

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



**SINTEF Energiforskning AS**

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

www.energy.sintef.no

Foretaksregisteret:  
NO 939 350 675 MVA

# TEKNISK RAPPORT

SAK/OPPGAVE (tittel)

**Fremtidens Enøk-bedrift innen fiskeri**

SAKSBEARBEIDER(E)

Ola M. Magnussen og Tom Ståle Nordtvedt

OPPDRAGSGIVER(E)

FHL

TR NR.	DATO	OPPDRAGSGIVER(E)S REF.	PROSJEKTNR.
TRA6284	2006-01-11	Frank Jakobsen	16X568
ELEKTRONISK ARKIVKODE		PROSJEKTANSVARLIG (NAVN, SIGN.)	GRADERING
051201tsn132731		Inge Gran	Åpen
ISBN NR.	RAPPORTTYPE	FORSKNINGSSJEF (NAVN, SIGN.)	OPPLAG SIDER
82-594-2994-2		Inge Gran <i>Inge R. Gran</i>	6 15
AVDELING	BESØKSADRESSE	LOKAL TELEFAKS	
Energiprosesser	Kolbjørn Hejes vei 1D	73 59 39 50	

## RESULTAT (sammendrag)

Dette prosjektet har vært et samarbeid mellom SINTEF Energiforskning AS, COWI AS avd. Tromsø og FHL. Arbeidet med dette prosjektet har vist at det er store økonomiske gevinster å hente på energisiden for bedriftene innen fiskerieringen. En har forsøkt å se på dette fra to innfallsvinkler. I den ene har man beregnet hvor mye energi som enkeltoperasjoner vil bruke, ut fra teoretiske betraktninger samt erfaringer fra anlegg i drift. Beregningene viser at et godt fryselerager bør ha et energiforbruk på i størrelsen 60 kWh/m<sup>3</sup>,år. Riktig bygget og vanlig drevet pelagiske frysetunneler vil for kuldesystem og vifter i på ca. 106 kWh/tonn frosset fisk.

I den andre innfallsvinkelen har man gått ut fra innsamlede data om merke effekter fra installasjonene og i samråd med teknisk personell gjort en fordeling av brukstid på utstyret slik at årsforbruket for anlegget er i samsvar med total forbruket avlest på energiregningene. Man har så fordelt forbruket på anlegget i energiblokker for de ulike prosessene. Energiblokkene med lavest forbruk har så blitt samlet i en ideal bedrift. Denne analyse viser at beste praksis innen pelagisk industri vil ha et spesifikt energibruk på 123,3 kWh/tonn. På grunnlag av snitt fra pilotbedriftene er dette en forbedring på 45 %. Til sammenlikning med en gjennomsnitt norsk produsent vil denne "enøkbedrift" redusere sine energikostnader på kr 1 377 000,- hvert år med samme produksjonsnivå.

Settefisknæringen bruker i 2004 dag om lag 183 GWh i energi for å produsere settefisk laks og ørret til en kostnad av 110 millioner kroner. Om hele bransjen hadde et energiforbruk som en konstruert idealbedrift, der beste praksis for energikrevende prosesser er samlet i et anlegg, vil energiforbruket kunne reduseres med 69 prosent som tilsvarer 125 GWh for 2003. Et mer realistisk potensial for energisparing er anslått til 40 prosent som tilsvarer 73 GWh for hele næringen basert på bruk av dagens beste teknologi.

I klippfisknæringen er tørkeprosessen den klart største energiforbrukeren, og man har valgt å undersøke denne grundig. Ved bruk av en rimelig effektiv varmpumpe vil effektfaktor på ca. 3,8 (ved temperaturer 2 °C/30 °C) er beregnet energibruk (SMER – forhold) på ca. 1,7 kg vann pr kWh tilført energi. Med vanninnhold i saltet vare på 55 % og klippfisk med 45 % vann vil dette tilsvare 0,13 kWh pr kg klippfisk.

Som en videreføring av dette arbeidet er det i gangsett et som skal se på regulering av kuldeanlegget samt overordnet styring av energianleggene i fiskeindustri bedrifter. Arbeidet vil bli ledet av FHL Energiforum og finansieres av Norges forskningsråd og Fiskeri og havbruksnæringens forskningsfond.

## STIKKORD

EGENVALGTE	Fiskeindustri	
	Energibruk	

## INNHOLDSFORTEGNELSE

---

	Side
1 BAKGRUNN .....	3
2 GJENNOMFØRING .....	4
3 SAMMENDRAG KULDEANLEGG .....	5
3.1 MODELLERING .....	5
4 SAMMENDRAG PELAGISK .....	7
5 SAMMENDRAG KLIPPFISK .....	9
6 SAMMENDRAG SETTEFISK .....	11
7 KONKLUSJONER – VIDERE ARBEID .....	12
8 REFERANSER .....	14

## **1 BAKGRUNN**

FHL gjennomfører i samarbeid med COWI, enøkprosjektene "Settefisknettverk Energi" og "Fiskerinetttverk Energi". Gjennom disse nettverkene skal 25 bedrifter spare og dokumentere en kontraktfestet besparelse på 10-20 prosent i energiforbruket - totalt 12.22 GWh. I Fiskerinetttverk Energi og Settefisk Energi deltar det fiskeindustribedrifter fra pelagisk, reke, lakseslakteri, filet konvensjonell og settefisk. Utfordringene for å spare energi er ulike for de forskjellige bransjene. For å spesifisere dette ønsket man å synliggjøre potensialet for energibesparelse for de ulike bransjene. FHL tok initiativ til å sette i gang et forprosjekt for å vise dette.

Hovedmålsetningen i forprosjektet var å beskrive framtidens enøkbedrift og tallfeste potensialet for energibesparelser i 3 ulike bransjene i fiskeri- og havbruksnæringen.

I forprosjekt er det kartlagt hvordan pelagisk landindustri, settefisk og klippfisk bransjen kan spare energi. Det er tatt utgangspunkt i den teknologien som brukes i dag, men også sett på mulighetene for å redusere energiforbruket/kostnader ved anvendelse av ny og framtidig teknologi samt nye produksjonsløsninger for de forskjellige bransjene. Denne rapporten beskriver hva som er gjennomført og sammendrag fra bransje rapportene.

Med bakgrunn i blant annet forprosjektet er det i FHL regi etablert et Energiforum som er en møteplass for ulike bransjenes egne energinettverk. Gjennom energinettverkene skal bedriftene arbeide systematisk med å redusere energiforbruket/kostnadene. Det skal også gjennomføres et 3-årig forskningsprosjekt i samarbeid med SINTEF Energiforskning. I forskningsprosjektet ønsker man å komme frem til og teste ut nye metoder i noen av FHLs medlemsbedrifter for reduksjon av energiforbruk og effekt uttak til fiskeribedrifter.

## 2 GJENNOMFØRING

Arbeidet ble startet opp vinteren 2005. SINTEF Energiforskning AS og COWI AS skulle kartlegge hvordan de ulike bransjene bruker og kan spare energi og dermed ”beskrive den optimale ENØK-bedrift innenfor fiskeri. Det ble tatt utgangspunkt i erfaringene fra de eksisterende nettverkene. Deretter skulle potensialet ved bruk av framtidens teknologi i bedriftene beskrives.

Det ble identifisert kontaktbedrifter innen de ulike bransjene som fungerte som diskusjonspartnere. 3 ulike bransjer deltok. Disse var pelagisk, settefisk og klippfisk. Kontakten med disse har vært gjennom besøk hos bedriftene, deltakelse i møter og telefon møter.

Man har også deltatt i møtene som har vært arrangert i regi av FHLs energinettverk og det nystartet Energiforum. I disse møtene har man fått diskutert de forskjellige næringenes utfordringer.

Det har i tillegg vært gjennomført flere prosjektmøter mellom COWI og SINTEF for å sammkjøre innsatsen.

Hver bransje har vært delt inn i ulike prosesser som man har samlet inn data for og man har forsøkt å til en sammenligning mellom bedriftene. Dette er vist i SINTEF rapport TR F6285 Energibruk i klippfisk næringen, SINTEF rapport TR F6286 Energibruk i settefisk anlegg, COWI prosjektrapport Settefisk og COWI prosjektrapport Pelagisk industri. Mange av prosessene man finner i fiskeindustri er knyttet opp kuldeanlegg. Det er derfor laget en egen rapport som tar for seg utfordringene innen energibruk i kuldeanlegg. Det er beskrevet i SINTEF Rapport TR F6287 Kuldeanlegg – Enøk i fiskeindustrien.

Denne rapporten er en sammenstilling av hovedresultatene fra de overnevnte rapportene.

### 3 SAMMENDRAG KULDEANLEGG

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

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

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

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

Ammoniakk (NH<sub>3</sub>) er det mest vanlige medium havbruksnæringen og er teknisk sett er det godt egnet. Bruk av CO som medium vurderes for lavtemperaturanvendelser. De fleste av dagens kuldesystemer har svært enkle regulerings- og styresystem og energimessig er dette spesielt uheldig ved kompressorstyring. Ved dagens skrukompressoranlegg er sleidestyring svært uheldig og gir i praksis svært høye energikostnader. Gode system for overvåking og regulering er en stor mangel.

#### 3.1 MODELLERING

Frysing av matvarer er en dynamisk og ulineær prosess med mange frihetsgrader. For å kunne dimensjonere, styre og regulere denne med henblikk på lavest mulig energikostnad (et kriterium som en i dette prosjektet har valgt å fokusere på, men som ut fra et bedriftsøkonomisk perspektiv ville bli erstattet av minimalisering av samlede frysekostnader, inkludert finansutgifter, vedlikehold m.m.) må både energi- og effektkostnad vurderes. Det momentane energiuttaket, som er spesielt stort ved oppstart av konvensjonelle tunneler, samt den samlede energibruken gjennom

en frysesyklus må m.a.o. tas i betraktning. Eneste framtidsrettede måten å løse denne oppgaven på er å ta i bruk numerisk modellering. Denne innbefatter i første omgang en utarbeidelse av numerisk modell av fryseprosessen som beskriver den dynamiske energiutvekslingen mellom fiskeproduktet, eventuell kuldebærer (luft), kuldeanlegget og omgivelsene. I tillegg til at en gjennom et antall simuleringer kan få en dypere forståelse fra enkeltfaktorenes betydning for frysetiden, f.eks., vil prosessmodellen videre kunne lenkes til et optimaliseringsprogram som, ved systematiske gjentatte simuleringer, finner optimalt sett av dimensjonerings- og driftskriterier innen for et avgrenset (skranket) område.

I år har vi har startet dette arbeidet med å lage en numerisk modell av en konvensjonell (“batch”) frysetunnel i dataprogrammet Matlab®. Modellen beskriver en-dimensjonal, inkompressibel kanalstrøm med symmetrisk varmeutveksling med homogene fiskeprodukter pakket i esker. Mens trykkfallet og varmeovergangsforholdene ved eskene beregnes ut fra kjente hydro- og termodynamiske sammenhenger må luftkjølerens og viftens karakteristikk legges inn med utgangspunkt i utstyrsleverandørens spesifikasjoner. Kuldeanleggets ytelse beregnes som funksjon av temperaturnivåene gjennom spesifikasjon av virknings- og leveringsgrader. Dimensjoner, antall esker i luftveien og tilført effekt til vifter og kuldeanlegg er eksempler på parametere som kan defineres fritt.

## 4 SAMMENDRAG PELAGISK

Dette er prosjektrapport for prosjektet "Framtidens Enøkbedrift innen fiskeri". Rapporten gir en beskrivelse av energiforbruket i pelagisk industri i Norge.

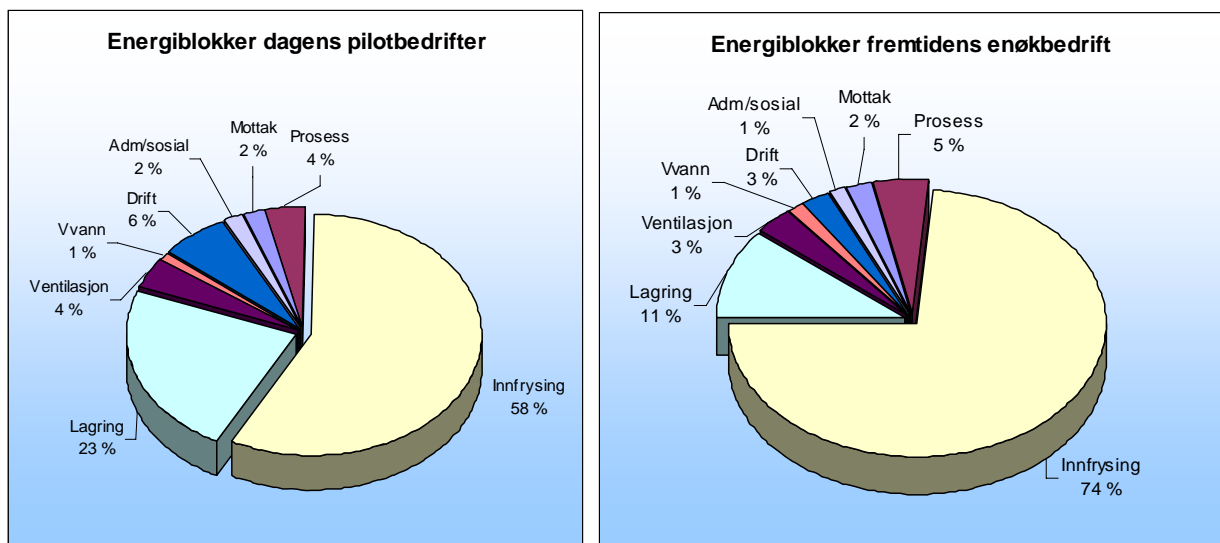
Fra FHL's gjennomføring av "Energinetverk Fiskeri" kan tre pilotbedrifter innen pelagisk energi vise et gjennomsnitt energibruk på 225,2 kWh/tonn produksjon. Prosjektet kartlagte en betydelig datamengde over energikrevende utstyr og prosesser i bedriftene. Denne datamengden er brukt i en studie til å bearbeide en modell for fremtidens enøkbedrift innen pelagisk industri, basert på mest mulig effektiv energiutnyttelse. De mest energivennlige prosesser og løsninger ble kartlagt og benyttet i en tenkt modellbedrift.

Resultatet ble en modellbedrift med et energibruk på 123,3 kWh/tonn. Dette er en besparelse på 45 %. Til sammenlikning med et gjennomsnitt norsk produsent vil fremtidens enøkbedrift redusere sine energikostnader på kr 1 377 000,- hvert år med samme produksjonsnivå.

Hver delprosess er nøye gjennomgått og det er hentet ut beste praksis fra hver bedrift. Alle disse delprosessene vil nå modellere en ny bedrift, men basert på effektiv bruk av energi i alle ledd. Bedriften finnes ikke fysisk, men dens delprosesser finner vi selvsagt igjen spredt rundt på de tre pilotbedriftene som er referanse til studiet.

Som eksempel er det identifisert beste belysningsregime, mest effektive prosessutrustning, mest effektive kuldeproduksjon og den mest effektive viftedriften dannet grunnlaget for hver nye og optimaliserte delprosess. Det samme er gjort under støttesystemene, som av energikrevende utstyr er ventilasjon, drift av luftkompressorer og rengjøring.

En oversikt over kakestykkene over dagens energibruk representert ved de tre pilotbedriftene (brukt som snitt) og modellen av fremtidens enøkbedrift:



Figur 1: Energiblokker (kWh/tonn) for dagens pelagiske bedrifter og fremtidens enøkbedrift.



Tabell 1: Spesifikk energibruk dagens pilotbedrifter er:

Bedrift 1	279,6	kWh/tonn
Bedrift 2	176,4	kWh/tonn
Bedrift 3	219,5	kWh/tonn
Fremtidens enøkbedrift	123,3	kWh/tonn

Fremtiden enøkbedrift innen pelagisk industri har et spesifikt energibruk på 123,3 kWh/tonn. På grunnlag av snitt fra pilotbedriftene er dette en forbedring på 45 %. Fra den beste pilotbedriften er det 30 % besparelse.

## 5 SAMMENDRAG KLIPPFISK

Klippfisk er saltet, saltmodnet fiskeprodukt tørket til et vanninnhold vanligvis mellom 43 og 47 % og som derved har en spesiell smak, konsistens, mv. og svært god holdbarhet. Tørkingen foregår i dag alt vesentlig i tunneler hvor tørr luft blåses over produktene. For å sikre effektiv tørking og jevn produksjon uavhengig av klimatiske forhold benyttes i dag varmpumper og energibruken er i hovedsak for drift av kompressorer og vifter for luftsirkulasjon.

For forståelse av tørkeanleggenes effektivitet og energibruk er kunnskap om luft, luftfuktighet og energiforhold i vanddamp – luftblandinger (fuktig luft) viktig. Kunnskap om og bruk av diagram (Mollier diagram) er viktig hjelpemiddel for synliggjøring av prosessene og spesielt oppfukning av luft i tørka. Sammen med målinger av temperaturer og fuktighet er dette viktig for bedre styring og drift av anleggene.

For energieffektiviteten i tørkene er det avgjørende at tørkelufta utnyttes ved at den blir mest mulig oppfukta etter tørkeseksjonen. For klippfisktørking er dette spesielt utfordrende siden saltingen gjør at væskas damptrykk maksimalt tilsvarer 76 % relativ fuktighet. Arrangement og bruk av tunnelene slik at en oppnår avgjørende for å oppnå energieffektiv tørking. Overslagsberegning viser at en langblåst tunnel og vanlig halvkontinuerlig uttak – innsetning av vogner vil kunne oppnå et energibehov i tunnel på ca. 6 900 kJ/kg vann fjernet. Ved bruk av en rimelig effektiv varmpumpe vil effektfaktor på ca. 3,8 (ved temperaturer 2 °C/30 °C ) er beregnet energibruk (SMER – forhold) på ca. 1,7 kg vann pr kWh tilført energi. Med vanninnhold i saltet vare på 55 % og klippfisk med 45 % vann vil dette tilsvare 0,13 kWh pr kg klippfisk

I samarbeide med prosjektet ”Fremtidens klippfiskbedrift” gjennomført omfattende målinger på 3 klippfiskanlegg/tørker, to tilnærmet langblåst ”langblåst” og en ”tverrblåst”. For alle tørkene er SMER verdiene betydelig lavere enn beregnet for en rimelig god tørke. Dette skyldes i hovedsak for dårlig styring av luftstrømmen som gir høyt energibruk for vifter og for korte tunneler og lav oppfukning. Spesielt dårlig er den tverrblåste batch –tunnel med stort energiforbruk til vifter og liten oppfukning i det meste av tørketiden.

Tabell 2. Nøkkeltall for de 3 undersøkte tørkene. Målinger er utført i juli og i september.

	<i>Langblåst1 Kontinuerlig</i>	<i>Langblåst2 Kontinuerlig</i>	<i>Tverrblåst Batch</i>
Målt vannfjerning kg/time	70	100	23 (22.5-40)
Energiforbruk kW			
- Vifter	12.00 – 19%	17.40 – 17%	14,65 – 37%
- Kompressor(er)	51.25 – 81%	84.60 – 83%	24.90 – 63%
- Totalt	63.25	102.00	39.55
Kuldemedium	R717	R22	R404a
Kuldeytelse kW (målt)/beregnet	236	310	110
COP	4.60	3.67	4.07-4.46
SMER	1.10	1.00	0.58-0.90
Energiforbruk, estimert kWh/år	455.400	734.400	284.760
energisparing kWh/år (SMER=2)	204.930	367.200	179.506

Energiforbruk på årsbasis er utregnet fra 7200 driftstimer.

Resultatene av målinger og beregninger på klippfisktørkene er vist i Tabell 2. For alle tørkene er SMER verdiene betydelig lavere enn beregnet for en rimelig god tørke. Dette skyldes i hovedsak for dårlig styring av luftstrømmen som gir høyt energibruk for vifter og for korte tunneler og lav oppfukning. Spesielt dårlig er den tverrblåste batch-tunnel med stort energiforbruk til vifter og liten oppfukning i det meste av tørketiden. Dette er som ventet ut fra beregninger og vurderinger, mens trenden i bransjen synes å gå mot denne type tørker. Det er derfor viktig å påpeke at denne utvikling vil gi sterk øket energibruk.

## 6 SAMMENDRAG SETTEFISK

Settefiskproduksjon har gjennom de siste 20-30 år utviklet seg fra enkle gjennomstrømningsanlegg med lav produksjon av to- til treårig relativt liten smolt, til høy produksjon av 0-åringer og stor 1-årig smolt. Veksthastigheten til fisken og den totale produksjonen har økt betydelig gjennom en mer intensiv produksjon basert på oppvarmet vann, tilsetning av oksygen og etter hvert økende grad av vannbehandling. Et moderne settefiskanlegg har mye til felles med en moderne prosessindustri anlegg der produksjonen overvåkes og til dels styres med moderne teknologi og datasystemer.

Vannkildens egenskaper i henhold til vannmengde, vanntrykk og temperatur er de viktigste naturgitte rammebetingelsen for et settefiskanlegg i forhold til energibruk. Anleggene har kontinuerlig økt sin produksjon og de fleste utnytter nå vannkilden fullt ut. Utfordringen i framtiden er å øke produksjonen i anlegget med samme mengde vann som tidligere.

Settefisknæringen brukte i 2004 om lag 183 GWh i energi for å produsere settefisk laks og ørret til en kostnad av 110 millioner kroner. Et realistisk potensial for energisparing er anslått til 40 prosent som tilsvarer 73 GWh og 44 millioner kroner for hele næringen basert på bruk av dagens beste teknologi.

Om hele bransjen hadde et energiforbruk som en konstruert idealbedrift, der beste praksis for energikrevende prosesser er samlet i et og samme anlegg, vil energiforbruket kunne reduseres med 69 prosent som tilsvarer 125 GWh for 2003.

Alt energikrevende utstyr er inndelt i energiblokkene kompressorer, varme, pumper, drift, belysning, oksygen og olje.

Tabell 3. Fordeling av energiforbruk, totalt energiforbruk og gjennomsnittsforkbruk per blokk for hele næringen.

<b>Energiblokk</b>	<b>Fordeling %</b>	<b>Totalt energiforbruk (kWh)</b>	<b>Spesifikt energiforbruk (kWh/tonn)</b>
Kompressorer	18 %	33 750 571	2 156
Varme	3 %	4 717 684	301
Pumper	35 %	63 636 738	4 065
Drift	11 %	19 795 954	1 265
Belysning	5 %	8 763 012	560
Oksygen	13 %	24 077 744	1 538
Olje	15 %	28 263 950	1 806
<b>Totalt</b>	<b>100 %</b>	<b>183 005 653</b>	<b>11 691</b>

Framtiden ENØK-bedrift for settefisk er et moderne anlegg som har energieffektive prosesser i alle ledd. Anlegget har utnyttet de naturgitte betingelsene som er på lokaliteten fullt ut. Anlegget produserer oksygen selv, har turtallsregulert alle pumper og styrer utlufting av CO<sub>2</sub> etter behov. Videre har anlegget styring av ventilasjon, varme og lys etter behov. Varmepumpen har avansert styring for oppvarming av vann og kan reguleres etter behov. Vannforbruket styres hele tiden etter behovet for tilfredsstillende vannkvalitet.

## 7 KONKLUSJONER – VIDERE ARBEID

Arbeidet med dette prosjektet har vist at det er store økonomiske gevinster å hente på energisiden for bedriftene innen fiskerinæringen. Man har forsøkt å se på dette fra to innfallsvinkler. I den ene har man beregnet hvor mye energi som enkeltoperasjoner vil bruke, ut fra teoretiske betraktninger samt erfaringer fra anlegg i drift. Fra disse tallene har man kommet frem til hvilket forbruk anlegg av god standard bør forvente. Beregningene viser at et godt fryselager bør ha et energiforbruk på i størrelsen 60 kWh/m<sup>3</sup>,år. Riktig bygget og vanlig drevet pelagiske frysetunneler vil for kuldesystem og vifter i på ca. 106 kWh/tonn frosset fisk.

I den andre innfallsvinkelen har man gått ut fra innsamlede data om merke effekter fra installasjonene og i samråd med teknisk personell gjort en fordeling av brukstid på utstyret slik at årsforbruket for anlegget er i samsvar med total forbruket avlest på energiregningene. Man har så fordelt forbruket på anlegget i energiblokker for de ulike prosessene. Energiblokkene med lavest forbruk har så blitt samlet i en ideal bedrift.

Sammenligner man resultatene ser man at sistnevnte metode gir betydelig høyere energiforbruk en for selve innfrysningen. Årsaken til det er delvis at har tatt med energibruk til støttefunksjoner og enkeltoperasjoner som pumping, oppvarming, mv. En usikkerhet ved denne sammenstilling er også at det i energiblokkene fra ulike bedrifter kan skjule seg forbruk fra andre energiblokker. Det er eksempelvis ikke lett å registrere hva som er innfrysning og hva som er lagring når dette er koblet til ett anlegg.

Ut fra energiregistreringene ser dagens enøkbedrift innen pelagisk industri ut til å ha et spesifikt energibruk på 123,3 kWh/tonn. På grunnlag av snitt fra pilotbedriftene er dette en forbedring på 45 %. Til sammenlikning med en gjennomsnitt norsk produsent vil dagens enøkbedrift redusere sine energikostnader på kr 1 377 000,- hvert år med samme produksjonsnivå.

Settefisknæringen bruker i 2004 dag om lag 183 GWh i energi for å produsere settefisk laks og ørret til en kostnad av 110 millioner kroner. Om hele bransjen hadde et energiforbruk som en konstruert idealbedrift, der beste praksis for energikrevende prosesser er samlet i et anlegg, vil energiforbruket kunne reduseres med 69 prosent som tilsvarer 125 GWh for 2003. Et mer realistisk potensial for energisparing er anslått til 40 prosent som tilsvarer 73 GWh for hele næringen basert på bruk av dagens beste teknologi.

I klippfisknæringen er tørkeprosessen den klart største energiforbrukeren, og man har valgt å undersøke denne grundig. Ved bruk av en rimelig effektiv varmepumpe vil effektfaktor på ca. 3,8 (ved temperaturer 2 °C/30 °C ) er beregnet energibruk (SMER – forhold) på ca. 1,7 kg vann pr kWh tilført energi. Med vanninnhold i saltet vare på 55 % og klippfisk med 45 % vann vil dette tilsvare 0,13 kWh pr kg klippfisk.

Som en videreføring av dette arbeidet er det i gangsett et som skal se på regulering av kuldeanlegget samt overordnet styring av energianleggene i fiskeindustri bedrifter. Arbeidet vil

bli ledet av FHL Energiforum og finansieres av Norges forskningsråd og Fiskeri og havbruksnæringens forskningsfond.

## **8 REFERANSER**

”Fremtidens enøk bedrift innen fiskeri”, Tom S. Nordtvedt. Foredrag ved samling i FHLs Energiforum. 6-7 Oktober 2005 Tromsø.

”Energiøkonomisering i næringsmiddelindustrien”, Tom S. Nordtvedt. Foredrag holdt ved Norsk Kjøleteknisk årsmøte mars 2005. Tromsø.

SINTEF Teknisk rapport Enøk Kuldeanlegg

SINTEF Teknisk rapport Enøk Settefisk

SINTEF Teknisk rapport Enøk Klippfisk

COWI Prosjektrapport Pelagisk industri ved Øystein Dale

COWI Prosjektrapport Settefisk ved Øyvind Hilmarsen.

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

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