

www.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)

Tørking og lagring av klippfisk av torsk

SAKSBEARBEIDER(E)

Astrid Myckland Stevik, Per Magne Walde, Ola Magnussen, Per Egil Gullsvåg, Tom Ståle Nordtevd

OPPDRAGSGIVER(E)

Fiskeri- og Havbruksnæringens Landsforening, SINTEF Energiforskning

TR NR.	DATO	OPPDRAGSGIVER(E)S REF.	PROSJEKTNR.
TRF6628 *	2008-01-22	Finn-Arne Egeness, FHL, Frank Jakobsen, FHL	16X596
EL. ARKIVKODE	RAPPORTTYPE	PROSJEKTANSVARLIG (NAVN, SIGN.)	GRADERING
07051694238		Ola Magnussen <i>Ola H. Magnussen</i>	
ISBN NR.		FORSKNINGSSJEF (NAVN, SIGN.)	OPPLAG SIDER
		Inge R. Gran <i>Inge R. Gran</i>	23
AVDELING	BESØKSADRESSE		LOKAL TELEFAKS
Energiprosesser	Kolbjørn Hejes vei 1 d		73593950

RESULTAT (sammendrag)

I prosjektene "Effektiv energiutnyttelse i fiskeforedlingsindustrien" og "Fremtidens klippfiskbedrift" ble det gjennomført forsøk på tørking og lagring av saltfisk av torsk. Forsøkene hensikt var å studere forskjellene i tørkehastighet ved kontinuerlig tørking opp mot en kombinasjon av tørking i tradisjonell brettørke (ved 20°C/ 30%RH) med påfølgende ettertørking på lager. Ettetørking på lager ble utført ved tilnærmet 20°C/ 30% relativ fuktighet (RH) og 5°C/ 50%RH.

Resultatene fra forsøkene viste at tørkeprosessen fortsatte ved lagring uten luft sirkulasjon, og at fisk som etter to døgn i brettørke (ved 20°C/ 30%RH) ble lagret ved 20°C/ 30%RH, tørket like godt som kontinuerlig tørket fisk. Best tørketid for lagret fisk ble oppnådd ved høy lagertemperatur og lav luftfuktighet. Forsøkene viste også, i samsvar med tidligere studier, at fiskens vekt og startvanninnhold har stor betydning for total tørketid.

Forsøkene viste at som tiltak for energisparing og økt produksjonskapasitet bør kontrollert ettertørking på lager være et godt alternativ i den siste fasen av tørkeprosessen for klippfisk.

* Rapporten er åpnet 2008-02-06*

STIKKORD

EGENVALGTE	Ettetørking av klippfisk på lager	Økt produksjonskapasitet
	Energieffektivitet	

INNHOLDSFORTEGNELSE

	Side
1	INTRODUKSJON..... 3
2	MATERIALER OG METODER 3
2.1	FORSØKSOPPSETT OG PROSEDYRE 3
2.1.1	Utvelgelse av fisk 3
2.1.2	Målinger av startvanninnhold 4
2.1.3	Tørke- og lagringsforsøk 4
3	RESULTATER OG DISKUSJON 4
3.1.1	Relativ fuktighet, temperatur og lufthastighet under tørking av saltfisk av torsk 4
3.1.2	Måling av startvanninnhold 5
3.1.3	Endring i vekt for ulike vektklasser av saltfisk av torsk gjennom tørking i brettørke og på lager 5
3.1.4	Prosentvis vanntap for saltfisk av torsk ved tørking i brettørke og på lager 6
3.1.5	Energieffektivitet og videre fokus 8
4	KONKLUSJON..... 9
5	REFERANSER 9
	VEDLEGG 1 10

1 INTRODUKSJON

I prosjektet ”Efficient energy utilisation in the fish processing industry” er hensikten å utvikle optimaliserte og energieffektive produksjonssystemer for norsk fiskeforedlingsindustri. Målet for denne teknologiutviklingen er å oppnå minst 20% reduksjon i industriens energiforbruk. Et tidligere kartleggingsprosjekt for fiskeforedlingsindustrien viste at slik mange anlegg driftes i dag, er det et stort potensial for energieffektivisering [1].

Produksjon av klippfisk er en krevende prosess med hensyn til både teknologi, tid og kraftbehov. Energikrevende prosesstrinn som tining og tørking bidrar til at klippfiskindustrien ønsker et fokus på redusert kraftforbruk – sett i sammenheng med bedre kapasitetsutnyttelse av anleggene.

Fra tidligere forsøk med tørking av saltet sei og torsk kan tørkingen deles inn i to faser; en innledende fase der overflatevannet på fisken fordamper, og en langsom tørkefase hvor det er etablert et tørrsjikt på fiskens kjøttside [2, 3].

I en forsøksserie med tørking, og deretter lagring av flekt saltfisk av torsk, ble fiskens tørkeevne i den langsomme fasen studert under tørking i en brettørke, sett opp mot tørking under monitorerte lagerbetingelser. Formålet med forsøkene var å dokumentere om tørking på lager kan være et alternativ til konvensjonell tørking når et tørrsjikt i fiskeoverflaten er etablert.

2 MATERIALER OG METODER

2.1 FORSØKSOPPSETT OG PROSEDYRE

2.1.1 Utvalgelse av fisk

Til to tørkeforsøk på flekt saltfisk av torsk ble vekten av et utvalg fisk registrert, og deretter delt inn i vektklassene 0-1 kg, 1-2 kg, 2-3 kg og 3-4 kg. Fordelingen mellom vektklasser på utvalgt fisk i første og andre forsøk er presentert i Tabell 1. Fisk benyttet i den andre forsøksrunden ble oppbevart på kjølelager i perioden mellom de to forsøkene (11 dager).

Tabell 1 Vektklasse for utvalgte fisk i første og andre forsøk

Tidspunkt for forsøk	Vektklasse	Antall utvalgte fisk
6. – 9. Nov. 2007	1: 0 – 1 kg	9
	2: 1 – 2 kg	3
	3: 2 – 3 kg	3
	4: 3 – 4 kg	9
20. – 26. Nov. 2007	1: 0 – 1 kg	3
	2: 1 – 2 kg	7
	3: 2 – 3 kg	3

Den utvalgte fisken ble plassert i en brettørke, bestående av tre reoler, à 7 hyller. I første forsøk ble fisk fra den laveste vektklassen lagt parvis i hyllene, mens resten av fiskene ble lagt enkeltvis. Loggere for kontinuerlig monitorering av temperatur, relativ fuktighet og lufthastighet ble plassert i tørken. Måledata fra disse forsøkene er presentert i Vedlegg 1, Figur 2-4.

2.1.2 Målinger av startvanninnhold

Startvanninnhold ble målt for samtlige fisk valgt ut til tørkeforsøkene.

Fra hver fisk ble et parti på ca 30mm ved ørebeinet skåret av. Fiskekjøtt fra dette utsnittet ble deretter homogenisert ved hjelp av en stavmikser. Deretter ble tre paralleller, à 5 g, fra hver fisk lagt opp i på forhånd veide skåler, veid og satt til tørking i et og et halvt døgn i ovn ved 105°C. Prøvene ble så tatt ut av ovnen og veid på nytt. På bakgrunn av differansen i vanninnhold mellom utørket og tørket prøve kunne startvanninnholdet bestemmes. Resultater og beregninger er presentert i Vedlegg 1, Tabell 8-9.

2.1.3 Tørke- og lagringsforsøk

Fiskene ble plassert randomisert i brettørken, og tørket i to døgn. I første forsøk ble halvparten av fiskene deretter lagt til lagring ved ca 20°C/ 30%RH, mens resten av fiskene ble tørket videre i brettørken. I andre forsøk ble samtlige fisker lagt til lagring ved ca 5°C/ 50% RH, etter to døgn tørking i brettørken. En oppsummering av forsøksoppsettet er presentert i Tabell 2. Samtlige fisker ble veid jevnlig gjennom tørke- og lagringsforsøkene. Vektdata fra tørkeforsøkene er presentert i Vedlegg 1, Tabell 10.

Tabell 2 Forsøksoppsett for tørking og lagring av saltfisk av torsk

Forsøk nr.	Vektklasse, fisk	Oppholdstid (døgn)		
		Brettørke	Lagring ved 20°C/ 30% RH	Lagring ved 5°C/ 50% RH
1	1	2	1	---
	2	3	---	---
	3	3	---	---
	4	2	1	---
2	Samtlige vektklasser	2	---	5

RH: Relative Humidity

---: Ikke relevant

3 RESULTATER OG DISKUSJON

3.1.1 Relativ fuktighet, temperatur og lufthastighet under tørking av saltfisk av torsk

Betingelser og måledata fra monitorering av temperatur, relativ fuktighet og lufthastighet gjennom tørke- og lagringsprosessen er presentert i Tabell 3.

Tabell 3 Betingelser for tørkeluft i brettørke og lagerrom under tørking av saltfisk av torsk

Tørkelokasjon		Temperatur (°C)		Relativ fuktighet (%)		Lufthastighet (m/s)	
		Gj. snitt	St. avvik	Gj. snitt	St. avvik	Gj. snitt	St. avvik
Brettørke	Forsøk 1	*	*	*	*	*	*
	Forsøk 2	20,9	0,7	20,3	2,3	2,8	0,2
Temperert lager		22,4	0,3	28,1	2,9	---	---
Kjølelager		6,1	0,8	48,5	1,5	---	---

*: Pga. feil ved loggerne i tørken ble data for dette forsøket ikke lagret på tilkoblet harddisk.

---: Ikke relevant

Målingene presentert i Tabell 3 viser tilnærmet konstante tørke- og lagringsbetingelser for forsøkene. Pga. feil ved loggerne i det første tørkeforsøket ble ikke data fra denne tørkeprosessen lagret på harddisk. Tørken ble imidlertid kjørt ved eksakt samme betingelser som i det andre forsøket, men pga. større last i første forsøk antas den relative fuktigheten å ha vært noe høyere i startfasen av tørkingen. Det anses som lite sannsynlig at marginale forskjeller for betingelsene i brettørken har påvirket resultatene i de utførte forsøkene.

3.1.2 Måling av startvanninnhold

Målinger av vanninnhold ble gjort før tørking for samtlige fisk som inngikk i forsøket. Resultater fra målingene av startvanninnhold er presentert i Tabell 4.

Tabell 4 Startvanninnhold for saltfisk av torsk i ulike vektklasser

Vektklasse	Forsøk 1 (n=3)		Forsøk 2 (n=3)	
	Gjennomsnittlig startvanninnhold (%)	Standardavvik	Gjennomsnittlig startvanninnhold (%)	Standardavvik
1: (0-1 kg)	57,1	1,6	59,5	1,2
2: (1-2 kg)	57,8	0,7	60,2	1,1
3: (2-3 kg)	58,0	1,4	59,8	1,2
4: (3-4 kg)	59,5	1,3	---	---

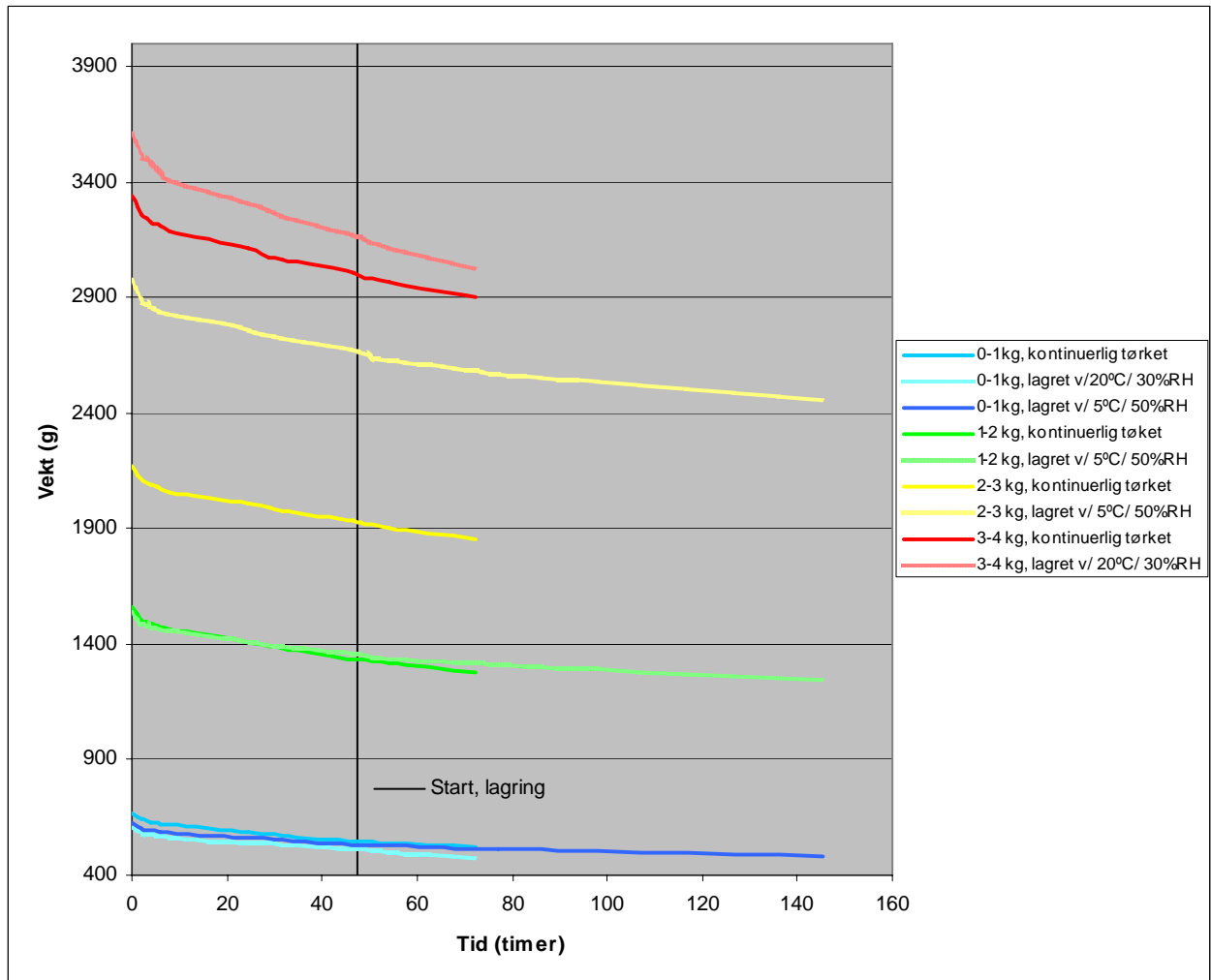
n: Antall parallelle målinger

---: Forsøk ikke utført

Resultatene presentert i Tabell 4 viser at startvanninnholdet varierte lite mellom vektklassene, men at det var generelt høyere enn det som er vanlig for startvanninnhold i saltfisk til klippfiskproduksjon (54-57%) [4]. For det første forsøket synes det som om startvanninnholdet var marginalt høyere for de to høyeste vektklassene i forhold til de to laveste vektklassene.

3.1.3 Endring i vekt for ulike vektklasser av saltfisk av torsk gjennom tørking i brettørke og på lager

Representative eksempelkurver for vektendring gjennom tørking og lagring for 9 saltfisk av torsk er gjengitt i Figur 1. Fisken er inndelt i vektklasser, jfr. Tabell 1. Tidspunkt for uttak til lagring er markert med en vertikal linje i figuren.



Figur 1 Eksempelkurver for vektendring gjennom tørking og lagring ved 20°C/ 30% RH og ved 5°C/ 50% RH for saltfisk av torsk

Resultatene i Figur 1 viser to tydelige faser i tørkingen for samtlige vektclasser. Den innledende fasen, hvor overflatevannet fordampes, synes å være over etter kort tid, ca 2-7 timers tørkeprosess. Deretter fortsetter en langsommere tørking av vann bundet i fiskekjøttet. Etter uttak til lagringsstudiet, ble det i første forsøk ikke observert noen forskjell i tørkehastighet mellom fisk i brettørken og fisk lagret ved 20°C/ 30% RH. I det andre forsøket ble samtlige fisk i tørken lagt til lagring på brett etter to døgn i brettørken. Som forventet viste resultatene en noe langsommere tørking for fisken som ble lagret ved 5°C/ 55% RH enn for resultatene fra første forsøk, jfr. Figur 1. Forskjellene var imidlertid overraskende små, ulikheten i tørkebetingelser tatt i betraktning.

3.1.4 Prosentvis vanntap for saltfisk av torsk ved tørking i brettørke og på lager

Beregnet lagringstid for å oppnå et vanninnhold i ferdig tørket klippfisk av torsk på 47% er oppsummert i Tabell 5. Lagringstiden er basert på gjennomsnittlige verdier av målt startvanninnhold i saltfisken, jfr. Tabell 4. Beregningene er basert på data fra de utførte forsøkene og viser gjennomsnittlig lagringstid for variasjonsspekteret av målt startvanninnhold. Beregningene er utført for fisk lagret ved henholdsvis ca 20°C/ 30% RH og 5°C/ 50%RH.

Tabell 5 Beregnet gjennomsnittlig lagringstid på Brett etter to døgnstørking i Brettørke for saltfisk av torsk med sluttvanninnhold på 47% (avrundet til nærmeste halvdøgn).

Vektklasse	Gjennomsnittlig lagringstid etter to døgnstørking i Brettørke (døgn)					
	Lagring ved 20°C/ 35%RH			Lagring ved 5°C/ 55%RH		
	$X = X_{AV}$	$X = X_{AV} + X_{SD}$	$X = X_{AV} - X_{SD}$	$X = X_{AV}$	$X = X_{AV} + X_{SD}$	$X = X_{AV} - X_{SD}$
1: (0-1 kg)	0,5	1,0	0,0	3,5	4,5	2,0
2: (1-2 kg)	---	---	---	9,5	11,5	8,0
3: (2-3 kg)	---	---	---	11,0	13,0	8,5
4: (3-4 kg)	4,0	5,0	3,0	---	---	---

X: Startvanninnhold i saltfisk av torsk

X_{AV} : Gjennomsnittlig startvanninnhold i saltfisk av torsk

X_{SD} : Standardavvik for gjennomsnittlig startvanninnhold i saltfisk av torsk

---: Forsøk ikke utført

Tilsvarende beregninger ble utført for fisken i første forsøk, som ble kontinuerlig tørket i Brettørken. Beregninger for oppholdstid i Brettørken for å oppnå et vanninnhold på 47% i ferdig tørket klippfisk er presentert i Tabell 6.

Tabell 6 Beregnet gjennomsnittlig oppholdstid i Brettørke for saltfisk av torsk med sluttvanninnhold på 47% (avrundet til nærmeste halvdøgn).

Vektklasse	Gjennomsnittlig oppholdstid i Brettørke (døgn) v/ 20°C/ 30%RH		
	$X = X_{AV}$	$X = X_{AV} + X_{SD}$	$X = X_{AV} - X_{SD}$
1: (0-1 kg)	3,0	4,0	2,0
2: (1-2 kg)	4,0	4,0	3,5
3: (2-3 kg)	5,0	6,0	4,0
4: (3-4 kg)	7,0	8,0	6,0

X: Startvanninnhold i saltfisk av torsk

X_{AV} : Gjennomsnittlig startvanninnhold i saltfisk av torsk

X_{SD} : Standardavvik for gjennomsnittlig startvanninnhold i saltfisk av torsk

Resultatene presentert i Tabell 5 og 6 viser at ettertørking av klippfisk på lager er et godt alternativ til tørking i Brettørke etter at den innledende tørkefasen med fordampning av overflatevann er over. Fisken som ble lagret ved 20°C/ 30%RH syntes å tørke minst like raskt som fisken som ble kontinuerlig tørket i Brettørken. For fisk som ble lagret ved 5°C/ 50% RH fortsatte tørkeprosessen ved lagring, men gikk som forventet betydelig langsommere. Eksempelvis ble det beregnet at fisk fra den minste vektclassen kun behøvde 0-1 døgnstørking ved 20°C/ 30% RH etter 2 døgnstørking i Brettørken for å oppnå et vanninnhold på 47%. Tilsvarende beregnet lagertid ved 5°C/ 50% RH var 2-4,5 døgn.

I samsvar med tidligere forsøk viser resultatene presentert i Tabell 5-6 at både vekt og startvanninnhold har stor betydning for tørkehastigheten til den enkelte fisk [5]. At tørkeprosessen for fisk fortsetter på lager uten luftgjennomstrømning indikerer at lufthastighet har liten betydning etter tørrsjiktdannelse på fiskeoverflaten. De utførte forsøkene viste at temperatur og luftfuktighet har betydning for tørkehastigheten under lagring av fisken. På bakgrunn av

forsøkene som er gjort er det ikke mulig å skille effekten av henholdsvis temperatur og luftfuktighet. Generelt viser forsøkene som forventet, at ettertørkingen på lager er mest effektiv ved høy temperatur og lav luftfuktighet.

3.1.5 Energieffektivitet og videre fokus

De utførte forsøkene synliggjør tre ulike tørkeforløp for saltfisk av torsk:

- **Tørking i brettørke:**
Fisken behøver en oppholdstid i tørken på 2-8 døgn for å oppnå et sluttvanninnhold på 47%, avhengig av fiskens vekt og startvanninnhold.
- **2 Døgns tørking i brettørke etterfulgt av lagring ved 20°C/ 30% RH:**
Det totale energiforbruket reduseres fordi energigevinsten ved å redusere oppholdstiden i tørken med 1/3, anslås langt å overstige energibehovet for å opprettholde temperatur og fuktbetingelser på lageret.

Forsøkene viser at fisken ikke trenger lenger total oppholdstid i tørke/lager enn for fisk som ble kontinuerlig tørket for å oppnå et sluttvanninnhold på 47%.

- **2 Døgns tørking i brettørke etterfulgt av lagring ved 5°C/ 50% RH:**
Det totale energiforbruket reduseres betydelig pga energigevinsten ved å redusere oppholdstiden i tørken med 1/3.

Forsøkene viser at fisken trenger lenger total oppholdstid i tørke/lager enn for fisk som ble kontinuerlig tørket for å oppnå et sluttvanninnhold på 47%. Imidlertid er en lagerperiode for ferdig tørket klippfisk helt vanlig i dagens produksjonspraksis. På bakgrunn av dette kan det være mulig å utnytte denne lagerperioden til sluttørking av klippfisken.

De utførte forsøkene viste at ettertørking av klippfisk på lager kan gi grunnlag for økt produksjonskapasitet pga. den reduserte oppholdstiden i tørken. Ved tilstrekkelig lagerkapasitet vil tørkeprosessen være det begrensende trinnet i prosesslinjen. Den optimale tørkeprosessen for klippfisk vil trolig innebære en kombinasjon av tradisjonell tørking i den innledende tørkefasen med påfølgende ettertørking på lager, og avhenge av følgende faktorer:

- Temperatur, relativ fuktighet og lufthastighet for tørkeluften i den innledende fasen av tørkeprosessen.
- Varighet av tørkeprosess i henholdsvis tørke og lager.
- Temperatur og luftfuktighet på lager.

Resultatene fra de ovenfor beskrevne forsøkene synliggjør imidlertid en annen problemstilling ved ettertørking av klippfisk; det at en betydelig tørking oppnås under lagring kan også gi overtørking av fisken og tap av salgsvekt. God styring med betingelsene ved lagring er derfor en forutsetning for å kunne dra nytte av fordelene ved ettertørking på lager.

4 KONKLUSJON

For to forsøk med tørking av saltfisk av torsk ble det observert at tørkeprosessen i brettørken kunne deles inn i to faser; en rask innledende fase (0-4 timer) og en langsom fase (4 timer →). Videre tørking av klippfisken under monitorerte lagerbetingelser viste at ettertørking ved 20°C/ 30% RH var like effektiv som videre tørking i brettørken. Ved 5°C/ 50% RH tørket fisken, som forventet, langsommere enn ved høy temperatur/ lav relativ fuktighet. Til tross for dette var forskjellen i tørketid oppsiktsvekkende små (1-2 døgn for 0-1 kg fisk og 4,5-7 døgn for 2-3 kg fisk).

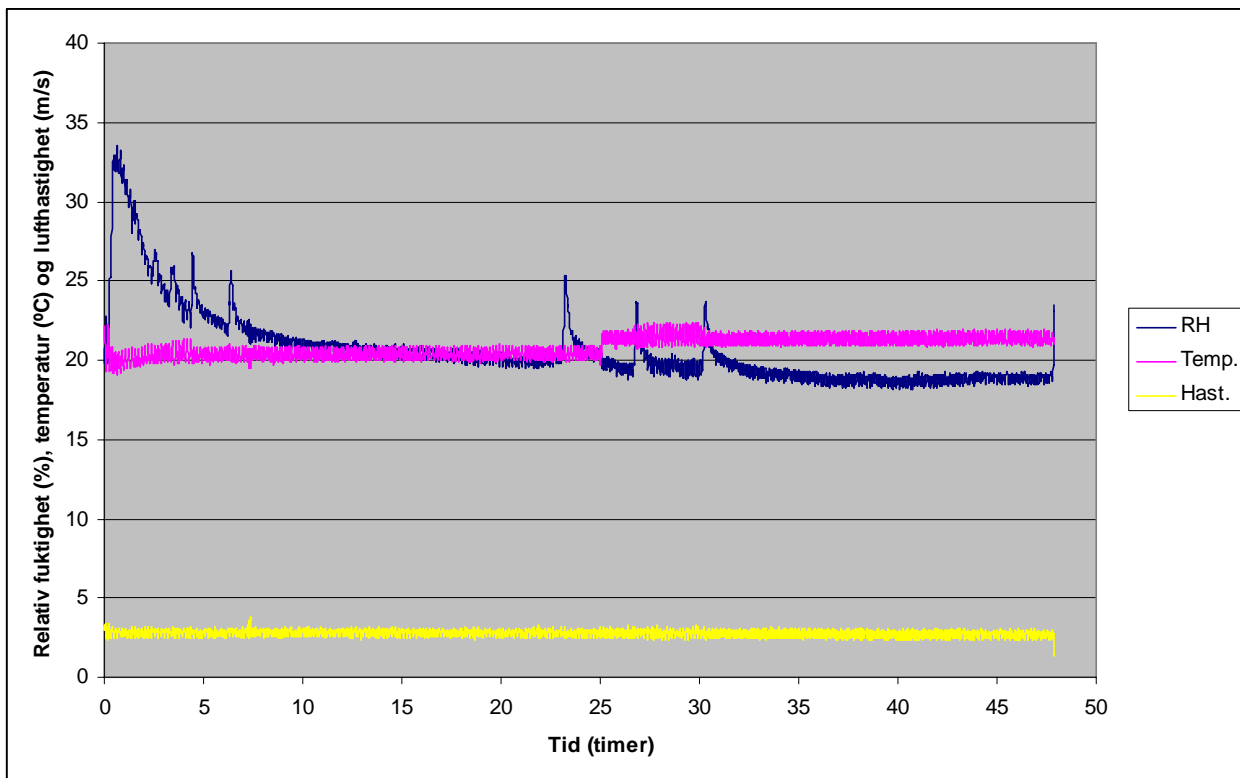
De utførte forsøkene viser at det er en åpenbar energigevinst ved kontrollert ettertørking på lager i siste fase av klippfisktørkingen. Til tross for noe lenger tørketid ved lav temperatur/ høy relativ fuktighet (kjølelager), vil en reduksjon av oppholdstid i tørken for hver batch av klippfisk kunne bidra til økt produksjonskapasitet og lavere energiforbruk. Sistnevnte forutsetter tilstrekkelig lagerkapasitet og styringssystemer for kontroll av lagerbetingelsene.

5 REFERANSER

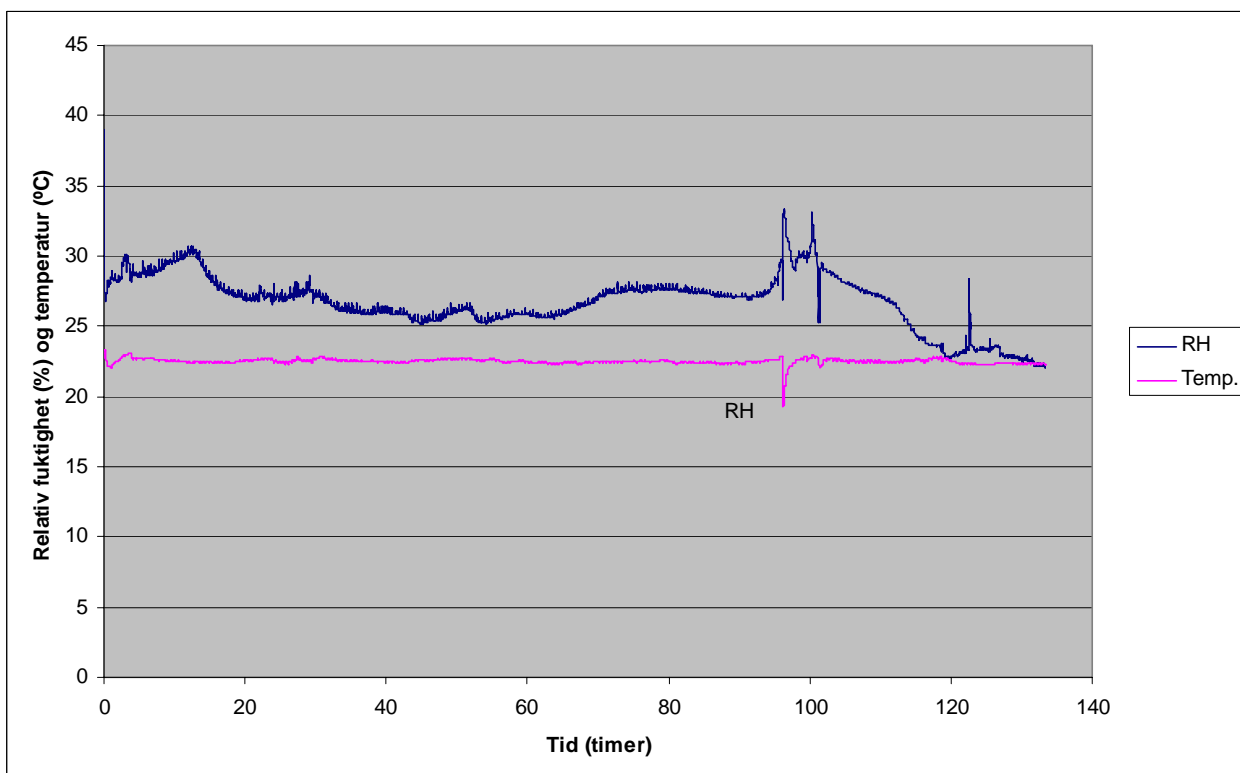
1. Magnussen, O., Nordtvedt, T., Teknisk Rapport; Fremtidens ENØK bedrift innen fiskeri, SINTEF, 2006.
2. Strømmen, I., Avhandling for dr. ing. Graden ved Norges Tekniske Høgskole, Tørking av klippfisk, Universitet i Trondheim, Trondheim, 1980.
3. Walde, P. M., Avhandling (Dr. ing.), Transport phenomena in dehydration of fish muscle, Norges Teknisk Naturvitenskapelige Universitet, Trondheim, 2003.
4. Pedersen, T., Prosesser og produkter i norsk fiskeindustri; Tørking, Salting, Røyking, Vol. 4, Universitetsforlaget, Oslo, 1981.
5. Stevik, A. M., Gullsvåg, P. E., Walde, P. M., Teknisk Rapport; Innledende forsøk på tørking av flekt sei, vektklasse 1-2 kg.

VEDLEGG 1

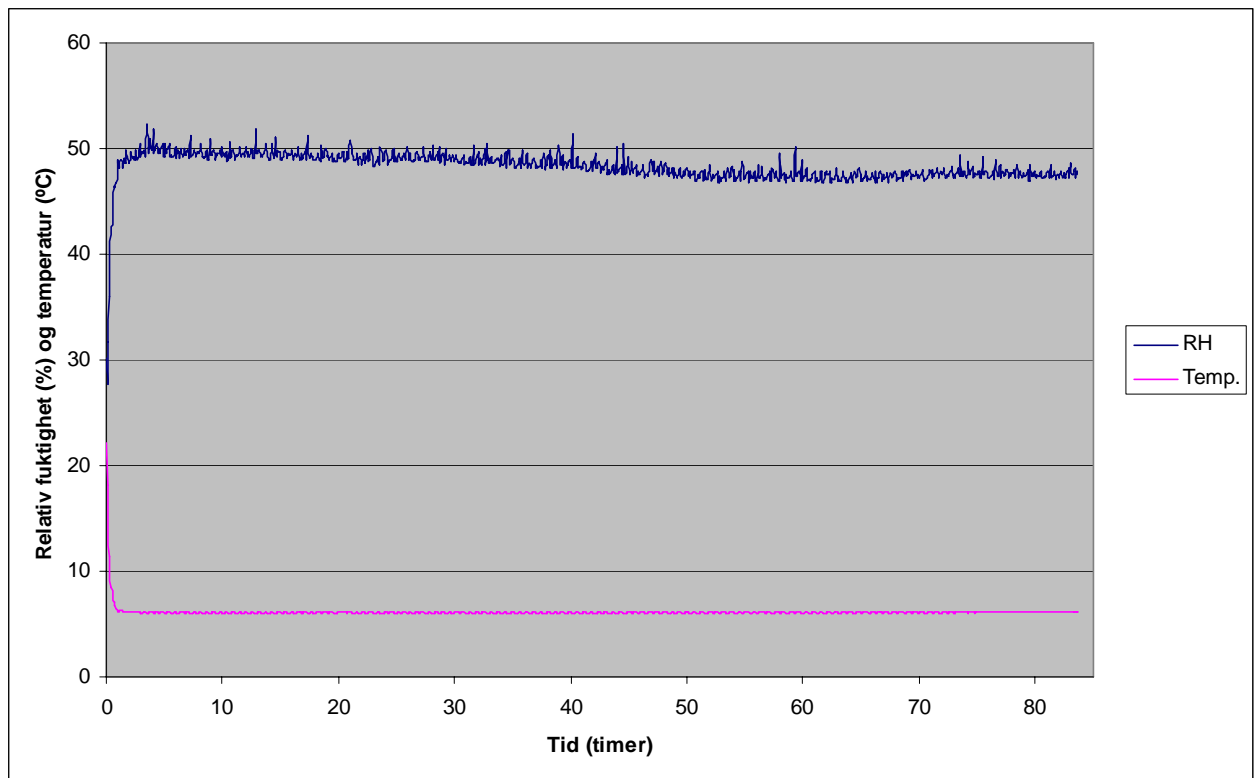
Eksempelkurver fra logging av relativ fuktighet (RH), temperatur (temp.) og lufthastighet (hast.) under tørking i brettørke og på lager er presentert i Figur 2-4.



Figur 2 Eksempelkurver fra logging av relativ fuktighet, temperatur og lufthastighet under tørking av saltfisk av torsk i brettørke.



Figur 3 Eksempelkurver fra logging av relativ fuktighet og temperatur undertørking av saltfisk av torsk på lager ved romtemperatur.



Figur 4 Eksempelkurver fra logging av relativ fuktighet og temperatur undertørking av saltfisk av torsk på kjølelager.

Bakgrunnsdata for måling av startvanninnhold for saltfisk av torsk i de to utførte forsøkene er presentert i Tabell 7 og 8.

Tabell 7 Måling av startvanninnhold i saltfisk av torsk, forsøk 1: 6.-9. november 2007

Fisk nr.	Vekt, skål	Vekt, skål med prøve	Vekt, skål med prøve etter tørking	Initielt vanninnhold (%)	Middelverdi og standardavvik
1	48,4	53,4	50,5	58	60% ± 1,3
	51,6	56,6	53,6	60	
	42,2	47,2	44,2	60	
2	53,2	58,2	55,2	60	
	48,4	53,4	50,3	62	
	51,8	56,8	53,8	60	
3	41,5	46,5	43,6	58	
	52,6	57,6	54,6	60	
	51,7	56,7	53,7	60	
4	21,2	26,2	23,2	60	
	20,5	25,5	22,5	60	
	20,0	25,0	22,0	60	
5	27,0	32,0	29,1	58	
	14,5	19,5	16,5	60	
	16,9	21,9	18,9	60	
6	20,6	25,6	22,6	60	
	20,7	25,7	22,7	60	
	20,6	25,6	22,6	60	
7	20,2	25,2	22,2	60	
	21,0	26,0	23,0	60	
	19,8	24,8	21,7	62	
8	20,5	25,5	22,7	56	
	21,1	26,1	23,2	58	
	21,3	26,3	23,4	58	

Fisk nr.	Vekt, skål	Vekt, skål med prøve	Vekt, skål med prøve etter tørking	Initielt vanninnhold (%)	Middelverdi og standardavvik
9	20,7	25,7	22,8	58	
	21,7	26,7	23,8	58	
	21,3	26,3	23,4	58	
10	20,6	25,6	22,9	54	
	21,3	26,3	23,5	56	
	21,3	26,3	23,4	58	
11	48,5	53,5	50,6	58	
	43,7	48,7	45,8	58	
	48,8	53,8	50,9	58	
12	21,6	26,6	23,7	58	
	20,7	25,7	22,8	58	
	23,9	28,9	26,1	56	
13	40,8	45,8	43	56	
	48,6	53,6	50,7	58	
	45,4	50,4	47,5	58	
14	48,6	53,6	50,9	54	
	42,2	47,2	44,5	54	
	47,3	52,3	49,4	58	
15	45,4	50,4	47,6	56	
	51,6	56,7	53,8	57	
	47,6	52,6	49,6	60	
16	46,8	51,8	48,9	58	
	43,8	48,8	45,9	58	
	42,2	47,2	44,3	58	
17	52,6	57,6	54,9	54	
	52,6	57,7	54,8	57	
	45,4	50,4	47,5	58	
18	45,1	50,1	47,2	58	
	53,3	58,3	55,4	58	
	51,6	56,6	53,7	58	
19	51,8	56,8	53,9	58	
	21,5	26,5	23,6	58	
	21,2	26,2	23,3	58	
20	21,6	26,6	23,7	58	
	21,3	26,3	23,4	58	
	21,3	26,3	23,5	56	
21	20,7	25,7	22,8	58	
	20,8	25,8	22,9	58	
	21,2	26,2	23,2	60	
22	21,6	26,6	23,8	56	
	20,7	25,7	22,8	58	
	21,0	26,0	23,2	56	
23	21,1	26,1	23,2	58	
	21,1	26,1	23,2	58	
	20,6	25,6	22,6	60	
24	21,1	26,1	23,2	58	
	20,6	25,6	22,6	60	
	20,6	25,6	22,7	58	

Et eksempel på beregning av startvanninnhold er vist under. Eksempelet gjelder parallell 1 for fisk nr 24 i Tabell 7:

Vekt av våt prøve:	Vekt, skål med prøve – vekt, skål:	26,1g – 21,1g =	5,00g
Vekt av tørr prøve:	Vekt, skål med prøve etter tørking – vekt, skål:	23,2g – 21,1g =	2,10g
Vekt-differanse:	Vekt av våt prøve – vekt av tørr prøve:	5,00g – 2,10g =	2,90g
Vanninnhold:	Vekt-differanse/ Vekt av våt prøve * 100:	2,90g/ 5,00g * 100 =	<u>58%</u>

Tabell 8 Måling av startvanninnhold i saltfisk av torsk, forsøk 2: 20. – 26. november 2007

Fisk nr.	Vekt, skål	Vekt, skål med prøve	Vekt, skål med prøve etter tørking	Initielt vanninnhold (%)	Middelverdi og standardavvik
1	52,6	57,7	54,7	59	59,9 ± 1,2
	46,8	51,9	48,8	61	
	48,5	53,6	50,4	63	
2	41,5	46,7	43,5	62	
	51,8	56,9	53,8	61	
	51,5	56,4	53,4	61	
3	43,7	48,6	45,7	59	
	42,2	47,3	44,2	61	
	51,8	56,8	53,8	60	
4	53,2	58,3	55,2	61	
	20,7	25,7	22,7	60	
	20,7	25,7	22,8	58	
5	21,5	26,5	23,5	60	
	21,2	26,4	23,3	60	
	21,2	26,1	23,1	61	
6	20,6	25,6	22,6	60	
	21,3	26,5	23,4	60	
	20,6	25,7	22,7	59	
7	20,6	25,5	22,6	59	
	21,3	26,2	23,3	59	
	20,3	25,5	22,5	58	
8	21,6	26,5	23,5	61	
	20,7	25,5	22,7	58	
	21,3	26,5	23,3	62	
9	21,2	26,2	23,2	60	
	21,5	26,4	23,4	61	
	21,2	26	23,1	60	
10	52,6	57,7	54,6	61	
	53,2	58,3	55,2	61	
	43,8	48,9	45,9	59	
11	42,2	47,3	44,2	61	
	52,7	57,9	54,8	60	
	48,6	53,5	50,6	59	
12	51,6	56,5	53,6	59	
	51,6	56,7	53,6	61	
	48,4	53,4	50,4	60	
13	48,4	52,6	50,1	60	
	47,6	51,6	49,3	58	
	40,9	45,7	42,9	58	

Data fra vektmålinger gjennom tørkeforløpene i de utførte forsøkene er presentert i Tabell 9 og 10.

Tabell 9 Vektdata gjennom tørkeforløp for saltfisk av torsk, forsøk 1: 6.-9. november 2007

Fisk nr	Vekt (g) ved uttakstidspunkt (timer)														
	0	1	2	3	4	5	6	8	24,5	28,7	31,5	46,5	48,2	54	72,4
1	591	577,3	568,5	561,9	558,2	553,5	549,2	541	515,3	509,2	504,3	483,2	481,3	471,2	448,9
2	657,8	644,9	635,9	629,3	624	618,1	614,8	607,5	575,9	568,4	563,8	543,4	541,9	535,1	518,1
3	606,4	593,1	584,9	580	576,6	573,2	571,3	567,1	551,2	547,4	542,4	529,9	528,2	523,2	509,8
4	634,8	619,7	610,9	605,7	601,2	598,3	595	589,2	568,5	563,6	556,9	538,1	536,1	525,8	503,7
5	669,8	650,5	642,1	635,9	631,5	626,9	622,7	615,9	587,3	580,6	573,1	549,4	546,6	538,7	519,3
6	602,2	586,5	579,5	574,4	571,1	568,7	565,4	560,1	540,4	532,4	524,9	503,7	501	492,9	472,5
7	611,2	595,2	586,5	580,1	575,4	571,6	569,1	564,2	542,1	538	533	514,5	513,4	501,3	475,5
8	612,4	599,5	591,6	584,8	580,3	576,5	573,5	567,6	544,6	539,3	533,9	517,6	514,8	502,6	478,5
9	581,3	566,2	557	552,7	548,8	545,8	543,3	539,1	523,6	520,4	513,9	497,5	494,1	484,6	466,7
10	1594,4	1569,3	1547,6	1530,5	1520,5	1510,8	1502,7	1487,5	1427,9	1411,7	1397,8	1347,7	1339	1314,2	1259,6
11	1559,8	1529,6	1509	1497	1488,3	1481,1	1474,4	1461,3	1407,4	1392,7	1380,1	1337,2	1331,9	1316,6	1275,9
12	1563,1	1539	1522	1510,6	1502,6	1497,8	1493	1485,7	1449,4	1440,1	1427	1393,9	1388,6	1371,3	1334,8
13	2179,9	2148,8	2126	2108,1	2097	2087,7	2081,3	2066,9	2009,1	1989,2	1976,4	1935,4	1929,8	1914,6	1876,3
14	2169	2134,8	2113	2097,3	2088,7	2081,8	2074,1	2061,2	2012,8	1996,8	1978,5	1933,9	1924,3	1901,2	1852,6
15	2141,5	2110,7	2088,5	2073,9	2063,3	2055,6	2042,8	2033	1975,5	1957,4	1940,4	1886,3	1877,6	1849	1780,7
16	3565	3521,3	3488,8	3461,8	3444,8	3432,2	3418,8	3394,6	3311,1	3286,5	3262,4	3208,8	3196	3172,4	3109,6
17	3639,4	3600,3	3567,3	3540,9	3525	3511,3	3496,7	3477,9	3395,8	3371	3350,8	3287,3	3270,7	3211,5	3112,7
18	3310	3268,6	3233,1	3209,1	3191,7	3179,1	3166,9	3147,6	3062,2	3038,3	3012,8	2935,3	2925,4	2879,6	2790,8
19	3602,8	3553,2	3518,9	3493,6	3476	3459,1	3439,2	3410	3309,5	3277,5	3249	3171,9	3159,6	3112,2	3022,7
20	3458,9	3408,6	3372	3348,5	3334,9	3323,4	3310	3284,5	3207,1	3173,8	3142,5	3061,8	3046,8	2995,7	2892,6
21	3338,8	3291,3	3263,6	3245	3231,8	3220,8	3209,3	3188,8	3110,5	3077,2	3069	3005,9	2994	2968,3	2902,7
22	3538,3	3494,5	3451,4	3415,5	3390,5	3369,7	3351,6	3324	3228,8	3200,9	3175,8	3110	3095,8	3054,6	2980,8
23	4242	4196	4152	4122	4104	4083	4065	4037	3935,9	3890	3849,5	3750,7	3733,3	3675,3	3564,6
24	3595	3542,4	3505,5	3475,2	3452,8	3437,6	3421,1	3396,3	3303,7	3274,2	3243,6	3160,7	3147,2	3106,2	3019,4

Tabell 10 Vektdata gjennom tørkeforløp for saltfisk av torsk, forsøk 2: 20. – 26. november 2007

Fisk nr	Vekt (g) ved uttakstidspunkt (timer)														
	0	1	2,08	3	4	6	23	26	30	47,75	50,5	54	71,75	77,17	145,5
1	2826	2776	2752	2741	2731	2715	2650	2629	2606	2542	2522	2512	2482	2472	2370
2	1532	1500	1485	1477	1470	1466	1415	1404	1394	1356	1341	1337	1318	1313	1248
3	380	367	361	358	356	351	332	324	321	301	299	299	292	290	272
4	412	398	393	390	389	385	371	366	362	347	343	342	336	334	314
5	1948	1910	1889	1879	1871	1858	1799	1783	1770	1720	1705	1699	1676	1669	1591
6	1223	1197	1186	1179	1173	1163	1114	1102	1091	1046	1040	1037	1022	1019	967
7	1321	1286	1273	1265	1260	1250	1210	1198	1186	1145	1135	1131	1113	1108	1050
8	1327	1300	1286	1279	1273	1262	1221	1212	1204	1168	1161	1158	1145	1141	1098
9	2970	2917	2887	2873	2860	2841	2771	2750	2729	2665	2636	2623	2584	2571	2452
10	628	613	604	599	597	590	566	561	556	529	526	526	516	513	485
11	1970	1934	1914	1905	1898	1886	1845	1833	1823	1792	1776	1769	1746	1740	1672
12	2992	2938	2906	2888	2873	2851	2771	2742	2714	2638	2618	2612	2582	2574	2484
13	1718	1671	1650	1638	1629	1617	1573	1560	1549	1514	1500	1494	1471	1465	1395

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

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