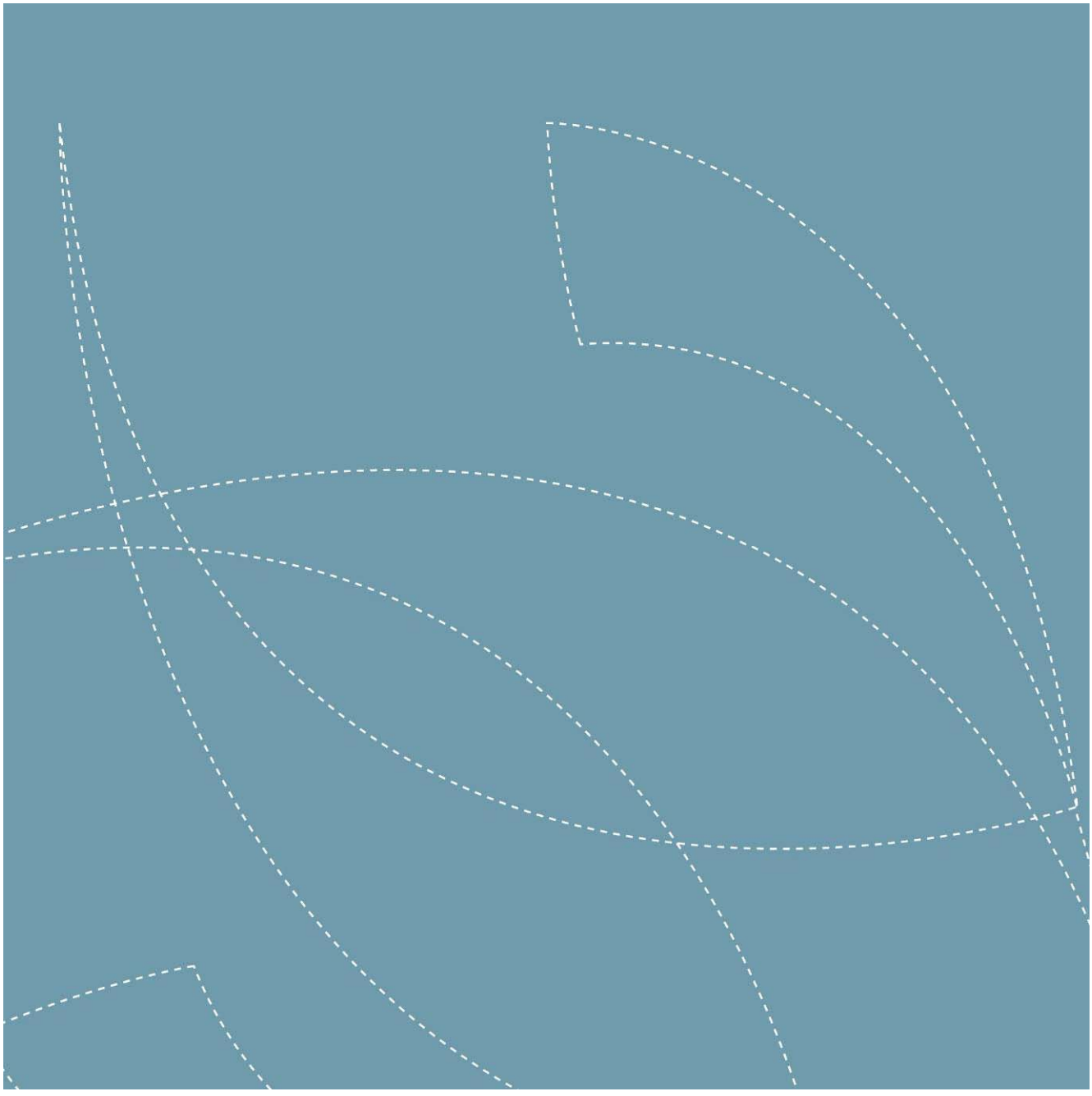
Rapport 23/2009 • Utgitt mai 2009

Tørrfisk på hjell

Forprosjekt

Even Tidemann og Sjúrður Joensen



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

Organisasjonsnr.:
NO 964 441 898 MVA

Rapport

ISBN: 978-82-7251-688-7 (trykt)
ISBN: 978-82-7251-689-4 (pdf)

Rapportnr: 23/2009

Tilgjengelighet: **Åpen**

Tittel:

Tørrfisk på hjell - Forprosjekt

Dato: Mai 2009

Antall sider og bilag: 56

Forfatter(e):
Even Tidemann og SjúrðurJoensen

Prosjektnr.: 20559

Oppdragsgiver:
Tørrfiskforum

Oppdragsgivers ref.:

Tre stikkord:
Tørrfisk, klima, teknologi

Sammendrag: (maks 200 ord:)

Rapporten oppsummerer resultatene fra et forprosjekt der målet er å få grunnlag for å iverksette tiltak som kan bidra til en bedre tørkeprosess, der fisken fortsatt henges ute. I forprosjektet er temperatur og fuktighet i hjellene målt gjennom sesongen, temperaturen er målt i fisken, og data fra de enkelte hjell lokalitetene er hentet inn (hengetetthet, topografi).

Erfaringene fra forprosjektet kan sammenfattes som følger:

Det er store dagvariasjoner i temperatur, og luftfuktighet ved hjellene, og også i temperaturen inne i fisken.

-Solstråling bleker fisken, men gir sterk temperaturøkning inne i fisken

-Topografi, og hjellutforming er viktig for å få god luftstrøm over fisken og dermed god tørking

-Hengetettheten kan bidra til å gi bedre skygge på fisken, men kan være uheldig ved at trekken blir dårligere.

Det kan være aktuelt å teste ut enkle tiltak for tildekking (redusere oppfukting og frost), skape trekk gjennom bruk av vifter i kritiske perioder med høy fuktighet, og å tilpasse hjellutformingen med sikte på å skape maksimal skygge og trekk.

Forord

Prosjektet er finansiert av Tørrfiskforum med midler fra FHF.

Stor takk til produsentene som deltok i prosjektet. Disse var:

Brødrene Berg AS, Værøy

Brødrene Andreassen Værøy AS, Værøy

Lofoten Viking AS, Værøy

Røst Sjømat AS, Røst

Glea AS, Røst

Jentoft Ballstad AS, Ballstad

Nic Haug AS, Ballstad

Riksheim Henningsvær AS, Henningsvær

J.M. Langaas Drift AS, Sund

Innhold

1 Bakgrunnen for arbeidet 1

2 Materialer og metoder 3

2.1 Målinger av temperatur og fuktighet 3

2.1.1 Temperatur og fuktighet ved ulike hengelokaliteter 3

2.1.2 Temperaturlogging i fisk 5

2.2 Samtaler med produsenter, bildedokumentasjon – hva gir god tørk 7

3 Resultat 9

3.1 Produsentenes innspill på hva som har betydning for kvaliteten og hva en kan gjøre for å forbedre kvaliteten 9

3.2 Resultater fra temperaturmålingene i fisk 19

3.2.1 Ballstad 19

3.2.2 Værøy 20

3.2.3 Røst 24

3.2.4 Sammenfatning 26

3.3 Resultater fra fuktighet og temperaturlogginger 27

3.3.1 Røst 27

3.3.2 Værøy 32

3.3.3 Ballstad 38

3.3.4 Sund 42

3.3.5 Henningsvær 47

4 Diskusjon, konklusjon 53

1 Bakgrunnen for arbeidet

Ved produksjon av tørrfisk er det to hovedfaktorer som innvirker på tørrfiskkvaliteten. Råstoffets beskaffenhet er av stor viktighet, både med hensyn på næringsstatus, fangstskader, føringsmetoder og lagringstid før henging. Selve tørkingen på hjell er den andre viktige faktoren for hvilken kvalitet som oppnås. Når fisken henges på hjell vil værforholdene (naturen) i størst grad avgjøre tørrfiskkvaliteten. Når det er frost kan fisken få frostskader, i varme perioder og spesielt ved direkte sol blir temperaturen så høy at fisken er utsatt for mucoso og også flue der det er et problem. Enkelte år gir dårlige tørkeforhold store kvalitetsproblem, som selvsagt betyr et stort økonomisk tap for tørrfiskprodusentene.

I tørrfisknæringen ønsker en å videreføre tørkingen på hjell på samme måte som før. Kunstig tørking er ikke et tema i hvert fall de nærmeste årene. Det betyr likevel ikke at en ikke gjør eller kan gjøre noe for å få best mulige tørkebetingelser på den fisken en henger opp. Hver produsent benytter lokal kunnskap om hvor det er best tørk på stedet og hvor en ikke bør tørke i forhold til eksempelvis problem med makk, flue eller jordslag. Det er også lokal kunnskap om hvilken retning fiskens buk skal henge osv. Det kan eksempelvis se ut som at produsentene av tørrfisk flytter hjellene nærmere havet og oftere ut i havet, samt at høyden på hjellene økes betydelig. I næringen er det dermed allerede en utvikling mot best mulig tørking, som gjennomføres ved prøving og feiling hos hver produsent.

Dette arbeidet tar sikte på å systematisere noe av denne kunnskapen ved å snakke med flere produsenter og å logge temperatur og fuktighet på ulike lokaliteter slik at en dokumenterer de eventuelle forskjeller som finnes. Forslaget er da at en gjennomfører kontrollerte forsøk hvor en varierer ulike faktorer som næringen prioriterer å få belyst. Dette kan eksempelvis omfatte alt fra dokumentasjon av hjellenes plassering i terrenget, hjellens høyde, fiskens hengeretning og til litt mer omfattende tiltak som kan forbedre fiskens kvalitet. En kan eksempelvis se for seg tester med tidvis (1 til 2 dagers varighet) tildekking av fisken for å unngå sol, nedbør eller frost. Å kjøle fisk og bakken med sjøvann på ekstremt varme dager kan også tenkes å ha effekt på kvaliteten.

Det viktige er at næringen selv prioriterer de tiltak en vurderer som relevante for å forbedre kvaliteten på tørrfisken.

Gjennom prosjektet modning og lagring av tørrfisk er det funnet at klimafaktorene påvirker fiskens kvalitet sterkt. Det er også funnet at det tar ca 50 døgn før vanninnholdet i tykkfisken (bak ryggbeinet) begynner å synke. Spesielt i denne perioden er fisken utsatt for klimapåvirkninger som kan bidra til å redusere kvaliteten. Noen av faktorene som kan bidra til å redusere kvaliteten er:

Frost

Frostskader oppstår normalt tidlig i sesongen. Spesielt er den tynne delen av fisken utsatt fordi den henger over stokkene, og er mest utsatt for nattefrost. Det ser ut til at kombinasjonen av frost og tørking utsetter fisken for frostskader.

Mucoso

Mucoso ser ut til å være forårsaket av bakterievekst når fisken er varm og fuktig. Det vil uansett være bakterievekst i fisken, hovedsakelig Psykrobakter. Bakteriene bidrar til produktets særegne smak, men dersom oppveksten blir for sterk, kan muskelvevet ødelegges.

Sol

Effekten av moderat solskinn er positiv fordi solen bleker fisken. Sterkt solskinn gir imidlertid kraftig temperaturøkning inne i fisken. Vi har registrert temperaturer over 35 ^{o}C i juni, ved utetemperaturer på 15 ^{o}C.

Luftfuktighet

Luftfuktigheten er gjennomgående høy rundt hjellene, og varierer normalt fra 70 % om dagen til 100 % om natta. I den tidlige fasen av tørkeprosessen er luftfuktigheten i fisken gjennomsnittlig rundt 85 %. Når fisken tas ned fra hjellene har den normalt en likevektsfuktighet på mellom 83 % og 85 %.

Tørr luft over lengre perioder er antatt å være uheldig fordi det dannes en hinne som hindrer videre tørking. Vi har ikke registrert at dette har vært problematisk fordi fuktigheten gjennomgående øker til 100 % hver natt. Dette er en konsekvens av at temperaturen synker, og at luftfuktigheten derfor øker.

Lengre perioder med høy luftfuktighet vil imidlertid medføre dårlig tørking og dermed gi bakteriefloraen i fisken bedre betingelser for vekst.

Lufttemperatur

Høy lufttemperatur kombinert med høy luftfuktighet og dermed langsom tørking synes å være spesielt uheldig i første del av tørkeprosessen. Idealsituasjonen på dette stadiet synes å være tørkebetingelser med god trekk, temperaturer under 6 ^{o}C – 10 ^{o}C, lite regn, og luftfuktighet mellom 70 % og 85 %.

Vindtrekk

God luftsirkulasjon over fisken er ansett som en ubetinget fordel. Hvis fisken henges tett, og i samme høyde, kan lufttrekket lettere gå under fisken, over fisken og rundt selve hjellsystemet.

2 Materialer og metoder

2.1 Målinger av temperatur og fuktighet

For å få et innblikk i hvor store forskjeller det er mellom ulike lokaliteter og mellom enkeltfisk på hjell, ble det lagt opp til to forsøksoppsett. Måling av temperatur og fuktighet ved ulike lokaliteter, og måling av temperatur i kjernen av ulike fisker.

I mars 2008 ble det hos syv produsenter av tørrfisk hengt ut loggere hos hver produsent, på ulike hjeller eller ulike steder i hjellen. Plasseringen av loggere ble bestemt av produsentene selv. Produsentene var fordelt slik: En på Røst, to på Værøy, en i Sund, to på Ballstad og en i Henningsvær.

Hos tre produsenter ble også temperaturen logget i kjernen på fire fisk, som ble hengt med ulik disponering for sol og tørk.

2.1.1 Temperatur og fuktighet ved ulike hengelokaliteter

Totalt er 22 loggere hengt ut på ulike lokaliteter. Hver enkelt produsent har selv bestemt hvor loggerne skulle henges. Alle produsentene ble likevel bedt om å velge plassering i forhold til forventet god og dårlig tørk.

Når lokaliteten er bestemt ble loggerne festet på nordsiden av en stolpe og i 2-3 meters høyde. Loggeren ble delvis dettet av en plastpose for å beskytte mot regn (bilde 1). Vi så i ettertid at noen av disse posene løsnet og dekket loggerne helt, noe som igjen vil gi usikkerhet ved fuktighetsmålingene.

Bilde 1 Eksempel på plassering av logger.

Nedenfor er det i tabellform gitt en kort oppsummering av stedene forsøkene ble gjennomført og plasseringsvalg for loggerne som ble hengt på hver plass.

Tabell 1 Loggere på Værøy og Røst.

Værøy, Brødrene Andreassen Værøy AS	
Logger	*Beskrivelse av plassering*
V7	Forventet god tørk. Plassert ut mot havet i sør-vestlig del av hjellen. Hjellen var nyoppsatt og var plassert på steingrunn. Høyden på hjellen var langt over middels. Loggeren plassert ved ytterste stolpe.
V8	Forventet noe dårligere tørk Logger plassert midt inne i samme hengefelt /hjellområde
V9	Også forventet god tørk. Logger plassert inn mot land ytterst i nord-øst siden i samme hengefelt.
Værøy, Lofoten Viking AS	
V3	Forventet god tørk, med god trekk, kjølig i varme og varmt i kulde. Gjellen er nært havet (hav på begge sider), lokalitet Fyret Logger er plassert midt inne i feltet.
V5	Forventet dårlig tørk, bare hengt en gang med dårlig resultat Liten hjell på andre siden av øya (Nordland) ved flystripen. Beliggenhet er nært høy/bratt fjellside, 200 m fra havet og ca 20 m over havet
V4	Beliggenhet Telegrafen, hengt midt i feltet. Beliggenhet nært hav
V6	Ved helikopterplassen, litt høydedrag rundt Hengt midt i feltet.
Røst, Røst Sjømat AS	
R5	Forventet brukbar tørk. Hengelokaliteten er Klakken et hengefelt som ligger så lavt at floa går over deler av feltet. Plassert ytterst i feltet (sørlig del) mot sjø. Floa går over
R3	Forventet noe dårligere tørk. Plassert i hjellen utenfor bedriften. Hjellen er litt innestengt av terreng og bygninger.
R4	Forventet brukbar tørk. Hengelokaliteten er Klakken. Plassert på innsiden av ytterste rad (rad 1)
R6	Forventet brukbar tørk, men noe dårligere trekk. Hengelokaliteten er Klakken. Plassert midt inne i feltet på rad 5

Tabell 2 Loggere på Ballstad, i Henningsvær og i Sund.

Ballstad, hos Jentoft Ballstad AS og Nic Haug AS	
Logger	*Beskrivelse av plassering*
B3	Forventet brukbar tørk. Myra, nordenden av hengefeltet, mot havet Logger plassert inne i feltet
B4	Forventet brukbar tørk. Brakkeleiren, ned mot havet Logger plassert inne i feltet.
B5	Forventet god tørk Hengelokalitet i Ura, hos Nic. Haug, en lokalitet som kommer tidlig i skyggen på grunn av fjell som står nært. Logger plassert ca 15 meter inne i feltet.
Henningsvær, Riksheim Henningsvær AS	
H1	Forventet god trekk og god tørk. Lokalitet Lykthaugen som er en bakketopp.
H2	Smia, nært sjøen.
H3	Nordenden.
H4	Rett over brua.
Sund, J.M. Langaas Drift AS	
S1	Nært fjell i nord, festet på stolpe
S2	Nært fjell i nord, hengt mellom fiskene
S3	Hundremeteren, god trekk.
S4	Ved tørrfiskhallen, asfalt under. Nede i et søkk, ved ferskvann.

2.1.2 Temperaturlogging i fisk

Til sammen ble temperaturen mål i 12 fisk. Fire fisker ble hengt henholdsvis på Ballstad, Røst og Værøy. Fiskene ble hengt på hjell sammen med annen fisk, men ble fordelt / hengt likt og ulikt med hensikt. Det er hovedsakelig variert mellom å henge fisken ytterst hvor den er utsatt for sol, og inne mellom annen fisk, mer beskyttet mot sol. Men det er også testet å henge med buken i motsatt retning av normal hengeretning ved bedriften.

Målepunktet var midt inne i fiskemuskelen, i overkant av ryggsøylen og 8-10 cm fra nakken. Ledninger var strukket fra hver av de fire fiskene til en enhet som logget temperaturen kontinuerlig. Ledningene var festet i ørebeinet slik at de ikke skulle bli revet ut av fisken (bilde 2)

Bilde 2 Feste av ledning ved temperaturlogging i fisken mens den henger på hjell.

Tabell 3 Temperaturlogginger i fisk på Ballstad, Værøy og Røst.

Ballstad, hos Jentoft Ballstad AS. Logger B1 med logging i fire fisker.		
Kanal	*Beskrivelse av fiskens plassering*	*Vekt ved henging*
BT1	Hengt midt i, buken mot nord	3200
BT2	Hengt midt i, buken mot sør	3230
BT3	Hengt ytterst mot nord	3560
BT4	Hengt ytterst mot sør	3440
Værøy, hos Brødrene Berg AS. Logger V1 med logging i fire fisker.		
VT1	Hengt midt i, men det er åpning mot sør, vest og nord	Ca 3,5 kg
VT2	Hengt ytterst på snag mot nord	Ca 3,5 kg
VT3	Hengt midt i.	Ca 3,5 kg
VT4	Hengt ytterst på snag mot sør	Ca 3,5 kg
Røst, hos Glea AS. Logger R1 med logging i fire fisker.		
RT1	Hengt ytterst mot øst	3,57
RT2	Hengt ytterst mot vest	3,69
RT2	Hengt midt i og buken mot vest	3,74
RT2	Hengt midt i og buken mot øst som vanlig.	3,79

2.2 Samtaler med produsenter, bildedokumentasjon – hva gir god tørk

Samtidig med at temperaturloggerne ble plassert ut hos produsentene ble deres vurdering av hva som gir god tørk gitt. Det ble fokusert på forhold som påvirker kvalitet mens fisken henger på hjell, i tillegg til innhenting av mer generelle synspunkter. Alle ble spurt om hva de mente hadde størst innvirkning på kvaliteten når fisken henger på hjell og hvilke tiltak som

Kan gjennomføres for å bedre kvaliteten. Alle ble også spurt om effekten av hjellenes plassering, hjellens utforming og effekten av hengemønster.

Noen av de tema som ble trukket frem ble forsøkt ”dokumentert” og synliggjort ved å ta bilder som illustrerer de forskjellene og valgene som faktisk eksisterer mellom ulike plasser og aktører.

3 Resultat

3.1 Produsentenes innspill på hva som har betydning for kvaliteten og hva en kan gjøre for å forbedre kvaliteten

Innspillene er systematisert, og skrevet i en sammenfattende form. Generelt var de fleste innspillene på hjellens plassering og utforming. Men det ble også presisert at det kunne være forskjeller mellom hjellene fra år til år, hvor vindretning og værtype kunne gi ulik innvirkning på enkeltlokaliteter.

Høyde på hjell var vurdert som viktig for å få god tørk. Særlig på Værøy var hjellene høye, anslagsvis opp mot 6 meter på de høyeste. Enkelte steder inne i Lofoten, var mange av hjellene svært lave, ned mot 2 meter. Høyden bidrar til å gi mer vind på fisken og dermed bedre tørk og mindre mucoso. Høye hjeller ble også vurdert til å gi mindre makk og mindre jordslag.

Bilde 3 Eksempel på hjell hvor fisken henges høyt.

Bilde 4 Eksempel på hjell hvor fisken henges lavt.

Hjellens bredde/lengde var vurdert å ha innvirkning på tørkingen. Ytterst er det god tørk, mens det midt inne i et stort hjellområde kunne være dårligere tørk på grunn av lite vind. Det anses viktig å ha åpne rekker inne i store felt. De fleste anså det som gunstig å ha hjellene i enkeltrekker, men at dette ble svært plasskrevende.

Bilde 5 Et stort hengefelt som også er flatt.

Ulik høyde på hjell i samme felt var vurdert å gi bedre trekk på fisken samt at en kunne beskytte mot solen ved å lage den ytterste hjellen høyest. Solen skader fisken som henger eksponert for solen. Dermed kunne en ved god planlegging av utforming på hjellområdet redusere mucoso i fisken. På Værøy var det gjennomgående ulik høyde på hjellene.

Bilde 6 Hengefelt der hjellene er plassert side om side med ulik høyde.

Hjellens plassering var vurdert som meget viktig. Plassering i fjæra og ute i havet ble vurdert som best. Dette gir kjøling i varme perioder, og varme i kalde perioder. Enkelte mente det kunne redusere flueproblemet. Plassering opp mot fjellsider var vurdert som dårlig, fjellet avgav for mye varme. Plassering i områder med skog var ikke vurdert som gunstig på grunn av flue. Hjellen burde ikke ligge slik at fjell eller bygg skjermet for vinden. Men plassering der solen ikke tok så mye kunne vurderes som et godt alternativt dersom det var nok trekk. Dalsøkk ble vurdert som ugunstig ettersom det ble lite trekk.

Bilde 7 Hjell som står nært inntil fjell i sør.

Bilde 8 Hjell plassert i flatt og vått område.

Bilde 9 Hjell plassert i fjæra på Berg.

Bilde 10 Hjell plassert slik at den for det meste står i havet.

Grunnen under hjellene ble også vurdert som viktig av enkelte. Fjell og asfalt kunne avgi varme, jord/gress kunne gi jordslag, mens sjøvann var vurdert som mest gunstig. Andre hadde ikke noen negative erfaringer med eksempelvis bruk av asfalt under hjellene.

Bilde 11 Hjell på steinfyllinger kan fort blir overgrodd av gress.

Bilde 12 Hjell med asfalt under.

Hengeretning på fisken var av flere vurdert som viktig. Her var det ulike synspunkter. Registreringene av hengeretninger viser også at fisken henges i alle retninger bortsett fra med buken mot sydvest. De som hengte buken i nordlig retning ønsket ikke regn i buken, etter som hinnene i buken ville binde opp vann i fisken. De som hengte buken sør østlig ville ikke at solen skulle skinne på den mørke ryggsiden av fisken og dermed varme den for mye opp. Enkelte produsenter hengte fisken helt tilfeldig på en og samme hjell.

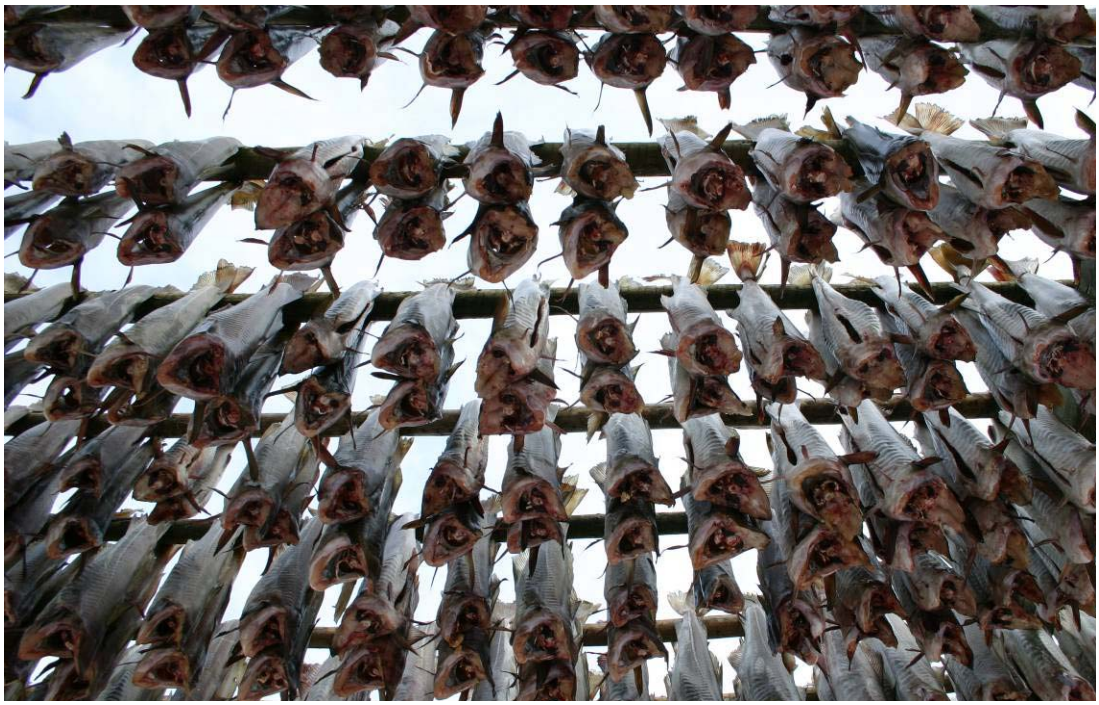
Bilde 13 Fisk på hjell som er hengt i tilfeldig retning.

Hengetetthet var vurdert litt ulikt. Hvis fisken henges for tett blir det lite trekk rundt fisken og den kan klebe sammen. Men det var også innspill på at dersom fisken ble hengt for langt fra hverandre ville en få økte problemer med oppvarming fra solen. Når fisken henger tett dekker den for solen på fisken bak. Ulempen med å henge tett vil være ”dårligere tørk”. Her er tydeligvis spørsmålet hva er viktigst; god trekk eller skjerming av sol. Her kan det finnes optimale løsninger.

Bilde 14 Solen skinner på store deler som ikke henger tett.

Bilde 15 Eksempel på fisk som henger forholdsvis tett.

Bilde 16 Eksempel på fisk som henger tett.



Bilde 17 Eksempel på fisk som ikke henger tett.

Sjøsprøyt var det liten erfaring med, men ble vurdert som gunstig for fisken.

Sammenfatning

Det var generelt liten respons på spørsmål angående tiltak for å forbedre kvaliteten. Fisken bør tørkes omtrent slik som det gjøres i dag. Bygningsmessig beskyttelse av fisken i de korte periodene den er utsatt for varme eller frost, anses ikke er relevant.

Et forslag kom på å styre vinden under hjellene. Et forslag var bruk av varmelampe i kalde perioder. Ut over dette begrenses forslagene til det som er nevnt ovenfor.

Av andre forhold som ble tatt opp og som kan påvirke kvaliteten nevnes: Bruk av renset sjøvann kan være ugunstig. Når fisken legges i renset sjøvann ser en for seg at fisken vil råtne hurtigere.

Noen av de viktigste tiltakene/forslagene oppsummeres her: Høyde av hjellene ble trukket fram som en viktig faktor for å oppnå god kvalitet. Utformingen av hjellene ved bruk av ulike høyder ble også trukket frem som viktig. Plassering ute i sjøen ble vurdert som gunstig. Effekten av hengeretning og hengetetthet ble vurdert som viktig av de fleste, men konklusjonene var ikke de samme.

Måling av hengemønster

Tetthet

Avstanden mellom radene (råveden) var som oftest 30-40 cm. Mest vanlig rundt 40 cm. Her var det tydeligvis ikke standardiserte mål, dette ble bare praktisert av de som hengte fisken.

Den målte avstanden mellom hver sperre var fra gjennomsnittlig 17 til 25 cm. Avstanden varierte mye mellom enkelte stenger og på ulike hjeller. Målingene er gjort på like stor fisk.

Retning på fisken:

På Røst ble retningen registrert på flere hjeller: Her ble ryggen hengt i alle retninger fra 90 grader til 320 grader. Dermed var det sør- sørvest eneste retningen buken ikke ble hengt i.

Vindmålinger

På noen av lokalitetene ble det gjort noen få vindmålinger.

Lokalitet 1: Målinger i ytterkant av et stort hjellområde viste gjennomsnittsmålinger på 2,4 til 3,8 meter i sekundet (ms), mens det midt inne i området under fisken ble målt 1,1 ms.

Lokalitet 2: Ytterst i hjellen, der vinden kom inn ble det målt 3,6 ms under fisken, 5 meter inne i hjellen ble det målt 2,2 ms under fisken og i ”le” (15-20m) ble det målt 1,3 ms, i hjellen bak denne igjen ble det målt 1,1ms under fisken.

Der vinden kom inn ble det målt 3,6 ms under fisken, men en meter over bakken var vinden 2,1 ms.

På punktet 5 meter inne i hjellen ble det også målt ulike steder. Rett under ble det målt 2,2 ms, ca 1 m over fisken ble det målt 2,6 ms og innimellom fiskene ble det målt mellom 0,6 og 0,8ms.

Forslag til å forbedre tørken på hjell:

1. Teste ulike tettheter mellom fiskene på hjell, for å se på forholdet trekk og solinnstråling.
2. Dokumentere effekten på tørrfiskkvaliteten avhengig av hjellens høyde.
3. Dokumentere effekten av hjellens utforming, med hensyn på ulike høyder eller andre tiltak som forbedrer trekk, men minsker solinnstråling.
4. Hengeretning på fisken.
5. Teste ulike tiltak for å kjøle fisken de varmeste periodene (over 20 grader). Aktuelle tiltak kan være:

- Skjerme mot sol
- Spraye overflaten på fisken med vann. Når luften stryker over den fuktede flaten vil vannet fordampe og fisken kjøles.
- Benytte hengearrangement der den fremste fisken skjermer fisken bak mot sol.
- Benytte vifter for å skape trekk på dager med vindstille
- Midlertidige skjermingstiltak i perioder med lagvarig regn på fisken.

6. Teste tiltak for å hindre fryseskader i fisken.

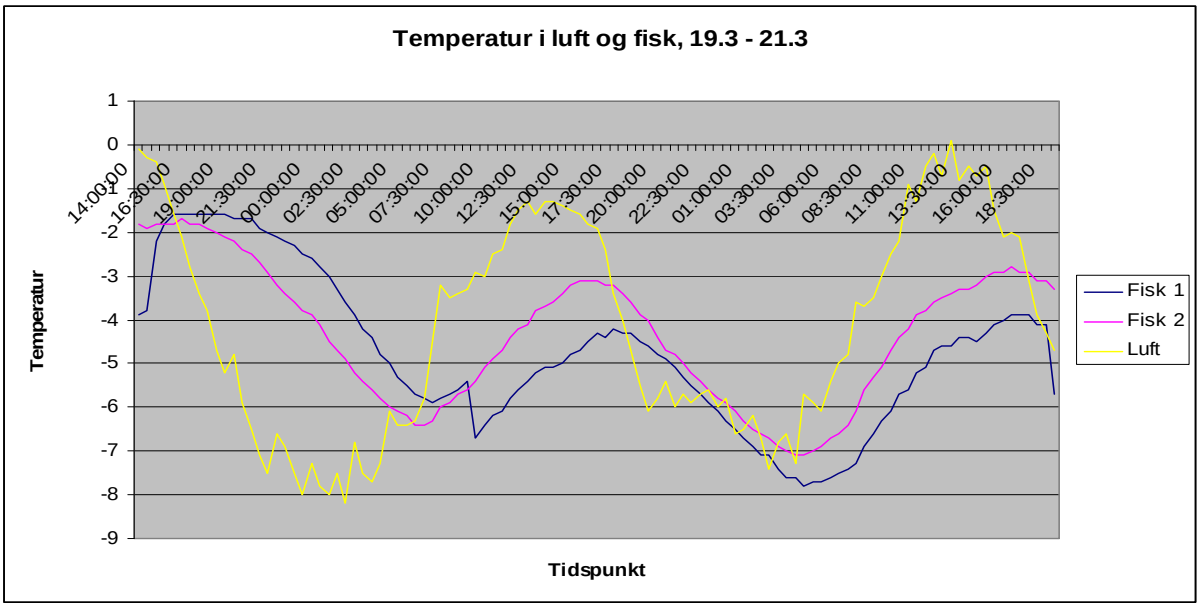
3.2 Resultater fra temperaturmålingene i fisk

Firekanals dataloggere ble installert ved tre anlegg. Under målingene viste det seg at isolasjonen på termokablene ble slitt av som følge av friksjon mellom fisken og kablene. Det medførte at deler av datamaterialet ikke kan brukes. Vi har imidlertid erfaringer fra tidligere målinger, slik at kunnskapen om sammenhengene mellom solinnstråling og kjernetemperturer er kjent

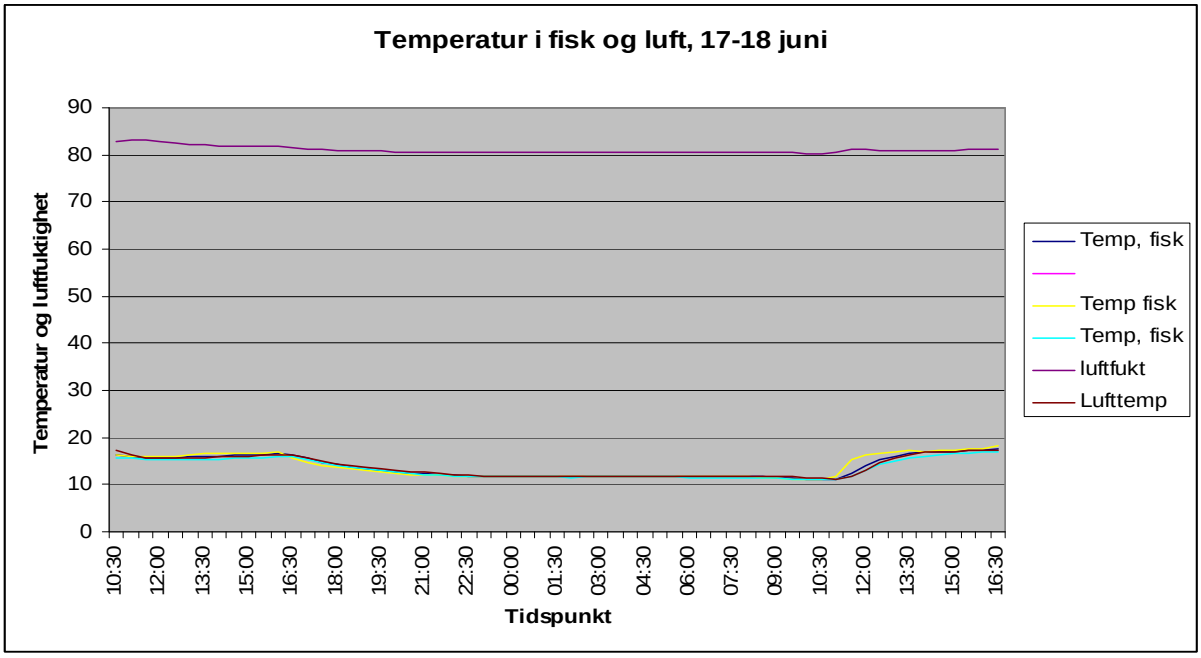
3.2.1 Ballstad

Figur 1 viser at i perioder med langvarig frost fryser fisken ned til samme temperatur som omluften. Forskjellen i tid mellom laveste temperatur i luften og i fisken skyldes at det tar tid å transportere eller fjerne varme ifra kjernen i fisken.

I perioder med overskyet vær, hvor effekten av soloppvarming unngås, blir temperaturen i fisken den samme som lufttemperaturen Fisken tørker ikke og holder samme temperatur som omluften. Det vises her til figur 2.



Figur 1 Temperaturendringer i fisken i en kuldeperiode.



Figur 2 Temperatur i fisken ved overskyet vær.

3.2.2 Værøy

I en periode med moderat kulde (figur 3) ser vi at temperaturene i fisken tilsvarer moderat frysing av fiskekjøttet i en kort periode. Temperaturen i fisken er rimelig stabil, selv om temperaturen i luften varierer. De temperaturforskjellene som ble målt viste minst variasjon i den fisken som henger midt i hjellen, og henger tett. Temperaturen i den fremste fisken (sør, ytterst) og til dels i den fisken som henger ytterst mot nord, følger lufttemperauren i større grad enn fiskene inne i hjellen.

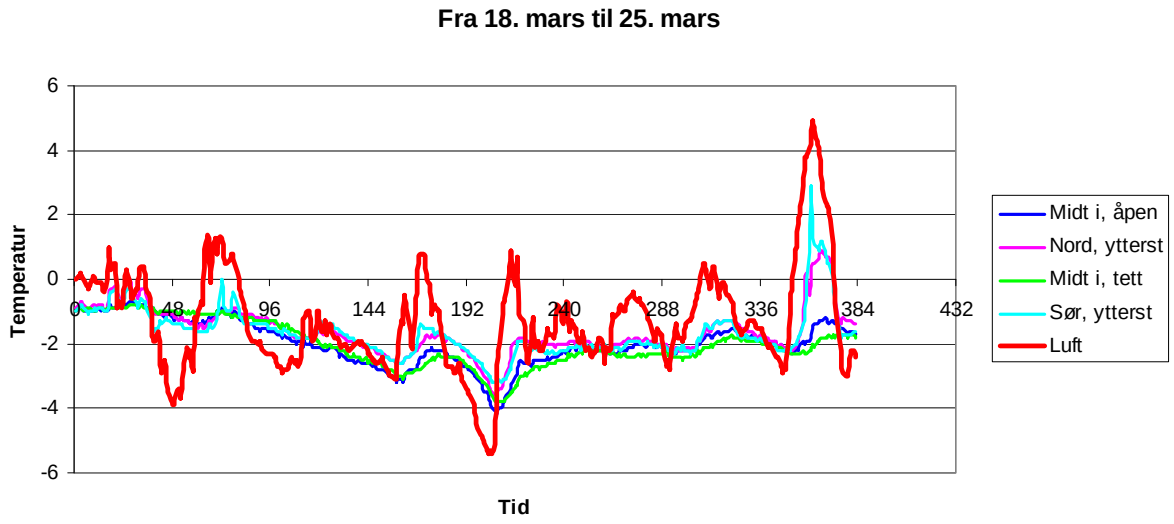
I overskyet vær (figur 4) samsvarer temperaturvariasjonene i fisken med lufttemperaturen, uavhengig av hengested.

Selv tidlig i hengeperioden blir det en betydelig oppvarming av fisken på grunn av solskinn. Dette gjelder både den fisken som henger fremst, og den fisken som henger i åpne felt inne i hjellen. (Figur 5)

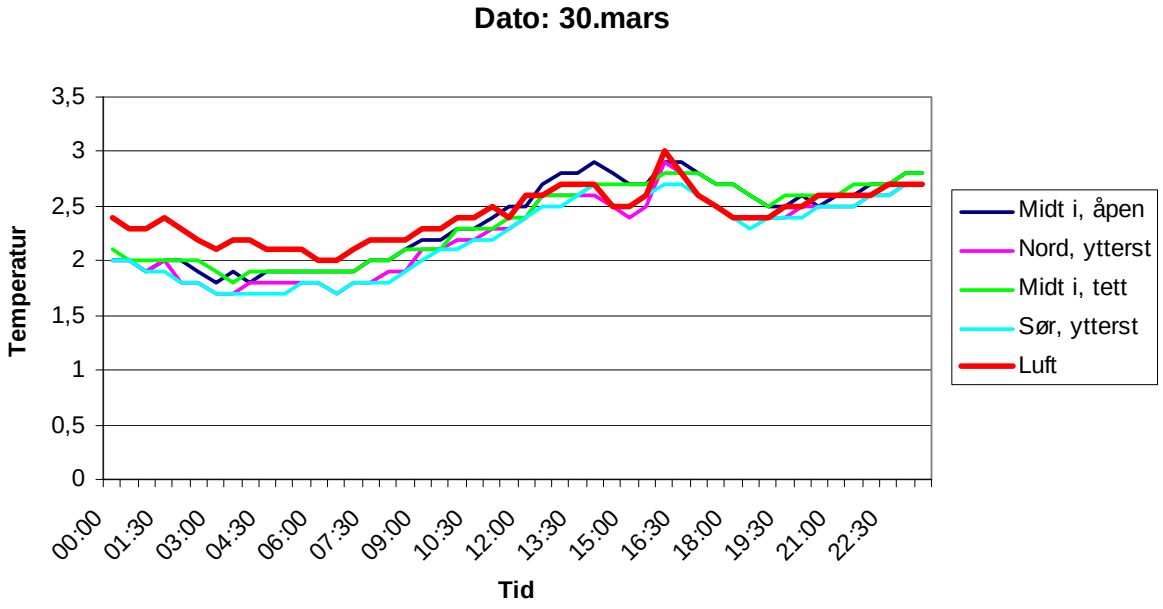
Vi har tatt med et utsnitt av figur 5 (se figur 6) for å vise at fisken som henger tett, og fisken som henger i nordenden av hjellen følger lufttemperaturen. Fisk eksponert mot sol får derimot en sterkere oppvarming.

Senere i hengeperioden (figur 7) er solen kommet høyere opp, og også fisken i midten av hellene oppvarmes av solen. Spesielt vil fisk som henges sent være utsatt for uheldig oppvarming, men også fisk hengt tidlig i mars vil være rå bak ryggbeinet i denne perioden.

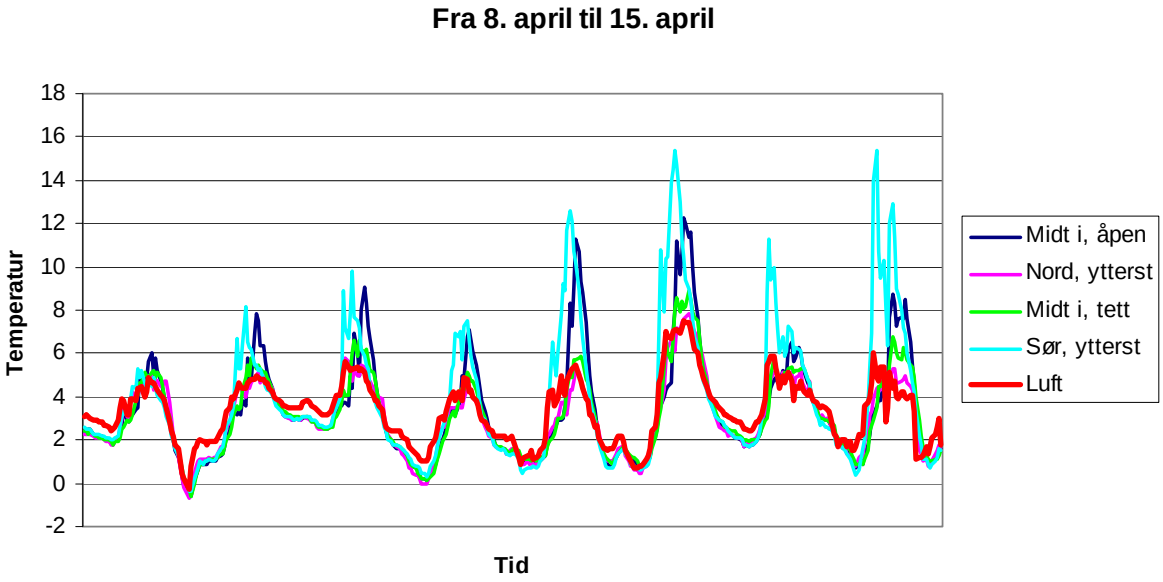
Mot slutten av hengeperioden (figur 8) er fisken nesten ferdigtørket. På dette tidspunktet var det overskyet vær, og temperaturen i fisken fulgte lufttemperaturen.



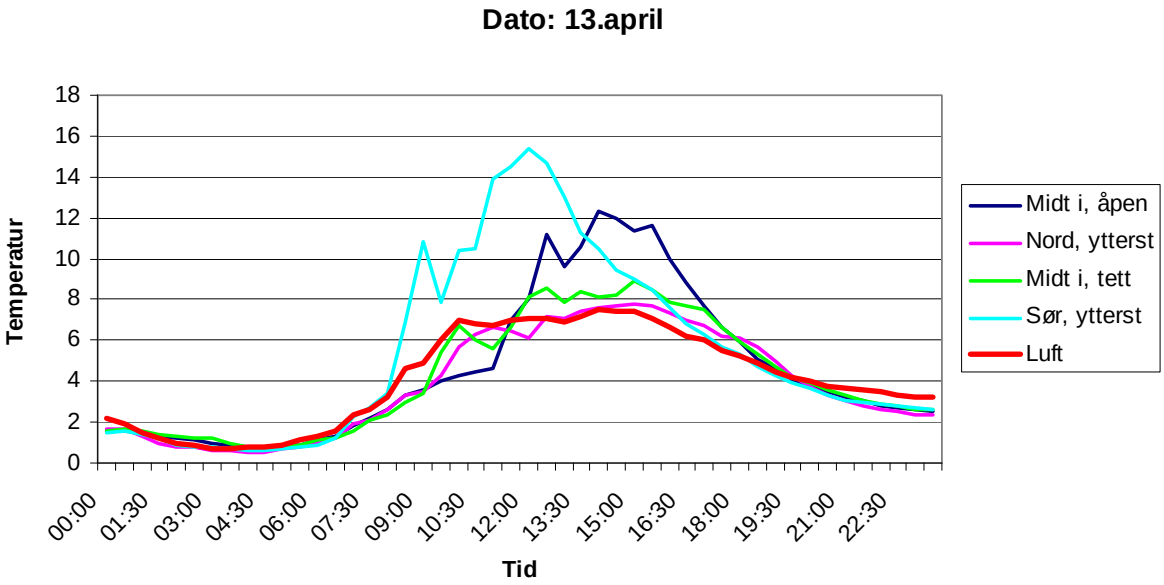
Figur 3 Temperaturer i fisk og luft i en kuldeperiode.



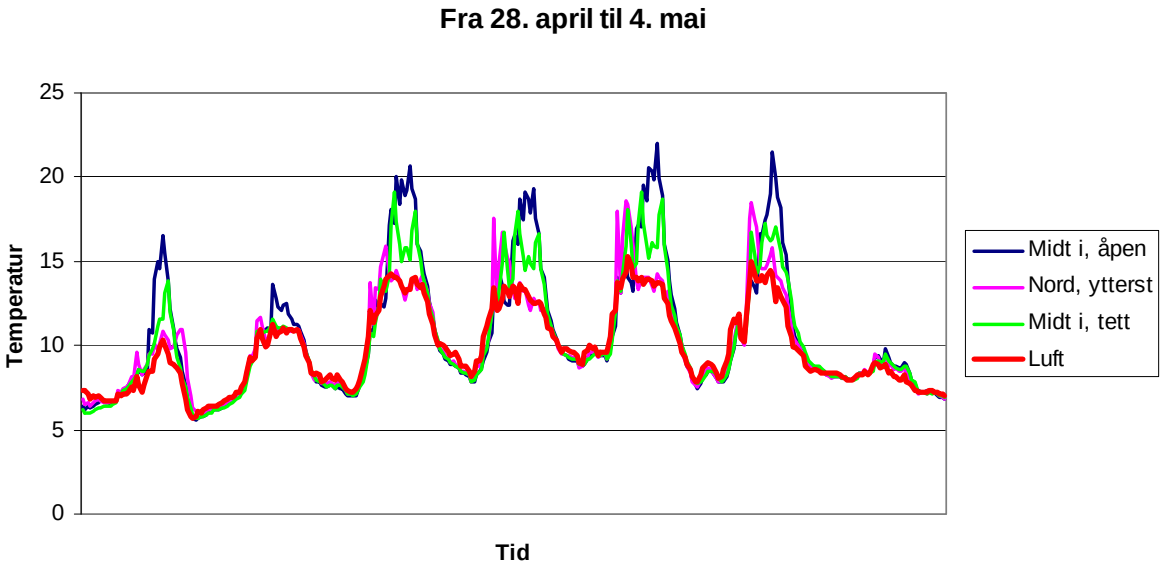
Figur 4 Temperatur i luft og fisk en overskyet dag.



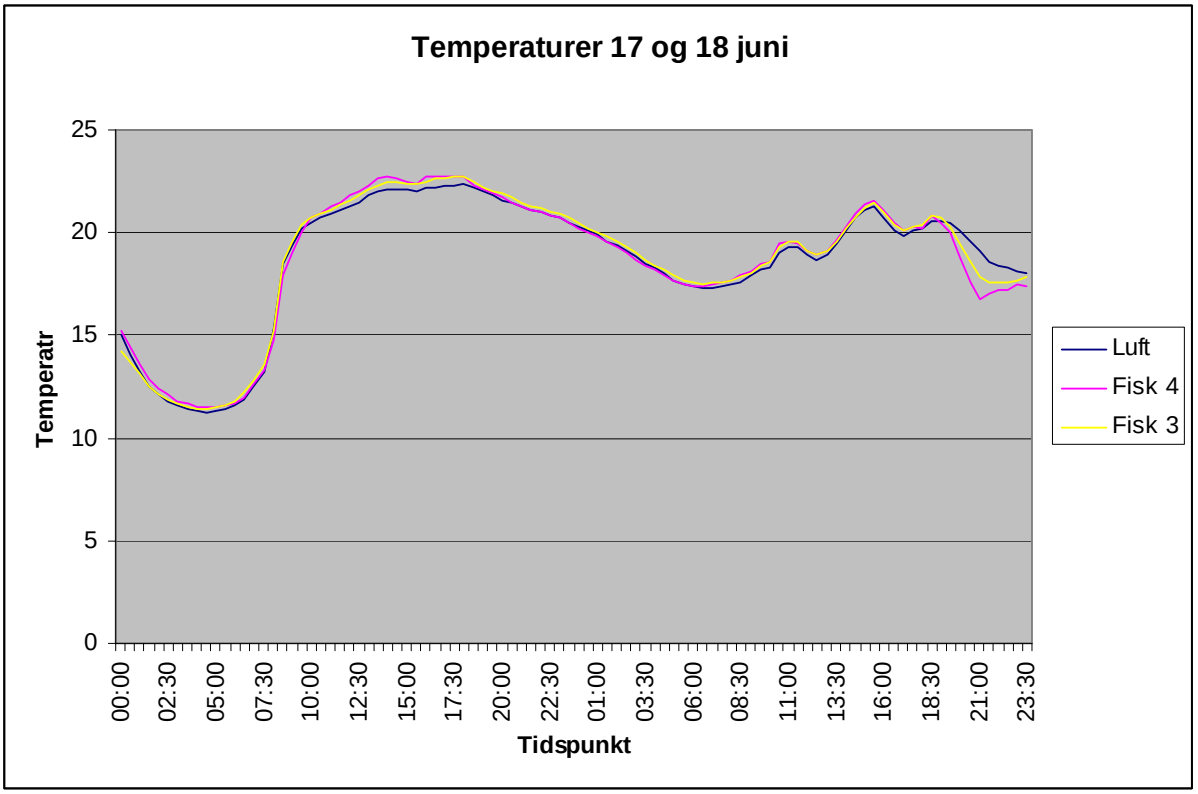
Figur 5 Temperatur i luft og fisk "kjølige aprildager" med sol.



Figur 6 *Temperaturen over et døgn, når solen skinner om dagen.*



Figur 7 *Temperaturen på luft og fisk på "varme april dager" med sol.*



Figur 8 Temperatur i fisken i siste del av utetørkingen.

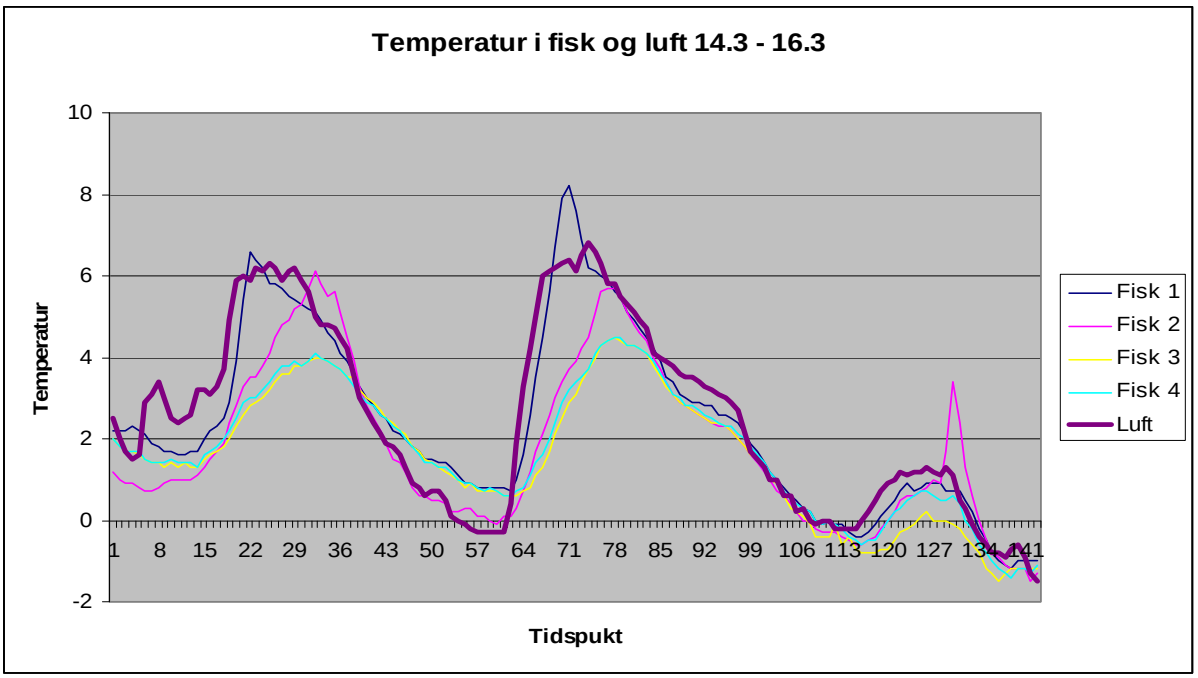
3.2.3 Røst

Fisk 1 er hengt ytterst mot øst, fisk 2 er hengt ytterst mot vest, fisk 3 er hengt midt i og buken mot vest, fisk 4 er hengt midt i og buken mot øst som vanlig. Temperaturen i fisken kan både ligge over og under temperaturen i luften. Ved høy økning i lufttemperatur kan fisken være litt kaldere en stund. Men ved solpåvirkning kan temperaturen i fisken bli høyere enn i luften. Figurene viser at fisk hengt midt inne i hjellen har mindre temperatursvingninger enn fisken som henger ytterst mot vest. Den ytterste mot øst følger lufttemperaturen.

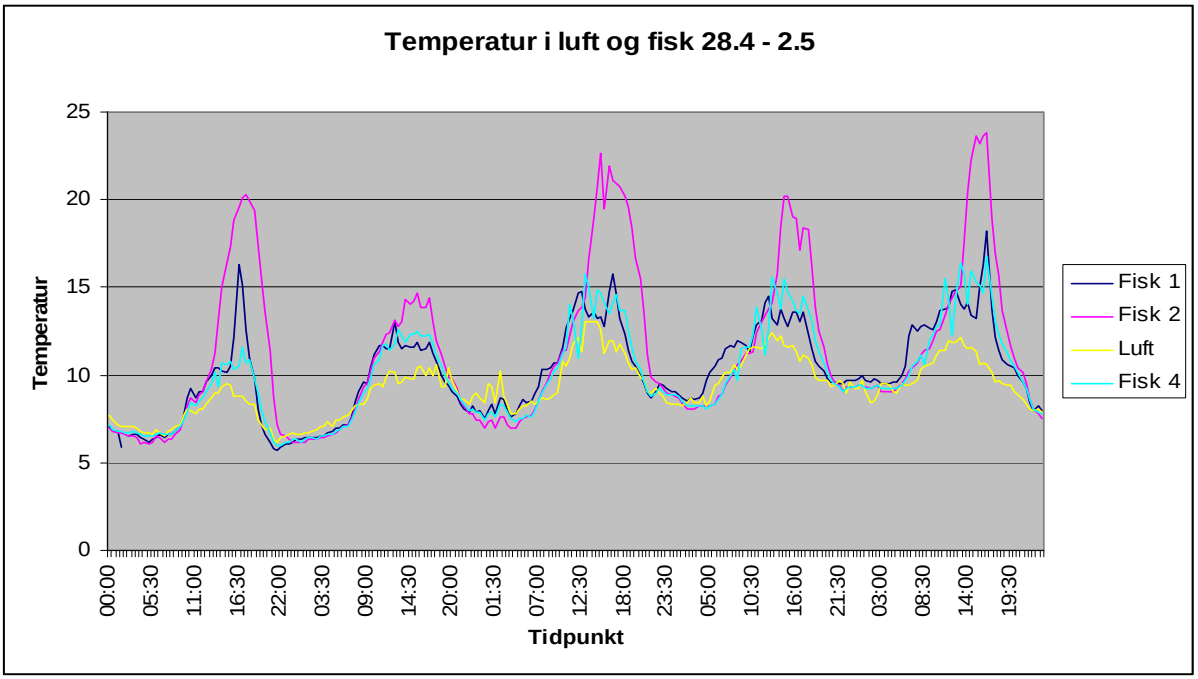
Vi har samlet dokumentasjon for tørkeperioden på Røst.

Vi ser at at fisk hengt midt inne i hjellen har mindre temperatursvingninger enn fisk som henger ytterst. Den ytterste fisken følger lufttemperaturen. Dette fremgår av figur 9 som viser svingninger tidlig i sesongen.

I månedsskiftet april-mai ser vi at solen varmet mest opp fisken som hang fremst, på vestsiden av hjellen, mens fisk som var hengt midt inne i hjellen fortsatt hadde mindre temperatursvingninger enn fisken som var hengt ytterst. Se figur 10.



Figur 9 Temperatur i fisk fem dager etter henging.



Figur 10 Temperaturvariasjoner i månedsskiftet april – mai.

3.2.4 Sammenfatning

Målingene kan deles i tre perioder:

I første del av sesongen (mars) er solhøyden lav, og fisken som henger inne i hjellene er beskyttet mot soloppvarming av fisken som henger fremst. Faren for frost er imidlertid stor i denne perioden. 2008 sesongen var preget av sterk kulde i siste del av mars, og mye av fisken ble gjennomfrosset.

På Ballstad hvor temperaturen kom ned mot - 10 ^{o}C ble det observert at selv om luften i korte perioder var over 0 ^{o}C, forble kjernetemperaturen i fisken lav. Vi har ikke målt temperaturen i de tynneste partiene av fisken (mot sporden), og det er grunn til å forvente at disse partiene vi være mer utsatt for svinger rundt frysepunktet. Det ble også konstatert fryseskader på fisk i dette området.

På Værøy ble det målt mer moderate temperatursvingninger. Lufttemperaturer på – 5 ^{o}C ble målt, mens fisken ble kjølt ned til - 4 ^{o}C. I denne perioden var det små forskjeller i laveste temperatur i fiskene, uavhengig av hengeplassering. Det ble registrert større svingninger i temperatur i de fiskene som hang ytterst (både mot nord, og mot sør.)

På dager med skyet vær var det små forskjeller i lufttemperatur og i temperaturen i fisken.

På Røst ble det ikke registrert en tilsvarende kuldeperiode. Det ble registrert moderate forskjeller i temperatur inne i fisken (forskjell på 4 ^{o}C) avhengig av plassering. Disse forskjellene er så små at de ikke har betydning for sluttkvaliteten på fisken.

Utfordringen i denne perioden er todelt: Å hindre frostskader i perioder med sterk kulde, og tilsvarende å få i gang tørkeprosessen i perioder med høy luftfuktighet og regn for å redusere faren for surfisk.

I andre del av sesongen (april) registrerte vi at effekten av solen ble merkbar allerede fra 10. april. Fisken er hengt mellom 20 og 60 døgn, og er våt i kjernen. Med temperaturer i luften på 6 ^{o}C har vi tilsvarende målt temperaturer i fisken på 12 oc til 15 ^{o}C. Dette gjelder bare for den fisken som er hengt fremst (mot sør). Tilsvarende målte vi maksimaltemperaturer i luften på 12 ^{o}C i slutten av april, mens temperaturen i fisken har vært oppe i 20 ^{o}C til 25 ^{o}C.

Utfordringen i denne perioden er å unngå overoppvarming av fisken i perioder med solskinn og vindstille, og å unngå mucosodannelse i perioder med høyere lufttemperatur og luftfuktighet.

Fra midten av mai, i siste del av utetørkingen er solen høyere, og også fisken inne i hjellene er eksponert for oppvarming uansett plassering i hjellene. Ved årets målinger var termokablene slitt, og målingene i denne perioden usikre. Fra målinger i 2006 og 2007 har vi imidlertid registrert temperaturer mellom 30 0C og 35 ^{o}C i fisken. Fisken tåler sannsynligvis lengre perioder med høyere lufttemperaturer og luftfuktighet, men kan fortsatt være utsatt for uheldig oppvarming ved sterkt solskinn, uansett hjellplassering.

3.3 Resultater fra fuktighet og temperaturlogginger

3.3.1 Røst

Lokalitet R3 var vurdert som noe dårligere enn de andre lokalitetene. Figur 11 indikerer imidlertid gode tørkeforhold i 2008. Luftfuktigheten har vært lav i hele perioden, med gjennomsnittverdier under 80 %.

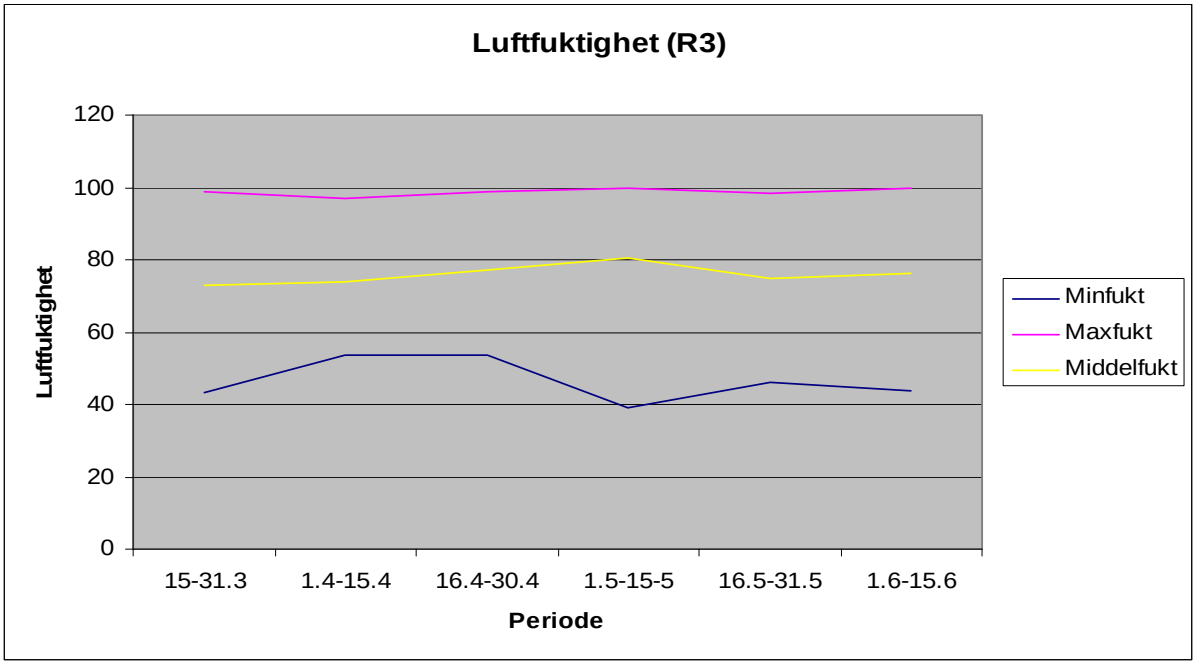
Det er små forskjeller mellom lokalitet R4 og R3, men med moderat høyere luftfuktighet ved R4.

Ved R5 var luftfuktigheten lav tidlig i perioden (god starttørking), men høyere i siste del av perioden. De laveste verdiene var noe høyere sammenlignet med de andre lokalitetene. (Figur 13).

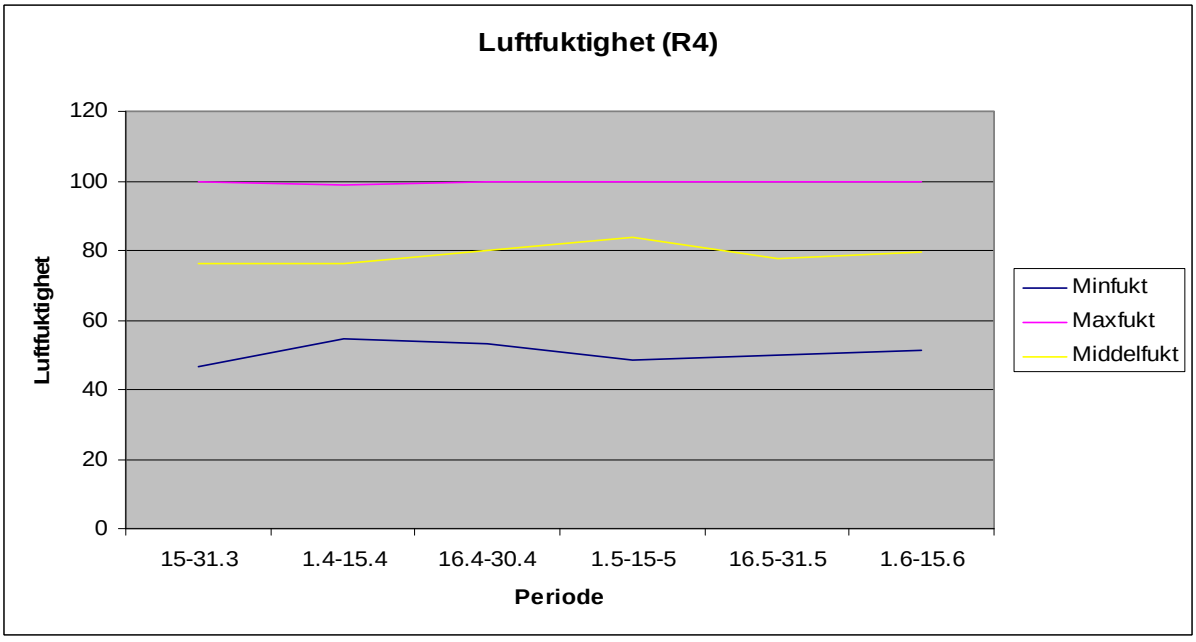
Ved R6 som var midt inne i et stort hengeområde har plasseringen hatt betydning (figur 14). Luftfuktigheten var gjennomgående høyere, både gjennomsnittsverdier, og de laveste verdiene sammenlignet med de andre målingene.

Gjennomsnittsverdiene for luftfuktighet ved hver av lokalitetene (figur 15) viser at R3 som var forventet å være den dårligste lokaliteten har gjenomgående tørrere luft, og potensial for raskest tørking, R5 som er plassert ved sjøen har høy luftfuktighet spesielt sist i sesongen, mens R6 som er plassert midt inne i hjellen, med forventet dårlig trekk, viser gjennomgående høy luftfuktighet.

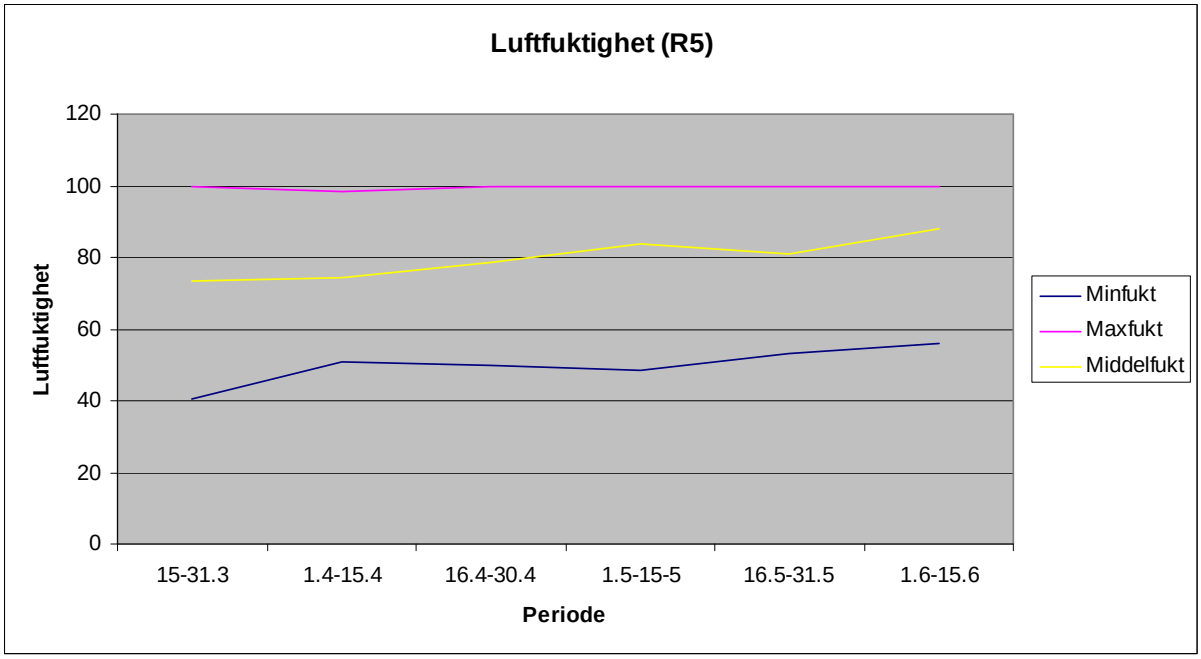
Temperaturmålingen viser kun små forskjeller mellom de ulike lokalitetene (figur 16, 17, 18 og 19). Som vist i figur 20 er gjennomsnittsverdiene er svært like, uavhengig av plassering. Forskjellene er mindre enn en grad i hele perioden. I den grad at plasseringen har betydning, kan muligens lokaliteten ved sjøen være gunstigst fordi temperaturen er moderat høyere tidlig i sesongen (mindre frost), og moderat lavere sent i sesongen (Mindre varmeeksponering).



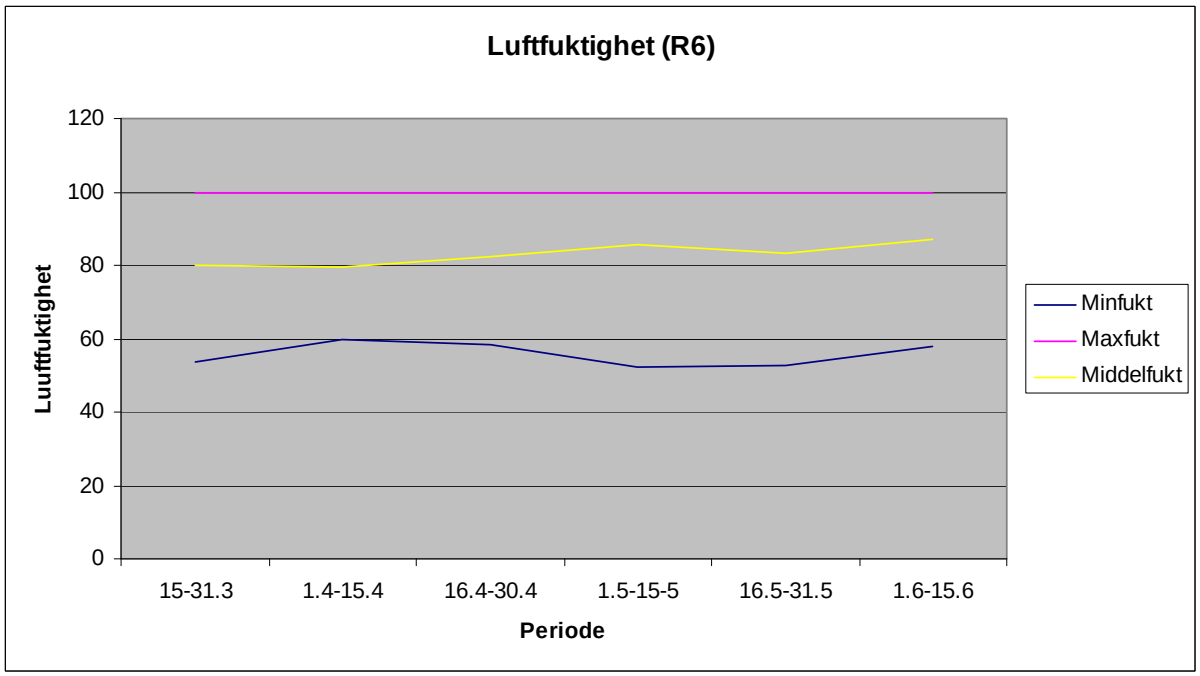
Figur 11 Lokalitet R3. Variasjoner i luftfuktighet gjennom sesongen inne i hjellen.



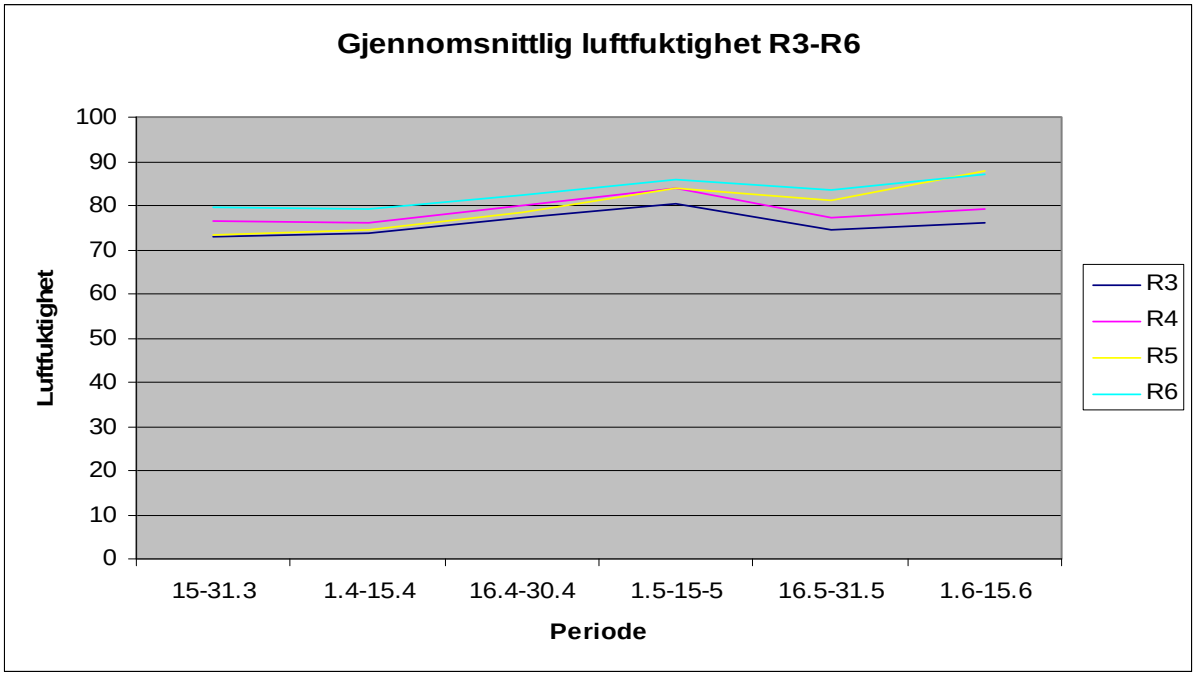
Figur 12 Variasjoner i luftfuktighet gjennom sesongen bak ytterste rad.



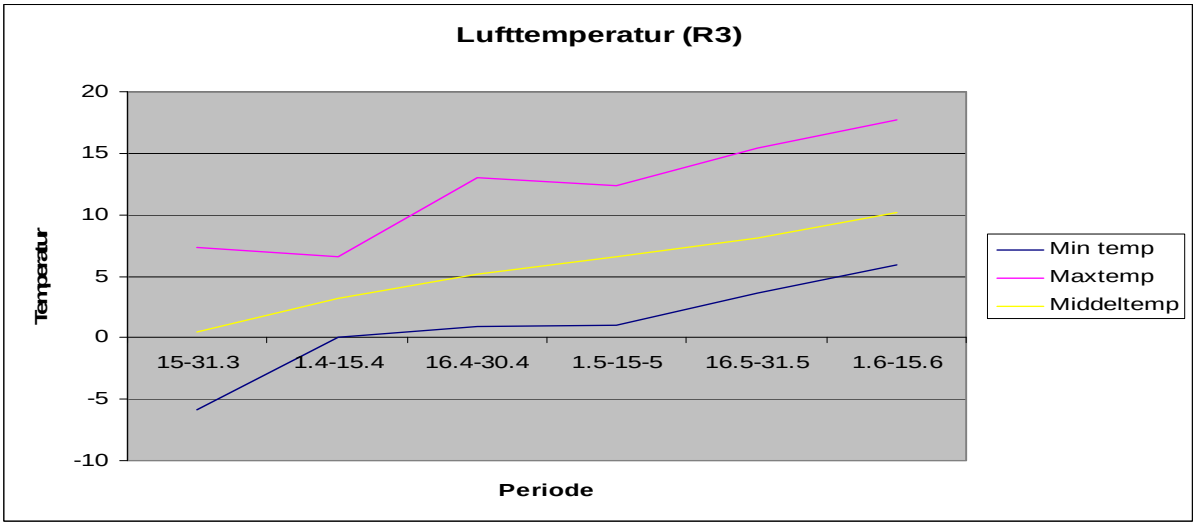
Figur 13 Variasjoner i luftfuktighet gjennom sesongen hvor er hjellen plassert ved sjøen.



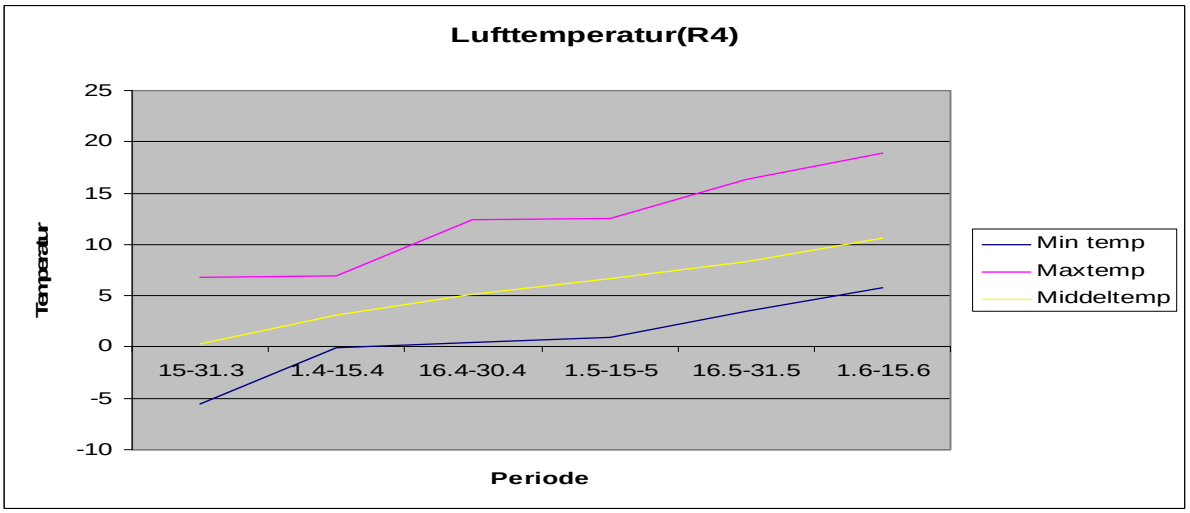
Figur 14 Variasjoner i luftfuktighet ved Klakken, med målinger midt inne i hjellen.



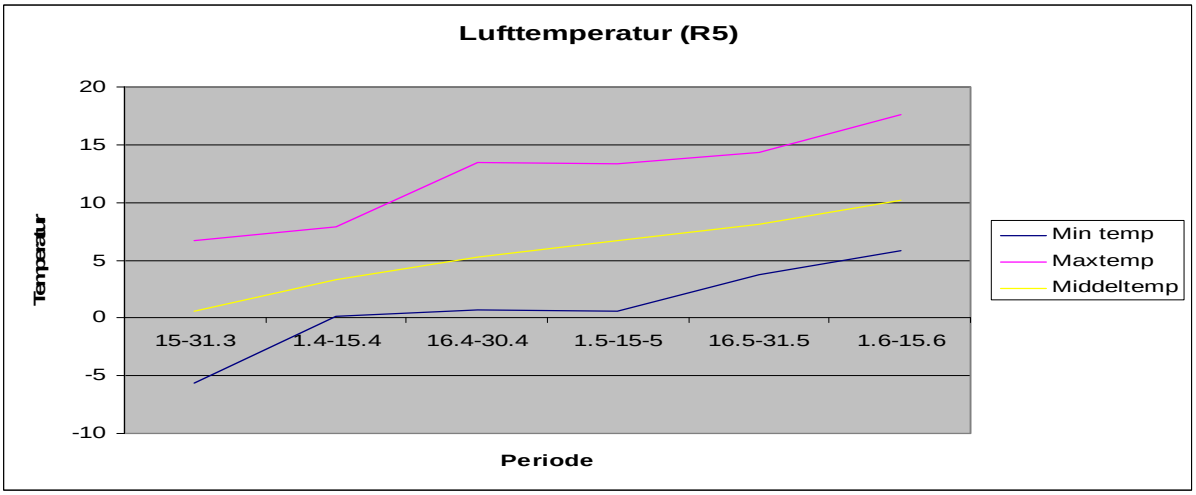
Figur 15 Sammenligning av gjennomsnittsverdier for fire målesteder.



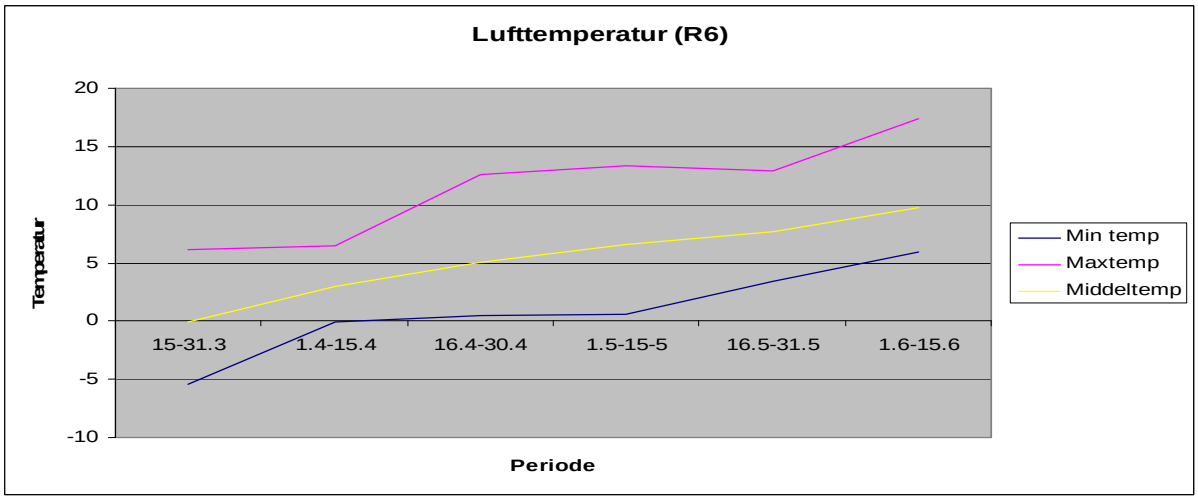
Figur 16 Variasjoner i lufttemperatur – innestengt terreng.



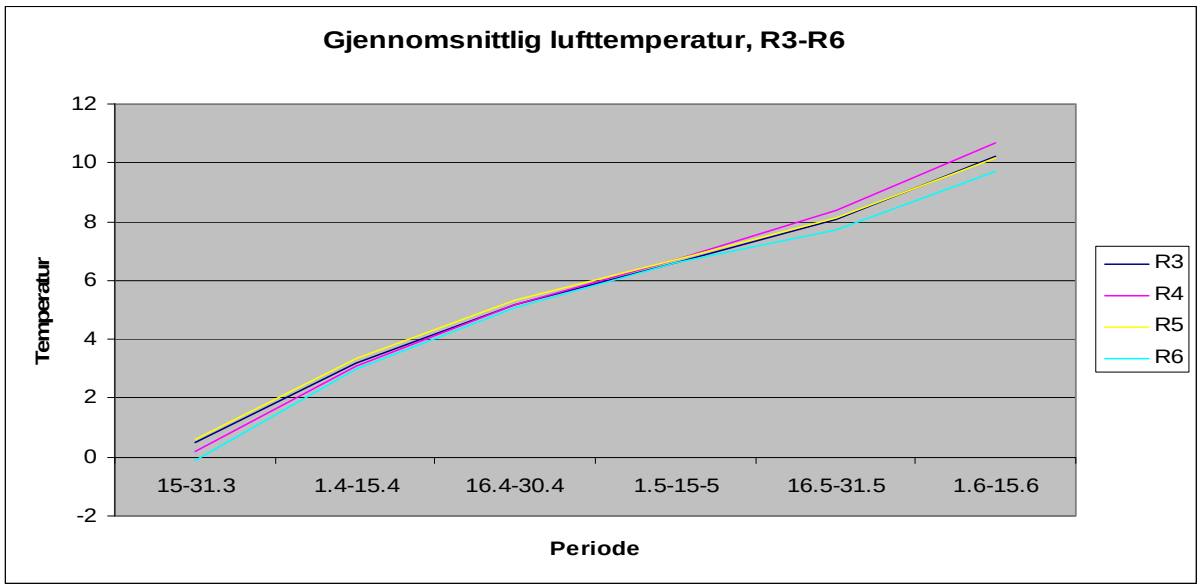
Figur 17 Variasjoner i lufttemperatur – bak første hengerad.



Figur 18 Variasjoner i lufttemperatur – ved sjø.



Figur 19 Variasjoner i lufttemperatur – Klakken, midt inne i feltet.



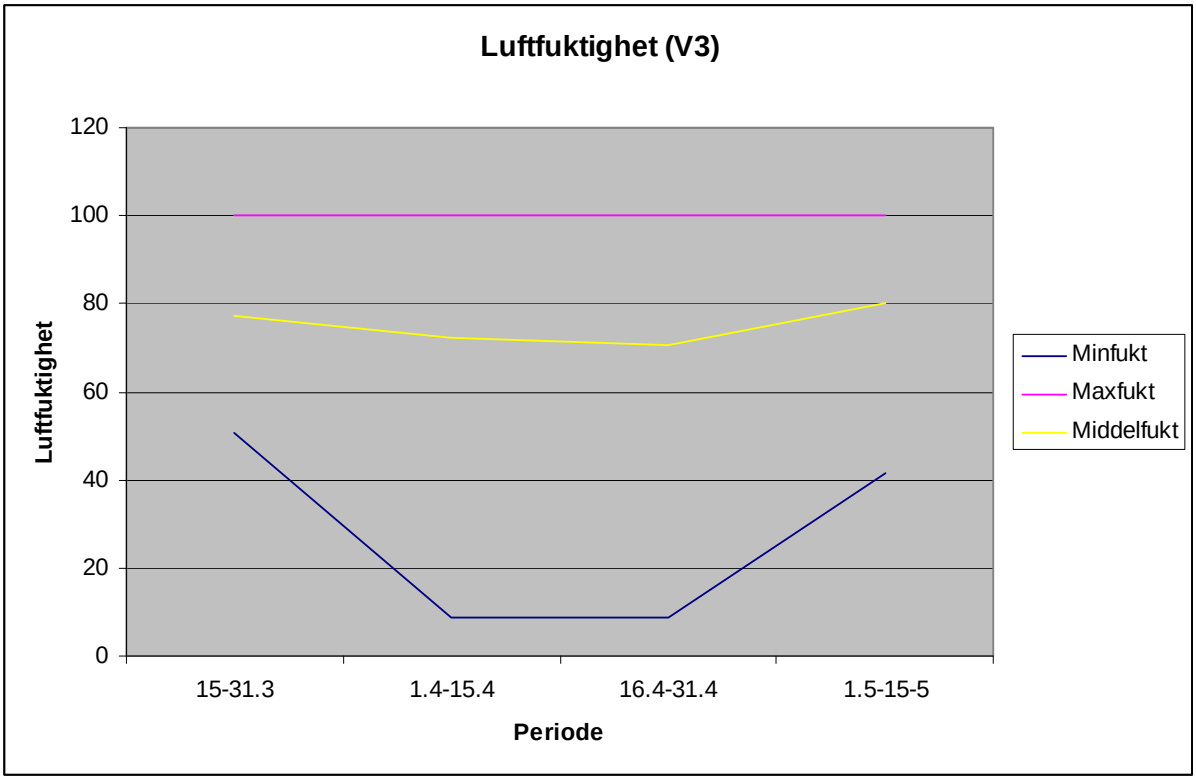
Figur 20 Sammenligning av gjennomsnittsverdier for de fire målestasjonene R3 – R6.

3.3.2 Værøy

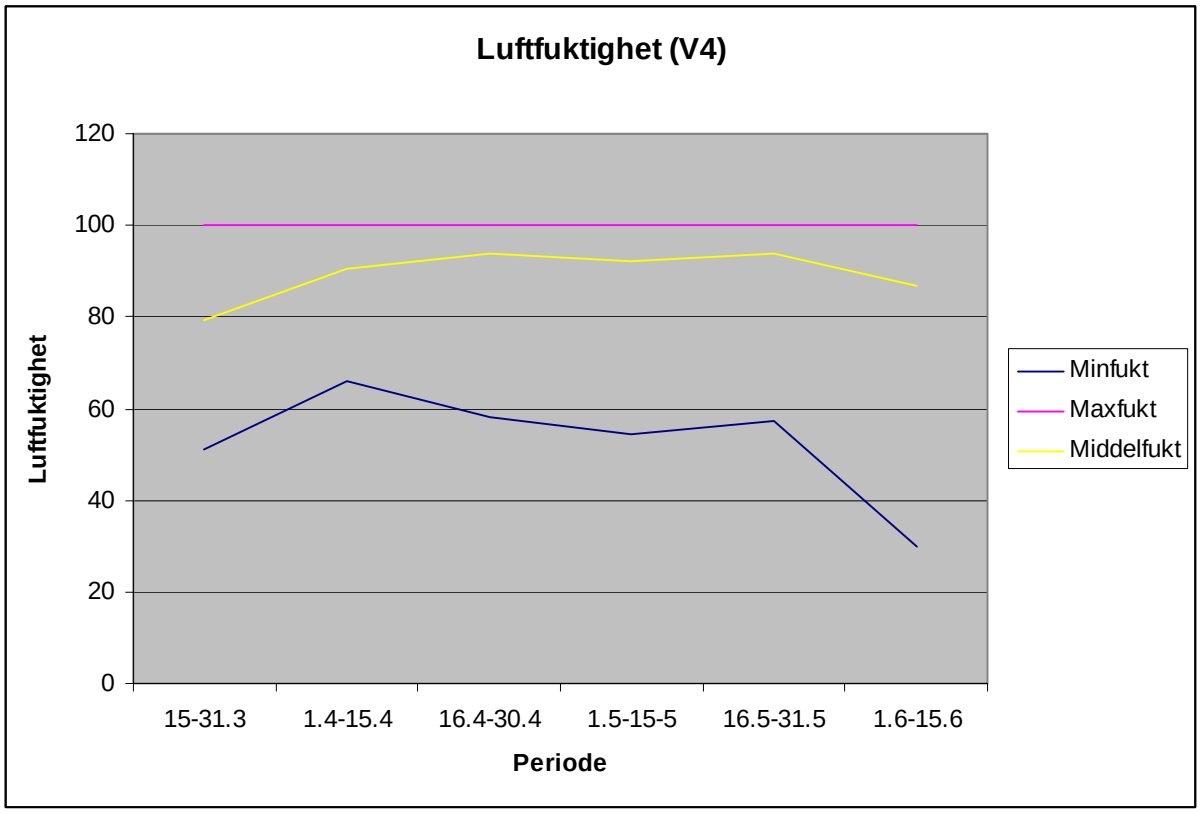
På Værøy var loggerne plassert å på fire ulike lokaliteter. En logger var plassert nær havet med god trekk og forventet god trekk. Loggeren er plassert midt inne i feltet. (V3). En logger var plassert ved lokalitet nær havet med god trekk og forventet god trekk (V4). Den tredje loggeren var plassert på et lite felt ved flystripen, med forventet dårlig tørk. (V5), mens den siste loggeren var plassert ved helikopterplassen, hvor det er litt høydedrag rundt. Loggeren var hengt midt i feltet (V6).

Ved sammenligning av målingene ser vi at det er forholdsvis store forskjeller i luftfuktighet ved de fire målestedene. De høyeste målingene er funnet i lokalitet V4 som er midt inne i en hjell som er nær sjøen. De høye verdiene her tyder på at det er for lav luftsirkulasjon i feltet (Det vises til figur 28.).

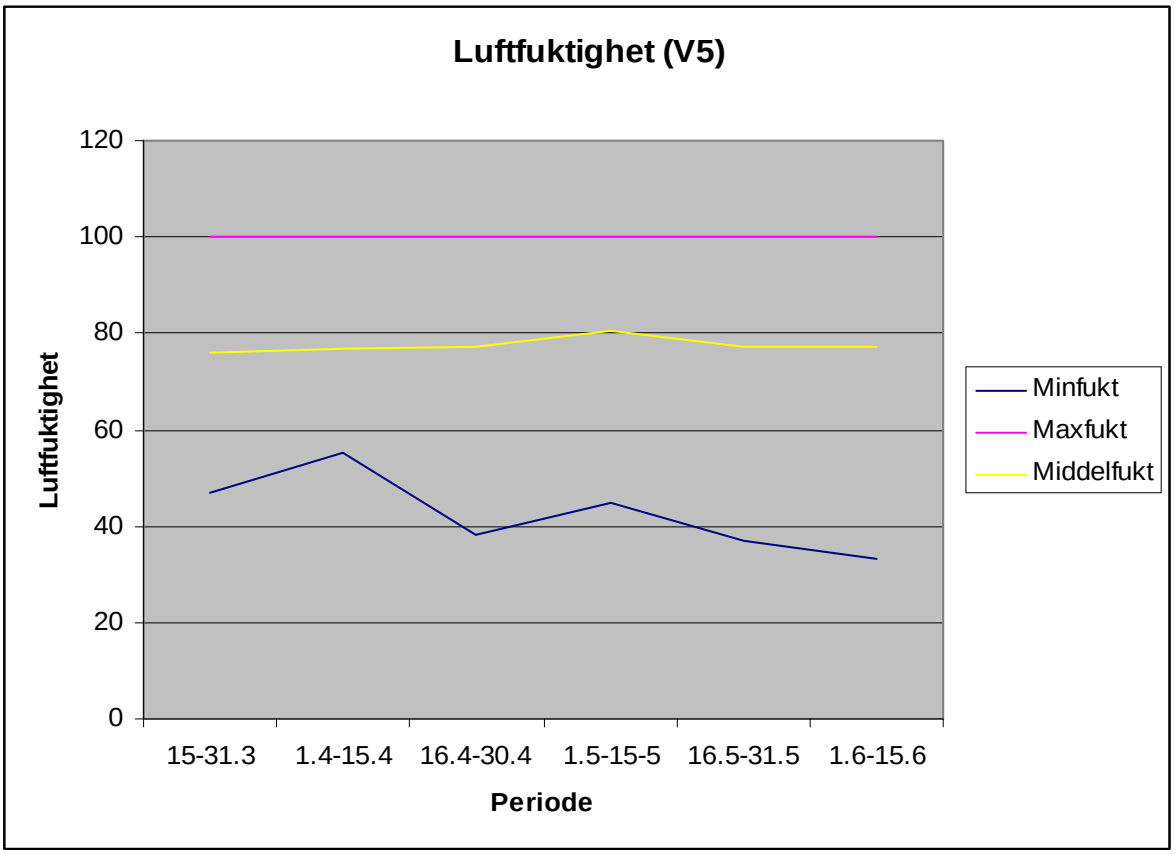
Vi ser at forskjellene i gjennomsnittstemperatur ved de fire lokalitetene er små. Avviket er mindre enn en grad i hele perioden (Se figur 29.).



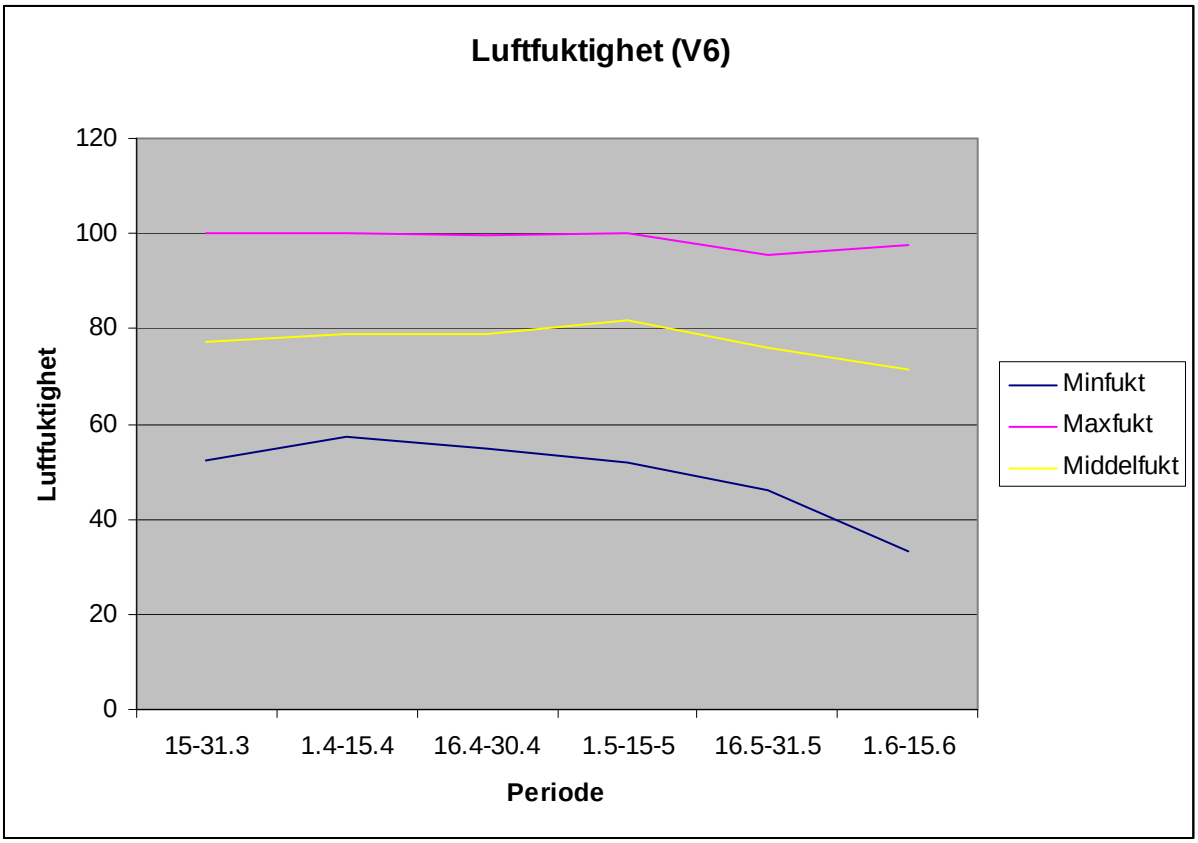
Figur 21 *Luftfuktighet ved lokalitet nær havet med god trekk og forventet god trekk.*



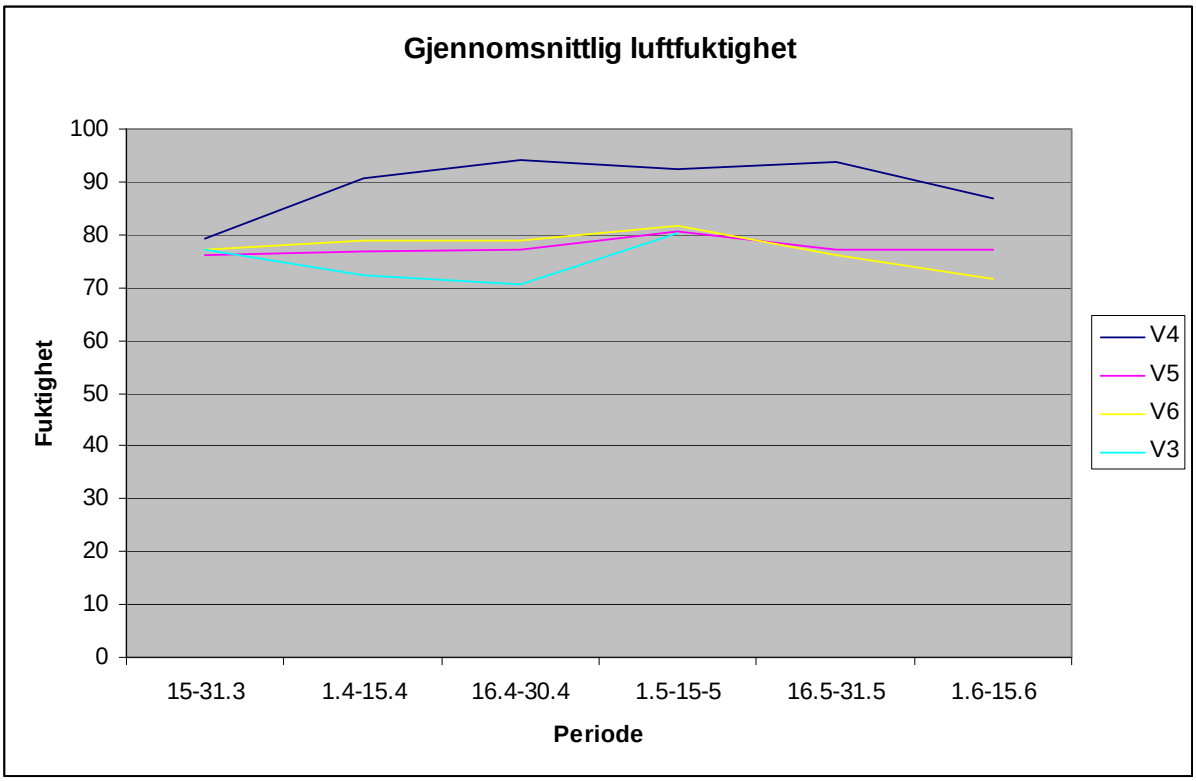
Figur 22 *Luftfuktighet ved Telegrafen, hengt midt i feltet. Beliggenhet nært hav.*



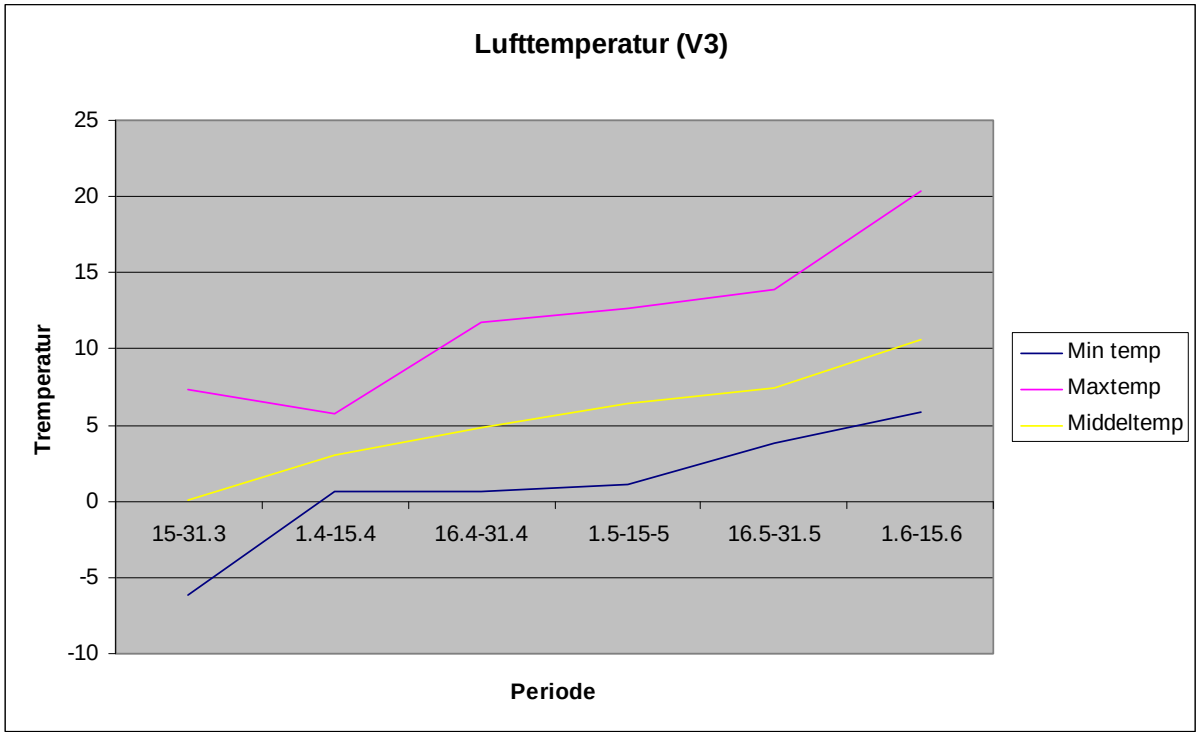
Figur 23 Liten hjell ved flystripen. Forventet dårlig tørk.



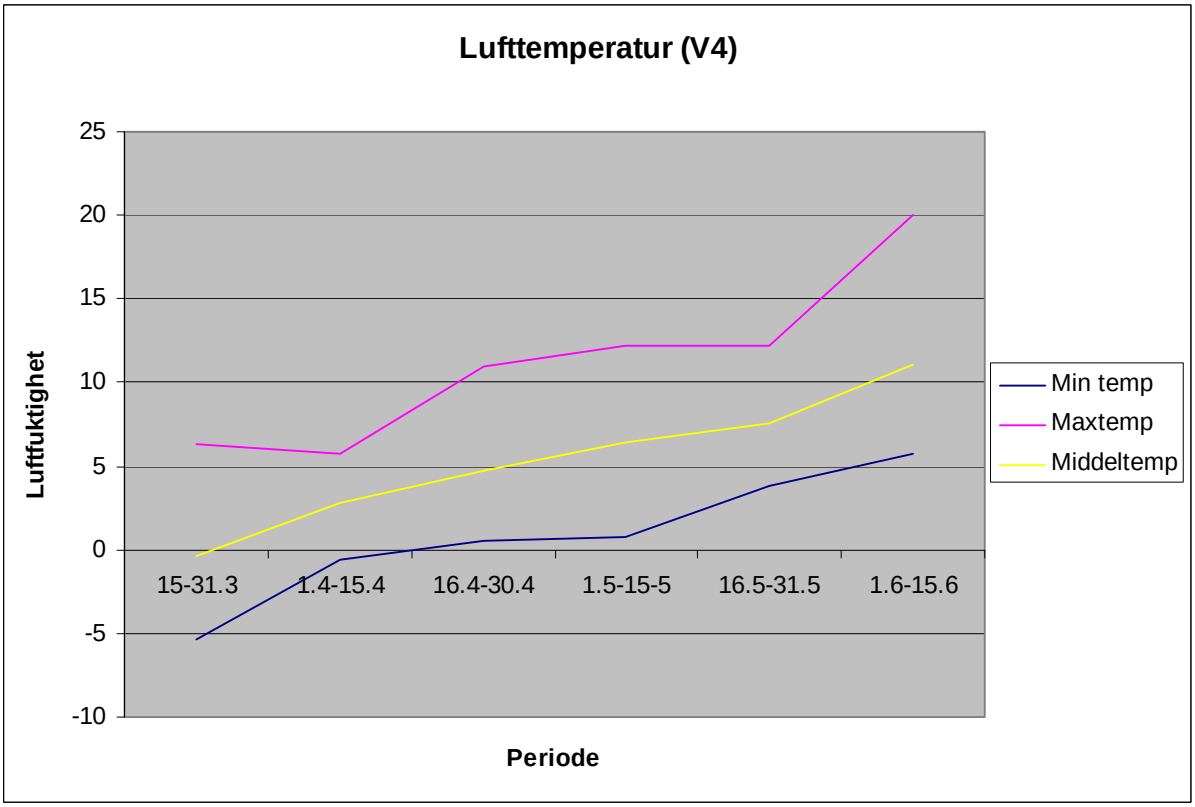
Figur 24 *Luftfuktighet ved helikopterplassen, litt høydedrag rundt. Hengt midt i feltet.*



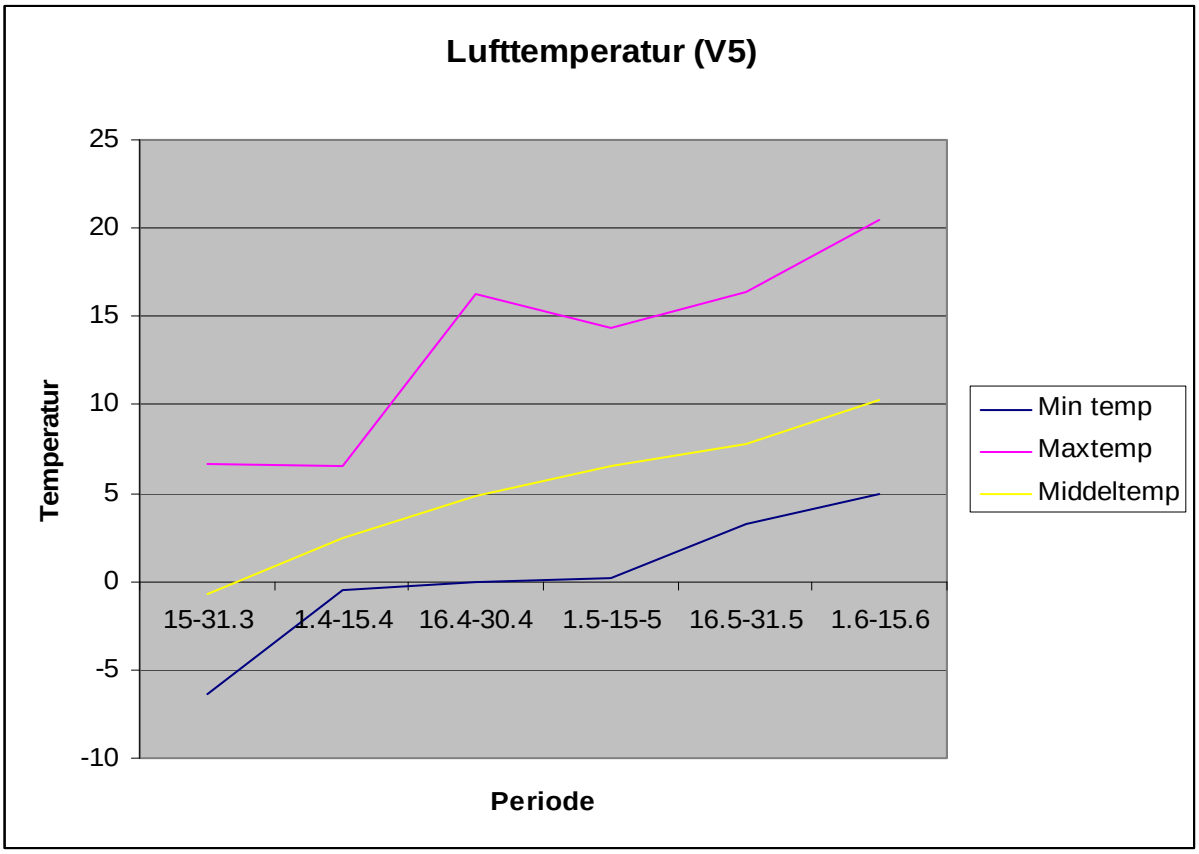
Figur 25 *Sammenligning av luftfuktighet ved de fire lokalitetene*



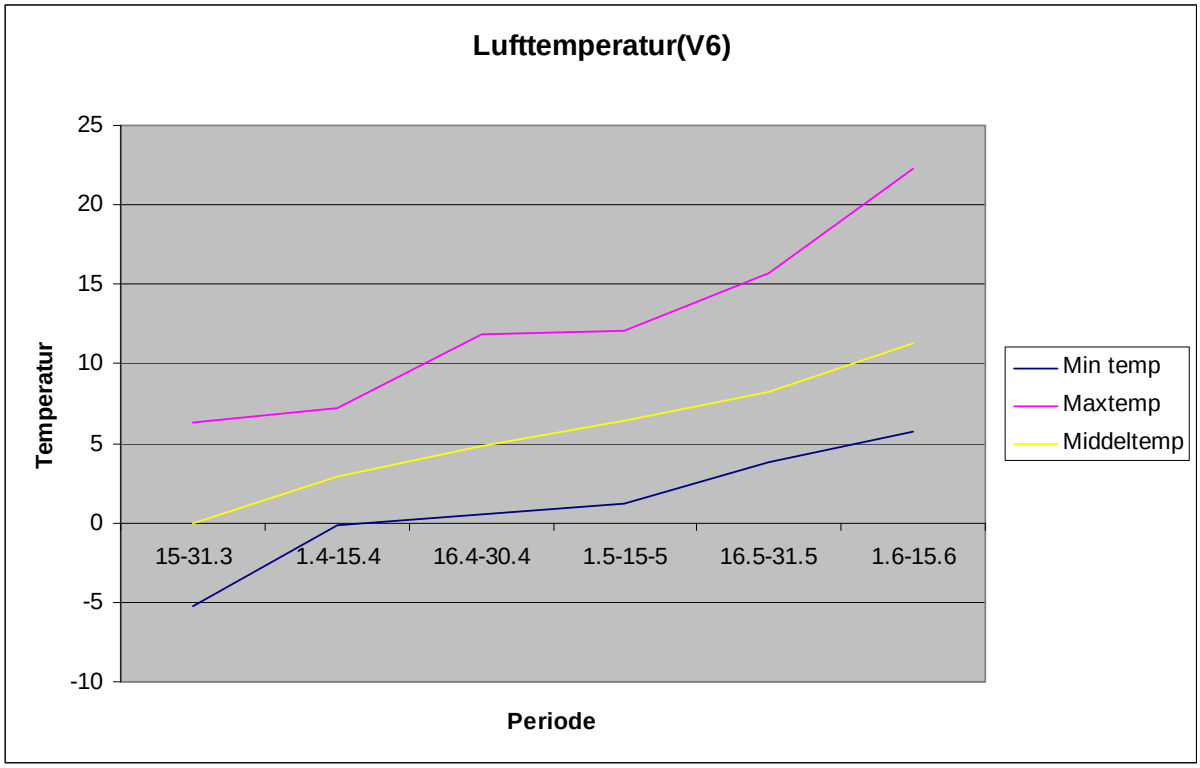
Figur 26 *Temperaturmålinger ved lokalitet nær havet med god trekk og forventet god trekk. Loggeren er plassert midt inne i feltet.*



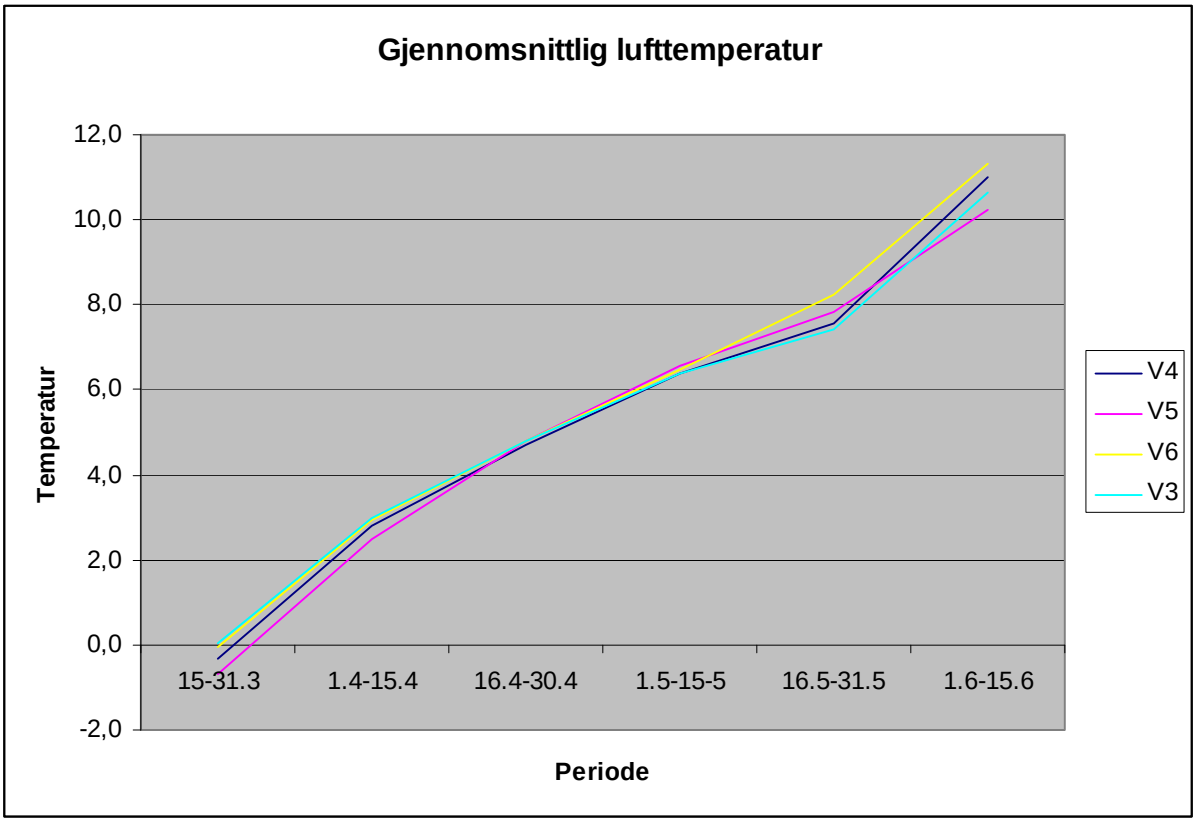
Figur 27 *Lufttemperaturer ved Telegrafen, hengt midt i feltet. Beliggenhet nært hav.*



Figur 28 Lufttemperatur ved helikopterplassen, litt høydedrag rundt. Hengt midt i feltet.



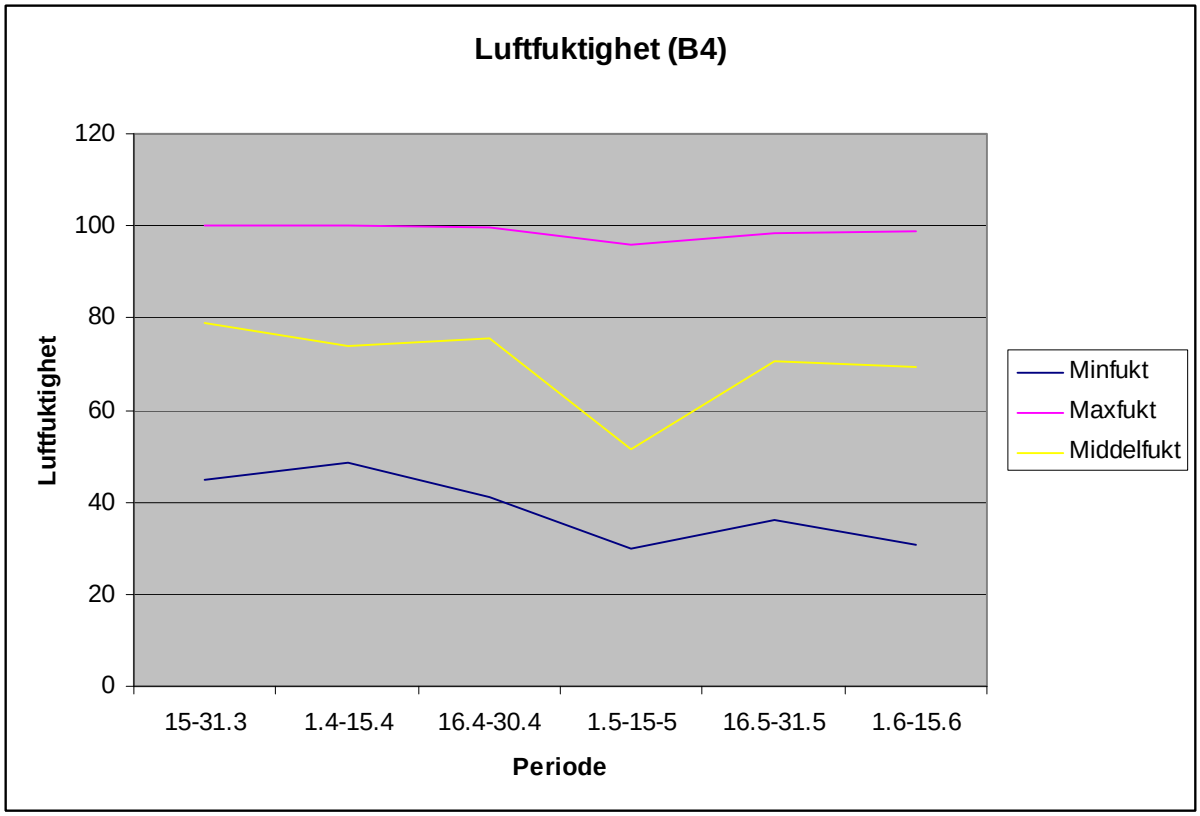
Figur 29 Lufttemperatur ved helikopterplassen, litt høydedrag rundt. Hengt midt i feltet.



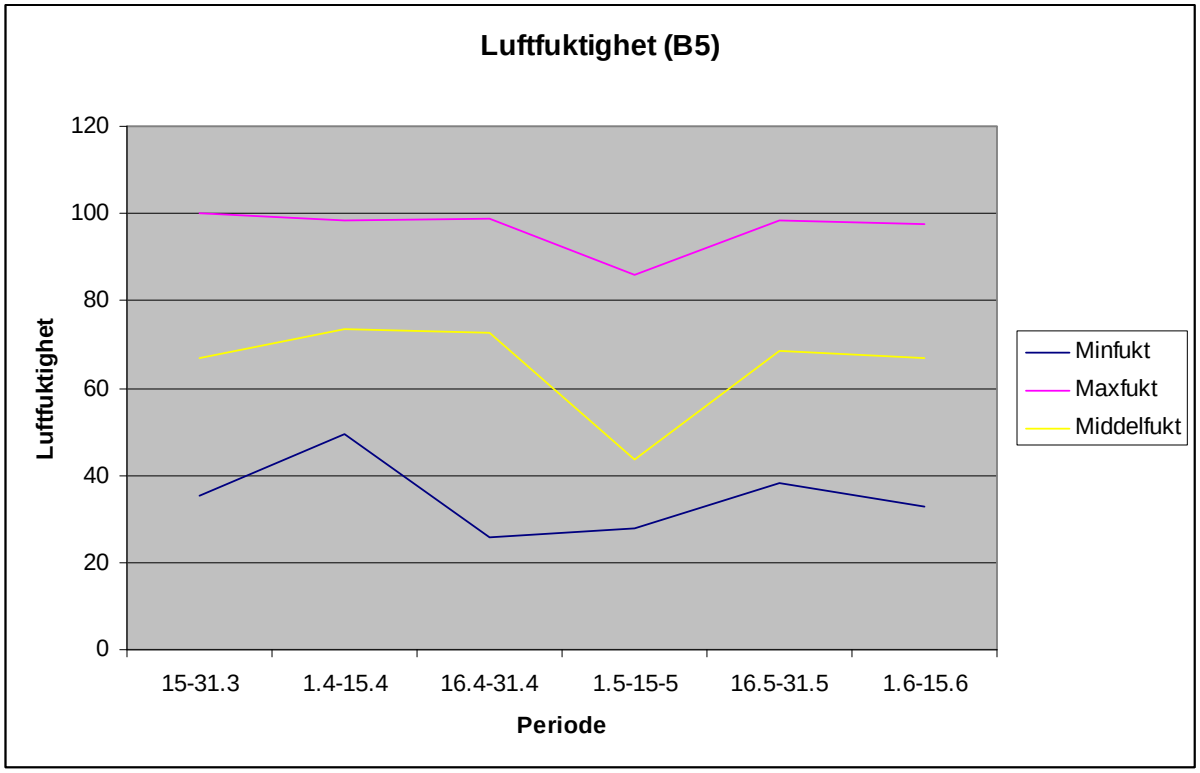
Figur 30 Sammenligning av gjennomsnittstemperaturer ved de fire lokalitetene.

3.3.3 Ballstad

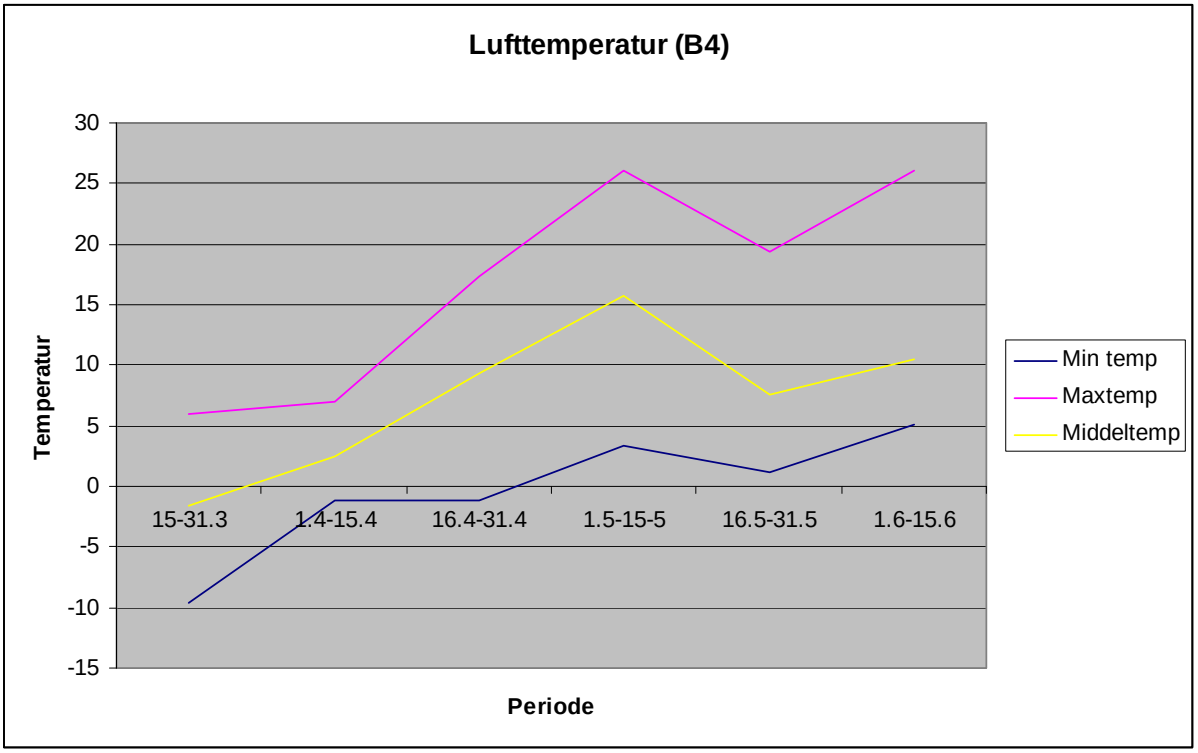
To loggere var plassert på Ballstad. En av loggerne ble sendt til Tromsø midt i måleperioden for avlesning av data for midlertidig rapportering til et møte i Tørrfiskforum. I og med at dette uttaket ble gjort er det vanskelig å kommentere detaljer i de målingene som ble gjort på Ballstad.



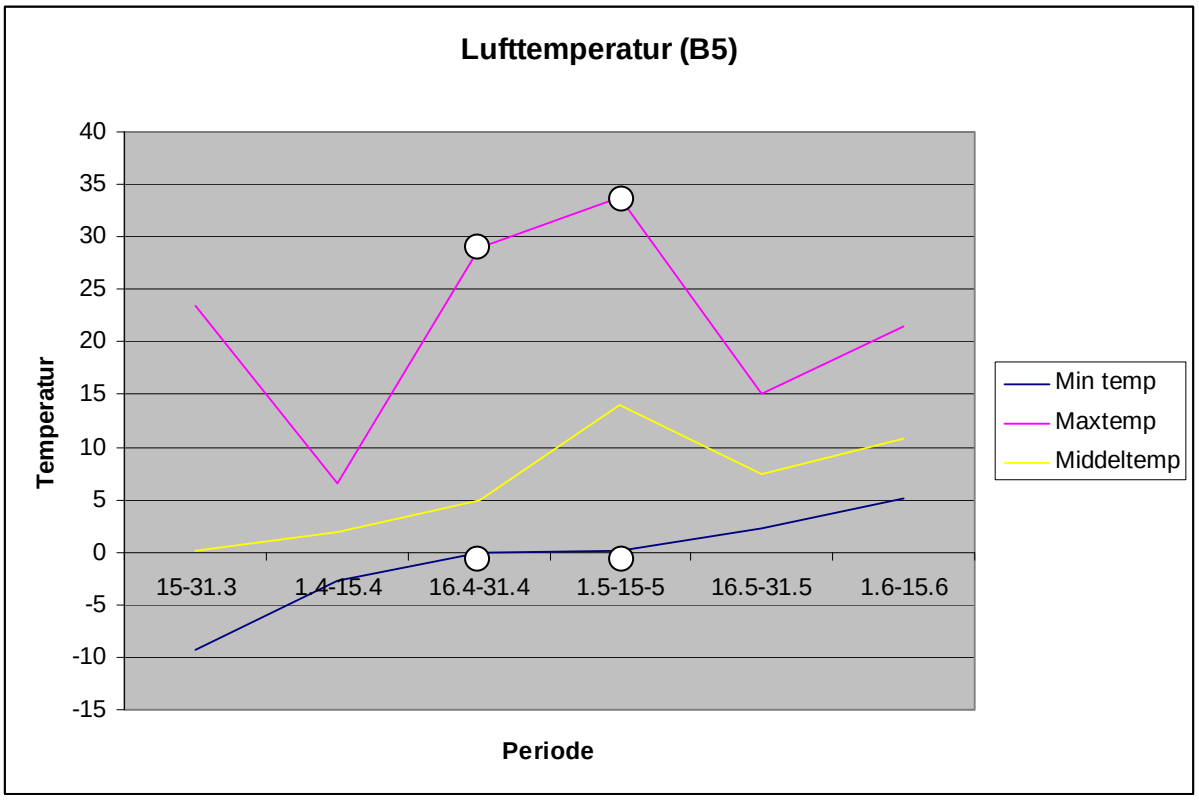
Figur 31 *Lokalisering nær havet, plassert midt i feltet.*



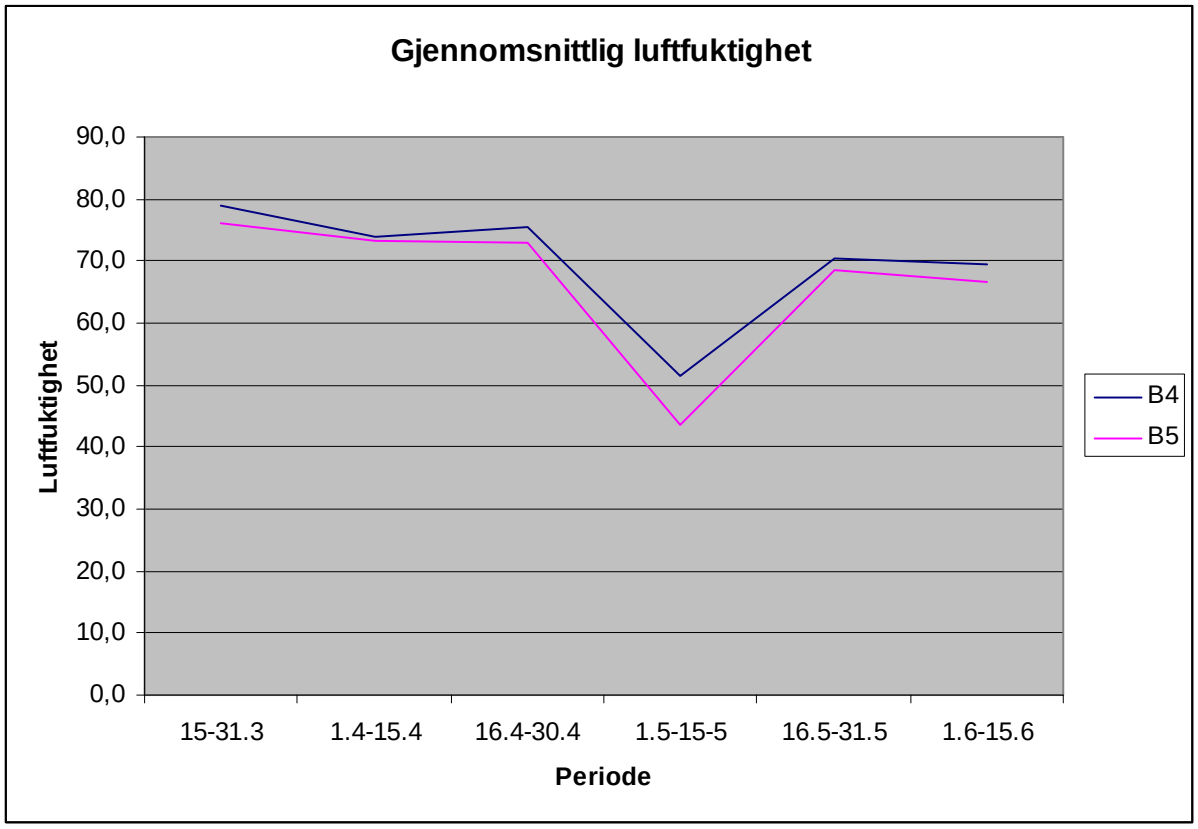
Figur 32 *Lokalitet med tidlig skygge. Plassert midt i feltet.*



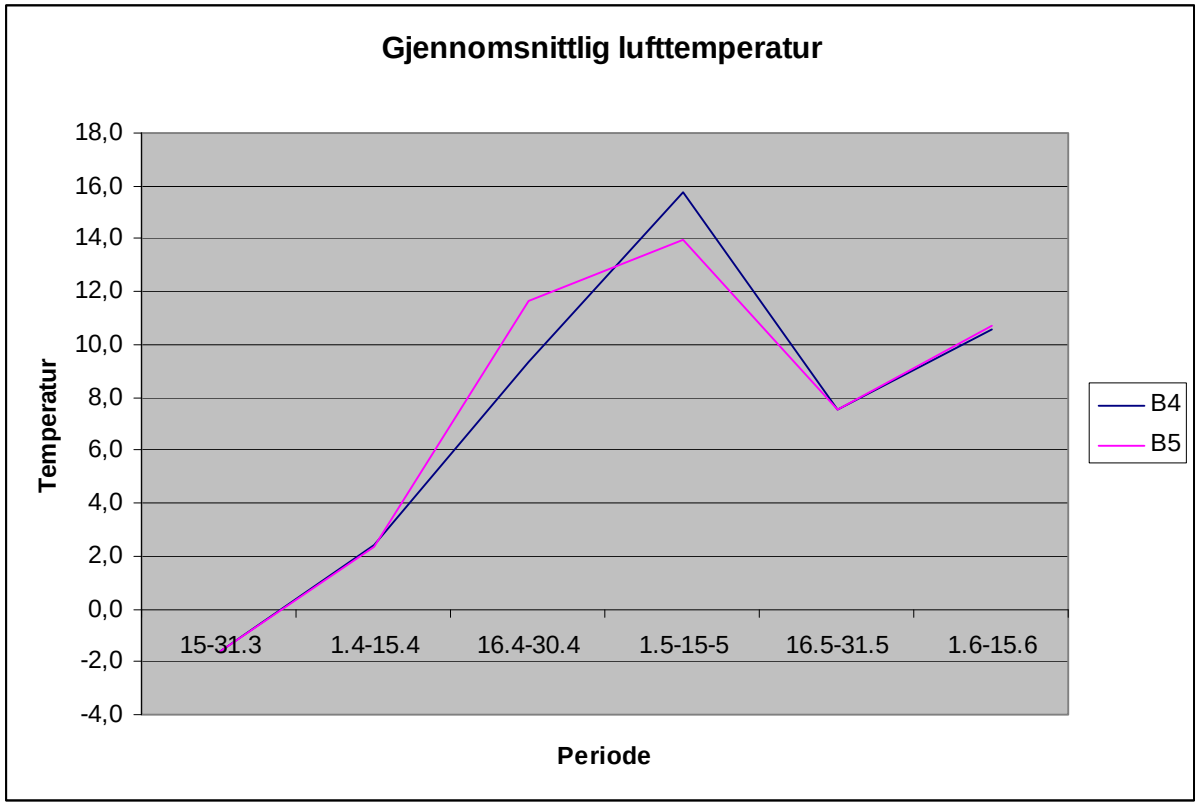
Figur 33 Lokalisering nær havet, plassert midt i feltet.



Figur 34 Lokalitet med tidlig skygge. Plassert midt i feltet. Måleren ble sendt til Tromsø for avlesning rundt 1. mai, og maksimalverdier og minimalverdier i denne perioden er ikke nødvendigvis knyttet til avlesninger ved hjell lokaliteten.



Figur 35 *Sammenligning av lokalitetene på Ballstad. Luftfuktighet.*

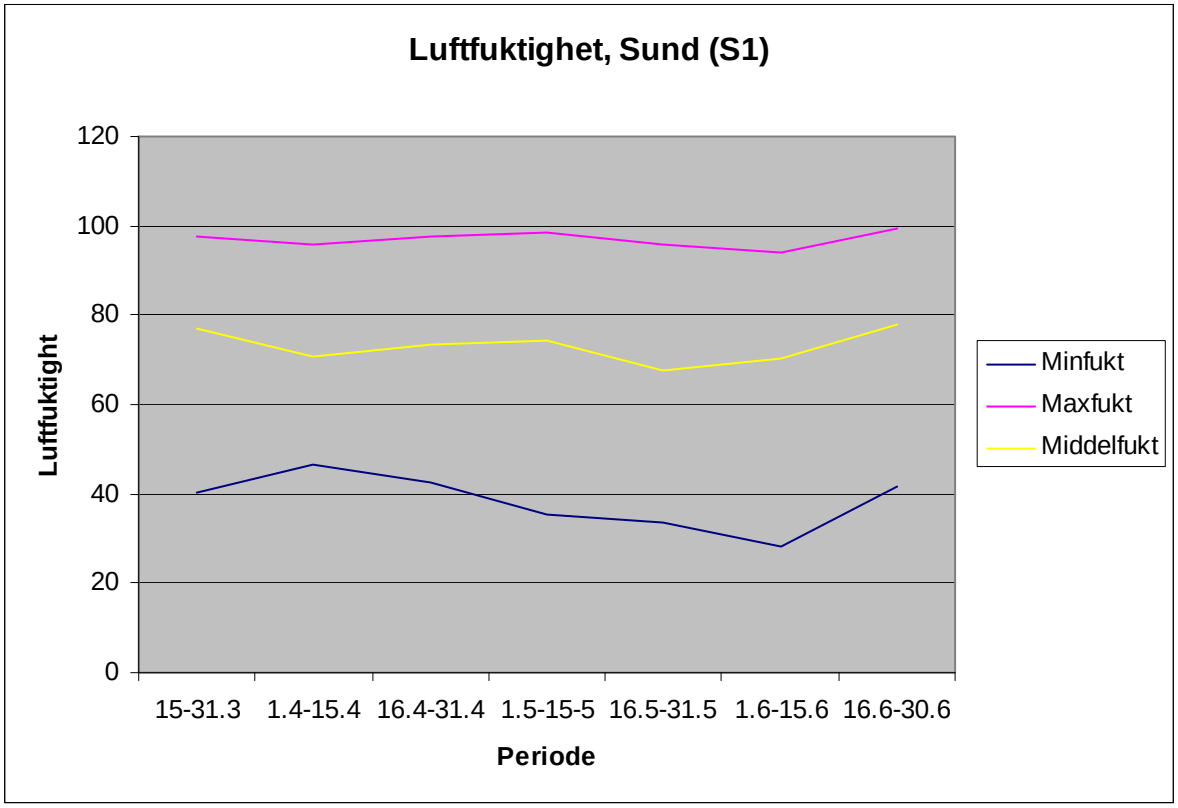


Figur 36 *Sammenligning av lokalitetene på Ballstad. Lufttemperatur.*

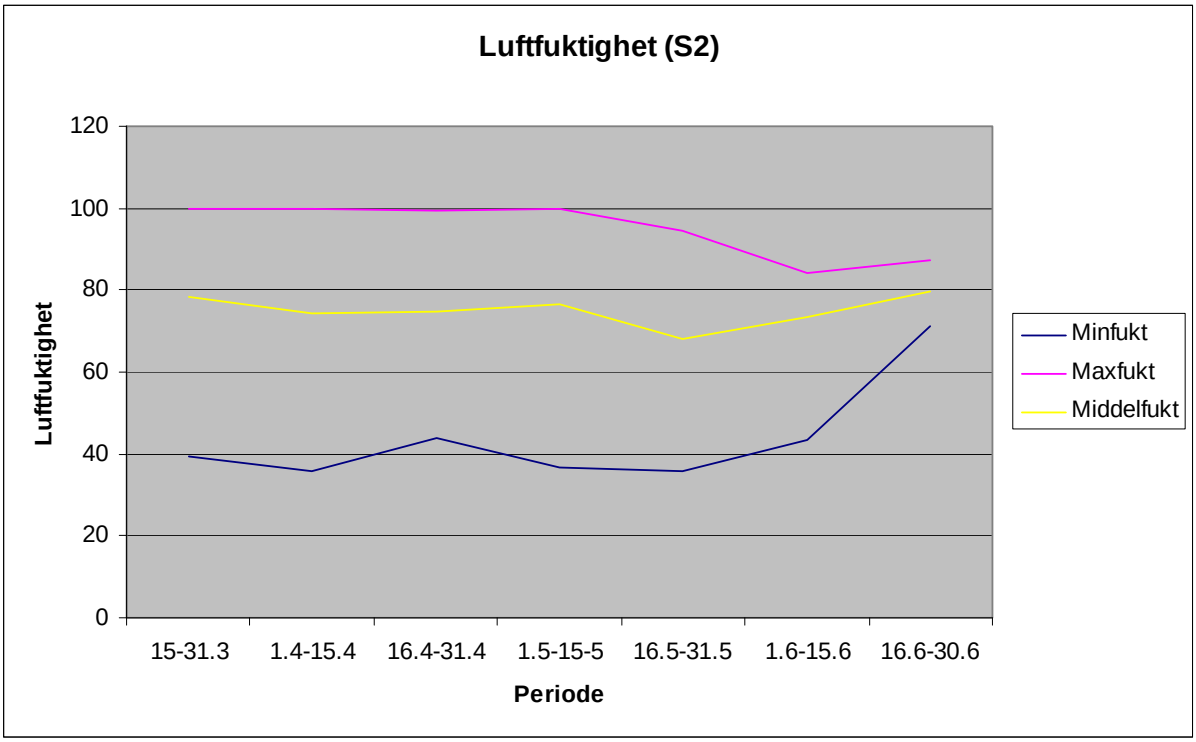
3.3.4 Sund

Fire loggere ble benyttet op Sund. Den første loggeren (S1) var plassert på en stolpe nært fjell (S1). Den andre loggeren var plassert i samme lokalitet, men inne i hjellen (S2). Den tredje måleren var plassert i et område med god trekk (S3), mens den siste loggeren (S4) var plassert nær hallen i et område som var asfaltert under hjellen.

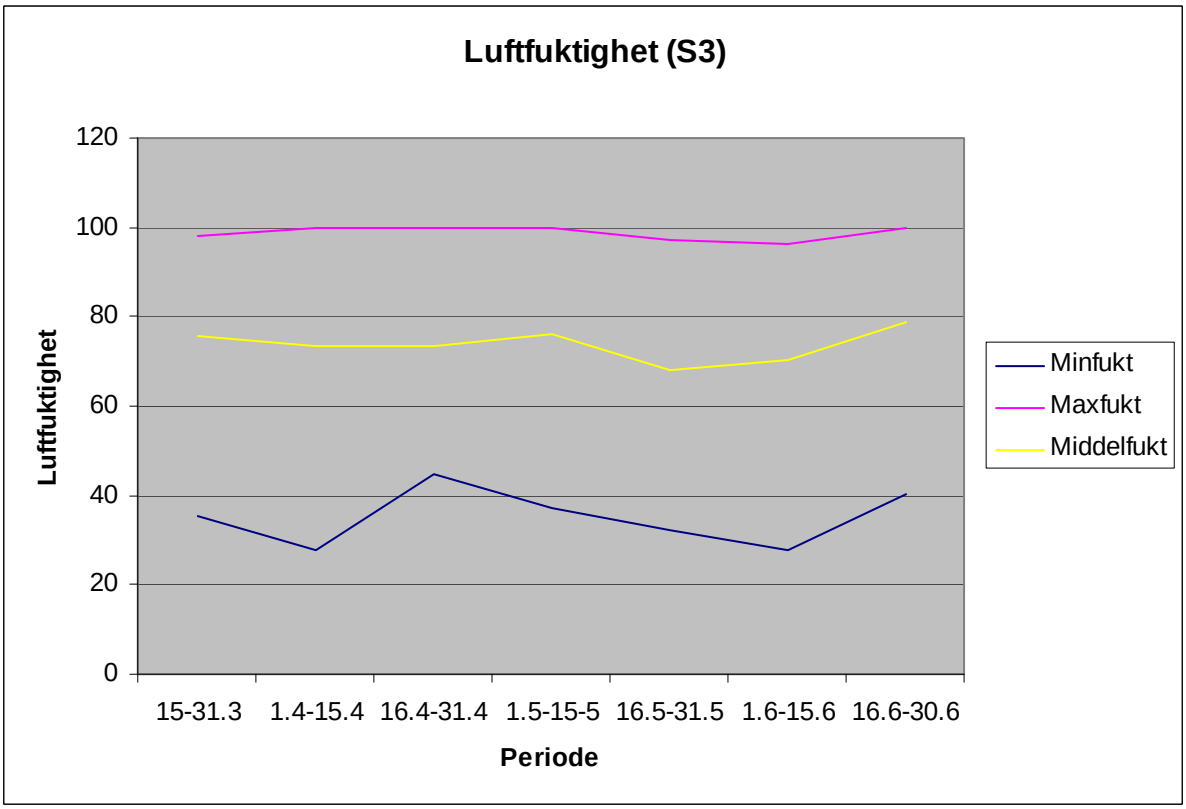
Målingene på Sund samsvarer med de målingene som er gjort på Værøy og Røst. Variasjonene i gjennomsnittstemperaturer er neglisjerbare når vi sammenligner mellom de ulike lokalitetene (se figur 46), mens det er større variasjoner i luftfuktighet når vi sammenligner de ulike lokalitetene. (Se figur 45). Luftfuktigheten er høyest inne i hjellen (S2), og lavest ved utkanten av hjellen (S1). Derimot ser vi at de høyeste enkeltmålingene (temperatur) ble funnet på lokaliteten hvor det var asfaltert under fiskene. Her var høyeste registrerte temperatur ca 30 ^{o}C mens de ved de andre lokalitetene ikke ble registrert temperaturer over 17 ^{o}C til 22 ^{o}C.



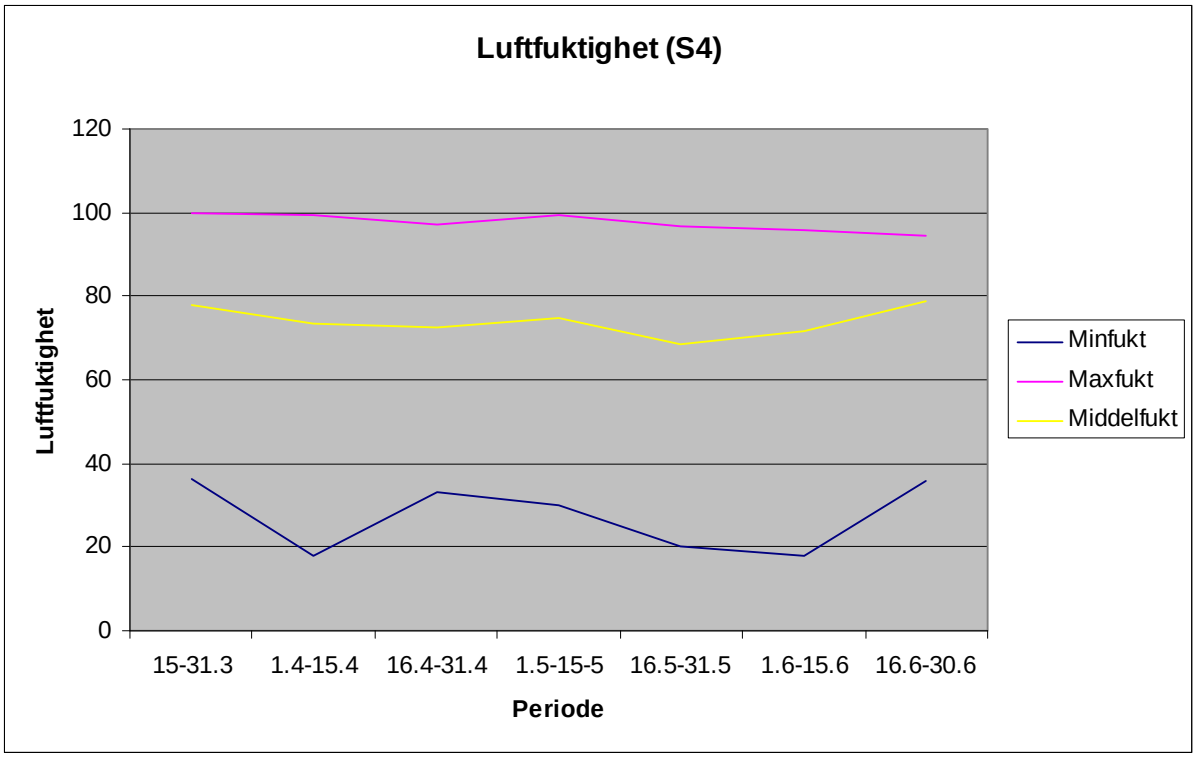
Figur 37 Måleverdier nært fjell.



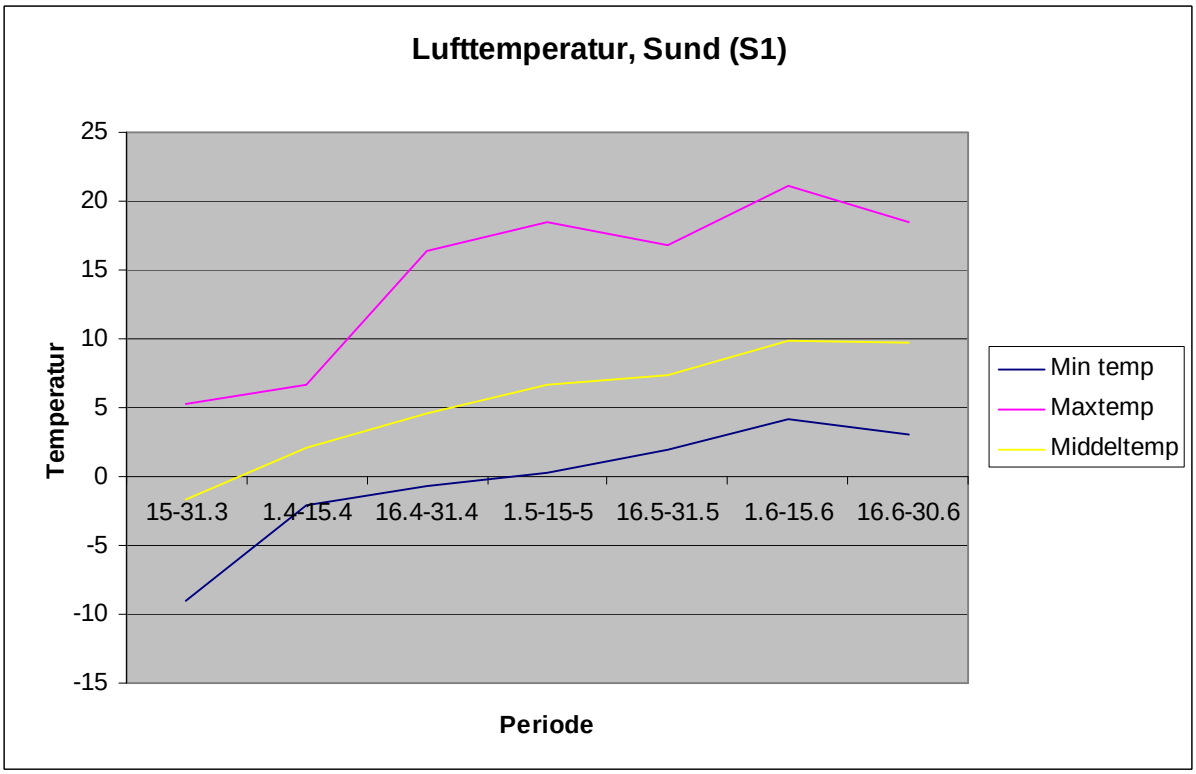
Figur 38 Måleverdier nært fjell, målt inne i hjellen.



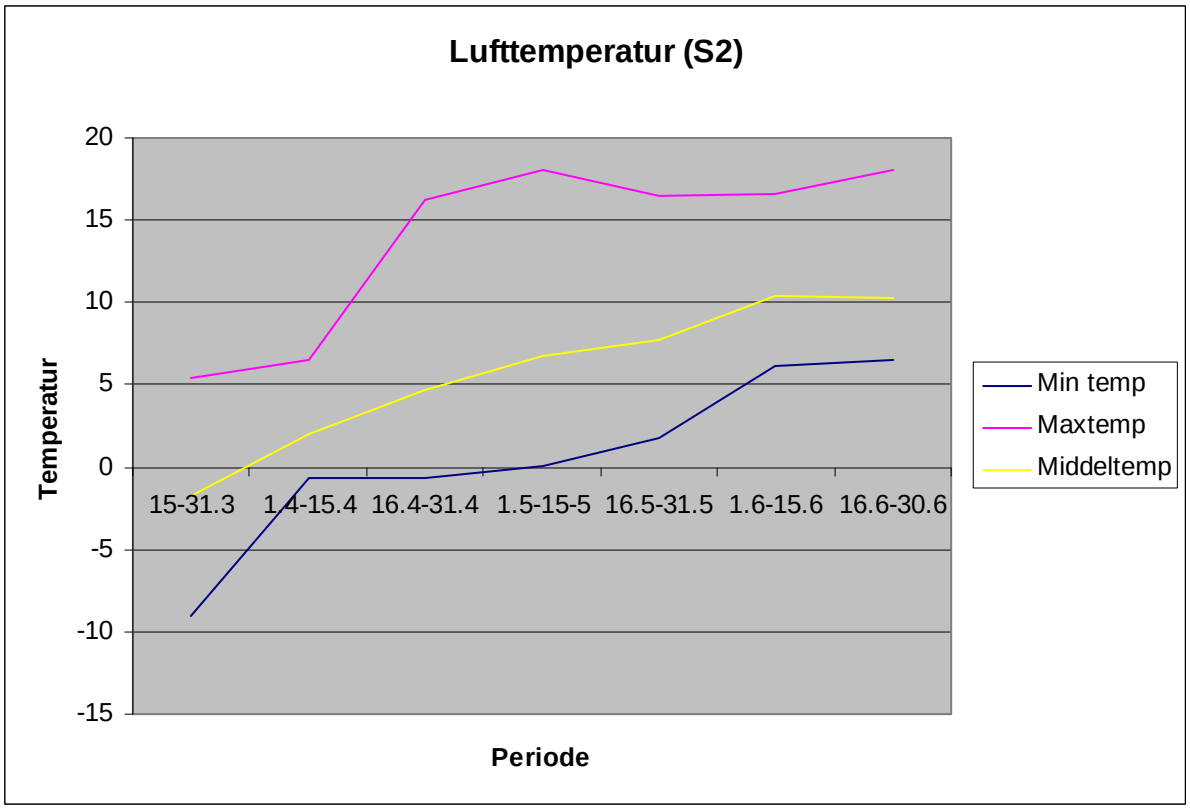
Figur 39 Målinger i område med god trekk.



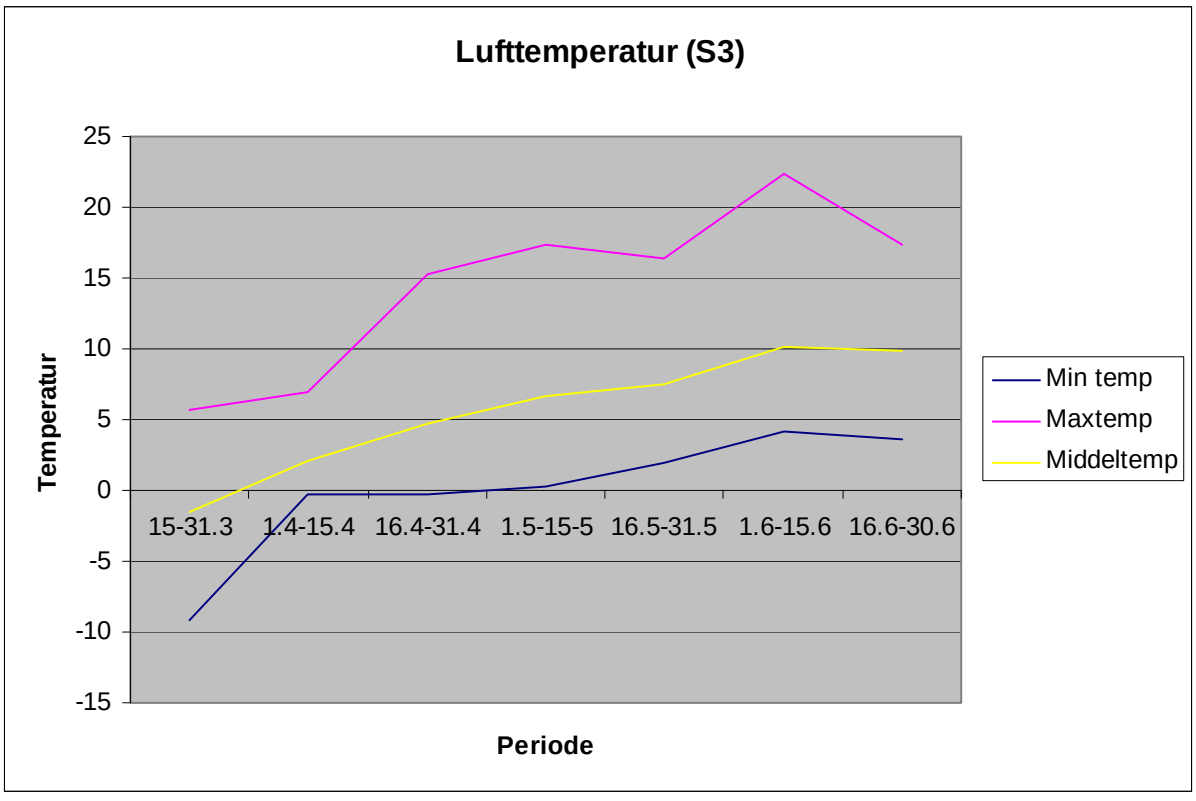
Figur 40 Målinger ved tørrfiskhallen, asfalt under.



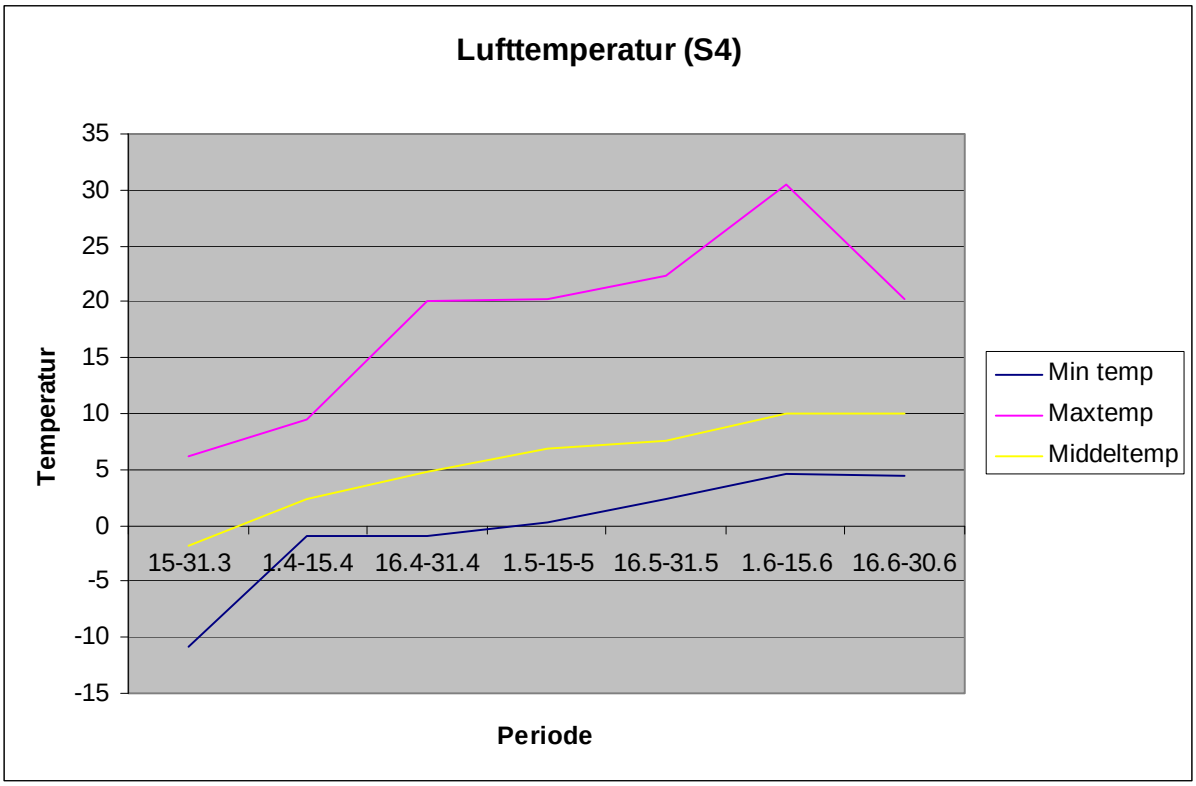
Figur 41 Målinger nært fjell, festet på stolpe.



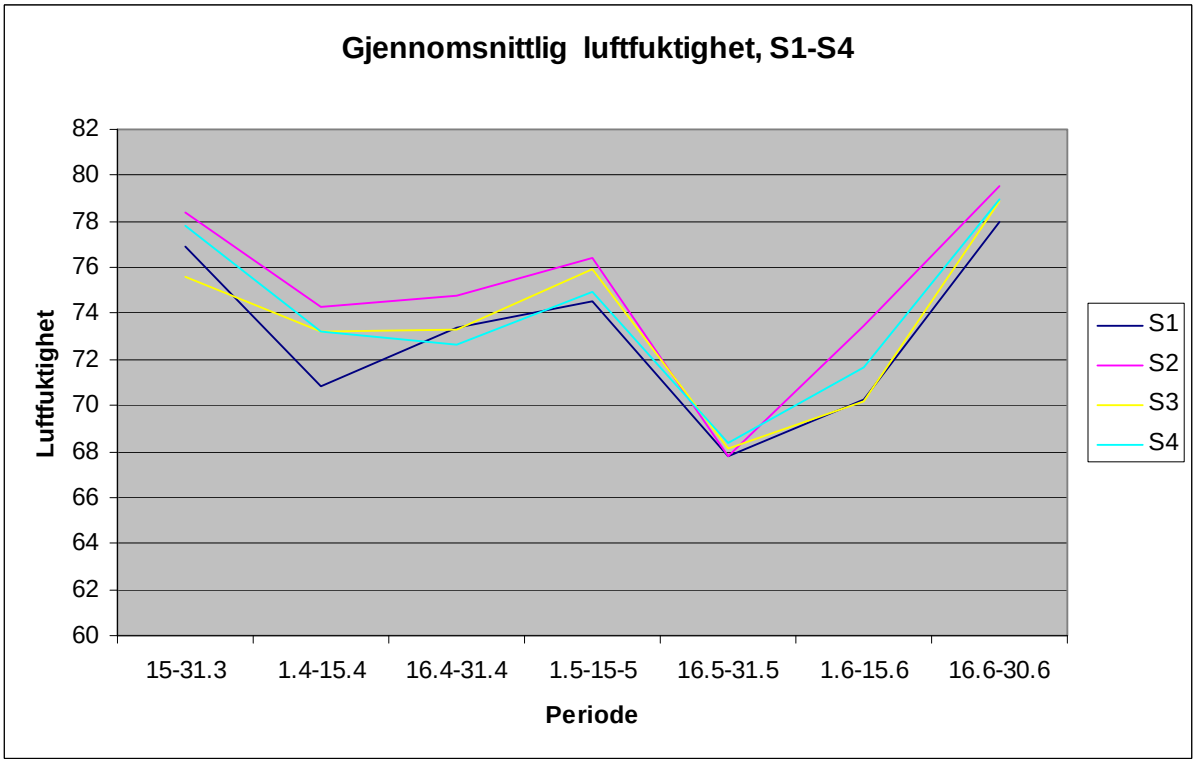
Figur 42 Målinger ved fjell, målt inne i hjellen.



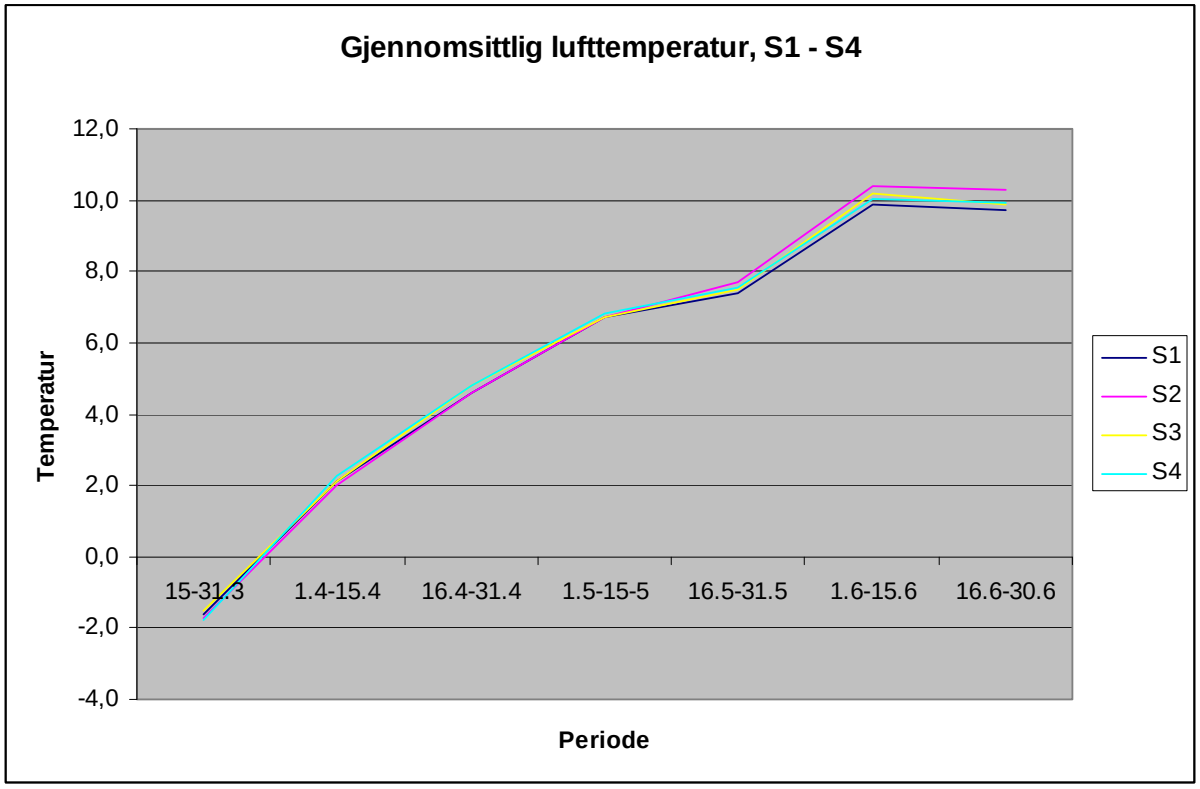
Figur 43 Målinger i område med god trekk.



Figur 44 Målinger ved tørrfiskhallen, asfalt under.



Figur 45 Sammenligning av gjennomsnittsverdier av luftfuktighet ved de fire målepunktene.



Figur 46 Sammenligning av gjennomsnittsverdier for lufttemperatur.

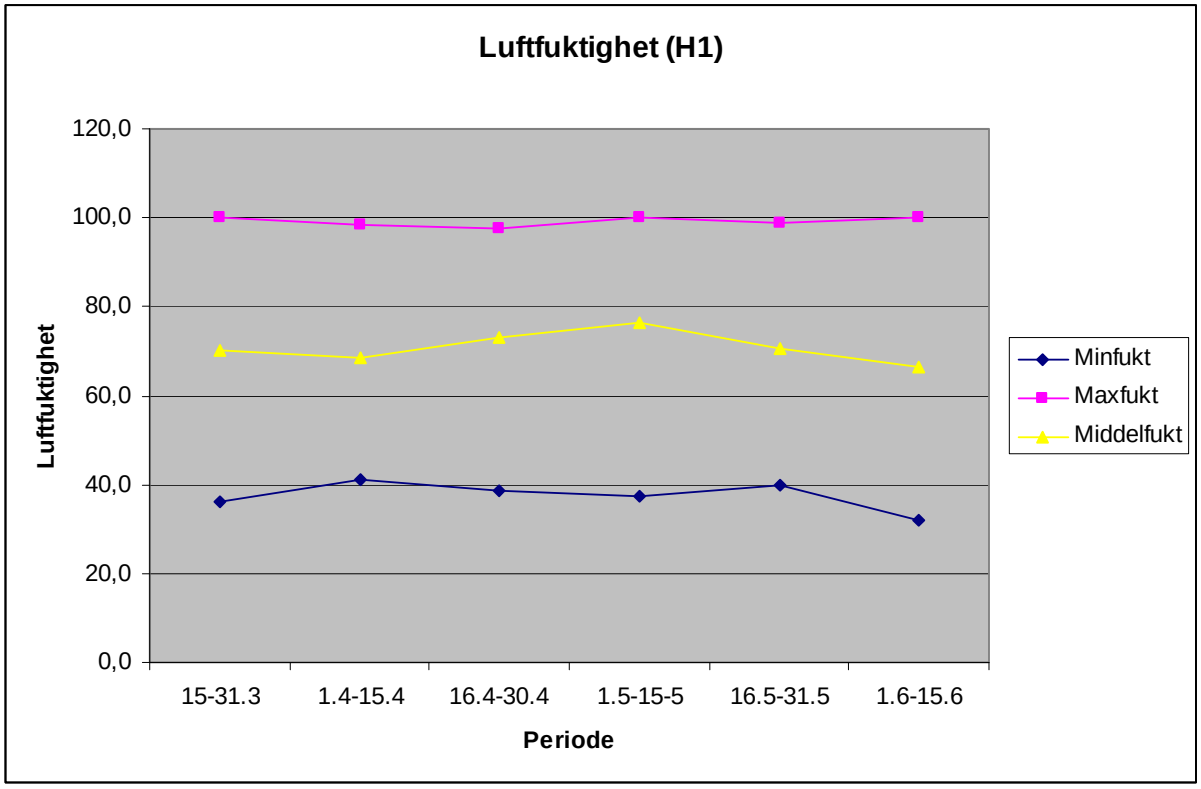
3.3.5 Henningsvær

Fire loggere ble plassert ut på hjellområder i Henningsvær.

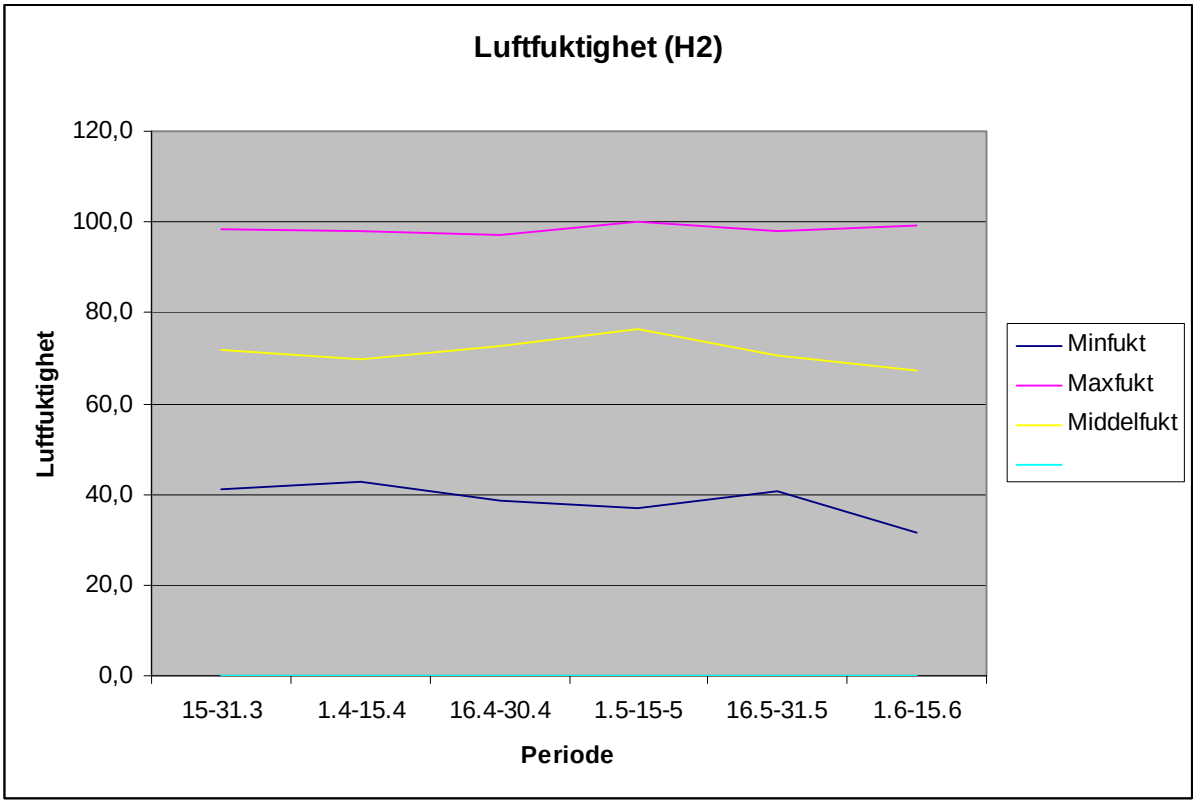
Logger H1 var plassert på et område med forventet god trekk og god tørk. (Lokalitet Lykthaugen som er en bakketopp.) Logger H2 var plassert ved Smia, nær sjøen. Logger H3 var plassert på nordenden, mens logger H4 var plassert rett over brua.

Gjennomsnittsmålingene, vurdert ut fra tørrhet på lufta viste at området med forventet god tørk kom best ut mens området på nordenden kom dårligst ut. Det vises til figur 51.

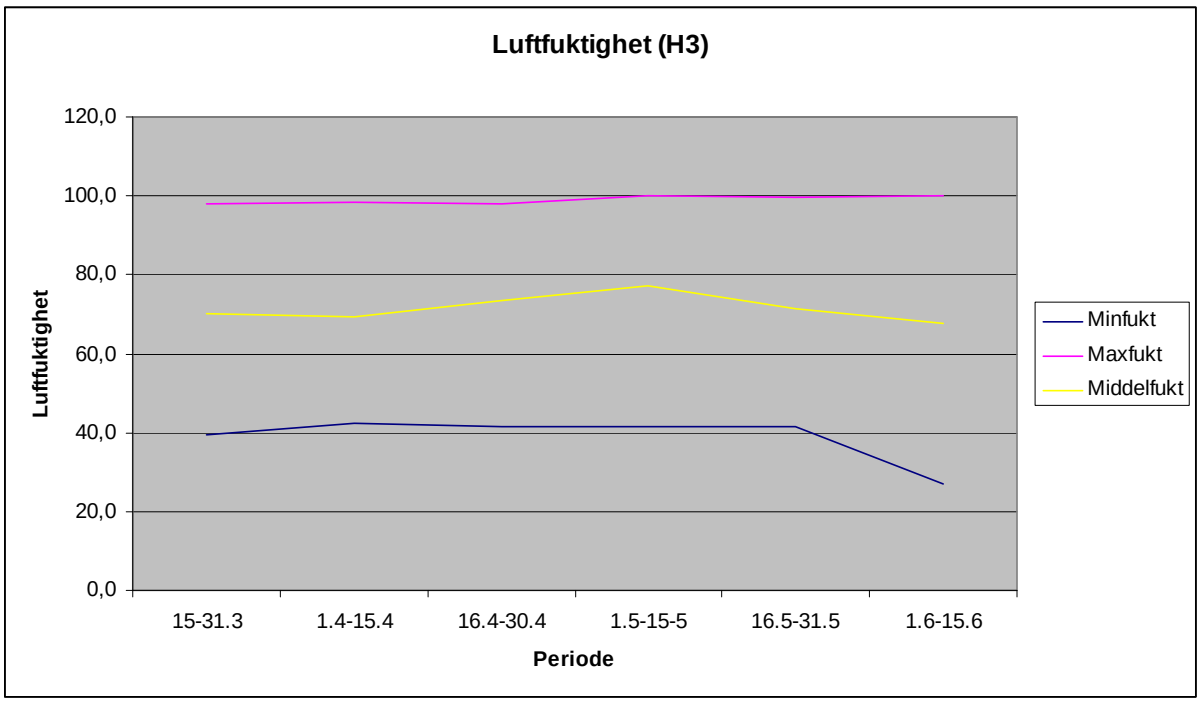
Forskjellene i gjennomsnittstemperaturer på de ulike lokalitetene er gjennomgående små, men gjennomsnittstemperaturen for målingene over brua ligger 2 ^{o}C over de andre målestedene fra midten av mai og utover. Denne forskjellen antas å ha liten praktisk betydning. Det vises til figur 56.



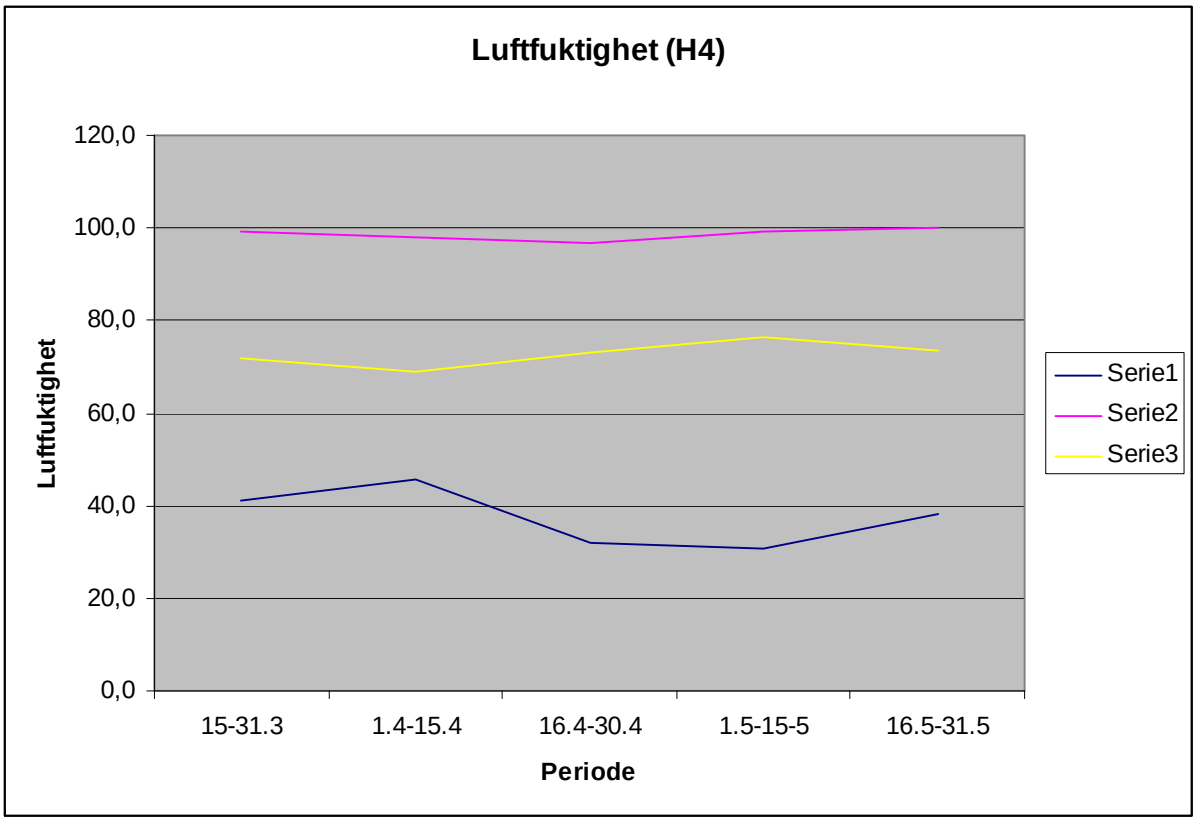
Figur 47 *Måling på område med forventet god tørk, bakketopp, Lykthaugen*.



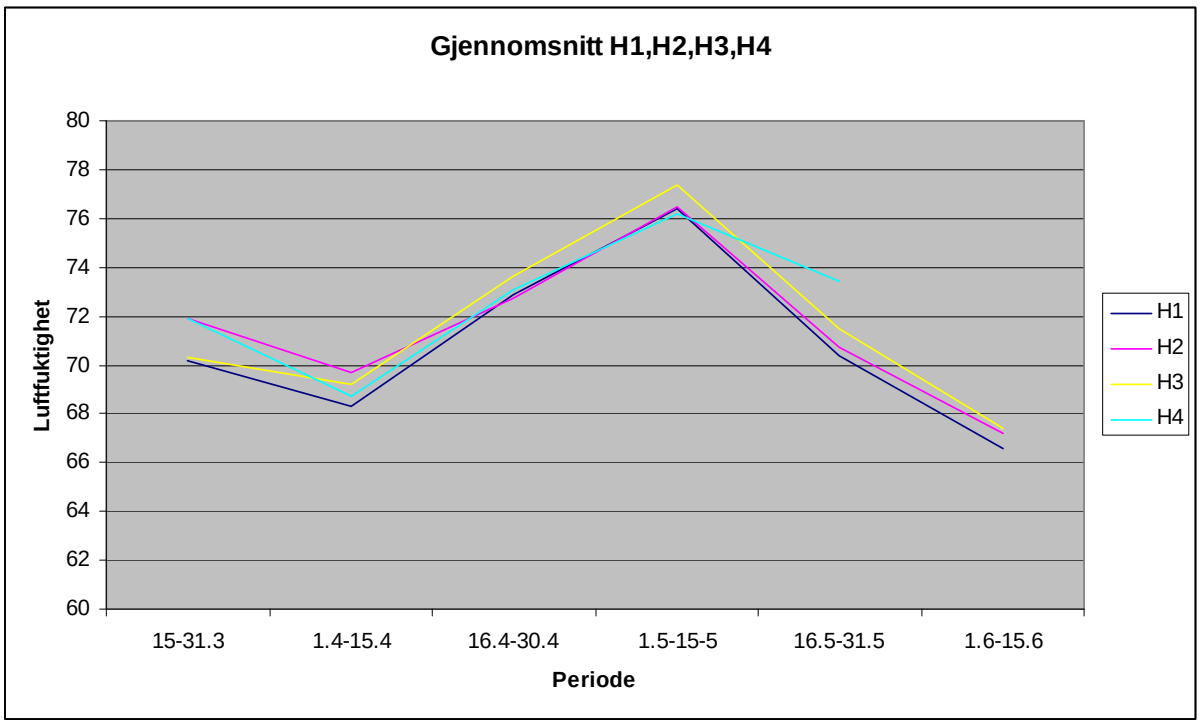
Figur 48 *Måling ved Smia, nær sjøen.*



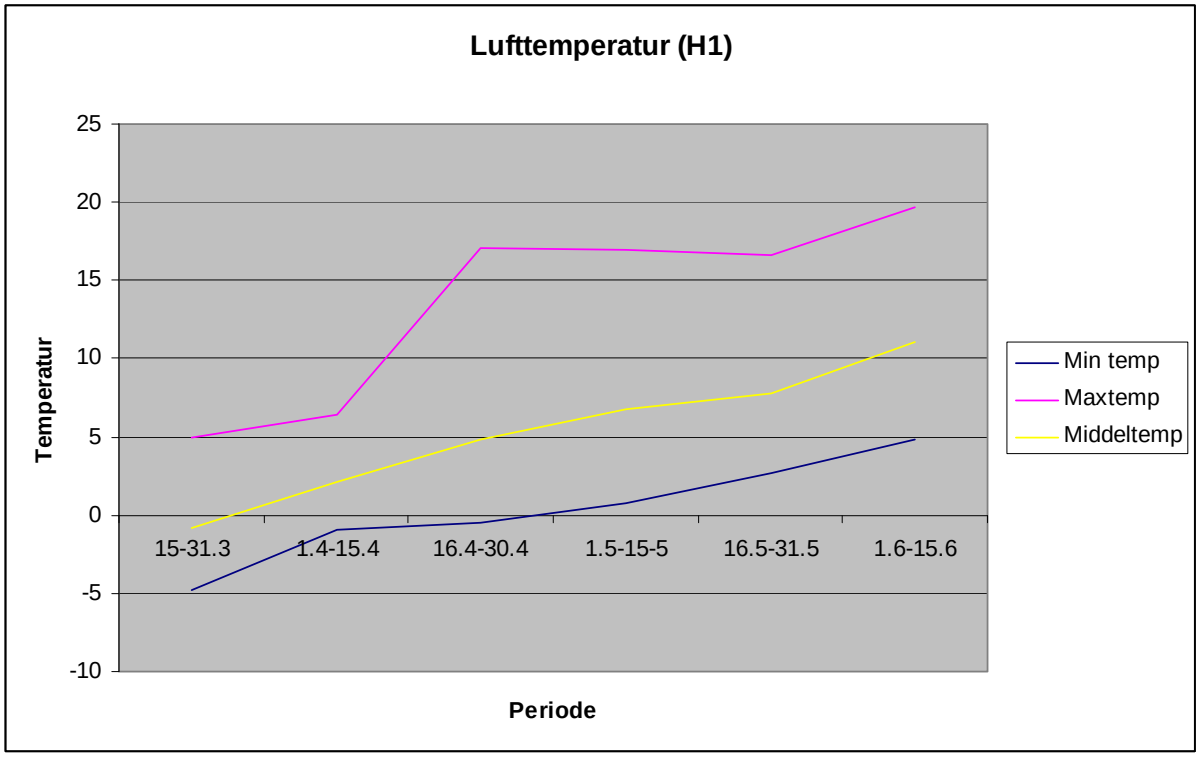
Figur 49 Måling ved nordenden.



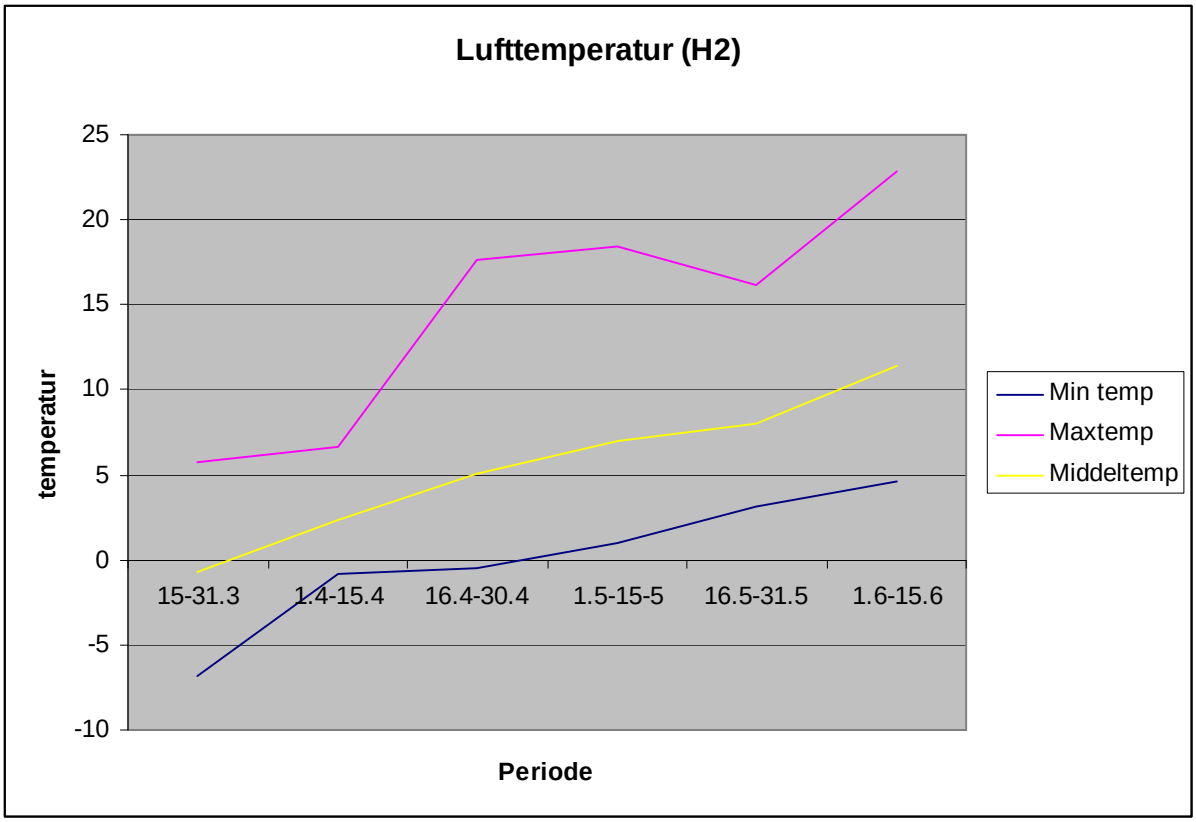
Figur 50 Måling rett over brua.



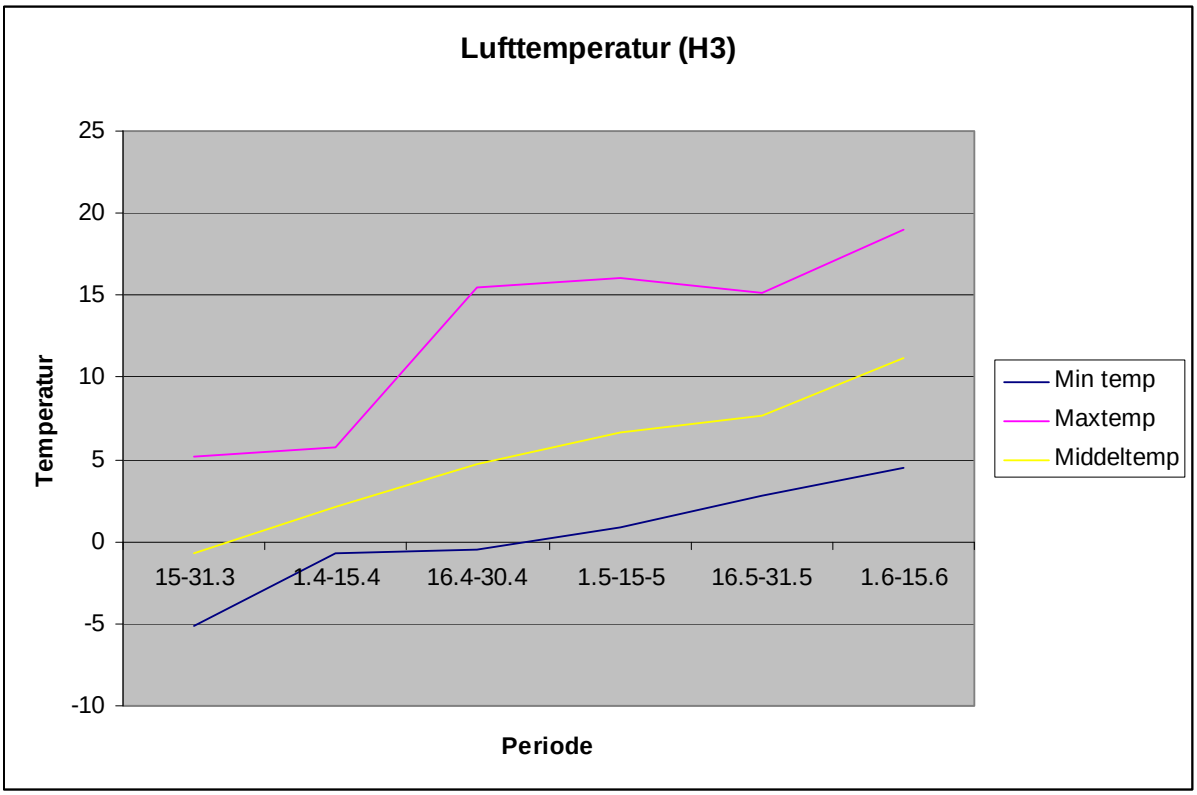
Figur 51 Gjennomsnittsmålinger luftfuktighet.



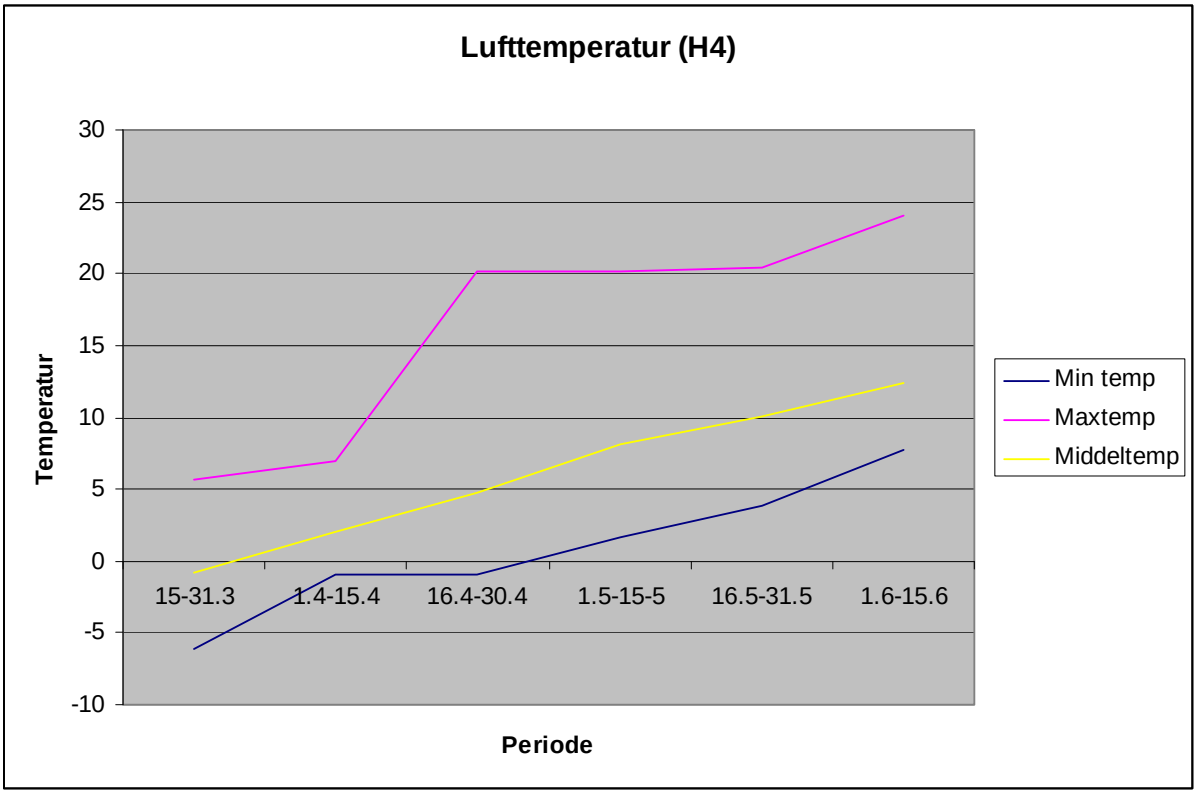
Figur 52 Samme lokalitet som figur 47.



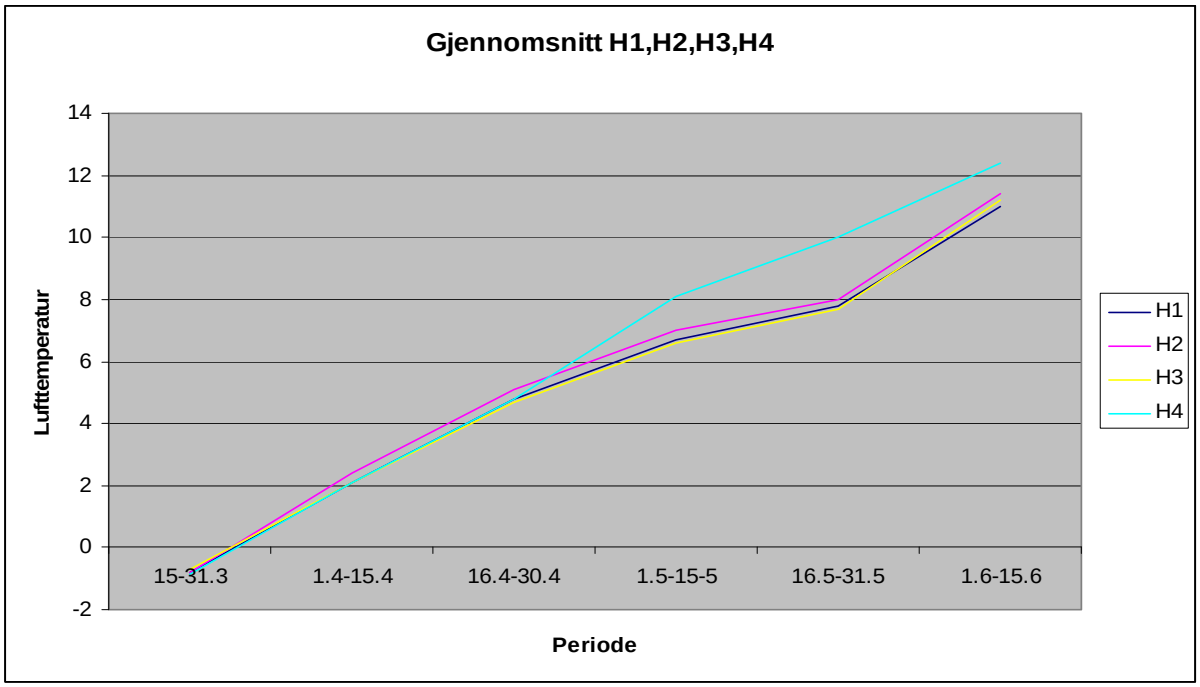
Figur 53 *Samme lokalitet som i figur 48.*



Figur 54 *Samme lokalitet som i figur 49.*



Figur 55 Samme lokalitet som i figur 50.



Figur 56 Gjennomsnittsverdier for temperaturmålinger for de fire målepunktene.

4 Diskusjon, konklusjon

Det ble gjennomført målinger av lufttemperatur og luftfuktighet på til sammen 24 målesteder hos 6 tørrfiskprodusenter i området Røst til Sund i Lofoten. Disse målingene er analysert ut fra svingninger, registrering av ekstremverdier, registrering av gjennomsnittsverdier over faste perioder, og målingene er sammenlignet på de enkelte stedene for å avdekke ulikheter mellom målestedene.

Ved målingene erfarte vi at isolasjonen på flere av termokablene som ble benyttet til måling av temperaturer i fisken ble slitt som følge av friksjonen mellom tørrfisken og kablene. Dette medførte at etter en periode ble disse målerne ustabile, og at enkelte av disse målingene fikk liten verdi for arbeidet.

Videre er ikke loggerne fra Br. A. Andreassen fra Værøy ikke med i datamaterialet. De var ikke returnert pr desember 2008.

Ved sammenligning av målingene fant vi små forskjeller i gjennomsnittstemperaturer i samme geografiske område, men vi fant at variasjoner i luftfuktighet var såpass store at de hadde betydning for hastigheten på tørkeprosessen.

Lufttemperatur

Det er ikke overraskende at lufttemperaturen varierer lite gjennom en hjell. Normalt er tørkehastigheten på fisk såpass langsomt at det ikke medfører at luften kjøles nevneverdig.

I målingene som er gjennomført ved de ulike lokalitetene er det ikke funnet at det er variasjoner av betydning i lufttemperaturen. Dette gjelder for samtlige steder, og gjennomsnittsmålingene er ikke påvirket av hvorvidt loggerne er plassert nær sjø, i skygge, på asfalterte områder etc.

Sammenligning av høye temperaturer

Målerne viser imidlertid at temperatursvingningene i større grad påvirkes av hvor målingen foretas. På de forskjellige stedene ble de høyeste temperaturene målt på følgende steder:

Røst sjømat

Klakken, på et område med forventet dårligere trekk.

Lofoten Viking AS

Ved flyplassen, med noe høydedrag rundt.

Nic. Haug og Jentoft Ballstad AS

Det ble funnet høyere maksimaltemperaturer ved brakkeleiren, sammenlignet med lokaliteten som lå mer i skygge (Nic. Haug)

Sund, J. M. Langaas Drift

De høyeste temperaturene ble registrert i området med asfaltert underlag, de laveste maksimumstemperaturene ble registrert i de nordvendte områdene (S2).

Riksheim, Henningsvær

De høyeste temperaturene ble registrert i området rett over brua, de laveste temperaturene ble registrert ved Lykthaugen i et område med god trekk.

Kuldeproblemer

Ved lave temperaturer ble det ikke funnet forskjeller av betydning på noen av lokalitetene. Det er derimot større forskjeller mellom de enkelte regionene som det fremgår av materialet foran.

Luftfuktighet

I adiabatiske tørkeprosesser vil luften kjøles samtidig som fuktigheten i luften øker. Det skyldes at energien som trenges for at vannet i fisken skal overføres til damp må taes fra luften. Når den gjennomsnittlige luftfuktigheten inne i hjellene er 10 % høyere enn i forkant eller rundt hjellene, må dette skyldes dårlig ventilasjon eller luftsirkulasjon inne i hjellene.

En forskjell på 10 % har stor betydning for hvorvidt god tørk oppnås eller ikke. For eksempel vil en luftfuktighet på 75 % gi meget god tørk, mens en luftfuktighet på 85 % vil gi dårlig tørk.

I og med at det er funnet forholdsvis store variasjoner i luftfuktighet, er lokalitetene til anleggene vurdert spesielt i det følgende:

Røst sjømat

Gjennomsnittsmålingene indikerer at Klakken som er et område med forventet god tørk, men med dårlig trekk har den høyeste gjennomsnitts luftfuktigheten. I og med at måleren var plassert inne i feltet, er antakelig registreringen som forventet.

De laveste verdiene (som dermed vil gi best tørk) ble registrert ved hjellen som var plassert utenfor bedriften. Denne lokaliteten var forventet å ha noe dårligere tørk i og med at hjellen er litt innestengt mellom terreng og bygninger.

Lofoten Viking AS

Den klart dårligste lokaliteten vurdert ut fra luftfuktighet var området ved Telegrafen, nært hav, hvor måleren hang midt i feltet. Gjennomsnittlig luftfuktighet var over 90 % over en lengre periode, hvilket vil gi dårlig tørk.

Den beste lokaliteten ble vurdert ut fra tørrheten på luften vurdert til å være lokaliteten ved Fyret, et område med forventet god trekk, og hvor måleren også var plassert midt inne i feltet. De to andre målestasjonene indikerte også lokaliteter med forholdsvis god tørk i og med at gjennomsnittsverdiene lå under 80 % luftfuktighet i hele perioden.

Nic. Haug og Jentoft Ballstad AS

Det var moderate forskjeller mellom lokalitetene. Luftfuktigheten lå mellom 70 5 og 80 % i hele perioden, hvilket skulle tilsi god tørk.

Sund, J. M. Langaas Drift

Samtlige lokaliteter ble målt til å ha gjennomsnittlig luftfuktighet mellom 70 % og 80 % i hele perioden. Tørrest luft ble funnet for måleren som var hengt nært fjell i nord, festet på stolpe. Høyest luftfuktighet ble funnet ved samme lokalitet der måleren var hengt opp mellom fisken. Forskjellene var ikke store, mellom 2 og 3 enheter i hele perioden. Det indikerer god trekk.

Riksheim, Henningsvær

Den laveste luftfuktigheten i perioden ble funnet på Lykthaugen, som er et område med god trekk. Dette stedet vil ut fra denne vurderingen gi de beste tørkebetingelsene. Høyest gjennomsnittlig luftfuktighet ble funnet på Nordenden. Forskjellene i luftfuktighet mellom lokalitetene var imidlertid små, mellom 1 % og 2 %.

Temperatur i fisk

For detaljer vises her til sammenfatning, kap. 3.2.4.

Tidlig i sesongen (mars) er fisken eksponert for frost. Dette var et problem flere steder denne sesongen. Spesielt den tynne delen av fisken som henger over stokken er utsatt. Målingene ble foretatt i tykkfisken og viste at også hele fisken kan være utsatt for kraftig nedfrysing.

I april ble effekten av sol merkbar, og fisken ble varmet opp til temperaturer på mellom 20 ^{o}C og 25 ^{o}C som var det dobbelte av temperaturen i lufta. Problemet er størst for fisk som henger mot sør og fremst.

Fra midten av mai og utover er hele hjellen utsatt. Vi har tidligere registrert at fisk kan varmes opp til ca 35 ^{o}C i denne perioden. Fisken tåler sannsynligvis lengre perioder med høyere lufttemperaturer og luftfuktighet, men kan fortsatt være utsatt for uheldig oppvarming ved sterkt solskinn, uansett hjellplassering.

Andre forhold

Betydningen av topografi, hengetetthet etc. er diskutert foran i rapporten.

Avbøtende tiltak med sikre god kvalitet på sluttproduktet

Denne gjennomgangen er gjort ut fra en generell vurdering av problemområder, og mulige tiltak. Mulighetslisten er ikke vurdert ut fra kostnad/nytte på dette stadiet.

Ut fra de registreringene som er gjort, kan tiltak grupperes innenfor fem hovedområder:

1. **Tiltak med sikte på å redusere faren for frost tidlig i sesongen (mars)**

   Sporddelen er mer utsatt for frost enn resten av fisken. Vi konstaterte frostskader på flere av fiskene i dette området under bløytetestene. Spordstykket var porøst, og det var lett å klemme vannet ut etter få dagers bløyting.

   Eksempler på avbøtende tiltak kan være:

   - Ett mulig tiltak er midlertidig tildekking i perioder med frost for å redusere avstrålingen.
   - Første del av hengeperioden kan foregå under tak.
   - Fisken kan henges i flere høyder.

2. **Tiltak med sikte på å redusere effekten av høye temperaturer i fisken på grunn av solstråling (medio april og utover)**

- Tilpasse hjellarrangementet slik at den første rekken skjermer rekkene bak.
- Øke hengetettheten.
- Utnytte topografien i terrenget.
- Benytte hjell i strandsonen.
- Kjøling gjennom å skape kunstig trekk, eventuelt kombinert med påspraying med forstøvet vann (vannet fordamper og fisken kjøles).

3. **Tiltak med sikte på sikre god trekk inne i hjellene**

    - Skape vindtuneller gjennom skjerming.
    - Tilpasse hengearrangementet, ved å skape og utnytte høydeforskjeller.
    - Kunstig ventilasjon.

4. **Tiltak med sikte på å unngå kvalitetsreduksjon i lengre perioder med høy lufttemperatur**

    - Klimastyring gjennom overflatefukting av fisken, kombinert med trekk (adiabatisk kjøling).
    - Lokalisering nær strandlinje (kjøling fra sjø).

5. **Tiltak med sikte på å oppnå tørking også i perioder med langvarig høy luftfuktighet**

    - Skape kunstig trekk gjennom hjellene.
    - Tildekking for å unngå for mye nedbør på fisken.

Oppfølging

Det vil bli utarbeidet en handlingsplan for uttesting av tiltak, og dokumentasjon i samarbeid med koordinator i tørrfiskforum, og forumets styremedlemmer.

ISBN 978 82-7251-688-7 (trykt)
ISBN 978 82-7251-689-4 (pdf)
ISSN 1890-579X