

Eks. 2

FISKERIDIREKTORATETS  
BIBLIOTEKET

FISKERIDIREKTORATETS KJEMISK-TEKNISKE  
FORSKNINGSINSTITUTT

Vurdering av drifts- og anleggskostninger  
ved forskjellige oppvarmingsmåter ved tørking av fisk.

---

ved Einar Sola.

R.nr. 36/57.  
A.h. 1/ .

BERGEN

## Konklusjon.

Hvordan dampoppvarming eller oppvarming med oljefyrt varmeveksler vil ligge an omkostningsmessig i forhold til elektrisk oppvarming ved tørking av fisk, avhenger i høy grad av hvilken fyroljetype der blir tale om, og også i høy grad av virkningsgraden for damp- og oljefyringsaggregatet, samt av om anleggsomkostningene for hele dampanlegget må belastes denne tørkingen.

Hvis dampanlegget er til stede og anleggsomkostningene belastet annen produksjon, vil dampoppvarming, forutsatt 200 driftsdøgn/år og 70 % virkningsgrad for dampanlegget, kunne konkurrere med en strømpris på over

4,5	øre/kWt	hvis	fyrolje	nr. 1	nytt	,
3,0	"	"	"	"	4	" , og
2,8	"	"	"	"	6	" .

I forhold til elektrisk oppvarming vil det lønne seg å anskaffe oljefyrt varmluftsaggregat for

fyrolje	nr. 1	ved	strømpris	over	4,1	øre/kWt,
"	"	4	"	"	2,8	" ,
"	"	6	"	"	2,7	" .

Damp- eller varmtvannsanlegg synes i alle tilfeller å bli dyrere enn oljefyrt varmluftsaggregat. For at det skal lønne seg å anskaffe damp- eller varmtvannsanlegg for fyrolje nr. 1, må strømprisen være over 5,5 øre/kWt, og for fyrolje nr. 4 over 4,0 øre/kWt.

Fyringsolje nr. 4 må i hvert fall anses som meget brukbar selv for små anlegg, og med oljefyrt varmluftsaggregat må da strømprisen være under 2,8 øre/kWt for at elektrisk oppvarming skal kunne konkurrere.

## Vurdering

Følgende oppvarmingsmåter kan komme på tale:

- I. Elektrisk oppvarming.
- II. Dampoppvarming,

- a) Med høytrykksdamp
- b) Med lavtrykksdamp eller varmt vann.

### III. Indirekte fyrgassoppvarming.

Vurderingen omfatter følgende varmeforbruk i tørken:

- 1) 50.000 kcal/h
- 2) 100.000 kcal/h.

Selve tørken med vifteanlegg kan en gå ut fra er den samme for samtlige alternativer, og holdes derfor utenfor vurderingen. Det samme gjelder for såvidt også utnyttelsen av tørkeluften som en må kunne forutsette er den samme for samtlige alternativer. Eventuell automatisk fuktighetsregulering kan en også gå ut fra vil kunne gjøres med samme utstyr ved samtlige alternativer. Det som da kan bli forskjellig er anleggskostningene for selve oppvarmingsarrangementet og driftsomkostningene i forbindelse med samme.

### Elektrisk oppvarming.

Ved elektrisk oppvarming må en regne med at en må ha godt sikringsutstyr. Viftene vil være utstyrt med beskyttelsesbrytere, som vil være de samme for samtlige alternativer, og tas derfor ikke med her. Utenom disse kreves da i forbindelse med varmeelementet reguleringstermostater som holder en bestemt temperatur på tørkeluften, samt en beskyttelsestermostat med forrigling som slår ut varmeelementet hvis temperaturen i dettes umiddelbare nærhet blir for høy, og som også forhindrer at strømmen settes på automatisk etter en strømstans.

### Anleggskostninger.

Ved ytelse:	<u>50.000 kcal/h</u>	<u>100.000 kcal/h</u>
Varmeelementer	kr. 3.000,-	kr. 6.000,-
Beskyttelsestermostater, reguleringstermostater, kontaktorer	" 1.300,-	" 2.200,-
Div. kabel og brytere	" 300,-	" 300,-
Montering, frakt, emballasje	" 800,-	" 800,-
Uforutsett	" 600,-	" 700,-
Tilsammen	<u>kr. 6.000,-</u>	<u>kr. 10.000,-</u>

	<u>50.000 kcal/h</u>	<u>100.000 kcal/h</u>
Strømforbruk	<u>ca. 60 kW</u>	<u>ca. 120 kW.</u>

### Dampoppvarming.

I dette tilfelle hvor det bare blir tale om lav lufttemperatur ( $10-20^{\circ}$ ), kan der ved dampoppvarming bli tale om både høytrykks- og lavtrykksdamp. I begge tilfeller blir det tale om et kjelanlegg utenfor tørken og en varmeveksler for oppvarming av tørkeluften. Denne varmeveksler kan en regne med ikke vil ha større ytre dimensjoner enn den elektriske varmeveksler. Isolasjonstap o.l. i forbindelse med selve varmeveksleren kan en derfor gå ut fra blir de samme.

Dampanlegget må ha brenner- og fødevannsutstyr, som kan være manuelt eller helautomatisk betjent. Ved manuell betjening, må en regne med fyrbøter døgnet rundt. Ved helautomatisk dampanlegg forutsettes at fyrbøter kan unngås. Et visst tilsyn en eller et par ganger i døgnet må en i alle fall regne med for samtlige alternativer.

Reguleringen av varmetilførselen til tørkeluften kan enten skje ved at: a) all tørkeluften passerer varmeveksleren, og varmetilførselen reguleres ved termostatisk regulering av damptilførselen, eller ved at: b) varmeveksleren har konstant full damptilførsel (altså fullt kjeltrykk) og at så varmetilførselen til tørkeluften reguleres ved å la bare endel av den passere varmeveksleren. En må da ha termostatstyrt spjell for deling av luften. Hvilket system som velges blir et omkostningsspørsmål.

Ved regulering av damptilførselen vil en få det forhold at damptrykket i varmeveksleren kan bli adskillig lavere enn på kjelen. For å få kondensvannet tilbake på kjelen blir en da nødt til å ha pumpe og helst også mellomliggende kondensvanntank.

Ved regulering av lufttilførselen står varmeveksleren til enhver tid under fullt kjeltrykk, og hvis den da er plasert endel over vannivået i kjelen vil kondensvannet kunne renne tilbake på kjelen av seg selv, og en vil få en naturlig sirkulasjon. Pumpe kan da unngås i den forbindelse, men kjelen må i alle tilfeller ha fødepumpe.

Ved meget gode kjelanlegg regnes sjelden over 80 % virkningsgrad. Ved slike små kjeler som det her blir tale om, kan en vanske-

lig regne med bedre enn 70 % virkningsgrad. Dette gjelder både høytrykks- og lavtrykksanlegg.

En får da:

Anleggsomkostninger.

a) For høytrykksdampanlegg:

	Varmeytelse:	50.000 kcal/h	100.000 kcal/h
	Dampforbruk:	<u>ca. 100 kg/h</u>	<u>ca. 200 kg/h</u>
1. Dampkjel (røkrørskjel)	kr. 6.000,-		kr. 9.000,-
2. Tungoljebrenner (helautomatisk)	" 5.000,-		" 6.000,-
3. Elektr. fødepumpe (helaut.)	" 2.000,-		" 2.000,-
4. Dagtank og skorstein	" 2.500,-		" 3.000,-
5. Innmuring, isolasjon	" 2.000,-		" 2.500,-
6. Montering, frakt, rør, etc.	" 2.500,-		" 3.000,-
7. Varmeveksler	" 1.500,-		" 2.000,-
8. Termost. dampventil eller spjell	" 1.500,-		" 1.500,-
9. Uforutsett	" 1.000,-		" 1.000,-
	Tilsammen	<u>kr. 24.000,-</u>	<u>kr. 30.000,-</u>

b) For lavtrykksdampanlegg (varmtvannsanlegg):

	Varmeytelse:	<u>50.000 kcal/h</u>	<u>100.000 kcal/h</u>
1. Kjøl med pumper, varmeveksler, montering, innmuring, frakter, etc.	kr. 11.000,-		kr. 16.000,-
2. Helautomatisk brenner, pumper, dagtank, termostat, etc.	" 8.000,-		" 9.000,-
3. Uforutsett	" 1.000,-		" 1.000,-
	Tilsammen	<u>kr. 20.000,-</u>	<u>kr. 26.000,-</u>

Brenselomkostningene avhenger av oljepriser og fyrroljeforbruk. Oljeprisen avhenger av hvilken olje som nyttes, og forbruket avhenger av dampanleggets totale virkningsgrad som kan være fra 60 til 80 %, alt etter hvor godt kjelanlegget er og hvor godt det passes. Fyrroljeforbruket pr. forbrukt varmeeinheit vil være det samme ved samme kjelvirkningsgrad uansett anleggets størrelse. I nedenstående oppstilling er derfor beregnet Oljeforbruk og brenselomkostninger pr. 100.000 kcal forbrukt i varmeveksleren:

Tabell 1.

Total virkningsgrad	60 %	70 %	80 %
1. <u>Fyroljeforbruk</u> (kg/100.000 kcal)	16,7	14,3	12,5
2. <u>Brenselomkostninger</u> (kr/100.000 kcal)			
Fyrolje nr. 1 (0,37 kr/kg)	6,17	5,29	4,62
"    "    2 (0,335 " )	5,60	4,79	4,19
"    "    3 (0,272 " )	4,54	3,89	3,40
"    "    4 (0,244 " )	4,07	3,49	3,05
"    "    5 (0,238 " )	3,97	3,40	2,98
"    "    6 (0,229 " )	3,82	3,28	2,86

Brenselomkostningene er som en ser i høyeste grad avhengig av både kjelanlegget og fyroljetypen. Med hensyn til fyroljetypen er å bemerke at oljer fra nr. 3 og oppover krever oppvarming før brenneren, og olje nr. 6 er dessuten så tykk at den krever oppvarming på lagertanken.

Disse brenselomkostninger må en regne med både ved høytrykks- og lavtrykks-dampanlegg. Ved helautomatiske anlegg av denne størrelse vil antakelig ikke tyngre olje enn nr. 4 (muligens 5) kunne brukes.

Ved en bedrift hvor en fra før har eller trenger dampanlegg i forbindelse med annen produksjon eller oppvarming, slik at anleggsomkostningene i forbindelse med tørrfisketørken bare blir varmeveksleren, kan en regne med at denne ikke vil bli dyrere (antakelig billigere) enn den elektriske varmeveksler. Der blir i hvert fall så liten forskjell i anleggsomkostningene at de kan ses bort fra, og det blir da bare brenselomkostningene som teller ved vurderingen. En får da når en forutsetter 1 kWt = 860 kcal:

Maksimum strømpris for ballanse mellom elektrisk og dampoppvarming.

Tabell 2.

Dampanleggets totale virkningsgrad	60 %	70 %	80 %
Maksimum strømpris (øre/kWt): Fyrolje nr. 1	5,27	4,52	3,95
"    "    2	4,78	4,10	3,58
"    "    3	3,88	3,32	2,90
"    "    4	3,48	2,98	2,60
"    "    5	3,38	2,90	2,55
"    "    6	3,26	2,80	2,45

Som det fremgår av oppstillingen ovenfor spiller både fyr-oljetypen og dampanleggets virkningsgrad en stor rolle ved vurderingen av hvilken strømpris som maksimalt kan betales, for å kunne konkurrere med dampoppvarming, når anleggssomkostningene er de samme.

Virkningsgraden for dampanlegget vil antakelig mest alminnelig ligge omkring 70 %, og i det tilfelle vil en strømpris under 5,3 øre/kWt gi lavest varmeomkostninger sammenliknet med dampoppvarming med fyrrolje nr. 1. Ved fyrrolje nr. 4 må strømprisen ligge under 3,5 øre/kWt for å kunne konkurrere, og ved fyrrolje nr. 6 under 3,3 øre/kWt.

#### Oljefyrt varmluftsaggregat.

Det er logisk at hvis en ikke på forhånd ved bedriften har damp- eller varmtvannsanlegg, må det anleggsmessig bli adskillig billigere å sløfye mellommediet damp eller vann og heller overføre varmen fra fyrgassene direkte til tørkeluften i en egnet varmeveksler. Der eksisterer forlengst standardtyper av slike varmluftsaggregater som arbeider etter dette prinsipp. For slike anlegg vil en antakelig få følgende anleggssomkostninger:

	<u>50.000 kcal/h</u>	<u>100.000 kcal/h</u>
Varmluftsaggregat med helauto. brennerutstyr og termost.styring	kr. 7.800,-	kr. 12.000,-
Frakter, montering, isolering	" 2.200,-	" 3.000,-
Uforutsett	" 1.000,-	" 2.000,-
Tilsammen	<u>kr. 11.000,-</u>	<u>kr. 17.000,-</u>

Virkningsgraden oppgis til 80-85 %. Nokså vanlig sies å være ca. 82 %. Dermed skulle en få:

Oljeforbruk og brenselomkostninger pr. 100.000 kcal forbrukt i tørken:

Tabell 3.

Virkningsgrad	80 %	82 %	85 %
1. <u>Fyroljeforbruk</u> (kg/100.000 kcal)	12,5	12,2	11,8
2. <u>Brenselomkostninger</u> (kr/100.000 kcal)			
Fyrolje nr. 1 (0,370 kr/kg)	4,62	4,51	4,36
"      "   2 (0,335 " )	4,19	4,09	3,95
"      "   3 (0,272 " )	3,40	3,32	3,21
"      "   4 (0,244 " )	3,05	2,98	2,88
"      "   5 (0,238 " )	2,98	2,90	2,81
"      "   6 (0,229 " )	2,86	2,80	2,71

Det gjelder også her som for dampoppvarming at virkningsgraden avhenger mye av at aggregatet innstilles og kjøres riktig. Stort sett må en da regne med noe bedre virkningsgrad for et varmluftsaggregat enn for et dampanlegg.

Videre får en:

Maksimal strømpris for ballanse med varmluftsaggregat.  
(anleggskostninger ikke tatt i betraktning)

Tabell 4.

Virkningsgrad	80 %	82 %	85 %
Maksimum strømpris (øre/kWt): Fyrolje nr. 1	3,95	3,85	3,72
"      "   2	3,58	3,50	3,38
"      "   3	2,90	2,84	2,74
"      "   4	2,60	2,54	2,45
"      "   5	2,55	2,49	2,40
"      "   6	2,44	2,40	2,32

Regner en med en virkningsgrad omkring 80 % og ser en bort fra anleggskostningene, må altså strømprisen ligge under 4 øre/kWt for å kunne konkurrere med fyrolje nr. 1. Ved tunge oljer (5 og 6) må den ligge under 2,5 øre/kWt.



Anleggskostningenes betydning.

Hvis anleggskostningene blir forskjellige for de alternativer som sammenliknes vil amortisering og forrenting av disse spille en viss rolle i vurderingen. Forrenting og vedlikehold kan settes til minst 5 % p.a. Amortiseringstiden kan selvsagt diskuteres. Ved annen fiskeindustri regnes vanligvis for maskiner ikke lenger amortisering enn 10 år, og en antar det må være riktig å fegne med det samme her.

Når slike faste årlige omkostninger kommer inn i billedet, vil selvsagt også driftstiden og årlig varmekonsum gjøre det. Antall driftsdøgn pr. år kan selvsagt være så forskjellig for de forskjellige steder og forskjellige år, men mindre enn 100 døgn og mer enn 300 døgn kan vel vanskelig regnes med pr. år. En antar derfor det vil være riktig å gjennomføre vurderingen for 100, 200 og 300 driftsdøgn/år.

Det som har interesse ved denne vurdering er hvor mye større de faste omkostningene blir ved alt. II og III enn ved alt. I.

En får da:

Tabell 5.

Faste omkostninger alt. II og III ÷ faste omkostninger alt. I.

	Alt. II ÷ Alt. I		Alt. III
	a	b	÷ Alt. I
Varmekap. 50.000 kcal/h	2700,- kr/år	2100,- kr/år	750,- kr/år
" 100.000 "	3000,- kr/år	2400,- kr/år	1050,- kr/år

Denne økning i faste omkostninger ved alt. II og III i forhold til alt. I, vil bety en økning i varmeomkostningene, som ved foran nevnte driftsdøgn vil bli:

Tabell 6.

Økning i faste omkostninger pr. 100.000 kcal.

	50.000 kcal/h			100.000 kcal/h		
	Alt.IIa	Alt.IIb	Alt.III	Alt.IIa	Alt.IIb	Alt.III
Ved 100 d/år	2,25	1,75	0,62	1,25	1,00	0,44
200 "	1,12	0,88	0,31	0,62	0,50	0,22
300 "	0,75	0,58	0,21	0,42	0,33	0,15

Tabell 7.

Tilsvarende merpris som kan betales for elektrisk varme (øre/kWt).

	50.000 kcal/h			100.000 kcal/h		
	Alt.IIa	Alt.IIb	Alt.III	Alt.IIa	Alt.IIb	Alt.III
Ved 100 d/år	1,92	1,50	0,54	1,07	0,86	0,38
200 "	0,96	0,75	0,27	0,53	0,43	0,19
300 "	0,64	0,50	0,18	0,36	0,29	0,13

Som en ser spiller anleggskostningene en viss rolle, særlig ved lav årsproduksjon. Går en ut fra at 200 driftsdøgn/år vil være nokså vanlig, ser en at ved en kapasitet på 50.000 kcal/h vil en kunne betale 0,85 øre/kWt mer for elektrisk varme sammenliknet med høytrykksdamp, og 0,3 øre/kWt sammenliknet med oljefyrt varmluftsaggregat. Ved varmekapasitet 100.000 kcal/h får en tilsvarende 0,5 og 0,2 øre/kWt. Dette må vel sies å være beskjedne tall. Spesielt må oljefyrt varmluftsaggregat sies å ligge godt an.

I etterfølgende tabell 8 og 9 er vist hvilken maksimal strømpris som kan betales for at elektrisk oppvarming skal konkurrere med dampoppvarming og varmluftsaggregat når hensyn tas også til anleggskostningene. Antar en at ca. 200 driftsdøgn/år vil være rimelig og likeens at sannsynlig virkningsgrad for kjelanlegget er 70 % og for varmluftsaggregatet 80 % får en:

Maksimal strømpris (øre/kWt).

	Dampoppv. uten anl. omkostn.	Anleggskostninger medtatt		
		Alt.IIa	Alt.IIb	Alt.III
Fyrolje nr. 1	4,52	5,48	5,27	4,12
" 2	4,10	5,06	4,85	3,77
" 3	3,32	4,28	4,07	3,11
" 4	2,98	3,94	3,73	2,81
" 5	2,90	3,86	3,65	2,76
" 6	2,80	3,76	3,55	2,67

Bergen, 8. november 1957.

Einar Sola.

Tabell 8.

Varmekapasitet 50.000 kcal/h.

Maksimal strømpris for ballanse med elektrisk oppvarming (anleggsomkostninger tatt i betraktning) (øre/kWt).

Virkningsgrad	Alt. IIa			Alt. IIb			Alt. III		
	60 %	70 %	80 %	60 %	70 %	80 %	80 %	82 %	85 %
Fyrolje nr. 1									
100 d/år	7,19	6,44	5,87	6,77	6,02	5,45	4,49	4,39	4,26
200 "	6,23	5,48	4,91	6,02	5,27	4,70	4,22	4,12	3,99
300 "	5,91	5,16	4,59	5,77	5,02	4,45	4,13	4,03	3,90
Fyrolje nr. 2									
100 d/år	6,69	6,02	5,50	6,27	5,60	5,08	4,12	4,04	3,92
200 "	5,73	5,06	4,57	5,52	4,85	4,33	3,85	3,77	3,65
300 "	5,41	4,74	4,22	5,27	4,60	4,08	3,76	3,68	3,56
Fyrolje nr. 3									
100 d/år	5,79	5,24	4,82	5,37	4,82	4,40	3,44	3,38	3,28
200 "	4,83	4,28	3,89	4,62	4,07	3,65	3,17	3,11	3,01
300 "	4,51	3,96	3,54	4,37	3,82	3,40	3,08	3,02	2,92
Fyrolje nr. 4									
100 d/år	5,39	4,90	4,52	4,97	4,48	4,10	3,14	3,08	3,00
200 "	4,43	3,94	3,59	4,22	3,73	3,35	2,87	2,81	2,73
300 "	4,11	3,62	3,24	3,97	3,48	3,10	2,78	2,72	2,64
Fyrolje nr. 5									
100 d/år	5,29	4,82	4,47	4,87	4,40	4,05	3,09	3,03	2,95
200 "	4,33	3,86	3,54	4,12	3,65	3,30	2,82	2,76	2,68
300 "	4,01	3,54	3,19	3,87	3,40	3,05	2,73	2,67	2,59
Fyrolje nr. 6									
100 d/år	5,17	4,72	4,37	4,75	4,30	3,95	2,98	2,94	2,87
200 "	4,21	3,76	3,44	4,00	3,55	3,20	2,71	2,67	2,60
300 "	3,89	3,44	3,09	3,75	3,30	2,95	2,62	2,58	2,51

Tabell 9.

Varmekapasitet 100.000 koal/h.

Maksimal strømpris for ballanse med elektrisk oppvarming (anleggs-  
omkostninger tatt i betraktning) (øre/kWt).

Virkningsgrad	Alt. IIa			Alt. IIb			Alt. III		
	60 %	70 %	80 %	60 %	70 %	80 %	80 %	82 %	85 %
Fyrolje nr. 1									
100 d/år	6,34	5,59	5,02	6,13	5,38	4,81	4,33	4,23	4,10
200 "	5,80	5,05	4,48	5,70	4,95	4,38	4,14	4,04	3,91
300 "	5,63	4,88	4,31	5,57	4,82	4,25	4,08	3,98	3,85
Fyrolje nr. 2									
100 d/år	5,84	5,17	4,65	5,63	4,96	4,44	3,98	3,88	3,76
200 "	5,30	4,63	4,14	5,20	4,53	4,01	3,77	3,69	3,57
300 "	5,13	4,46	3,94	5,07	4,40	4,88	3,71	3,63	3,51
Fyrolje nr. 3									
100 d/år	4,94	4,39	3,97	4,73	4,18	3,76	3,28	3,22	3,12
200 "	4,40	3,85	3,46	4,30	3,75	3,33	3,09	3,03	2,93
300 "	4,23	3,68	3,26	4,17	3,62	3,20	3,03	2,97	2,87
Fyrolje nr. 4									
100 d/år	4,54	4,05	3,67	4,33	3,84	3,46	2,98	2,92	2,84
200 "	4,00	3,51	3,16	3,90	3,41	3,03	2,79	2,73	2,65
300 "	3,83	3,34	2,96	3,77	3,28	2,90	2,73	2,67	2,59
Fyrolje nr. 5									
100 d/år	4,44	3,97	3,62	4,23	3,76	3,41	2,93	2,87	2,79
200 "	3,90	3,43	3,13	3,80	3,33	2,98	2,74	2,68	2,60
300 "	3,73	3,26	2,91	3,67	3,20	2,85	2,68	2,62	2,54
Fyrolje nr. 6									
100 d/år	4,32	3,87	3,52	4,11	3,66	3,31	2,82	2,78	2,71
200 "	3,78	3,33	3,01	3,68	3,23	2,88	2,63	2,59	2,52
300 "	3,61	3,16	2,81	3,55	3,10	2,75	2,57	2,53	2,46

