

## **Strategisk Workshop**

### **Faggruppe klippfisk/saltfisk**

Rica Parken Hotell Ålesund 11. mai 2010

**ØKT PRODUKSJON OG REDUSERT  
ENERGIKOSTNAD VED**

**SLUTTØR KING PÅ EGNET LAGER**

**Ola M. Magnussen**

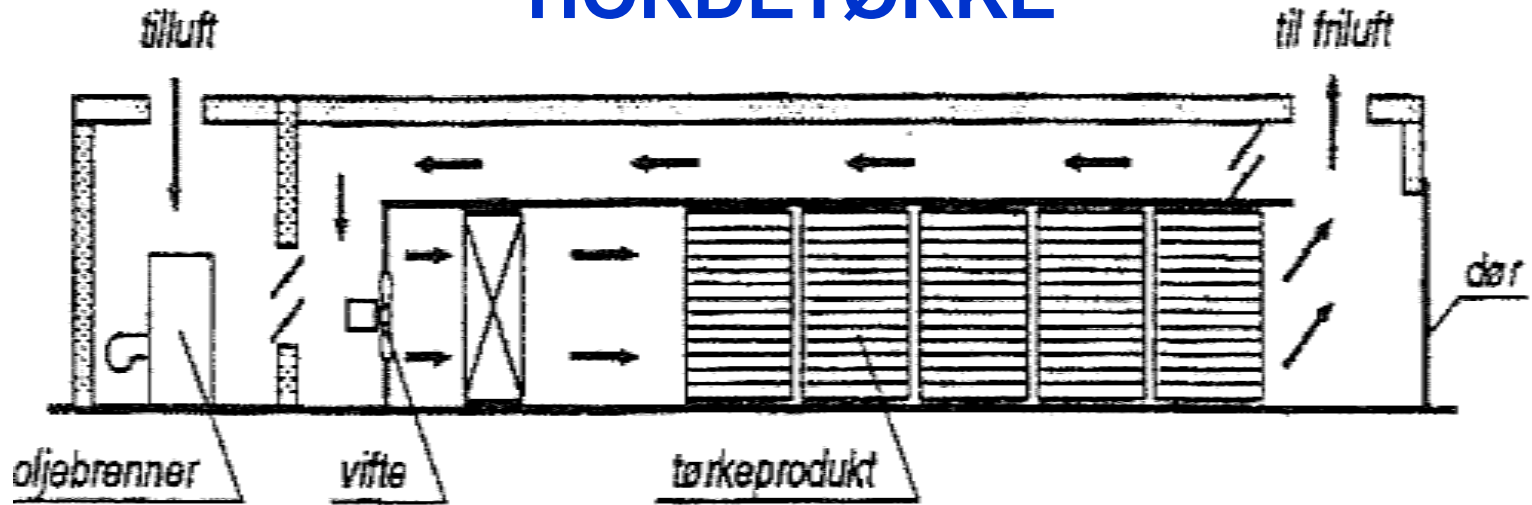
**SINTEF Energi AS**

# Tilbakeblikk

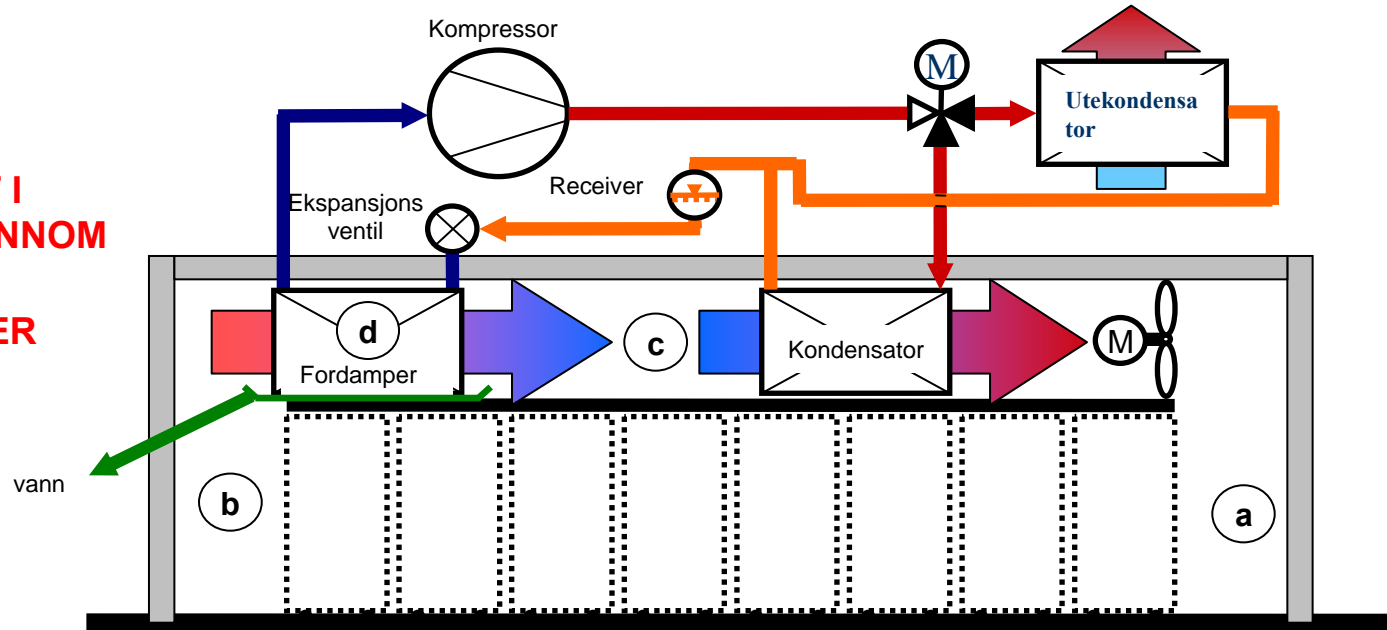
## En industriell revolusjon

- fra arbeidskrevende, væravhengig tungt arbeide til helårs effektiv produksjon med jevn kvalitet
- Fram til 1950-tallet ble fisken tørket utendørs,
- I perioden fram til 1953/54 gav en rask teknologisk utvikling overgang til innendørs tørking i tunneler samtidig som Ålesund overtok hegemoniet
- På slutten av 1970 tallet ble teknologien for lukket tøke og bruk av varmepumpe for avfukting utviklet, og teknologien overtok på grunn av øket effektivitet, produktivitet og lavt energiforbruk

# HORDETØRKE



# TØRKE MED VARMEPUMPE



**ENERGI INNHOLDET I TØRKELUFTEN GJENNOM TUNNELEN ER KONSTANT – ENDRER BARE ENERGIFORM**

# Tidligere FoU prosjekt

I perioden 2005-2009 er det ved SINTEF Energi AS utført flere FoU prosjekt innen:

- Målinger av tørkeeffektivitet, kapasiteter, og energiforbruk ved 6 forskjellige industritørker
- Tørkehastighet avhengig av temperatur, luftfuktighet lufthastighet under tørking fra saltfisk til ferdigvare
- Lagring av klippfisk
  - Effekt av luftfuktighet, emballasje og stuing
- Sluttørking av klippfisk
  - tørkehastighet og kapasitetsøkning ved redusert tid i tørka – teknologi for ettertørking
- Tining av råstoff- forprosjekt

# Tørkehastighet for klippfisk

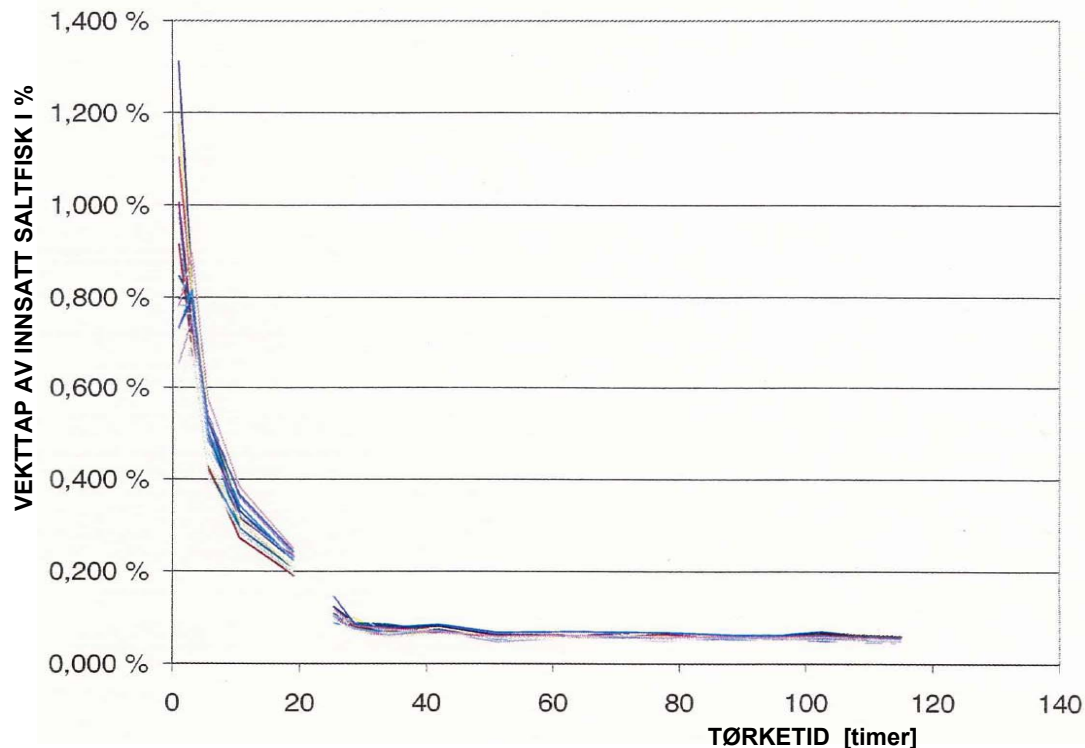
- **Vanntransporten fra fiskens indre er lavere enn fordampingen og det bygges et karakteristisk tørrsjikt på fiskens overflate**
- **Tørrsjiktet reduserer tørkehastigheten drastisk – etter ca. 1 døgn er den redusert med ca. 70 % - og følger ikke vanlig tørketeori**

## **I siste del av tørkeprosessen:**

- **Lufttemperaturen har liten innvirkning under siste del av prosessen, men bør ligge mellom 15 og 25°C.**
- **Lufthastigheten er mindre viktig, men for å fjerne vanndampen er det viktig med jevn utskifting av tørkeluften.**
- **Relativ fuktighet har noe betydning, og bør være 50 - 60 %. Likevektsfuktigheten på klippfisk ligger i området ca. 76 %, - over denne vil man ikke få vannfjerning fra fisken**

# Avfuktingshastighet ved tørking

## Tørkeforsøk med simulert ettertørking



**Hovedtørking i 1 dg ved 22 °C og 40 % RH. Ettertørking ved: A) 15 °C og 30 % RH. B) 15 °C og 60 % RH**

**Målingene i prosjektet viser tørkehastighet ved sluttørking på omkring 1 g/time per kg saltfisk innlagt**

# KAPASITET - ANLEGGsutnyttelse

- Effektiv utnyttelse av varmepumpen krever at tørken er bygget slik at sirkulert luft opptar vann !
- Utfylling av tunneltverrsnittet en kritisk faktor (se bilde)
- Høyere avstand mellom brettene ved stabling (se bilde), reduserer trykkfall (viften) gjennom tunnelen.
- Tilpasset luftmengde for maksimal oppfukting.

# Kapasitet - Anleggsutnyttelse





# Kapasitet - anleggsutnyttelse

**TREBRETT og AVSTANDSKLOSSER PÅ 50 – 70 mm  
- GIR ALTFOR SMÅ LUFTKANALER**



**PÅLEGGING BRETT**



**LUFTKANALER PÅ VOGN**

# Overskuddsvarme

## - *Utnyttelse av varmeoverskudd fra varmepumpen*

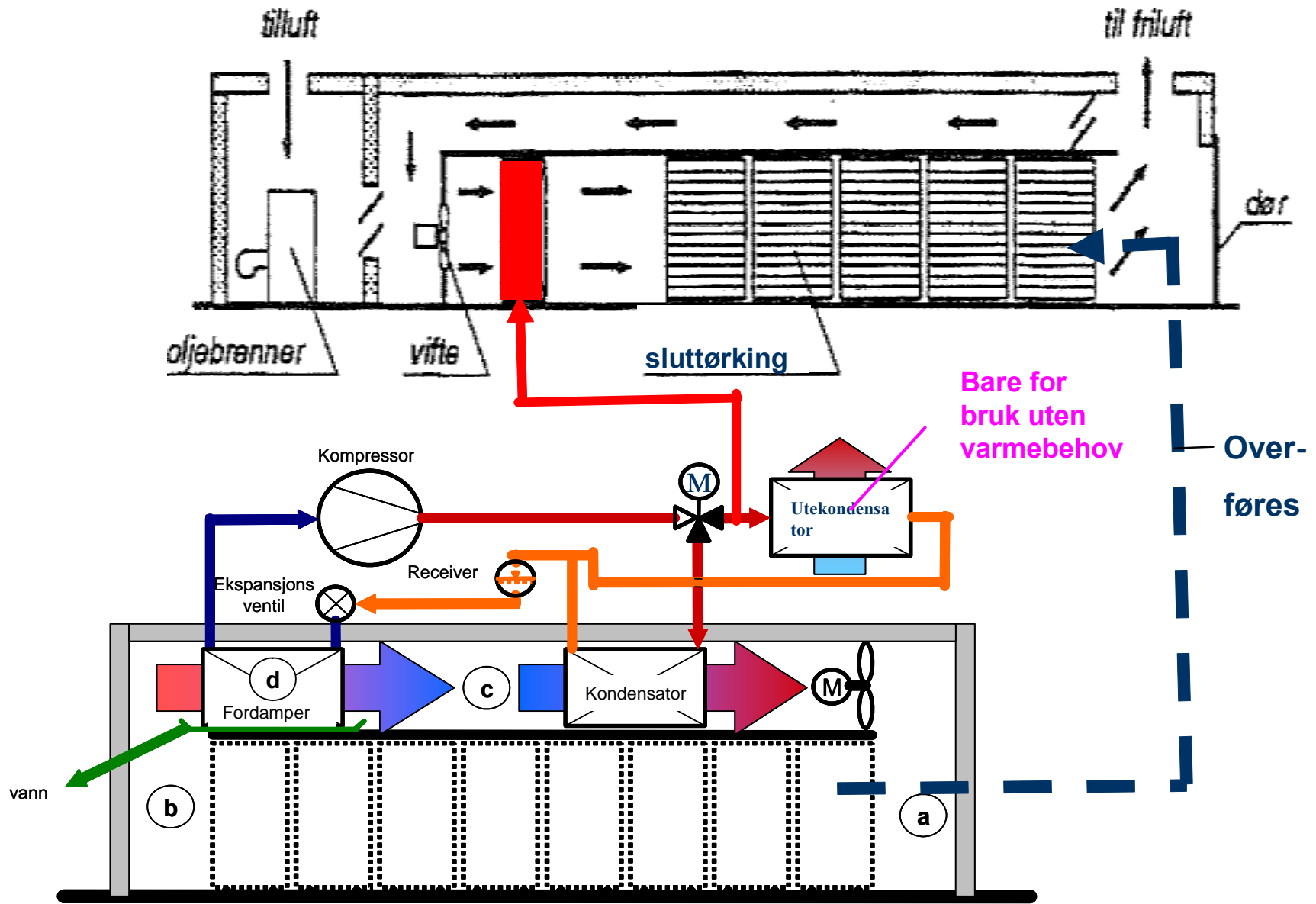
- Ved tørking er energien i tørkelufta konstant gjennom tørka – varme avgis fra lufta til tørking og tas opp igjen som damp
- Energien som tilføres kompressor til å "løfte" energien fra kjøler til kondensator er varmeoverskudd ved temperatur godt over tunneltemperatur.

**OVERSKUDDS ENERGIEN KAN NYTTES  
TIL SLUTTØRKing OG/ELLER TØRKing**

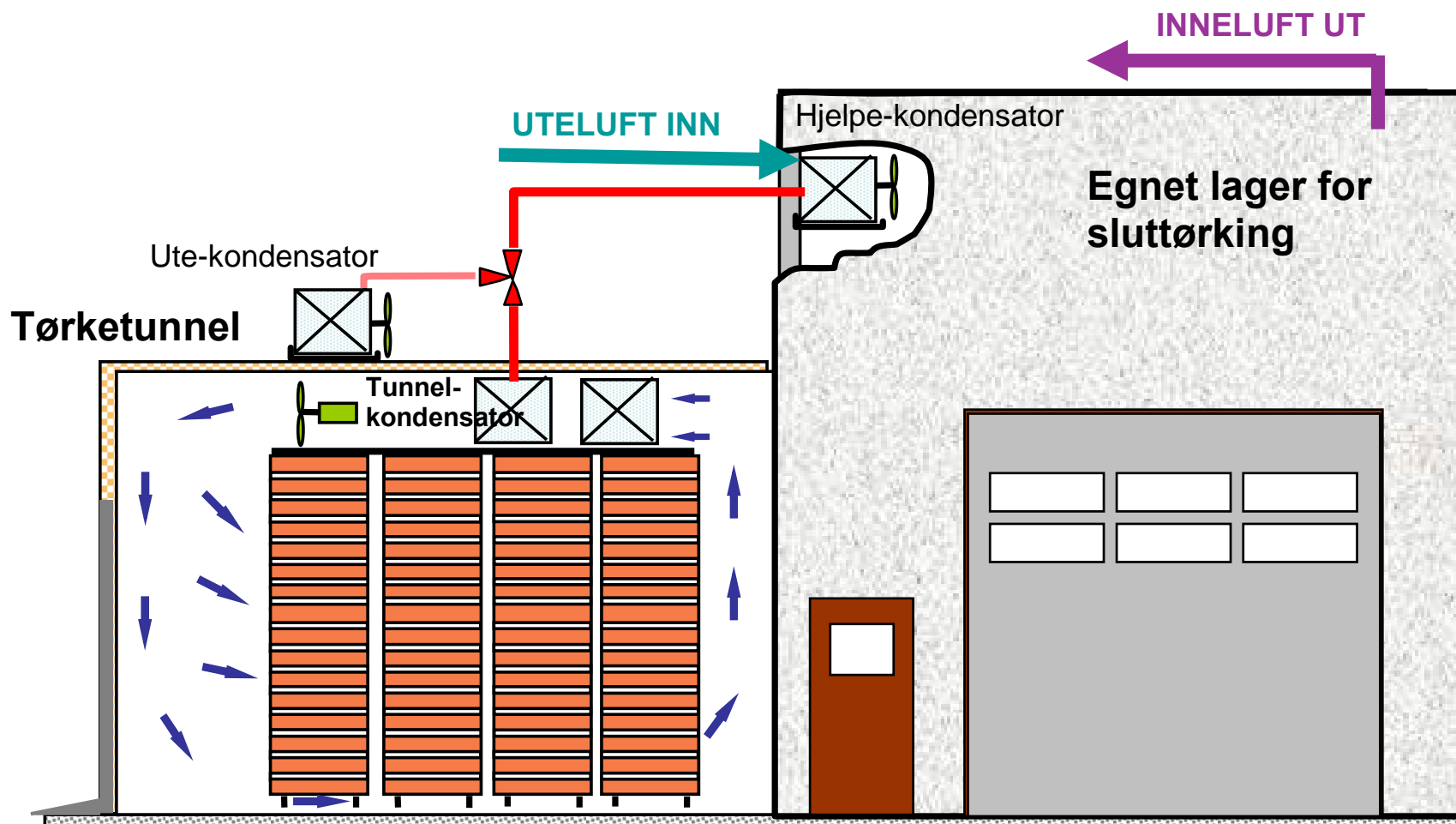
# Sluttørking i egnet lager

- Tørrsjiktdannelsen medfører redusert tørkehastighet i slutfasen
- Under sluttørking er vannfjerningshastigheten akseptabel selv ved lavere lufthastighet og høyere relativ luftfuktighet.
- Fisk med godt tørrsjikt kan derfor tas ut av tunnelene etter 2 døgn og sluttørkes i egnet lager, eller helst hordetørke
- Gir økt kapasitet og bedre energiutnyttelse av varmepumpen ved at mer "våt" saltfisk kan tilføres tunnelene

# Ny tørkemetode



# Prinsippskisse enkel sluttørking



# Tørkekapasitet ved ny teknologi

et eksempel:

**VANLIG VARMEPUMPETØRKE, 54 vogner, ca. 40 kW kompressor**

**M&R kysten: Vanlige uteforhold: ca. 2 - 18 °C, RH 90 – 40 %**

**Ugunstige forhold: 15 °C, RH 90 %      Lagerkrav: 25 °C, og RH 60 %**

**Energibehov oppvarming:  $\Delta h = 10,4$  kJ/kg luft**

**Tørkekapasitet luft:  $\Delta x = 1,51 \cdot 10^{-3}$  kg vann/kg luft**

**Overskuddsvarme gir friskluft:  $m_{\text{luft}} = 3,85$  kg luft/s**

**Tørkekapasitet for sluttørking:  $m_{\text{vann}} = 20,9$  kg vann/time**

**Tørkehastighet sluttørking: 1 g/kg saltfisk eller 1 kg vann/tonn**

**Total kapasitet for ettertørke: 20 tonn**

**54 vogner à 300 kg/vogn dvs. tunnelkapasitet: ca. 16,2 tonn !**

**Energiforbruk: ca. 100 kW/tonn**

**Ved 5 °C, RH 90 % vil kapasiteten være redusert til ca. 15,1 kg vann/time**

# Konklusjon

- I tørketunnelene kan øke produksjonen med 40 – 60 % ved å ta ut fisk til sluttørking i ettertørker eller lager med løsninger for avfukting.
- Energiforbruk pr tonn produsert klippfisk kan reduseres til under 100 kWh/tonn mot i dag:
  - Langblåste tunneler: 160 -190 kWh/tonn
  - Tverrblåste tunneler: 400 – 560 kWh/tonn

# Videre teknologisk FoU og nyskaping

## 1. TEKNOLOGI FOR SLUTTØRKING

- *Dimensjonering av ettertørkingsanlegg ved varierende uteklima*
- *Tekniske løsninger for klimatisering og luftsirkulasjon – dokumentasjon av anlegg*

## 2. ØKT TUNNELKAPASITET

- *Utvikling og testing av tekniske løsninger for reduksjon av falskluft*
- *Brett og vognløsninger for kontrollert luftgjennomgang og automatisering av på/avlastering*

## 3. SVARTHINNE GRIPELØSNING

- *System for fastfrysing på kald flate*
- *Samarbeid med SINTEF Fiskeri & Havbruk*

## 4. TEKNOLOGI FOR NYE PRODUKTER

- *Tørring/tilvirkning av gryteklare retter for supermarkeder – klippfisk og utvannet – frosset/tint ferskvare*



# Videre teknologisk FoU og nyskaping

## 5. KLIPPFISK AV NYE ARTER OG BIPRODUKT

- *Råstoffbehov og markedsbehov i lavprissegmentet forutsetter tilgang på råstoff og tilpasset prosess*

## 6. TØRKEKOMPETANSE

- *Økt lønnsomhet i næringen krever økt kunnskap om prosess og teknologi*
- *Utvikling av materiale for opplæring inne teknologi er ønskelig/nødvendig*

## 7. LAGRING AV SALTFISK

- *Undersøke optimal temperatur, krav til lager og teknologiske løsninger for lager*

# Spørsmål?

**Takk for oppmerksomheten**

[Ola.m.magnussen@sintef.no](mailto:Ola.m.magnussen@sintef.no)