigere luft gjør at fisken slår seg. Det er derfor behov for bedre kontroll med lagrenes temperatur og luftfuktighet.**

Klippfisk har god holdbarhet på grunn av salting og tørking, og lagring av fisken er stort sett ikke et problem i forhold til haskning/gulning ved kjølelagring. Selv om lagrene i dag er relativt godt kjølte er det liten eller ingen styring av luftfuktigheten. All kjøling ved luftbatterier vil kondensere vann og derved bidra til å redusere fuktigheten. Lufttilstanden i lageret er derfor avhengig av en rekke forhold som lagertemperatur, uteluft temperatur og fuktighet, innføring av "varme" varer, isolasjon, lekkasjer, åpne porter, kuldeanlegg og fordampnerplate, uttørring av fisken, mv.



Figur 1: Uemballert klippfisk på lager vil i tillegg til å miste vekt, også forstyrre fuktigheten i lageret som igjen påvirker vektendring på de andre pallene med klippfisk.

Bransjen har etterspurt hvordan et optimalt lager bør utformes, og Faggruppe klippfisk/saltfisk (tidligere Bacalaoforum) har – på vegne av Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond – i samarbeid med SINTEF Energi AS gjennomført målinger av temperaturer, fuktighet og vekttap ved lagring av ferdigtørket fisk. Målingene viser at klippfisk emballert i esker og lagret i 3-4 måneder ved 80-90 % RH slo seg, og fikk en total vekttøking på 0,2 %. Til sammenligning fikk klippfisk lagret ved 55-60 % et vekttap på 0,9 %. Lagring ved omkring 70 % RH gav ubetydelig vektendring.

### Hvordan kontrollere fuktigheten?

Måleinstrument for å registrere temperatur og relativ fuktighet koster noen få hundrelapper, men gir verdifull infor-

masjon om driften av lageret. Temperaturen bør erfaringsmessig ligge rundt 2-6 °C, men dette er lite undersøkt og dokumentert. Bestemmelse av sorpsjonsisotermier og vekttapsmålinger ved lagring viser at likevektsfuktigheten for klippfisk er ca. 76 %. For å unngå at fisken opptar fuktighet ("slår seg") eller tørker videre må fuktigheten ligge rundt likevektsfuktighet. Det er en krevende balanse mellom vekttap og at fisken "slår seg".

Luftfuktigheten i et kjølelager er som nevnt avhengig av en rekke ulike forhold. Økt varmebelastning til lageret (fra varmelekkasje og innsatt produkt) øker også selvfølgelig behovet for kjøling av luften. Luftens fuktighet blir da dermed mer redusert ved at mer vann kondenseres ut. Ved de fleste



# Taper penger ved feil fuktighet i ferdigvarelageret

lager vil en derfor vanligvis ha lavere fuktighet om sommeren når kuldesystemet belastes mest. I noen grad kan kondenseringen ved kjøling reduseres noe ved at en overdimensjonerer kjøleflatene. Ved tørt lager kan fuktigheten økes ved styrt/kontrollert tilsetning av vandamp.

Et lager er i teorien et lukket system hvor total vannmengde er konstant, og vil luftfuktigheten vil gå i likevekt med fisken på 76 % RH. For høy fuktighet i lageret må dermed skyldes at vann tilføres lageret fra innstrømming av luft fra fuktige rom, eller fra avdamping fra ukjølt nyinnsatt klippfisk (figur 1). Det er derfor viktig å holde porter og dører stengt, tett lekkasjer, og emballer fisken før denne blir satt inn i lageret.

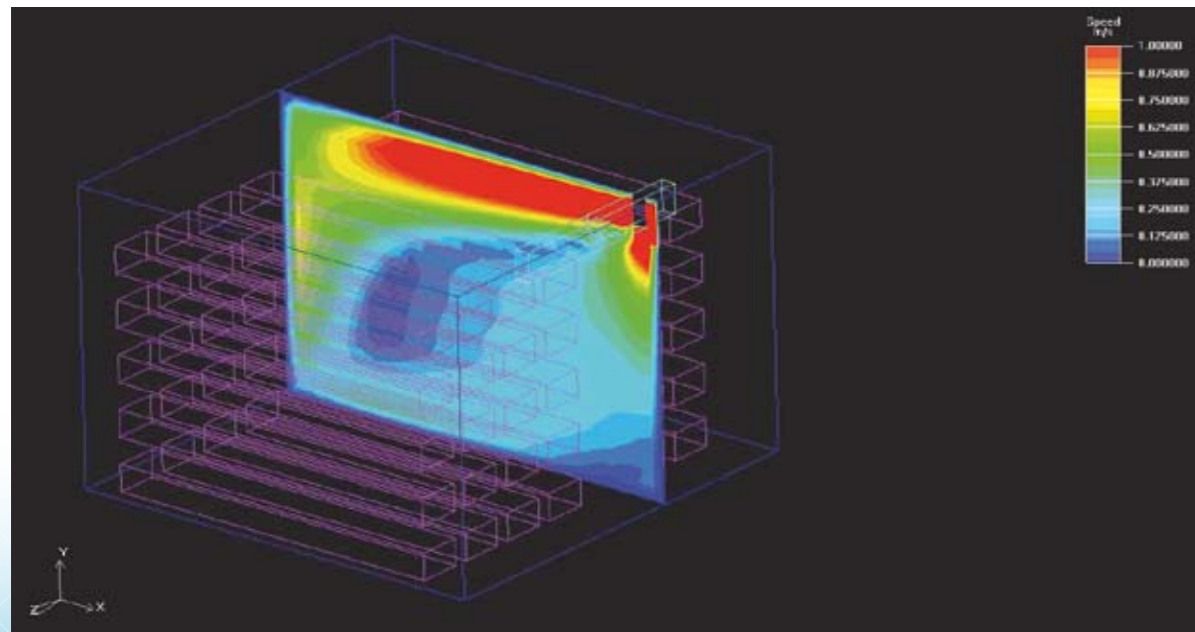
I perioder der utetemperaturer ligger under lagertemperaturen er kjølebehovet lavt og innkommende fuktighet vil ikke bli fjernet av kuldesystemet. Det kan ved slike tilfeller være behov for varmetilførsel for å få driftet kuldeanlegget.

## Optimal luftfordeling og reolsystem

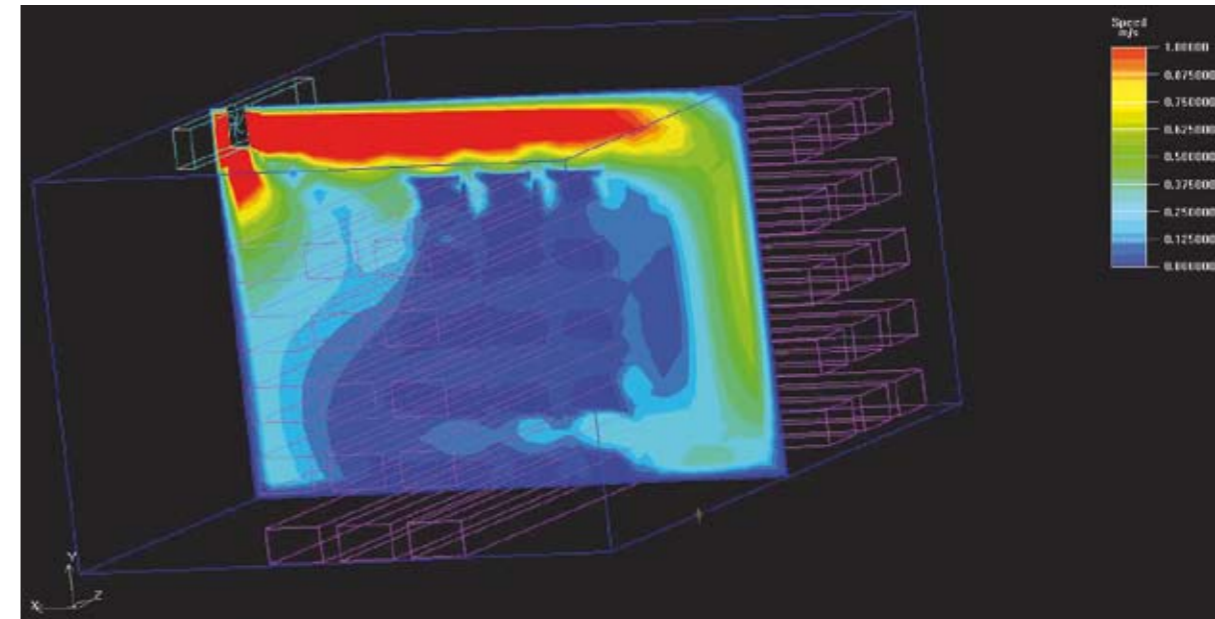
For å redusere varmetap til kjølelageret gjennom gulv, tak og vegger, er det viktig å ha så mye klippfisk per kvadrat lagerflate som mulig. Det er derfor nødvendig å utnytte høyden i et lager, og reolhøyden bør begrenses av løftehøyden på truckene. Reolene bør samtidig stå så nær hverandre som mulig for å utnytte gulvplassen, men det må være rom for kjøleluften å

strømme mellom disse. Systemer med mobile reolrader (figur 4) er derfor fornuftig, alternativt kan man utnytte plassen med inntil 3 reolrader på hver side av en fast midtgang (må da bruke lang gaffel på trucken).

Det viktig at kjøleluften blir godt fordelt i hele lageret slik at man ikke får dødsoner med lokalt varmere områder. Nylig innsatt vare vil tilføre varme til lageret i tillegg til varme fra vegger og tak. Det er blitt gjennomført simuleringer av luftstrømmer i lager med ulike oppsett av reolradene, og resultatene viser at toppmontert aggregat som blåser luften langs med reolradene gir best luftfordeling (figur 2) i lageret. Andre reolløsninger gir dårligere luftfordeling (figur 3).



Figur 2: God Luftfordeling i optimalt reolsystem for klippfisklagring (bildet viser kun ett tverrsnitt). Toppmontert aggregat som blåser luften langs reolrekkene gir best luftfordeling.



Figur 3: Mindre god luftfordeling i reolsystem for klippfisklagring (bildet viser kun ett tverrsnitt). Toppmontert aggregat som blåser luften på tvers mot reolrekkene gir dårlig luftfordeling.



Figur 4: Mobilt reolsystem. (foto: www.hans-schourup.dk)



*Prosjektleder klippfisk/saltfisk:* Lorena Gallart Jornet, Faggruppe klippfisk/saltfisk, FHF. Tlf. 982 22 479, [lorena.jornet@fhf.no](mailto:lorena.jornet@fhf.no)  
Forsidefotos: Istock. Lyspære: Julio Peláez



FISKERI- OG HAVBRUKSNÆRINGENS FORSKNINGSFOND

**Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond (FHF)**

Postboks 429 Sentrum

0103 Oslo

Tlf. 23 89 64 08

E-post: [post@fhf.no](mailto:post@fhf.no)

[www.fhf.no](http://www.fhf.no)

---