

Sluttrapport

Prosjekt:

Pilotanlegg- fullskala ensilasjeproduksjon

100 % utnyttelse av fangsten fra MS Nordstar

Utarbeidet av Nordnes AS ved daglig leder Tormund Grimstad og Mats Grimstad

Dato: 17.2.2017

Innledning

Nordnes AS er et fiskerikonsern som disponerer to frysefartøyer innen segmentene havfiske og stor kyst. Årlig kvotegrunnlag innen havfiske er på ca. 10.000 tonn, og innen stor kyst er kvotegrunnlaget ca. 3.500 tonn. Totalt utgjør dette kvantumet ca. 3.000-4.000 tonn restråstoff, og består hovedsakelig av sei, torsk, hyse, uer, vassild, lodde og blåkveite. Fisken blir hodekappet, sløyd og fryst om bord i fartøyene.

Rederiet har hatt et klart ønske om å ta ut merverdi fra råstoffet ved å etablere lønnsom utnyttelse av restråstoffet. Det er en samfunns- og næringsmessig målsetting om økt utnyttelse av restråstoffet fra hvitfiskesektoren i Norge. Økt etterspørsel og stigende pris på marine ingredienser, gjør at interessen for å finne lønnsomme produksjonsmåter av restråstoff om bord i havfiskeflåten generelt er økende. Ingrediensindustrien, fôrindustrien og lakseindustrien ønsker tilgang til mer marint protein og olje.

Historisk har det vært manglende lønnsomhet i utnyttelse av restråstoff for flåteleddet. Lite utviklet logistikk for mottak og produksjon av restråstoff på land har bidratt til at det tidligere ikke har skjedd noe gjennombrudd på dette feltet.

Følgende metoder kan ansees som potensielle, og praktiseres eller har vært testet om bord i den norske fiskeflåte; produksjon av fiskemel (og olje), ensilering, hydrolyseprosess, og frysing av råstoff for videre salg og prosessering i landbaserte bedrifter. Rederiet har gjennom deltakelse i prosjekt gjort forsøk på frysing av restråstoff, men prisnivå og omsetningsmulighetene svarte da ikke til kostnader og ulemper ved kapasitetsbinding. I og med at rederiets restråstoff hovedsakelig består av slo og hoder ansees ikke melproduksjon som optimalt. Hydrolyseproduksjon ansees som mer ressurskrevende mhp markeds- og kapitalinnsats.

Bedriften deltok i Sintef-ledet FHF-prosjekt 900853; «Ensilering av restråstoff fra hvitfiskeflåten - forprosjekt», noe som gav et godt innblikk i både utfordringer og potensial mhp ensilering om bord i havfiskefartøy. I prosjektet, og i den videre dialog deltok også bedriften Hordafôr/Aquarius.



NORDNES

Sistnevnte har etablert både logistikksystem, prosessering, etterspørsel og marked for hvitfiskensilasje og produkter fra dette. På denne bakgrunn, og med støtte fra FHF og Innovasjon Norge, valgte Nordnes AS å gjennomføre dette utviklingsprosjektet med etablering, testing og verifisering av både tekniske, praktiske og økonomiske forhold ved ensilering av restråstoff om bord i tråleren MS Nordstar.

Prosjektet er gjennomført i samspill med SINTEF Fiskeri og havbruk, Nofima og med Aquarius/Hordafør.

Følgende modell beskriver aktiviteten i prosjektet (t.o.m. Trinn1):



Prosjektet har hatt følgende målsetting:

- Utvikle pilotanlegg for 100 % utnyttelse av råstoffet som blir tatt om bord i båten, og søke utviklet en stabil kvalitet i sluttprodukt som tilfredsstillende markeds spesifikasjoner.
- Utvikle teknologien som må til for at produksjonen fungerer om bord på fartøy i drift.
- Avdekke om robustheten i kjente produksjonsinnretninger til ensileringproduksjon, er tilstrekkelige.
- Avdekke optimal fartøyutforming med tanke på konsumkapasitet og ensileringkapasitet, spesielt sett opp mot begrensninger i regelverk om lasteromskapasitet.
- Oppnå lønnsom produksjon.



MS Nordstar



NORDNES



MS Nordstar

Generelt om ensilering. Fra notat av Halvor Nygård, Nofima, 2016:

Under ensilering blir oppmalt fiskemasse tilsatt maursyre. Syra blir først liggende på overflaten av partiklene, men vil etter hvert gå inn i den enkelte partikkel. Jo mindre partikler og bedre sirkulasjon, jo raskere vil syra trenge inn og fordele seg i massen. Beina er de partiklene som det er vanskeligst for syra å trenge inn i. Etter hvert som ensilasjen blir mer tyntflytende vil bein pga sin høye egenvekt synke til bunnen av tanken. Dersom de ikke er gjennom-konservert kan det starte en forråtnelse i beinmassen. Da er det stor fare for at hele tankens innhold blir bedervet. Bein som blir liggende i bunnen av ensilasjetanken størkner etter hvert og danner en skorpe som ligner på betong og som det kan være svært vanskelig å fjerne. Siden bein nøytraliserer syre krever beinrikt råstoff høyere syredosering enn f.eks. rein innmat. Det er vanlig å tilsette mellom 1,0 og 3,5 % maursyre, avhengig av råstoffets beininnhold (Rubin, 1993).

Fiskebein består av omtrent like deler bindevevsproteiner (collagen) og mineraler (Ca, PO₄, CO₃). I tillegg har beina et fettinnhold som varierer sterkt mellom ulike råstoffslag. Mens bein fra torsk og sei inneholder 2 - 3 % fett, kan bein fra makrell inneholde hele 50 % (Toppe et al. 2007).

Maursyrebehandling fører til at kalsium (Ca) og fosfat (PO₄) løses langsomt ut i væskefasen, mens karbonat (CO₃) omdannes til karbondioksid-gass (CO₂). Bindevevsproteiner løses langsommere enn andre proteiner i ensilasjen men prosessen akselererer ved varmebehandling i senere prosesstrinn og det dannes da gelatin.

Aktivitet og resultater

Med utgangspunkt i definert målsetting er det i løpet av 2015 installert og satt i drift et fullskala pilotanlegg for produksjon av ensilasje om bord i «Nordstar».

Bedriften har i prosjektperioden produsert og solgt mer enn 3 000 tonn ensilasje, noe som er i henhold til målsetting, bortsett fra et uforutsett driftsavbrudd i 2016. Kvalitet på produsert ensilasje har generelt tilfredsstilt spesifikasjoner og kundekrav.

Teknisk:

Det installerte anlegget består av følgende hovedkomponenter:

- Oppsamlingssystem under kappe- og sløyemaskiner
- Transportbandsystem for restråstoff fra fiskefabrikk til kverneenhet
- Kverneenhet/produksjonsenhet for oppmaling og blanding av restråstoffet (kvern, tank, propellrørverk og sirkulasjonspumpe)
- Produksjonstank (40 m³) med syredosering og omrøring
- 4 stk lagertanker (til sammen 350 m³) med propellrørverk og sirkulasjonspumpe
- Lossepumpe
- Lagertank for maursyre/ensileringsstoff (12 m³)
- Syredoseringssystem

Tegningsproduksjon og beregninger knyttet til installasjon av utstyr i båten gjennomført. Utstyret er levert av flere leverandører, og installasjon og tilpassinger er i hovedsak utført av Nordnes Industrier (NIMAS). Det har vært nødvendig å gjøre modifikasjoner på mange komponenter i produksjonsprosessen underveis, noe som har resultert i noe høyere investeringer enn opprinnelig plan. Teknisk konsulent i samarbeid med NIMAS og DNV GL har utført styrkeberegninger og annet dokumentasjonsarbeid. DNV GL har inspisert anlegget, tankplan og oppdatert GA er godkjent. Anlegget i seg selv berører ingen klassekrav. Ny stabilitetsprøve har blitt gjennomført og godkjent.

Erfaringer og endringer med de tekniske installasjoner:

I fra første installasjon av prosessutstyret er det i prosjektperioden gjort mange erfaringer og utført mange justeringer av det tekniske utstyret. Noe har da gått på for svake komponenter, utfordringer med materialvalg eller uhensiktsmessig teknologi eller prosessmetode. Under følger en del momenter i så måte.

Transportører i fabrikk: En hel del svinn kommer av at mindre leverbiter etc. faller ut og på dørken. Planlagt tiltak er ombygging av transportører og bruk av annen type transportbelte.

Produksjon/kverneenhet: Opprinnelig versjon er byttet og ny er montert nærmere kappeavdeling. Tidligere rant råstoff over ved kvern, noe som ble bedre etter at større trakt ble montert. Det er delvis for grov kverning og i perioder for lite kapasitet på kverning. Dette er forbedret, men det er fortsatt potensial til ytterligere forbedring, bl.a.to-steps kverning. Det er montert inn en sirkulasjonspumpe i produksjonsenhet underveis i prosjektet.



NORDNES

Rørbaner: Problem med at det tetter seg når råstoffet ikke er tilstrekkelig oppmalt. Tiltak: Bedre kverning, ønskelig med mindre partikler allerede ut ifra første kverneprosess. Vurderer mulighet til å sette trykkluft innpå systemet, som nødløsning.

Lagertanker: I starten har det vært problemer med omrøring i lagertanker, og svake propellere er skiftet ut. Første sirkulasjonspumpe som stod i tanken var av svartstål. Denne tålte ikke syre og ble tæret over tid. Det ble satt inn ny pumpe av syrefast stål.

Det har vært noe knapt med hydraulikktrykk for å drive sirkulasjonspumpe, og av og til problem med å drive pumpe. Bunnfelling av bein i lagertanker er en generell utfordring både i forhold til råstoffutnyttelse, omrøring, pumpbarhet og for rengjøring. Mer koniske bunner i tanker, kraftigere omrøring samt bedre kverning av råstoffet antas å kunne forbedret dette.

I starten var det problemer med lukt fra lagertanker. Dette ble løst med installasjon av avsug/undertrykk og utlufting til friluft.

Rengjøring av tanker: Rengjøringsprosessen er fortsatt manuelt styrt, og det er funnet løsninger som holder bakterievekst/TVN under kontroll. Endelig valg for oppsett på automatisert rengjøringsystem gjøres i 2017. Dette skal inkludere større kapasitet og raskere fylling av vann for sirkulasjon og rengjøring. Det er foretatt coating av lagertanker innvendig for bedre motstandsdyktighet mot syre og enklere renhold. Første versjon av coating var av for dårlig kvalitet, noe som ble reklamert til leverandør og utbedring ble foretatt.

Det har vært utfordringer med støy knyttet til vibrasjoner og slag. Dette påvirker både HMS samt at det var også bekymring for om dette kunne påvirke fisket (se eget punkt). De største støyproblemene er utbedret.

Generelt høy slitasje og tæring på deler som ikke har vært syrefast. Dette har fremkommet i diverse komponenter som rørverk, pumper, ventiler m.m. Slike komponenter har blitt byttet.



kværnetank i fabrikk

Produksjonsenhet v/1 –



NORDNES



sirkulasjons system produksjonstank.

Erfaringer angående produkt og produksjon:

Generelt om beinseparering. Fra notat av Halvor Nygård, Nofima, 2016:

Fiskere som har erfaring med ombordensilering har trukket frem bunnfelling av beinrester som et av de største problemene. Uttak av bein i tidlig fase om bord vil imidlertid komplisere prosessen vesentlig og vurderes som lite aktuelt. En bør heller sette inn tiltak som reduserer bunnfellingen; finere oppmaling, større syredosering, bedre sirkulasjon på tanken (Rubin 1994a, Rubin 1994b, Rindahl et al, 2013).

Betydning av bein for videre prosessering i land

Høyt beininnhold i råstoffet gir råensilasje med høyt innhold av mineraler og bindevevsproteiner.

Mineralinnholdet i råensilassen kan føre til påbrenning på heteflater i inndamperne. Analyser av slike belegg har vist at de består for en stor del av Ca og P som må stamme fra beina. Beleggene fører til redusert produksjonskapasitet (J.Seliussen, Hordafor, pers komm).

Betydning av bein for sluttproduktene sammensetning og pris

Ensilasjekonsentrat og ensilasjeolje må tilfredsstille kjøpers spesifikasjoner, sammensetning og kvalitet har utover dette ingen direkte betydning for produktene pris. Ensilasjekonsentrat betales kun etter proteininnholdet. Andre komponenter, som fett og P, teller likevel positivt for fôrproduktene som kan redusere tilsetningen av disse forbindelsene i fôrblendingene. Ensilasjeolje betales på tilsvarende måte kun etter innhold av EPA og DHA.

Bindevevsproteiner løses ikke opp i samme grad som muskelprotein under ensileringen og er også tyngre fordøyelig i et fôr. Imidlertid er N-innholdet som brukes til proteinbestemmelse minst like høyt i bindevevsprotein (18 %) som i gjennomsnitt for proteiner (16 %). Bindevevsproteinet gir derfor en merverdi.

Momenter rundt kapasitet:

Lossing av ensilasje har fungert tilfredsstillende (direkte fra «Nordstar» til Hordafôr sine frakkebåter) og tidsforbruket har lagt på 4-5 timer på lossing av ca. 175 m³.

Fylling av syre har gått for sakte og tatt for mye ressurser. Tiltak for å effektivisere dette vil bli iverksatt.

Ved oppstart av prosjektet var lagerkapasitet ikke tilstrekkelig for produksjonskvantumet for en tur. Fangsttur måtte derfor deles i to for å losse ensilasje imellom, noe som har gitt tidstap for fartøyet. Lagerkapasiteten er nå derimot øket betydelig, og tilfredsstiller stort sett behovet.

HMS:

HMS, og spesielt tiltak for å hindre personskader har blitt fokusert som viktig. De viktigste tiltakene i denne forbindelse har vært innkjøp og bruk av verneutstyr som syrer resistente heldrakter, åndedretts- og ansiktsbeskyttelse. Samt installasjon av nødstoppbrytere, og utbedringer av ikke godt fungerende utstyr.

Opplæring av ansatte om bord og på land

Det har vært og blir jevnlig gjennomført opplæring av mannskap, både under operativt fiske og i tilknytning til turskifte. Opplæringen har bestått av hvordan restråstoffprosjektet påvirker alle arbeidsoperasjonene ombord i fartøyet. Opplæring er utført i forhold til de ulike driftsoperasjonene i anlegget, hvor fylling av syre og betjening av anlegg og HMS generelt er viet stor oppmerksomhet. Erfaringsutveksling i forbindelse med mannskapsskifte har vært viktig.

Faktorer som kan ha påvirket trivsel for mannskap om bord har vært prioritert utbedret. Dette har vært knyttet til luktproblemer og støy. Dette var faktorer som skapte visse utfordringer i starten av prosjektet og er utbedret underveis.

Fra notat av Halvor Nygård, Nofima, 2016: Betydning av bein for sikkerheten om bord

CO₂-gassen som dannes under ensilering av beinrikt råstoff kan fortrenge oksygenet i tanken og skape farlige situasjoner dersom en går ned i tankene uten god friskluftstilførsel.

Dersom det ikke doseres nok syre i forhold til råstoffets beininnhold kan pH bli for høy og faren for «koking» i ensilasjen øker. Den underliggende mekanisme er ikke forstått men mye tyder på at mikroorganismer står bak. Gassdannelsen som kjennetegner «kokingen» kan ha betydning for



NORDNES

sikkerheten om bord fordi skumming/volumøkning gir søl og glatte overflater. Det kan også være fare for antennelse av gassen som er vist å inneholde hydrogen (H₂).



Styringsenhet for sirkulasjons pumpe og omrørere i lagrings tanker, plassert i sonar rom.

Samspill med andre aktører

Aquarius/Hordafôr:

Samspillet med Aquarius AS og Hordafôr AS har vært viktig for utviklingen i prosjektet. En god dialog her mellom nøkkelpersonell i Nordnes og Aquarius/Hordafôr, og med leveranser begge veier har gjort at man har kommet frem til løsninger for prosess og teknologi, og ikke minst i forhold til logistikk, kvalitet og marked.

Dialog og prosjektgjennomføring har også inkludert neste ledd i verdikjeden som er fiskefôrprodusenten EWOS, og hvor man har fått verifisert markedspotensialet videre.

Mattilsynet

Ensilasjeanlegget er implementert i HAACP-systemet ombord, med flytskjema, prosedyrer, datablad tegninger osv. Det er gjennomført en dialog med Mattilsynet angående krav og system, og systemet er godkjent.

Fiskesalgslag

Det er gjennomført en prosess med fiskesalgslagene (Surofi og Norges Råfisklag) med avklaring av krav og fremgangsmåte for omsetning, dokumentasjon og leveranser av ensilasje. Prosedyrer tilknyttet dette er etablert og godkjent.

Samspill med FoU-institusjoner:

Det har i prosjektet vært samarbeid med og leveranser fra FoU-institusjonene **Nofima, Sintef Fiskeri og Havbruk og Marintek**. Styringsgruppen har besluttet hvilke deler av prosjektet som er vesentlig å få en ekstern evaluering av. Sintef har utført kartlegging og evaluering om bord, både under drift og i havn, av teknologi, driftsforhold og HMS-risiko. Sintef sin evaluering inneholdt forslag til forbedringer både på anlegget og i forhold til HMS, og arbeidet er oppsummert i tabell under. Nofima har evaluert



NORDNES

og analysert ensilasje som produkt fra prosessen. Hovedresultatene er vist i tabell under.

Styringsgruppen for prosjektet har bestått av representanter fra rederi, mannskap, mottaker av ensilasjen (Aquarius) og representant fra FHF. Det har vært avholdt 5 møter i styringsgruppen. Det er også avholdt et bredt sammensatt møte hvor styringsgruppen, representanter fra Ervik Havfiske AS og EWOS deltok, og hvor erfaringer og potensialer for flere rederi og hele verdikjeden var tema.

Støy og effekter på fiske:

Det ble i første prosjektåret ansett som viktig å finne ut om støy fra ensilasjeproduksjonen virket forstyrrende på fiskeriaktiviteten. Det ble besluttet å engasjere **Marintek** til å gjennomføre målinger for nærmere å verifisere om dette er en problemstilling. Det ble utført støymålinger som tilsa at det er lite påvirkning på fiskelighet.

Tabell under. Resultat fra kartlegging utført av Sintef Fiskeri og havbruk i 2015.

Tabell 1.2: Aktivitetsbeskrivelse, beskrivelse av uønskede hendelser og risikovurdering

Observasjon/aktivitet	Mulig uønsket forhold/hendelse	Sannsynlighet (1-5)	Konsekvens		Gjennomført tiltak:
			Menneske (A-E)	Risiko-verdi	
A1. Spredt plassering av anleggets deler	Mye fysisk bevegelse å kontrollere/gå gjennom hele anlegget	3	A	A3	Lite å gjøre noe med, da dette anlegget er satt inn og tilpasset eksisterende fartøy.
A2. Mangler samlet kontroll/styringssystem	Dårlig oversikt, kan ta tid å oppdage feil og rette dem	3	C	C3	Har begrenset det til to steder, plan om på sikt å samle det på én.
A3. Tilkomst for vedlikehold er stedvis dårlig	Vanskelig og unødig tidkrevende å vedlikeholde enheter	3	C	C3	Lite å gjøre noe med, da dette anlegget er satt inn og tilpasset eksisterende fartøy.
A4. Vedlikehold/løfting av tunge enheter (f.eks. pumper, motorer)	Kan medføre belastningsskader og klemskader ved uhell	3	D	D3	Har sveist opp løfteøyer over alle tyngre komponenter
A5. Stige ned til utmatingsventiler	Risiko for fall	4	D	D4	Montert egen sele med fallsikring.
A6. Hender for lukking av lokk på kvermtank fungerer ikke	Kan stå åpen under drift, kan skvalpe over i sterk sjøgang	1	A	A1	Utbedret
A7. Svartstål og uegnede materialer i flere enheter, også innvendige deler i pumpe	Vil medføre mye rust på kort tid, potensielt med havari av pumper og motorer, samt lekkasjer på tanker	4	C	C4	Skiftet en hel del, resten blir skiftet etterhvert som det går i stykker. Fortsatt mye slitasje på innmat pumper, pga. syren.
A8. Stropping av syretank (og ureatanker) på dekk	Stropper vil påvirkes av lys og saltvann, og kan ryke	4	D	D4	Har innført faste rutiner på utskifting av stropper.
A9. Kun én person har opplæring i ensilasjesystemet	Hvis fabrikk sjefen er borte/utilgjengelig har ingen oversikt over anlegget	3	C	C3	Flere personer på hvert skift har i dag opplæring.
A10. Inndosering av syre	Uklart om det er kontroll på at dosering er korrekt	2	B	B2	Mener vi har kontroll på dette punktet

Resultater fra produksjon og produkt:

Tabell: Resultater fra Nofima (Halvor Nygård):

Prosjekt 11397 - Ensilasje MS Nordstar - Kjemiske analyser i ensilasjer og utsentrifugert olje

Fangstperiode	28.09.15	22.01.16							
	21.10.15	10.02.16	02.05.16	06.10.16	12.10.16	05.12.16	05.12.16	05.12.16	05.12.16
			Tur2	Tur4b	Tur4b	ToppBB	BunnBB	ToppSB	BunnSB
Fiskeslag	Se (95) He (5)	Se (70) To (20)	Se (80) To Hy (10)			Se (w)	Se (w)	Se (w)	Se (w)
Åteslag	Ra	Ra Si							
PH OG HYDROLYSEGRAD									
pH	3,6	3,4	3,6	3,6	3,7	4,0	4,0	4,0	4,0
Vannløselig protein	% av protein	86,0	76,7	89,5	85,3	83,5			
Hydrolysegrad (OPA)	%	40,4	28,8	42,7	30,8	37,3	46,0	45,3	45,3
SAMMENSETNING									
Tørrstoff	%	27,0	23,8	20,5	20,8	22,7	25,2	25,4	25,3
Protein	%	13,7	12,7	12,3	11,3	11,7	10,7	10,7	10,8
Fett	%	8,0	6,9	4,3	5,4	5,1	10,8	11,0	10,8
Aske	%	3,9	3,6	3,1	2,4	3,4	2,5	2,6	2,7
NaCl	%	0,7	0,7	0,8	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0
Ca	%	0,9	0,7	0,6	0,4	0,6	0,5	0,5	0,5
P	%	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Fe	%	0,009	0,070	0,014	0,060	0,080	0,002	0,002	0,002
KVALITET (ferskhet)									
TVN	mg/100g	-	50	70	57	55	56	56	56
TMA	mg/100g	-	25	16	23	18	14	15	15
TMAO	mg/100g	-	<1	<1	<1	13	<1	<1	<1
Putrescin	g/kg	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cadaverin	g/kg	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Histamin	g/kg	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
KVALITET (utsentrifugert olje)									
FFA	%	6,5	8,1	17,2	12,7	9,6	13,0	13,0	12,9
PV	meg/kg	6,1	<2,0	2,1	99,0	9,0	5,1	5,3	5,2
AV		6,0	2,6	10,0	213,0	60,0	14,0	15,0	14,0

Diskusjon og konklusjon

Prosjektet er i utgangspunktet konsentrert rundt de tre første blokkene i figuren på side 2 (dvs trinn 1 med oppbygging og uttesting av versjon 1). I prosjektperioden har utviklingen resultert i en langt på vei en permanent, fullskala løsning for anlegg og drift (trinn 2, blokk fire). Til tross for manglende kapasitet i starten, perioder med nedetid i anlegget og andre uforutsette hendelser, har man i prosjektperioden totalt sett utnyttet langt over 50 % ??? av tilgjengelig restråstoff (2015 og 2016). I de siste måneders drift er utnyttelsesprosenten tilnærmet 100 %. En vesentlig betingelse er at det nå er installert tilstrekkelig lagerkapasitet i fartøyet til lagring av alt restråstoff fra fangst og produksjon og tilpasset fangstmønster for fartøyet. Resultatene er i prosjektet slik sett i henhold til prosjektplan og forventninger.

Råstoffet som går inn i produksjonen er så ferskt som det er mulig å oppnå, og produsert ensilasje har etter hvert blitt stabil, og av den beste kvalitet.

Av driftsmessige utfordringer som fortsatt gjenstår, og som skal løses før komplettering av trinn 2, er først og fremst knyttet til;



NORDNES

- Finere kverning av råstoff (noe som vil bedre hydrolyse av bein, bedre pumpbarhet og generelt redusere utfordringer med bein i flere trinn av prosessen)
- Utbedre internttransport av råstoff slik at tap her reduseres til null.
- Automatisere og forenkle rengjøring av anlegg og tanker.
- Komplettere anlegget videre med enkeltkomponenter som er av rett type og holdbarhet i et tøft produksjonsmiljø.

Økonomien i prosjekt og produksjon er i henhold til plan.

Ombordbasert ensilasjeproduksjon er i prosjektet vist som en robust og effektiv måte for utnyttelse av restråstoff i havfiskeflåten. Det finnes en fungerende verdikjede, inkludert en stabil og trolig økende etterspørsel etter ensilasje og produkter av denne.

Leveranser

- Presentasjon på Maring Fagdag november 2014, Oslo universitet
- Presentasjon på Marin Fagdag Februar 2016, Ålesund Sintef konferansen
- Presentasjon på Triton-seminar under Nor-Fishing 2016
- Delrapport 1, november 2015
- Delrapport 2, september 2016
- Sluttrapport

Referanser:

Halvor Nygård, Nofima, notat 2016.

Rubin (1993). Håndbok i ensilering. ISBN: 82-993089-0-9

Rubin (1994a). Utvikling av beinseparator for torskeavskjær. Rapport nr 411/24

Rubin (1994a). Beinseparator for ensilasje. Rapport nr 412/35

Toppe, J., Albrektsen, S., Hope, B. and Aksnes, A. (2007)

Chemical Composition, mineral content and amino acid and lipid profiles in bones from various fish species. Comparative Biochemistry and Physiology, Part B, 146, 395-401

Rindahl, L., Richardsen, R. og Grimsmo, L. (2013)

Ensilering av restråstoff fra hvitfiskflåten.

Sintef, Rapport nr A24644.