

Modning og lagring av tørrfisk Sesongen 2007

Even Tidemann





Nofima er et næringsrettet forskningskonsern som sammen med akvakultur-, fiskeri- og matnæringen bygger kunnskap og løsninger som gir merverdi. Virksomheten er organisert i fire forretningsområder; Marin, Mat, Ingrediens og Marked, og har om lag 470 ansatte. Konsernet har hovedkontor i Tromsø og virksomhet i Ås, Stavanger, Bergen, Sunndalsøra og Averøy.

Hovedkontor Tromsø
Muninbakken 9–13
Postboks 6122
NO-9291 Tromsø
Tlf.: 77 62 90 00
Faks: 77 62 91 00
E-post: nofima@nofima.no

Internett: www.nofima.no



Vi driver forskning, utvikling, nyskaping og kunnskapsoverføring for den nasjonale og internasjonale fiskeri- og havbruksnæringa. Kjerneområdene er avl og genetikk, fôr og ernæring, fiskehelse, bærekraftig og effektiv produksjon samt fangst, slakting og primærprosessering.

Nofima Marin
Muninbakken 9–13
Postboks 6122
NO-9291 Tromsø
Tlf.: 77 62 90 00
Faks: 77 62 91 00
E-post: marin@nofima.no

Internett: www.nofima.no

Rapport

ISBN: 978-82-7251-728-0 (trykt)
ISBN: 978-82-7251-729-7(pdf)Rapportnr:
42/2009Tilgjengelighet:
Åpen

Tittel:

**Modning og lagring av tørrfisk
Sesongen 2007**

Dato:

18. juni 2009

Antall sider og bilag:
33

Forfatter(e):

Even Tidemann

Prosjektnr.:

20276

Oppdragsgiver:

FHL, Tørrfiskforum

Oppdragsgivers ref.:

Frank Jakobsen

Tre stikkord:

Tørrfisk, henging, lagring

Sammendrag: (maks 200 ord)

Tørrfiskproduksjon er en foredlingsprosess hvor klimatiske forhold påvirker produktets egenskaper sterkt.

Rapporten gir en gjennomgang av forsøkene som ble gjort sesongen 2007, med sammenligning av sesongen 2006.

Målingene viser at fisken kan eksponeres for høye temperaturer som følge av solstråling. Videre tyder resultatene på at kvalitetsproblemet mucoso øker når fisken tørker langsomt, og at mikroklimaet ved hjellene kan medføre at fisken får ulik temperatureksponering i samme hjell.

Som for sesongen 2006 er det vist at mesteparten av vannet er fjernet etter de fire første ukene. Imidlertid har fiskekjøttet rett bak ryggbeinet omtrent uendret vanninnhold selv etter fire uker. Det er først etter fem uker at vanninnholdet begynte å synke i kjernen.

Best kvalitet er oppnådd på fisk som tørker raskt etter henging, og hvor høye temperaturer i slutten av sesongen er unngått. Det er også gjort forsøk med ulik hengeretning på fisken. Det synes fordelaktig å henge fisken med ryggen mot sør fordi fisken blir jevnt bleket.

Forord

Arbeidet er finansiert gjennom Tørrfiskforum i samarbeid med FHF, Norges Forskingsråd og bedriftene Br. Berg AS (Værøy), Glea AS (Røst), Ballstad Fiskeindustri (Ballstad), og emballasjeleverandøren H. Gundersen AS.

Det rettes også en stor takk til Jens Jentoft, Rolf Jarle Andreassen og til Ansgar Pedersen for aktiv medvirkning ved kvalitetsbedømmelsen av halvfabrikata og ferdig tørket fisk.

Arbeidet har hatt en varighet på tre år, og rapporten beskriver resultatene fra år to.

Innhold

1	Materiale og metode.....	1
2	Endringer gjennom sesongen.....	3
2.1	Periode 1 24. mars – 10. april.....	3
2.2	Periode 2 11. april – 25. april.....	4
2.3	Periode 3 26. april – 10. mai.....	5
2.4	Periode 4 11. mai – 31. mai.....	6
2.5	Periode 5 1. juni – 3. juli.....	7
2.6	Periode 6 4. juli – 23. juli.....	8
3	Solstråling og oppvarming av fisk.....	9
3.1	Rygg mot sør.....	10
3.2	Rygg mot nord.....	11
4	Sammenligning av tørkesesongen 2006 og 2007.....	15
4.1	Klimatiske sammenligninger.....	15
4.2	Tørkeforløpet.....	16
5	Regionale forskjeller.....	19
6	Kvalitet på ferdig tørket fisk.....	21
7	Diskusjon og konklusjon.....	23
8	Referanser.....	25

Vedlegg 1: Utvikling av tørkeprosessen, sesongen 2007

Vedlegg 2: Klimadata og temperaturmålinger, sesongen 2007

1 Materiale og metode

120 fisk med størrelse 3 - 4 ble kg hengt på Røst, Værøy og Ballstad. Av disse ble hovedmengden, 100 fisk hengt på Røst. 10 fisk ble hengt på Ballstad, og 10 på Værøy for sammenligning av tørkeutviklingen.

Fiskene ble gruppert i 8 serier, A, B, C, D, E, F, G, H for uttak gjennom sesongen.

Lufttemperatur og luftfuktighet ble målt med miniloggere type Testo 175 H2, med registrering av temperatur og fuktighet hvert 15. minutt. Disse loggerne ble plassert nordvendt, i skygge for å unngå effekten av soloppvarming. Temperaturen inne i fiskene ble målt med miniloggere av type Testo 177 T4 med registreringer hvert 30. minutt.

Det ble gjennomført egne serier med totalt 8 fisker som ble hengt med ryggen mot sør, henholdsvis med ryggen mot nord. Ved disse målingene ble temperaturen i tykkfisken målt, for sammenligning med omgivelsestemperaturen.

Før fisken ble hengt, ble den veid, og kvalitetsvurdert. Vurderingskriteria var blodtapping, og ytre skader. Fire fisker fra samme parti ble flysendt til Tromsø for analyse av vanninnhold, og for tørking i Fiskeriforsknings klimaskap.

Fisken ble tørket ved 4 °C, med luftfuktighet 80 %, for å gi en langsom tørking.

To av fiskene som ble sendt Fiskeriforskning ble homogenisert, før vanninnholdet ble målt.

Basert på 10 paralleller ble vanninnholdet målt til 80,9 % +/- 1,2 %, eller 4,24 kg vann pr kg tørrstoff.

Denne verdien (vanninnholdet) er senere brukt ved beregning av tørkeforløpet.

Utviklingen på denne fisken ble sammenlignet med fisken som ble tørket på Røst.

Arbeidet ble gjort i nært samarbeid med "Mucoso prosjektet". Som følge av dette samarbeidet ble fisken hengt senere enn sesongen 2006. Fisken ble hengt i perioden 24. – 26. mars i 2007, mot 10. mars i 2006.

2 Endringer gjennom sesongen

Alle målingene her referer til målinger som ble gjort på Røst.

2.1 Periode 1 24. mars – 10. april

Temperatur

I perioden 24. mars til 1. april ble gjennomsnittstemperaturen målt til 6,0 °C. med laveste temperatur 1,7 °C. Høyeste temperatur var 10,2 °C.

Gjennomsnittstemperaturen i perioden 1. april til 10. april var derimot lavere; 2,7 °C, med temperaturvariasjon fra -3,8 °C til 9,2 °C.

Gjennomsnittstemperaturen i hele perioden var 4 °C

Målingene fra 2006 sesongen gikk over 27 dager mot 17 dager for 2007. I samme periode (2006) var gjennomsnittstemperaturen 2,6 °C lavere.

Luffuktighet

Luffuktigheten varierte mellom 44 % (om dagen), og 99 % (om natten), med en gjennomsnittlig luffuktighet på 72 %. I samme periode (2006) var luffuktigheten 5% lavere.

Prøveuttak

Det ble gjort et uttak av 12 fisk, 10. april, hvor seks fisker ble ettørtørket i klimaskap, og seks fisker ble undersøkt for mikrobiell aktivitet.

Det ble ikke ansett ideelt for kvaliteten på fisken at temperaturen var såpass høy i begynnelsen av tørkeperioden.

I løpet av de første 21 døgnene er 66 % av vannet fjernet mot vel 70 % forrige år.

Fisken som ble hengt i klimaskapene er tørket lite som følge av at luffuktigheten er holdt høy. Den tilsvarende effekten vises på fisken som ble tørket i klimaskap i 2007 vs. 2006. Ved at luffuktigheten er økt med 10 % (fra 70 % til 80 %) er tørkehastigheten halvert.

Sammenligning av perioden for 2006 og 2007

En sammenligning mellom 2006 og 2007 viser at temperaturen var høyere spesielt i siste del av mars i 2007 sammenlignet med 2006. Det var bedre tørkebetingelser i siste del av mars 2007 (tørrere luft), men med dårligere tørkebetingelser de 10 første dagene av april (fuktigere luft). Det vises til tabell 1 og tabell 2 i vedlegg 1.

Tabell 1 Sammenligning av tørkehastighet perioden mars – 10. april for 2006 og 2007

Gjennomsnitt	Røst 2006	Røst 2007	Klimaskap 2006	Klimaskap 2007
Antall tørkedøgn	27	17	27	17
Luftfuktighet, RF %	69	72	70	80
Lufttemperatur, °C	2,6	4	4	4
Kg vann/kg ts fjernet pr døgn (V/T)	0,099	0,134	0,081	0,076
V/T gjennomsnitt	2,73	3,3	3,15	3,35

Måleperioden for sesongen 2007 er kortere enn for 2006, og fisken er derfor mindre tørr (53 % av vannet er fjernet mot 73 % i 2006 frem til måletidspunktet).

2.2 Periode 2 11. april – 25. april

Temperatur

Temperaturen varierte mellom -1,4 °C og 12,1 °C i perioden 12. april til 25. april.. Gjennomsnittstemperaturen var på 6 °C. Det er en økning på 2 °C sammenlignet med første periode.

Luftfuktighet

Luftfuktigheten varierte mellom 51 % (om dagen), og 100 % (om natten), med en gjennomsnittlig luftfuktighet på 79 %.

Prøveuttak

Det ble gjort et uttak av 12 fisk, mottatt 25. april, for ettertørrking. 6 fisk ble tatt ut for mikrobiell analyse. Dette arbeidet er rapportert separat. (Bjørkevoll m.fl., 2008).

Sammenligning av perioden for 2006 og 2007

Målingene for 2006 og 2007 går begge over 13 dager. I og med at forsøkene startet 14 dager tidligere i 2006 er denne fisken tørrere og tørkehastigheten skal i utgangspunktet være redusert ved like klimatiske betingelser.

Fisken som ble hengt i klimaskapene er tørket lite som følge av at luftfuktigheten er holdt høy. Den tilsvarende effekten vises på fisken som ble tørket i klimaskap i 2007 vs 2006. Ved at luftfuktigheten er økt med 10 % (fra 70 % til 80 %) er tørkehastigheten redusert, selv om tørkingen er kommet kortere enn foregående år.

Målingene viser høyere gjennomsnittstemperatur for 2006 sammenlignet med 2007 i denne perioden.

Det var også bedre tørkebetingelser i 2006 (tørrere luft). For detaljer vises til tabell 3 og tabell 4 i vedlegg 1.

Tabell 2 Sammenligning av tørkehastighet i perioden 11. april – 25. april for 2006 og 2007

Gjennomsnitt	Røst 2006	Røst 2007	Klimaskap 2006	Klimaskap 2007
Antall tørkedøgn	*15/42	15/32	15/42	15/32
Luftfuktighet, RF %	75	77	70	80
Lufttemperatur, °C	6,7	6,1	4	4
Kg v/kg ts fjernet pr døgn	0,055	0,046	0,046	0,045
V/T gjennomsnitt	1,04	1,61	1,4	2,26

* 15/42: 15 døgnstørketid i perioden. 42 døgnstørketid.

Fisken fra uttaket i 2006 var kommet lengre i tørkeprosessen enn fisken fra 2007. 90 % av alt vannet var fjernet i 2006 uttaket, mens 70 % av vannet var fjernet i 2007 uttaket. Gunstigere tørkebetingelser i 2006 (tørrere luft) gjorde at fisken likevel tørket raskere.

Luftfuktigheten påvirker fortsatt tørkehastigheten sterkt. Det viser sammenligningene mellom fiskene som er tørket i klimaskap. Ved siste måling (25. april, 2007) var 43 % av vannet fjernet i fisken som ble tørket i klimaskapet ved 80 % luftfuktighet. Ved de tilsvarende målingene i 2006 var 72 % av vannet fjernet. Selv med en fuktigere fisk (2006) er tørkehastigheten svakt høyere enn for fisken som ble tørket i 2007.

2.3 Periode 3 26. april – 10. mai

Temperatur

Temperaturen varierte mellom 2,7 °C og 15 °C i perioden 25. april til 10. mai. Gjennomsnittstemperaturen var på 6,8 °C. Det er en økning på 1 °C sammenlignet med andre periode.

Luftfuktighet

Luftfuktigheten varierte mellom 43 % (om dagen), og 100 % (om natten), med en gjennomsnittlig luftfuktighet på 78 %.

Prøveuttak

Det ble gjort et uttak av 12 fisk, mottatt 9. mai. Av disse ble 6 fisk ble tatt ut for mikrobiell analyse.

Sammenligning av perioden for 2006 og 2007.

Målingene for 2006 går over 13 dager, mens målingene for 2007 går over 14 dager. I og med at forsøkene startet 14 dager tidligere i 2006 er denne fisken tørrere og tørkehastigheten skal i utgangspunktet være redusert ved like klimatiske betingelser. Dersom vi tar utgangspunkt i det totale antall tørkedøgn, vil tallene fra Røst i 2007 kunne sammenlignes med periode 2 for 2006. Det viser at tørkingen har tatt ca 14 dager lengre i 2007 på dette tidspunktet. Det er mindre forskjeller mellom kontrolltørkingen i klimaskapet selv om luftfuktigheten er 10 % høyere.

En sammenligning mellom 2006 og 2007 viser at gjennomsnittstemperaturen i perioden var høyere i 2006 sammenlignet med 2007. Det var også bedre tørkebetingelser i 2006 (tørrere luft). For detaljer vises til tabell 5 og tabell 6 i vedlegg 1.

Tabell 3 Sammenligning av tørkehastighet perioden 26. april – 9. mai for 2006 og 2007

Gjennomsnitt	Røst 2006	Røst 2007	Klimaskap 2006	Klimaskap 2007
Antall tørkedøgn	*13/55	14/46	13/55	14/46
Luftfuktighet, RF %	73	77	70	80
Lufttemperatur, °C	9	6,5	4	4
Kg v/kg ts fjernet pr døgn	0,01	0,027	0,042	0,082
V/T gjennomsnitt	0,63	1,07	1	1,4

*13/55: 13 døgnstørketid i perioden. 55 døgnst hengetid.

Tørkeforholdene i denne perioden er dårligere enn tilsvarende periode i 2006.

Fisken fra uttaket i 2006 var på dette tidspunktet tilnærmet ferdig tørket. Fisken fra 2007 tørker langsommere sammenlignet med fisk fra forrige sesong med tilsvarende tørrhet. Høyere luftfuktighet og lavere temperaturer bidrar til en mer langsom tørking.

2.4 Periode 4 11. mai – 31. mai

Temperatur

Temperaturen varierte mellom 4 °C og 21 °C i perioden. Gjennomsnittstemperaturen var på 9,5 °C. Det er en økning på 2,7 °C sammenlignet med tredje periode.

Luftfuktighet

Luftfuktigheten varierte mellom 35 % (om dagen), og 92 % (om natten), med en gjennomsnittlig luftfuktighet på 72 %.

Prøveuttak

Det ble gjort et uttak av 12 fisk, mottatt 30. mai. Av disse ble 6 fisk ble tatt ut for mikrobiell analyse.

Fisken fra Røst var nesten ferdig tørket, selv om den fortsatt var rå ved ryggbeinet.

Sammenligning av perioden for 2006 og 2007

En sammenligning mellom 2006 og 2007 viser at tørkebetingelsene har vært forholdsvis like i denne perioden. For detaljer vises til tabell 7 og tabell 8 i vedlegg 1.

Tabell 4 Sammenligning av tørkehastighet perioden 11. mai – 31. mai for 2006 og 2007

Gjennomsnitt	Røst 2006	Røst 2007	Klimaskap 2006	Klimaskap 2007
Antall tørkedøgn	*24/79	21/65	24/79	21/65
Luftfuktighet, RF %	72	72	70	80
Lufttemperatur, °C	9	9,5	4	4
Kg v/kg ts fjernet pr døgn	0,0054	0,02	0,021	0,024
V/T gjennomsnitt	0,37	0,67	0,6	0,85

*24/79: 24 døgn tørketid i perioden. 79 døgn etter henging

Fisken fra uttaket i 2006 var på dette tidspunktet ferdig tørket. Fisken fra 2007 tørker raskere sammenlignet med fisk fra forrige sesong fordi fisken er fuktigere.

2.5 Periode 5 1. juni – 3. juli

Temperatur

Temperaturen varierte mellom 5,8 °C og 28 °C i perioden. Gjennomsnittstemperaturen var på 10,9 °C. Det er en økning på 1,4 °C sammenlignet med fjerde periode.

Luftfuktighet

Luftfuktigheten varierte mellom 28 % (om dagen), og 100 % (om natten), med en gjennomsnittlig luftfuktighet på 71 %.

Prøveuttak

Det ble gjort et uttak av 16 fisk, mottatt 3. juli. Denne fisken var ferdig tørket.

Fisken fra Røst var nesten ferdig tørket.

Sammenligning av perioden for 2006 og 2007

En sammenligning mellom 2006 og 2007 viser at temperaturen i juni 2007 var 2 grader høyere sammenlignet med juni 2006. Samtidig var juni 2007 tørrere enn samme måned i 2006. For detaljer vises til tabell 9 og tabell 10 i vedlegg 1.

Tabell 5 Sammenligning av tørkehastighet perioden 10. mai – 31. mai for 2006 og 2007

Gjennomsnitt	Røst 2006	Røst 2007	Klimaskap 2006	Klimaskap 2007
Antall tørkedøgn	*33/112	33/98	33/112	33/98
Luftfuktighet, RF %	79	72	80	80
Lufttemperatur, °C	10,8	12,8	4	4
Kg v/kg ts fjernet pr døgn	0,003	0,007	0,003	0,009
V/T gjennomsnitt	0,3	0,3	0,35	0,53

*33/112: 33 døgn tørketid i perioden. 112 døgn etter henging.

Fisken fra uttaket i 2006 og 2007 var på dette tidspunktet ferdig tørket.

2.6 Periode 6 4. juli – 23. juli

Fisken ble tatt inn på lager i denne perioden.

Temperatur

Temperaturen varierte mellom 10,8 °C og 21 °C i perioden. Gjennomsnittstemperaturen var på 11,2 °C. Det er en økning på 0,3 °C sammenlignet med femte periode.

Luftfuktighet

Luftfuktigheten varierte mellom 63 % (om dagen), og 87 % (om natten), med en gjennomsnittlig luftfuktighet på 77 %.

Prøveuttak

Det ble gjort et uttak av 8 fisk, mottatt 23. juli. Denne fisken var ferdig tørket. Fisken som ble tørket i klimaskapet for kontroll hadde fått et vanninnhold på 27 % som regnes som ferdig tørket.

3 Solstråling og oppvarming av fisk

Utgangspunktet for forsøket var at vi ønsket å måle i hvor stor grad fisken ble varmet opp gjennom solstråling, og hvorvidt hengeretningen på fisken hadde betydning for oppvarmingen. Ryggen på fisken er mørkere enn buken. Dette kan bidra til sterkere absorpsjon av varme når ryggen henger mot sør. Samtidig kan en fisk med buken hengende mot sør bidra til at bukpartiet og tilsvarende ryggbein og tykkfisk tørker raskere.

Det ble derfor gjennomført forsøk der fire fisker ble hengt med ryggen mot sør, mens fire fisker ble hengt med buken mot sør. Temperaturen i tykkfisken, og omgivelsestemperaturen ble målt.



Bilde 1 Opplegg for måling av temperatur i fisken

I denne perioden ble temperaturen i luften og i fisken målt. Målingene foregikk i samme hjell, og fisk som hang med ryggen mot sør henholdsvis mot nord, hang ved siden av hverandre. Målingene i fisken ble gjort ca 10 cm inne i fisken, bak ryggbeinet.

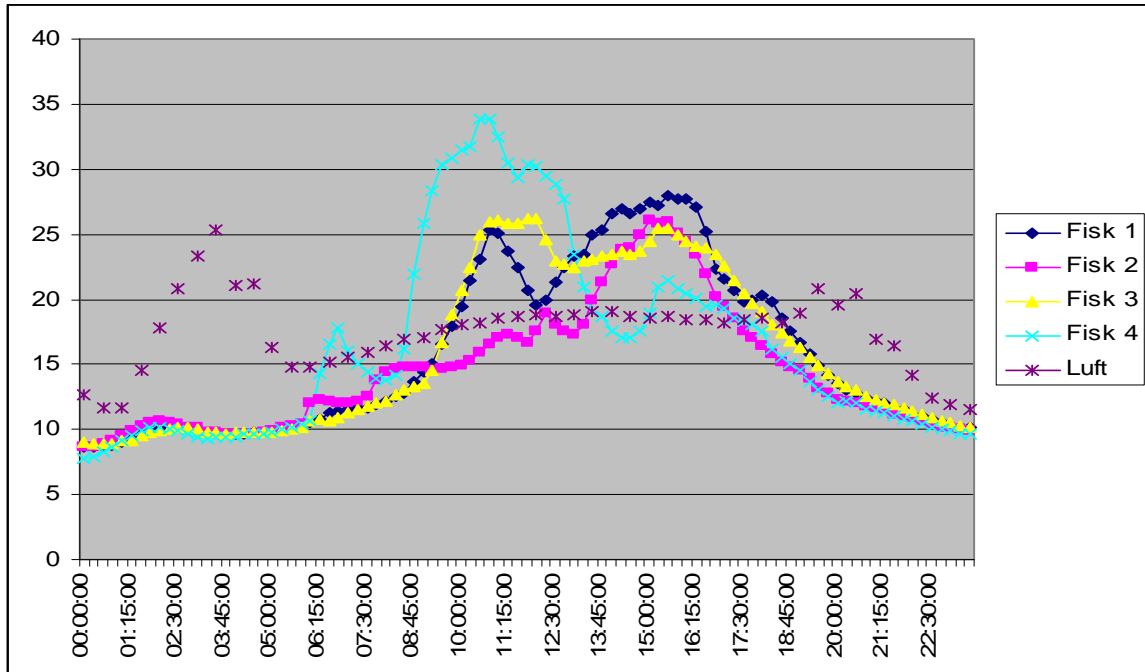
Detaljer fra målingene er vist i vedlegg 2.

Figurene i vedlegg 2 viser maksimums-, minimums- og gjennomsnittstemperaturen for 10 dagers perioder. Fisken og målerne ble tatt inn på lager tidlig i juli.

3.1 Rygg mot sør

Fisk som ble hengt med ryggen mot sør utviklet seg fargemessig jevnt, ved at bleikingen av fisken var lik på begge sider. Høyeste temperatur som ble målt i fisken var 37,1 °C. Det er 10 °C høyere enn høyeste utetemperatur som ble målt.

Følgende figur viser en tilfeldig valgt dato (2. juni) hvor temperaturutviklingen i fisk og i luft er registrert.

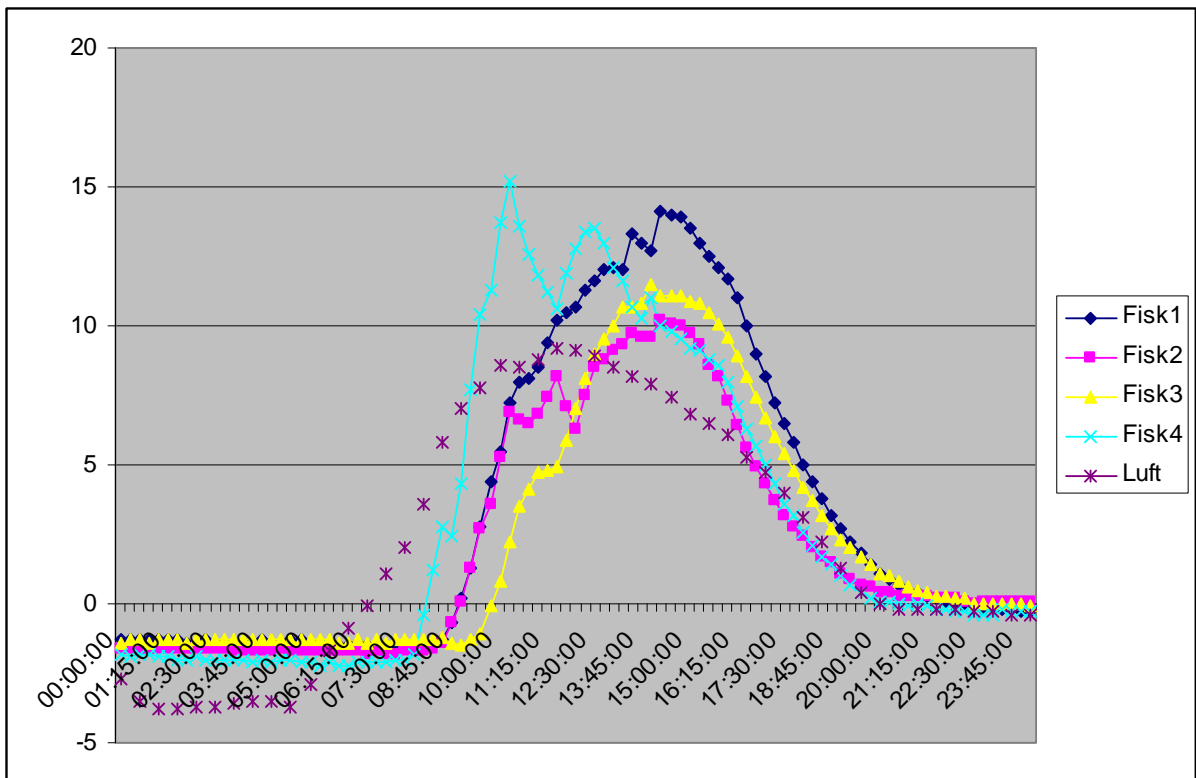


Figur 1 Døgnvariasjoner i lufttemperatur og temperatur i fisken

Mellom klokken 0100 og 0500 er den målte utemperaturen høy. Det kan skyldes innstråling på måleren. Figuren viser imidlertid to forhold som er interessante. Kjernetemperaturen i fisken varierer sterkt ved samme tidspunkt. For eksempel er temperaturen i "fisk 4" 34 °C mens temperaturen i "fisk 2" er 16 °C på det samme tidspunktet. Lufttemperaturen er 18 °C. I perioden mellom klokken 0900 og 1800 er kjernetemperaturene høyere enn lufttemperaturen. Denne forskjellen kan bare skyldes effekten av solstråling og oppvarming av fisken.

De store forskjellene mellom enkeltfisk kan både skyldes tilfeldig skyggevirking, men også forskjeller i mikroklima (trekk).

Tilsvarende er det gjort en sammenligning i en periode med lave temperaturer (9. april).

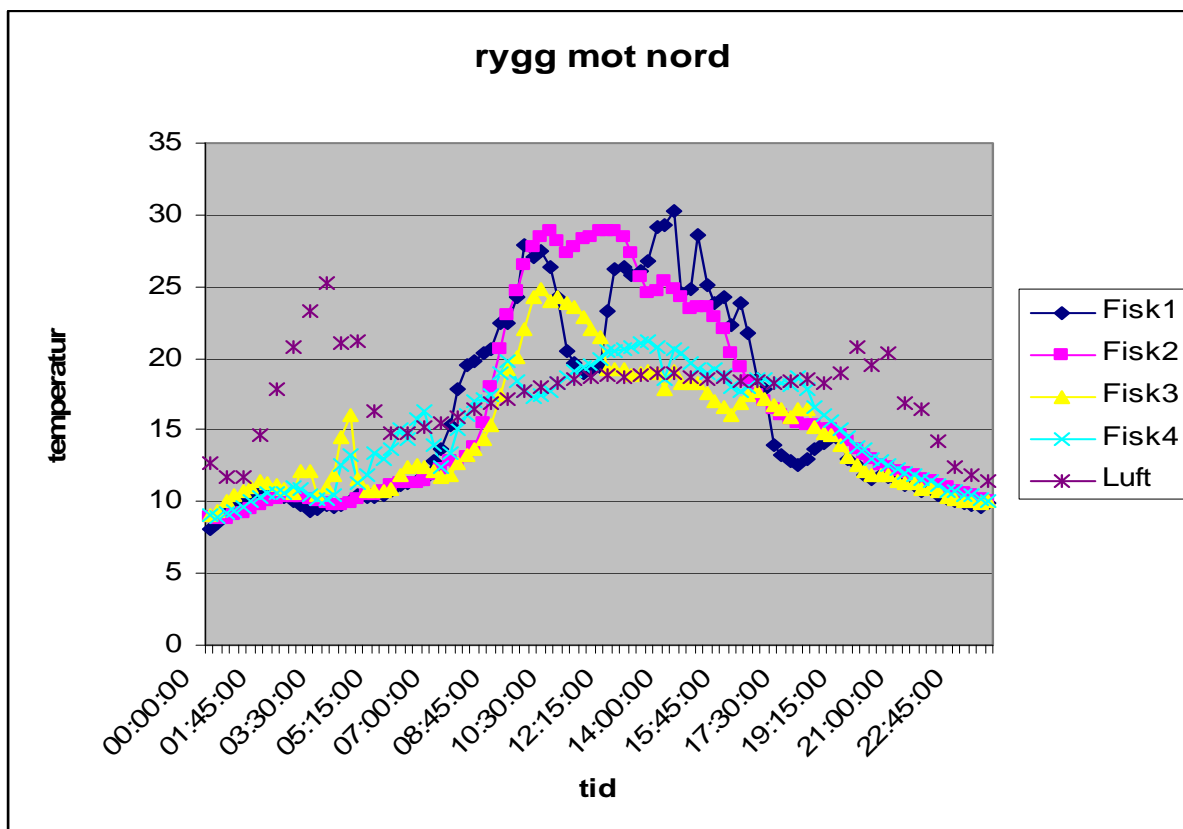


Figur 2 Døgnvariasjoner i lufttemperatur og i fisken tidlig i sesongen

Fiskene ble kjølt ned/delvis frosset over en periode på 6 timer. Lufttemperaturen passerte 0 °C kl. 0630, mens det gikk ca 3 timer før temperaturen i fisken passerte 0 °C. Selv såpass tidlig i sesongen var effekten av soloppvarming merkbar. Mens lufttemperaturen ikke kom over 9 °C, ble det registrert temperaturer inne i fisken på 15 °C.

3.2 Rygg mot nord

Fisken som ble hengt med ryggen mot nord, bleknet ujevnt, ved at den siden som fikk ettermiddagssol (mot vest) ble bleknet mer enn den siden som vendte mot øst.



Figur 3 Døgnvariasjoner i temperatur i fisk som har hengt med rygg mot sør

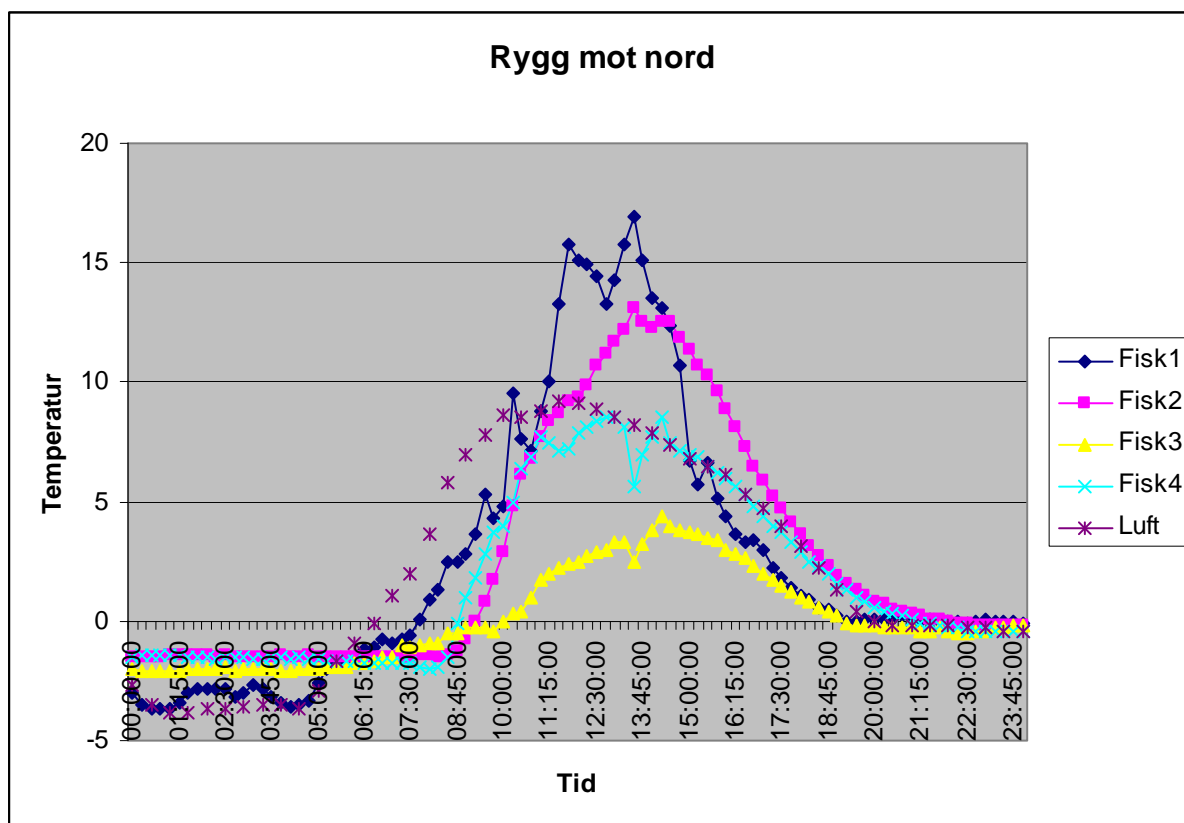
Når vi sammenligner gjennomsnittstemperaturene i fisk som har hengt med ryggen mot sør og ryggen mot nord, er det ubetydelige forskjeller. Dette fremgår av tabell 6 som viser gjennomsnittlige temperaturlastninger på åtte fisker med ulik hengeretning målt over ett døgn.

Forskjellene i maksimaltemperaturer som er målt i enkeltfisk på samme tidspunkt er større. Det vises her til vedlegg 2, figur 4. Forskjellene kan skyldes tilfeldigheter (lys/skygge) og forskjellig grad av kjøling (vindtrekk).

Tabell 6 Gjennomsnittstemperaturer målt i fisk som har hengt med rygg mot sør, og rygg mot nord (Målt 2. juni 2007)

Kjernetemperaturer i fisk målt 2. juni 2007				
Rygg mot sør	Fisk nr 1	Fisk nr 2	Fisk nr 3	Fisk nr 4
Døgngjennomsnitt, °C.	15,8	14,4	15,8	16,4
Rygg mot nord	Fisk nr 5	Fisk nr 6	Fisk nr 7	Fisk nr 8
Døgngjennomsnitt, °C.	16,1	16,4	14,8	15,1

Også tidlig i sesongen kan solen gi en forholdsvis sterk oppvarming av fisken. Det vises her til fig. 4. hvor målingene er foretatt 9. april. For eksempel er temperaturen i en fisk på 17 °C kl. 1330, som var 9 °C over lufttemperaturen, mens en fisk holdt lavere temperatur enn lufttemperaturen gjennom hele dagen. Forskjellen skyldtes sannsynligvis at fisken var delvis frosset gjennom natten.



Figur 4 Døgnvariasjoner i fisk som har hengt med rygg mot nord tidlig i sesongen

Figuren viser tilsvarende hvordan temperaturen endret seg i fisken gjennom døgnet 9. april.

Tidlig i sesongen synes fisk som har hengt med ryggen mot nord å være mer utsatt for frost enn fisk som har hengt med ryggen mot sør.

Mens det ikke ble målt temperaturer lavere enn -2,2 °C i fisk som ble hengt med ryggen mot sør, er det i fisk som har hengt med ryggen mot nord registrert temperaturer på -3,8 °C i fiskekjøttet bak ryggbeinet.

Ved sammenligning av gjennomsnittstemperaturene i de 8 fiskene på dette tidspunktet synes det som om fisken som hang med ryggen mot nord ble sterkere nedkjølt enn fisken som hang med ryggen mot sør. Det vises her til tabell 7.

Tabell 7 Gjennomsnittstemperaturer målt i fisk som har hengt med rygg mot sør, og rygg mot nord (Målt 9. april 2007)

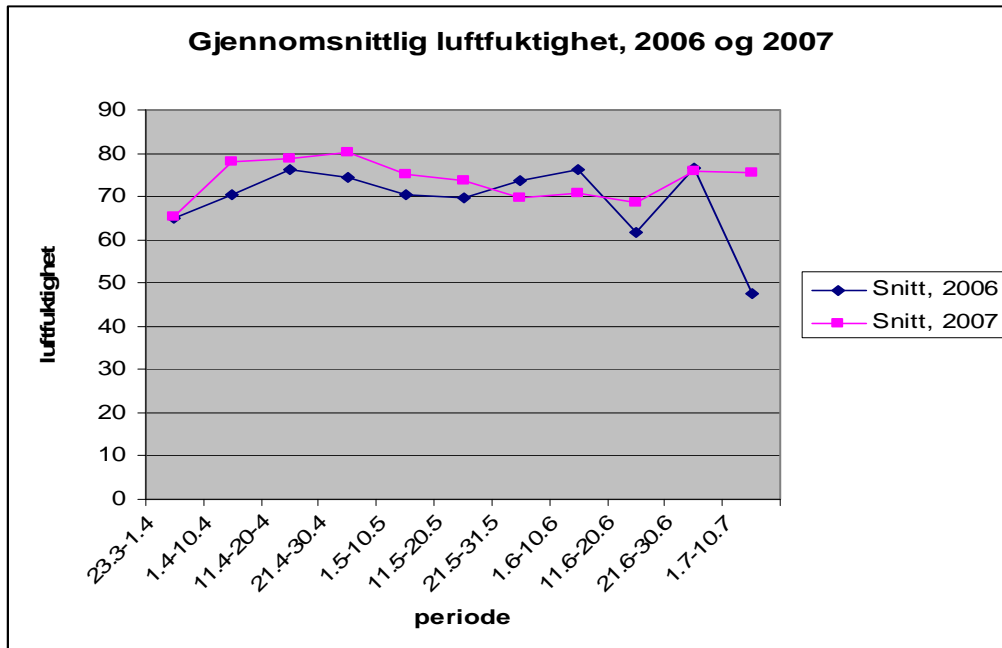
Kjernetemperaturer i fisk målt 9. april 2007				
Rygg mot sør	Fisk nr 1	Fisk nr 2	Fisk nr 3	Fisk nr 4
Døgngjennomsnitt, °C.	3,8	3,9	3,8	3,8
Rygg mot nord	Fisk nr 5	Fisk nr 6	Fisk nr 7	Fisk nr 8
Døgngjennomsnitt, °C.	2,5	2,7	0,1	1,8

I motsetning til målingene gjort i juni indikerer tabellen at fisk som har hengt med ryggen mot sør er sterkere varmet opp enn fisk som har hengt med ryggen mot nord. Forskjellene kan være tilfeldige, men kan også skyldes at fiskeryggen er mindre bleknet tidlig i sesongen, og derfor absorberer sol lettere.

4 Sammenligning av tørkesesongen 2006 og 2007

I det følgende er sesongene sammenlignet ut fra hvor mange døgn fisken har hengt. Sammenligningen bygger på data fra Røst.

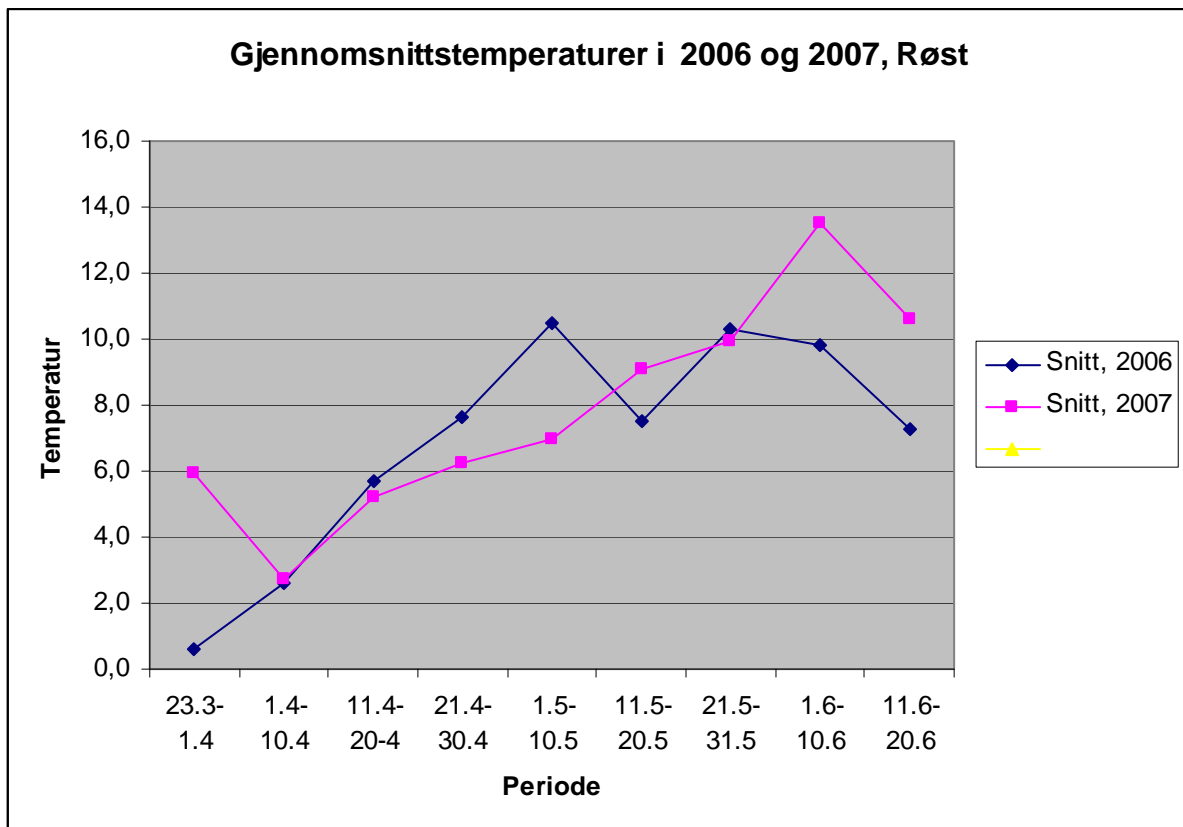
4.1 Klimatiske sammenligninger



Figur 5 Gjennomsnittlig luftfuktighet gjennom sesongene 2006 og 2007

Figuren indikerer at tørkeforholdene tidlig i sesongen var bedre (tørre luft) i 2006 sammenlignet med 2007.

I 2006 valgte vi å henge fisken som ble benyttet i forsøkene ca 10. mars. Mellom 10. og 20. mars var luftfuktigheten forholdsvis høy, (83 % gjennomsnittlig).



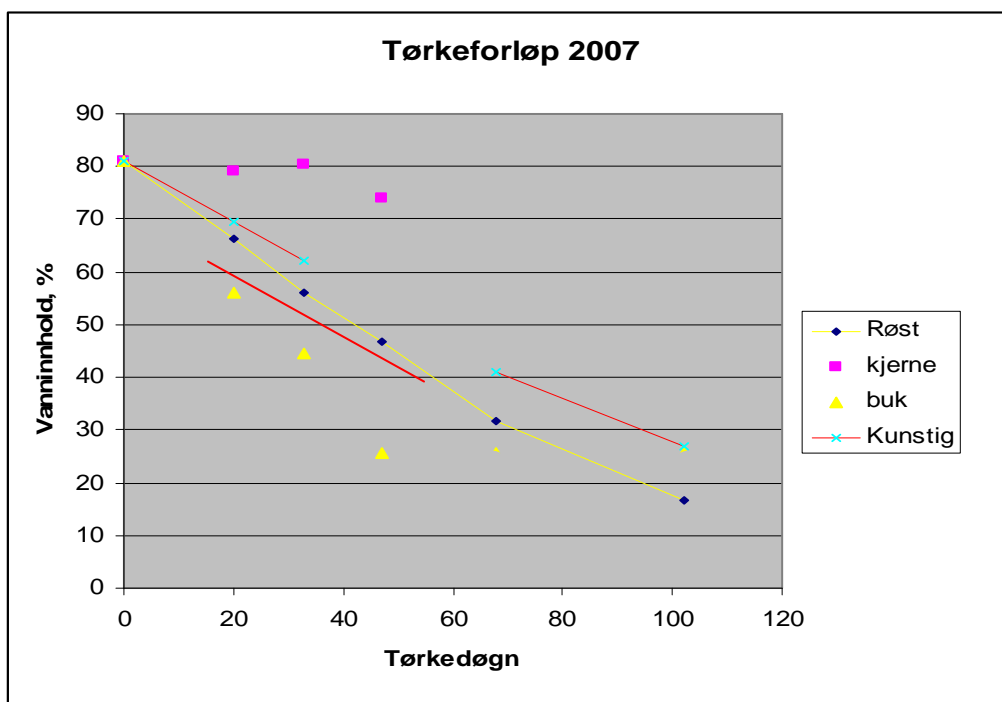
Figur 6 Gjennomsnittstemperaturer gjennom sesongene 2006 og 2007

Tidlig i sesongen (mars) og i juni var det varmere i 2007 sammenlignet med 2006. I perioden april-mai var forholdene nokså like. I 2006 valgte vi å henge fisken som ble benyttet i forsøkene ca 10. mars. Mellom 10. og 20. mars var temperaturene lave (1,8 °C gjennomsnittlig)

4.2 Tørkeforløpet

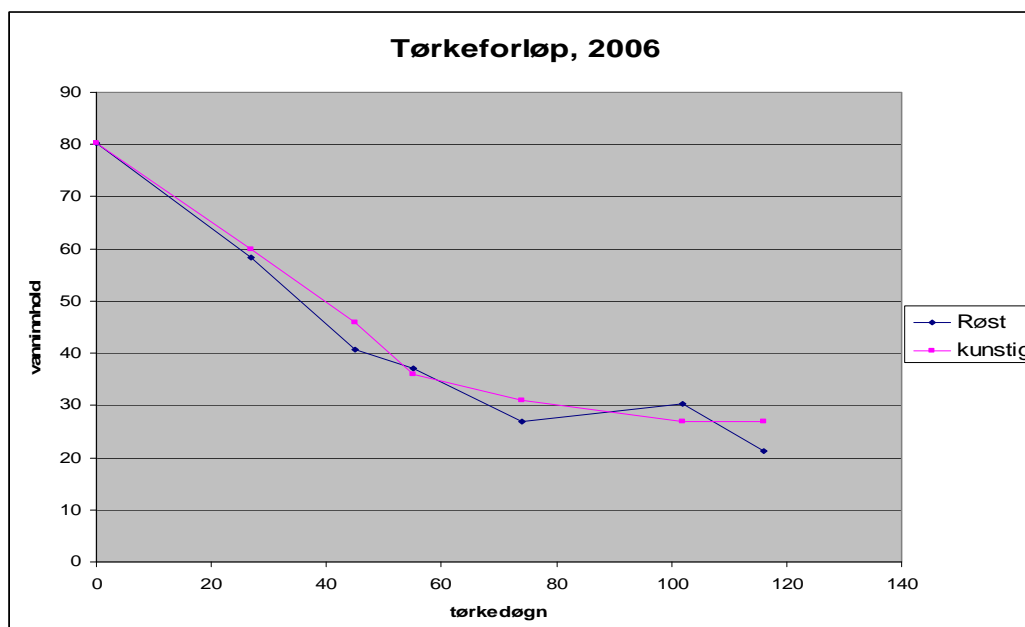
Figur 7. viser hvordan vanninnholdet i fisken utviklet seg gjennom hengesesongen.

Etter 50 døgn er 80 % av alt vannet fjernet i fisken. Vanninnholdet i kjernen er imidlertid fortsatt høyt, og her har tørkingen så vidt startet. Vanninnholdet i tykkfisken er i praksis uendret de første 30 tørkedøgnene, og begynner først å gå merkbart ned etter 50 døgn.



Figur 7 Tørkeforløpet i ulike deler av fisken gjennom sesongen

Det ble lagt inn en kontrolltørking i Tromsø der luftfuktigheten ble holdt konstant på 80 %, og der temperaturen var 4 °C i hele perioden. Effekten av den høye fuktigheten er at fisken tørker langsommere. Det tar ca 30 dager lengre tid å tørke fisken sammenlignet med tørkeforløpet på Røst.



Figur 8 Tørkeforløpet for sesongen 2006

Ved sammenligning av figur 7 og figur 8 ser vi at fiskene tørket noe raskere i 2006 enn i 2007. Etter 50 tørkedøgn var vanninnholdet under 40 % i 2006, mot 45 % i 2007. Forskjellene er imidlertid små.

I 2007 ble den kunstige tørkingen gjennomført ved 4 °C med 80 % luftfuktighet. I 2006 ble det valgt å holde luftfuktigheten på 70 % de første 90 dagene, hvorefter luftfuktigheten ble justert til 80 % for å stabilisere fisken.

Ved sammenligning av tørkeforløpene der fisken ble tørket kunstig, ser vi at det tok ca 70 døgn å tørke fisken ned til 40 % vanninnhold når luftfuktigheten ble holdt på 80 %, mot 50 døgn når luftfuktigheten ble holdt på 70 %.

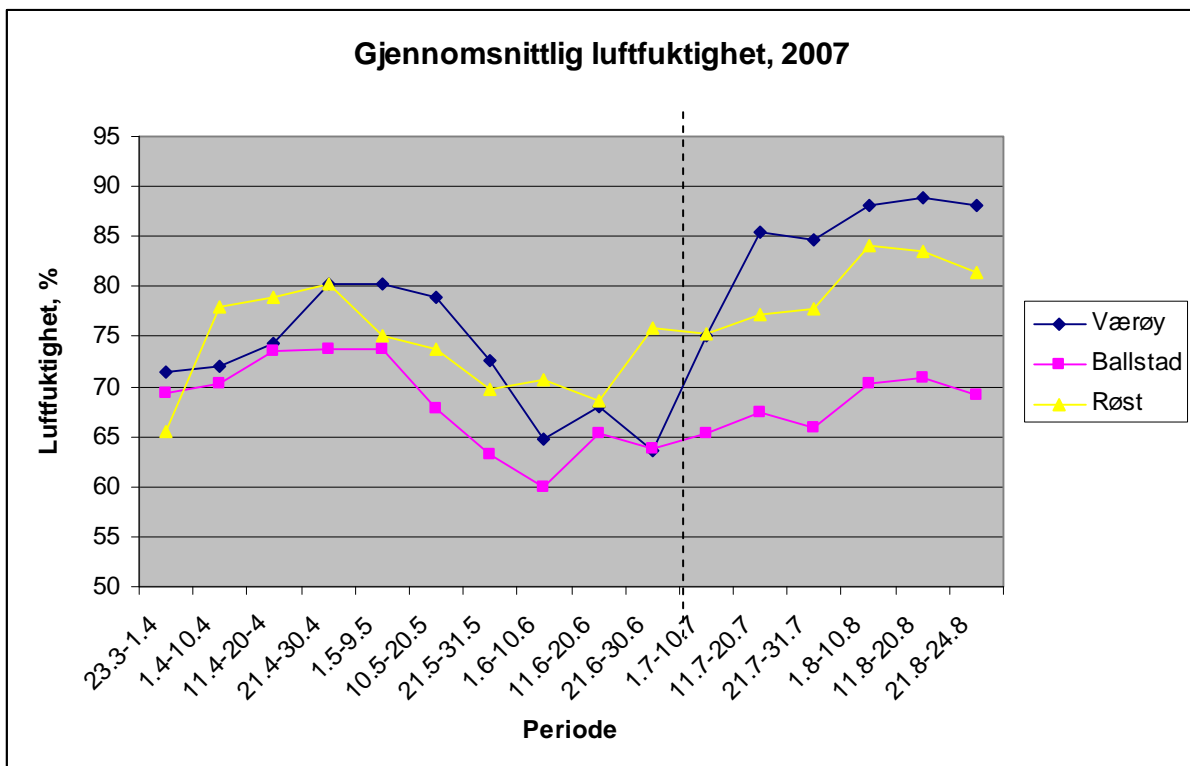
Forskjellene mellom 2006 og 2007 tilsvarer forskjeller i tørketider mellom 7 og 10 dager i første del av sesongen, og enda 10 dager ved den kunstige tørkingen. Som det fremgår av kap. 6 har imidlertid denne forskjellen påvirket kvaliteten sterkt.

5 Regionale forskjeller

Hovedtyngden av forsøkene sesongen 2007 ble gjennomført på Røst.

Det ble samtidig gjennomført uavhengige serier på Værøy og på Ballstad, for å få dokumentert eventuelle forskjeller i klimatiske betingelser, og konsekvensen av dette på tørkehastighet, og kvalitet på sluttproduktet. Loggerne fulgte fisken gjennom hele produksjonssyklusen, fra hjell, til lager og deretter for analyse i Tromsø.

Følgende figur viser hvordan luftfuktigheten har variert gjennom sesongen på Røst, Værøy og Ballstad.

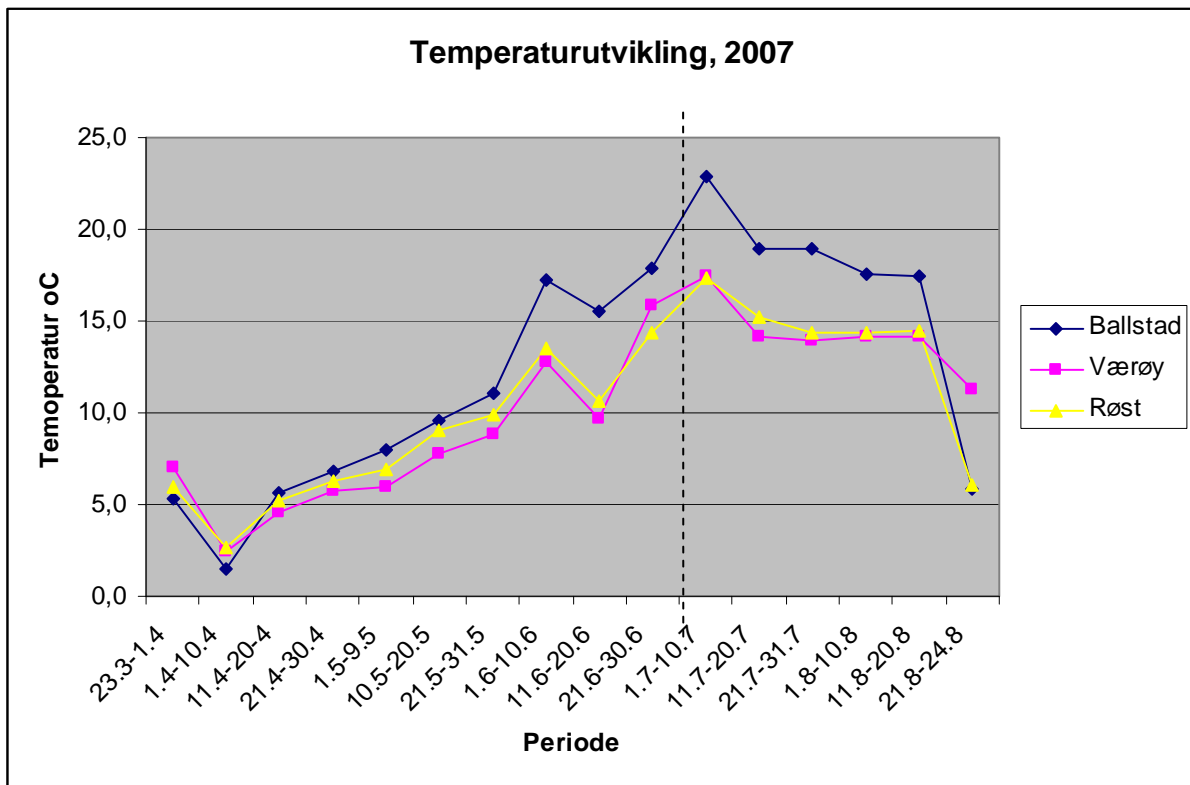


Figur 9 Sammenligning av luftfuktighet mellom Værøy, Røst og Ballstad, sesongen 2007

Figuren viser at luftfuktigheten har vært nær 10 % lavere på Ballstad sammenlignet med Røst og Værøy. Dette skulle tilsi raskere tørking av fisken. Mellom 15. juni og 1. juli ble fisken tatt inn på lager på de tre stedene. Her har også luftfuktigheten vært lav på Ballstad, hvilket normalt vil medføre en overtørket fisk.

Sammenlignet med Værøy og Røst, viser målingene på Ballstad også større variasjoner i temperatur. Både med hensyn til frost, og registrerte maksimaltemperaturer. Høyeste temperatur som er registrert kan også skyldes solstråling, selv om loggerne ble forsøkt plassert på skyggesiden på stolpene. Mens gjennomsnittstemperaturen så vidt var over 10 °C en kort periode, var den over 15 °C fra tidlig juni og utover på Ballstad.

Ved den etterfølgende vrakingen kom fisken fra Ballstad dårligst ut. Det kan her synes som om temperaturutviklingen har slått negativt ut.



Figur 10 Sammenligning av lufttemperaturer mellom Værøy, Røst og Ballstad, sesongen 2007

Som figuren viser er det små forskjeller mellom Værøy og Røst.

Bortsett fra tidlig i perioden har det vært varmere på Ballstad enn på de to andre stedene.

Ut fra det som tidligere er registrert i forhold til sammenhengen mellom vanninnholdet i ferdig tørket fisk, og lagertemperatur og fuktighet, synes det som om det er behov for å senke temperaturen på alle tre lagrene.

6 Kvalitet på ferdig tørket fisk

Fisken som ble tørket på Værøy, Røst og Ballstad ble vraket i Tromsø tidlig september 2007.

Erfaringene så langt tyder på at tørkehastigheten spesielt de første 40 døgnene er viktig for sluttkvaliteten på fisken. I det følgende er derfor kvaliteten vurdert opp mot hvordan tørkeprosessen har forløpt.

Det bemerkes at det ble gjort indikasjoner på mucoso for en stor del av fisken i 2007, mens dette ikke var tilfelle for 2006 sesongen.

Fisk som var tatt tidligst inn og ettertørket ved høy fuktighet ble vurdert til dårligere kvalitet, og med høyere mucosoinnhold enn den fisken som hadde hatt de beste tørkebetingelsene.

Tabell 8 Vrakernes vurdering av kvalitet

Røst	Uttak 1 *17 dager	Uttak 2 32 dager	Uttak 3 46 dager	Uttak 4 65 dager	Uttak 5 98 dager	Uttak 6 118 dager	Uttak 7 159 dager
Prima	14	35	43	43	55	33	38
Sekunda	57	40	52	48	45	46	46
Typo B	29	25	5	10	9	21	17
Hengedøgn til 28 % vann	120	81	70	75	75	75	75
Vann % ved mottak	66	56	47	31	17	18	13

*17 dager, 32 dager etc., viser til hvor mange døgn fisken har hengt på Røst før den ble tatt til Tromsø for ettertørking.

Det synes som om fisken fra uttakene tre til fem har bedre kvalitet enn uttakene en, to, seks og syv. Dette samsvarer med de erfaringene som ble gjort i 2006. Forklaringen kan være at kvaliteten på de første uttakene er redusert fordi ettertørkingen foregikk langsomt, og fordi fisken hadde mørkere skinn, mens fisken fra de siste uttakene kan være varmet sterkere opp, og gjennom dette har fått redusert kvalitet.

Tabell 9 Sammenstilling av kvalitetsvurdering, tørrhet, lukt og farge

Serie	Tørrhet	Farge	Lukt	Mucoso
A - 17 døgn	7,5	2,6	3,3	90 %
B- 32 døgn	6,7	5,5	4,5	70 %
C- 46 døgn	7,1	5,5	5	60 %
D- 65 døgn	7,7	6,2	6	40 %
E- 98 døgn	7,9	6,9	7,2	30 %
F-118 døgn	7,7	4,6	7,7	10 %
G-159 døgn	8,3	6,9	5,6	40 %
H-159 døgn	8,2	7,2	5,6	20 %
Referanse				100 %

Tørrhet, farge og lukt ble vurdert etter en skala fra 0 til 10, der 10 er ekstremt tørr, meget god farge og meget god lukt.

Den høyeste andelen av mucoso ble funnet på fisk som er tatt inn tidlig, og ettertørket kunstig. Denne fisken har tørket langsommere enn fisk tatt inn senere enn etter 60 døgn henging.

Vrakernes kommentarer til fisken med hensyn til mucoso angis hvor minst to av tre vrakere har indikert dette.

Vrakernes vurdering av mucosoinnholdet var som følger:

Serie A: Mucosoindikasjoner på 6 av 7 fisk.

Serie B: Mucosoindikasjoner (LITT) på 5 av 7 fisk.

Serie C: Mucosoindikasjoner (LITT) på 4 av 7 fisk.

Serie D: Mucoso på en fisk. Indikasjoner (LITT) på 3 av 7 fisk.

Serie E: Mucoso på 1 fisk, indikasjoner (LITT) på 2 av 7 fisk.

Serie F: Mucoso på 2 fisk, indikasjoner (LITT) på 1 av 7 fisk.

Serie G: Mucoso på 1 fisk, mucosoindikasjoner på 3 av 7 fisk.

Serie H: Mucosoindikasjoner (LITT) på 3 av 14 fisk.

Ballstad: Mucoso på 1 fisk, indikasjoner på 4 av 10 fisk.

Værøy: Mucoso på 1 fisk.

Kunstig tørket fisk. Det ble funnet mucoso på begge fiskene.

7 Diskusjon og konklusjon

Prosjektet har som mål å avklare hvordan tørkebetingelser og etterlagring påvirker kvalitet og utbytte ved produksjon av tørrfisk.

Tidligere arbeider

I tidligere rapporter (Tidemann, 2006 og Tidemann, 2008) er det vist at produksjonsutbyttet påvirkes avgjørende av lagringsbetingelsene. Her er lagringstemperaturer på 4 °C optimalt når luftfuktigheten holdes på 80 %.

Det er også vist at selv ved høye luftfuktigheter vil det ikke utvikles soppdannelse av betydning ved luftfuktighet på 80 % og ved lav temperatur.

Bakterier og luktkomponenter; egen rapportering

Det er vist at det er en bakteriegruppe, psykrobakter (Bjørkevoll m.fl., 2008) som dominerer under produksjonen av tørrfisk, og at det finnes spesielt høye mengder av denne gruppen i mucosutsatte områder. Felles for psykrobakter er at de trives ved lave temperaturer. Psychrobacter-slekten hører under familien Moraxellacea og ordenen Pseudomonadales (som Pseudomonas) Denne bakterien synes derfor å være særlig vel tilpasset det mikrobielle miljøet som eksisterer i tørkende fisk i form av proteinrikt substrat med lav vannaktivitet.

De undersøkelsene som vi har gjort for å identifisere flyktige komponenter, indikerer at de flyktige komponentene som er dannet i løpet av de tre første uttakene er dannet av bakterier, mens de flyktige komponentene fra de siste uttakene er kjemisk dannet gjennom oksydasjon (Solvang og Mjøs, 2007).

Klimatiske forskjeller

Det er gjort sammenlignende målinger mellom Værøy, Røst og Ballstad. Det er små forskjeller mellom Værøy og Røst, i Ballstad var det kaldere tidlig i sesongen (mars, tidlig april) og varmere mens fisken hang på hjell (sent april, mai og juni).

Temperatureksponering mens fisken henger på hjell

Det er vist at fisken kan varmes opp forholdsvis kraftig på dager med sol. Tidlig i april ble det for eksempel funnet at tykkfisken ble varmet opp til 17 °C når lufttemperaturen var 7 °C.

Senere i sesongen (2. juli) ble det registrert temperaturer nær 35 °C inne i fisken, med lufttemperaturer på 17 °C.

Det er også store forskjeller i temperaturendringer i fisk som henger ved siden av hverandre. Dette kan både skyldes tilfeldigheter i lys/skygge, og også forskjeller i vindtrekk/nedkjøling.

Tidlig i sesongen kan høy temperatur medføre at bakterieveksten øker. Senere i sesongen når vannaktiviteten reduseres, kan høye temperaturer bidra til andre reaksjoner som ikke nødvendigvis er forårsaket av bakterier.

Hengeretning

Det ble gjennomført en test der fire fisker ble hengt med ryggen mot sør, og fire fisker ble hengt med ryggen mot nord. Fisken som hang med ryggen mot nord ble lysere på den ene siden (vestvendt, ettermiddagssol), og det ble registrert større svingninger i temperatur inne i fisken. Anbefalt hengeretning synes derfor å være i forhold til nåværende praksis, med ryggen mot sør.

Tørkehastighet

Etter 14 døgn er 60 % av vannet som tørkes allerede fjernet. Tilsvarende er 75 % fjernet etter 30 døgn og 85 % fjernet etter 45 døgns hending. Fordelingen av vannet som er igjen i fisken er imidlertid svært ujevn under denne prosessen. Etter 30 døgn er vanninnholdet i tykkfisken fortsatt uforandret etter de målingene vi gjorde denne sesongen. Vanninnholdet i tykkfisken begynte først å bli merkbart redusert etter 45 døgn, hvor vanninnholdet ble målt til 75 % mot 80 % da fisken ble hengt. Fisken vil derfor være utsatt for kvalitetsreduksjoner som følge av sterk oppvarming og også økt mikrobiologisk aktivitet de første 50 døgnene.

Kvalitet og klima

Under sesongen 2007 tørket fisken langsommere enn i 2006. Parametrene for ettertørkingen i Tromsø ble i 2007 endret sammenlignet med 2006. I 2006 ble luftfuktigheten holdt på 70 % de første 90 døgnene, og deretter økt til 80 %, mens luftfuktigheten i 2007 ble holdt på 80 % gjennom hele forsøksperioden. Temperaturen ble holdt uforandret, på 4 °C. De største forskjellene i klima mellom 2006 og 2007 kan relateres til luftfuktighet.

Dette medførte at ettertørkingen tok lengre tid, og ved sluttkontrollen der tre vrakere fra Lofoten deltok, ble den tørkede fisken vurdert til å ha langt dårligere kvalitet enn i 2006. Det ble ikke påvist mucoso i 2006, men vrakerne fant en betydelig andel fisk med mucoso i 2007. Mest på de fiskene som det hadde tatt lengst tid å tørke. Andelen prima fisk var også betydelig lavere i 2007 sammenlignet med 2006.

Når har vi tørrfisk?

Det er interessant å merke seg at vrakernes vurdering av farge og lukt på fisken viser små endringer etter 50 døgns hengetid ute, etterfulgt av kunstig tørking. Den visuelle og sensoriske vurderingen som vrakerne gjorde sammenfaller også med de kjemiske analysene som ble gjort gjennom bruk av headspace analyser og identifisering av flyktige komponenter i fisken. (Solvang og Mjøs, 2007). Innholdet av sulfider som dimetylsulfid og trimetylsulfid (som dannes mikrobielt) er høyest de første 50 døgnene, for deretter å reduseres til et konstant nivå, mens innholdet av pyraziner som tradisjonelt finnes i varmebehandlede og stekte produkter, først finnes i betydelig omfang etter 50 døgn.

Fisk som har hengt ute i 50 døgn ser dermed ut til å ha de egenskapene som vi forventer av tørrfisk.

Ved målingene som ble gjort i 2006 så det ut til at fisk som hang lenge ute og dermed var eksponert for høyere temperaturer, fikk redusert kvalitet. Dette synes også å være tilfelle for de siste inntakene også i 2007, hvor andelen av typen B øker sammenlignet med tidligere uttak.

8 Referanser

Bjørkevold, I.; *Landfald, B.; *Ernstsen, M.H.; Joensen, S.; Tidemann, E; (2008) *Bakterievekst under naturtørking av tørrfisk. Sammenligning av normal- og mucosovev*. Rapport 8/2008, Nofima Marin.

Solvang M. og Mjøs, S.A. (2007) *Flyktige komponenter i tørrfisk*. Rapport 26/2007, Fiskeriforskning.

Tidemann E.:(2008) *Modning og lagring av tørrfisk. Sesongen 2006*. Rapport konfidensiell, Nofima Marin.

Tidemann E.; (2006) *Optimal lagring av tørrfisk*. Rapport konfidensiell, Fiskeriforskning.

VEDLEGG 1 Utvikling av tørkeprosessen, sesongen 2007

Tabell 1 Utvikling i tørkeprosessen. 24. mars – 10. april 2007

Registrering	Røst	Tromsø
Tørketid, døgn	17	17
Middeltemperatur, °C	4	4
Gjennomsnitt luftfuktighet, %	72	80
Vanninnhold, etter tørking, %	66,2	71
Mengde vann fjernet i perioden	2,27	1,3
Restvann, kg / kg tørrstoff	1,96	2,92
Rest vann som skal fjernes kg/kg ts	1,66	2,62
Vann fjernet av totalt, %	53	31
Vann fjernet av totalt i 2006, %	73	60

Tabell 2 Klimadata. 10 dagers sammenligning 2006 og 2007

	RF % Max	RF % Min	RF % snitt	Temp Max	Temp min.	Temp snitt
Røst 2006 20.3-31.3	99	42	71	7	-4	0,6
Røst 2007 20.3-31.3	97	53	65	10	1,7	6
Røst 2006 1.4-10.4	94	45	70	10	-5	2,6
Røst 2007 1.4-10.4	99	44	78	9	-4	2,7

Tabell 3 Utvikling i tørkeprosessen. 10. april – 25. april

Registrering	Røst	Tromsø
Tørketid, døgn	15	15
Middeltemperatur, °C	6	4
Gjennomsnitt luftfuktighet, %	79	80
Vanninnhold, etter tørking, %	56	62
Mengde vann fjernet i perioden	0,69	0,58
Restvann, kg / kg tørrstoff	1,27	2,28
Rest vann som skal fjernes kg/kg ts	0,97	1,98
Vann fjernet av totalt, %	70	44
Vann fjernet av totalt i 2006, %	90	72

Tabell 4 Klimadata. 10 dagers sammenligning 2006 og 2007

	RF % Max	RF % Min	RF % snitt	Temp Max	Temp min	Temp snitt
Røst 2006 11.4-20.4	95	54	76	11	1,3	5,7
Røst 2007 11.4-20.4	100	51	79	10	-1,4	5,2
Røst 2006 20.4-30.4	95	52	74	13	2,5	7,6
Røst 2007 20.4-30.4	100	48	80	12	-0,3	6,3

Tabell 5 Utvikling i tørkeprosessen. 25. april – 9. mai

Registrering	Røst	Tromsø
Tørketid, døgn	14	14
Middeltemperatur, °C	6,8	4
Gjennomsnitt luftfuktighet, %	78	80
Vanninnhold, etter tørking, %	47	53
Mengde vann fjernet i perioden	0,38	1,15
Restvann, kg / kg tørrstoff	0,89	1,13
Rest vann som skal fjernes kg/kg ts	0,59	0,83
Vann fjernet av totalt, %	80	73
Vann fjernet av totalt i 2006, %	93	83

Tabell 6 Klimadata. 10 dagers sammenligning 2006 og 2007

	RF % Max	RF % Min	RF % snitt	Temp Max	Temp min	Temp snitt
Røst 2006 20.4 – 30.4	95	52	74	13	2,5	7,6
Røst 2007 20.4-30.4	100	48	80	12	-0,3	6,3
Røst 2006 1.5-10.5	95	47	70	20	4,6	10,5
Røst 2007 1.5-10.5	96	43	75	15	2,7	7,0

Tabell 7 Utvikling i tørkeprosessen. 10.mai – 31. mai

Registrering	Røst	Tromsø
Tørketid, døgn	21	21
Middeltemperatur, °C	9,5	4
Gjennomsnitt luftfuktighet, %	72	80
Vanninnhold, etter tørking, %	32	41
Mengde vann fjernet i perioden	0,42	0,52
Restvann, kg / kg tørrstoff	0,47	0,69
Rest vann som skal fjernes kg/kg ts	0,17	0,39
Vann fjernet av totalt, %	89	84
Vann fjernet av totalt i 2006, %	90	88

Tabell 8 Klimadata. 10 dagers sammenligning 2006 og 2007

	RF % Max	RF % Min	RF % snitt	Temp Max	Temp min	Temp snitt
Røst 2006 11.5 – 20.5	91	37	70	15	1,6	7,5
Røst 2007 11.5 – 20.5	92	42	74	18,9	3,6	9,1
Røst 2006 21.5-31.5	100	38	74	21	5,1	10,3
Røst 2007 21.5-31.5	92	35	70	20,5	5,5	9,9

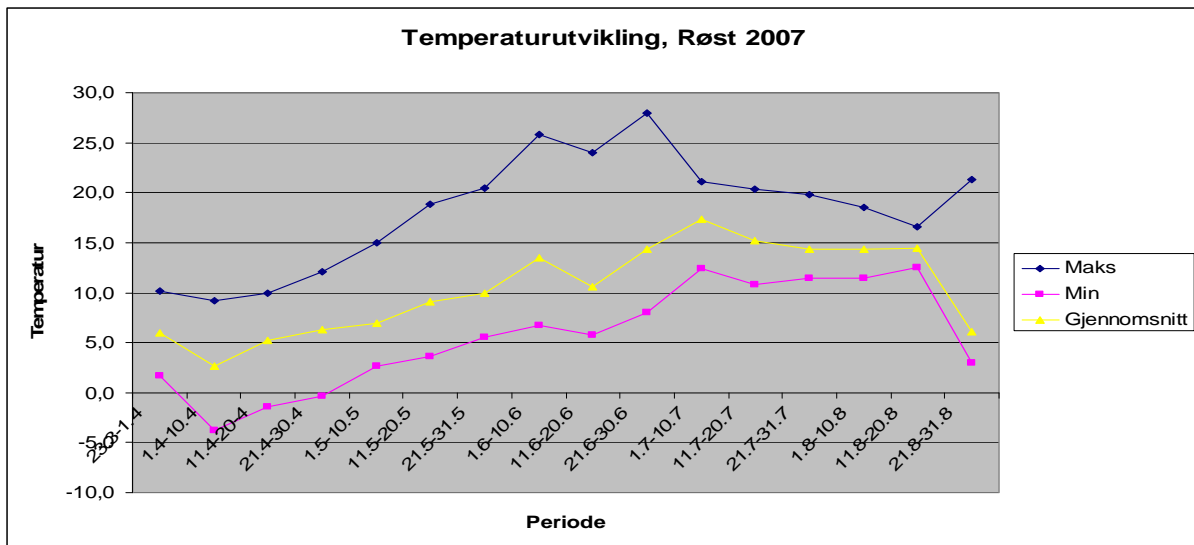
Tabell 9 Utvikling i tørkeprosessen. 31.mai – 3. juli

Registrering	Røst	Tromsø
Tørketid, døgn	33	33
Middeltemperatur, °C	10,9	4
Gjennomsnitt luftfuktighet, %	71	80
Vanninnhold, etter tørking, %	32	41
Mengde vann fjernet i perioden	0,1	0,2
Restvann, kg / kg tørrstoff	0,25	0,49
Rest vann som skal fjernes kg/kg ts	-0,05	0,39
Vann fjernet av totalt, %	94	88
Vann fjernet av totalt i 2006, %	95	-

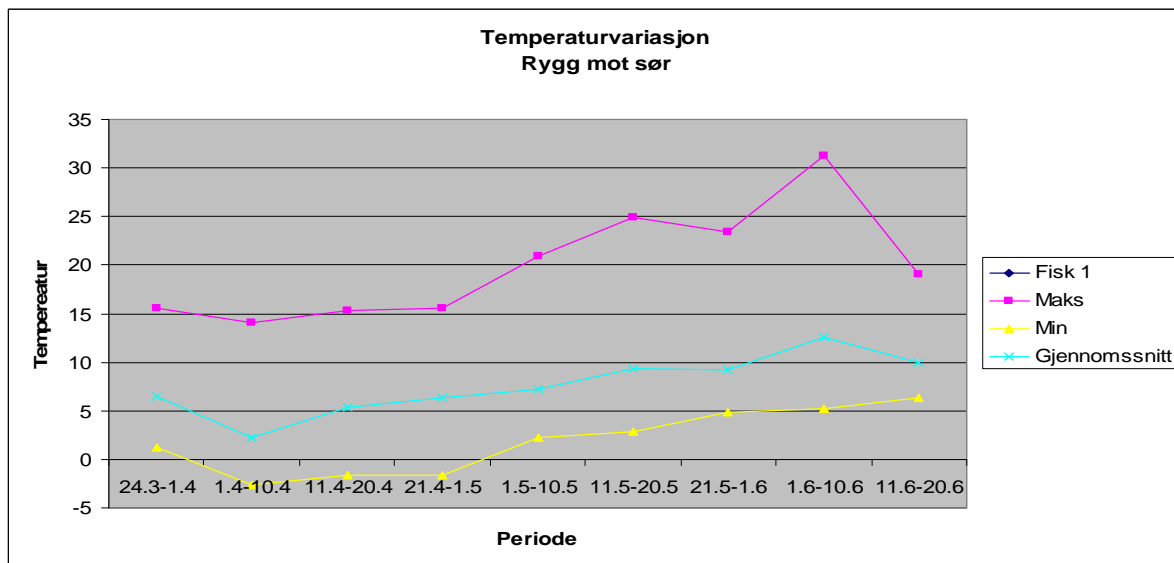
Tabell 10 Klimadata. 10 dagers sammenligning 2006 og 2007

	RF % Max	RF % Min	RF % snitt	Temp Max	Temp min	Temp snitt
Røst 2006 1.6 – 10.6	98	45	76	18,5	6,8	9,8
Røst 2007 1.6 - 10.6	100	28	71	25,8	6,7	13,5
Røst 2006 11.6 - 20.6	100	62	86	17,7	7,3	10,9
Røst 2007 11.6 - 20.6	90	36	69	28	5,8	10,6
Røst 2006 21.6 – 1.7	100	32	76	25	7,2	11,5
Røst 2007 21.6 - 1.7	97	42	76	28	8	14,4

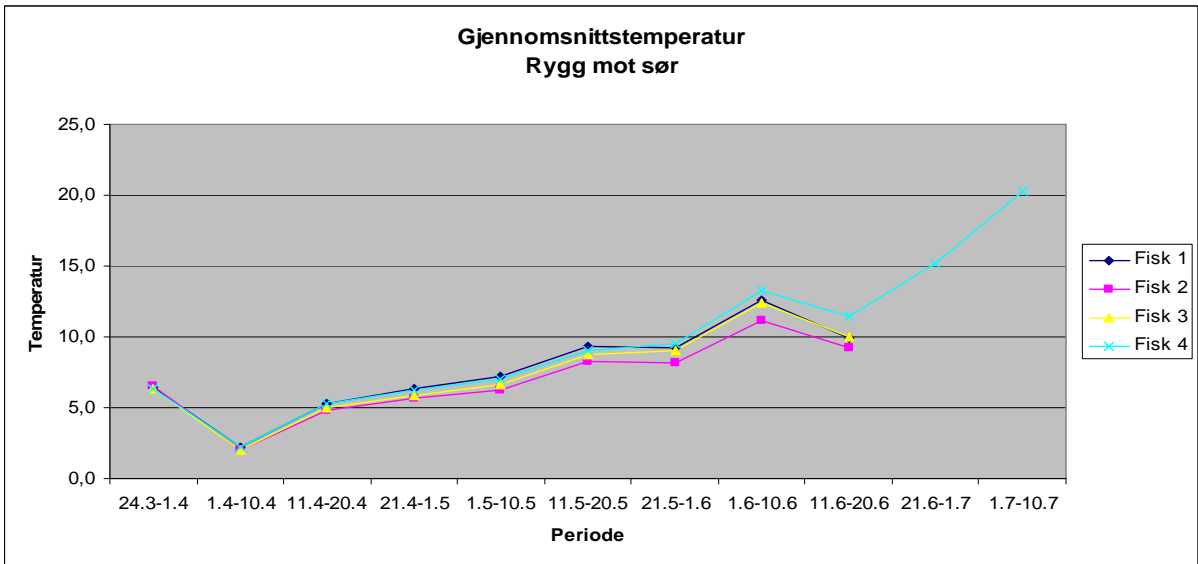
VEDLEGG 2 Klimadata og temperaturmålinger sesongen 2007



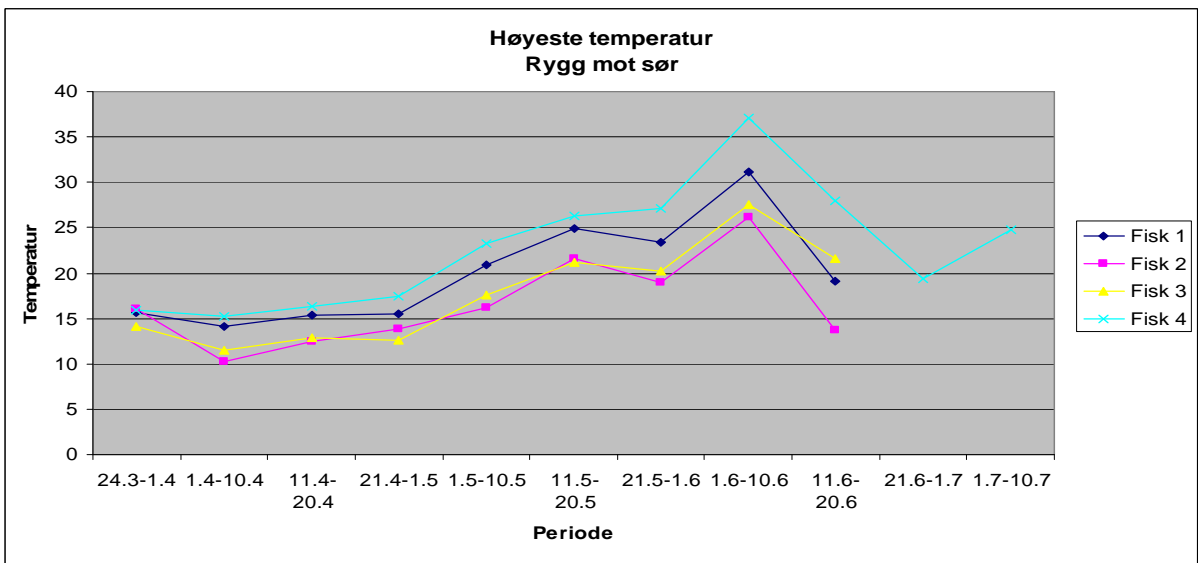
Figur 1 Temperaturmålinger, Røst for 2007



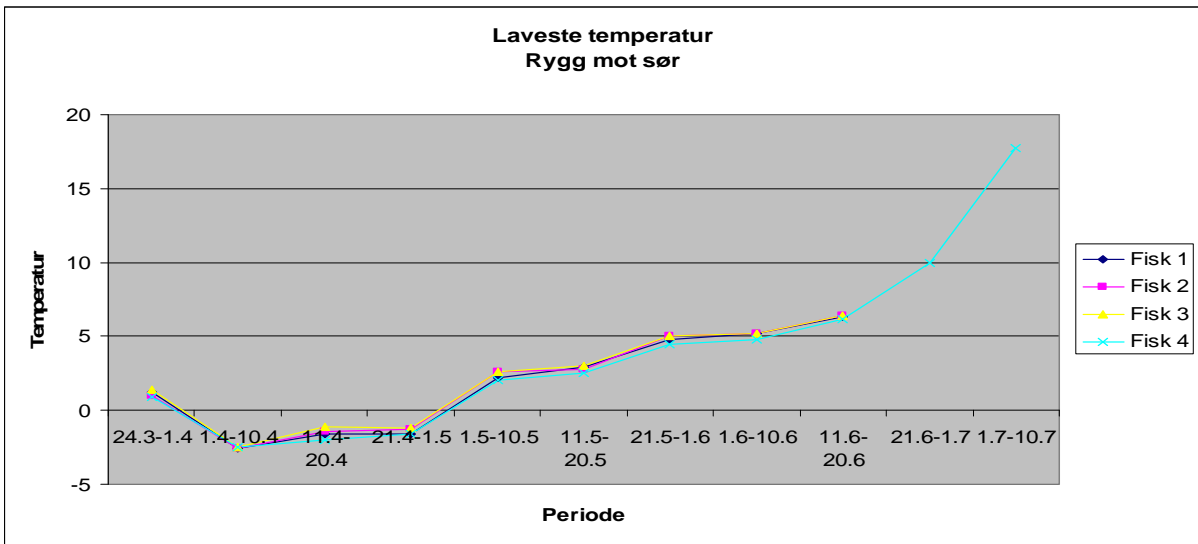
Figur 2 Temperaturvariasjoner målt i fisk med rygg hengt mot sør. Røst 2007



Figur 3 Gjennomsnittstemperaturer målt i fisk med rygg hengt mot sør. Røst 2007



Figur 4 Maksimumstemperaturer målt i fisk med rygg hengt mot sør. Røst 2007



Figur 5 Minimumstemperaturer målt i fisk med rygg hengt mot sør. Røst 2007



ISBN 978-82-7251-728-0 (trykt)
ISBN 978-82-7251-729-7 (pdf)
ISSN 1890-579X