

SFH80A113055 – Åpen

# Rapport

## Automatisert lasthåndtering ombord i GEIR II

Effektivisering av råstofflyt ombord i autolinefartøyer - Sluttrapport

**Forfatter**

Roar Pedersen



SINTEF Fiskeri og havbruk AS

Postadresse:  
Langelandsveien 17  
6010 ÅlesundSentralbord: 40005350  
Telefaks: 93270701fish@sintef.no  
www.sintef.no/fisk  
Foretaksregister:  
NO 980 476 270 MVA

# Rapport

## Automatisert lasthåndtering ombord i GEIR II

Effektivisering av råstofflyt ombord i autolinefartøyer - Sluttrapport

EMNEORD:  
Fiskeri  
Fartøy  
Autoliner  
Laste- og lossesystemVERSJON  
1DATO  
2011-11-25FORFATTER  
Roar PedersenOPPDRAGSGIVER(E)  
Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond  
Fiskehåtrædernes Forbund/Innvasjon NorgePROSJEKTNR  
83023201/83022901OPPDRAGSGIVERS REF.  
Rita Naustvik Møråk  
Wehjørn Barstad/Tor F. LillehaANTALL SIDER OG VEDLEGG:  
21

### SAMMENDRAG

Som en del av prosjektet "Effektivisering av råstofflyt ombord i Autoliner" er det installert en prototype for automatisert lasthåndtering ombord i GEIR II. Rapporten tar for seg virkemåte, brukserfaringer gjennom ett driftsår og kapasitet vurdert mot konkrete målsettinger da prosjektet ble igangsatt.

UTARBEIDET AV  
Roar PedersenKONTROLLERT AV  
Mats HeldeGODKJENT AV  
Vegar JohansenSIGNATUR  
SIGNATUR  
SIGNATUR  
RAPPORTNR  
SFH80A113055ISBN  
978-82-14-05213-8GRADERING  
ÅpenGRADERING DENNE SIDE  
Åpen

# Historikk

---

VERSJON	DATO	VERSJONSBESKRIVELSE
1	2011-10-11	Versjon 1

# Innholdsfortegnelse

<b>1</b>	<b>BAKGRUNN</b> .....	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>GENERELLE OG KONKRETE MÅLSETTINGER</b> .....	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>AUTOLINEFARTØYET GEIR II</b> .....	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>PRODUKT ENHETSSTØRRELSER OG PALL DIMENSJONER</b> .....	<b>7</b>
	4.1 Produkter og enhetsstørrelser .....	7
	4.2 Valg av lastbærer (pall) .....	7
<b>5</b>	<b>AUTOMATISERT LASTHÅNDBLING</b> .....	<b>8</b>
	5.1 Hovedkomponenter i lasthåndteringssystemet.....	8
	5.2 Beskrivelse av lasthåndteringssystemet.....	9
<b>6</b>	<b>PRAKTISKE BRUKERERFARINGER</b> .....	<b>16</b>
	6.1 Emballering og registrering .....	17
	6.2 Mellomlagring.....	17
	6.3 Palletering.....	18
	6.4 Kraning.....	18
	6.5 Lossing.....	19
<b>7</b>	<b>KAPASITETSMÅLINGER</b> .....	<b>19</b>
	7.1 Lastekapasitet.....	19
	7.2 Lossetid.....	20
	7.3 Tømming av vertikale frysere .....	20
<b>8</b>	<b>KONKLUSJON</b> .....	<b>21</b>
<b>9</b>	<b>REFERANSER</b> .....	<b>21</b>

## BILAG/VEDLEGG

[Skriv inn ønsket bilag/vedlegg]

## 1 BAKGRUNN

Prosjektet "Effektivisering av råstofflyt ombord i autolinefartøyer" er ett av flere prosjekt som ble initiert i et forprosjekt: "Fremtidens autoliner – teknologi for økt lønnsomhet" som ble finansiert av FHF – Fiskeri- og havbruksnæringens Forskningsfond

Generell bakgrunn formulert av flåtegruppa i Norges Fiskerilag:

*Autolineflåten utøver fisket på en måte som medfører at fangsten blir brakt om bord som en og en fisk som avangles lina. Dette gir muligheter for å behandle fangsten på beste måte og medfører at flåtegruppa har mulighet for å oppnå svært høy kvalitet på råstoffet. Denne flåten har de siste 10 år gjennomført en betydelig strukturering. Flåtegruppen er redusert fra ca 100 til i dag 36 fartøy. Det er investert mye i kvoter, men fornyelse av flåtegruppen henger etter og behovet for å bygge nye fremtidsretta fartøyer er betydelig. Omfanget av arbeidskrevende og ensformige operasjoner om bord er en trussel for rekruttering av mannskap, og veien fra dekket på en autoliner til dekket på et offshorefartøy er faretruende kort.*

*Frå flåtegruppa i Norges Fiskerilag ønsker man å sette fokus på forskning og utviklingsarbeid for å finne frem til nye løsninger for fangst- og redskapshåndtering om bord i fartøyene. Blant annet bør arbeidsoperasjonene i forbindelse med fangst og redskapshåndtering gjøres mindre fysisk arbeidskrevende for fiskerne. Dette vil opprettholde nødvendig rekruttering samt øke lønnsomheten for hver enkelt fisker og rederi.*

*Den sentrale utfordringen i utarbeidelsen av fremtidens autolinefartøy ligger derfor i å videreutvikle fortrinnet med kvalitet i kombinasjon med at arbeidsoperasjoner automatiseres og effektiviseres. Målet er å fjerne de operasjonene som er tunge og lite spennende for fiskerne. Et annet viktig satsingsområde er å bygge fartøyer som bruker mindre energi og dermed er mer miljøvennlig enn dagens flåte.*

*Arbeid med lemping av blokker og kartonger i fryserom er hardt og risikabelt i dårlig vær. Et robotisert system kan utføre dette raskere, med større presisjon og spare mannskapet for tungt og farlig arbeid. Raskere lossing uten ekstern hjelp vil kunne forkorte liggetiden og redusere kostnadene.*

Prosjektet "Effektivisering av råstofflyt ombord i autolinefartøyer" begynte som et utviklingsprosjekt for å finne en konseptløsning på lasting og lossing ved bruk av paller. Løsningen skulle tilpasses autolinefartøyet GEIR II som var under bygging. Etter at utviklingsprosjektet var utført, ble prosjektet utvidet til detaljkonstruksjon og bygging av en prototype for implementering ombord i GEIR II.

Prosjektet har blitt utført i tre faser:

Fase 1 - Problemløsning og systemdesign

Fase 2 - Detaljkonstruksjon, bygging og implementering av prototype for automatisert lasting og lossing

Fase 3 – Testing av prototype - utbedring av feil og mangler

Fase 1 er utført i perioden mars - desember 2009 og er dokumentert i SINTEF-rapport SFH80 F103026

Fase 2 er utført i perioden oktober 2009 til september 2010 da fartøyet ble levert fra Fiskerstrand verft.

Fase 3 har pågått siden september 2010 og pågår fortsatt i oktober 2011 etter utskifting av mellomlager i september 2011.

Deltagere i prosjektet har vært rederiet H.P. Holmeset AS, Optimar Giske AS og SINTEF Fiskeri og havbruk AS. Etter hvert har også Skipsteknisk AS, Fiskerstrand verft AS og en del underleverandører blitt trukket inn i prosjektet

Fiskeri- og Havbruksnæringens Forskningsfond og Innovasjon Norge har vært med på å finansiere alle fasene i prosjektet.

## 2 GENERELLE OG KONKRETE MÅLSETTINGER

Hovedmålet i prosjektet "Effektivisering av råstofflyt ombord i Autolinere":

Prosjektet skal finne en hensiktsmessig løsning for automatisert håndtering av paller med råstoff inn og ut av lasterom. Løsningen skal tilpasses nybygget Geir II.

Generelle målsettinger for løsningen har vært å:

- Redusere tungt, ubekvent og farlig arbeid i lasterommet
- Redusere bemanningsbehovet eller bruke ledige ressurser på å øke kvaliteten på råstoffet og ta vare på biprodukter
- Redusere lossetiden og spare kostnader ved lossing
- Redusere behovet for sortering etter lossing i størst mulig grad
- Redusere feilsortering
- Redusere skader på fiskeråstoffet

De viktigste konkrete målsettingene fra rederiet var:

- Produktene skal i størst mulig grad være sortert på pall (80%)
- Låsthåndteringssystemet må ha en kapasitet som matcher frysekapasiteten (21,6 tonn i døgnet)
- Låstekapasiteten bør ikke bli mindre enn 336 tonn
- Lossekapasitet skal økes fra 15 tonn i timen til 45 tonn i timen

## 3 AUTOLINEFARTØYET GEIR II

I tillegg til det automatiserte låsthåndteringssystemet, er autolinefartøyet Geir II utstyrt med flere avanserte tekniske løsninger for å effektivisere driften av fartøyet.

### Dieselelektrisk drift og nedsenkbar azimuththruster

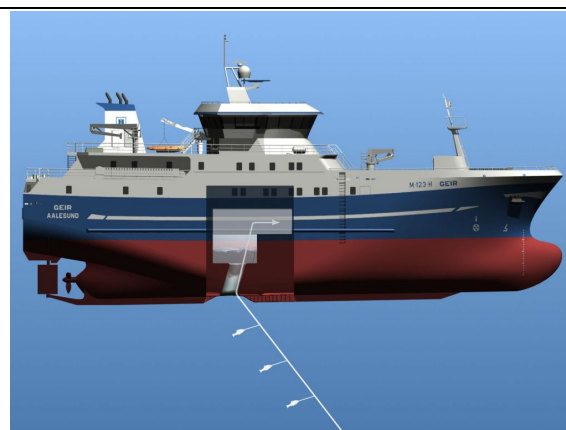
GEIR II er utstyrt med 3 hovedmotorer (3 x 800 kW) og dieselelektrisk fremdriftssystem. Under vanskelige forhold kan en nedsenkbar Brunvoll thruster på 700 kW benyttes for å holde riktig kurs og fart i forehold til linen.

### Dragerbrønn

H.P. Holmeset bygde Geir med verdens første vellykkede dragerbrønn i 1998. I september 2010 ble Geir II satt i drift, også den med dragerbrønn (bilde 1 og 2). Prinsippet er et rør gjennom bunnen på båten som ender opp i et basseng som har større tverrsnittareal enn røret. Det er forskjellen i areal som gjør at bølgebevegelsene i bassenget blir små selv om bølgene på utsiden er store. I praksis drar linebåter med dragerbrønn line i all slags vær. Erfaringen er at de mister mindre fisk enn ved å dra linen gjennom den tradisjonelle dragerluken. En forklaring på dette er bl.a. at det rykkes mindre i line når den høles litt aktenfor midtskips hvor bevegelsene er minst. Fisk med svømmeblære som rømmer av blir liggende i bassenget, og fiskeren som står ved bassenget klepper manuelt de fiskene som rømmer av kroken. På GEIR II ble det ovale røret med diameter 2000 x 1500 mm erstattet med et sirkulært rør med diameter 1500 mm. Dette ga enda mer demping og brukserfaringene er gode.



Bilde 1 GEIR II



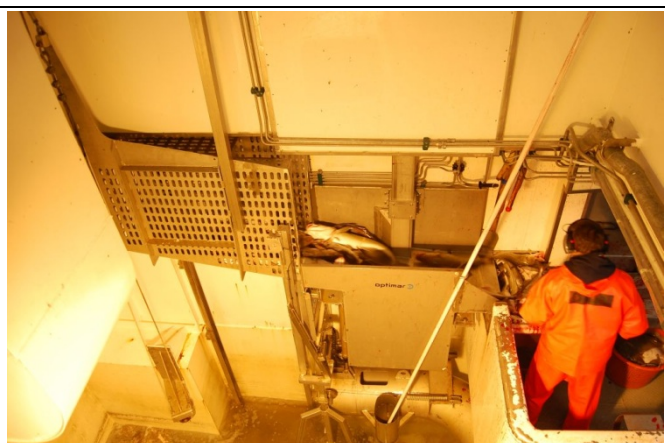
Bilde 2 Snitt i Dragerbrønn

### Automatisert avangling

I et eget FoU prosjekt ble avanglingsystemet fra GEIR videre optimalisert. Linen går mellom to ruller, slik at kroken blir rykket ut av kjeften på fisken. Fisken faller ned i en renne med tilførsel av vann, og sklir deretter ned i en perforert kasse som ligger i vannflaten. Med jevne mellomrom løfteskassen opp og tømmes til en bløggebinge med hevbar bunn. Etter bløgging blir fisken grovsortert til to utblødningstanker.



Bilde 3 Dragerbrønn og basseng



Bilde 4 Bløggestasjon ved basseng

### Råstofflyt fra dragerbrønn til emballering

Fartøyet er utrustet med en fabrikk for å produsere HG (hodekappet og sløyd) samt filet.

Fisken som skal fileteres, blir hodekappet i en "jåpsekutte" som kutter hodet i et skråsnitt bak ørebenet. Deretter går råstoffet til en av to oppbevaringstanker før filetering og eventuell skinning.

Fra filetmaskin går råstoffet til finskjæring/trimming, sortering i vektclasser og pakking i 6,81 kg esker. Deretter går eskene til frysing i horisontal platefryser. Råstoffet som skal fryses i blokk (HG), går gjennom en karusell kappemaskin som kapper hode og sløyer før manuell fjerning av innvoller. Deretter blir råstoffet sortert på en grader til en av fire oppbevaringstanker. Fra disse oppbevaringstankene blir råstoffet styrt til en av 3 vertikale fryser. Alle vertikale og horisontale platefrysere har systemer for automatisk tømming. Filetlinjen og HG-linjen ender ved emballeringsbordet der det robotiserte lasthåndteringsystemet starter.

## 4 PRODUKT ENHETSSTØRRELSER OG PALL DIMENSJONER

### 4.1 Produkter og enhetsstørrelser

Det blir produsert mer enn 30 produkter ombord i GEIR II. Produktene består av ulike fiskeslag i flere vektklasser, og som enten består av filet eller HG. For filet finnes kun en enhetspakning, såkalt masterkartong (ca 21 kg), som består av 3 filetpakninger i en kartong. HG finnes i to enhetspakninger, enten papirposeemballert halvblokk på 25 kg, eller papirposeemballert helblokk på 50 kg.

I tillegg finnes biprodukter som hode, rogn, lever eller avskjær, som også pakkes som halvblokk eller helblokk. Filet blir frosset i horisontale platefrysere, mens HG-blokkene blir frosset i vertikale platefrysere.

Lasthåndteringssystemet må følgelig håndtere de ovennevnte enhetsstørrelsene: masterkartonger (21 kg), halvblokker (25 kg) og helblokker (50 kg).

### 4.2 Valg av lastbærer (pall)

Med utgangspunkt i enhetsstørrelsene ble det brukt noe tid på å velge pall dimensjoner. Det er viktig at lagene med frosne produkter stikker utenom pallen, slik at fulle paller kan plasseres helt inntil hverandre, uten at selve pallen kan kile seg fast mellom andre paller. Med de gitte produkt enhetsstørrelsene, ble det valgt en pall med målene: L=1050, B=950 mm og høyde 120mm.

Med begrenset høyde i lasterommet ble det lagt opp til 3 paller i høyden, der pallene med masterkartonger består av 2 paller med 5 lag og 1 pall med 4 lag. Hvert lag består av 8 kartonger, og totalvekt for en pall med 5 lag er 840 kg. Høyden er 1095mm inkludert pallen. Filetpallen med 4 lag er 900mm høy og veier 672 kg.

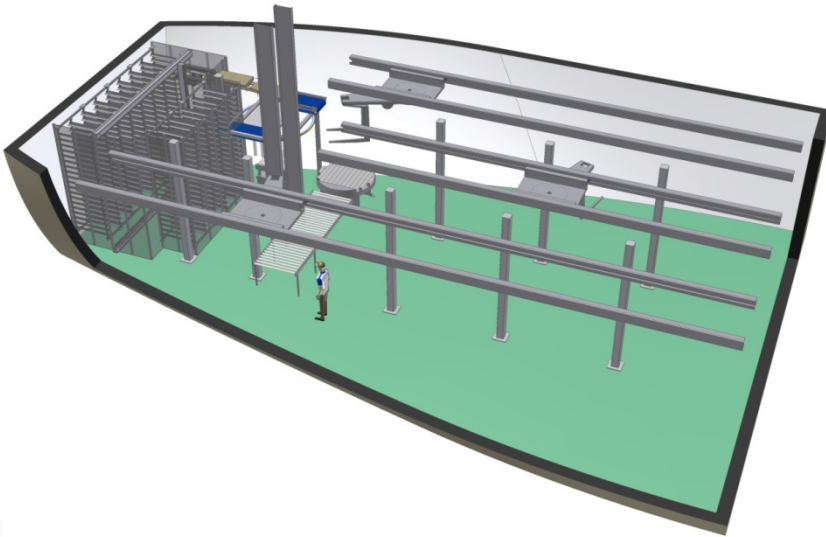
HG-pallene blir tilnærmet lik for halvblokker og helblokker. Den består av 9 lag og 2 eller 4 blokker i hvert lag. Pallen er 1052mm høy og veier 900 kg.



## 5 AUTOMATISERT LASTHÅNDBLING

### 5.1 Hovedkomponenter i lasthåndteringssystemet

Bilde 5 viser en oversikt over lasthåndteringssystemet i løsterommet. Mellomlager til venstre, palleteringsautomat og palleheis til høyre for mellomlager og tre traverskraner i den øvrige delen av løsterommet. Mellomlageret består av to rader med hyller. Hyllene består av HG-hyller og kombinasjonshyller. Kombinasjonshyllene er høyere og kan ta Masterkartonger i tillegg til HG-blokker. Hver hylle har plass til 4 masterkartonger, 1 helblokk, eller to halvblokker.



Bilde 5 Lasthåndteringssystem i løsterom

Lasthåndteringssystemet som er montert i GEIR II består av følgende hovedkomponenter:

#### Fabrikkdekk:

- Automatisk system for tømning av vertikale og horisontale plåtefrysere
- Horisontalt transportbånd for blokker og masterkartonger
- Blokk vippe/pusher
- Emballeringsbord m/transportbånd
- Betjeningspanel for etiketter (etiketter lages med strekkode for aktuelt produkt)
- Betjeningspanel for mellomlager (oversikt mellomlager, setting av parametere, sette i gang palletering)
- Stripsemaskin
- Strekkodeleser (identifiserer produkt og styringssystemet finner ledig plass i mellomlager)
- Heis (blokkheis) med transportbånd for produktenheter

#### Løsterom:

- Heis (blokkheis) med transportbånd for produktenheter
- Horisontalt transportbånd fra heis til reolrobot

- Reolrobot (frakter produktenheter vertikalt og tverrskips, til og fra ønsket hylleposisjon i mellomlager)
- Mellomlager for sortering av produkter.
- Transportbånd fra reolrobot til palleteringsrobot
- Palleteringsrobot med saksebord
- Horisontale transportsystemer (conveyere) i læsterom for paller.
- 3 krøner for plassering/flytting av paller i læsterommet.
- Palleheis fra læsterom til shelterdekk (2 paller samtidig)

#### Shelterdekk:

- Palleheis fra læsterom til shelterdekk (2 paller samtidig)
- Horisontale transportsystemer (conveyere) for paller på shelterdekk

#### Styresystem:

For å holde oversikt over produktene i systemet, påføres produktene unike identifikasjonsnummer ved hjelp av etiketter med strekkoder. Man kan velge å skrive ut forhåndsprogrammerte etiketter for enkeltprodukter (HG-blokker eller masterkartonger) eller hele paller. Strekkodene benyttes av lagersystemet for å identifisere produktet ved hjelp av en strekkodeleser. Alle produktene er programmert inn i mellomlagersystemet med en egen kode, og man bestemmer der hvilket format produktet har (helblokk, halvblokk eller masterkartong). Styringen søker da etter påbegynte hyller som kan fylles opp med samme type produkt eller etter en ledig hylle. Man kan for hvert produkt velge om det skal palleteres på sømfengte paller eller paller bestående av kun en type produkt. Dette kan man endre fritt underveis.

Hele systemet styres av en PLS (Programmerbar Logisk styring) som også holder orden på hva som er i de forskjellige hyllene i mellomlageret. Denne informasjonen presenteres på en touch-skjerm som er plassert ved pakkestasjonen i fabrikken. På skjermen får man også presentert hvor mye man har i lageret av alle typer sorteringer. Antallet vises både i antall blokker og i antall mulige paller.

Når mellomlageret begynner å bli fullt kan operatøren bestemme at han ønsker å palletere. Roboten henter da ut nok blokker av en type fra mellomlageret til å fylle opp en pall. Selve palleteringen foregår automatisk, men en operatør må legge inn tomme paller, samt feste og kutte platen som vikles rundt pallen etter hvert som den palleteres. En full pall fraktes så til lagring bakover i læsterommet av en krøn. Totalt er det installert tre krøner som gjør det mulig å nå alle deler av læsterommet.

## 5.2 Beskrivelse av læsthåndteringssystemet

### Rykking av fryserne, emballering, merking, stripsing og registrering

Når HG-blokkene er ferdigfryste etter 3,5 timer kjøres litt varmgass gjennom fryseplatene for å få blokkene til å slippe. Deretter løftes blokkene opp ved at hele bunnen heves ved hjelp av to hydraulikksylindere (bilde 6). Blokkene løftes så ut av fryserne av et automatisert tømme-system levert av Optimar Giske AS (bilde 7).



*Bilde 6 "Rykking" av fryser*

*Bilde 7 Automatisk tømning av vertikal fryser*

Tømmesystemet setter blokken på et langsgående bånd (bilde 8) som frakter blokkene til en blokk vippe/pusher (bilde 9) som bringer blokken til en slik posisjon at det kan tres på emballasje (supersekk).



*Bilde 8 50kg HG blokk til emballering*

*Bilde 9 Emballering av 50 kg HG blokk*

Den emballerte blokken blir påsatt en etikett som blir skannet etter striping (bilde 10). Deretter går blokken inn i en heis (blokkheis) som frakter den ned til lasterommet for direktepalletering eller til mellomlager (bilde 11).



Bilde 10 Stripsing og registrering



Bilde 11 Heis til fryserom

Fileteskene blir fryst i horisontale fryserer og tømt automatisk. 3 esker med samme type produkt og vektclasser blir puttet inn i en mesterkartong (21 kg). Det blir satt på en etikett, og kartongen blir stripset og skannet før den transporteres til mellomlager i løstørrom. Det er aldri nok enheter av en sort filet til direktepalletering, så derfor går alle filetkartonger til mellomlager. En skjerm viser en oversikt over produkter som er lagret i mellomlageret og hvor stor andel av en pall som er lagret av hvert produkt. Se bilde 12-17.



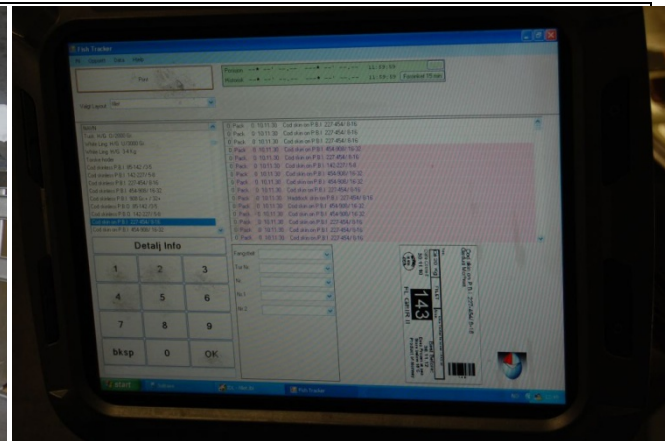
Bilde 12 Frysing av filet i kartonger



Bilde 13 Tømming av horisontal fryser



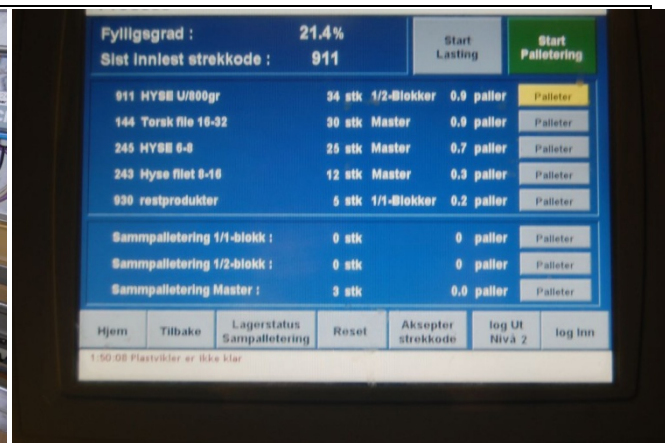
Bilde 14 Pakking av 3 filetesker i masterkartong



Bilde 15 Utskrift av etikett 3-0094



Bilde 16 Stripping og skanning



Bilde 17 Oppdatert status mellomlager

### Mellomlager i fryserommet

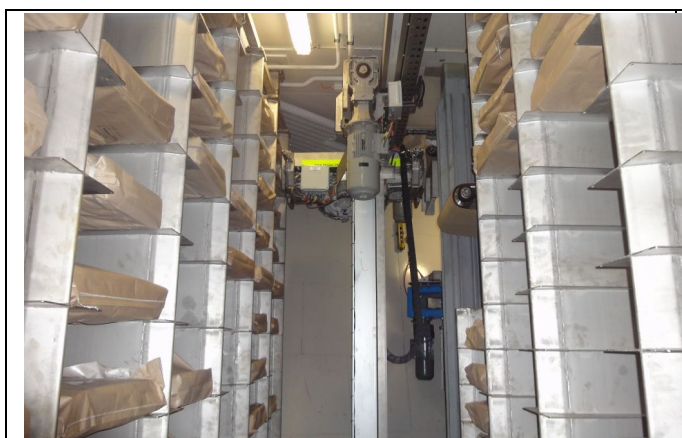
Et autolinefartøy drar opp en og en fisk, og ofte er det stor variasjon i arter og størrelse. Når målsettingen er å palletere sortert fisk er det nødvendig å samle opp nok enhetspakninger av samme produkt. For en del produkter, spesielt filetprodukter, så kan dette ta en del tid. Det er derfor behov for et mellomlager. På Geir II var det ikke plass til eget fryserom på fabrikkdekk, og mellomlageret ble derfor arrangert i løsterommet som to rekker med hyller og med en reolrobot mellom hyllene (bilde 18-21).



Bilde 18 Fra heis til mellomlager



Bilde 19 Plassering i mellomlager



Bilde 20 Mellomlager med reolrobot i midten



Bilde 21 Mellomlager med HG blokker i hyllene

### Palletering

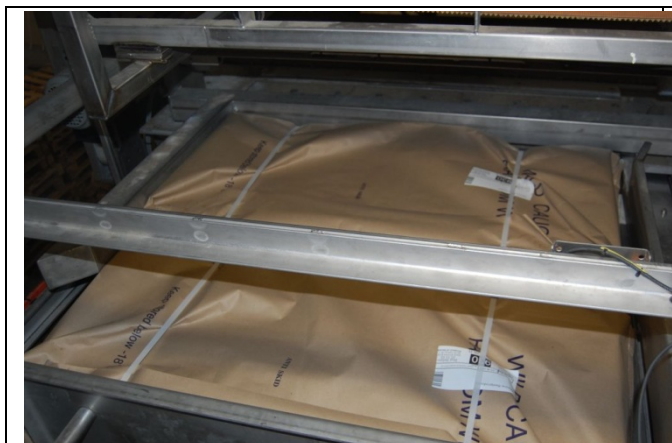
Når antall enheter er stort nok til å fylle en pall, iverksettes palletering. Datasystemet "husker" hvor produktene ligger i mellomlageret og reolroboten henter alle enhetene i en hylle samtidig (bilde 22 og 23), dvs. 1 helblokk, to halvblokker eller 4 mæsterkartonger. Reolroboten går vertikalt/horisontalt til den møter transportbåndet til palleterer. Enhetene transporteres over dette transportbåndet, og blir skjøvet over til en plate. Når to ladninger er levert fra mellomlageret av roboten, er det nok produkter til et lag på pallen. Platen som laget ligger på, trekkes tilbake og det siste laget faller ned på toppen av pallen (bilde 24). Pallen står på et saksbord som senker pallen med en løghøyde, slik at pallen er klar til å ta i mot et nytt lag. Når pallen er full, blir den automatisk pløstet (bilde 25), og deretter kjøres pallen fra saksbordet til et snubord med faste ruller (conveyer). Den ferdige pallen kan løftes med kran direkte fra snubordet, eller kjøres over heisen til et fast bord (conveyer) på babord side, der den kan håndteres av babord kran (bilde 26).



Bilde 22 Henting av masterkartonger for palletering



Bilde 23 Henting av HG for palletering



Bilde 24 HG i palleterer



Bilde 25 Plasting av HG-pall på saksebord

### Kraner i løsterommet

I løsterommet er det montert tre traverskraner som går i lengderetning av løsterommet og som dekker hele løsteromsarealet (bilde 27). Kranene er utstyrt med en kranarm med fast lengde som er montert på en krans slik at de kan rotere 360 grader.

En vinsj sørger for løfting i et punkt på pallgaffelen som kan justeres horisontalt for å oppnå balanse ved løfting, eller for å få mest mulig trekkraft (minst mulig moment) når gaffelen skal inn eller ut en pall.



Bilde 26 Ferdig utkjørt pall, babord conveyer



Bilde 27 Kraning til plass i lasterom

#### Pallheis fra lasterom til shelterdekk

Ved lossing av lasterommet, kjøres pallene inn på palleheisen fra hver sin side (bilde 28 -30). Sensorer ved siden av rullene sørger for at pallene blir sentrert.

Når pallene kommer til shelterdekk blir de automatisk transportert ut til skipssiden på conveyere (bilde 31-33). Pallene blir hentet av truck på kaien. Dette fungerer ved normale tidevannsforhold. Pallene kan om nødvendig heises på land med kran direkte fra heis i lasterom eller på et høyere nivå.



Bilde 28 Henting av pall i lasterom



Bilde 29 To paller på palleheis til shelterdekk





Bilde 30 Heissjakt



Bilde 31 Paller fra heis til skipsside



Bilde 32 Paller klar for henting av truck



Bilde 33 Truck henter pall ved skipsside

## 6 PRAKTISKE BRUKERERFARINGER

Autolinefartøyet GEIR II har vært i drift i vel et år når denne rapporten skrives. Det kan være hensiktsmessig å dele systemet inn i 5 operasjoner som også beskriver hovedfunksjonene i løsthandteringssystemet.

- Emballering og registrering
- Mellomlagring
- Palletering
- Krøning
- Lossing

Hver for seg og sammen har disse operasjonene blitt testet i et år, og med unntak av mellomlagring i HG-hyllene i mellomlageret, så har alle operasjonene fungert, om enn ikke tilfredsstillende. Det har ikke vært alvorlige dimensjonerings- eller funksjonsfeil på mekaniske innretninger som har forhindret bruken over lengre tid, men småfeil, feilrettinger og utbedringer har ført til mye ekstra arbeid og mange små driftsforstyrrelser. Pga. relativt

høy bruketerskel, har det også forekommet brukerfeil som har resultert i ulike uønskede driftsforstyrrelser. Etter hvert som mennesket har fått opplæring og øvelse i bruk av systemet, har effektiviteten gradvis økt. Det som har vært, og som fortsatt er hovedproblemet, er stabiliteten til de automatiserte operasjonene. Et utvalg av de problemer som har oppstått er beskrevet under de enkelte deloperasjonene.

## 6.1 Emballering og registrering

De vertikale fryserne blir tømt automatisk, og blokkene blir transportert på et bånd til blokkvippe/pusher som posisjonerer blokken slik at det er lett å tre på en supersekk. Sekken blir brettet, påsatt etikett, stripset, registrert inn i lageret og kjørt inn i heisen som går ned i lasterommet. Emballering og påsetting av etikett gjøres manuelt, og det manuelle arbeidet tar omtrent like lang tid som å frakte en enhet til pall eller lager, samt å få heisen tilbake til hentemodus. I arbeidsområdet rundt emballering er det ofte småproblemer som forsinker flyten. Blokkvippen aktiveres av en sensor som er avhengig av at blokken er noenlunde rektangulær. I motsatt fall må sensoren "lures" i gang. Stripsemaskinens transportbånd utløses ved hjelp av en sensor som ser blokken/eller kartongen, og stripsingen utløses av en annen sensor. Av og til går stripset av før blokk er kommet frem, og ved gjentatt bomstripsing, må maskinen renskes for løse strips, og i noen tilfeller må maskinen tres på nytt.

## 6.2 Mellomlagring

HG hyllene i det opprinnelige mellomlageret ble for små, og det ble derfor laget en mulighet for direkte palletering av hel- og halvblokker. Ved å sortere i fryserne, så har det likevel vært mulig å pallete en del "rene" paller. Mellomlagring av masterkartonger og palletering av rene filet-paller har gått stort sett greit.

Årsaken til at mellomlagring av blokker ikke har fungert, er at hyllene ble for knappe både i bredde og høyde. Problemet med blokker var kjent på forhånd, men når det kom til stykket, ble det ikke tatt nok hensyn til at enkelte fiskeslag buler ut over toppen på fryseren og at fiskefinner stikker ut. Når finnene fryser til så står de ut som en "spiker" med den konsekvens at bredden på blokken blir for stor, og kan hekte seg fast på transportsystemer, og på vei inn i hyllen i mellomlageret. Den relativt romslige papirposen / supersekken har også skapt en del problemer i forhold til hekking og sensorforstyrrelser.

En årsak til at en holdt litt tilbake på hyllestørrelsen var behovet for kapasitet i mellomlageret. Tanken var at alle produktene skulle gå om mellomlageret og at det ikke skulle pallete direkte. En annen årsak var at det var realistiske forhåpninger om at blokkene kunne pallete uemballert, dvs. kun plasting av pall og papp i bunn og topp. Mattilsynet satte en midlertidig stopper for dette. I ettertid ser en også at dette kunne ha ført til tilgrising av transportsystem og hyller, redusert friksjon, samt utløst behov for mer rengjøring.

Første tiltak på problemene med blokker var å være litt mer nøye med oppfylling av fryserne, samt å utvide bredden på transportsystem, inkludert "vogner" på reolroboten slik at direktepalletering av blokker kunne utføres. Deretter ble det bestemt at hele mellomlageret skulle skiftes ut til et lager med bedre hylleplass. Dette gjaldt også masterhyller, siden disse er kombinerthyller som tar både HG blokker og masterkartonger. Dette ble utført i september 2011. På første tur etter ombygging så ble det bekreftet at hyllene var blitt store nok, og at inn og utkjøring av blokker ikke lenger var noe problem mht. plass.

Et gjenværende problem relatert til mellomlageret er at reolroboten altfor ofte stopper opp. Det er identifisert flere årsaker til dette. Noen ganger er årsaken knyttet til fysiske faktorer som at papirsekker eller strips kan henge seg opp i blokkheis og transportbaner. Fliker fra papirsekker og strips kan også forårsake uønsket aktivering av sensorer.

Det har også forekommet elektrisk "black out" på hele systemet, og sikringen til reolroboten har slått ut. I ett tilfelle var grunnen til dette en kortslutning i en kabel til en bremse som var blitt skadet.

Når det gis beskjed om direktepalletering, kjøring til lager, eller palletering fra lager, forventes det at dette skjer som programmert ved hjelp av ulike sensorer og aktuatorer. Det finnes ulike typer sensorer i systemet: optiske (sender/mottaker), laser som måler avstand (horisontal posisjonering), enkodere som teller tenner på reim (vertikalt posisjonering) og en magnetisk sensor som bestemmer midtstilling til brettet til "vognen" på reolroboten, for å nevne noen eksempler. Når reolroboten stopper opp uten fysiske forstyrrelser, så er det styringssystemet som svikter. Det kan være feil i algoritmer, i forhåndsinnstilte parametere, eller forstyrrelser på strømmettet for å nevne noen potensielle årsaker (forfatteren har ikke greie på automasjon og overlater feilsøkingen til eksperter). Her er typiske eksempler på registrerte feil:

1. Reolroboten prøver å levere til hylle 89 selv om det var fullt. I datasytemet er hyllen registrert som full
2. Brettet på vogn ville ikke levere i hylle 68 (skjer etter en runde med direktepalletering)
3. Reolroboten henter en helblokk og kjører den for langt inn på vogn slik at den stikker ut på motsatt side
4. Etter en palletering fra lager ville reolroboten starte på ny palletering. I datasytemet er ikke den siste palleteringen oppdatert.
5. Endringer som er foretatt i styringssystemet, og som er verifisert gjennom bruk, virker ikke lenger

Når dette skrives, er driftsregulariteten til reolroboten det desidert største problemet i lasthåndteringssystemet. Det trengs en systematisk og analytisk gjennomgang av hele systemet for å identifisere og eliminere feilkilder.

### 6.3 Palletering

Spesielt ved palletering av halvblokker kan det forekomme at et lag (4 blokker) ikke legger seg pent og pyntelig ved siden av hverandre, men blir liggende med ene kanten oppå blokken i forkant. Det kan se ut som at fallhøyden når saksebordet går ned blir litt for stor slik at de to fremste blokkene ikke legger seg helt inn til kanten. Optimar opplyser at dette vil bli bedre når et nytt saksebord blir installert.

Plastingen fungerer bra etter justeringer. Pallene som kommer ut av palleteringsmaskinen er formstabile og med rette kanter. Saksebordet, som senker pallen etter hvert som den fylles opp, har det vært mye problemer med. Saksebordet kjøres ved hjelp av hydraulikk, og dette fungerer ikke særlig godt i  $-25^{\circ}\text{C}$ . Et nytt elektrisk saksebord er under konstruksjon, og vil bli installert neste gang båten kommer til Ålesund.

### 6.4 Krøning

I forkant var det knyttet mye spenning til om trosskranene i løsterommet ville fungere bra. Det ble gjort tester ombord i Geir med hengende last tilsvarende en pall for å studere pendelbevegelser i forskjellige værtilstander. Testene indikerte ikke noen spesielle problemer med resonans og store utslag, og i ettertid har det også vist seg at bevegelsene er rolige i alle værtilstander. Det er tre krøner i løsterommet, og alle kan kjøres samtidig. Hver enkelt krøne betjenes av en person ved hjelp av en håndholdt fjernkontroll. Pallegåflene kjøres/dyttes i posisjon under pallen. For å kunne manøvrere gåflene inn og ut av pallen, samt å løfte den med et balansert tyngdepunkt kan løftepunktet flyttes horisontalt ved hjelp av en spåk. Det tok tid før et tilstrekkelig antall av mannskapet på begge skift hadde blitt erfarne krøneførere. Flest mulig av mannskapet får trening i dette, og det er som i dataspill at noen utmerker seg og blir svært dyktige.

Til å begynne med var det tungt å få vinsjene i gang pga. kulde og derav seig olje i girene, men med rett olje har dette bedret seg. Til heising ble det først brukt noen brede kevlarbånd, men disse ble fort oppfliset. De ble skiftet ut til kevlartau som fungerer bedre. Når pallene blir heist helt opp så låses de (flate mot flate) mot pendelbevegelser. Motorene er innstilt slik at de stopper ved et visst moment, men i denne situasjonen så hender det at strømmen kutter og krønen må "resettes". Dette tar tid og bør ikke forekomme. Krønene har ellers fungert bra, og effektiviteten ved lossing har økt med trening og god arbeidsfordeling mellom mannskapet

## 6.5 Lossing

Palleheisen tar to paller og består av to transportenheter (conveyere) på en felles ramme. På babord og styrbord side er tilsvarende conveyere som de på heisen. På styrbord conveyer (snubord) kommer paller fra palleteringsautomat. Den mest effektive måten å bruke heisen på er å plassere en pall på hver side av heisen. Pallene kjøres da mot hverandre, og sensorer i transportbanen sørger for at pallene blir midtstilt på heisen. Heissjakten er trang, og det er viktig at pallene står på rett plass. I starten var det mye trøbbel med sensorer, dårlig håndtering av paller og mangel på føringer som gjorde at pallene kom skjevt inn på heisen. Resultatet var at de kolliderte med åpningen på heissjakten. Etter hvert har små utbedringer og dyktigere krønførere resultert i sikrere posisjonering av paller. Når heisen kommer opp på shelterdekk, starter rullene slik at pallene kjøres ut til sideporten. Sensorer sørger for at første palle stopper i posisjon for å bli håndtert av gaffeltruck på land. Det har vært problemer med å få i gang rullene på shelterdekk, og det viste seg at bremsene (en slags clutch) hadde rustet fast mellom lossingene på hver tur. Conveyerene går gjennom et lite fryserom der større fisk henges til frysing. Vekselsvis kulde og varme, fuktighet og periodisk bruk gjør at disse motorene ikke har de beste forhold for å fungere. Når man fant ut hva som var årsaken til problemene, har man funnet metoder for å få startet dem, men en eller annen form for beskyttelse, eller mer hardføre motorer kan bli nødvendig. Henting av paller med truck fra kaien fungerer bra under alle normale tidevannsforhold. I motsatt fall kan en kran på fordekket løfte pallene direkte fra heisen i lasterommet eller på et høyere nivå.

## 7 KAPASITETSMÅLINGER

### 7.1 Lastekapasitet

GEIR II har et lasterom på 700m<sup>3</sup> og første intuitive målsetting var at fartøyet skulle laste 350 tonn med palletert last. Etter en første runde med teoretiske beregninger av lastekapasitet ble målsettingen satt til 336 tonn: 302 paller HG a' 900 kg = 271.800 kg + 19.800 kg i mellomlager (396 hyller) = 291.600 kg.

Ved å redusere antall hyller fra 396 til 308 hyller så kunne plassen i mellomlager + plassen rundt mellomlager (paller) økes til 11.800 kg. Normal lastekapasitet ble da 303.400 kg. Et gjenstående volum på 98 m<sup>3</sup> ble antatt å kunne utnyttes til 40% stuffing som gir 32.550 kg. Beregnet maksimal lastekapasitet ble dermed 335.950 kg.

I praksis har GEIR II lastet maksimalt 280 tonn, men uten å utnytte mellomlager (fordi det ikke har vært i regulær drift). Det har blitt foretatt en ny undersøkelse av maksimal teoretisk lastekapasitet basert på hva som er mulig å stable av paller og resultatet av denne undersøkelsen viser at det er plass til 275 paller i en 10x10x3 matrise (der det blir noen hull i matrisen pga. støtter og innsnevret dørkareal). I tillegg er det beregnet plass til 21 paller rundt mellomlager. Mellomlageret består nå av 138 hyller og nytt teoretisk regnestykke med basis i konkret lossing i Tromsø 3. mars 2011 blir da:

HG-paller: (275+21) x 900kg =	296x900kg =	266.400 kg
Mellomlager: 138hyller x 50 kg HG =		6.900 kg
Stuffing		20.000 kg
Sum:		293.300 kg

Det arbeides for tiden med en gjenbrukspalle som er lavere enn den 120mm høye trepallen. Dersom det er mulig å bruke en pall med 20mm høyde så vil dette frigjøre 300mm høyde og plass til 10 lag, i stedet for 9 lag på hver pall. Dette gir en økning i lastekapasiteten på 29.600 kg.

Konklusjon: Maksimal lastekapasiteten er foreløpig beregnet til å være 87,3% av målsettingen.

## 7.2 Lossetid

Det var en målsetting at lossetiden skulle reduseres til 1/3 av normal lossetid, dvs. at lossing av 300 tonn skal kunne skje på knapt 7 timer, eller ca. 45 tonn per time.

I praksis har lossetiden blitt redusert fra tur til tur og ved siste lossing ble lasten losset med en gjennomsnittlig mengde på 26 tonn per time.

Heissyklusen er målt til under 120 sekund. Ved lossing i Tromsø 12 oktober 2011 ble det målt 4 sammenhengende heissyklus. Tidsforbruket var 7 min og 54 sekund. Heisen tar to paller samtidig, og teoretisk lossekapasitet er dermed 1 pall i minuttet, eller 60 paller i timen som tilsvarer 54 tonn i timen. Utdfordringen er å mate heisen fra løsterommet. Den teoretiske kapasiteten med 3 kråner er til stede, men særlig i starten tar det litt tid å få fram paller fort nok. Hvis det er mye som er stuffet på toppen av pallene må dette råstoffet fjernes før en får tak i paller. Rederiet ser det som sannsynlig at de etter hvert skal greie å losse 35 tonn per time og er fornøyd med at de vil greie å doble lossehastigheten. I tillegg vil flesteparten av pallene være sortert slik at de kan kjøres rett på lager uten etterarbeid på kaien. I praksis har det vist seg at truckkapasiteten på land må økes for å holde tritt med fartøyets lossekapasitet.

Konklusjon: Målsettingen om å losse 45 tonn i timen er ikke nådd enda, men rederiet er foreløpig fornøyd med en dobling av lossehastigheten i forhold til tidligere.

## 7.3 Tømming av vertikale fryser

GEIR II har tre vertikale fryser med en samlet kapasitet på 3x1200 kg. Maksimal kapasitet er 6 innfrysninger per døgn, dvs. 3x6x1200 kg = 21.600 kg. Med en pallevikt på 900 kg tilsvarer dette en pall pr. time. Hver frysing tar 3,5 timer og da er det 30 minutter til disposisjon for å tømme fryser og fylle på ny fisk.

Tester som er utført ved Bjørnøya i oktober 2011 viser følgende resultater der tidene inkluderer rykking av fryser:

*Direktepalletering av en pall inkludert plasting og utkjøring av pall (klar til kråning):*

Direktepalletering av helblokker, 1 pall : 7,40 min. (inkl. rykking, palletering, plasting og utkjøring)

Direktepalletering av halvblokker, 1 pall: 14,75 min (inkl. rykking, palletering, plasting og utkjøring)

*Omregnet til tømming av en hel fryser på 1200 kg:*

Direktepalletering av helblokker: 9,9 min. (tid basert på 1 pall, inkl. palletering/plasting)

Direktepalletering av halvblokker: 19,7 min (tid basert på 1 pall, inkl. palletering/plasting)

Til mellomlager, helblokker: 15,2 min (tid basert på gj.sn. syklus)

Til mellomlager, halvblokker: 30,4 min (tid basert på gj.sn. syklus)

Til mellomlager, hel/halv 50/50: 22,5 min (tid basert på 4 helbl. og 8 halvbl.)

*Palletering fra mellomlager, en pall:*

Palletering fra mellomlager, helblokker: 13,4 min (tid basert på gj.sn. syklus)

Palletering fra mellomlager, halvblokker: 14,1 min (tid basert på en pall med 2 stopp og resettinger)

Konklusjon: Når alt fungerer går det raskt å tømme fryser, spesielt ved direktepalletering. Selv om det tar 30 min å tømme en fryser med halvblokker til mellomlager, så vil gjennomsnittet bli lavere dersom samme fryser blir direkte-palletert eller fylt med helblokker neste gang. Full kapasitetsutnyttelse bør altså være mulig, men det er sjelden at det er bruk for denne kapasiteten.

## 8 KONKLUSJON

En prototype av et automatisert lasthåndteringssystem for sortering, palletering, lasting og lossing har vært utprøvd på autolinefartøyet GEIR II i mer enn et år. Delsystemene består av emballering og registrering, mellomlagring, palletering, krøning til lasterom og lossing. Etter utprøvsperioden og en del feilretting så fungerer alle delsystemene, men fortsatt (medio november 2011) så oppstår det en del feiltilstander som gir unødvendige driftsavbrudd. I rapporten vises det til to typer hovedfeil; fysiske feil og automasjonsfeil. På første turen etter utskifting av mellomlageret var automasjonsfeil dominerende, men disse er nå for det meste utbedret. Det som gjenstår, og som skal rettes opp etter siste tur i år, er fysiske/mekaniske feil knyttet til saksbord, blokkheis og reolrobot. Det er aktuelt å vurdere et skifte fra tannreim til kjededrift både på blokkheis og reolrobot. Det er også aktuelt å forsterke deler av reolroboten slik at den blir stabil over tid. Dette dreier seg i hovedsak om funksjonen som ivaretar levering og henting av produktenheter til hyllene i mellomlager. I tillegg vil det bli vurdert å gjøre mindre endringer for å fjerne problem med hekking. Dette problemet er knyttet til HG-emballasje. Måsterkartongene går problemfritt gjennom hele systemet. Når de siste justeringene er utført, kan det konkluderes med at mye tungt arbeid er automatisert bort på GEIR II. Når det gjelder systemets kapasiteter så er ikke målene innfridd, men resultatene kan betraktes som akseptable. Prosjektet representerer et gjennombrudd for automatisert lasthåndtering og det er sannsynlig at deler av systemet vil bli videreutviklet og tatt i bruk på nye fiskefartøy.

## 9 REFERANSER

Bjørshol NH, Pedersen R, Heide MA, Effektivisering av råstofflogistikk ombord i autolinefartøyer. Robotisert lasting og lossing av autolineren Geir. Fase 1. SINTEF Fiskeri og havbruk, mars 2010, rapport SFH80 F103026.

Senneset G, Grunnlag for valg av merketeknologi for frosset blokk – arbeidsopplegg, mars 2010, prosjektnotat, prosjektnr. 830229.

Senneset G, Merking for robotisert lasthåndtering. SINTEF Fiskeri og havbruk, november 2010, prosjektnotat, prosjektnr. 830229.



Teknologi for et bedre samfunn

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