

# Samling i Bacalaoforum

Thon Hotell Ålesund 3. juni 2008

## ENERGIFORBRUK I KLIPPFISKNÆRINGEN

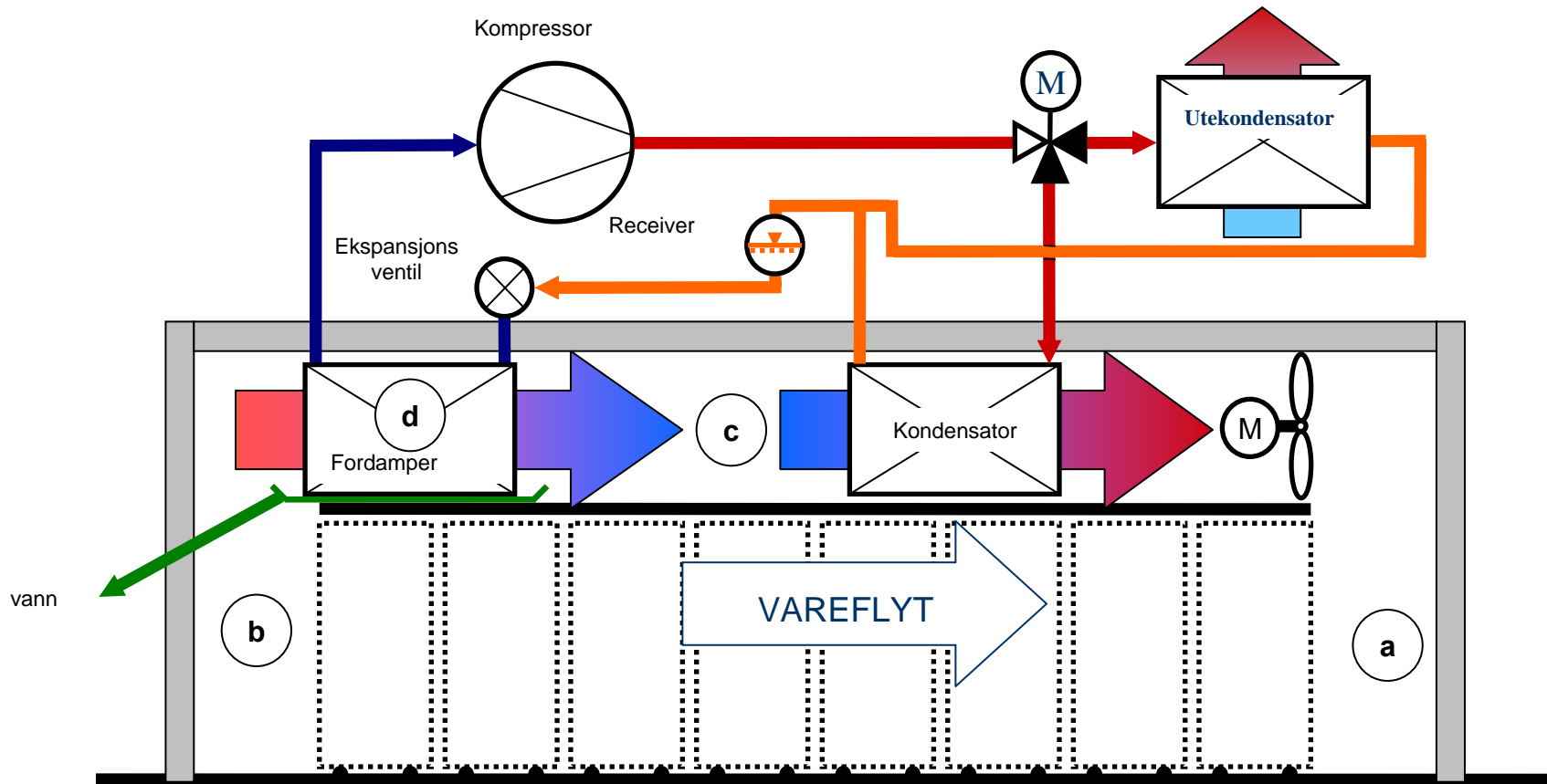
**SINTEF Energiforskning AS,  
Avd. Energiprosesser**

Ola M. Magnussen,

# KONTINUERLIGE KLIPPFIŠKTØRKER

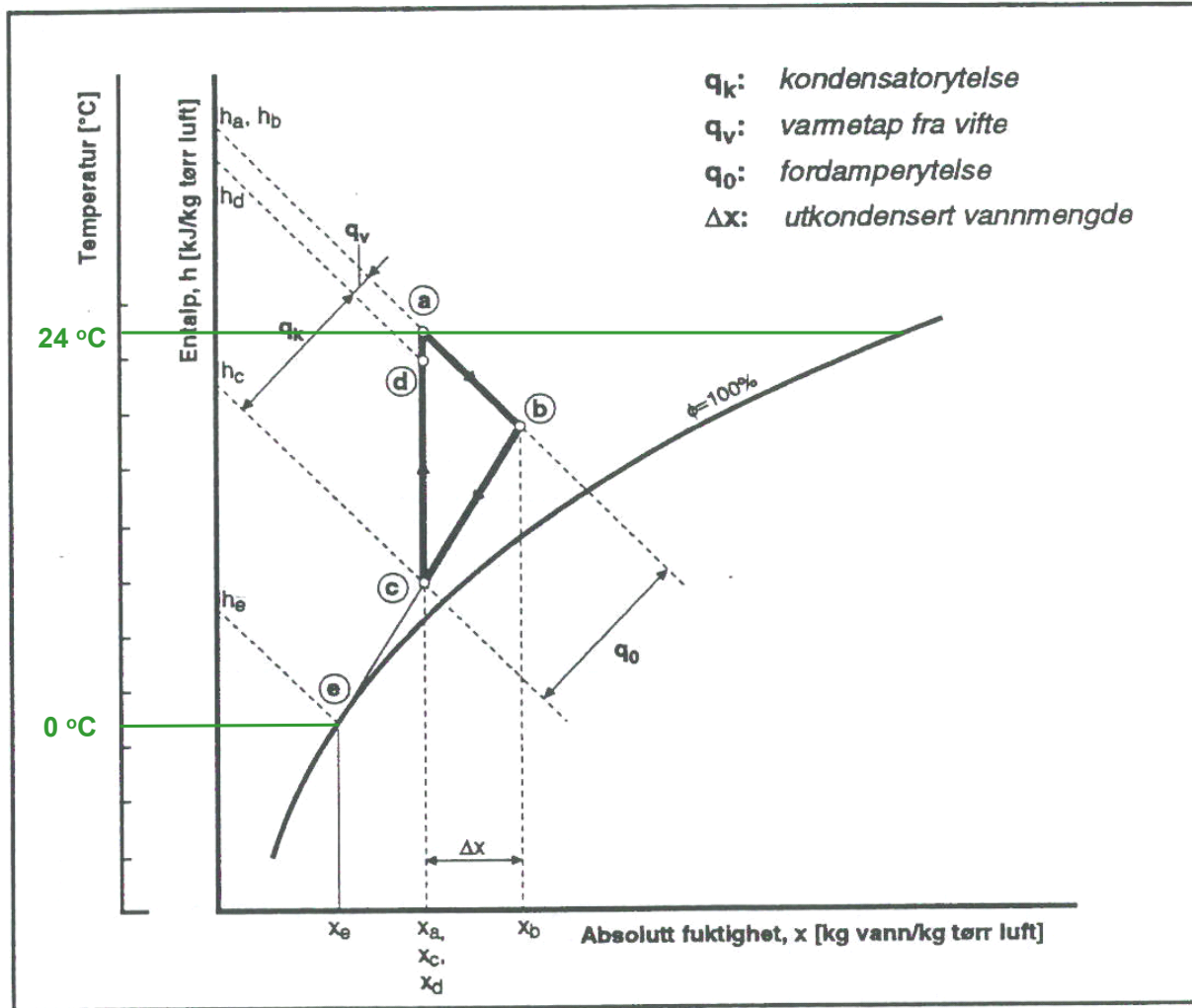
## (PERIODISK INNLEGGING AV VÅT FISK)

- Fokus på energisparing gjorde at tunnelene ble bygget for å gi høy fuktighet ved utløp av tørkesonen noe som krever relativt lange tunneler og mye varer i tørka.

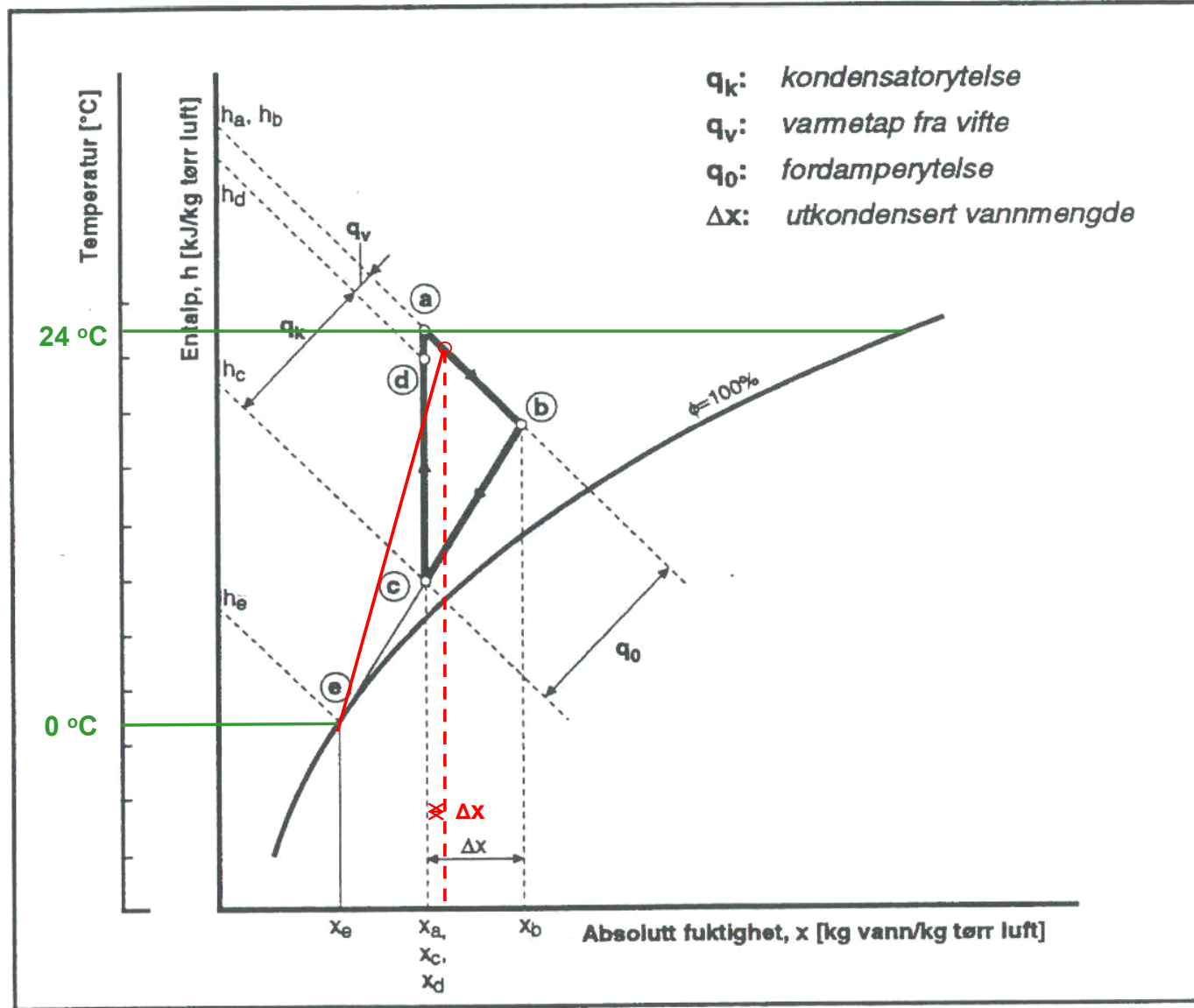


# VARMEPUMPETØRKER

## ENERGIEFFEKTIVITET VED DRIFT AV TØRKEANLEGGET.



# ENERGIEFFEKTIVITET - LITEN OPPFUKTING I TUNNEL



# ***”Fremtidens klippfiskanlegg”***

## **ENERGIEFFEKTIVITET OG DRIFT AV TØRKEANLEGGET.**

### ***Omfattende målingene på fire tørker viser:***

- 1. De to langblåste og ved start av tverrblåst tørke viser rimelig høy luftfuktighet ved utløp tørke og god energieffektivitet (høy verdi  $\Delta h / \Delta x$  ).**

**I tillegg reduseres energibehovet på grunn av effektfaktoren varmepumpa som for et rimelig godt anlegg er i størrelsesorden  $\varepsilon = 3-4$ . (= kuldeytelse/ energiforbruk)**

- 2. Oppfuktingen ( $\Delta x$ ) av lufta er betydelig lavere for tverrblåst tørke og betydelig mer luft må sirkuleres pr. kg vann fjernet – og med større energibehov for vifter.**

# ”Fremtidens klippfiskanlegg”

## Sammendrag av målingene:

### ANLEGG - OPPBYGNING OG MÅLT ENERGIBRUK VED TØRKING

Tørker type	”Langblåst 1”	”Langblåst 2”	”Tverrblåst 1”	”Tverrblåst ny”
Vogner i luftretningen [stk.]	16	22	3	4
Antall vogner totalt [stk.]	80	154	24	40
Energibehov totalt [kW]	63	102	39,6	90
Energibehov pr. vogn i tunnel [kW/vogn]	1,27	0,66	1,65	2,25
Målt spes. energibehov kWh/tonn klippfisk	<b>190</b>	<b>159</b>	<b>396</b>	<b>540</b>

# ***”Fremtidens klippfiskanlegg”***

## **KONKLUSJONER**

- ***Dagens ”tverrblåste” tunneler er energimessig mye dårligere enn langblåste og krever 2 til 4 ganger så mye energi som ”Langblåste” tunneler –I STØRRELSE SOM DE GAMLE OMLUFTTØRKENE***
- ***Størrelsen av varmepumpa stor betydning for energiforbruket og dette er spesielt ugunstig for tverrblåste tunneler. Dette skyldes at ytelsesbehovet for anlegget går drastisk ned når overflatefuktigheten er fjerna (etter ca 1 døgn) og effekten av nedkjølinga blir liten - uten at aggregatet reguleres ned.***
- ***Nye målinger viser at svært tørr luft har betydelig mindre effekt på tørkinga enn vanlig tørketeori tilsier. Det er andre vanntransportproblem som er viktige.***

# ***GOD LANGBLÅST TØRKE***

## **ENERGIBEHOV:**

Ut fra målte data fra tørkene og beregning for er riktig bygget og drevet tørke forutsatt: Luft inn= 23 °C og  $x = 6,5$  g/kg, og tørking til  $\phi = 65$  %, samt tilstand etter fordampner 10 °C. Beregnet energibehov:

$$W = (dh / dx) / \varepsilon + (\Delta hv / \Delta x) = 0,00047 \text{ kg vann/ kJ}$$

*eller 1,7 kg vann fjernet pr kWh energi.*

Energibehov pr kg klippfisk blir om en forutsetter tørking fra 57 % vann i råstoffet til til 47 % i fisken (279 g pr. kg):

$$\Delta W = xvann / SMER = 0,279 / 1,7 = 0,164 \text{ kWh/kg klippfisk}$$

*eller i størrelsesorden 150 –180 kWh/tonn klippfisk.*



# GOD LANGBLÅST TØRKE

## ENERGIBEHOV:

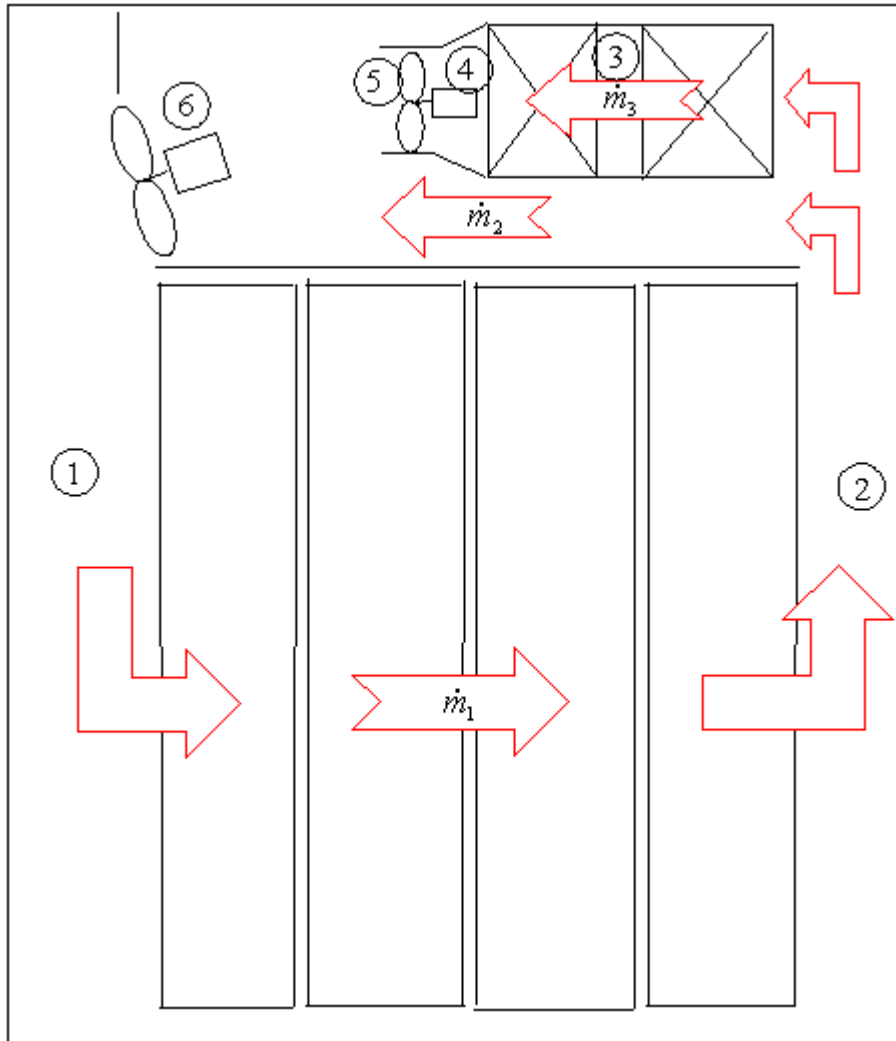
Målinger og beregninger viser:

1: **Varmepumpas ytelse** er lite kritisk for energiforbruket. Eks: **30 % redusert ytelse** beregnet "god" tørke reduserer produksjonen med ca. 6 % og energiforbruket med ca. 13%

2: Det er ikke svært kritisk at en ikke oppnår den svært høye fuktighet ved utløp (lang nok tunnel). **Redusert fukt ut fra 66 % til 60 % gir ved samme varmepumpe økning av energiforbruk på 8,5 %**

# TVERRBLÅSTE TØRKE

## oppbygging og luftsirkulasjon ved "normal" drift



Tunnelform krever stor luftmengde og derfor går bare en del gjennom varmepumpa og luften deles i 3 delstrømmer.

$m_1$  markerer luft-strøm gjennom vognene med fisk,  $m_3$  markerer luft som avfuktes og varmes i varmeveksleraggregat og  $m_2$  markerer luft som strømmer tilbake til sirkulasjonsviften uten å avfuktes /behandles.

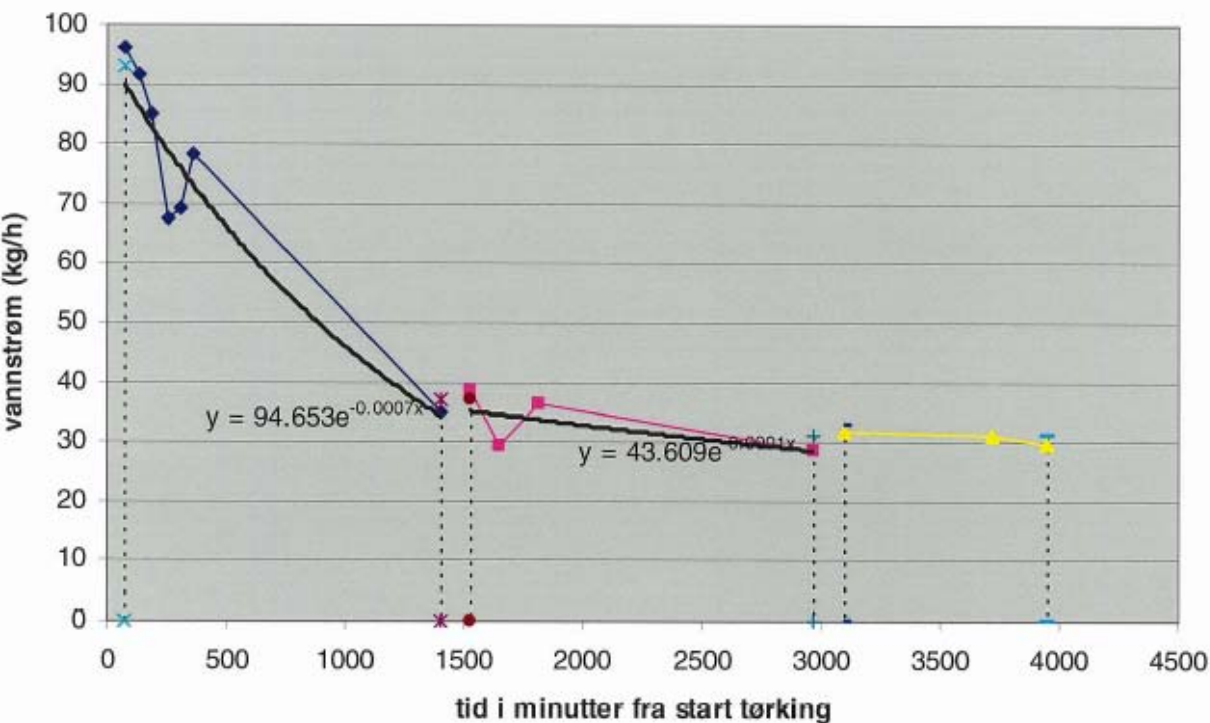
Delstrømmene 2 og 3 blandes foran viftene for tunnelluft (foran punkt 6).

# TVERRBLÅSTE TØRKE

- med satsvisinnsetning (batch)

## ENERGIBEHOV I EN GOD TVERRBLÅST TØRKE

Vannmengden fra fisken reduseres etter som tørrheten økes og lufttilstanden endres under tørkingen.



**UTFORDRING:**

**HVORDAN BYGGE ET  
ENERGIEFFEKTIVT  
AGGREGAT FOR  
VARIERENDE LAST ?**

# TVERRBLÅSTE TØRKE

## ENERGIBEHOV I EN GOD TØRKE

Beregningene er komplisert og basert på målinger i en tørke og beregnet som midlere verdier for de tre hovedperioder.

**Ved beregningen er forutsatt betydelig mer effektive vifter enn ved dagens anlegg og som har riktig dreieretning.**

**1.tørkeperiode (0-24 timer): SMER = 1,8 kg vann/kWh**

**2.tørkeperiode (24-48 timer): SMER = 0,72 kg vann/kWh**

**3.tørkeperiode (48-62 timer): SMER = 0,72 kg vann/kWh**

Optimistisk beregningen av energiforbruket for en **god tverrblåst** tørke med forutsatt tørketid på ca. 66 timer er ca.

**0.952 kWh/kg vann eller 0.265 kWh/kg klippfisk**

# **ENERGIFORBRUK VED GODE ANLEGG**

## **MÅLTALL FOR ENERGIEFFEKTIVE TØRKER**

Om en ser bort fra variasjon anleggsoppbygging og bruksmåten for anleggene er betydelig forskjell i energiforbruk for de to hovedtypene av anlegg.

1: "Langblåst tunnel": Jevn innsetting av saltfisk ved luftutløp og stegvis forflytting i motstrøm med luft til uttak av ferdig tørka vare.

2: "Tverrblåst tunnel": Oppfylling av tunnelen med saltfisk som ferdigtørkes med luftløp over 3 – 4 vogner og liten variasjon i tørking mellom vognene.

Beregningene er basert på målinger og beregninger ved rimelig optimal bruk og tørking fra 57 % til 45 % vanninnhold viser:

***Energiforbruk for langblåst tørke: 160 kWh/tonn klippfisk***

***Energiforbruk for tverrblåst tørke: 300 kWh/tonn klippfisk***

# **TUNNELTYPER OG ENERGIUTNYTTELSE**

**Hovedfokus fremmover er gjennomgang av muligheter for effektivisering og redusert energiforbruk ved å:**

- ***Gi forslag til endring av driftsmåter, utstyr, regulering og styresystem og eventuelt ombygging for å redusere energibruken for eksisterende tunneler.***
- ***Tørkeforsøkene i 2007 viste at etter at et tørrsjikt var dannet var tørkinga svært langsom og mindre avhengig av luftfuktighet og –hastighet enn tidligere kjent. Forsøk for å bestemme tørkekrav i denne perioden blir videreført***
- ***Gjennomføre forsøk med ettertørking på ”lager” med avfuktingsanlegg tilpasset tørkehastigheten i fisken***
- ***Utarbeide forslag til endret oppbygging, anlegg for luftklimatisering og drift av fremtidens anlegg.***

# AGGREGATTYPER OG ENERGIUTNYTTELSE

## Energieffektivisering ved dagens tørker.

**Vifter:** En betydelig faktor for mange tverrblåste tunneler fordi sirkulert luftmengde er stor og med liten oppfukning over produktene.

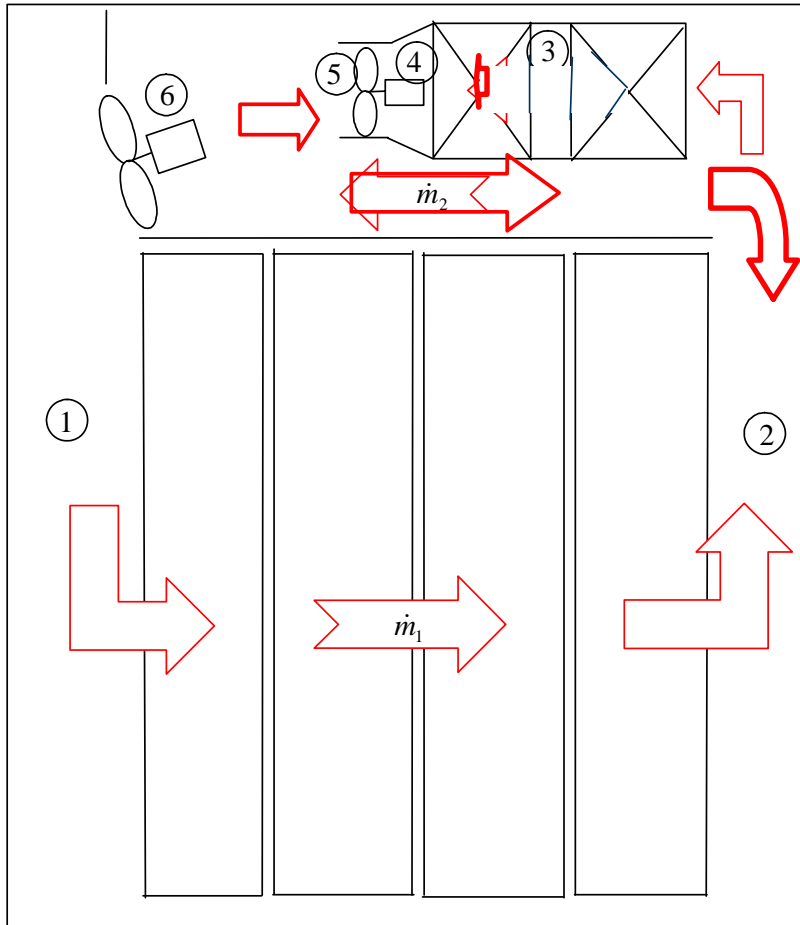
- 1.** Vifter med liten diameter/høyt turtall og 50 % montert med "feil" retning, målinger utført i hovedoppgave viser svært lav virkningsgrad, ned mot 25 %. (**GOD: > 60%**)
- 2.** Mange tunneler bygget med vifter som periodisk "snus" (roterer feil vei), tidels er også annenhver vifte montert slik at 50% roterer feil vei hele tiden.

Konklusjon:

***Viftene må derfor drives med riktig dreieretning uten "snuing", fortrinnsvis også skiftes til mer effektive typer. Lufthastigheten reduseres når en får oppbygget et tørrsjikt på fiskeoverflatene som reduserer vanntransporten. Viftene bør tilpasses dette, eks. vis ved turtallsregulering.***

# TVERRBLÅSTE TØRKER

**”snuing av vifter” fungerer ikke – luften gjennom aggregat er minimal og gir bare stort energitap**



**Vifter som blåser mot hverandre gir bare turbulens og her målte vi minimalt med luft gjennom aggregat**

**At det fortsatt tørker skyldes bare at luften allerede er svært tørr og øker lite i disse periodene selv om aggregatet ikke fjerner vann !!**

**Nyere forskning viser dessuten at tørkehastigheten er lite avhengig av luftas tørrhet og hastighet etter at et tørrsjikt er dannet**



# AGGREGATTYPER OG ENERGI

## Energieffektivisering ved dagens tørker.

*Energieffektiv regulering av aggregatene krever styring av luftstrømmen gjennom fordampere samtidig som kuldeytelsen reduseres. For å opprettholde høyest mulig  $(dh/dx)$ luft styres kuldeytelse og luftmengde slik at fordamperoverflaten har lavest mulig temperatur uten at frysing av kondensat oppstår.*

### 1. Stopp av aggregat.

*Dette er en styring av kuldeanlegg/varmepumper som benyttes, men har klare ulemper og er driftsmessig uheldig for kompressor og spesielt elektromotor, starter, mv.*

### 2. Regulering av kompressorenes ytelse.

Regulering kan oppnås eks. ved av frekvensstyring av motoren, noe som er forholdsvis rimelig og gir kontinuerlig regulering.

Forutsetningen for at disse reguleringsprinsippene skal gi energi effektive aggregat er at luftmengden samtidig reduseres for å redusere fordamperbelastningen.

# ENERGISPARETILTAK

## STRAKSTILTAK (UMIDDELBART!):

- Innstaller målere for temperatur, luftfuktighet og strømforbruk (kWh og amperemeter) på viktige steder.
- Snu ikke luftretningen (viftene)- da fungerer ikke aggregatet og vannfjerningen er minimal
- Kjør ikke aggregat og/eller vifter unødvendig lenge eller med lite varer i tunnelene
- Bruk full tørketemperatur fra start, kan være over 23 °C - hvor høyt avhenger av hvor god reguleringen er. (Øker kapasiteten i en periode hvor det har effekt på tørketiden)
- Vifte- og aggregatkapasiteten bør (om mulig) reguleres ned i siste del av tørkingen
- Om regulering er vanskelig stopp tørka- med åpne dører
- Forsøk ettertørking i lager eller rom med lav fuktighet

# ENERGISPARETILTAK

## På kort eller mellomlang sikt:

- Snu alle vifter så de går riktig vei og innstaller regulering
- Innstaller styre og regulering for aggregat for å få øket luftfuktighet og redusert energiforbruk for aggregat
- Mange anlegg har dårlig styring av kondensatorene som gir unødvendig høyt/varierende trykk og bør bygges om med motorventil og styring
- Det bør gjennomføres forsøk "TØRKELAGER" for kontrollert tørking etter at perioden med rask tørking er over
- Det bør gjennomføres tester med endringer i flekking, salting, lagring, mv. for å redusere vanninnhold og få raskere og jevnere tørking.

# ENERGISPARETILTAK

## På lang sikt (ombygging, nybygg, mv.):

- Gjennomgå totalkonseptet med tining, saltfiskproduksjon, kjølelagring, tørking, ettertørking, lagring, mv. for å finne et konsept for optimalt energianlegg
- Vurder nøye valg av kulde/varmepumpemediet, forbud og høye avgifter på miljøskadelige medier kan gi store kostnader
- Ved et sentralt energianlegg, eventuelt også med indirekte (bruk av "lake" som sirkulerer til forbruksstedet) kan både "kulde" og varme flyttes etter behov på forbruksstedene
- Trolig vil et produksjonsanlegg ha overskudd på varme som kan utnyttet til oppvarming av vann, kontorer, arbeidslokaler, mv.

# ***ENERGISPARETILTAK***

**UT FRA DET VI HAR SETT AV MÅLINGER AV TØRKEHASTIGHET HAR FORESLÅTTE TILTAK FOR ENERGISPARING INGEN EFFEKT PÅ PRODUKSJONEN !!!!**

**VI ØNSKER Å KOMME I KONTAKT MED BEDRIFTER SOM VIL GJENNOMFØRE TILTAK FOR Å BIDRA MED RÅD OG MÅLINGER AV EFFEKT AV ENDRINGER.**

**VI BIDRAR GJENE MED RÅD OG MÅLINGER INNENFOR PROSJEKTETS RAMMER OG ETTER AVTTALE MED PROSJEKTLEDER.**