

Hvitfisksamling – Tromsø 23. okt. 2014

## Rasjonell klippfiskproduksjon



Erlend Indergård – SINTEF Energi AS

# Rasjonell Klippfiskproduksjon

## MÅL

Prosjektets hovedmål er å anbefale en rasjonell produksjon av klippfisk med jevn kvalitet for økt produksjon, effektivisering av arbeid samt reduserte drifts- og energikostnader.

## Hovedaktivitet

Ved å tilpasse FoU aktiviteter til den enkelte bedrift med forskjellige tørkeprosesser og driftsmetoder, vil en kunne dokumentere hvordan en kan øke produksjonen, effektivisere arbeidsoppgavene og redusere drifts- og energikostnadene for ulike typer anlegg.

# Rasjonell Klippfiskproduksjon - Produsentene

## Ulike fokus og utfordringer blant produsentene:

- Fra volumproduksjon til tørking når man ikke for solgt saltfisk – svært ulike teknologier.
- Fra produksjon av kun små sei til spekter av kvaliteter
- Fra egen produksjon av saltfisk til innkjøp i variabelt marked.
- Fra fast stab til periodearbeid
- Energireduksjon og kapasitetsøkning i sammenheng med investerings- og arbeidskostnader.

# Rasjonell Klippfiskproduksjon

I flere år har forskning vist til enkelttiltak som i klippfiskproduksjonen har økt kapasitet og redusert energiforbruket.

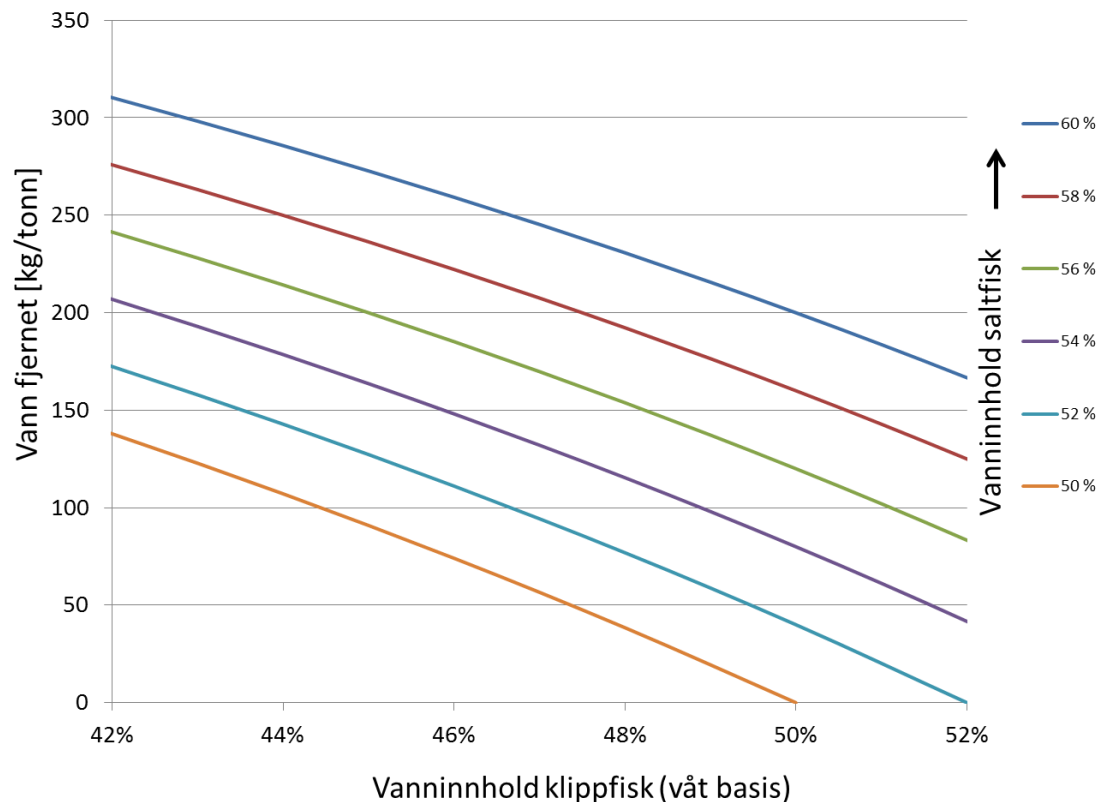
Mange produsenter har fått bedre forståelse av mekanismene bak effektiv tørking, og har justert driften i henhold til dette. Dette er bl.a.

- Reduksjon av falskluft
- Økt avstand mellom brett
- Størrelsessortering,
- Justering av luftmengder gjennom tørkeforløpet
- Avrenning før tørking



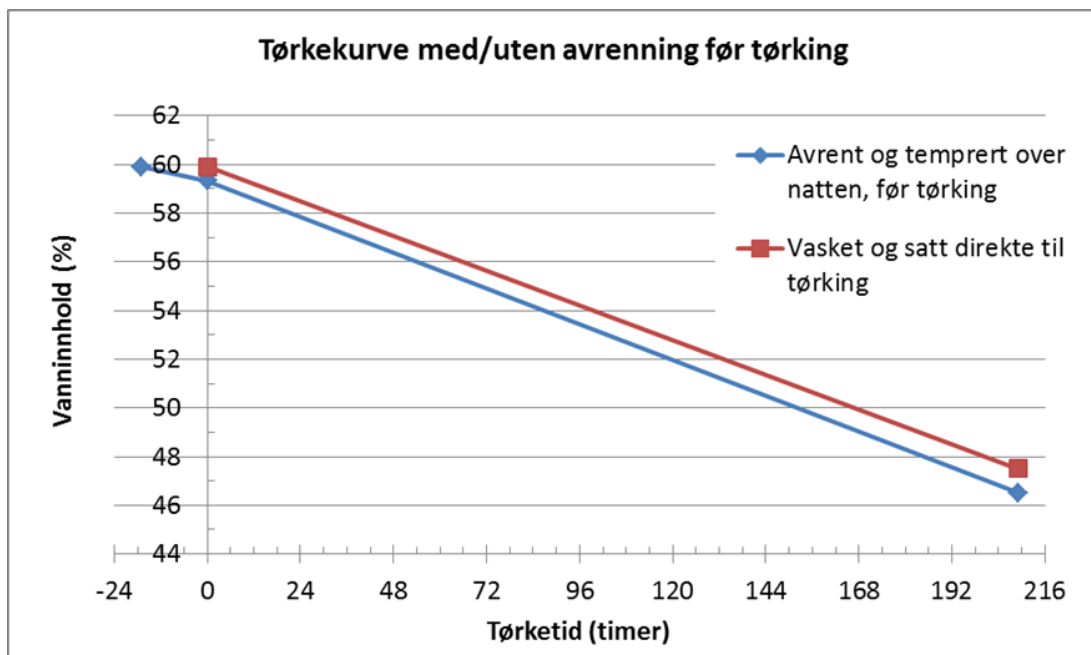
# Rasjonell Klippfiskproduksjon - Saltmodning

- Saltmodning ("gratis" vannfjerning)
- Fra 60 til 57 % vanninnhold sparer ett døgn i tørken, dvs. redusere energi og øke kapasiteten



# Rasjonell Klippfiskproduksjon - Avrenning

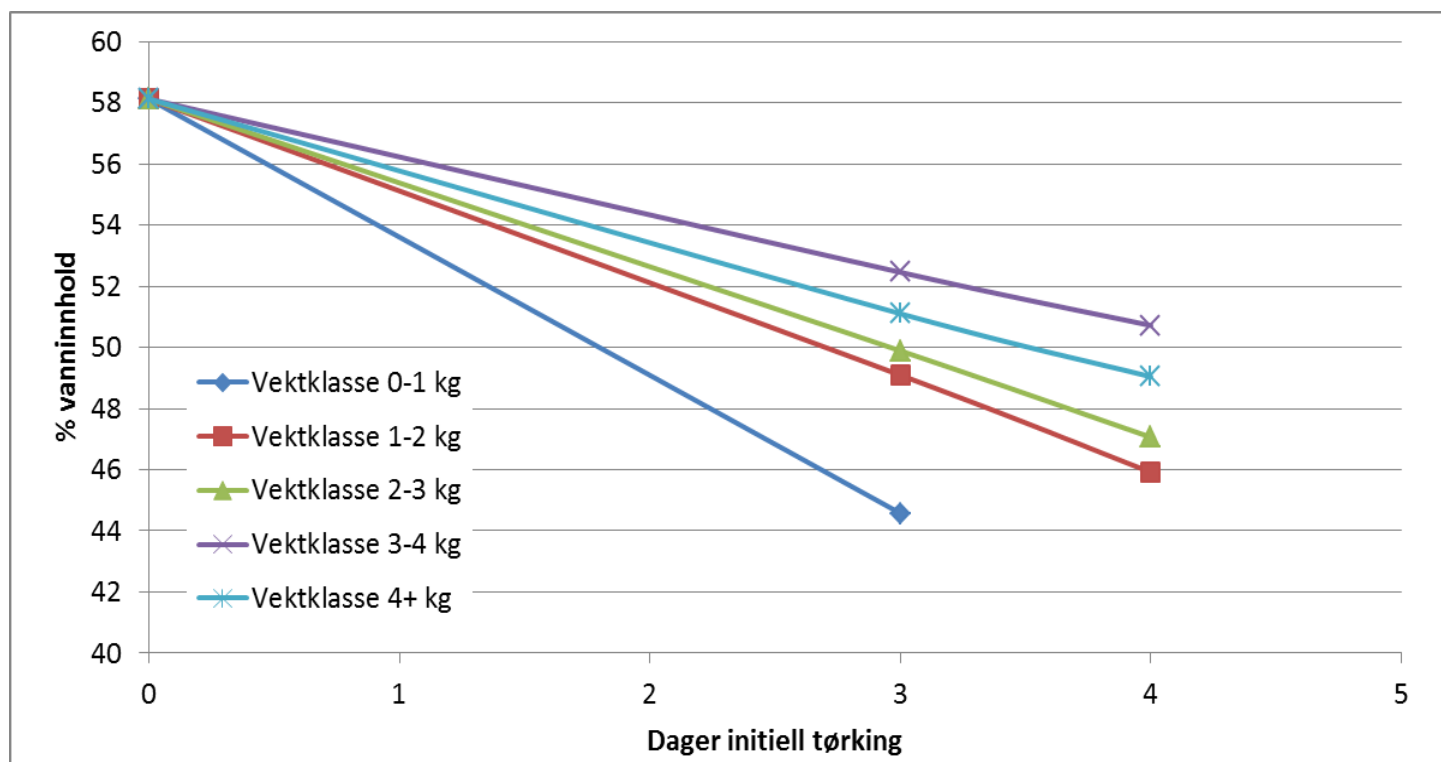
- Avrenning og temperering av saltfisk før tørking
- Slipper å bruke energi på tørking, og samtidig øke kapasiteten i tunnelen.



- Unødvendig å belaste tørkesystemet med overflatevann og temperaturøkning.
- Vanninnholdet i saltfisken har gått ned 0,6 % i løpet av de 17 timene vognene sto til avrenning.
- Man sparer nesten ett døgn i tunnelen ved å avrenne og temperere produktet før tørking.

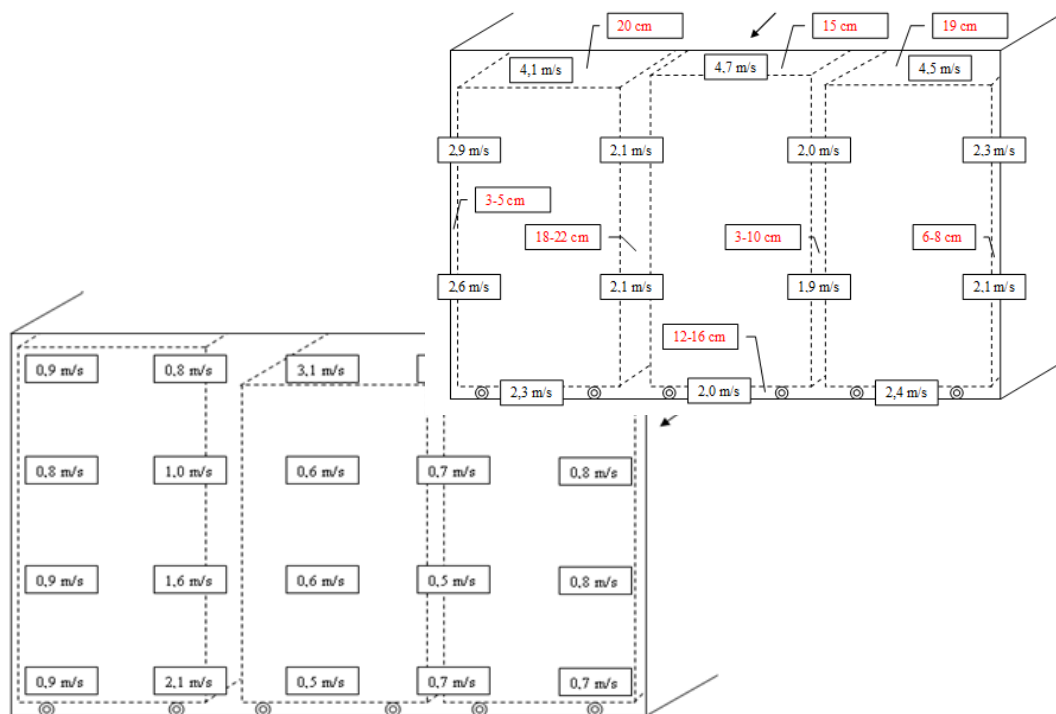
# Rasjonell Klippfiskproduksjon - Sortering

- Størrelsessortering før tørking (og helst salting)
- Stor sjanse for overtørking (vekttap) ved å vente på større fisk



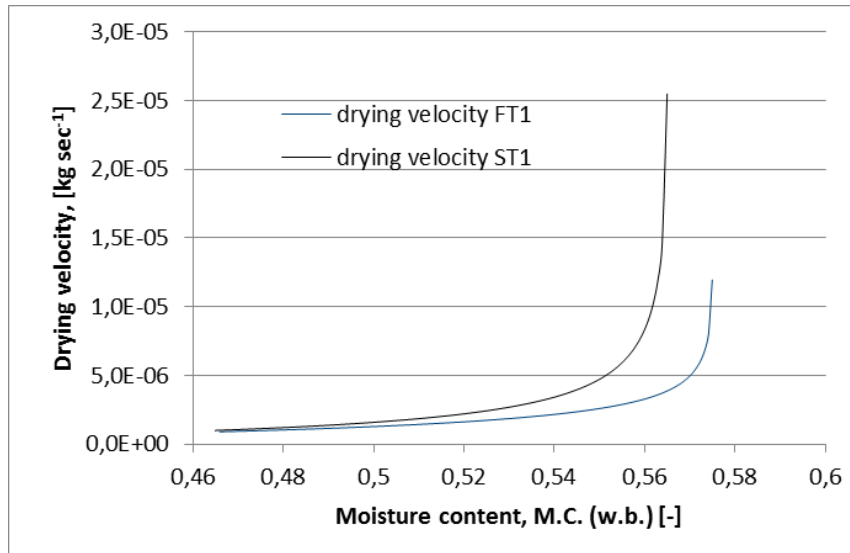
# Rasjonell Klippfiskproduksjon - Falskluft

- Reduksjon av falskluft, utnyttede tverrsnittet i tørkene
- Økt avstand mellom brett (fra 5 til 6 cm)
- Målt inntil 50 % falskluft

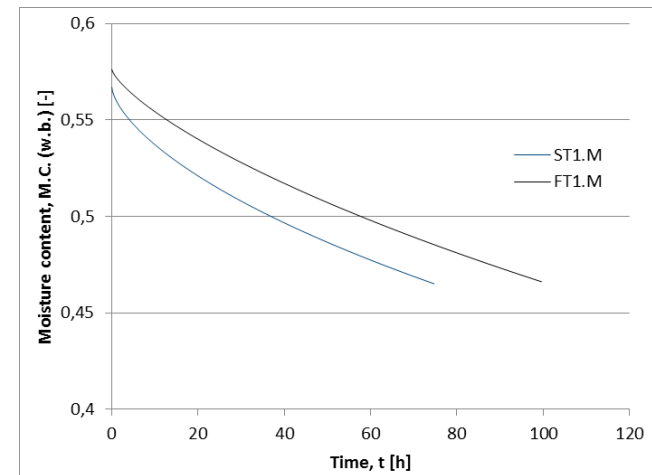




# Frosset/tint vs. fersk saltfisk som råvare



- Samme fisk og saltmodning på fersk og frosset
- Tørketid for frosset/tint saltfisk var ~30 % høyere
- Vannløselige proteiner hadde samme nivå (~2 %)
- Saltkonsentrasjonen var 5 % høyere i overflatelaget i forhold til ferskt – mulig årsak til økt tørketid.

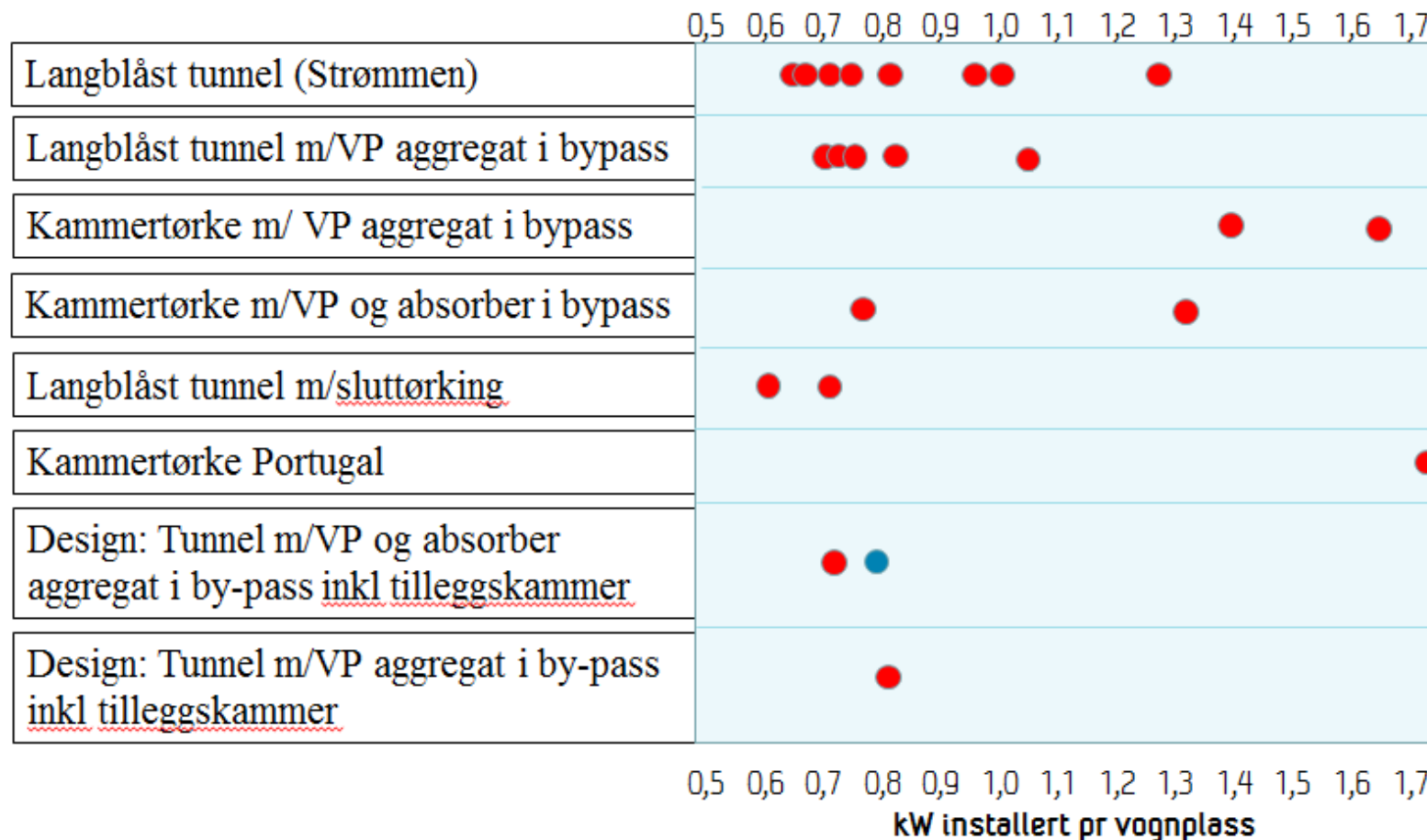


## Industrielle faktorer – Valg av teknologi

- Råvaresituasjon. Tilgang, fersk/frosset, modningsgrad - vanninnhold
- Drift (kapasitet- eller markedsstyrt – personer pr oppgave)
- Avfuktingskapasitet i aggregat– i henhold til leverandørspefisikasjoner
- Luftmengde, luftfordeling og lufthastighet.
- Lagersituasjon.
  
- Vurdering av systemløsninger avhengig av ønsket drift.
- Energiforbruk, kW pr time og kW pr tonn
- Investering i forhold til energireduksjon/kapasitetsøkning

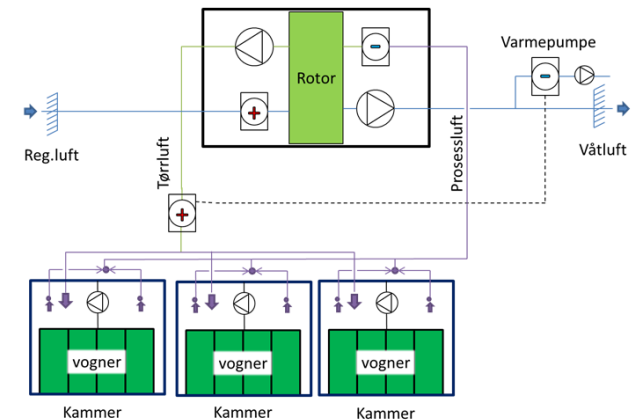
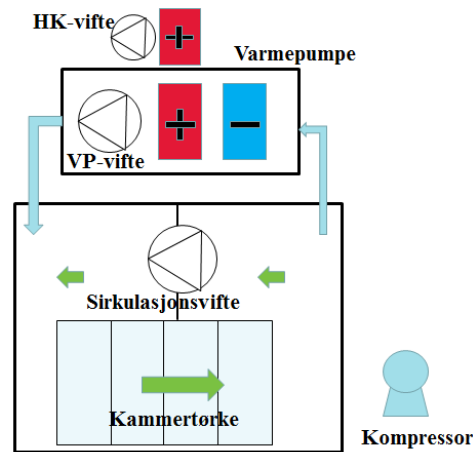
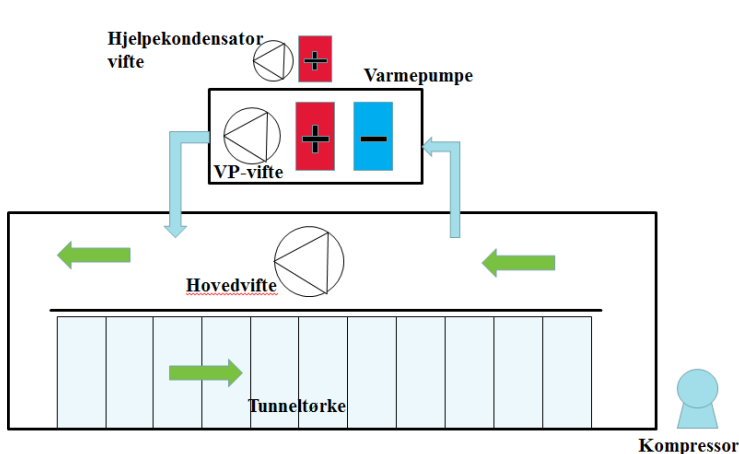
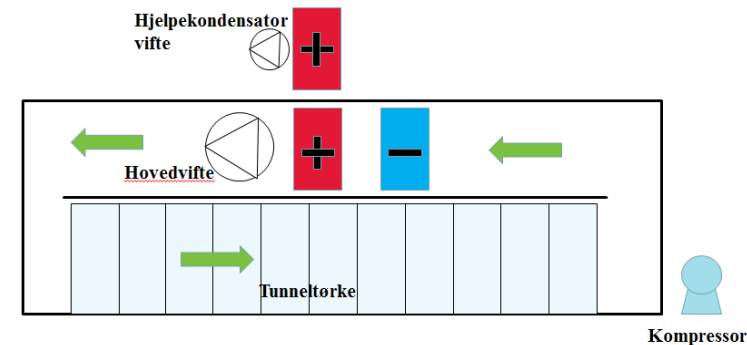
# Rasjonell Klippfiskproduksjon - Teknologi

Kartlegging av 21 tørkeanlegg er gjennomført.



# Rasjonell Klippfiskproduksjon - Teknologiene

- Langblåste tunneler med varmepumpe (Strømmen)
- Langblåste tunneler med aggregat (YIT, AG) i by-pass.
- Kammertørket med aggregat (YIT, AG) i by-pass
  - YIT aggregat - varmepumpe
  - AG aggregat - varmepumpe og absorpsjonsanlegg



# Rasjonell Klippfiskproduksjon - Teknologiene

## 5 industrianlegg analysert.

Jangaard (Ålesund) – langblåst m/ YIT aggregat i by-pass

Jangaard (Ålesund) – Kammertørke m/YIT aggregat i by-pass

Storbukt (Honningsvåg) – Kammertørke m/AG aggregat i by-pass

Nergaard (Senjahopen) – Langblåst Strømmen-tunnel.

+ vurdering av Br.Aarseth (Ålesund) – langblåst m/ AG aggregat i by-pass

## 3 industrianlegg ved høy drift

Jangaard (Ålesund) – langblåst m/ YIT aggregat i by-pass

Jangaard (Ålesund) – Kammertørke m/YIT aggregat i by-pass

Nergaard (Senjahopen) – Langblåst Strømmen-tunnel

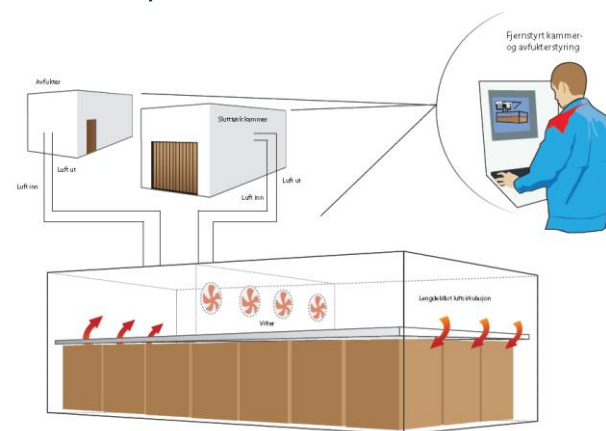
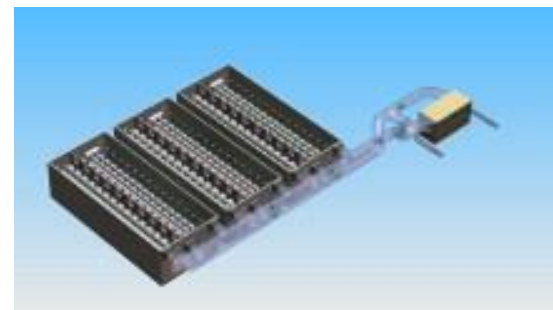
# Rasjonell Klippfiskproduksjon - Leverandørene

3 sentrale leverandører av klippfisktørker

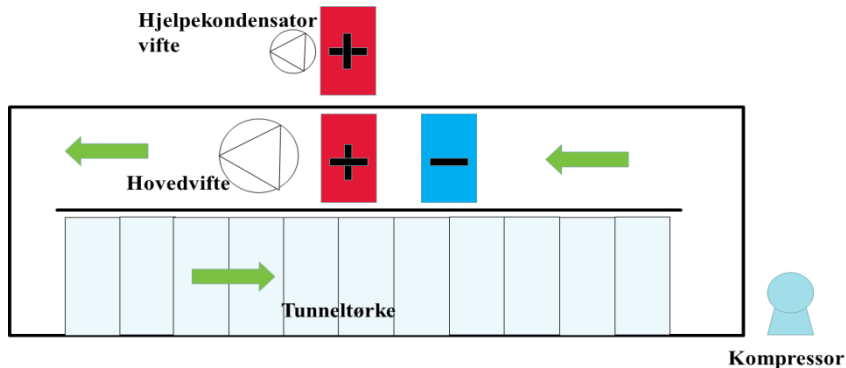
- Caverion (gamle YIT)
- Alfsen & Gunderson (AG)
- Nordvestmiljø (Strømmen)

Tidligere: Produsentene prisgitt leverandørene

- Tydelig endring i profil fra leverandørene, samt økt kunnskap
- Samarbeid mellom SINTEF og leverandørene
- Nye løsninger på markedet
- Mer åpenhet mellom leverandørene



# Langblåst med VP-system i hele tverrsnitt (Strømmen)



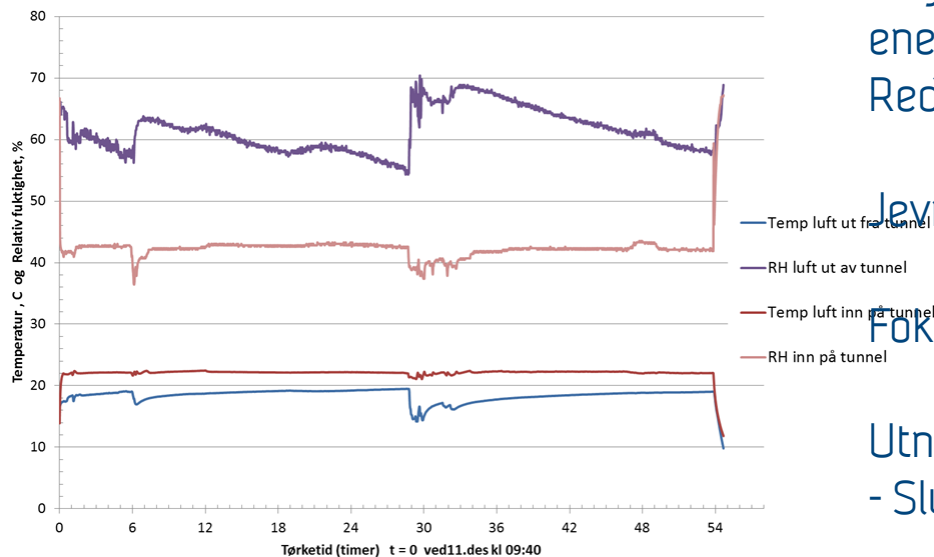
Typisk 100-140 vogner, semi-kontinuerlig  
All luft blir behandlet i varmepumpen.  
100-150.000 m<sup>3</sup>/time gjennom tunnel;  
1,2-3,5 m/s mellom brett

Optimalisering:  
Regulere lufthastighet, økt oppfukning gir økt  
energieffektivisering pga. varmepumpen.  
Reduserer vifte-energi (dobbelte pga. kjøling)

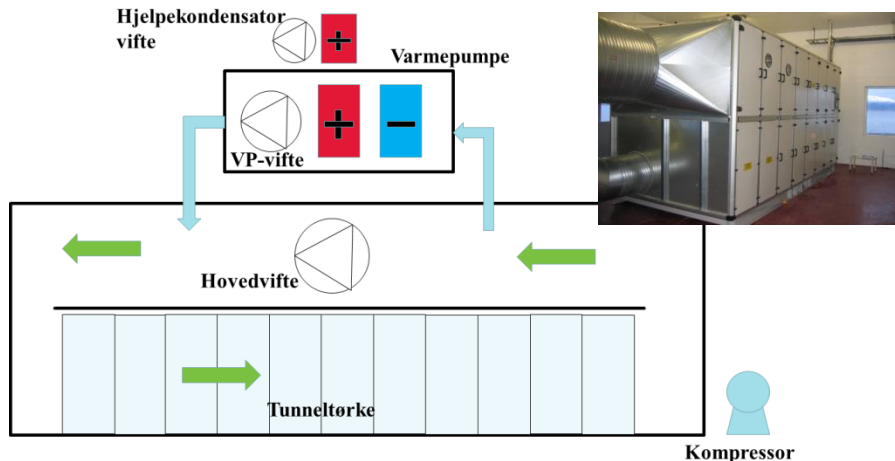
Jevn fylling, både i tid og mengde.

Fokus på fyllingsgrad og mellomlagring.

Utnyttelse av overskuddsvarme  
- Sluttørking i eget lager.



# Langblåst med VP-system i by-pass (YIT + AG)



60-70 vogner pr aggregat, semi-kontinuerlig  
 20-40% luft blir behandlet i varmepumpen.  
 80-160.000 m<sup>3</sup>/time gjennom tunnel  
 1,2-2,5 m/s mellom brett

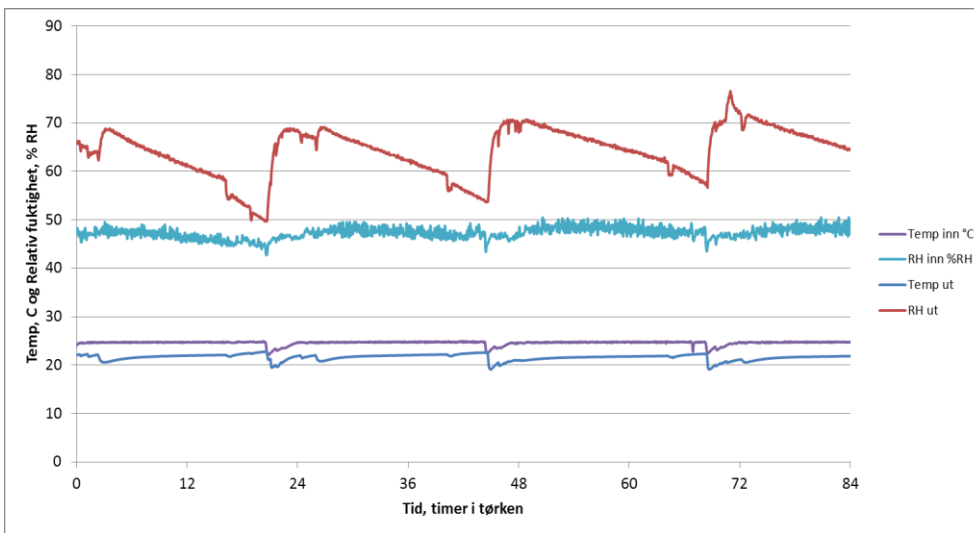
Optimalisering:  
 Regulere lufthastighet mindre viktig pga.  
 større RH differanse i VP

Jevn fylling, både i tid og mengde.

Fokus på fyllingsgrad og mellomlagring.

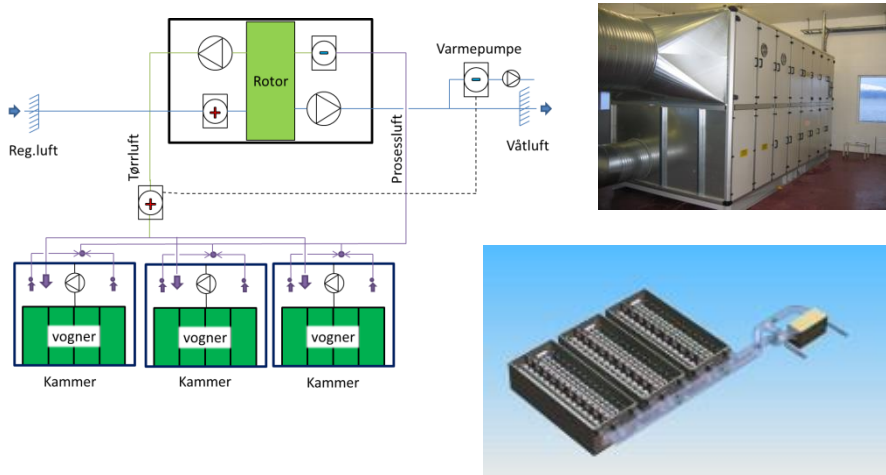
Utnyttelse av overskuddsvarme  
 - Sluttørking i eget lager.

Tunnelstørrelse tilpasset aggregat





# Kammertørke med by-pass Absorber/varmepumpesystem



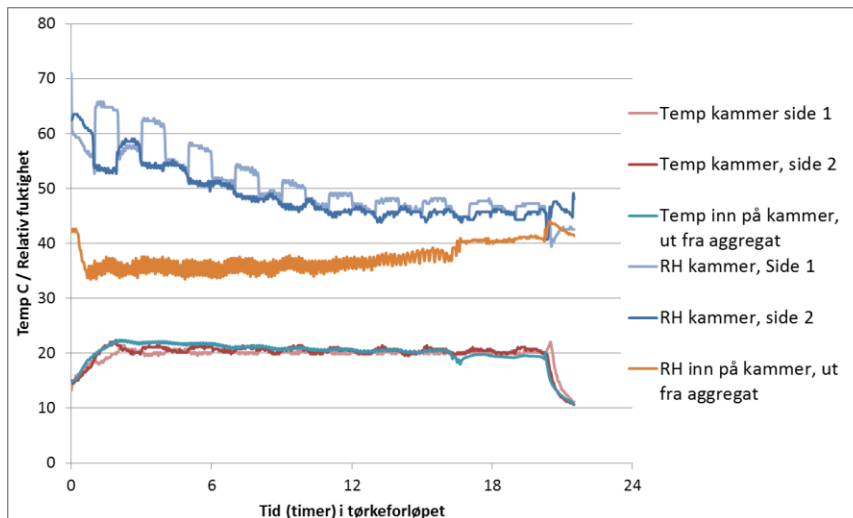
40 vogner pr kammer, batch  
200-250.000 m<sup>3</sup>/time gjennom kammer  
10% luft blir behandlet i varmepumpen.  
2,5-5 m/s mellom brett

Optimalisering:  
Regulere lufthastighet viktig både mht VP, og  
vifte-effekt

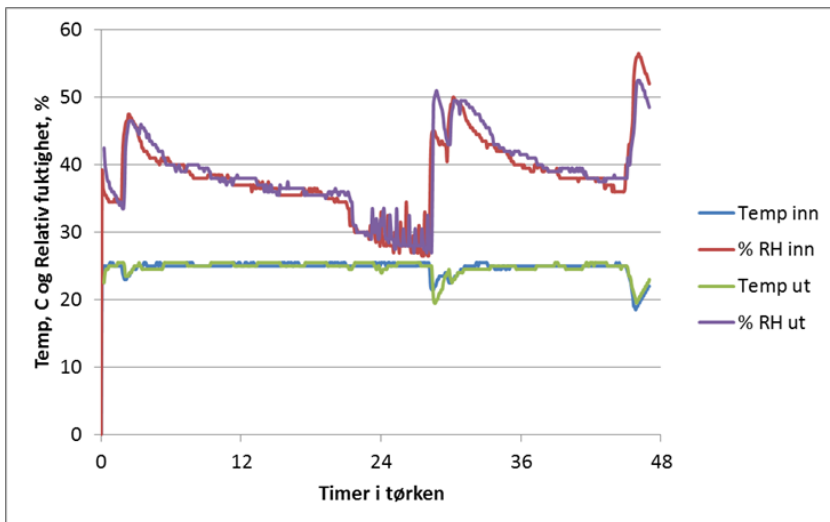
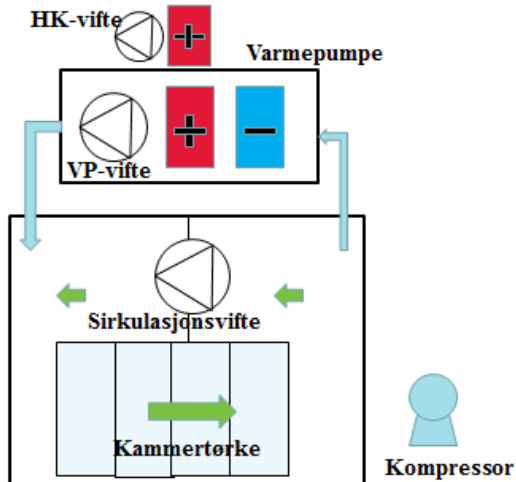
Fokus på fyllingsgrad. Viktig å fylle minst 2  
kammer med ett døgn mellomrom

Utnytte enkel mellomlagring.

Utnyttelse av overskuddsvarme  
- Sluttørking i eget lager.



# Kammertørke med VP-system i by-pass



40 vogner pr kammer, batch  
180-200.000 m<sup>3</sup>/time gjennom kammer  
10% luft blir behandlet i varmepumpen.  
2-4 m/s mellom brett

Optimalisering:  
Regulere lufthastighet viktig både mht VP, og vifte-effekt

Fokus på fyllingsgrad. Kammerstørrelsen er ikke tilpasset aggregat

Ikke egnet som eneste tørke, men i kombinasjon med tunnel

Utnyttelse av overskuddsvarme  
- Sluttørking i eget lager.

# Rasjonell Klippfiskproduksjon - Teknologiene

## Sammenligning av kapasitet og energiforbruk vanskelig.

Energiforbruk pr tonn er aller mest avhengig av drift.

(Målt på samme tunnel: 190 – 340 kWh pr tonn)

Avvanningskapasiteten er i henhold til hva leverandørene sier.

Viktig at antall vognplasser er i samsvar med avvanningskapasiteten.

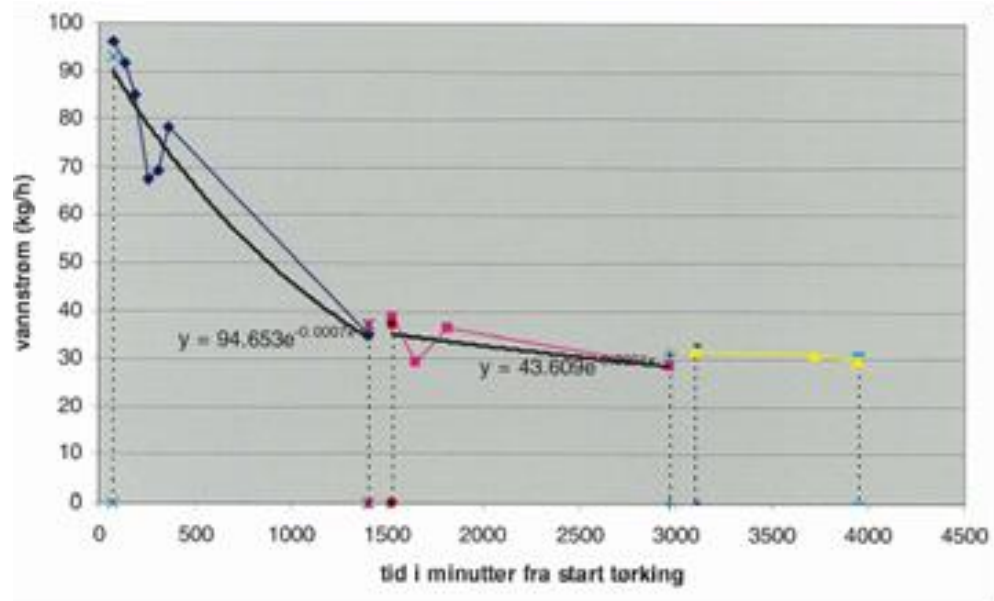
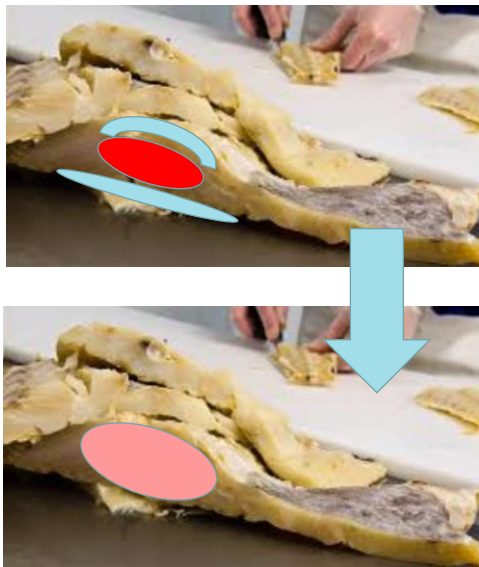
(Energiforbruk vanligvis høyt selv ved lavere antall vogner)

1. Prioritet for valg av teknologi bør være med bakgrunn i ønsket drift og tilgjengelig areal.

## Mellomlagring etter innledende tørking

Etter perioden med relativt høy vannfjerningshastighet, får man tørr overflate og fuktig kjerne.

Utjevning av fuktighetsforskjellen under mellomlagring er viktig.

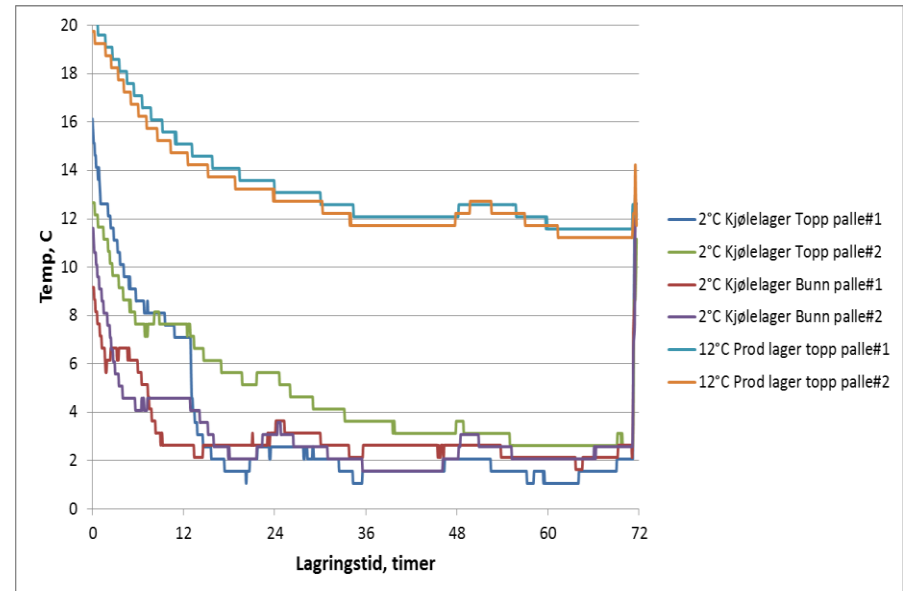


Når mellomlagring bør utføres er avhengig av størrelse på fisken

# Mellomlagring på pall

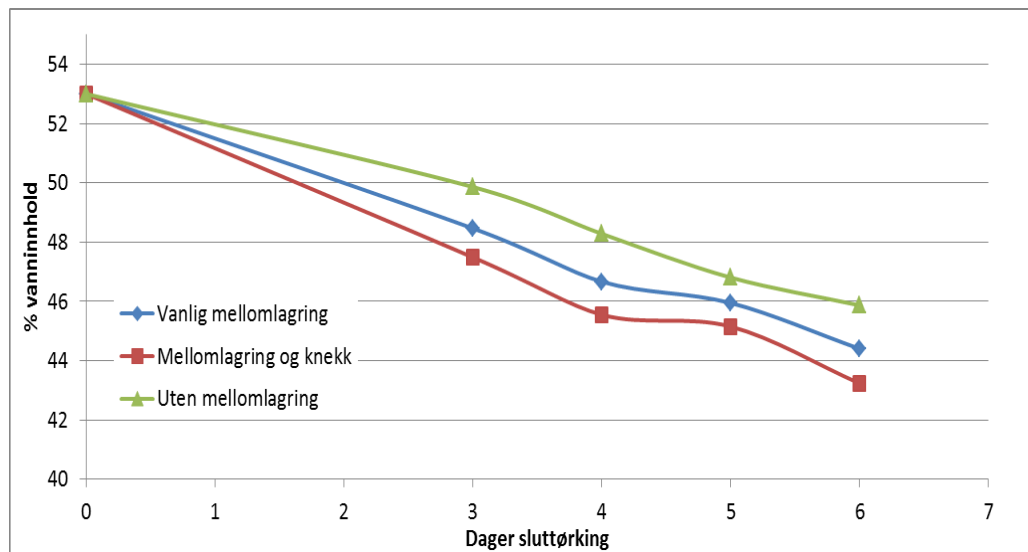
Enkelte produsenter tar av fisken fra vognene og legger disse på pall på kjølelager under mellomlagring. Arbeidskrevende, og nødvendigheten med dette ble undersøkt.

- Ingen letning under 3 dagers mellomlagring.
- Ingen vesentlig forskjell på tørkehastighet avhengig av hvordan fisken på pall har blitt mellomlagret. (+4 °C vs. +15 °C, topp vs. bunn)



# Mellomlagring på pøll – bryting av tørrsjikt

Oppfatning av at fysisk håndtering av fisken vil bryte opp tørrhinnen og øke tørkehastigheten siste tørkeperiode.

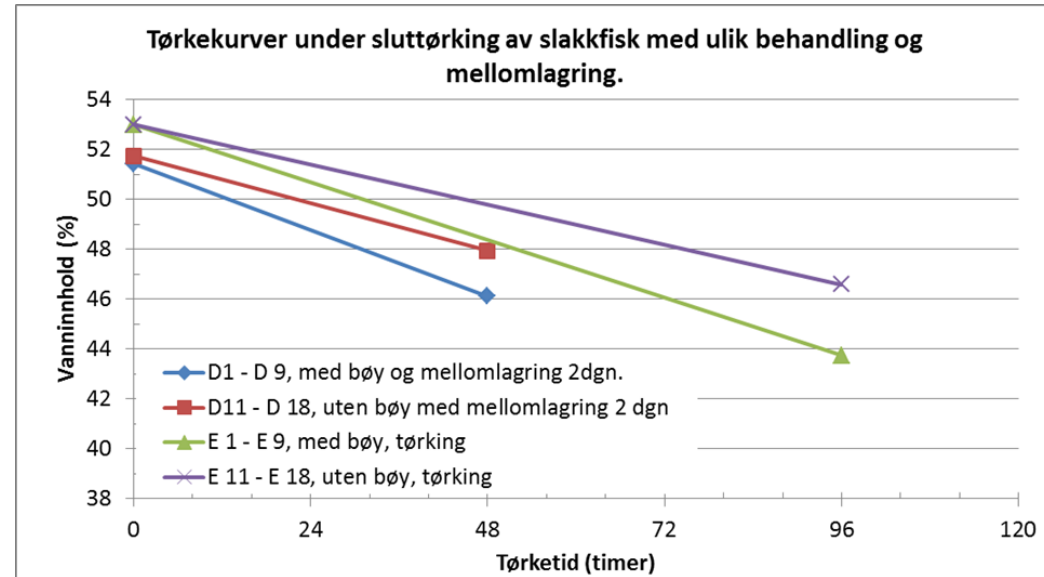


- Mellomlagring av slakkfisk gav høyere vannfjerning
- Knekk langs ryggbeinet gav videre økt vekttap.
- Mellomlagret og knekt slakkfisk har hele 40 % mer vekttap de siste 4 døgn i forhold til fisk som ikke er mellomlagret.

# Mellomlagring på vogn

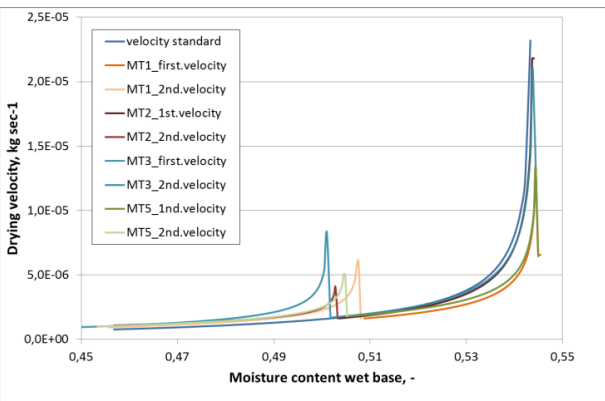
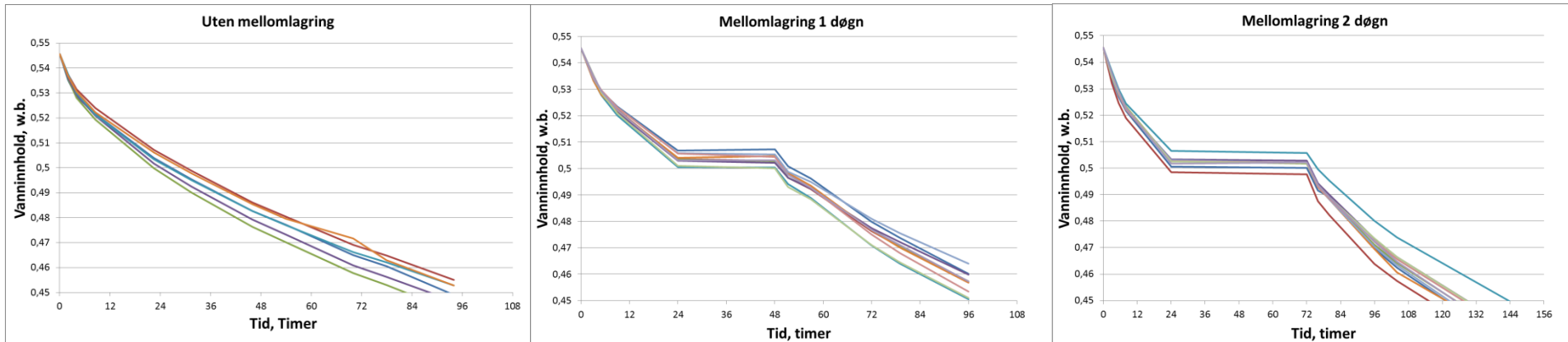
- Minimalt merarbeid.
- Mulighet å benytte produksjons-hall ol.
- Fysisk knekking ble videre utprøvd.

**Vesentlig letning av fisken i vogn under mellomlagring. Tørkingen fortsetter utenfor tørken.**



- Mellomlagringen reduserer sluttørketiden med ca. 1,5 døgn, mye pga. letningen.
- Knekking uten mellomlagring har også god effekt på sluttørkingen.
- Utføres knekking av slakkefisken i tillegg til mellomlagring, reduseres sluttørketiden med ytterligere 0,5 døgn, totalt over 2 døgn.

# Mellomlagring – Tid og temperatur



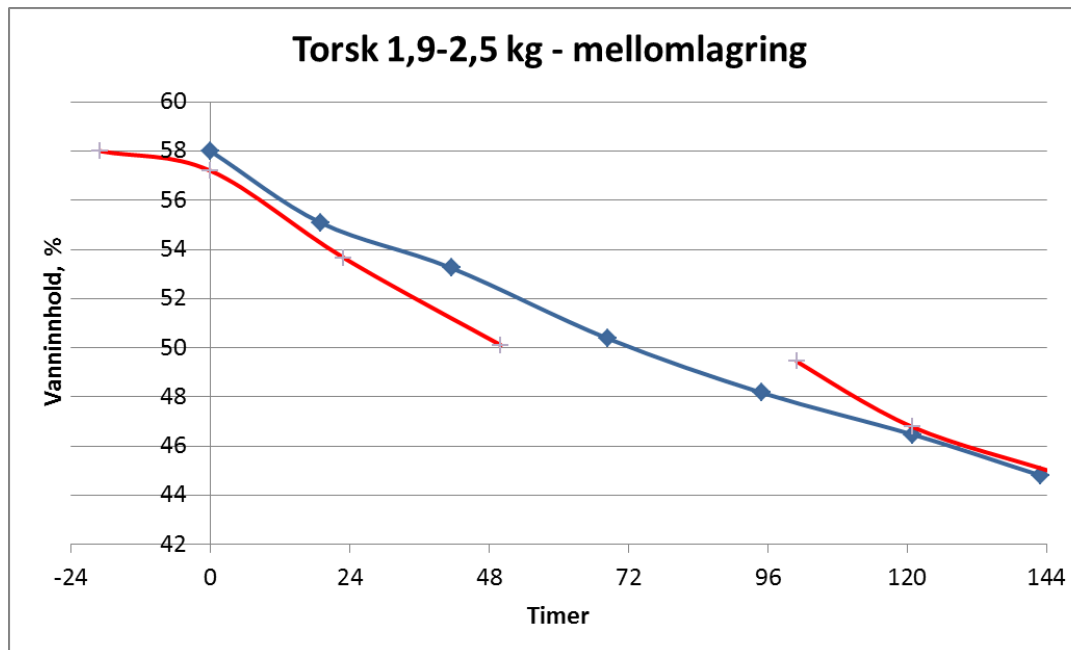
Tørkeforløp etter varierende mellomlagring bestemt.

- Temperaturen (+4 °C vs. +15 °C) har liten betydning
- Mellomlagring etter 2-3 dager avhengig av størrelse
- **Generelt: 2 dager med mellomlagring**



# Mellomlagring – Økt kapasitet, mer energieffektiv

- Frigjør kapasitet i tunnelen.
- Reduksjon fra 6 til 4 dager i tunnel, dvs. 33% økning av kapasitet
- Ingen økt energiforbruk, mindre energi pr tonn produsert
- Forutsetter plass i lokaler utenfor.
- Videre økt kapasitet med slutt-tørking i eget lager



# Slutt-tørking i eget lager

Utnytte overskuddsvarmen fra varmepumpen til oppvarming av uteluft



Hjelperekondensator  
vifte

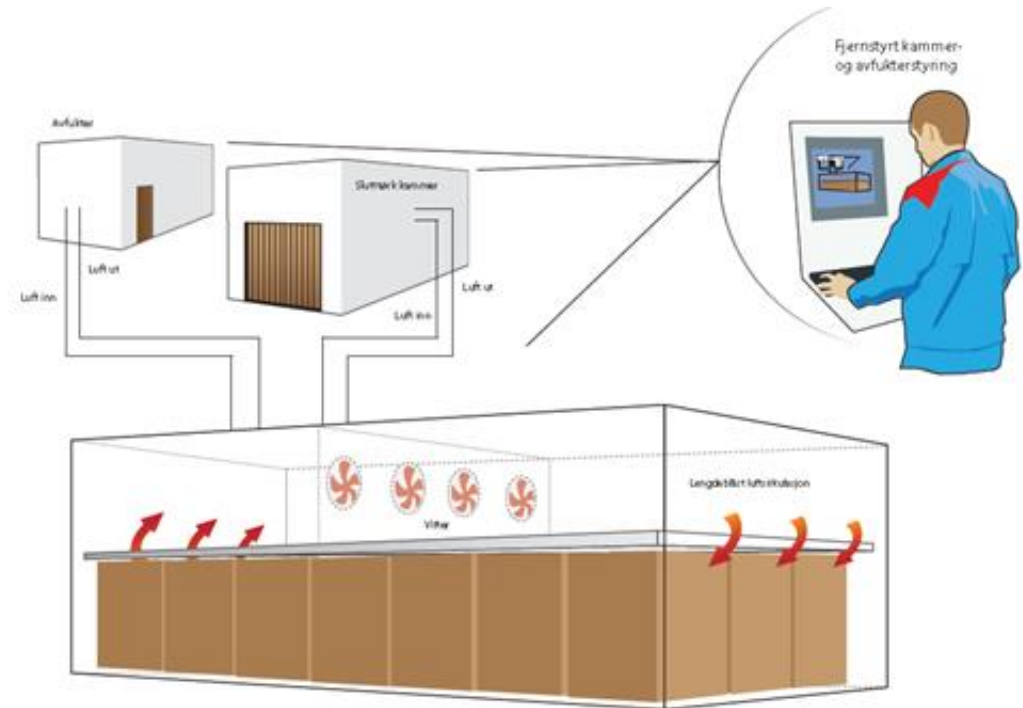


Hovedvifte



Tunneltørke

Kompressor

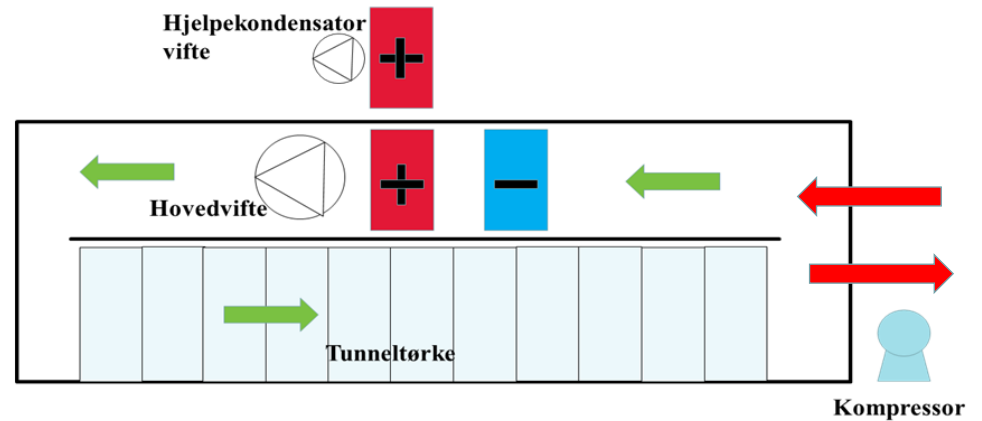
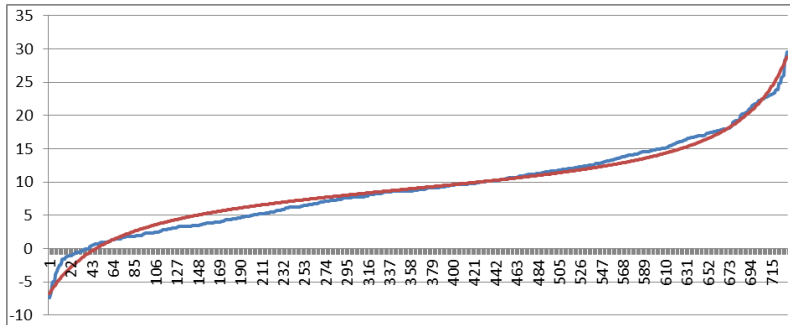


- Ut fra tunnel 1 døgn tidligere
- To døgn i eget slutt-tørkelager
- 15-25 % kapasitetsøkning

# Uteluft til kjøling

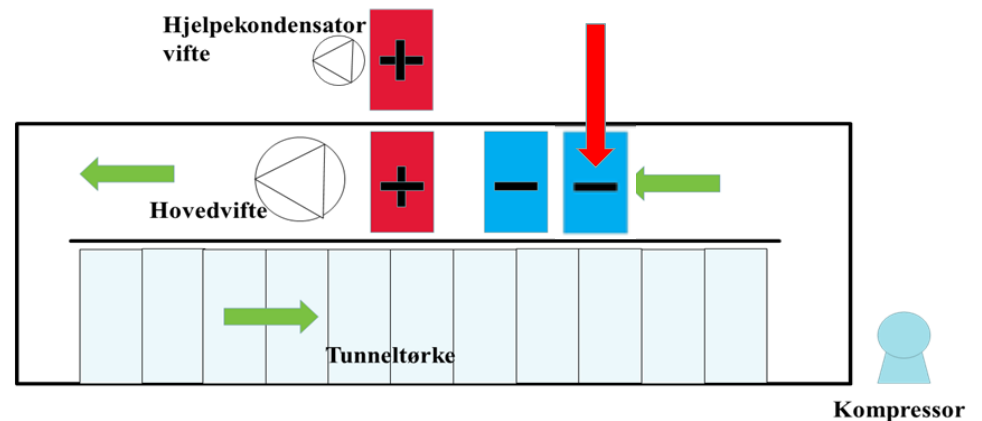
YIT har prøvd med innblanding av uteluft. Fungerer, men ikke optimalt

Temperatur i Ålesund



Beregninger viser potensiale for 15-30 % energireduksjon.

- Må tilpasse VP-systemet.
- Varmeveksle med uteluft
- Beholder energirik fuktig luft



Takk for oppmerksomheten!

[erlend.indergard@sintef.no](mailto:erlend.indergard@sintef.no)