

Tørrfiskforum Røst 24 mai 2013

# Optimal lagring av tørrfisk

Erlend Indergård, SINTEF Energi AS



# Målsetning

Målet med prosjektet er å utvikle nye lagringsmetoder slik at tørrfiskbransjen kan gå over til lagring i mer kontrollerte former for å sikre kvaliteten og redusere vekttapet under lagring.

- Prosjektet tar utgangspunkt i et nybygd tørrfisklager med klimastyring
- Lagringsbetingelser, utbytte og kvalitet dokumenteres med bakgrunn i fullskala drift.
- Delmål: Definere sorpsjonsisotermer som et verktøy for bedriftene for å regulere til ønsket/optimalt vanninnhold i et klimakontrollert lager.

# Aktivitetene for tørrfisklageret

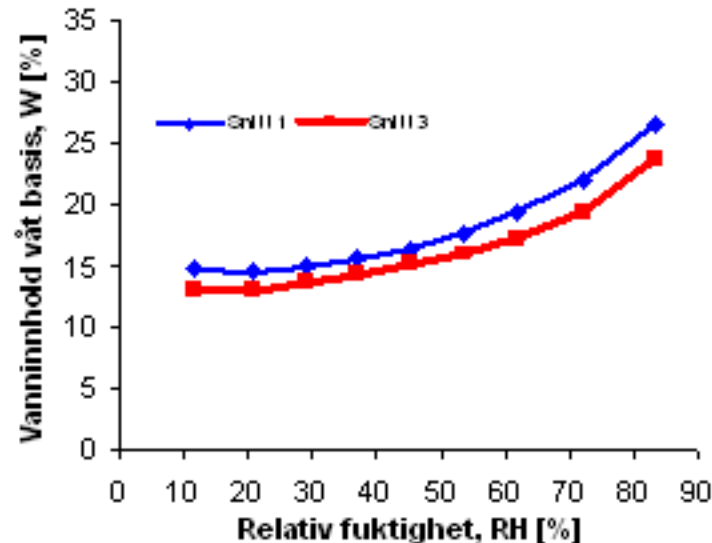
## Til nå:

- Lagerbygg på Værøy oppført våren 2008
- Dimensjonering og utforming av kuldeanlegg i samarbeid med leverandør
- Klima- og kuldeanlegg installert mai/juni 2012
- Lageret ble instrumentert og anlegg testkjørt i juli 2012
- Tørrfisk tatt inn juni/juli 2012 – ca. 75 tonn (maks kapasitet 315 tonn)
- Anlegg operativt og igangsatt i starten av september 2012
- Oppfølging av målinger i lager og anlegg november 2012
- Rapport og fakta-ark mars 2013

# Den viktige likevektsfuktigheten - sorpsjonsisoterm

Variereer noe mellom fiskesort, størrelse og høstetidspunkt.

God/dårlig tørking på hjell kan også påvirke denne.



**Utfordring å bestemme sorpsjonsisotermen nøyaktig:**

Tørrfisk er svært hard, og har både skinn og skinnfri overflate.

Liten evne til å transportere fuktighet intern i fisken.

Dette gir utfordringer i nøyaktige bestemmelse av likevektsfuktigheten.

# Den viktige likevektsfuktigheten – Kvalitet.

”være så tørr at den tåler lagring i hus”

Fisk som tørkes ute får påslag av sopp og andre mikroorganismer avhengig av lokale forhold (jord, vekster, sjøvann ol.).

Under gitte forhold vokser disse opp og former synlige kolonier.

Sopparter vokser ved lav vannaktivitet, ned mot 0,75 – 0,8. Optimal temperatur er 18–28°C, men kan vokse ned mot -6 °C.

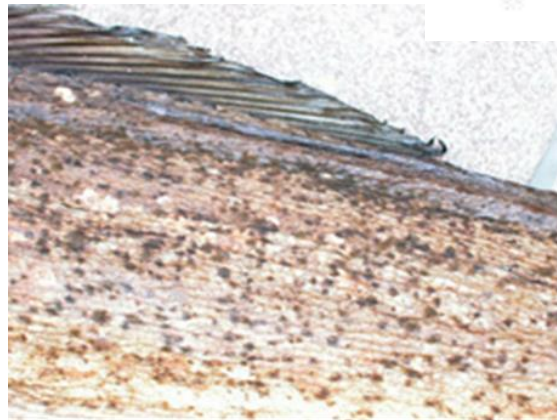
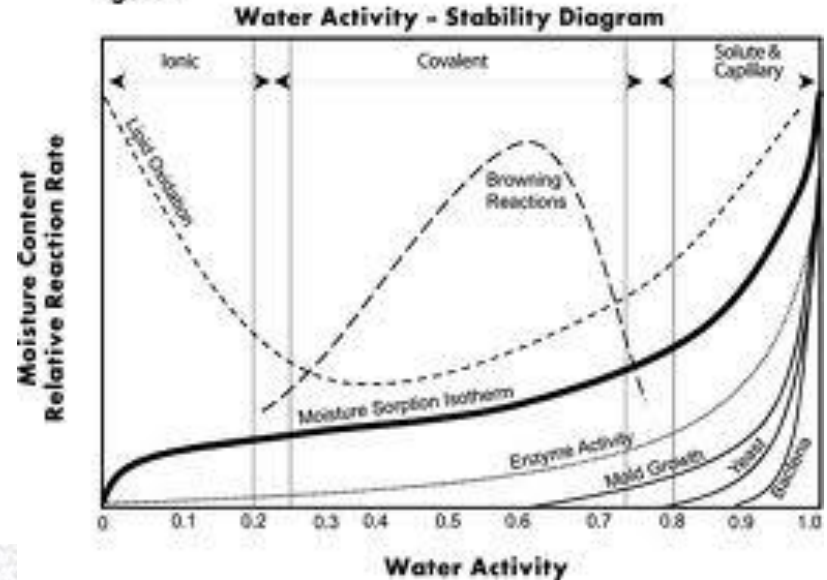


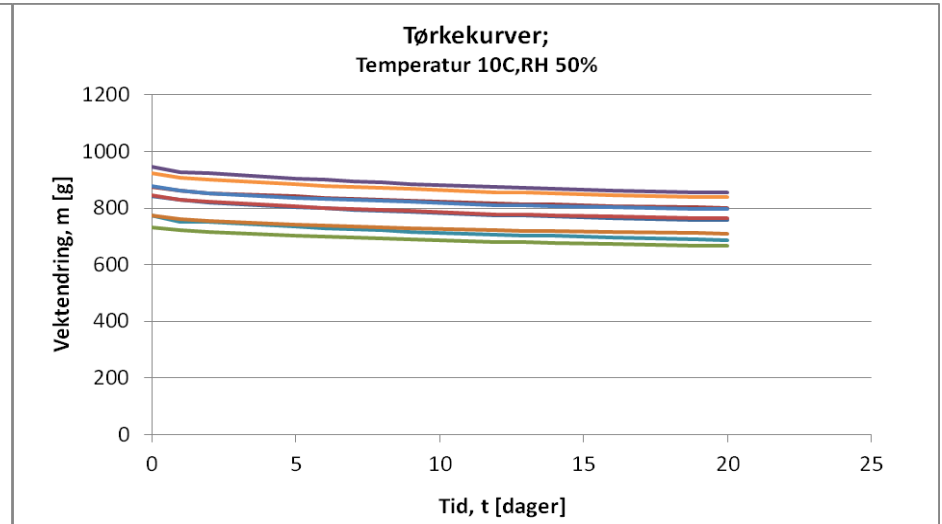
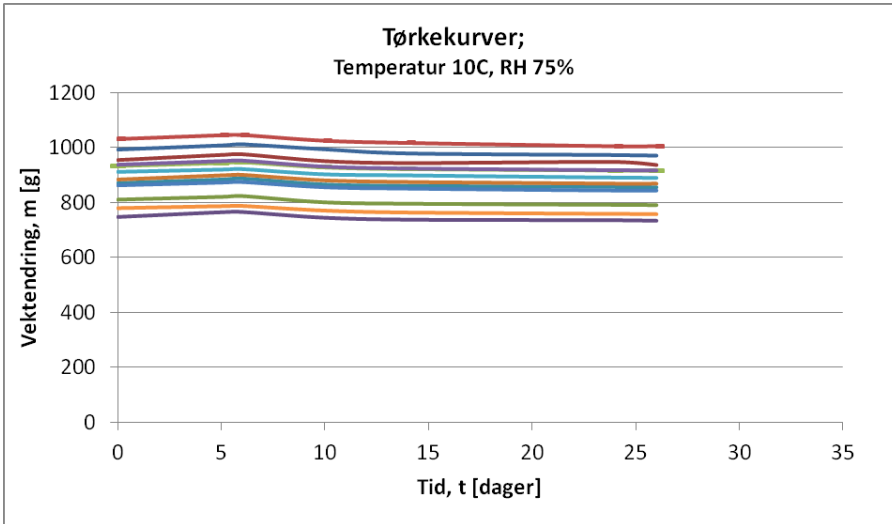
Figure 1



**Optimal  
lagringstemperatur  
for tørrfisk:  
1-3 °C**

# Den viktige likevektsfuktigheten – Vekttap.

”være så tørr at den tåler lagring i hus”



**Lagringsstabil tørrfisk: ca. 80 % RH (75–85 %)**

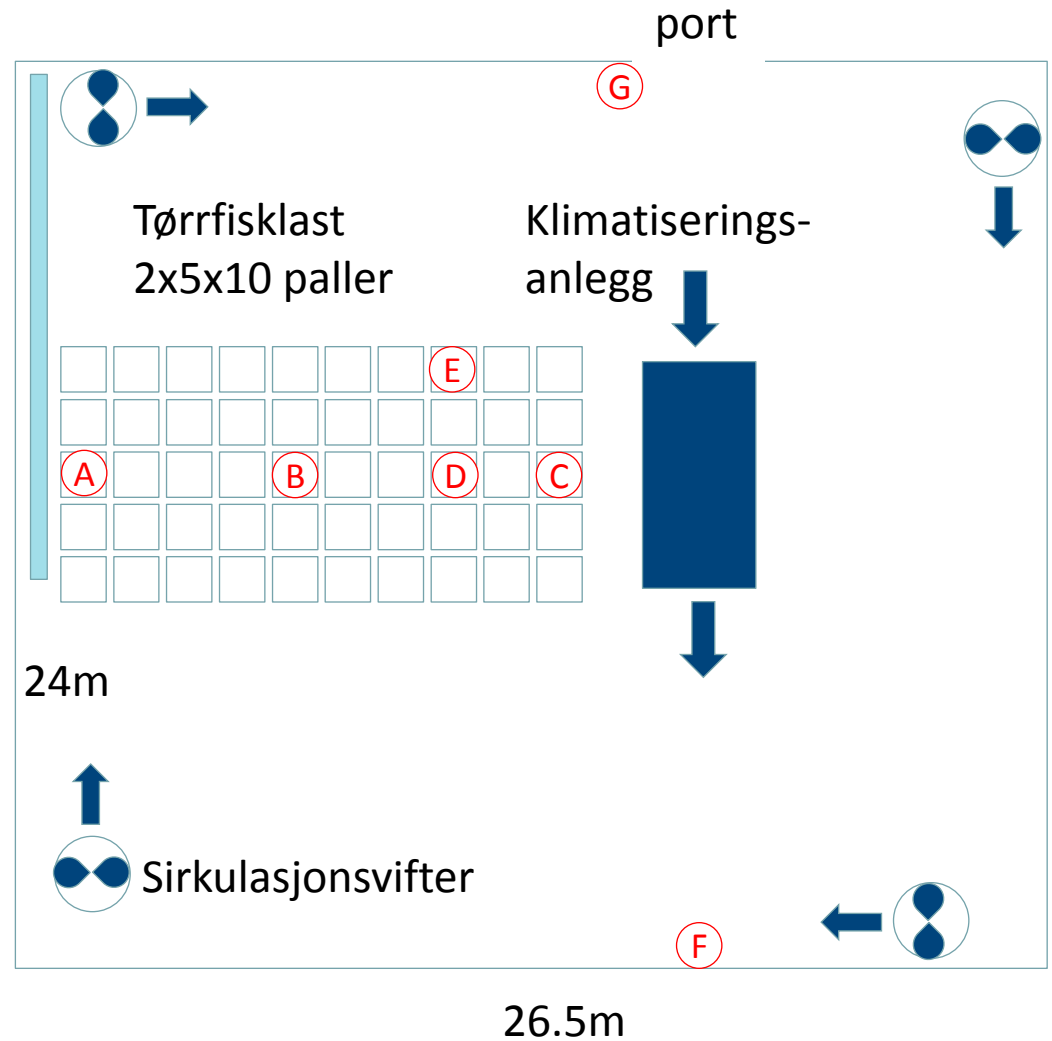
**75 % Luftfuktighet – 2% vekttap**

**50 % Luftfuktighet – 12% vekttap**

**> 80-85 % - Mikrobiell vekst**

# Beskrivelse av lageret

- Dimensjoner 24 x 26.5 x 5 m
- Kapasitet: 315 tonn tørrfisk
- Aktuell last: 73-75 tonn
- Lasten fordelt mellom pallereol og vanlige paller.
  - Pallereol med kapasitet 0,5 tonn. Kan stables 2 i høyden
  - God luftgjennomstrømning





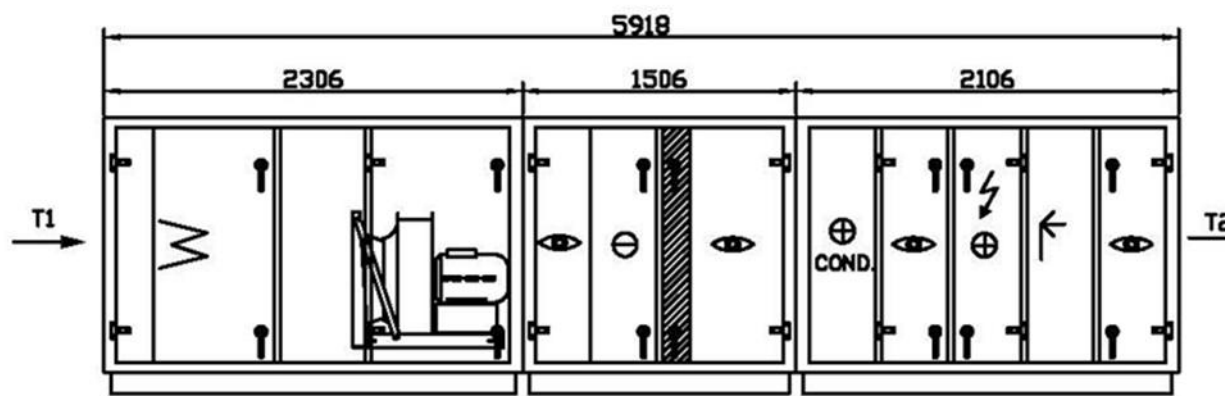


Klimaanlegg er plassert  
mellom takdragere ↓

↖ Sirkulasjonsvifte i 4 hjørner ↗



# Beskrivelse av klima-aggregatet

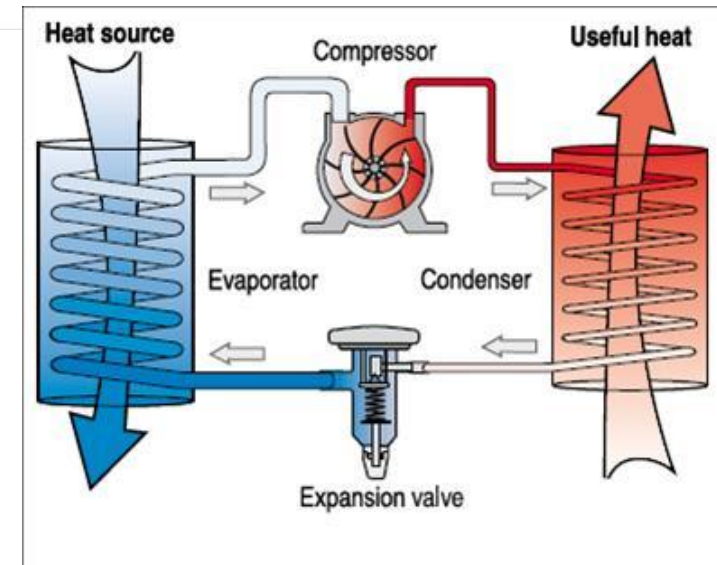


Anleggsdelene utenfor lageret:

- Kompressor 4 stk: 4 x 3,2 kW plassert i maskinrom (kuldemedium: R404A)
- Hjelpekondensator - vifte: 1,8 kW, plassert utenfor maskinrom

Anleggsdelen i lageret

- Filter
- Vifte, 2 stk: - 2x5,5 kW, tilsammen 30.000 m<sup>3</sup>/h luft
- Kjølebatteri (fordamper): 45,1 kW
- Varmebatteri (kondensator)
- El-varmebatteri (back-up): 30 kW i 15 trinn
- Befukter
- Komponentene er montert sammen mellom 2 dragere oppunder taket



# Målepunkter

## SINTEF:

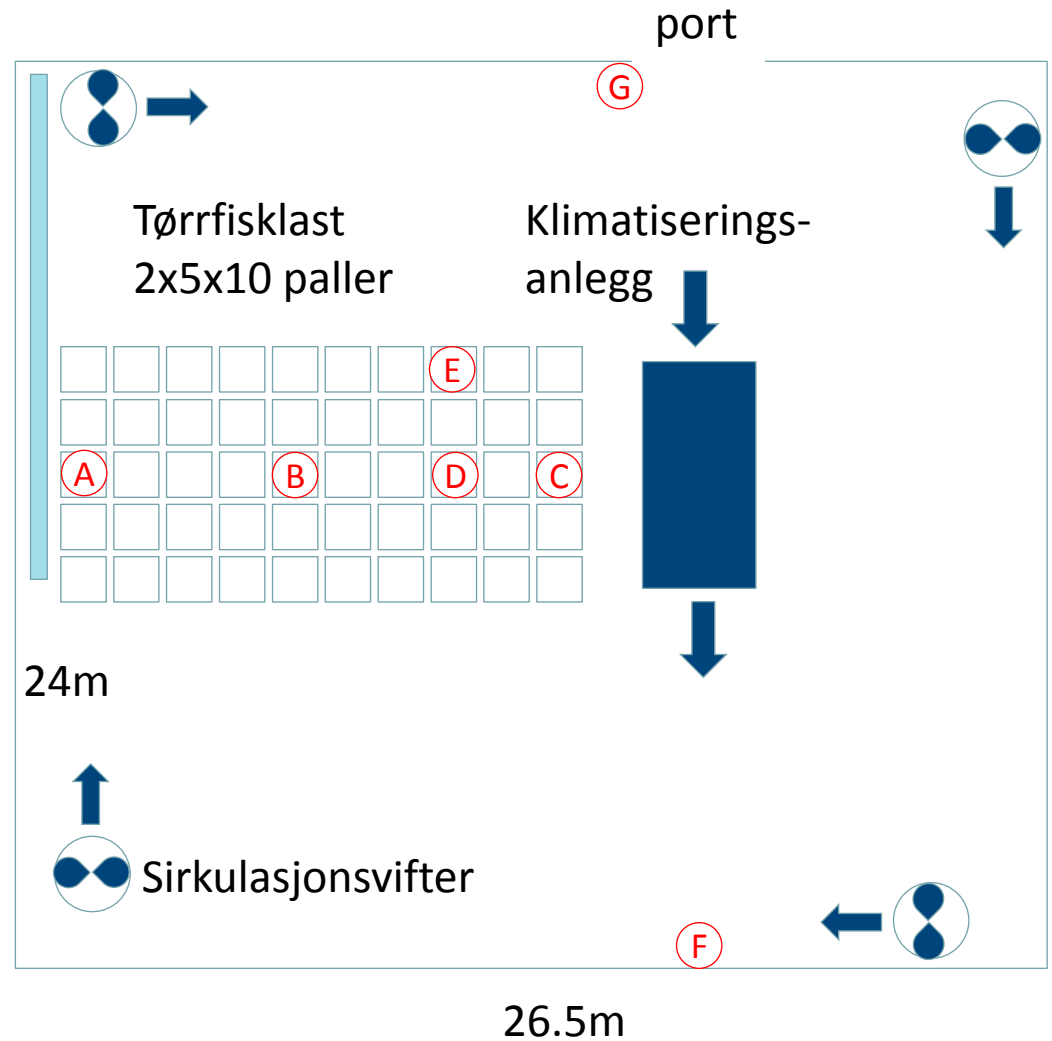
- 11 Temp/RH loggere plassert rundt i lasten/lagret
- 1 Temp/RH logger plassert ute

## Anlegget:

- 4 Temp/RH målepunkt inni anlegget
- 2 Temp/RH målepunkt i lagret

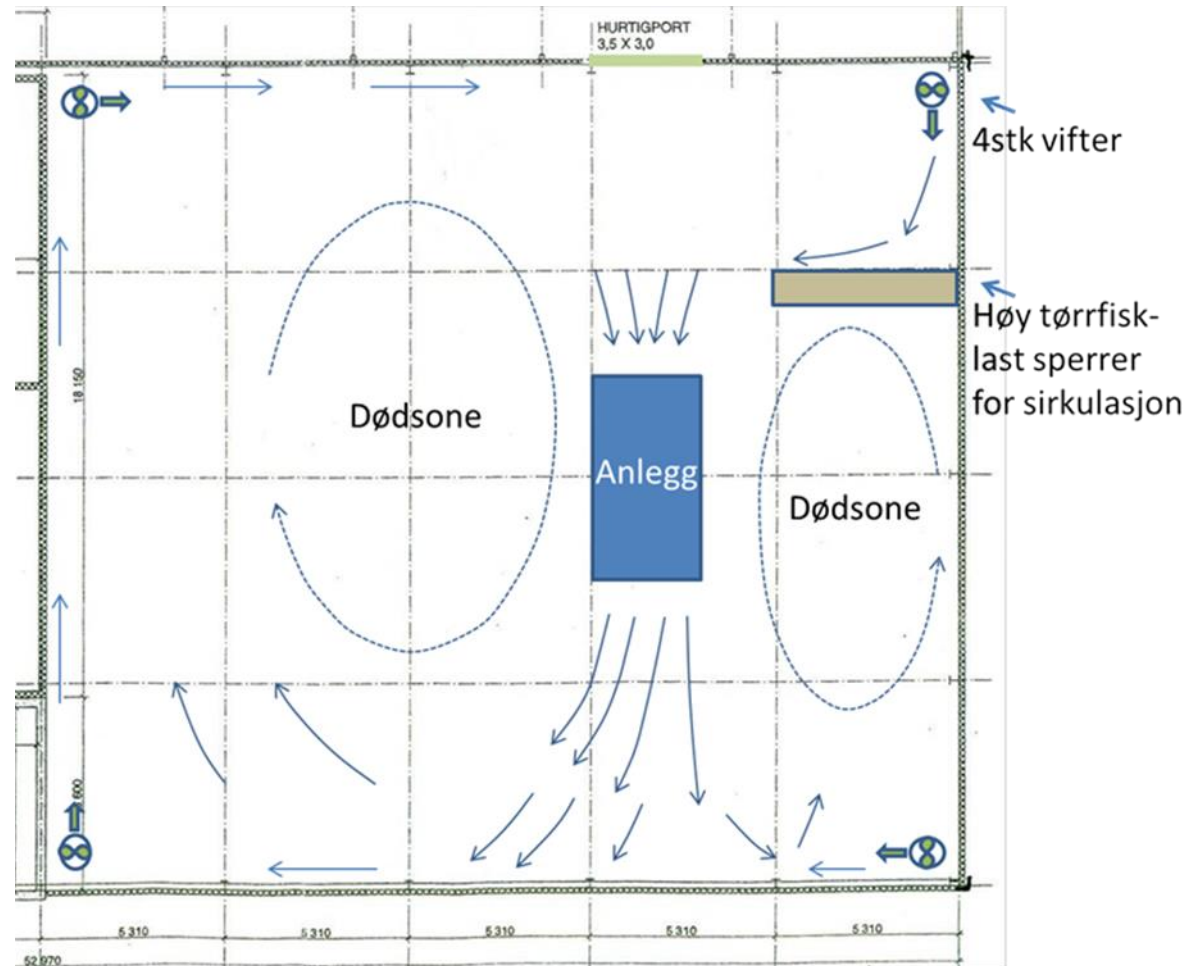
## Bedriften:

- Manuelle vektmålinger



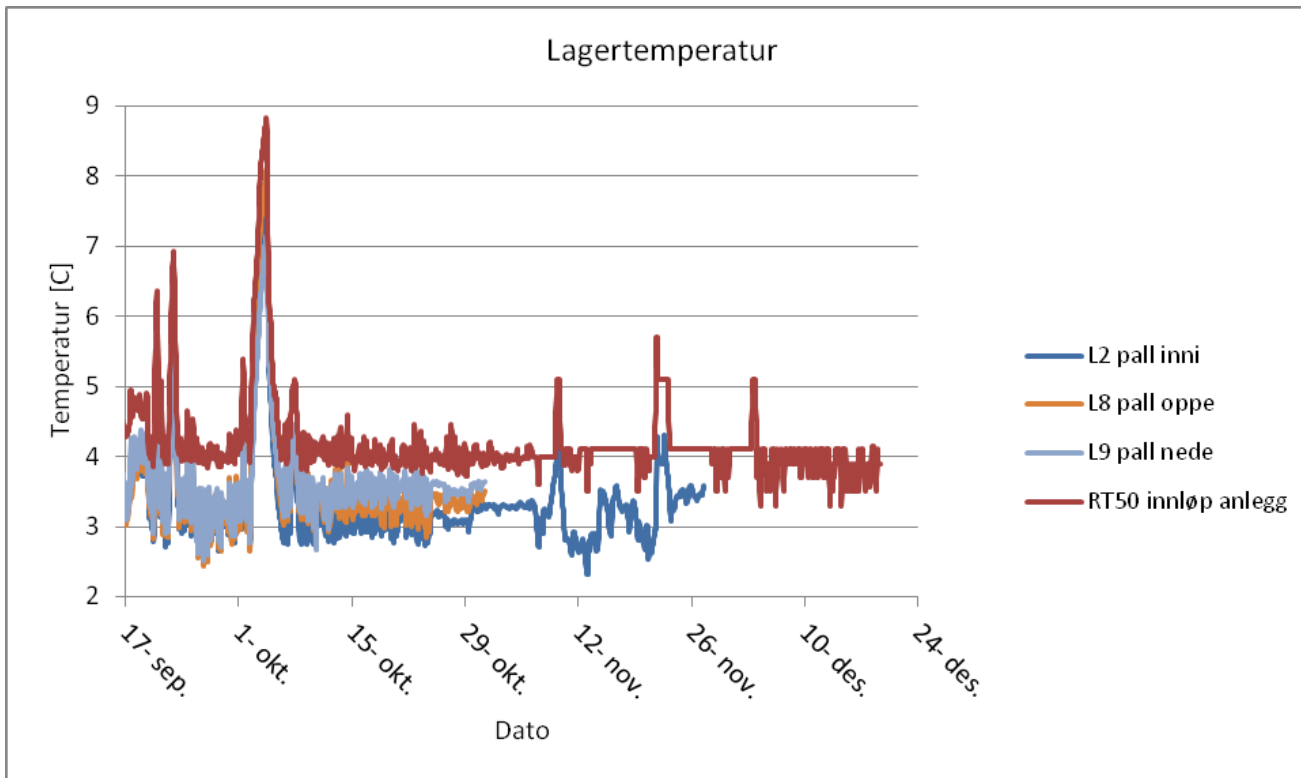
# Resultater: Luftfordeling

- Lufthastighet 3,5 m/s ut av anlegget
- Ingen fordeling av luften
- 4 vifter plassert i lagret for å unngå stille soner langs veggene
- Luften sirkulerer men fordelingen blir litt tilfeldig
  - Stabling av last
  - Viftebruk
  - Dødsoner
  - Kortslutning
- Et fordelingsystem vil gi et mer robust system



# Resultater: Temperatur

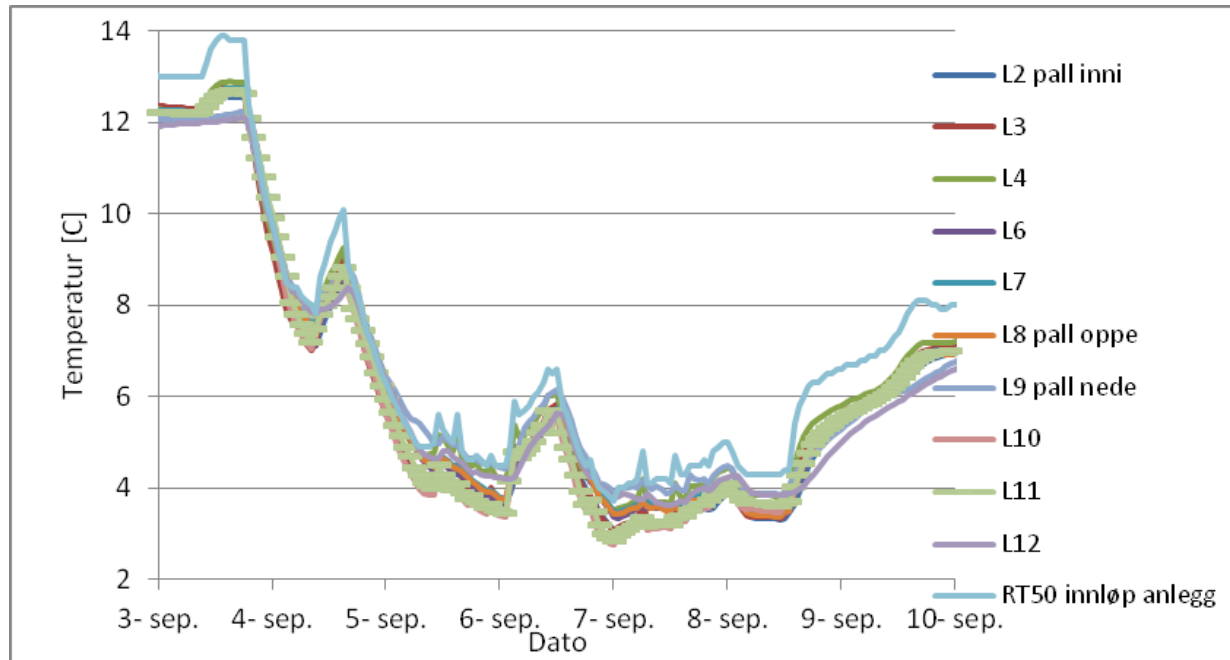
- Lagertemperaturene i området 3-4°C ved regulær drift
- Plassering på pallen utgjør liten forskjell, måler stort sett samme temperatur





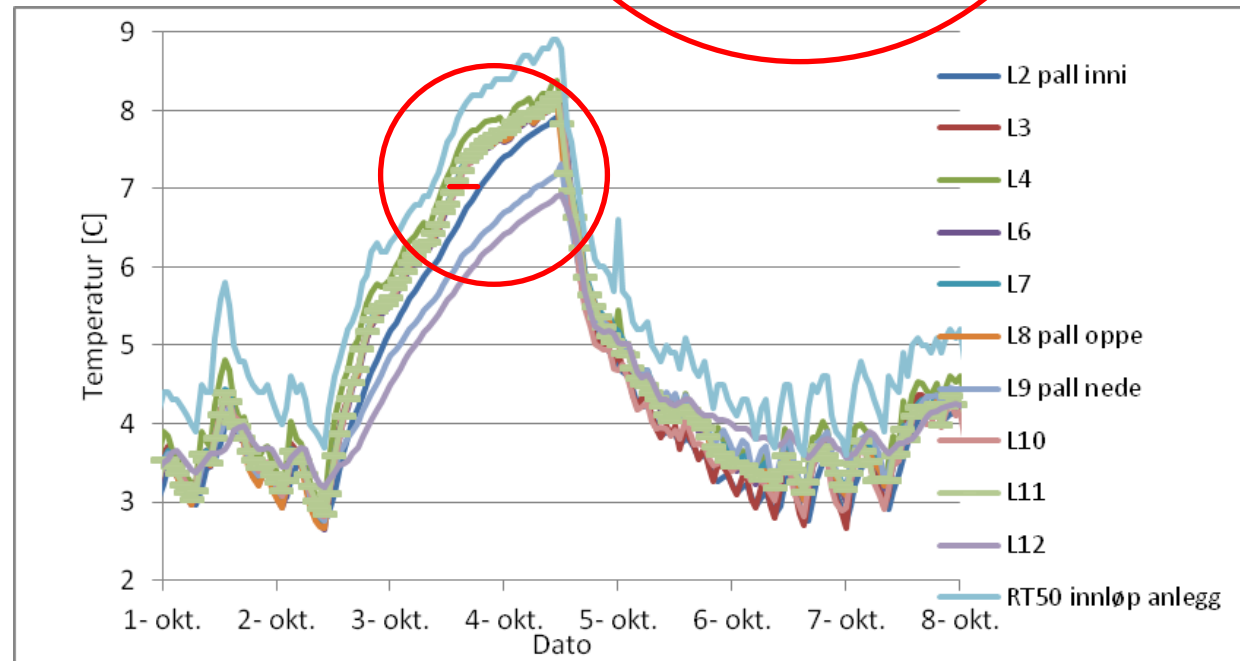
# Resultater: Respons

- Oppnådde riktig temperatur 3 døgn etter igangkjøring av anlegg.
- Lasten bare 25 % av maks kapasitet.
- Lasten var plassert i lageret ca 2 mnd før og var akklimatisert.



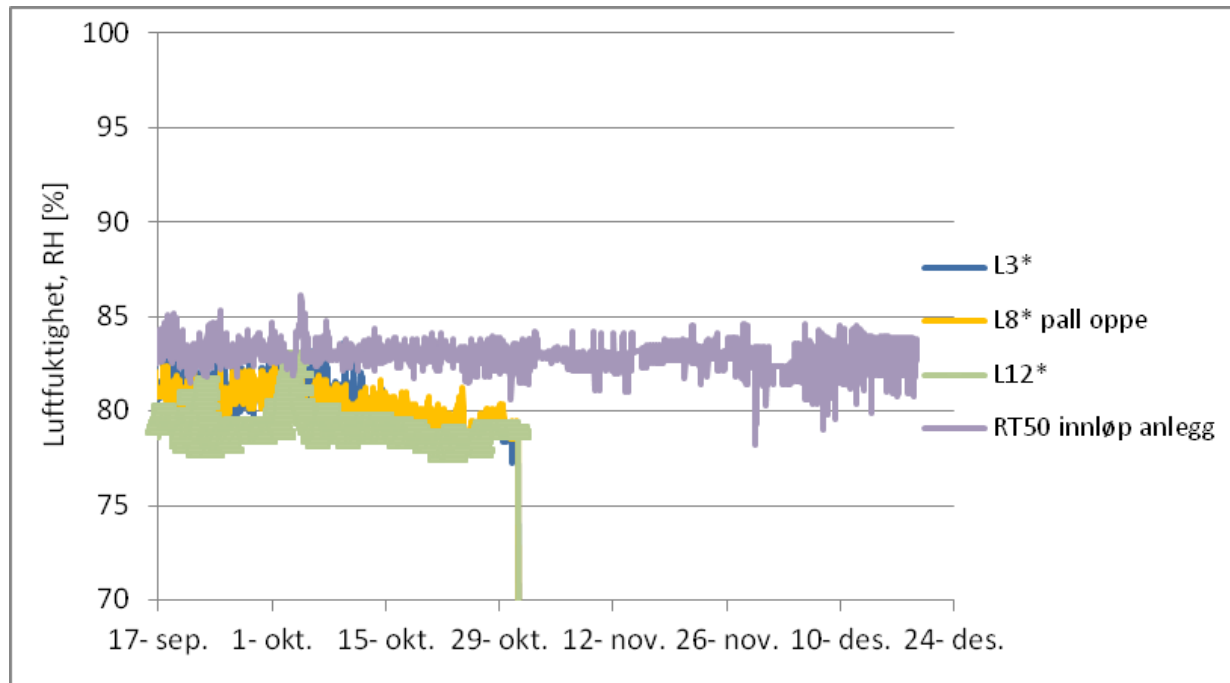
# Resultater: Respons

- Anlegget hadde et avbrekk den 3-4 oktober og det gir en mulighet til å se responsen til tørrfisklasten
- En ser at de fleste temperaturene følger hverandre tett
- L9 og L12 er nær gulvet og blir trolig påvirket av kaldere luft der
- L2 er plassert inni selve lasten på pallen og henger da 5-6 timer (rød pil) etter resten



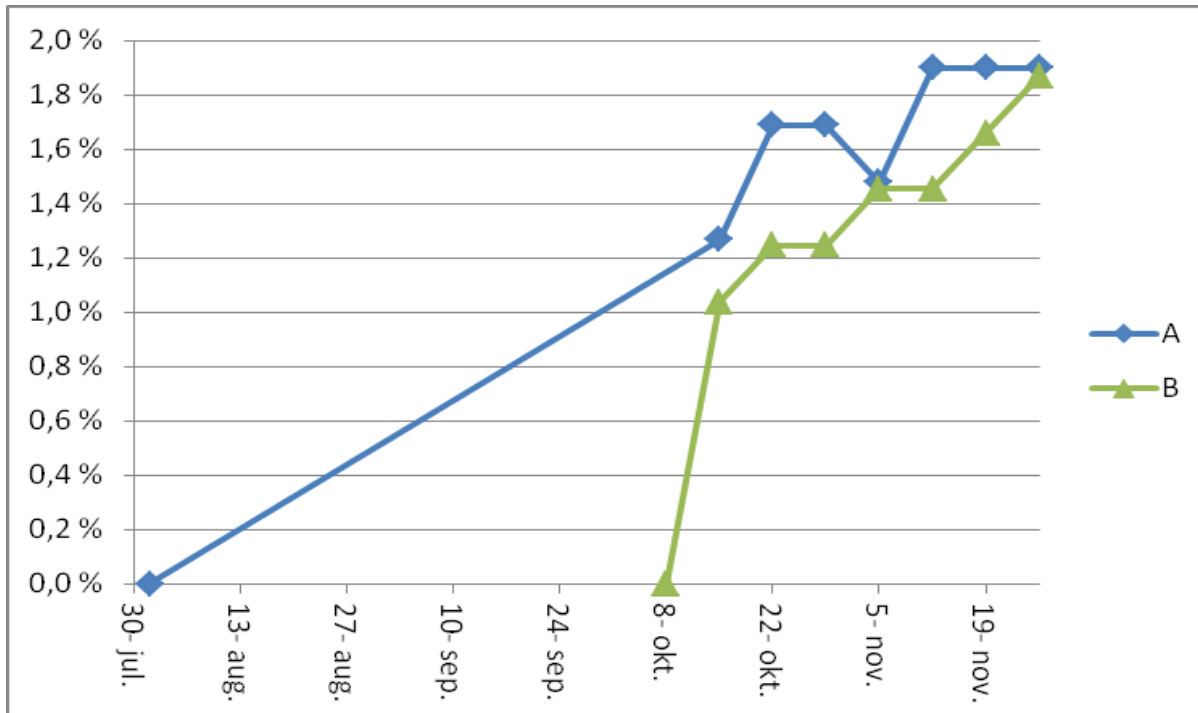
# Resultater: Fuktighet

- Fuktigheten i lagret er målt med ulike instrument
- Litt sprikende måleresultater gir usikkerheter
- Fuktighetsnivå i området 75-85 RH%



# Resultater: Vektutvikling

- Planlagt ukentlige vektmålinger på utvalgte paller med tørrfisk utgikk.
- Forsøk med å plassere 2 tørrfiskpaller fra tradisjonelt lager til klimatisert lager
- Resultatene viser en vektøkning på 2%
- Dette i kontrast til 5% reduksjon som er et erfaringstall for et tradisjonelt lager
- Bare 1 måneds lagring gir betydelig vektøkning





# Resultater: Energibruk

- Anlegget har ikke hatt optimal drift i prosjektperioden
- Energibruken er ikke dokumentert
- Når anlegget er forbedret og en får god drift bør energibruken utførlig dokumenteres

# Forbedringer anlegg

- Porten til lagret er ikke tett nok og gir stor luftlekkasje som belaster anlegget
  - Ekstra energibruk 3600 kWh/mnd for dette anlegget
- Gjenvinning av kondensatorvarme er essensielt
  - Det er et kjent problem at anlegg med flere kondensatorbatterier kan ha sine utfordringer
  - Typisk vil fyllingen "forsvinne" og nødløsningen blir å konstant bruke el-batteriet i anlegget og dumpe kondensatorvarmen utendørs
  - Dette gir stort energiforbruk!!
  - Ekstra energibruk 21.600 kWh/mnd for dette anlegget
- Leverandørene må levere robuste løsninger for slik gjenvinning
  - Visuell indikasjon (rød lampe) ved bruk av el-varmebatteri
  - Energimålere på anlegget

# Videre arbeid

- Energimålinger i klimastyrt anlegg.
- Utnyttelse av overskuddsvarme til produksjon av andre tørkede produkter (råskjær, filet).
- Optimalisering av lagerstyring, spesielt mot å finne korrekt likevektsfuktighet.
- Etablere grunnleggende kunnskap om sammenhengen mellom tørkekinetikk og modningsprosessen på tørrfisk.

# KPN DryMeat: Bærekraftig produksjon av tradisjonell og ny spekemat

## Hovedmål:

Etablere grunnleggende kunnskap om sammenhengene mellom tørkekinetikk og modningsprosessene for spekemat for å kunne definere en kostnads- og energieffektiv tørkeprosess med ønsket produktkvalitet

## Delmål:

- Finne grunnleggende termodynamiske data, vannaktivitet og masseovergangshastigheter for svin og lam.
- ➔ Skaffe data for kjemiske og enzymatiske reaksjoner i under de ulike fasene av saltings- og tørkingsprosessen.
- ➔ Identifisere potensielle markør-forbindelser som kan bli brukt for å følge utviklingen av tørkeprosessen.
- Utvikle matematiske modeller som integrerer transportkinetikk og kjemiske/enzymatiske reaksjoner, og bruke disse til simulering av hvordan varierende tørkehastigheter vil påvirke kjemiske og enzymatiske reaksjoner, men eksperimentell verifikasjon.
- Utvikle ny tørkekonsept for svine- og lammekjøtt som muliggjør kontrollert produktkvalitet og modning gjennom økt prosessforståelse og kontroll.
- Beskrive en kostnads- og energieffektiv prosess for tørking av spekemat basert på eksisterende industriell prosess.
- Utdanne en PhD og 4 masterstudenter innen spesielle områder i prosjektet



# KPN DryMeat:

## WP1 Drying mechanisms within meat products

- Water/vapour and salt transport during drying
- Drying conditions and formulation of dry surface
- Modelling of thermodynamic and biochemical reactions

## WP2 Ripening processes within meat products

- Biochemical reactions at constant salt and water conditions
- Biochemical reactions during drying of meat cubes
- Biochemical reactions during drying of whole products

## WP3 Process and energy optimisation

- Modelling of drying and ripening processes
- New concepts for dry-cured and snack products
- Energy and cost analysis of new concepts

## Success Criteria:

### DryMeat

#### Quality

Improved and consistent product quality for increased competitiveness

#### Energy efficiency

More energy efficient production, reduced energy costs, reduced environmental impact

#### New methods

Implemented in product development, process control

#### New products

Profitability, increased production, new markets and competitiveness

## Nøkkeldata:

**Industrielle partnere:** Nortura, Alfsen og Gunderson AS, BWL

**Forskningspartnere:** SINTEF Energi, SINTEF Materialer og kjemi, NTNU, Nofima, Animalia, CSIC (Spania).

4 års KMB prosjekt (Kunnskapsbyggende prosjekt)

10 mill NOK totalt

8 mill NOK fra NFR

2 mill NOK fra industripartnere