

Styrt utetørrking av tørrfisk

Sjúrdur Joensen





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 AS
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: 978-82-7251-720-4 (trykt)
ISBN: 978-82-7251-721-1 (pdf)

Rapportnr.:
39/2009
Tilgjengelighet:
Åpen

<i>Tittel:</i> Styrt utetørking av tørrfisk	<i>Dato:</i> 17.12.2009
	<i>Antall sider og bilag:</i> 21
<i>Forfatter(e):</i> Sjúrður Joensen	<i>Prosjektnr.:</i> 20797
<i>Oppdragsgiver:</i> FHS på vegne av FHF	<i>Oppdragsgivers ref.:</i> Frank Jakobsen
<i>Tre stikkord:</i> Tørrfisk, tørking, temperatur	
<i>Sammendrag: (maks 200 ord)</i> I prosjektet er det testet ut tiltak som kan redusere temperaturen i tørrfisk når solen skinner på fisken, mens den henger på hjell. Temperaturen er logget i tørrfisk med tiltak og tørrfisk uten tiltak, og denne temperaturen er holdt opp mot lufttemperaturen for se effekten av de ulike tiltakene. De tiltakene som er testet er: <ul style="list-style-type: none">– Skjerming mot solen ved bruk av nettinger eller duker.– Kjøling av fisken ved tilføring av vann.– Kjøling ved bruk av vifte.– Effekten av hjellens utforming.– Effekten av hengetetthet. Resultatene viste at både bruk av skyggenetting og bruk av vann fungerte godt for å holde fisken nedkjølt. Bruken av vann er en teknikk som er praktisk vanskelig å gjennomføre og veldig dyr. Det er også mulig at vannet påvirker fiskens kvalitet og tørking negativt. Skyggenetting (70 %) gav god og stabil temperatursenking i tørrfisken. Et skyggenett vil trolig også være en billig løsning som kan fungere i praksis uten alt for store investeringer. Det er dokumentert at skyggenettet reduserer temperaturen i tørrfisken. I videre arbeid bør det avklares hvilken effekt denne temperatur senkingen har på tørrfiskkvaliteten. Forsøkene viser at det er mulig å styre deler av tørkeprosessen, samtidig som tørrfisknæringens ønske om videreføring av tradisjonell utetørking blir opprettholdt.	

Innhold

1	Innledning	1
2	Metode	3
3	Resultater	5
3.1	Kaldere tørrfisk med skjerming av solstråling?	5
3.1.1	Bruk av presenning og skyggenett	5
3.1.2	Bruk av ulike nett	7
3.1.3	Noen mulige metoder for å feste nettene over fisken	10
3.1.4	Godkjenning fra Mattilsynet for bruk av 70 % netting over tørrfisk.	11
3.2	Kaldere tørrfisk med bruk av vann?	11
3.2.1	Test med vann	11
3.2.2	Hvordan kan vanning gjennomføres i praksis?	12
3.3	Kaldere tørrfisk ved bruk av vifte, hengetetthet eller hjellens utforming?	13
3.3.1	Kjøling med vifte	13
3.3.2	Hengetetthet	14
3.3.3	Ulik høyde på hjell	15
3.3.4	Effekten av fiskestørrelse, hengested og lys/mørk skinnfarge.	17
4	Oppsummering	19

1 Innledning

Kvaliteten på tørrfisken bestemmes ut fra to hovedfaktorer: råstoffet og tørkeforholdene på hjell. I forprosjektet "Tørrfisk på hjell" som ble gjennomført i 2008 kom det frem at kvaliteten på tørrfisken trolig påvirkes mye av veldig høye eller lave temperaturer som kan forekomme i relativt korte tidsperioder under tørkeprosessen. I prosjektet kom det frem at direkte solstråling på fisken kan heve temperaturen i fiskemuskelen opptil 20 grader over lufttemperaturen. I praksis betyr det at alle fiskene som henger åpent eller delvis åpent for solen vil bli kraftig oppvarmet på dager med sol. I hengesesonger med mye sol antas at dette gir betydelige kvalitetstap gjennom økt innslag av surfisk / mucoso.

Aktørene i tørrfisknæringen ønsker å videreføre tradisjonell utetørrking. I dette prosjektet tar en sikte på å få til en delvis styring av utetørrkingen. Fokus skal være å teste tiltak som reduserer varmepåvirkingen fra solen.

Styringsgruppen i Tørrfiskforum har valgt å gå videre med å teste tildekking av fisken, teste kjøling med vifte, samt å kjøle med vann.

Målet med prosjektet er å teste og evaluere tiltak som kan redusere temperaturøkningen i fiskemuskelen når solen skinner og fisken henger på hjell. Det skal altså avklares hvilken effekt tiltakene har på temperaturen, samtidig som det skal vurderes om tiltakene kan gjennomføres i praksis. Tiltaket som har best effekt på temperatursenking, samtidig som det blir vurdert som praktisk gjennomførbart, skal testes i storskala i et hovedforsøk som planlegges for 2010 sesongen. I 2010 planlegges det å dokumentere effekten av tiltaket på temperaturen og effekten på tørrfiskens kvalitet. Det skal også vurderes praktisk funksjonalitet av skjermingstiltaket med hensyn på vind, snø og slitasje.

2 Metode

Alle forsøkene er gjort på hjell hos Brødrene Berg AS på Værøy. Målingene er gjort i april til juni 2009. I denne rapporten er det presentert representative eksempler på temperaturforløp i tørrfisk på dager med sol.

Det er gjennomført en rekke langtidsmålinger av temperaturvariasjoner i tørrfisken, samt flere målinger som er startet på morgenen og avsluttet på kvelden. Målingene er gjort ved å logge temperaturen inne i tørrfisken, samtidig som en måler temperaturen i luften. Der ikke annet er nevnt om hvor temperaturloggeren er plassert i fisken, er temperaturen målt midt i loinsen på tørrfisken.

For temperaturmålinger inne i fisken ble det benyttet TESTO 177-T4 loggere, mens det for måling av temperatur og fuktighet i luften ble benyttet TESTO175-H2 loggere.

Gjennomføring og eventuell bruk av annet utstyr er beskrevet i resultatdelen under hvert forsøk.

Tiltakene ble evaluert underveis, og de mest interessante resultatene ble fulgt opp og videreført. Dette medførte også at opprinnelig oppsatte aktiviteter, som underveis viste seg å være lite hensiktsmessige, ble nedprioritert. Tilsvarende ble hensiktsmessige tiltak sjekket opp ekstra for å bekrefte de gode resultatene.

De tiltakene som ble undersøkt / testet var:

- Skjerming med nett / presenning for å redusere solstråling.
- Bruk av vann for kjøling av tørrfisken.
- Bruk av vifte for å kjøle tørrfisken.
- Måle effekten av hengetetthet og hjellens utforming.

3 Resultater

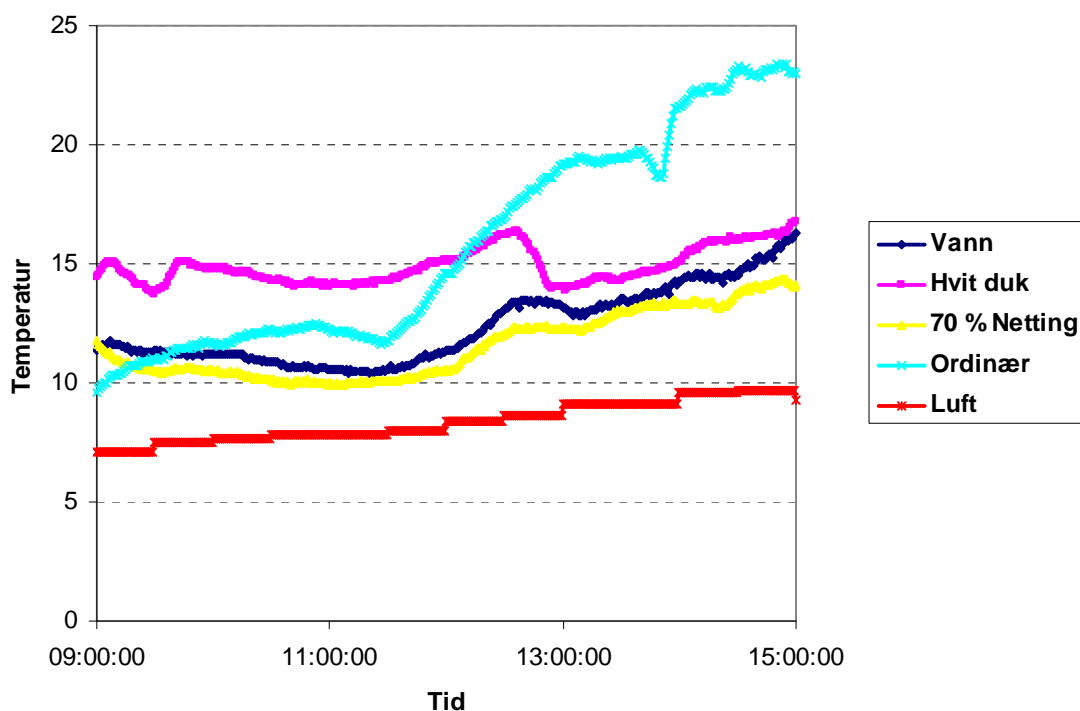
3.1 Kaldere tørrfisk med skjerming av solstråling?

3.1.1 Bruk av presenning og skyggenett

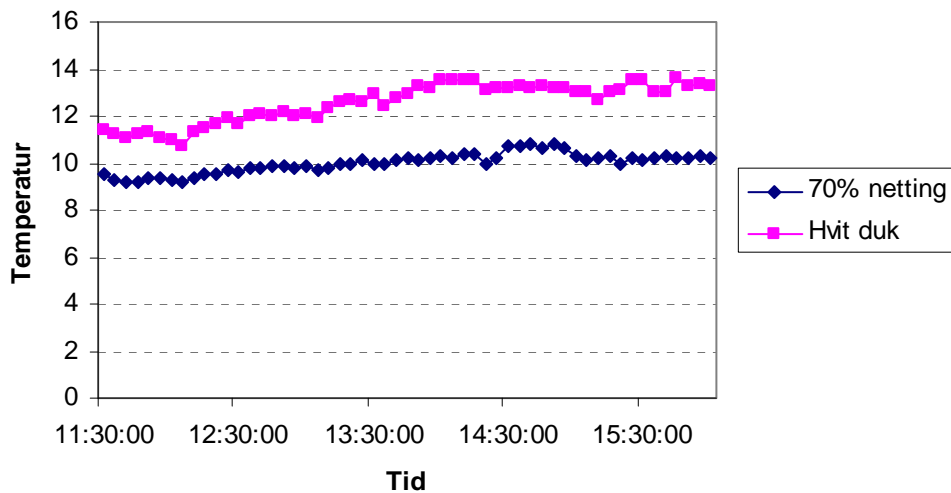
I denne testen ble det satt opp et forsøk med temperaturlogger i tørrfisk som henholdsvis ble vannet, tildekket med hvit duk, tildekket med 70 % skyggenetting og fisk som hengt ordinært. Hovedfokus var her å se på temperatureffekter av ulike former for tildekking og vurdere anvendelighet.

På en dag med sol ble temperaturen i fisken under den hvite duken målt å være høyere enn i fisken under den svarte 70 % skyggenettingen (figur 1). Også lufttemperaturen under den hvite duken var høyere enn lufttemperaturen under den svarte 70 % nettingen (figur 2).

Anvendeligheten av den tette hvite duken ble også bedømt å være betydelig dårligere enn bruken av nettingen. Den hvite duken var svært utsatt for vind og var vanskelig å håndtere og holde stabil selv med kun litt vindtrekk. Nettingen var betydelig lettere å håndtere og lå mye bedre på hjellene i vind. Bilde 1 illustrerer godt forskjellene, hvor duken står som et seil, mens nettingen ligger helt slakk.



Figur 1. Temperatur i tørrfisk som henholdsvis er vannet, under hvit duk, under svart 70 % netting og som henger ordinært. Temperaturmålingene baseres på snittmålinger fra loins-, spord-, gatt- og bukområdet. Målingen er gjort 30. april.



Figur 2. Temperaturen i luften målt under henholdsvis hvit duk og svart netting duk. Loggingen ble gjort mellom fiskene.



Bilde 1. Hvit duk og svart 70 % netting.

En tildekking med tett duk eller presenning ble ikke vurdert som hensiktsmessig, særlig på grunn av at den fanget opp for mye vind, men også på grunn av at selv en hvit duk ikke hadde samme kjøleeffekt som en svart netting. De gode resultatene med nettingen gjorde at en ikke valgte å gå videre med testing av duker eller presenninger, men valgte å fokusere på bruk av nett.

3.1.2 Bruk av ulike nett

Det ble i samråd med bedriften valgt å teste ut to ekstra nett med større lysåpning/maskevidde. Dette ble gjort for å se på kjøleeffekten av nett som tar enda mindre vind på seg enn 70 % skyggenettet.

I perioden 14/5-09 til 20/6-09 ble temperaturen logget i luften, i kontrollfisk, i fisk dekket med nett (70 %), i fisk dekket med 9,8 millimeter nett og i fisk dekket med stormasket nett (ca 15 millimeter). I hver gruppe ble temperaturen målt midt i fisken på 4 fisker. En fisk hang på snaget, mens tre fisker hang mellom annen fisk på hjellen.



Bilde 2. Tre typer nett ble testet. Nett 70 % under målebåndet, nett 9,8 millimeter oppe til venstre og stormasket nett (ca 15 millimeter) oppe til høyre.



Bilde 3. Skyggevirkningen av nettene. Nett 70 % (høyre), Nett 9,8mm (midt i) og stormasket (venstre)

Figur 3 og 4 viser at i dager med sol blir fisken som henger ubeskyttet på snaget betydelig oppvarmet av solen. Eksempelvis er den høyeste lufttemperaturen den 17. mai, målt til 15,4 °C, mens temperaturen inne i ubeskyttet tørrfisk er oppe i 32,0 °C på det meste. Tildekning med nett reduserer temperaturen i fisken. Best fungerer et finmasket nett som stenger ute 70 % av sollyset og hvor temperaturen ble 18,6 °C på det meste. Et 9,8 millimeter og et stormasket nett gav på det meste henholdsvis 26,4 °C og 25,3 °C i fisken.

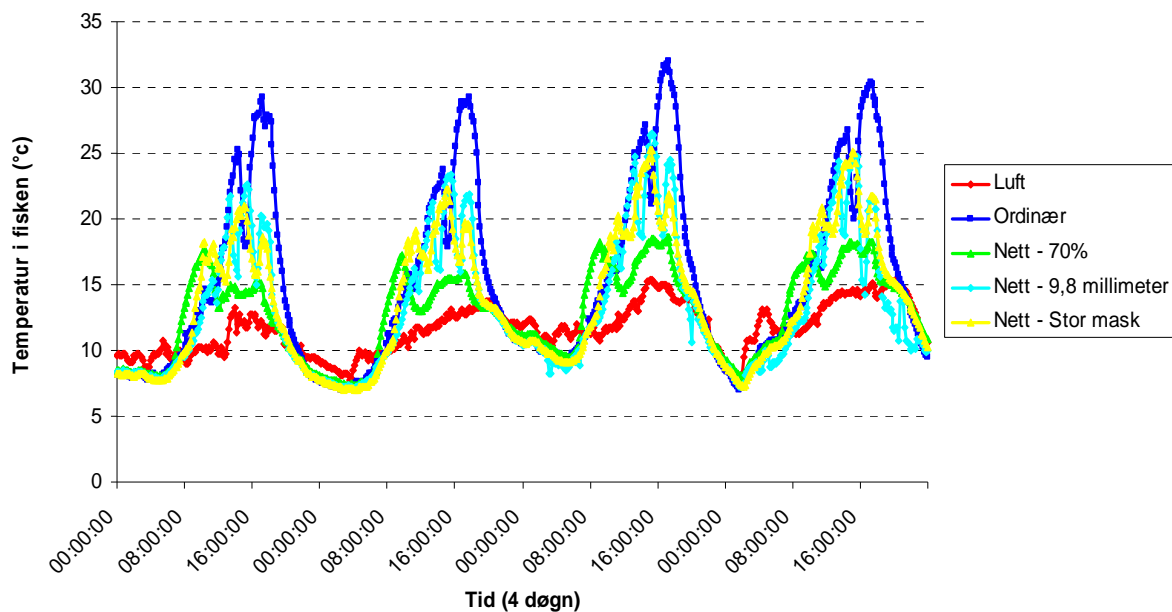
Alle nettene reduserer temperaturen, men det er nettet som stenger ute 70 % av sollyset som gir klart best effekt. Dette illustreres også godt ved å se på skyggeeffekten på fisken av de ulike nettene, vist i bilde 3. Fisken som henger under 70 % nettet har god skyggedekning, spesielt sammenliknet med ordinært hengt fisk (bilde 4).

Det største volumet av tørrfisken henger inne i hjellene. Her kommer effekten av 70 % skyggenettet enda klarere frem, ved at temperaturen i tørrfisken under nettet sjeldent er over 1 grad over lufttemperaturen (figur 5).

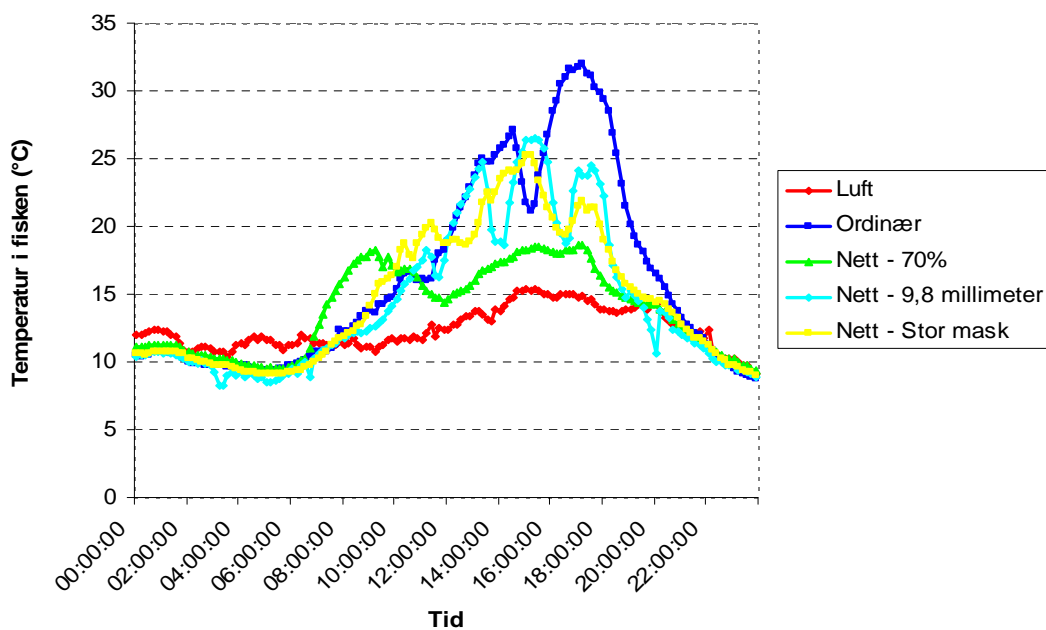
Også i denne testen oppførte 70 % nettet seg godt. Nettet er lett å legge og ligger rimelig godt i vind. Nettene med masker var betydelig vanskeligere å legge over fisken ettersom maskene heftet seg fast hele tiden. Styrken så også ut til å være god på 70 % nettet. Det var ingen skader på nettet etter en måneds bruk. Resultatene ved bruken av 70 % nettingen er så gode at de helt klart bør testes ut i stor skala.



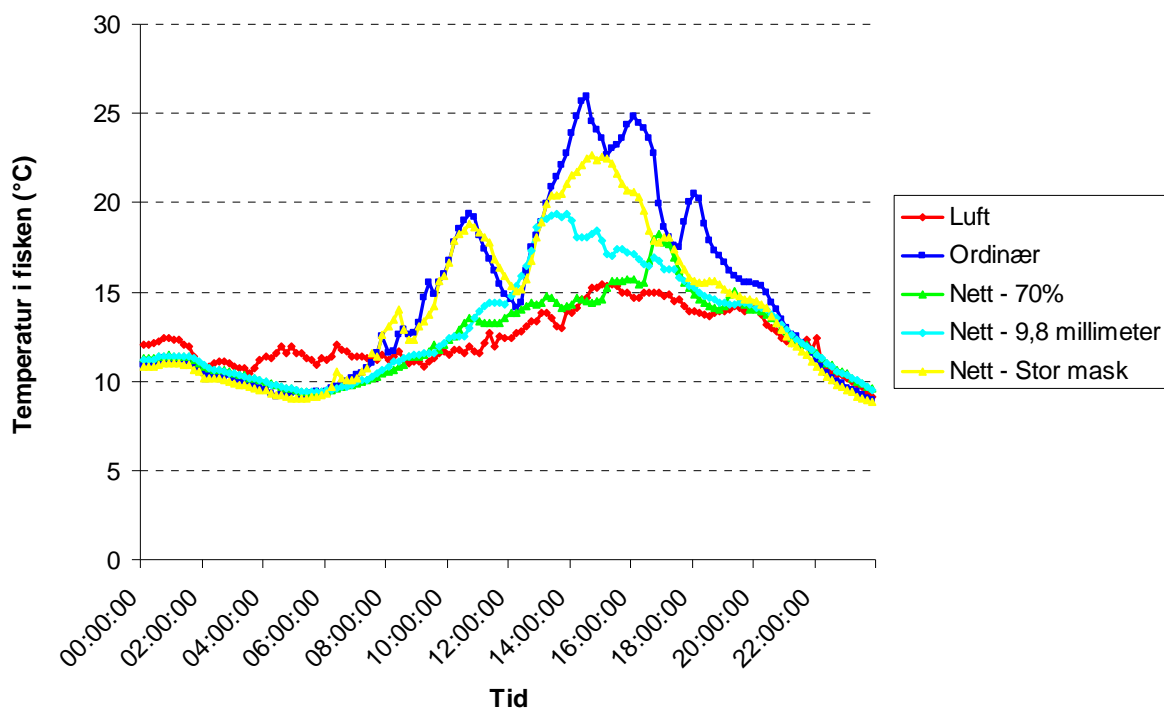
Bilde 4. Nettet som stenger ute 70 % av sollyset gir god skyggevirking på tørrfisken (øverst i bilde), sammenliknet med fisk som henger ordinært (nederst i bilde).



Figur 3. Temperaturen målt i en fisk hengt på snaget. Temperaturen vises for en 4-dagers periode midt i mai, med sol på dagtid.



Figur 4. Temperatur i en fisk hengt på snaget. Temperaturutviklingen for døgnet 17. mai vises.



Figur 5. Gjennomsnittstemperatur i tre fisker hengt inne i hjell. Temperaturutviklingen for døgnet 17. mai vises.

3.1.3 Noen mulige metoder for å feste nettene over fisken

Bruk av et så finmasket nett som 70 % nettet er, gir utfordringer i forhold til vær og vind. Selv om nettet lå fint i testperioden, er det klart at nettet påvirkes av vind og vil være utsatt når det er storm og nettflaten er stor. En annen utfordring kan være snø på nettet.

Opprinnelig var tanken å vurdere muligheten for fullautomatisk styring slik at nettene automatisk kunne bli rullet eller dradd sammen før det oppstod problem med vind eller snø. Dette er en ønsket løsning, men med tanke på de enorme arealene som hjellene dekker, ville slike løsninger bli meget dyre. En står da over for to hovedvalg, å legge nettene permanent for hele sesongen, eller å henge nettene slik at de kan trekkes sammen i tilfelle storm eller mye snø.

Det å legge nettene direkte på fisken etter henging og la nettet ligge til fisken skal tas ned, er den enkleste løsningen og slik flere gjør med mer grovmaskede nett i dag. Spørsmålet er om nett og hjeller/stenger tåler belastningen ved storm eller store snø mengder.

Å henge nettene over hjellene slik at de kan trekkes sammen ved behov er trolig den sikreste løsningen. Nettene bør da henges i et arrangement som er uavhengig av hjellen, slik at en ved eventuelle uhell ikke skader selve hjellen. En mulighet er å strekke tre strenger over hjellene, en i midten og to på hver side, slik at det danner en ramme for tak over hjellen. Nettene festes i strengene på hver side og kan da dras frem og tilbake på disse strengene dersom det er ønskelig.

3.1.4 Godkjenning fra Mattilsynet for bruk av 70 % netting over tørrfisk

For å ha alle formaliteter i orden har det vært jobbet i forhold til leverandøren av 70 % skyggenettingen og Mattilsynet for å få nettet godkjent til bruk som dekke over tørrfisk.

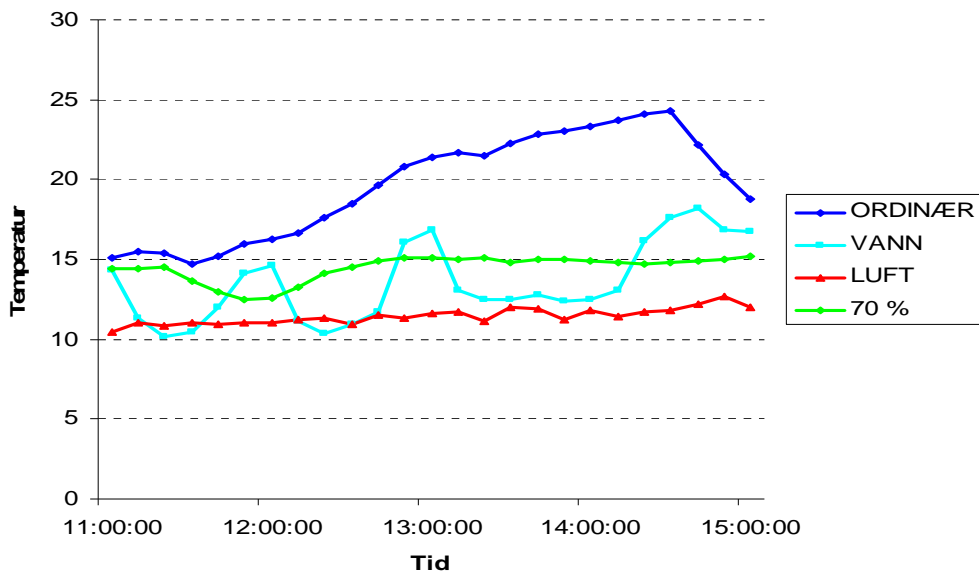
Arbeidet for å få til en godkjenning av skyggenettet har vært tidskrevende, men en er ikke kommet i mål i skrivende stund. Det ser ut som at det kan være mulig å få til en midlertidig godkjenning til en eventuell videreføring av forsøkene.

3.2 Kaldere tørrfisk med bruk av vann?

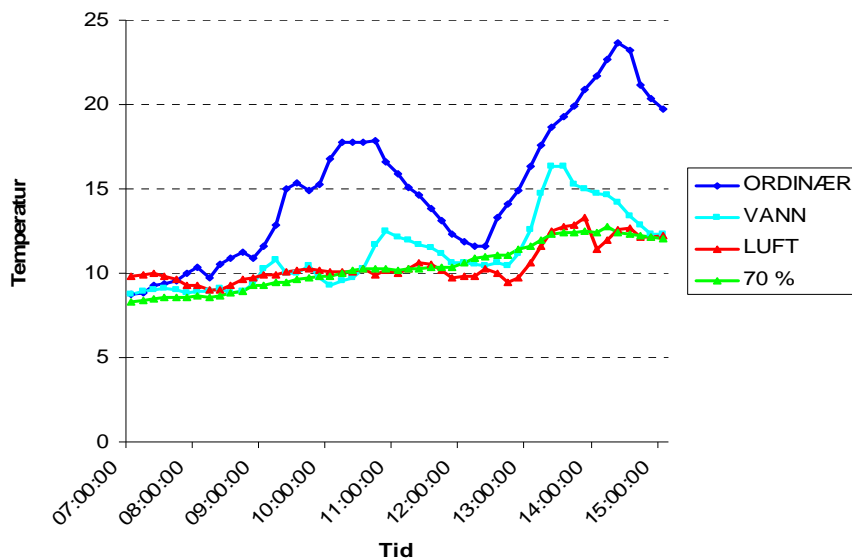
3.2.1 Test med vann

Når vann på fisken fordampner, kjøler det fisken. Vi undersøkte kjøleeffekten på dager med solskinn. Vann ble tilført som små dråper ved bruk av en vanlig høytrykksspyler. Vannet ble tilført fra hvert 3. minutt til hvert 20. minutt. Oftest var det ca 5 minutter mellom hver tilførsel av vann. Når solen varmet mest fordampnet vannet fort. Vann måtte tilføres oftere, helt ned mot 3 minutters intervaller. Effekten ble målt både på fisk som hang på snag (en fisk) og tørrfisk som hang mellom andre fisk (gjennomsnitt av tre fisker) inne i hjellen.

I figurene 6 og 7 sammenliknes effekten av vann mot henholdsvis ordinært hengt fisk, fisk som henger under nett med 70 % lysreduksjon, samt lufttemperaturen i skyggen. Det oppnås en kjøleeffekt på fisken ved å tilføre vann. Temperaturen i fisk som ble vannet var lavere enn i ordinært hengt fisk, og omtrent på linje med fisken som var under 70 % nettet. Temperaturen i fisken som ble tilført vann svingte en del gjennom dagen. Det så ut som at en fikk temperaturøkninger når det ble for lenge mellom vanningene, slik at fisken var tørr i perioder, samt når det ble helt vindstille og det dampet lite av fisken.



Figur 6. Temperatur i tørrfisk som henger på snaget (en fisk i hver gruppe) fra kl 11.00 til kl 15.00 den 14. mai 2009.



Figur 7. Temperatur i tørrfisk som henger inne i hjellen (gjennomsnitt av 3 fisk i hver gruppe) fra kl 07.00 til kl 15.00 den 15. mai 2009.

3.2.2 Hvordan kan vanning gjennomføres i praksis?

Resultatene fra forsøkene viste at for å få en kjøleeffekt på fisken må den få tilført vann med jevne mellomrom og helt ned mot hvert 3. minutt når solen tar kraftig. Det betyr at vanningen må skje automatisk.

Et automatisk vanningsanlegg kan settes opp med sprinklere over og eventuelt under fisken, slik at alle fiskene på hjellen blir dekket med vann når en ønsker det. Vanningen kan være i tidsintervaller (1-10 min) hvor oppstart og stopp av vanningen kan gjøres ved å knytte magnetventiler opp mot temperaturmåling i kjernen på tørrfisker eller opp mot en solsensor.

Å lage et slik anlegg er gjennomførbart i praksis (ifølge Tore Eide AS). Det er likevel flere uavklarte problemstillinger som vil kreve mange forsøk for å få avklart.

Det første og viktigste punktet er hvordan vann eller sjøvann tilført på varme dager vil påvirke kvaliteten på tørrfisker. Det er nærliggende å tro at kvalitetsgevinsten ved senket temperatur kan bli redusert av en forsinket tørking av fisken.

Det å finne praktiske løsninger som fungerer etter hensikt, uten at kostnadene skyter til værs er også en utfordring. En utfordring med vannspredning ute er hvordan en skal kunne fordele vannet på alle fiskene. Bruk av små dråper/vanntåke vil gi lite vannforbruk, men vil lett fanges opp av vinden og ikke havne der en ønsker. Løsningen kan være bruk av mange tettsittende dyser, men det er dyrt. Ved å bruke større dråper øker vannforbruket og et praktisk problem med store anlegg er å få til nok vann med tilstrekkelig trykk. Her kan løsningen være å vanne i seksjoner, med ett og et område om gangen. Områdene med hjeller er store og det ser umiddelbart ut til at det må være liten avstand mellom dysene. Kostnadene ved å dekke et helt område med hjell vil være betydelige. Dersom det benyttes ferskvann vil prisen på hver dyse være 3-400 kr, men dersom en benytter sjøvann bør det benyttes titandysere som koster ca 2000 kr pr stykk (ifølge Tore Eide AS).

Kostnadene med utstyr, montering, drift, vedlikehold og kontroll med vannkvalitet, sett opp mot usikkerheter ved hvilken kvalitet som oppnås med denne metoden, gjør at det i første omgang ikke tilrådes å videreføre vanning av tørrfisk til storskalatesting.

3.3 Kaldere tørrfisk ved bruk av vifte, hengtetthet eller hjellens utforming?

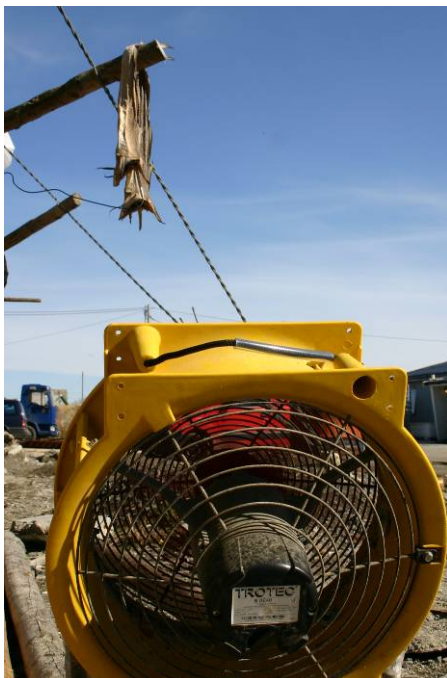
3.3.1 Kjøling med vifte

Det ble kun gjennomført noen få begrensede forsøk med å kjøle fisken med vifte. Det ble tidlig klart at bruk av vifte ute i friluft var lite hensiktsmessig.

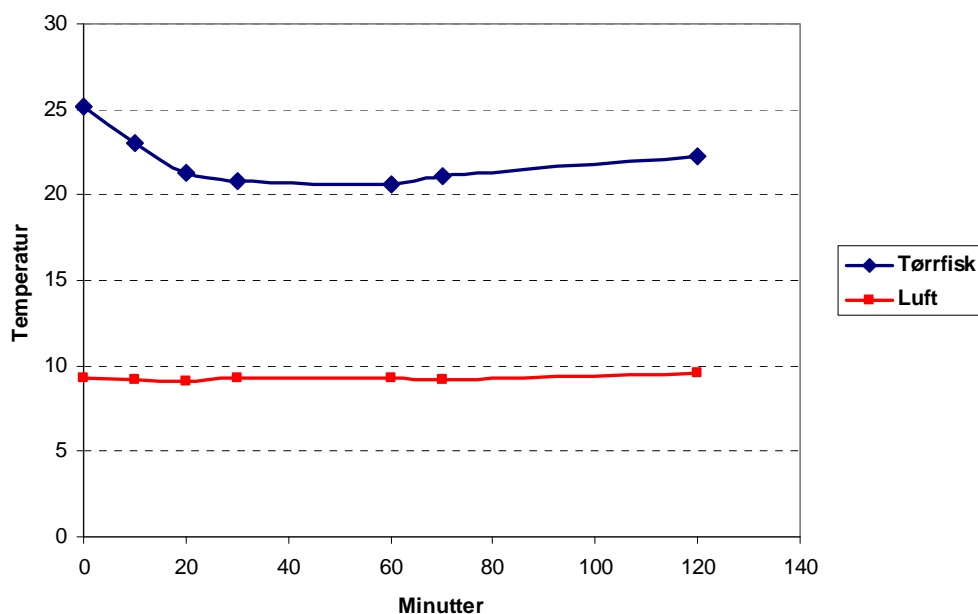
Viften som ble benyttet i forsøkene var en Trotec 0,3 Kw, 2800 rpm og 3500-4800 m³ /h. Viften blåste kraftig og det ble målt 3,4 m/s på 3 meters avstand, men ved kun å bevege seg 1 meter til siden for senter av vindstrålen ble det kun målt 1,0 m/s. I praksis blir det lite gjennomførbart å få særlig økning i trekken rundt fiskene på en hjell som står ute. Det vil da eventuelt kreves mange og store vifter som vil gi store investerings- og brukskostnader.

For å teste effekten av økt trekk rundt tørrfisk som henger i sol, ble viften satt rett mot en fisk som hang i solen på 2,5 meters avstand (bilde 5). Fisken var ca 2 kg og hadde hengt i solen i noen timer slik at starttemperaturen var ca 25 °C. Vindhastigheten rundt fisken ble målt til 3,3 m/s. Temperaturen i fisken gikk rimelig fort ned til ca 21 °C, men deretter var det ingen ytterligere temperatursenking i løpet av to timers testing (figur 8.).

Kjøleeffekten av å benytte vifte på tørrfisk som henger i solen var meget begrenset, selv i kort avstand fra viften. Bruk av vifte på hjeller som står ute er lite hensiktsmessig. Kjøleeffekten av viften i sol er liten og både investeringskostnader og driftskostnader vil være høye. Bruk av vifte for å kjøle fisk som henger i solen anbefales ikke videreført i et hovedforsøk.



Bilde 5. Vifte som blåser rett på en tørrfisk.



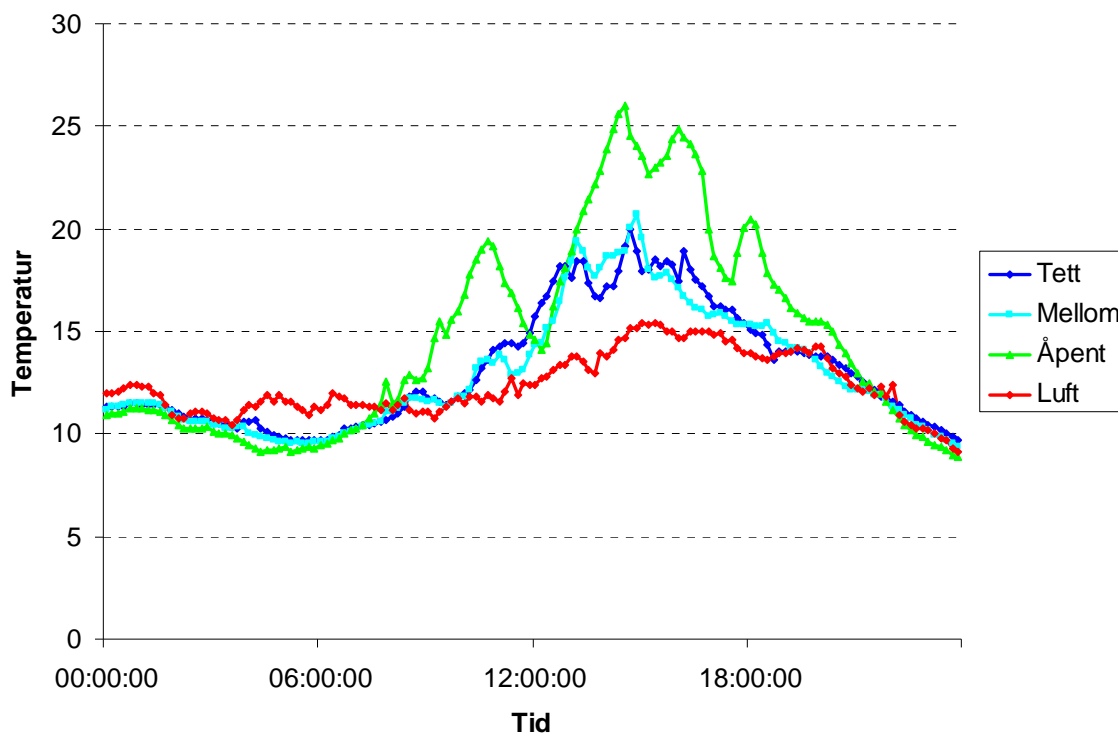
Figur 8. Temperaturutvikling på en tørrfisk når en vifte står og blåser rett på fisken. Starttemperatur i tørrfisken var 25 °C.

3.3.2 Hengetetthet

For å se på temperatureffekten av at tørrfiskene skygger for hverandre, ble det gjort målinger hvor fisken ble hengt med tre ulike tettheter. Resultatene for hver gruppe er presentert som et gjennomsnitt av temperaturen i fire fisker i hver gruppe. I gruppen "Tett" var avstanden mellom stengene 23-28 cm med et snitt på 25 cm, og avstanden mellom hver sperr var 15-20 cm med et snitt på 16 cm. For gruppen "Mellom" var avstanden mellom stengene 29-31 cm med et snitt på 30 cm, og avstanden mellom hver sperr var 16-22 cm med et snitt på 18 cm. For gruppen "Åpen" som også var bedriftens ordinære hengetetthet, var avstanden mellom stengene 35-39 cm med et snitt på 36 cm, og avstanden mellom hver sperr var 13-25 cm med et snitt på 18 cm. Hjellen var plassert slik at solen kl 12.00 var på langs av stengene.

Målingene viste at fisken i "Åpen" gruppe i lange perioder på dagen hadde 5 grader høyere temperatur, sammenliknet med fisken i gruppene "Tett" og "Mellom" (figur 9). Resultatene tyder på at avstanden mellom stengene har innflytelse på temperaturen i fisken. Stengene i "Åpen" gruppe var 6 cm lengre fra hverandre enn stengene i "Mellom"-gruppen, mens avstanden mellom hver sperr var omtrent lik. At det ikke er forskjell mellom gruppene "Tett" og "Mellom" tyder på at når avstanden mellom stengene er lavere enn ca 30 cm synker ikke temperaturen ytterligere i fisken.

Henge tetthet har altså innflytelse på temperaturen i tørrfisken når solen skinner.



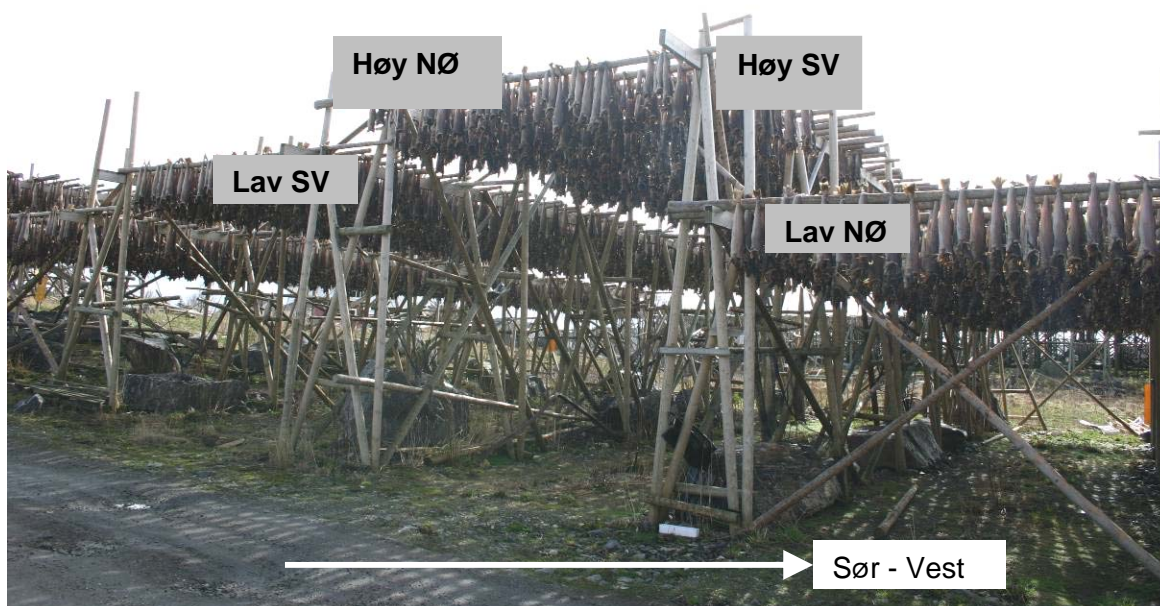
Figur 9. Temperatureffekten av hvor tett fiskene henger. Temperaturen for 17. mai 2009 er vist som gjennomsnitt av 4 fisk som er hengt henholdsvis tett, mellomtett og åpent på hjellen.

3.3.3 Ulik høyde på hjell

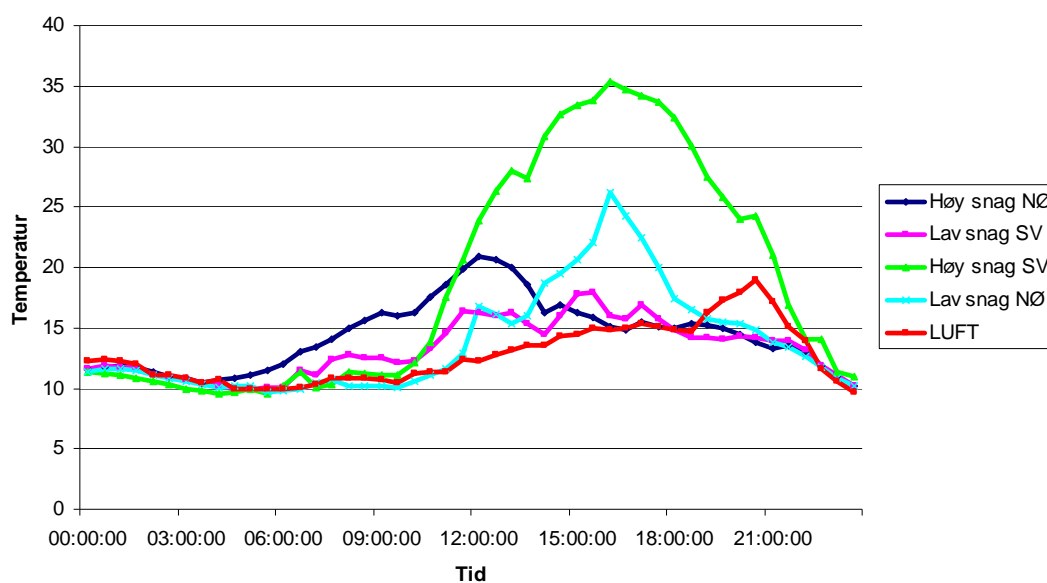
Flere av tørrfiskprodusentene har de siste årene bygget nye hjeller med høydeforskjeller for å gi skygge til deler av fisken og for å oppnå bedre trekk. Det ble gjort en test for å måle temperaturforskjellen i fisk som henger ulike steder i et slikt hjellområde. Det ble bare gjort målinger på fisk hengt på snag. Målingene ble gjort på 4 ulike steder med logging av temperatur i to fisk på hvert sted (Bilde 6). Fiskene som hang høyt mot sørvest var mest utsatt for sol, mens fiskene plassert lavt i sørvest, skulle ha mest skygge når solen står mest på.

Fisken som hang høyt i sørvestlig retning skilte seg klart ut med høyest temperatur, og med gjennomsnittstemperatur for dagene 14-18 mai på 16,8 °C og hvor maksimum temperaturen i fisken var 36,5 °C. Fisken hengt lavt i sørvest hadde lavest temperatur, med en gjennomsnittstemperatur for dagene 14-18 mai på 11,7 °C og hvor maksimum temperaturen i fisken var 20,8 °C. Fiskene hengt både høyt og lavt i nord øst hadde like temperaturforløp med en gjennomsnittstemperatur for dagene 14-18 mai på henholdsvis 12,7 °C og 12,3 °C, og hvor maksimum temperaturen i fisken var på henholdsvis 24,9 °C og 27,9 °C (figur 10).

I utgangspunktet var det forventet større temperaturforskjeller mellom de ulike områdene. En årsak til at fisken i "skyggen" også fikk litt temperaturøkning, var trolig at fiskene på hjellen var hengt med så stor avstand at solstrålene kunne skinne mellom fiskene som hengte foran og skulle dannet skygge.



Bilde 6. Plassering av målepunkt i hjellområde med høye og lave hjeller.



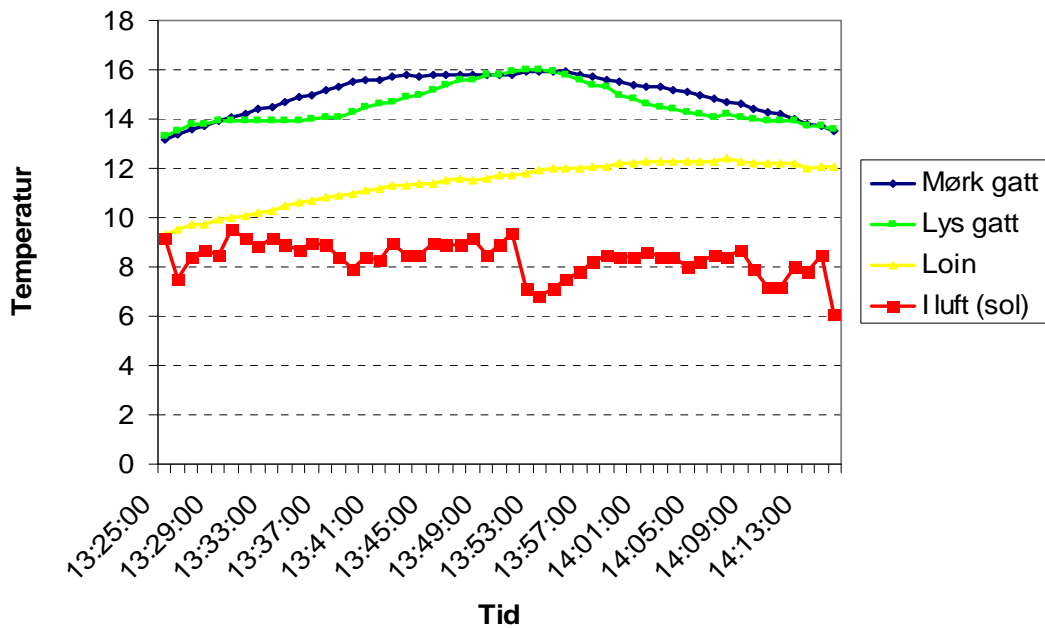
Figur 10. Temperatur i tørrfisk som er hengt på ulike plasser i et hjellområde med ulike høyde på hjell. Døgntemperaturen for 17. mai 2009 er vist.

Resultatene viser at ulike høyde på hjell gir temperatursenking på deler av fisken som henger på hjellene. Denne senkingen er nok bare på de fiskene som blir i skyggen fra nærmeste hjell. I praksis blir det ikke skygge på så stor andel av fisken ettersom høydeforskjellene mellom hjellene skal være stor for at det skal bli skyggeeffekt på hoveddelen av fisken. I et vanlig oppsett av hjell blir det trolig kun de ytterste fiskene på snaget som blir i skyggen.

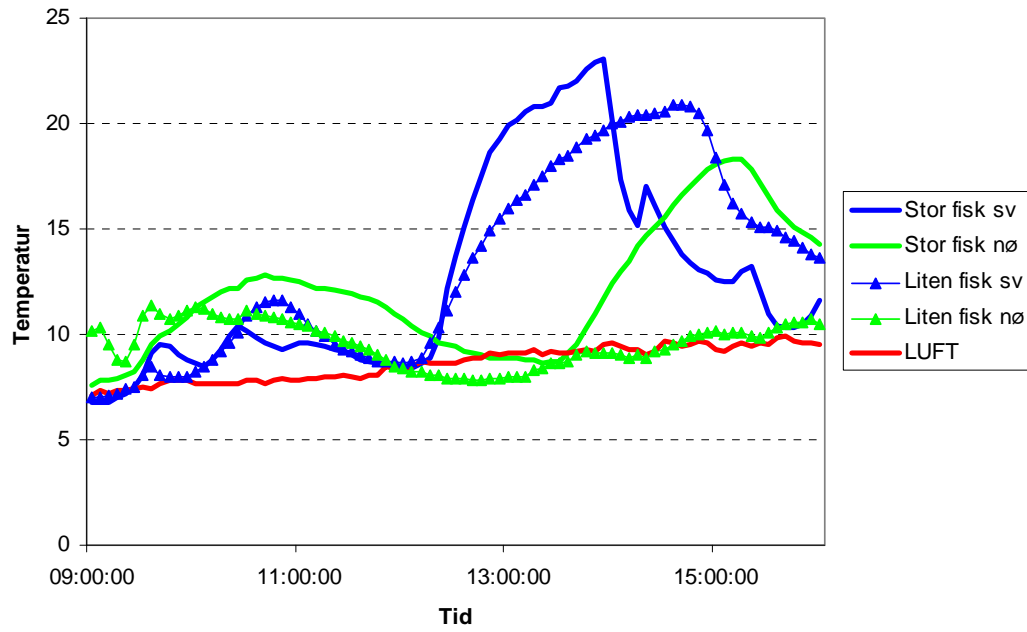
3.3.4 Effekten av fiskestørrelse, hengested og lys/mørk skinnfarge

Det har ved flere anledninger vært hevdet at fisken blir varmere på den mørke siden enn på den lyse siden, når solen skinner. Det ble gjennomført en kort og enkel test med måling av temperaturen under skinnen, på mørk og lys side ved gattområdet. Som figur 11 viser er det i praksis ingen forskjell i temperatur under skinnen på den lyse og mørke siden når solen skinner på fisken. Denne testen gir likevel ikke svar på om kjernetemperaturen ville bli påvirket av om fisken var hengt med mørk eller lys side vendt mot solen.

Det er tidligere vist at fisken som henger ytterst på snaget blir mer oppvarmet enn fisken som henger midt inne i hjellen. I denne testen er temperaturen målt i fisk som henger på hver sin side av stangen inne i hjellen, i tillegg til at det er målt på både stor og liten fisk. Fisken som henger på sørvest siden av stangen blir betydelig mer oppvarmet enn fisken som henger på nordøst siden av stangen. Det ser også ut til at stor fisk blir varmere enn små fisk (figur 12).



Figur 11. Temperatur målinger på lys side og mørk side på tørrfisk, målt under skinnen ved gattet. Temperaturen er også målt i loins og i luften.



Figur 12. Temperatur i stor og små fisk hengt henholdsvis på sørvest og nordøst siden av stangen.

4 Oppsummering

Forsøkene som er gjennomført viser at det er mulig å redusere temperaturen i fisken når solen skinner og fisken henger på hjell. Det er altså mulig å styre deler av tørkeprosessen, samtidig som tørrfisknæringens ønske om videreføring at tradisjonell utetørking blir opprettholdt.

I forsøkene ble det testet ut tiltak som skjerming med nett, kjøling med vann, bruk av vifter, effekt av hengtetthet og effekt av hjellens utforming.

To av tiltakene, skyggenett og vann, skilte seg ut ved å gi god kjøleeffekt når solen skinner. Vann kjøler tørrfisken godt, men er en teknikk som er vanskelig og dyr å gjennomføre i praksis. Det kan også tenkes at vannet kan gi redusert kvalitet og forsinket tørking. Tildekking av fisken med skyggenetting gav god og stabil temperatursenking i tørrfisken. Skyggenettet er trolig også enklest og billigst å benytte i praksis.

Temperaturen på fisken som var dekket med skyggenett (70 %) lå bare litt over lufttemperaturen og oversteg ikke 20 °C i forsøksperioden. På fisken som hengt som vanlig ble det på dager med sol målt opp mot 35 °C i fisken.

Et skyggenett kan legges over hjellen, eksempelvis som vist i bilde 7. Likevel vil vi tilråde at nettet henges over hjellene, i et arrangement som er uavhengig av hjellene. Skyggenettet er ganske tett (se bilde 8) og vil ta vind på seg. Den beste og sikreste løsningen er nok å feste nettet i egne stolper som står på utsiden av hjellene. Nettet kan holdes på plass med wire og bør kunne trekkes sammen ved melding om ekstremvær.

Videre arbeid bør konsentreres på uttesting av skyggenett, og hvilken effekt bruken har på tørrfiskkvaliteten, samt hvordan nettet fungerer i praksis.



Bilde 7. *Illustrasjon av hvordan et nett kan gi skygge på fisken både fra toppen og siden. Tegning av: Oddvar Dahl, Nofima.*



Bilde 8 Skyggenett med 70 % sol og vind reduksjon.

