

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)

Optimal Klippfisktørking

SAKSBEARBEIDER(E)

Ingrid Camilla Claussen, Ola M. Magnussen

OPPDRAKSGIVER(E)

FHL- Bacalao Forum

TR NR. TR A6770	DATO 2008-12-02	OPPDRAKSGIVER(E)S REF. Finn Arne Egeness	PROSJEKTNR. 16X798
EL. ARKIVKODE 081202104057	RAPPORTTYPE	PROSJEKTANSVARLIG (NAVN, SIGN.) Inge R. Gran	GRADERING Åpen
ISBN NR. 978-82-594-3389-3		FORSKNINGSSJEF (NAVN, SIGN.) Inge R. Gran 	OPPLAG SIDER 19
AVDELING Energiprosesser	BESØKSADRESSE Kolbjørn Hejes vei 1D		LOKAL TELEFAKS 73 59 39 50

RESULTAT (sammendrag)

Målet med prosjektet er å innhente tørketekniske - og teknologiske data for å fastlegge optimale tørkeforhold ved produksjon av klippfisk. Optimale tørkeforhold skal sikre jevn tørrhet ut av tørka, økt produktivitet og redusert energi- og driftskostnader ved produksjon av klippfisk. Måleresultatene skal danne grunnlaget for valg av kjøreplan og fastsettelse av tørketid for gitt råstoff og fiskestørrelse. Lufttemperatur, luftfuktighet og lufthastighet i tørka, samt råstoff og saltmodning, påvirker tørkehastigheten på ulike måter og målet er å finne hvor stor betydning disse parametrene utgjør.

I prosjektperioden er det blitt utført tørkeforsøk på saltfisk av alaskatorsk (*Gadus macrocephalus*), torsk (*Gadus morhua*) og sei (*Pollachius virens*) i en laboratorieskala tunneltørke. Rapporten belyser betydningen av (a) ettertørking på lager, (b) økt snittflate og (c) ulik saltmodning.

Resultatene viser at lufthastigheten har liten betydning for tørkehastigheten etter at overflatevannet er fjernet fra produktet, mens luftfuktigheten spiller inn til en viss grad. Dette gir mulighet for endret tørkeregime og redusert energi- og driftskostnader ved at fisk kan ettertørkes i egne lagre eller ved å senke lufthastigheten etter 1 døgn. Størrelse og overflate har stor betydning for tørkehastigheten, og en ser at små fisk tørker betydelig raskere enn stor fisk. Fisk på rundt 1,5 kg tørker ned til et vanninnhold på 52 % etter ca 50 timer, mens tilsvarende fisk på 4,5 kg trenger rundt 75 timer når en tørker ved 22 °C og 40 % RH. Ved å øke tørkeflaten viser målinger en økning i vekttap på 2,5 % for små fisk (1,5 kg) etter 2 dagers tørking.

Sluttvanninnholdet i fisk som var modnet i saltlake i 24 dager før tørking hadde ett sluttvanninnhold på 49,9 % ($\pm 1,9$) etter 3 dagers tørking. Tilsvarende var vanninnholdet 55,3 % ($\pm 0,6$) etter 3 dagers tørking for fisk modnet i 7 dager i saltlake

STIKKORD

EGENVALGTE	Klippfisk	Saltmodning
	Tørkeparametre	

INNHALDSFORTEGNELSE

	Side
1 MÅL	3
2 BAKGRUNN	4
3 INNLEDNING	5
4 MATERIALER OG METODER	6
4.1 MATERIALER	6
4.1.1 Råstoff.....	6
4.2 METODER.....	6
4.2.1 Tørkeutstyr.....	6
4.2.2 Vanninnhold	6
4.2.3 Forsøksoppsett	7
5 RESULTATER OG DISKUSJON	9
5.1 VANNINNHold	9
5.2 ETTERTØRKing LAGER	9
5.3 ØKT SNITTFLATE OG TØRKEHASTIGHET.....	12
5.4 ULIK SALTMODNING OG TØRKEHASTIGHET.....	13
6 KONKLUSJON.....	15
7 LEVERANSER	16
8 VEDLEGG	17

1 MÅL

Målet med prosjektet er å innhente tørketekniske - og teknologiske data for å fastlegge optimale tørkeforhold ved produksjon av klippfisk. Optimale tørkeforhold skal sikre jevn tørrhet ut av tørka, økt produktivitet og redusert energi- og driftskostnader ved produksjon av klippfisk.

Måleresultatene vil danne grunnlaget for valg av kjøreplan og fastsettelse av tørketid for gitt råstoff og fiskestørrelse. Lufttemperatur, luftfuktighet og lufthastighet i tørka, samt råstoff og saltmodning, påvirker tørkehastigheten på ulike måter og målet er å finne hvor stor betydning disse parametrene utgjør.

2 BAKGRUNN

Tørking er den viktigste prosessen ved foredlingen av saltfisk til klippfisk, og prosessen krever betydelig innsats i form av arbeid, utstyr, teknologi og energiforbruk. Tørkingen foregår enten batchvis i en såkalt tverrblåst tørke hvor all fisken settes inn og tas ut samtidig, eller i en langblåst tørke hvor det forutsettes periodisk innsetting og uttak av vogner. Tørkingen foregår over 3-5 døgn avhengig av fiskestørrelse og tørkas effektivitet. Ujevn tørking medfører at noe fisk blir satt inn i tørka igjen for ettertørking.

I perioden 2005 til 2007 gjennomførte FHL industri og eksport, Bacalao Forum et stort forskings- og utviklingsprosjekt kalt "Fremtidens klippfiskbedrift", hvor SINTEF Energiforskning, avd. Energiprosesser var hovedansvarlig. I forbindelse med prosjektgjennomføringen ble det i prosjektets siste år startet innledende målinger av tørkehastighet. Bakgrunnen var store variasjoner i tørrhet mellom fiskene ut fra tørketunnel.

Undersøkelsene har gitt ny og svært viktig kunnskap om blant annet tørkingens avhengighet av fiskeslag, størrelse, tørketemperatur og luftfuktighet, lufthastighet og pause i tørkinga. Et viktig resultat fra forsøkene er en indikasjon på at tørkehastighet etter en innledende tørking er betydelig lavere enn tidligere antatt og at tørkingen kan gjennomføres på en betydelig enklere og mer økonomisk måte enn det gjøres i dag

3 INNLEDNING

Temperatur, relativ fuktighet og lufthastighet er viktige parametere som påvirker tørkehastigheten og gir viktig kunnskap om hvordan en tørke bør bygges og drives. Under tørking er tørkepotensialet høy i starten når overflaten fortsatt er fuktig. Vannet fordamper nesten uten transport innenfra. Ved tørking av klippfisk utvikles det raskt et tørrsjikt som forårsaker en kraftig reduksjon i tørkehastigheten, og ut fra målinger synes tørkemotstanden å være avhengig også av hvor ”hard” (lav fuktighet) eller raskt tørkingen går. Målingene gjennomført i 2007 viser at effekten av luftfuktighet er mye mindre enn en trodde, og at lufthastigheten mest sannsynlig ikke påvirker tørkehastigheten eller har liten påvirkning etter at overflatevannet er fjernet. Videre målinger med fokus på effekt av lufthastighet, temperatur og fuktighet er viktig. Tidligere målinger viser også at etter at et tørrsjikt på 1 – 2 mm er utviklet, øker tykkelsen lite ved videre tørking og vanntransporten fra fiskekjøttet innenfor styrer derfor prosessen. Videre ser det ut til at når skinnen er tørt blir dette en tett barriere som hindrer strømmen av vanndamp, slik at all vanntransport i denne fasen går gjennom snittede flater.

Vanninnhold i saltfisk og tørkeparametre påvirkes av fiskens saltinnhold og saltmodning. Målinger av vanninnhold i fisk til tørking i perioden 1978 -81 viste ca. 54 % vann og liten variasjon mellom fiskene, mens målinger høsten 2007 viste fra 56 % til 59 % vanninnhold avhengig av parti. Videre viste målingene variasjoner på 1 – 2 % innen samme parti, noe som tyder på ulik salting og modning. Vannmengde som skal fjernes under tørking er dermed økt betydelig. Beregning viser at det må fjernes 0,227 kg vann/kg klippfisk når en tørker fra 54 % til 46 % vanninnhold. Skal en tørke saltfisk fra 59 % til 46 % vanninnhold må det fjernes 0,317 vann/kg klippfisk eller en økning på rundt 40 %.

Denne rapporten gir resultater knyttet til hvordan tørkehastigheten er avhengig av lufttemperatur, relativ fuktighet, lufthastighet og saltmodning. Resultater i forbindelse med målinger knyttet til energi- og drift av klippfiskanlegg finnes i TR F6752 fra desember 2008.

4 MATERIALER OG METODER

4.1 MATERIALER

4.1.1 Råstoff

Saltfisk

Saltfisk av alaskatorsk (*Gadus macrocephalus*) fra Brødrene Aarseth AS, Ålesund, ble benyttet i tørkeforsøkene for ettertørking på lager. Antall fisk var jevnt fordelt i vektclassene 1-2 kg, 2,5-3,5 kg og 4-5 kg. Før tørking ble fisken oppbevart i kjølerom med lufttemperatur 2-4 °C. Alle individ som ble benyttet i tørkeforsøk ble kuttet ved ørebeinet før veiing og merking.

Saltfisk av sei (*Pollachius virens*) fra Scanmar, Ålesund ble benyttet i tørkeforsøkene med økt snittflate. Antall fisk var jevnt fordelt i vektclassene 1-2 kg, 2,5-3,5 kg og 4-5 kg. Før tørking ble fisken oppbevart i kjølerom med temperatur 2-4 °C. Alle individ som ble benyttet i tørkeforsøk ble kuttet ved ørebeinet før veiing og merking.

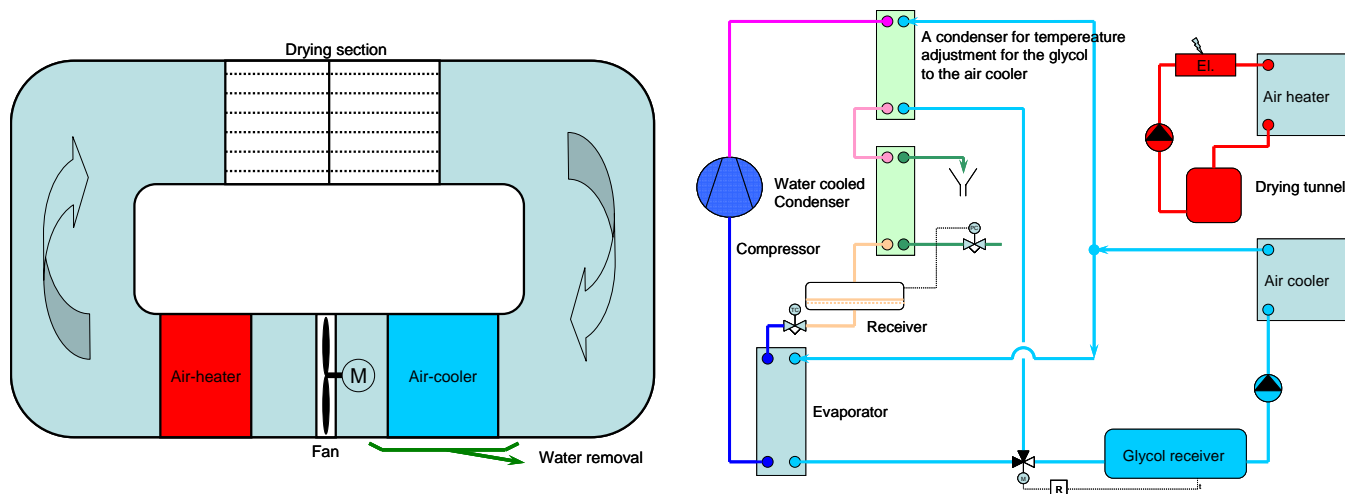
Lakesaltet fisk

Torsk (*Gadus morhua*) fra Brødrene Aarseth ble lagt i lake dag 1 og sendt til SINTEF Energiforskning AS i lukket kar og kjøletransport. Karet ble ved ankomst SINTEF Energiforskning AS satt på kjølelager ved 2-4 °C for videre oppbevaring før uttak. Fisken var sortert i klasse 2-3 kg.

4.2 METODER

4.2.1 Tørkeutstyr

Figur 1 viser prinsippskisse over laborietørken som har vært brukt i tørkeforsøkene. Tørkekammeret inneholder tre sett reoler med syv hyller i hver reol. Totalt sett er det plass til rundt 21 fisk a 2,5-3 kg i hver tørkebatch.



Figur 1 Prinsippskisse av tørkeriggen

4.2.2 Vanninnhold

Initielt eller startvanninnholdet i klippfisk ble målt av 24 individ (atlanterhavstorsk (*G. macrocephalus*)) hvorav det ble utført 3 parallelle målinger per individ. Målingen ble utført på

den tykkeste delen av avskjæret ved ørebeinet. Bitene ble homogenisert i en kjøkkenmaskin, og ca 5 gram prøve ble veid inn på glass skåler og tørket i en konveksjonsovn ved 105 °C i 24 timer. Etter tørking ble vekten registrert. Forskjellen i vekt mellom våt og tørket prøve gir initielt vanninnhold i prøven.

I forsøkene med ”lakefisk” ble det utført egne målinger av vanninnhold av hvert individ (torsk (*G. morhua*)) som ble tørket. Målingene ble utført som beskrevet over, og 3 parallelle målinger av hvert individ.

4.2.3 Forsøksoppsett

Flere tørkeforsøk ble gjennomført med saltfisk av torsk og sei for å se på påvirkning av tørkehastigheten i forhold til egenskapene til fisken og påvirkning fra omgivelsene.

Ettertørking på lager:

Tidligere tørkeforsøk har gitt resultater som tyder på at lufthastigheten og til dels luftfuktigheten har liten påvirkning på tørkehastigheten etter at overflatevannet på fisken er fjernet. Tørkehastigheten ved initiell tørking i tunneltørke (konvensjonell tørking) og videre tørking under kontrollerte forhold i et lager ble undersøkt. Forsøksoppsettet er gitt i Tabell 1. Saltfisken ble tørket i ett døgn ved 22 °C og 40 % RH/ 60 % RH og 2 m/s lufthastighet. Etter ett døgn ble halvparten av fiskene tatt ut fra tørka for ettertørking i lager (ca 21 °C /30 % RH) i 2 døgn, mens de resterende fiskene ble tørket videre i tunnelen.

Tabell 1

Forsøksoppsett for ettertørking av klippfisk på lager

Antall individ	Temperatur, T [°C]	Luftfuktighet, RH [%]	Tørkeregime
24	22	40	1 døgn i tørke, 2 døgn på lager
24	22	60	1 døgn i tørke, 2 døgn på lager
15	22	40	3 døgn i tørke
15	22	60	3 døgn i tørke

Økt snittflate og tørkehastighet:

Figur 2 viser klippfisk av sei som er dårlig skjært. Sei som brukes i klippfiskproduksjon går ofte til lavprismarked og kvaliteten er ofte deretter. Dårlig skjært fisk må ofte flere runder i tørka før nok vann er fjernet, og store vannmengder inne i fisken medfører at fisken slår seg opp under lagring. For å øke kvalitet og effektivisere produksjonsprosessen ble klippfisk av sei (*Pollachius virens*) i ulike vektklasser tørket i tørketunnel ved 22 °C, 40 % RH og 2,2 m/s lufthastighet i 2 døgn. Halvparten av fiskene ble bedre skjært og brettet ut ved ryggbeinet for å øke overflaten av fisken. Alle individer ble veid ofte gjennom hele tørkeforløpet.

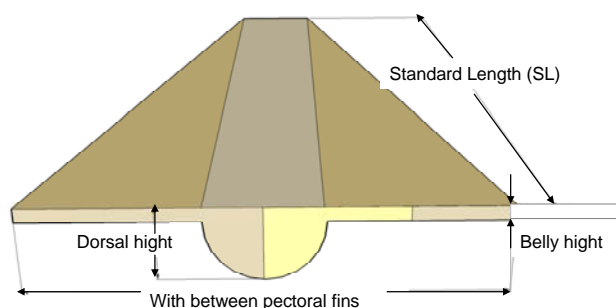


Figur 2

Klippfisk av sei som er dårlig skjært

Ulik saltmodning og tørkehastighet:

Vanninnholdet i saltfisk er avhengig av hvor saltmoden fisken er, og påvirker mest sannsynlig også tørkeparametrene. Fisk av torsk ble lagt i lake med salt imellom lagene i plast kar for transport til SINTEF Energiforskning AS. Fisken ble plassert på lager ved 2 - 4 °C før uttak og tørking. 10 fisk ble vilkårlig plukket ut for hvert forsøk. Fisken ble merket og kuttet ved ørebeinet. Avskjæret ble brukt til å måle vanninnhold. Vekt ble målt før tørking og under hele tørkeprosessen. Fisken lå i lake i henholdsvis 7, 14 og 25 dager for modning før uttak. Fisken ble tørket i en laboratorieskala klippfisktørke ved SINTEF Energiforskning ved 22 °C, 40 % RH og 24Hz lufthastighet i 3-4 dager. Etter tørking ble lengde, bredde og tykkelse målt av hver enkelt fisk.



Figur 3 Prinsippskisse av en klippfisk og de målene som gjøres

Etter tørking ble fisken målt i standard lengde, høyde og vidde mellom finnene, som vist i Figur 3. Målene ble brukt til å beregne tørkeoverflaten av hver fisk, for videre beregning av tørkehastighet (kg vann per m² og tid).

5 RESULTATER OG DISKUSJON

5.1 VANNINNHold

Tabell 2 viser snittvanninnholdet for 24 utvalgte saltfisk og gjennomsnittet for hvert enkelt individ. Snittvanninnholdet ble benyttet som initielt vanninnhold for alle individ ved beregning av tørkekurver og tørkehastighet i forsøk utført i forbindelse med ettertørrking på lager.

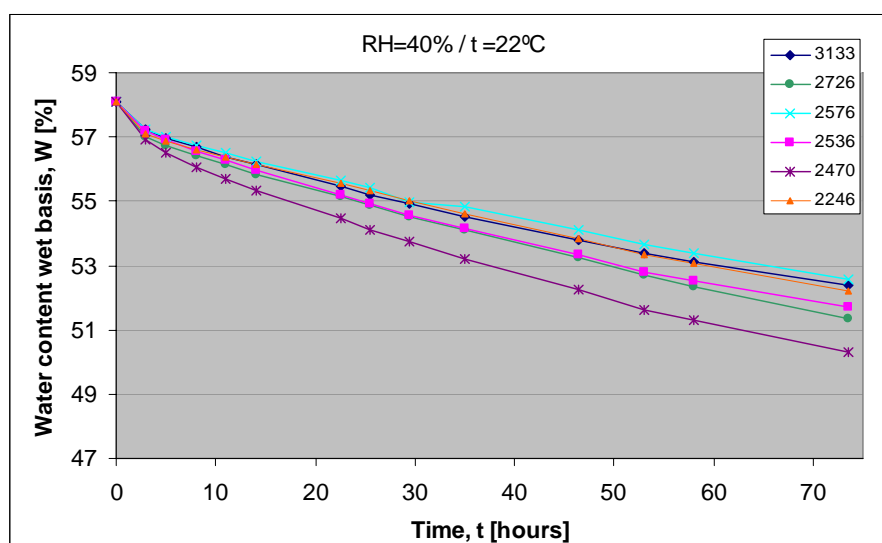
Tabell 2

Gjennomsnittlig startvanninnhold

Individ	Vanninnhold, våt basis, W [%], n=3	Individ	Vanninnhold, våt basis, W [%], n=3
1	58,15 ± 0,02	13	58,17 ± 0,17
2	57,08 ± 0,08	14	59,46 ± 0,08
3	57,88 ± 0,25	15	58,67 ± 0,14
4	57,90 ± 0,10	16	57,35 ± 0,05
5	58,52 ± 0,31	17	56,95 ± 0,09
6	58,09 ± 0,10	18	56,50 ± 0,13
7	58,69 ± 0,24	19	57,46 ± 0,15
8	57,80 ± 0,09	20	57,57 ± 0,12
9	58,42 ± 0,02	21	57,35 ± 0,28
10	57,95 ± 0,12	22	57,00 ± 0,13
11	57,89 ± 0,20	23	58,18 ± 0,25
12	56,89 ± 0,12	24	56,71 ± 0,14
Snittvanninnhold		57,78 ± 0,08	

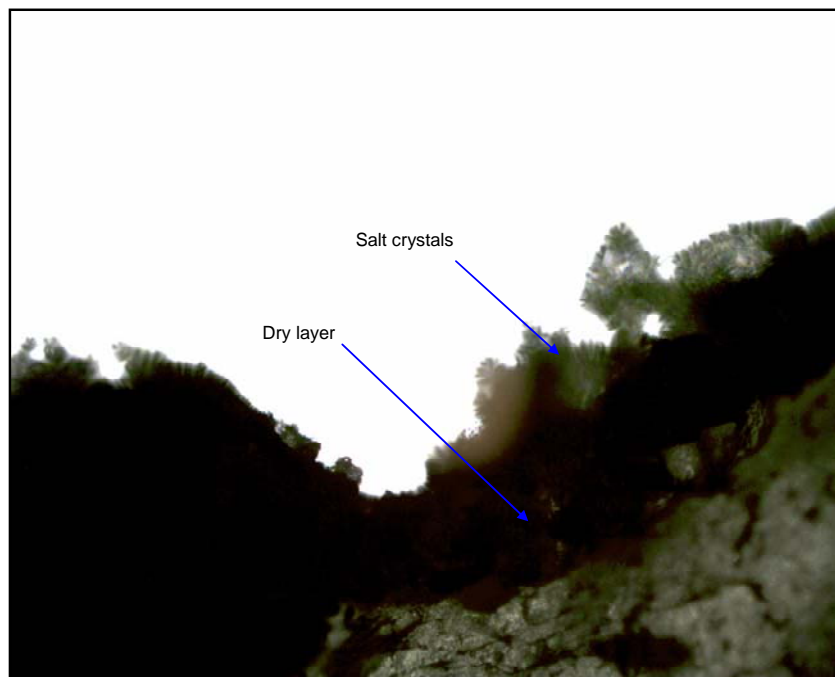
5.2 ETTERTØR KING LAGER

Figur 4 viser resultatet fra forsøk med torsk (*Gadus Macrocephalus*) hvor fisk ble tørket i tre døgn i tørketunnel ved 22 °C og 40 % RH.



Figur 4 Tørkekurver for torsk tørket ved 22 °C og 40 % RH i tre døgn. n = 1

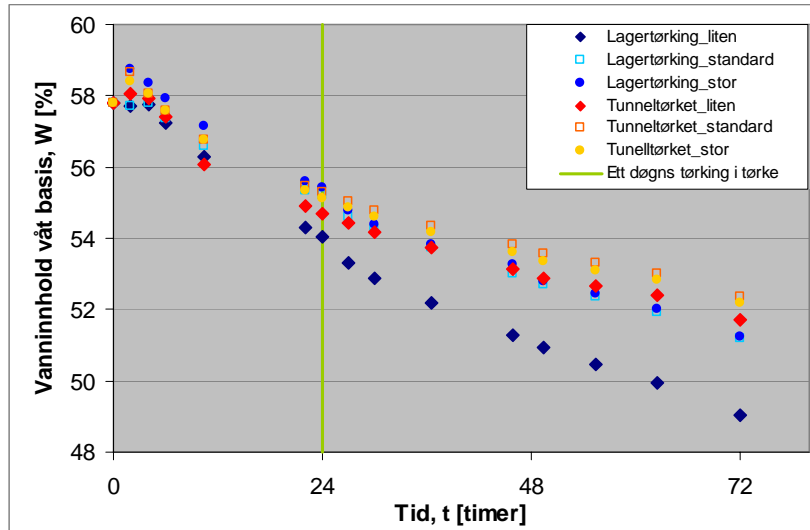
Tørkepotensialet ser ut til å være høyt i ca 4-6 timer. Da er det blitt dannet ett tynt tørrsjikt på overflaten av fisken (se Figur 5) og tørkehastigheten går ned. Startvanninnholdet i fisken målt i dette forsøket var ca 58 %, noe som tyder på at fisken ikke er godt avrent før tørking. Etter 72 timer i tørketunnelen er vanninnholdet fortsatt relativt høyt, mellom 52,6 % og 50,3 %. På grunn av tørrsjiktet vil denne fisken virke tilsynelatende tørr ved bedømming. Under lagring kan fisk som inneholder store mengder vann ”slå seg”, noe som medfører kvalitetsforringelse av fisken under transport og lagring. I tillegg vil importør kreve reduksjon i pris for slik fisk.



Figur 5 Dannelse av tørrsjikt dekket med saltkrystaller ved tørking av klippfisk

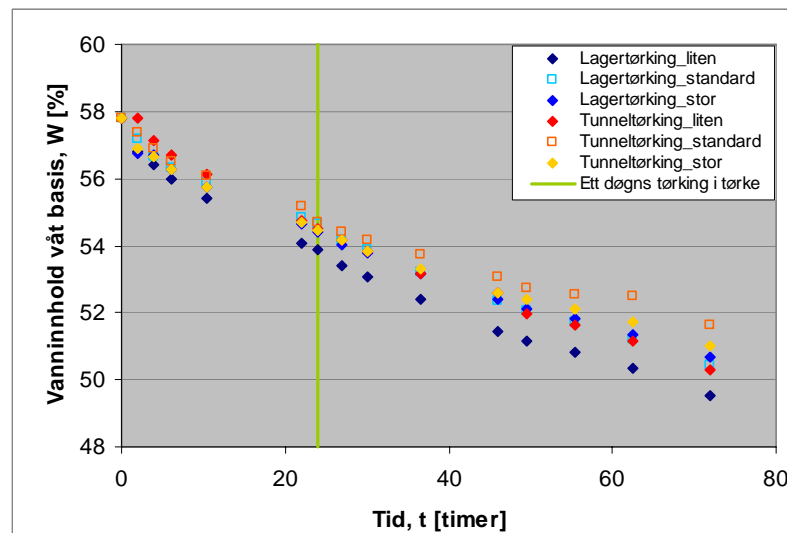
Tørrsjiktet og saltlaget som vist i Figur 5, vil danne en barriere/motstand mot vanntransport fra det indre av fisken og ut til overflaten. Videre tørking etter at tørrsjiktet er dannet ser ut til å være avhengig av indre transportmekanismer, og påvirkes mindre av de ytre faktorene. Tørkemotstanden kan til en viss grad være avhengig av hvor ”hard” (lav fuktighet) tørkingen har foregått ved i første tørkefase, men dette må undersøkes nærmere.

Figurene 6 og 7 viser tørkekurver for torsk (*Gadus macrocephalus*) tørket ved henholdsvis 60 % RH og 40 % RH og 22 °C i ett døgn med påfølgende 2 døgn på lager for halvparten av fiskene. Kurvene viser snittet for fisk i størrelse liten (1-2 kg), standard (2,5-3,5 kg) og stor (4-5 kg). Antall parallelle målinger var 6. Den grønne lodrette streken indikerer når halvparten av fisken ble plassert i lager for ettertørking. Resten av fisken ble videre tørket i tunnelen som referanse.



Figur 6 Tunneltørring ved 60 % RH og 22 °C i ett døgn med påfølgende 2 døgn på lager for halvparten av fiskene. Kurvene viser snittendring for fisk i størrelse liten (1-2 kg), standard (2,5-3,5 kg) og stor (4-5 kg). n = 6

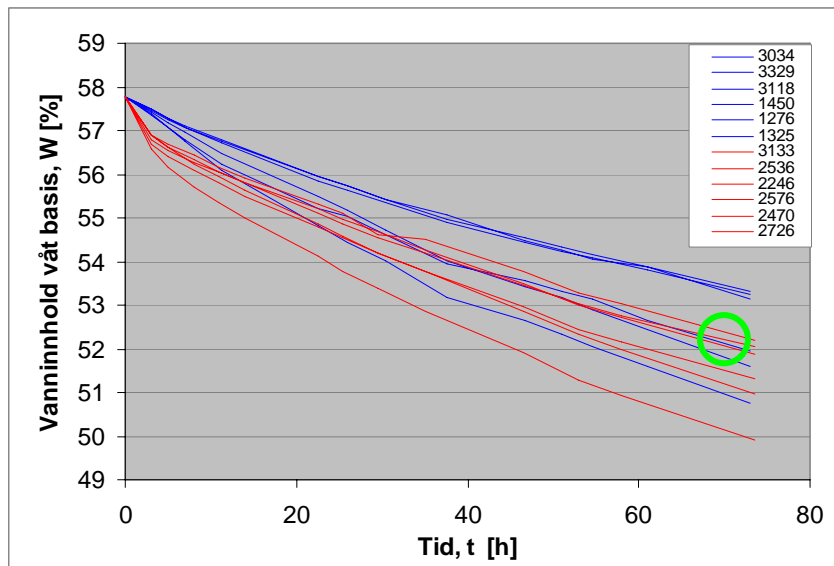
Av Figur 6 ser en stor forskjell i tørkehastighet mellom fisk tørket i tunnel i 3 døgn og fisk som er tatt ut av tørka etter 1 døgn. Målinger fra lager viser en relativ luftfuktighet i overkant av 30 %, mens luftfuktigheten i tørka var rundt 60 % i samme periode. Resultatene tyder på at lufthastigheten har liten eller ingen påvirkning på tørkepotensialet, mens luftfuktigheten har lav betydning. Lavere luftfuktighet øker tørkepotensialet i fisken.



Figur 7 Tunneltørring ved 40 % RH og 22 °C i ett døgn med påfølgende 2 døgn på lager for halvparten av fiskene. Kurvene viser snittendring for fisk i størrelse liten (1-2 kg), standard (2,5-3,5 kg) og stor (4-5 kg). n = 6

I Figur 7 ser en mindre forskjell i tørkehastighet mellom fisk som ettertørkes på lager og fisk som kun er tørket i tunneltørka. Grunnen til dette er at luftfuktigheten i tørka og lager ikke er så forskjellig, 40 % i tørka og 30 % i lager, i forhold til når fisken tørkes ved 60 % relativ fuktighet. Dette underbygger påstanden om at relativ luftfuktighet har betydning for tørkepotensialet. Logisk nok viser figurene at små fisk tørker raskere enn stor fisk. Dette betyr at en ved dagens produksjon vil oppleve at små fisk blir overtørket mens større fisk må tørkes om igjen på grunn av at fisken ikke størrelsessorteres før tørking. Betraktninger rundt kostnader for størrelsessortering før

tørking sammenliknet med kostnader ved omtørking og dårligere pris på grunn av overtørking og lavere vekt, må og bør gjennomgås.

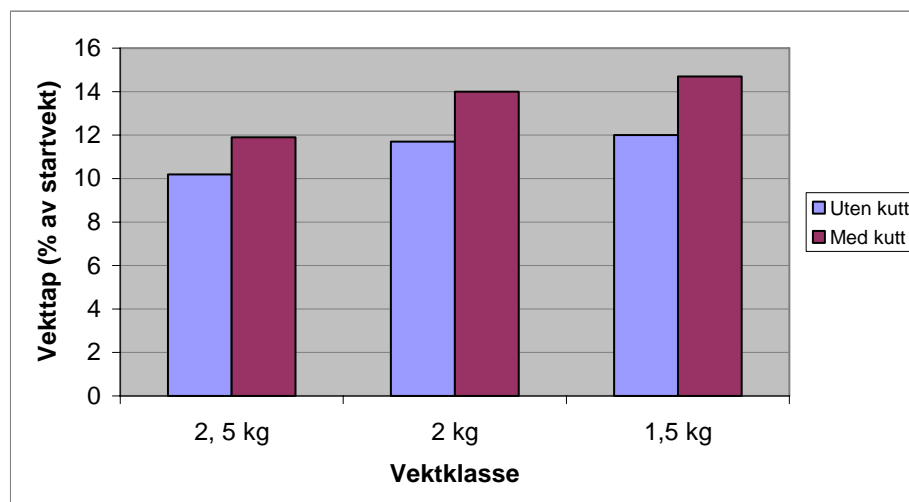


Figur 8 Sammensatte tørkekurver for klippfisk av torsk tørket ved 40 % eller 60 % RH, 22 °C og 2,2 m/s. Rødt viser til tørking ved 40 % RH og blått visert til 60 % RH.

I Figur 8 er tørkekurvene for klippfisk av torsk tørket ved 40 % og 60 % RH sammenliknet. Fisk som tørkes ved 40 % RH har i snitt lavere vanninnhold etter 3 dager tørking enn fisk tørket ved 60 % RH. Vekten for fisk tørket ved 40 % RH varierte mellom 2,2 kg og 3,1 kg, mens vekten for fisk tørket ved 60 % RH varierte mellom 3,0 kg og 3,3 kg. Innenfor den grønne sirkelen vises resultatet fra fisk tørket ved 40 % RH i vektklasse 2,2 til 3,2 kg og fisk tørket ved 60 % RH i vektklasse 1,3 til 1,5 kg, og belyser at både størrelse og luftfuktighet har betydning for hvor fort fisken tørker. I dette tilfellet tar det rundt 60 timer å tørke en fisk på rundt 3 kg ned til et vanninnhold på 54 % når luftfuktigheten er 60 %. Tilsvarende fisk vil tørke ned til 54 % på 40 timer når luftfuktigheten er 40 %.

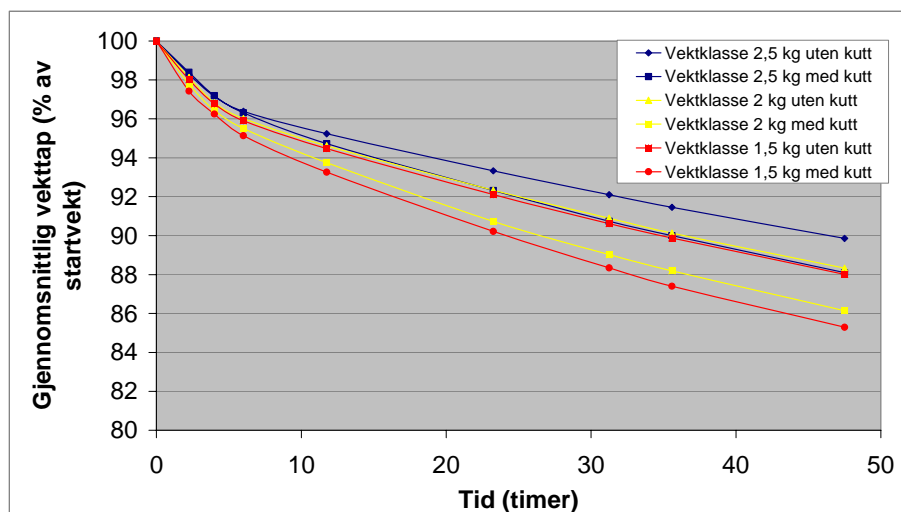
5.3 ØKT SNITTFLETTE OG TØRKEHASTIGHET

Figur 9 viser vekttapet i prosent av startvekten ved tørking av sei i ulike vektclasser. De røde søylene viser fisk med ekstra snitting ved ryggbeinet, mens de blå søylene viser fisk uten ekstra snitting.



Figur 9 Vekttapet i prosent av startvekten ved tørking av sei i ulike vektclasser. De røde søylene viser fisk med ekstra snitting ved ryggbeinet. n = 6

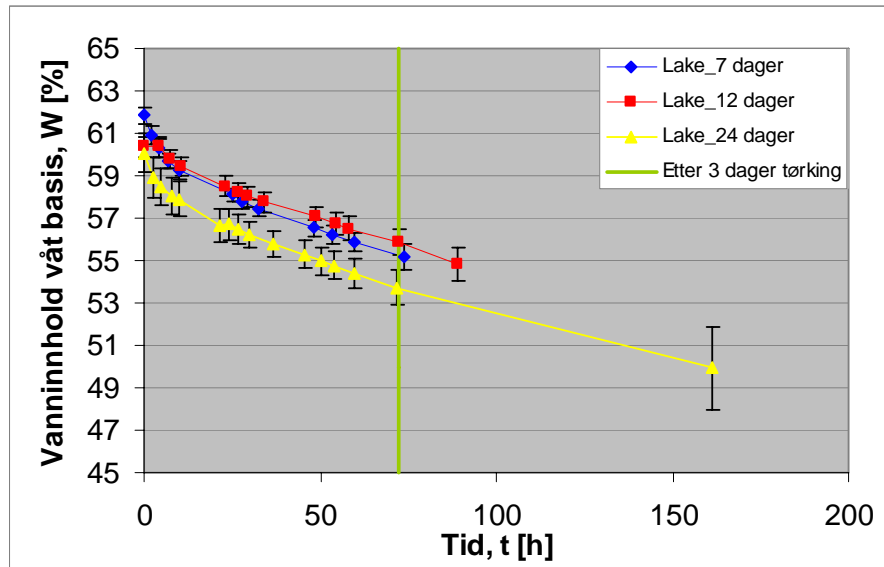
Resultatet viser at fisk med større kuttflate har høyere vekttap og at forskjellen er størst for fisk fra lavest vektclasser. Ved å øke tørkeflaten er økningen i vekttap som prosent av startvekten i dette forsøket 2,5 % for små fisk og rundt 2 % for stor fisk etter 2 dagers tørking. Figur 10 viser tørkekurvene for det samme tørkeforsøket. Forskjell kan utgjøre mange timer av total tørketid til sluttvanninnhold på ca 50 %.



Figur 10 Gjennomsnittlig vekttap i prosent av startvekt for klippfisk av sei fra 3 ulike vektclasser med og uten kutt ved ryggbeinet. Fisken ble tørket i en tunnel ved 22 °C og 40 % RH.

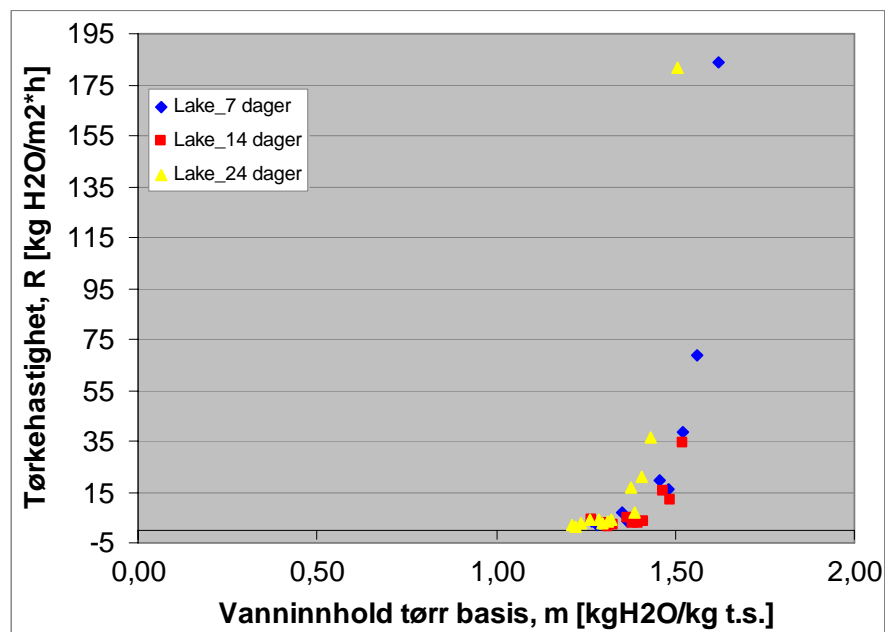
5.4 ULIK SALTMODNING OG TØRKEHASTIGHET

Figur 11 viser tørkekurvene for klippfisk av torsk (*G. morhua*) med forskjellig grad av saltmodning før tørking. Snittvanninnholdet for torsk etter henholdsvis 7, 14 og 24 dager i lake var 61,8 % ($\pm 0,4$), 60,4 ($\pm 0,4$) og 60,1 ($\pm 0,9$) før tørking. Den grønne lodrette streken indikerer 3 dager i tørketunnel ved 22 °C og 40 % RH.



Figur 11 Tørkekurver for klippfisk av torsk som har ligget 7, 14 og 24 dager i lake før tørking. n = 10

Som Figur 11 viser, er det stor variasjon i sluttvanninnhold i fisken etter tørking. Fisken som er best avlagret før tørking har sluttvanninnhold på 49,9 % ($\pm 1,9$), mens fisken som har vært minst avlagret har ett sluttvanninnhold etter 3 dager på 55,2 % ($\pm 0,6$). Tørkepotensialet for saltfisk som er godt avlagret før tørking vil ha ett større tørkepotensial enn fisk som ikke er godt avlagret. Ved å benytte god saltmoden fisk til klippfiskproduksjon, vil det ta kortere tid å fjerne vannet og produksjonsprosessen blir mer effektiv og mindre energikrevende.



Figur 12 Tørkehastighetskurver for klippfisk av torsk som har ligget 7, 14 og 24 dager i lake før tørking. n=10

Figur 12 viser tørkehastighetskurvene for de samme forsøkene som vist i Figur 11. Figuren viser en høyere tørkehastighet ved lavere vanninnhold for fisk modnet i 24 dager i saltlake sammenliknet med fisk lagret i 14 og 7 dager i saltlake.

6 KONKLUSJON

Tørkehastigheten påvirkes av ytre faktorer som temperatur og luftfuktighet, men ikke av lufthastigheten etter at overflatevannet er fjernet fra produktet. I tillegg vil fiskens geometri og anatomi ha betydning for hvor raskt vannet transporteres fra det indre av fisken. Etter at overflatevannet er fjernet vil det dannes ett tørrsjikt på fiskens overflate som øker tørkemotstanden svært raskt. Samtidig vil fiskeskinnet virke som en barriere mot vanntransporten fra skinnsiden. For å effektivisere tørkeprosessen er det viktig at hver saltfisk er godt skjært. En sortering fisken før tørking vil medføre at fisken på vognene vil ha jevn tørking.

Resultatene viser at lufthastigheten har liten betydning for tørkehastigheten etter at overflatevannet er fjernet fra produktet, mens luftfuktigheten spiller inn til en viss grad. Dette gir mulighet for endret tørkeregime og redusert energi- og driftskostnader ved at fisk kan ettertørkes i egne lagre eller at skruses ned etter 1 døgn. Størrelse og overflate har stor betydning for tørkehastigheten, og en ser at små fisk tørker betydelig raskere enn stor fisk. Ved å øke tørkeflaten viser målinger en økning i vekttap på 2,5 % for små fisk (1,5 kg) etter 2 dagers tørking.

Sluttvanninnholdet i fisk som var modnet i saltlake i 24 dager før tørking hadde ett sluttvanninnhold på 49,9 % ($\pm 1,9$) etter 3 dagers tørking. Tilsvarende var vanninnholdet 55,3 % ($\pm 0,6$) etter 3 dagers tørking for fisk modnet i 7 dager i saltlake

7 LEVERANSER

Foredrag:

Magnussen, OM. (2008). *Energiforbruk i Klippfisknæringen*. Bacalao Forum, seminar. Ålesund juni 2008.

Claussen, IC (2008) *Tørking av klippfisk*. Bacalao Forum, seminar Ålesund juni 2008

Claussen, IC (2008) *Effektiv klippfisktørking*. Fiskeridirektoratet/ Bacalao Forum, Saltfisk- og klippfiskseminar. Tromsø oktober 2008.

Artikler:

Stevik, AM, Claussen, IC, Walde, PM, Bjune, M, Magnussen, OM (2008). *Factors Influencing the Drying Process of Salted Fish (Clip fish) of Cod (Gadus macrocephalus) and Pollack (Pollachius virens). Part A: Initial Trials*. Innsendt til Drying Technology

Annet:

Claussen, IC (2008). *Tørkehastighet for klippfisk. Hvordan påvirkes denne?* Infohefte fra Bacalao Forum /FHL. November 2008

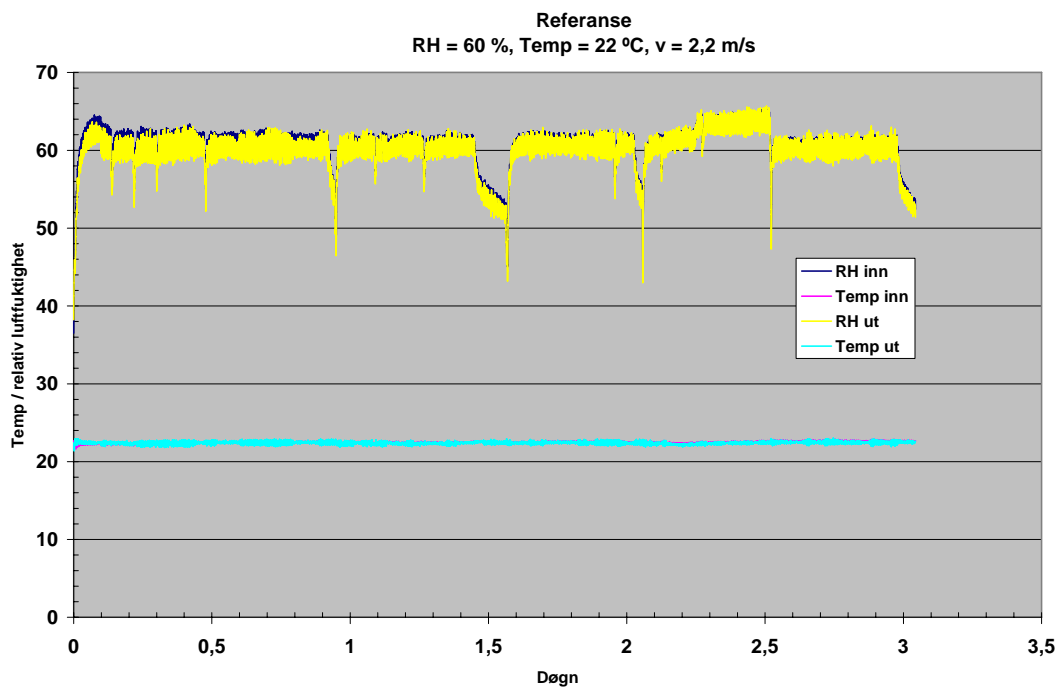
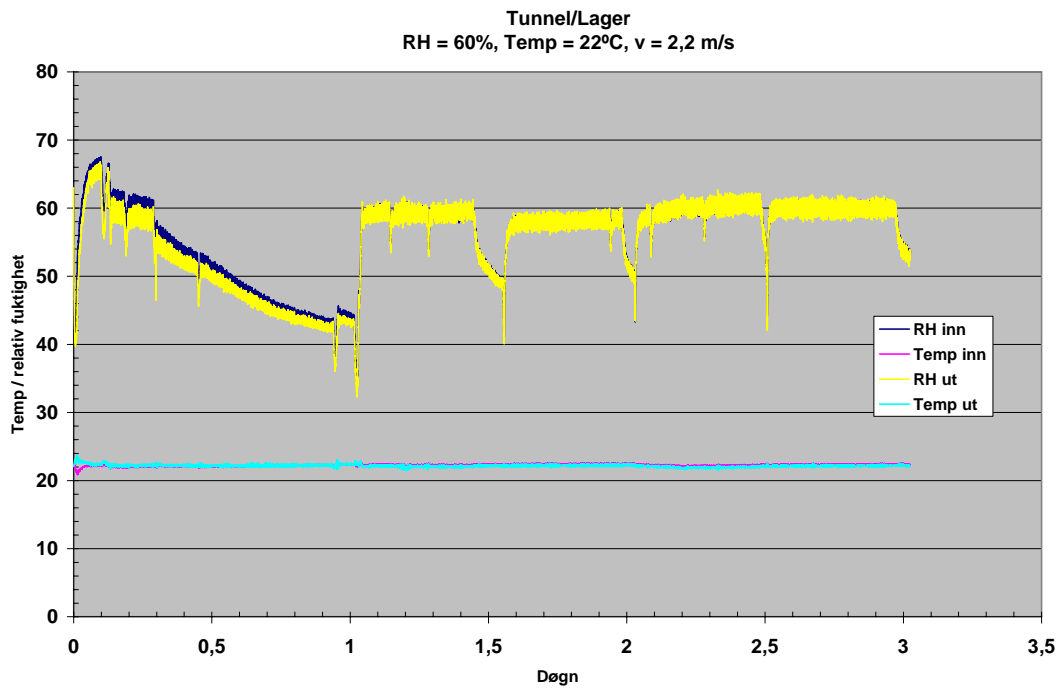
Magnussen, OM (2008). *Tørketunneler – kontinuerlig eller satsvis innsetting*. Infohefte fra Bacalao Forum /FHL. November 2008

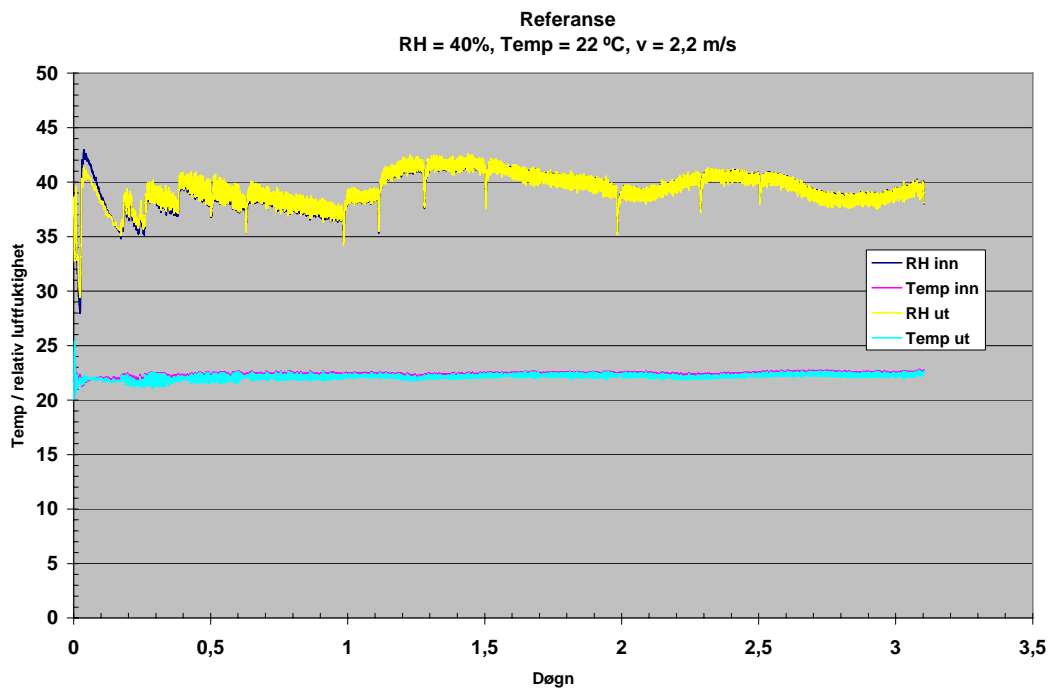
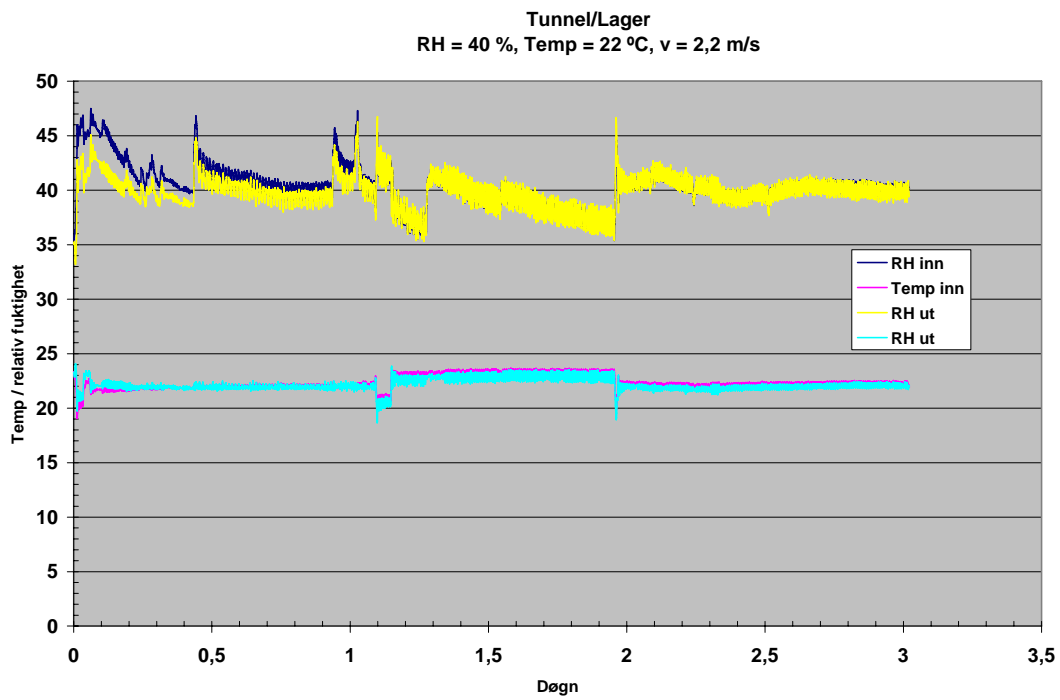
Magnussen, OM, Walde, PM (2008). *Tørking – teknologiske utfordringer*. Infohefte fra Bacalao Forum /FHL. November 2008

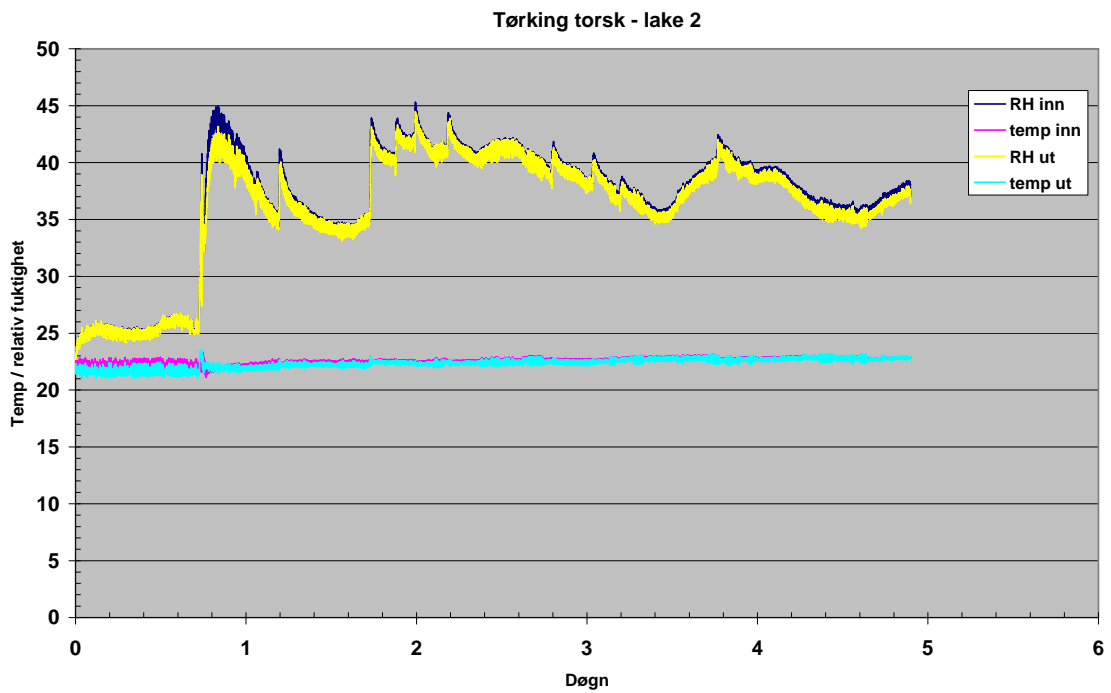
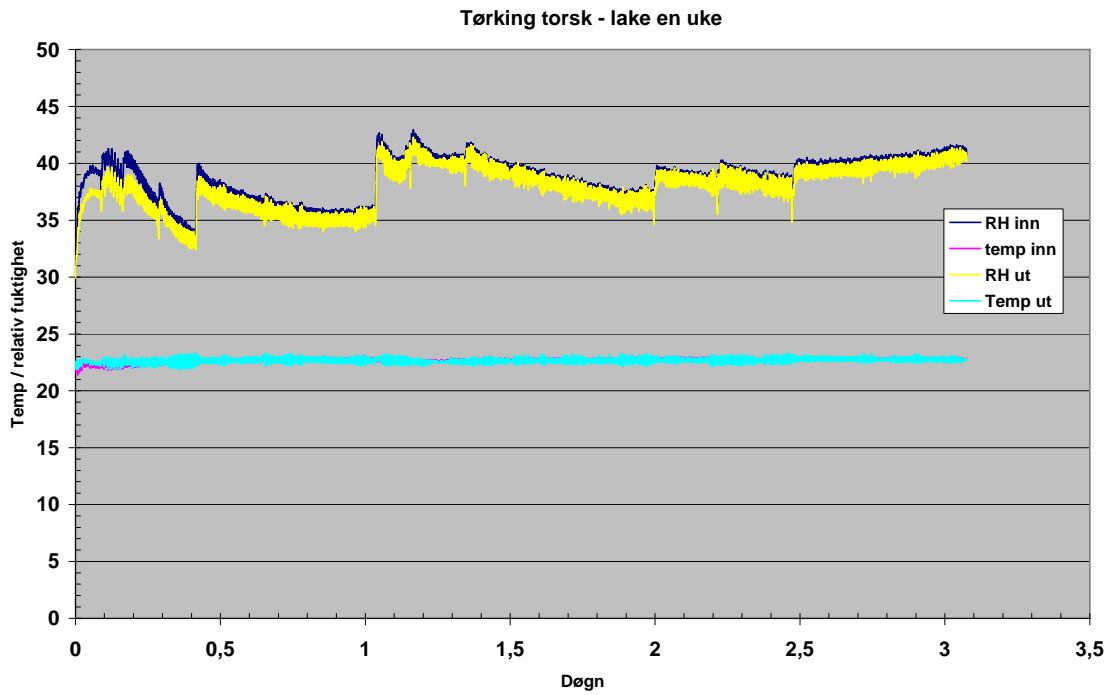
Magnussen, OM (2008). *Energi – reduksjon av forbruk og kostnad*. Infohefte fra Bacalao Forum /FHL. November 2008

8 VEDLEGG

Logging av driftsparametre







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

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