

TR A7298 - Åpen

Rapport

Målinger på klimatisert tørrfisklager

Prosjekt: #900001 Pilotanlegg for optimal lagring av tørrfisk

Forfatter(e)

Frode Frydenlund

Kristina Norne Widell



SINTEF Energi AS

Postadresse:
Postboks 4761 Sluppen
7465 TrondheimSentralbord: 73597200
Telefaks: 73593950energy.research@sintef.no
www.sintef.no/energi
Foretaksregister:
NO 939 350 675 MVA

Rapport

Målinger på klimatisert tørrfisklager

Prosjekt: #900001 Pilotanlegg for optimal lagring av tørrfisk

EMNEORD:
Tørrfisk
Lagringsbetingelser
Klimatisert lagerVERSJON
02DATO
2013-03-06FORFATTER(E)
Frode Frydenlund
Kristina Norne WidellOPPDRAGSGIVER(E)
FHFOPPDRAGSGIVERS REF.
Frank JakobsenPROSJEKTNR
16X792ANTALL SIDER OG VEDLEGG:
21+ vedlegg

SAMMENDRAG

I et tradisjonelt tørrfisklager vil det være skiftende forhold på lageret pga. varierende uteforhold. Dette kan medføre høye vekttap og variasjoner i kvalitet for den lagrede tørrfisken.

Hensikten med prosjektet er å sikre og utvikle nye lagringsformer slik at tørrfiskbransjen kan gå over til lagring i mer kontrollerte former. Dette vil sikre jevn, god og forutsigbar kvalitet på tørrfisken, samt redusert vekttap under lagring. Samtidig kan dette gi muligheter for inntak av tørrfisken under slutfasen av tørkingen når værforhold kan være utfordrende.

Denne rapporten dokumenterer lagringsforholdene på et slikt klimatisert tørrfisklager. Det ble gjennomført målinger på lageret til Lofoten Viking på Værøy. Der ble det målt temperatur og luftfuktighet i perioden juli til november 2012. Resultatene viste at det klimastyrt lageret holdt ønsket temperatur og fuktighet i denne perioden. Temperaturene i lageret var relativt homogene og endringer skjedde uten større etterslep. Det samme gjaldt for luftfuktigheten. Ved å ta inn tørrfisk trinnvis, ha god kontroll på fuktigheten og sikre god luftfordeling kan en få de samme gode lagringsforholdene også for en normal lagringssesong med fullt lager.

UTARBEIDET AV
Frode Frydenlund

SIGNATUR

KONTROLLERT AV
Erlend Indergård

SIGNATUR

GODKJENT AV
Petter Røkke

SIGNATUR

RAPPORTNR
TR A7298ISBN
978-82-594-3553-8GRADERING
ÅpenGRADERING DENNE SIDE
Åpen

Historikk

VERSJON	DATO	VERSJONSBEKRIVELSE
01	2013-02-15	Utkast

02	2013-03-06	Endelig versjon
----	------------	-----------------

Innholdsfortegnelse

1	Bakgrunn	4
2	Beskrivelse av klimatisert tørrfisklager	4
2.1	Lager.....	4
2.2	Klimaanlegg.....	5
2.2.1	Luftfordeling	6
2.2.2	Regulering av klimaanlegg.....	6
3	Erfaringer fra drift av anlegg	7
3.1	Port.....	7
3.2	Kondensatorvarme og el-varme	7
3.3	Energimålere	7
3.4	Kortslutning av luft.....	7
3.5	Hygiene og kvalitet.....	7
4	Resultat fra målinger	9
4.1	Oppsett av målinger.....	9
4.2	Drift av anlegg.....	11
4.3	Temperatur	11
4.4	Luftfuktighet	13
4.5	Tørrfisklast og respons.....	14
4.6	Vektutvikling av fisk under lagring.....	15
4.7	Luftfordeling.....	16
4.7.1	Dødsoner i luftstrømmen	18
4.7.2	Kortslutning av luftstrøm.....	18
4.7.3	Forbedringer av luftfordeling	19
5	Anbefalinger	21
6	Konklusjon	23
7	Videre arbeid	23
8	Referanser	23

BILAG/VEDLEGG

Ingen

1 Bakgrunn

For et tradisjonelt tørrfisklager kan en oppleve skiftende forhold i lageret pga. varierende uteforhold (temperatur, relativ luftfuktighet) [1,2]. Dette kan medføre høye vekttap og variasjoner i kvalitet for den lagrede tørrfisken. Nyelig innsatt fisk kan også påvirke fisk som allerede er satt på lager.

Målet for prosjektet er å sikre og utvikle nye lagringsformer slik at tørrfiskbransjen kan gå over til lagring i mer kontrollerte former. Dette vil sikre jevn, god og forutsigbar kvalitet på tørrfisken, samt redusert vekttap under lagring.

På denne måten kan næringen oppnå bedre kvalitet og dermed en bedre pris for produktet, samtidig som skader/tap pga. uheldig lagring minimeres. Dette kan gi et mer forutsigbart produkt og gir bedre kontroll på kvaliteten. Dette gjør at en takler bedre forskjeller i råstoffet, og tilpasser produktet lettere til ulike markeder.

Det eksporteres årlig tørrfisk for ca 500 millioner kroner. Dersom man klarer å oppnå eksempelvis 2 %-poeng mindre vekttap under lagring av fisken, betyr det flere millioner ekstra på bunntinjen.

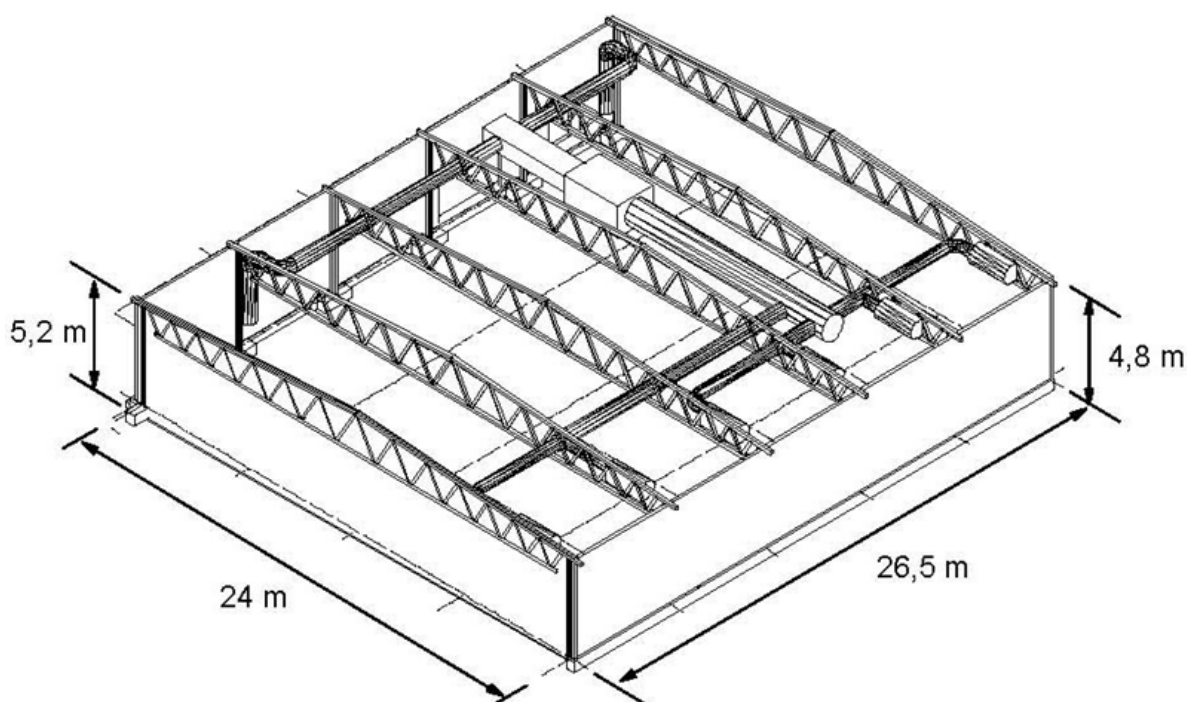
Denne rapporten dokumenterer lagringsforholdene på et slikt klimatisert tørrfisklager.

2 Beskrivelse av klimatisert tørrfisklager

Lageret er lokalisert på Værøy og eies av Lofoten Viking AS.

2.1 Lager

Lagerrommet er skissert i Figur 1. Det ble bygd våren 2008 og er bygd sammen med bedriftens andre bygg på stedet. Lageret har hoveddimensjonene 26,5m x 24m x 5m og har kapasitet til 315 tonn tørrfisk. Tørrfisklasten under målingene var 73-75 tonn (2012-09-12).



Figur 1 Skisse av lager (inntegnet kanalsystem er ikke installert)

2.2 Klimaanlegg

Klimaanlegget skal sikre at lageret holder ønsket temperatur og luftfuktighet. Det er dimensjonert til å holde lagertemperaturen på +3°C ved +27°C utetemperatur, samt holde fuktigheten i lageret på RH 80%. Anlegget, som vises på Figur 2 og Figur 3, er levert av GK Norge AS og ble installert hos Lofoten Viking juni/juli 2012.

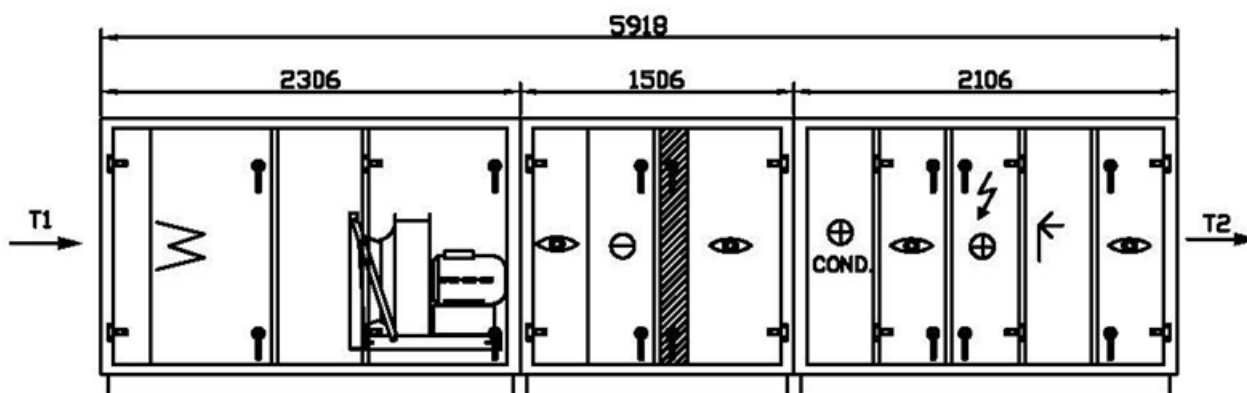
Anleggsdelen i lageret, som vises på Figur 2, er montert sammen mellom 2 dragere oppunder taket og består av:

- Filter
- Vifte, 2 stk: – 2x5.5 kW, tilsammen 30.000 m³/h luft
- Kjølebatteri (fordamper): 45.1 kW
- Varmebatteri (kondensator)
- Elvarmebatteri (backup): 30 kW i 15 trinn
- Befukter

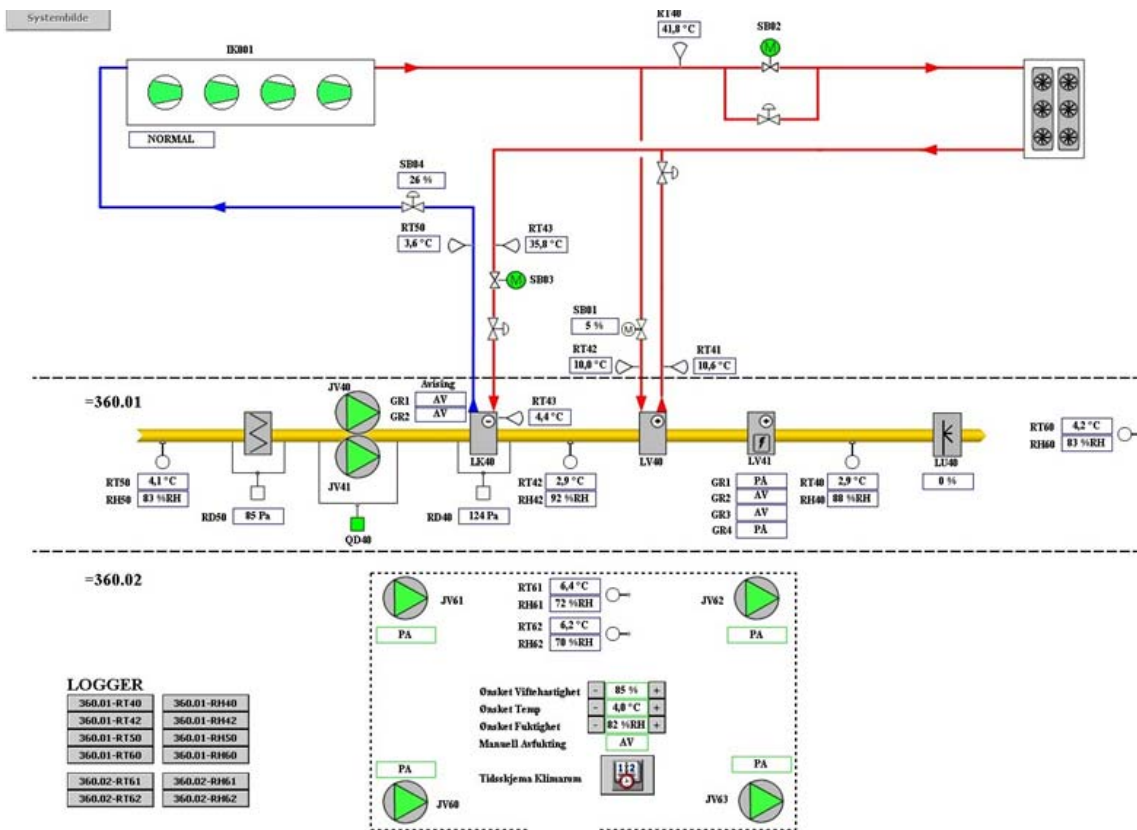
Anleggsdelene utenfor lageret består av:

- Kompressor 4 stk: 4 x 3.2 kW, plassert i maskinrom
- Hjelpekondensator - vifte: 1.8 kW, plassert utenfor maskinrom

Anlegget bruker kuldemedium R404A



Figur 2 Skisse av klimaanlegg



Figur 3 Systemskjema av kulde/klimaanlegg

2.2.1 Luftfordeling

Luftmengden fra anlegget på 30.000 m³/h tilsvarer 9-10 luftskifter per time og dette regnes som tilstrekkelig. Luften strømmer direkte ut i rommet fra anlegget uten noe fordelingssystem. Det er derfor ikke klart hvordan luften fordeles i lageret og om alle deler av lageret får et tilstrekkelig luftskifte. Det er montert frittstående vifter i hvert hjørne av lageret på 0.39 kW hver, totalt 1.56 kW. Dette for å oppnå sirkulasjon i lokalet og unngå stillestående soner langs veggene.

2.2.2 Regulering av klimaanlegg

Målepunktet RT50/RH50 (se Figur 3) i innløpet på klimaanlegget brukes for regulering. For høy temperatur eller fuktighet og for lav temperatur eller fuktighet, gir forskjellig reguleringstiltak. Hvis temperaturen er for lav startes elkolbe for å varme opp luften. Med befukteren kan den relative fuktigheten økes. Hvis temperaturen er for høy økes fordamperytelsen. Temperaturen på fordamperen er satt til 0 °C. Viftene i klimaanlegget er frekvensregulert.

Regulering av hjørnevifter gjøres manuelt, kan settes på eller av individuelt. Hvor mye (eller lite) de skal gå er ikke bestemt, antagelig kommer de til å gå for fullt i starten.

3 Erfaringer fra drift av anlegg

Uavhengig av målinger, synes driften av anlegget å kunne forbedres på en rekke punkter:

- Porten til lageret er ikke tett og gir en uønsket luftveksling med omgivelsene
- Kondensatorvarmen utnyttes ikke i klimatiseringsanlegget
- Elvarmebatteriene står på hele tiden under drift
- Det er ikke installert energimålere for kulde og klimaanlegg
- Det er antydning til kortslutning av luften i klimatiseringsanlegget

Oppsummert betyr disse erfaringene at anlegget ikke er optimalt og at det trolig brukes mye energi som gir uøkonomisk drift. Dette er ikke unormalt for et nytt anlegg som er under innkjøring, men det er viktig å ta tak i disse problemene og få løst dem så fort som mulig.

3.1 Port

Porten til lageret er ikke tett. Den har en betydelig "spalte" øverst (350 cm x 9 cm) der luften slippes ut. Det er målt hastigheter på 0.7 m/s i denne åpningen og det tilsvarer en luftmengde på 800 m³/h. Luften kommer ukontrollert inn via dreneringsåpninger i gulvet. Dette medfører en vedvarende høy belastning på anlegget som hele tiden må klimatisere og fjerne fuktigheten fra den innkommende luften. Ved uteforhold på 12°C / RH 80% tilsvarer dette et fuktilskudd på 70 l/døgn og en merbelastning på 4-5 kW, som kan utgjøre 3600 kWh pr måned.

3.2 Kondensatorvarme og el-varme

Klimatiseringsanlegget kjøler først ned luften og det tilføres etterpå varme for å regulere til riktig fuktighetsnivå. Anlegget er designet for at kondensatorvarmen fra kuldeanlegget skal utnyttes i klimatiseringsanlegget, og elvarmebatteriet er backup i tilfelle problemer. Kuldeanlegget har en utvendig hjelpekondensator (tørrkjøler) som skal brukes for å dumpe evt. overskuddsvarme. Samspillet mellom disse to kondensatorene fungerer ikke optimalt i dette anlegget. For å få anlegget til å fungere er derfor det ene kondensatorbatteriet koblet ut og en bruker bare den utvendige hjelpekondensatoren. En får da ingen gjenvinning av varmen fra kuldeanlegget og det medfører at elbatteriet brukes hele tiden i klimatiseringsanlegget. Dessverre vil slik bruk av elbatteriet gi uøkonomisk drift. Et 30 kW el-batteri som står på full effekt hele døgnet utgjør 21600 kWh per måned. Slike problemer med parallelle kondensatorbatteri er allment kjent, og dette ble tatt opp på telefonmøter våren 2012 før anlegget var levert. Det må derfor finnes en løsning på dette slik at en kan gjenvinne kondensatorvarmen.

3.3 Energimålere

For å kunne følge opp energibruken for anlegget bør det installeres spesifikke energimålere for anlegget, feks. en måler for kompressorer og en måler for vifter og elvarmebatteri. Dette var desverre ikke på plass under måleperioden.

3.4 Kortslutning av luft

En del av luftstrømmen fra anlegget ser ut å gå tilbake til innløpet igjen og fører til kortslutning. Dette gjør anlegget mindre effektivt. Se mer om dette i kapittel 4.7.

3.5 Hygiene og kvalitet

Lageret har vært brukt i flere år før det ble installert klimatiseringsanlegg, og det var lageret andre ting der sammen med tørrfiske. Lageret er et næringsmiddel-anlegg og det er viktig for mattryggheten at renhold gjennomføres rutinemessig. Gulvet har dreneringsåpninger langs veggene, men disse var ikke sikret med

vannlås. Det kom derfor inn luft ukontrollert fra avløpssystemet. I tillegg til at dette er en potensiell hygiene-felle, kan det også bli en innfallsport for eventuelle skadedyr.

4 Resultat fra målinger

Hensikten med målingene er å dokumentere lagringsforholdene på dette klimatiserte tørrfisklageret. En ønsker å se hvor godt lageret holder temperatur og fuktighet under reell drift, og om forholdene er homogene inne i lageret. En ønsker også å se tørrfiskens vektutvikling i lageret.

4.1 Oppsett av målinger

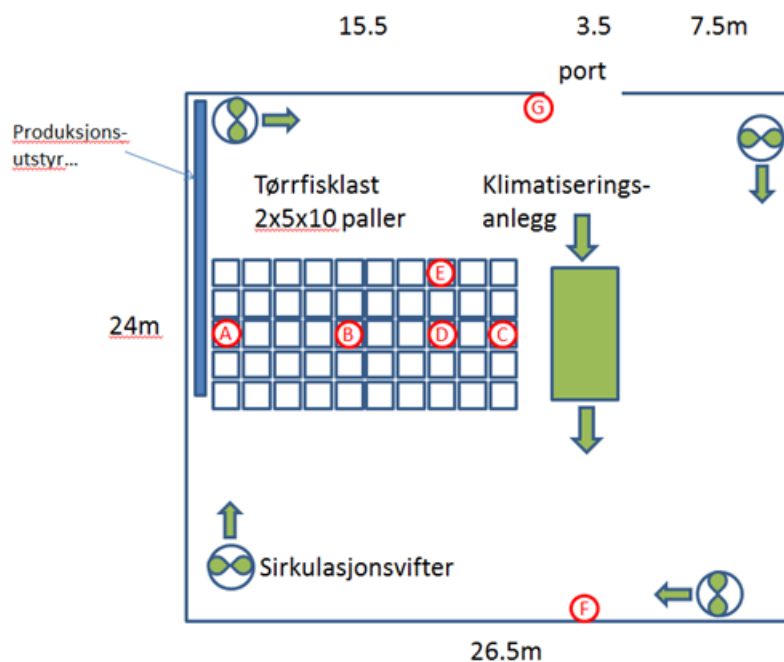
Lageret og klimatiseringsanlegget ble instrumentert for å måle temperatur og relativ fuktighet (RH). Verdiene ble målt med flere instrumenter:

- Loggere utplassert av SINTEF: TinytagPlus
- Fast instrumentert i anlegget: Produal KLU 100 og KLK 100

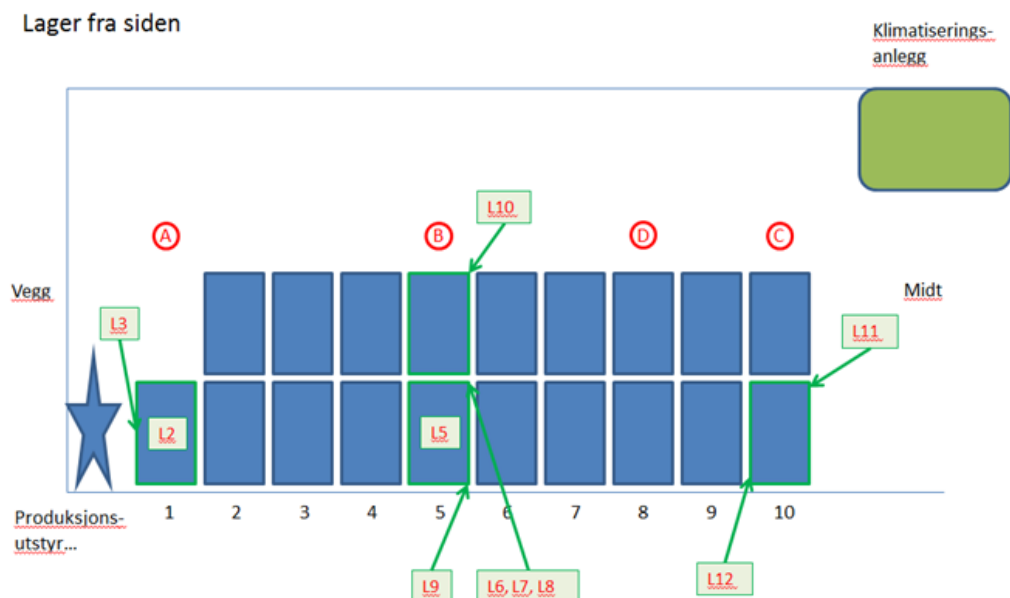
Målepunktene i lageret er vist i Figur 4 (plan) og Figur 5 (snitt). Målingene for temperaturer og luftfuktigheter logges hver time.

Loggedata fra de faste instrumentene i anlegget kan hentes via internett. Disse data lagres i ett år. Data for energi/effektbruk for anlegget var ikke tilgjengelig i måleperioden da energimålere ikke var installert.

Lager ovenfra



Figur 4 Plassering av målepunkter - plan



Figur 5 Plassering av målepunkter – snitt

Tabell 1 Oversikt over målepunkter

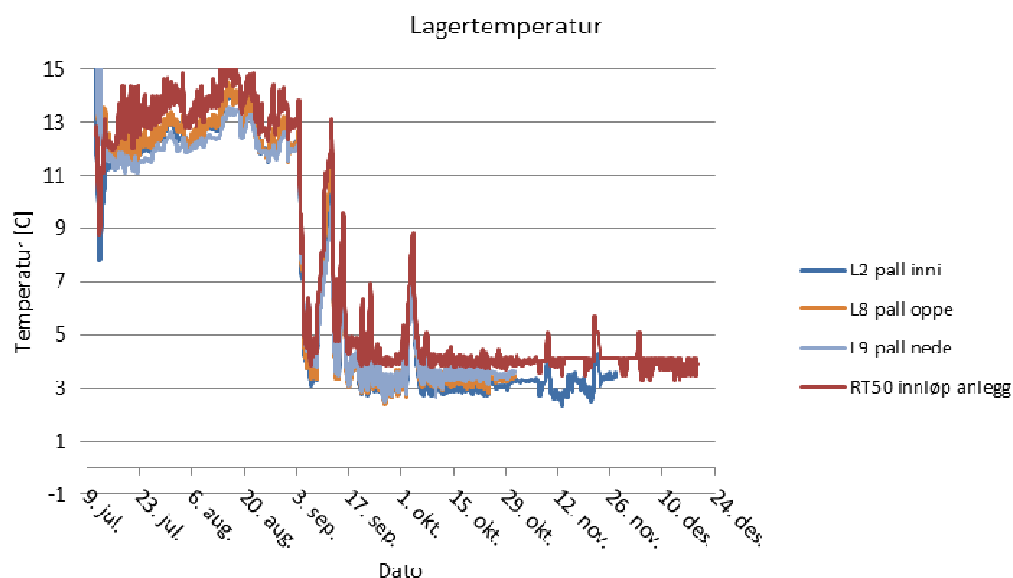
Loggere utplassert av Sintef						
plassert	Nr	plassering	ca. høyde [cm]	Pallenr	Posisjon	retning
	L1	ute, nordre side av huset	under tak			
	L2	inne i lasten	85	779	A, nede	
	L3	på siden av lasten (palle)	85	779	A, nede	mot vegg
12.jul	L4	på vegg ved port	145		G	
	L5	inne i lasten	95	LUB	B, nede	
	L6	på reol	165	LUB	B, nede	mot midt
	L7	på reol	165	LUB	B, nede	mot midt
	L8	på reol	165	LUB	B, nede	mot midt
	L9	på reol	20	LUB	B, nede	mot midt
	L10	på reol	340	IGB	B, oppe	mot midt
	L11	på reol	165	IG	C, nede	mot midt
	L12	på reol	20	IG	C, nede	mot vegg
Fast instrumentert i anlegg						
	Nr	plassering	posisjon			
	RT/RH50	klimaanlegg	ved innløp			
	RT/RH42	klimaanlegg	etter fordampner			
	RT/RH40	klimaanlegg	etter varmebatt			
	RT/RH60	klimaanlegg	ved utløp			
	RT/RH61	bortre vegg	midten		F	
	RT/RH62	bortre vegg	midten		F	

4.2 Drift av anlegg

Klimatiseringsanlegget ble installert juni/juli 2012, og utvalgte paller i lageret ble instrumentert uke 28 i 2012. Anlegget ble prøvekjørt i juli 2012, men ble ikke satt i drift før uke 36 i 2012. Anlegget hadde regulær drift fra ca 16. september. Etter planen skulle målingene vært gjennomført fra inntak av fisk fra hjell, så måleperioden ble dermed noe begrenset.

4.3 Temperatur

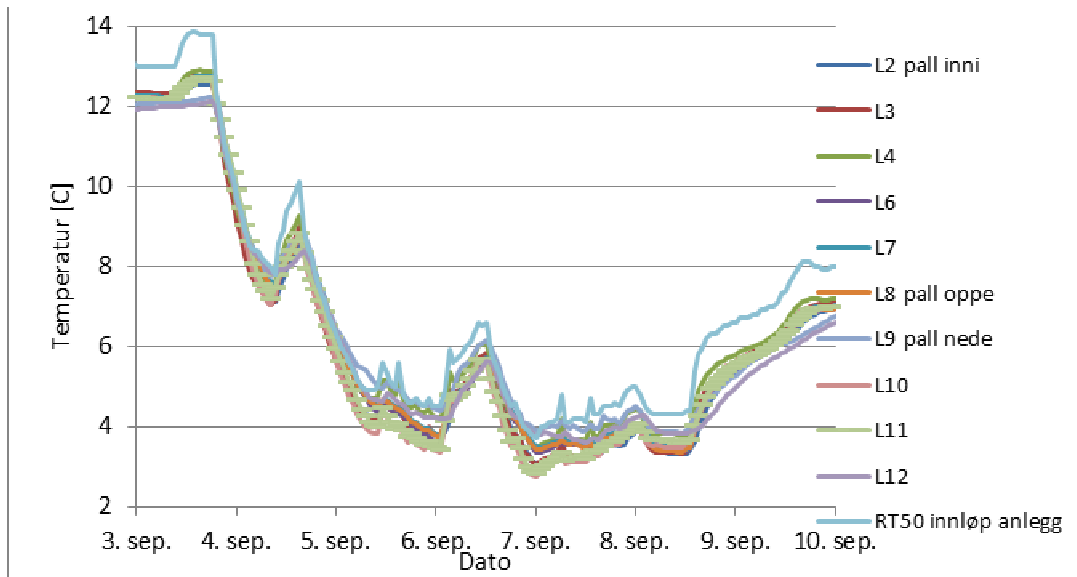
Figur 6 viser temperaturutviklingen i lageret i måleperioden. Klimatiseringsanlegget ble igangkjørt 4 september 2012, men driften var uregelmessig de første 2 ukene. Regulær drift fra ca. 16 september 2012, med et 2 dagers opphold den 3-4 oktober 2012. Etter regulær drift er temperaturen relativt konstant i området 3 - 4 °C, og i henhold til spesifikasjonene.



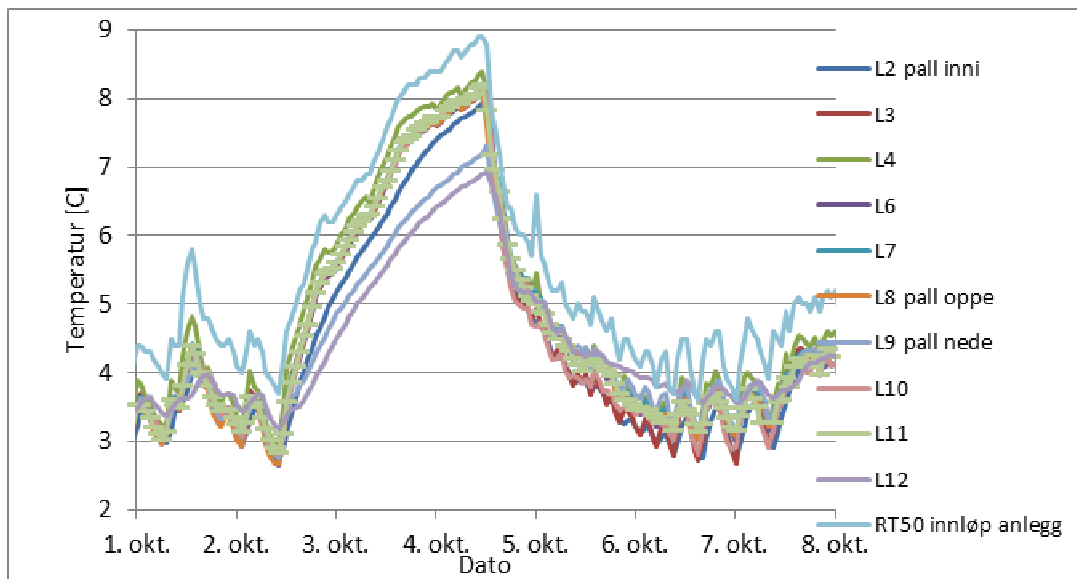
Figur 6 Temperatur i lager i måleperioden

Figur 7 viser temperaturen i den uka da anlegget starter, og Figur 8 under avbrekket 3 og 4 oktober. Temperaturen stiger når anlegget stopper. De fleste målepunktene øker i samme takt mens L9 og L12 som er plassert nær gulv har som forventet litt lavere verdi, da kaldst luft ligger langs gulvet. Ser en nærmere på L2, som er plassert inni tørrfisklasten på pallen, henger de temperaturene bare 5 - 6 timer etter de ytre temperaturene.

Resultatene viser at temperaturene i lageret endrer seg i takt bare med noen få timers etterslep.



Figur 7 Temperatur i lager i uke 36



Figur 8 Temperatur i lager i uke 40

4.4 Luftfuktighet

Relativ fuktighet i lageret ble målt med flere instrumenter:

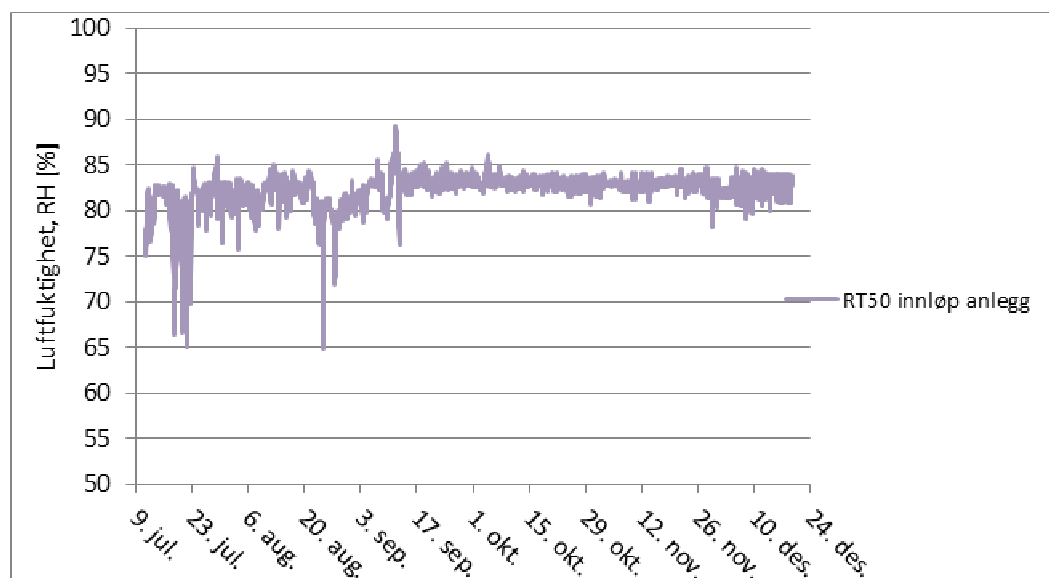
- Loggere utplassert av SINTEF: TinytagPlus
- Fast instrumentert i anlegget: Produal KLU 100 og KLK 100
- Håndholdt instrument: TSI VelociCalc 9565

De utplasserte loggerne er regnet som relativt nøyaktige, men har utfordringer med høy fuktighet og lave temperaturer. Loggerne ble etterkalibrert og målingene ble korrigert, men alle målepunktene kunne ikke brukes.

Resultatene fra de faste instrumentene på anlegget gav høyere verdier enn det håndholdte instrumentet. De faste instrumentene er produsert av Produal og deres nøyaktighet er i området $\pm 2-3$ RH %. Produsenten opplyser at absoluttnivået bør kalibreres på de aktuelle installasjonene, noe som ikke er utført. Dette gjør at man ikke helt kan stole på resultatene, og må tas med i betraktningen. Nøyaktig fuktighet i lageret er fortsatt noe usikkert, men ligger i området 75-85 %.

Nøyaktige målinger av luftfuktighet på lager er viktig med tanke på utbytte og kvalitet, og det anbefales at faste instrument, i de anleggene som leveres, blir kalibrert.

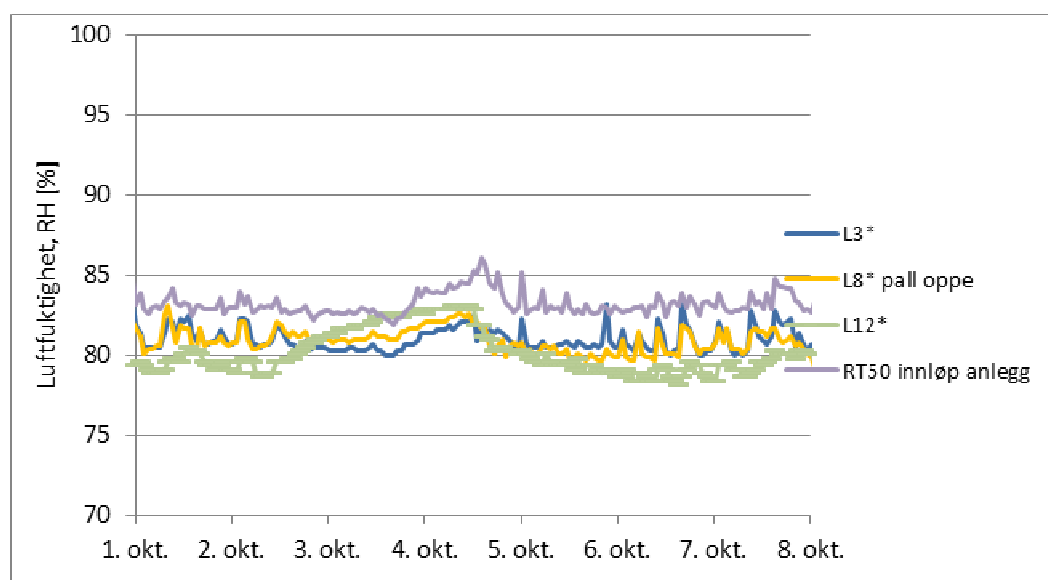
Figur 9 viser hvordan luftfuktigheten varierte i luften inn til aggregatet gjennom måleperioden.



Figur 9 Luftfuktighet RH i hele måleperioden

Som nevnt er det usikkerhet rundt riktig relativ fuktighet i lageret. Ut fra figur 9 ser man at RH ligger relativt jevnt mellom 80-85 % i måleperioden. Under målerunden den 2012-11-27 viste de faste instrumentene høyere verdier (82-83%) sammenlignet med håndholdt instrument, som da viste 75% stort sett over hele lageret.

Det er interessant å vite hvor raskt fuktigheten endrer seg i et slikt lager. Figur 10 viser hvordan fuktigheten endret seg gjennom uke 40, da anlegget stod avslått i 2 døgn den 3 og 4 oktober. For dette tilfellet får en ikke den store endringen i fuktnivå, bare en økning på 3 % RH.



Figur 10 Luftfuktighet RH i lageret for uke 40. (* betyr etterkalibrert måling)

4.5 Tørrfisklast og respons

Ønsket temperatur og RH i det klimastyrte lageret ble opprettholdt under forsøksperioden. Temperaturene i lageret er relativt homogene og endringer ser ut å skje uten større etterslep (Figur 7 og Figur 8). Verdiene for fuktighet er også relativt jevne. (Figur 10).

Det ble ikke observert kvalitetsproblemer på tørrfisken i lagringsperioden.

Det er flere usikkerheter relatert til aggregatets belastning:

- Tørrfisklasten er bare 25% av dimensjonert last.
- Lasten er tatt inn seint i sesongen og har akklimatisert seg i lageret før regulær drift av anlegget.

Lageret hadde en tørrfisklast på 73-75 tonn pr 2012-09-12. Dette er ca 25% av hva lageret er dimensjonert for (315 tonn). Anlegget har ikke hatt drift med dimensjonerende last i måleperioden. Man vet heller ikke tilstanden og historikken på den lasten som ble tatt inn. Normalt vil fisk bli tatt inn for lagring i juni. Da fylles lageret på kort tid og anlegget kjøres for å oppnå riktig lagringsforhold. I dette tilfellet har fisk blitt tatt inn i juni og juli uten at anlegget er blitt kjørt. Fisken har akklimatisert seg på lageret inntil regulær drift av anlegget i september 2012.

Det er derfor noe usikkert hvordan anlegget fungerer ved 100% last tidlig i sesongen. Figur 7 viser at med 25% av lasten kommer en ned på riktig temperatur i løpet av 3 døgn. Tar man inn lasten litt trinnvis, samt sikrer god sirkulasjon og luftfordeling under nedkjølingen, så er det ingen klare indikasjoner på at dette ikke skal gå bra.

4.6 Vektutvikling av fisk under lagring

Etter planen skulle bedriften foreta veiing av utvalgte paller i lageret slik at en kunne få et bilde av vektutviklingen i måleperioden. Desverre ble pallene solgt ved en misforståelse så vi har ikke de ønskede vektdata under drift av anlegget.

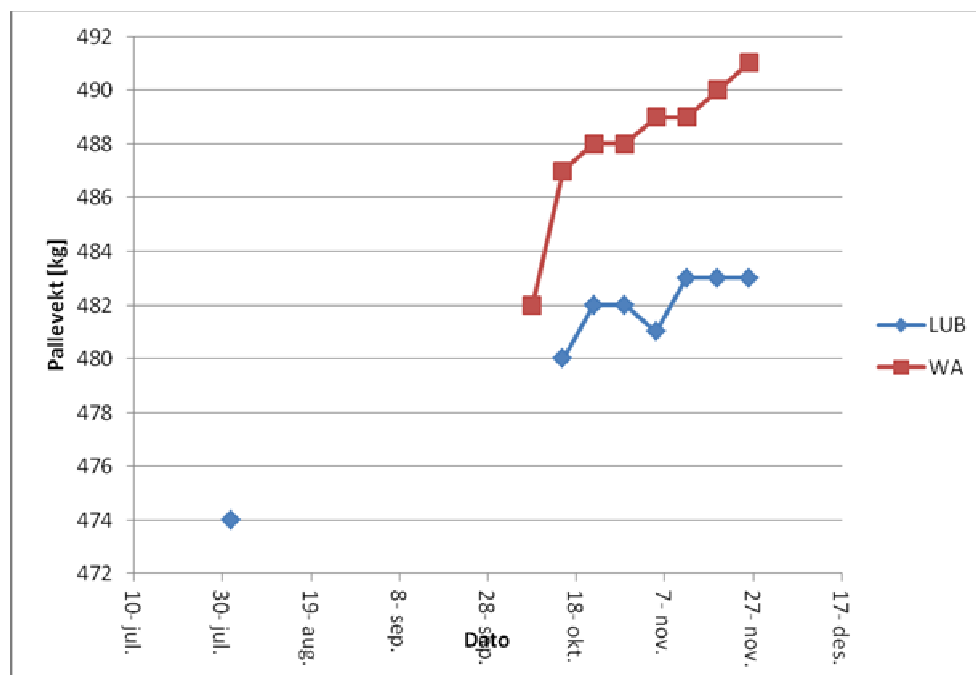
Bedriften tok paller med tørrfisk som hadde stått lagret på et tradisjonelt lager og plasserte dem inne i det klimatiserte lageret. I et tradisjonelt lager har bedriften erfaring med opptil 5% vektreduksjon i lagringsperioden. Tabell 2 viser vektutviklingen når disse pallene ble plassert i det klimastyrte lageret.

Tabell 2 Utvikling av vekt [kg og prosentvis endring] for to paller merket LUB og WA

Dato	LUB		WA	
2012-08-01	474 kg	(først veiing)		
2012-10-08			482 kg	(første veiing)
2012-10-15	480 kg	1.3 %	487 kg	1.0 %
2012-10-22	482 kg	1.7 %	488 kg	1.2 %
2012-10-29	482 kg	1.7 %	488 kg	1.2 %
2012-11-05	481 kg	1.5 %	489 kg	1.5 %
2012-11-12	483 kg	1.9 %	489 kg	1.5 %
2012-11-19	483 kg	1.9 %	490 kg	1.7 %
2012-11-26	483 kg	1.9 %	491 kg	1.9 %

Figur 11 viser vektutviklingen på pallene. Pallen merket LUB har blitt plassert inn tidlig i perioden og den kan regnes som en del av den vanlige tørrfisklasten i lageret. Vekten har økt de første 2.5 månedene, og vekten ser ut å holde seg stabil i resten av måleperioden.

Pallen merket WA er satt inn mens anlegget var i regulær drift. En ser en kraftig vektøkning den første uka, og så litt mindre økning de påfølgende ukene. Økningen ser ikke ut til å ha flatet ut. Det klimatiserte lageret kan brukes til å kondisjonere tørrfisklasten til ønsket nivå. Det kan være nok å plassere lasten der en måned.

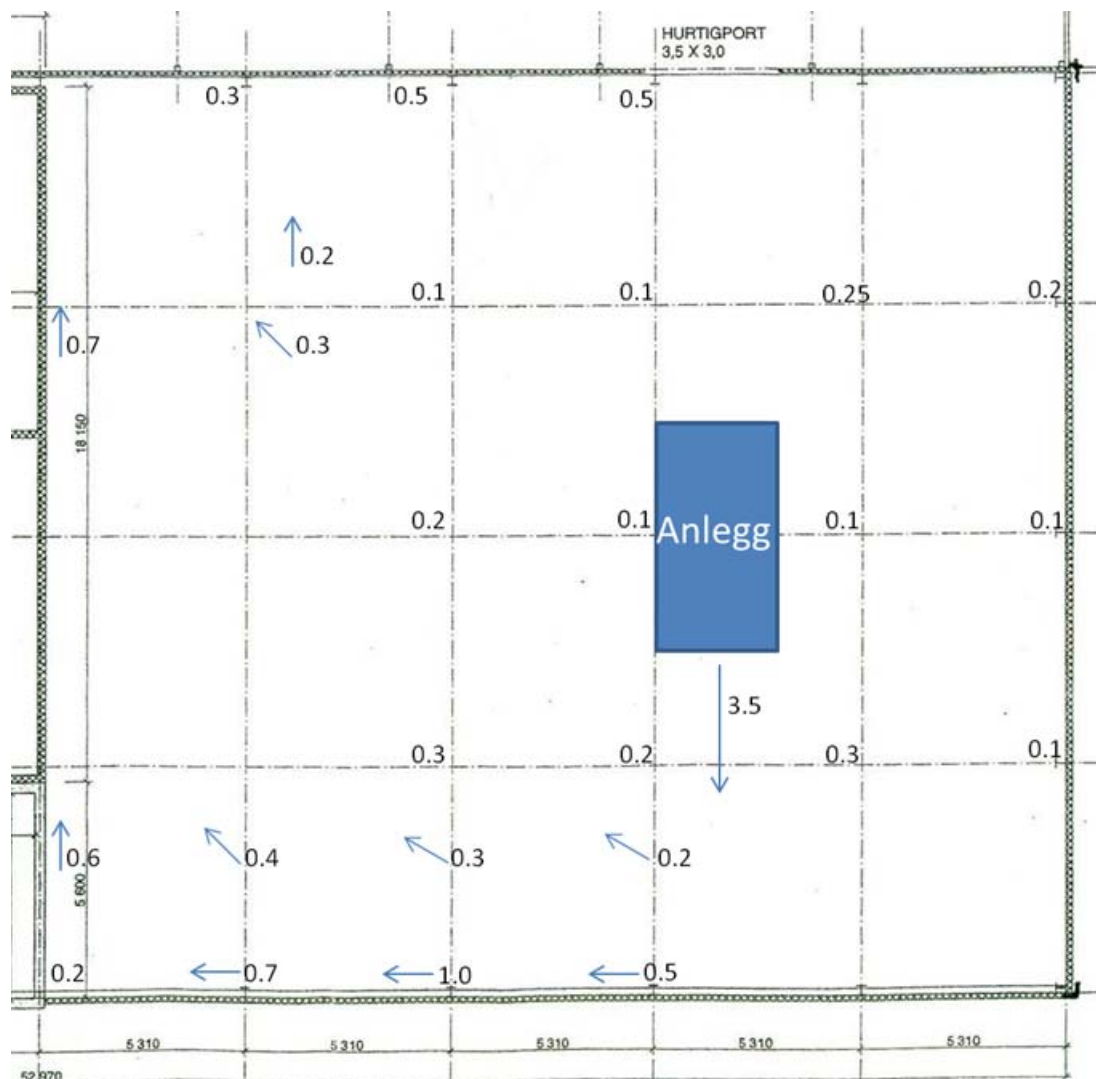


Figur 11 Vektutvikling av pallene "LUB" og "WA" som ble satt inn i klimatisert lager

4.7 Luftfordeling

Klimaanlegget sirkulerer ca 30.000 m³/h luft og ideelt sett burde denne luftmengden fordelt seg jevnt i rommet, slik at en får mest mulig like forhold i lageret. Figur 12 viser noen punktmålinger i lageret der retningen antydes for noen av punktene. Figur 13 viser en skisse av strømningsbildet. Luften strømmer ut fra anlegget (blå firkant) med en hastighet rundt 3,5 m/s. Luftstrømmen går langsomt mot veggen og sprer seg utover i 3 retninger:

- til venstre – denne luften vil betjene store deler av lageret
- til høyre mot viften i hjørnet – viften virker da mot luftstrømmen og skaper en urolig sone
- nedover – luften kommer så tilbake igjen langs gulvet

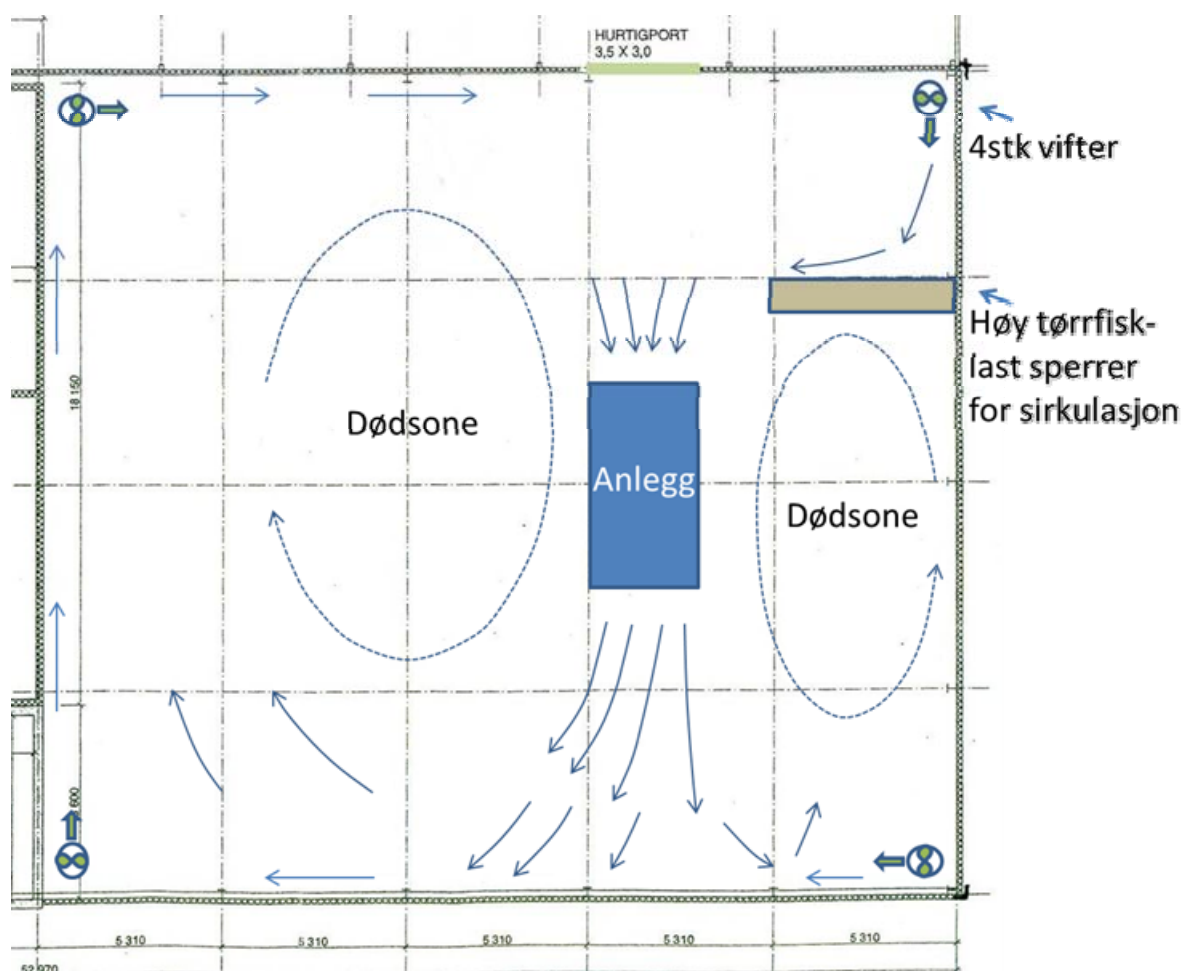


Figur 12 Målinger av lufthastigheter inne i lageret 2012-11-27. De fleste er tatt i ca. 2m høyde.

4.7.1 Dødsoner i luftstrømmen

Det er svært vanskelig å kvantifisere hvor mye luft som i ulike retninger. Viftene i hjørnene setter opp en luftstrøm langs veggene og hindrer der at en får stillestående dødsoner langs veggene. I stedet blir det en større dødsone midt i lageret.

Målingene viser at de utplasserte sirkulasjonsviftene ikke fungerer optimalt med tanke på å distribuere luft. En høy tørrfiskreol, markert på Figur 13, sperrer for luftstrømmen fra vifta og skaper en dødsone bak denne reolen. Vifta nede til høyre vil jobbe i mot hovedstrømmen fra anlegget, og det blir en urolig sone med udefinert strømningsretning.

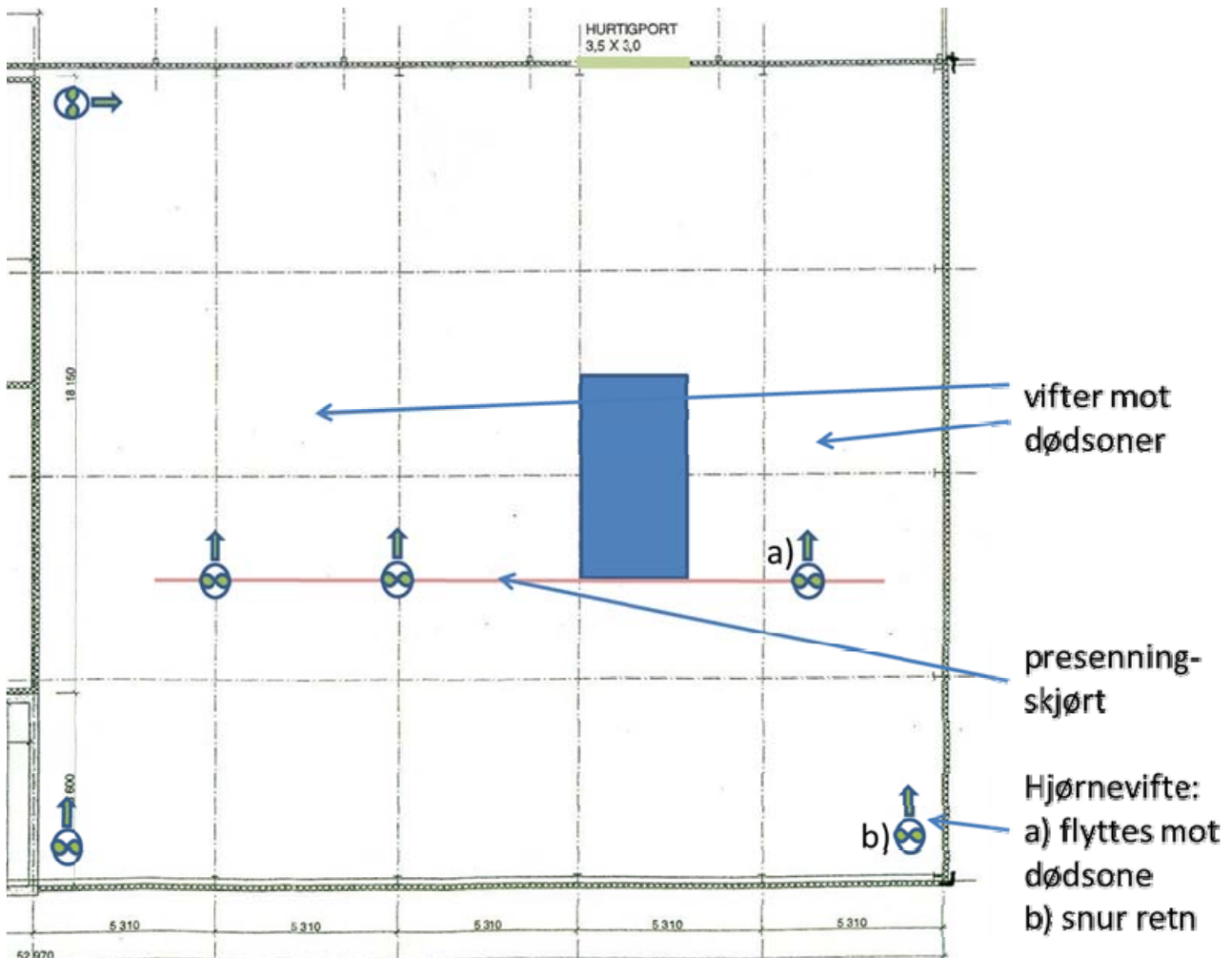


Figur 13 Skissering av strømningsbildet den 2012-11-27

4.7.2 Kortslutning av luftstrøm

I tillegg til hastighetsmålingene vist i Figur 12, er det også målt hastigheter i et vertikalt snitt under klimaanlegget til gulv. Luftstrømmen gikk her tilbake i retning mot porten, og hastigheten var ca. 0,3 m/s i hele høyden, unntatt nederste der hastigheten var 0,1 m/s. Dette er forårsaket av luftstrømmen ut fra aggregatet som treffer vegg, der en del av luften rettes nedover og får så ny retning tilbake igjen. Dette vil gi fare for

kortslutning av anlegget, dvs at luften fra anlegget går korteste veien tilbake igjen uten å ta en runde rundt i rommet først. Dette gjør anlegget mindre effektivt og en oppnår ikke like forhold i lageret.



Figur 14 Endringer som kan bedre luftfordelingen - plan

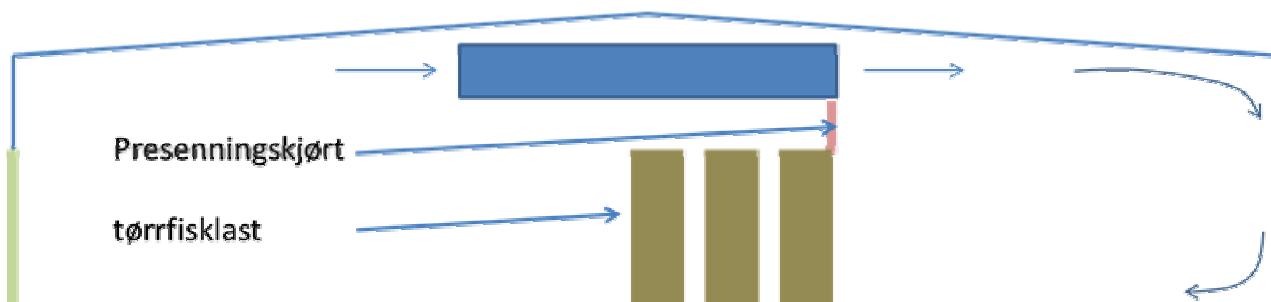
4.7.3 Forbedringer av luftfordeling

Med utgangspunkt i de observerte dødsoner og sansynlighet for kortslutning ville det vært fornuftig med bedre kontroll på luftfordelingen. Dette kan gjøres med et grovt kanalnett som gir en god luftfordeling ut i rommet. Dette krever imidlertid investeringer.

En enklere løsning som raskt kan etableres er:

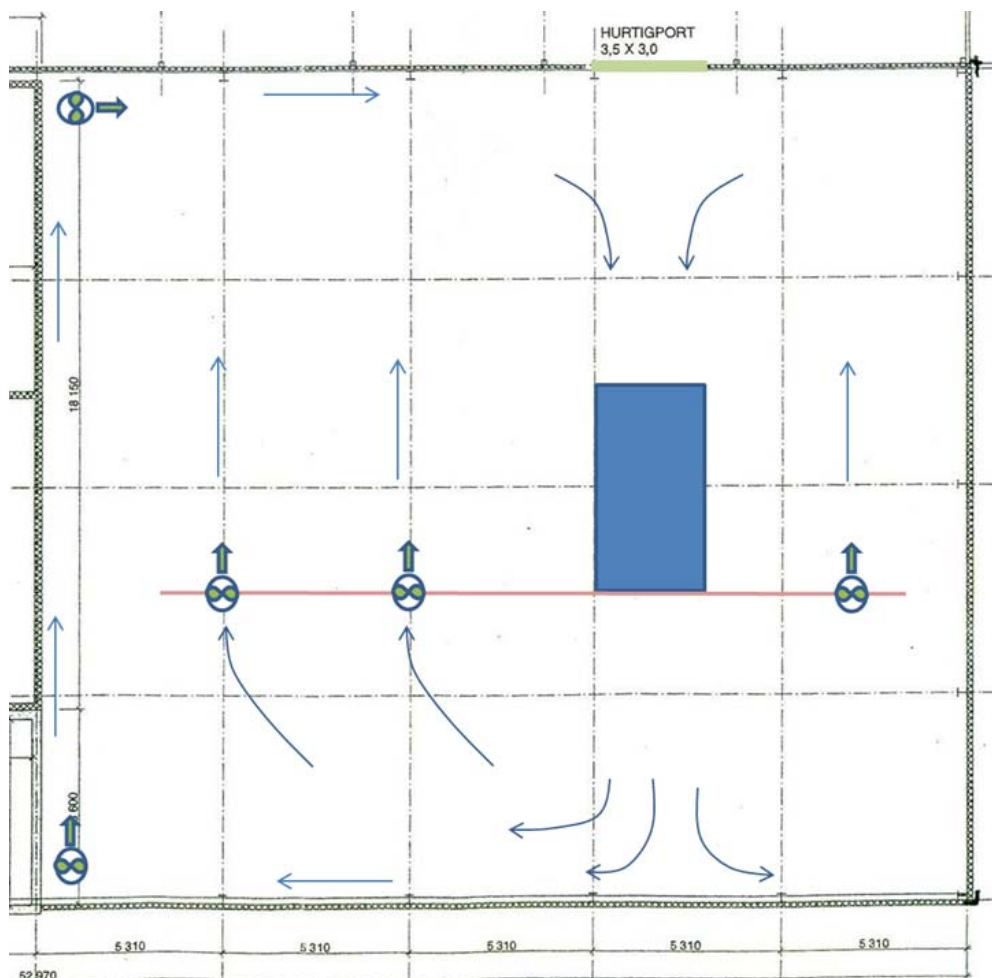
- Montere 2 sirkulasjonsvifter (den ene flyttes fra hjørneposisjonen) for å hente luft fra hovedstrømmen som mates inn i den store dødsonen til venstre for anlegget.
- Endre på vifta nede til høyre, 2 varianter her, se Figur 14:
 - a) Flytt den på line med de 2 andre viftene og la den mate inn i den lille dødsonen til høyre for anlegget.
 - b) Snu retningen på vifta. Dette vil gi en egen sirkulasjonssone på høyresiden av anlegget og det blir mere naturlig strømningsretning.

- Monter et slags presenningskjørt som hindrer luften å ta enkleste vei tilbake. La det henge ned fra taket ned til ca 3m over gulvet.
- Bruk tørrfisklasten bevisst til å sperre for den åpenbare kortslutningsveien under anlegget, se Figur 15.



Figur 15 Endringer som kan bedre luftfordeling – snitt

Figur 16 skisserer et forbedret overordnet strømningsbilde. Hovedsaken her er å gjøre noe aktivt med dødsonene og minske kortslutningen. Oppnår en dette vil luften fordeles bedre i lageret. Et faremoment med slike endringer er at det kan oppstå nye dødsoner på andre steder i lokalet. Det anbefales derfor å sjekke strømningsforholdene med røyk el. for å avdekke områder med lite luftskifte.



Figur 16 Forbedret strømningsbilde i lager

5 Anbefalinger

Det synes å være klare tiltak som vil redusere energiforbruket i lageret, sikre kvaliteten på produktet, samt sikre god luftfordeling. Dette er summert under;

Energibruk

- Sikre at lageret er tett slik at en ikke belastes med unødig luft fra omgivelsene
- Gjenvinning av kondensatorvarme er essensielt for energibruken til et slikt anlegg. Få leverandørene til å utforme anlegget slik at en unngår kjente problemer som feks. parallelle kondensatorer.
- Installer en visuell indikasjon (rød lampe) som viser når elvarmebatteri er i drift.
- Installer energimålere på anlegget. 1 for kompressorene og 1 for viftene samt varmebatteri.
- Bruk systemer for overvåking og logging og skaff oversikt over hva alt betyr. Følg med evt. avvik fra det normale.

Se også kapittel 3 for mer detaljer.

Kvalitet på fisk

- La reolene stables slik at en mann kan komme i mellom og inspisere tørrfisken
- Ikke la det samles skrot og skitt i lageret, spyl rent gulvet før sesongen starter
- Ikke bruk lageret som oppbevaring for andre ting i lagersesongen

- Plasser de 2 Temp/RH sensorene til anlegget der det vurderes som mest sensitivt. Det kan typisk være i en dødzone. Følg med på måledataene fra sensorene for å avdekke avikende forhold.
- Riktig og pålitelig fuktighetsnivå er essensielt i et slikt lager. Alle fuktfølerne bør kalibreres og kontrolleres etter installasjon.

Luftfordeling

- Vær spesielt nøye med god luftfordeling når en tar inn større mengder last. Last bør tas inn over en periode?
- Få selv oversikt over luftfordeling med bruk av feks. røyk.
- Avdekkes det dødsoner kan en bruke mobile vifter som tiltak
- Unngå å stable slik at lasten sperrer for luftstrømmen fra viftene og dermed unngå dødsoner.
- Unngå at luften fra anlegget kortsluttes tilbake til anlegget

Se også delkapittel 4.7 for mer detaljer.

6 Konklusjon

Resultatene viste at det klimastyrte lageret holdt ønsket temperatur og fuktighet i denne måleperioden, men lasten var begrenset. Temperaturene i lageret er relativt homogene og endringer ser ut å skje uten større etterslep. Data for relativ fuktighet viser homogene verdier.

Ved å ta inn tørrfisk trinnvis, ha god kontroll på fuktigheten og sikre god luftfordeling kan en få de samme gode lagringsforholdene for en normal lagringssesong med fullt lager.

7 Videre arbeid

Målingene har gitt dokumentasjon på forholdene i lageret. Det er likevel endel som gjenstår før vi har det hele bildet. Vi ser her behov for:

- Målinger for en hel lagringssesong
- Målinger i et fullt lager
- Målinger av anleggets effektivitet og energibruk når utbedringer er gjennomført og anlegget fungerer som tiltenkt. Se detaljer i kapittel 3.

Vi ser det også interessant å ta inn fisk tidligere i sesongen og ettertørke fisken på lageret. En kan da få god kontroll på tørkeforholdene på slutten av tørkesesongen. Dette kan utprøves i det klimatiserte lageret.

Vi foreslår også å måle likevektsfuktigheten for tørrfisk i en lagringssituasjon. Det vil si å måle likevektsfuktigheten på en hel pall med tørrfisk. Dette kan gjøres i et klimastyrt rom i lab, eller en kan bruke et klimastyrt lager.

8 Referanser

1. Sandbakk, Marit og Berner, Monica (2005), *SFH80 F055014 Optimal lagring av tørrfisk*, Rapport SINTEF Fiskeri og Havbruk AS
2. Berner, Monica, Frydenlund, Frode (2006) *AN 06.16.03 Tørrfisklager - løsninger og utfordringer*, Notat SINTEF Energiforskning AS



Teknologi for et bedre samfunn

www.sintef.no