

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

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

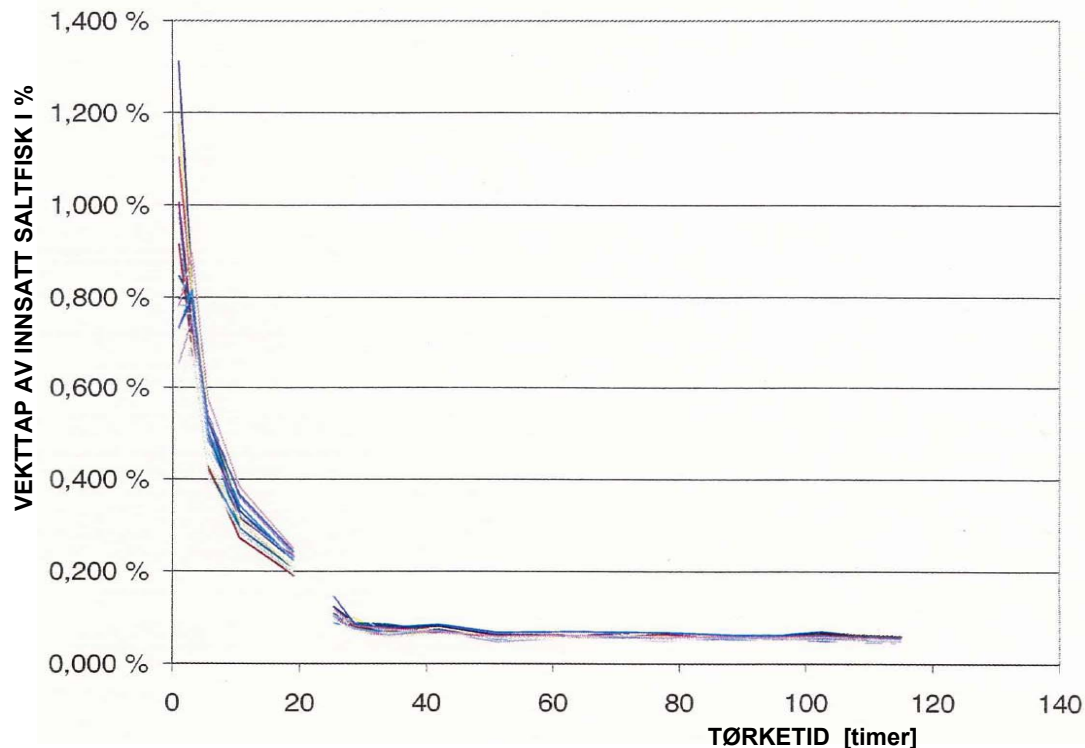
- **Vanntransporten fra fiskens indre er lavere enn fordampingen og det bygges et karakteristisk tørrsjikt på fiskens overflate**
- **Tørrsjiktet reduserer tørkehastigheten drastisk – etter ca. 1 døgn er den redusert med ca. 70 % - og følger ikke vanlig tørketeori**

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*

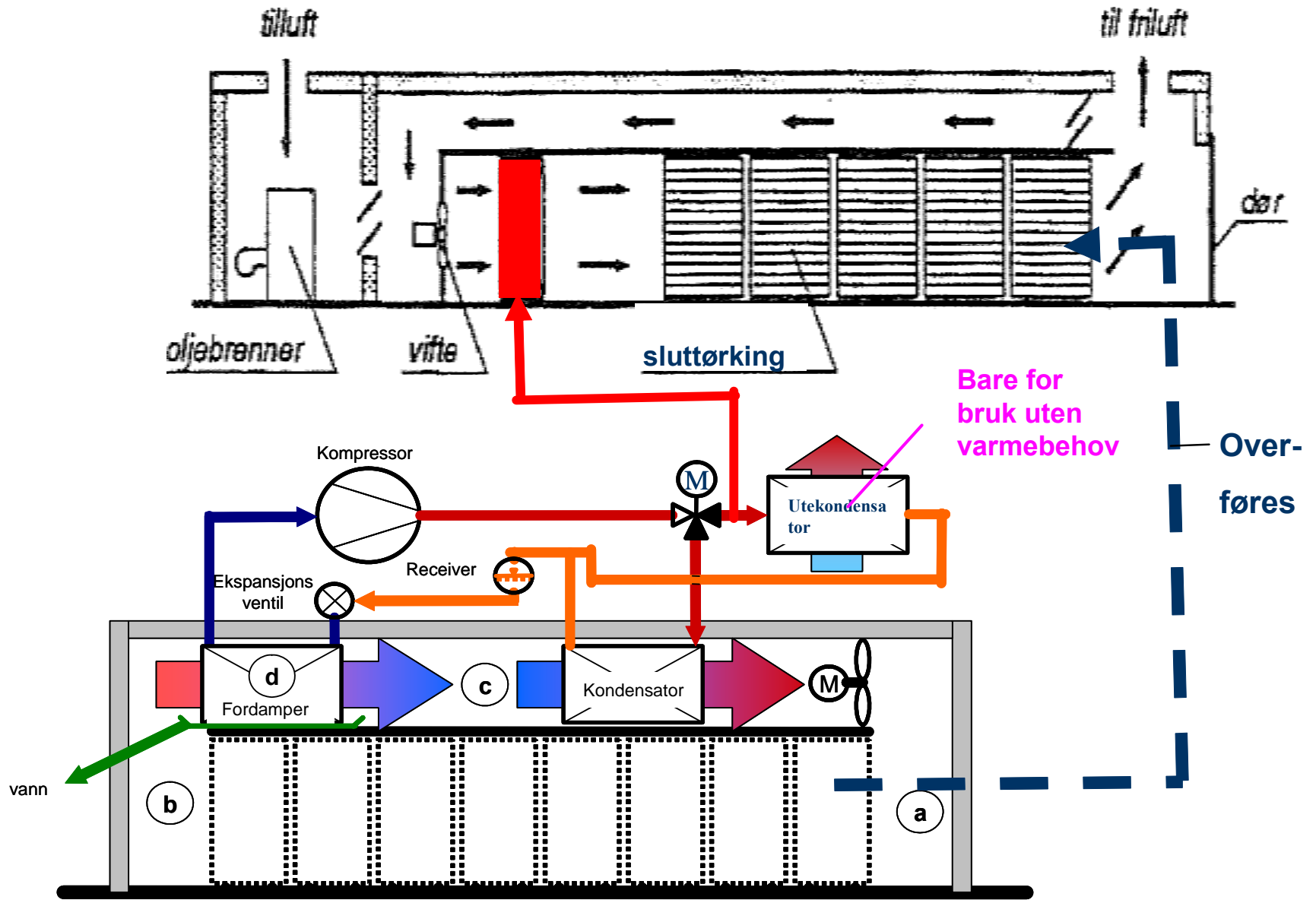
- Ved tørking er energien i tørkelufta konstant gjennom tørka – varme avgis fra lufta til tørking og tas opp igjen som damp
- Energien som tilføres kompressor til å "løfte" energien fra kjøler til kondensator er varmeoverskudd ved temperatur godt over tunneltemperatur.

**OVERSKUDDS ENERGIEN KAN NYTTES
TIL SLUTTØR KING OG/ELLER TØR KING**

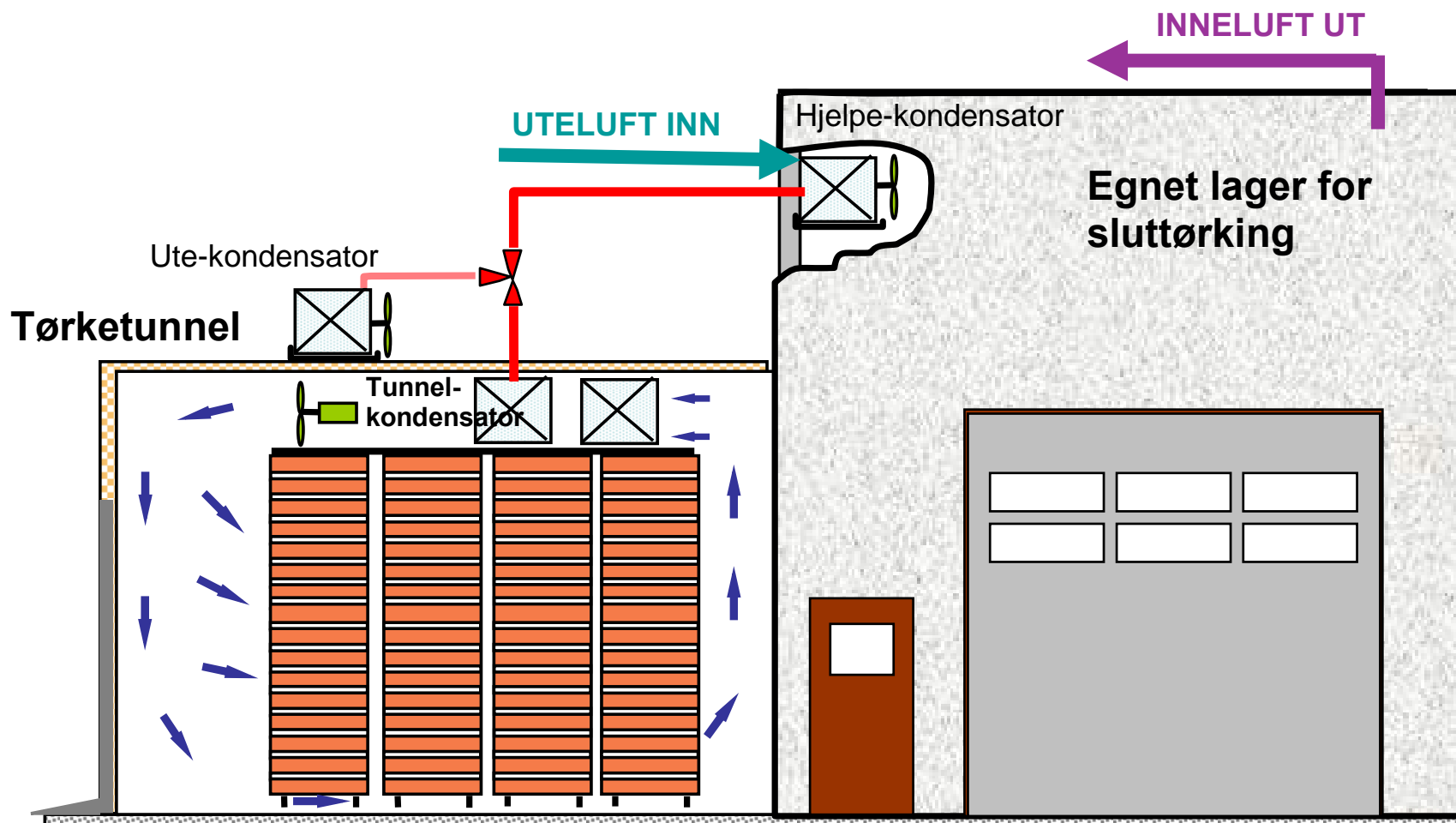
Sluttørking i egnet lager

- 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