

Årsberetning vedkommende Norges fiskerier
1928 — Nr. V

Om tørking

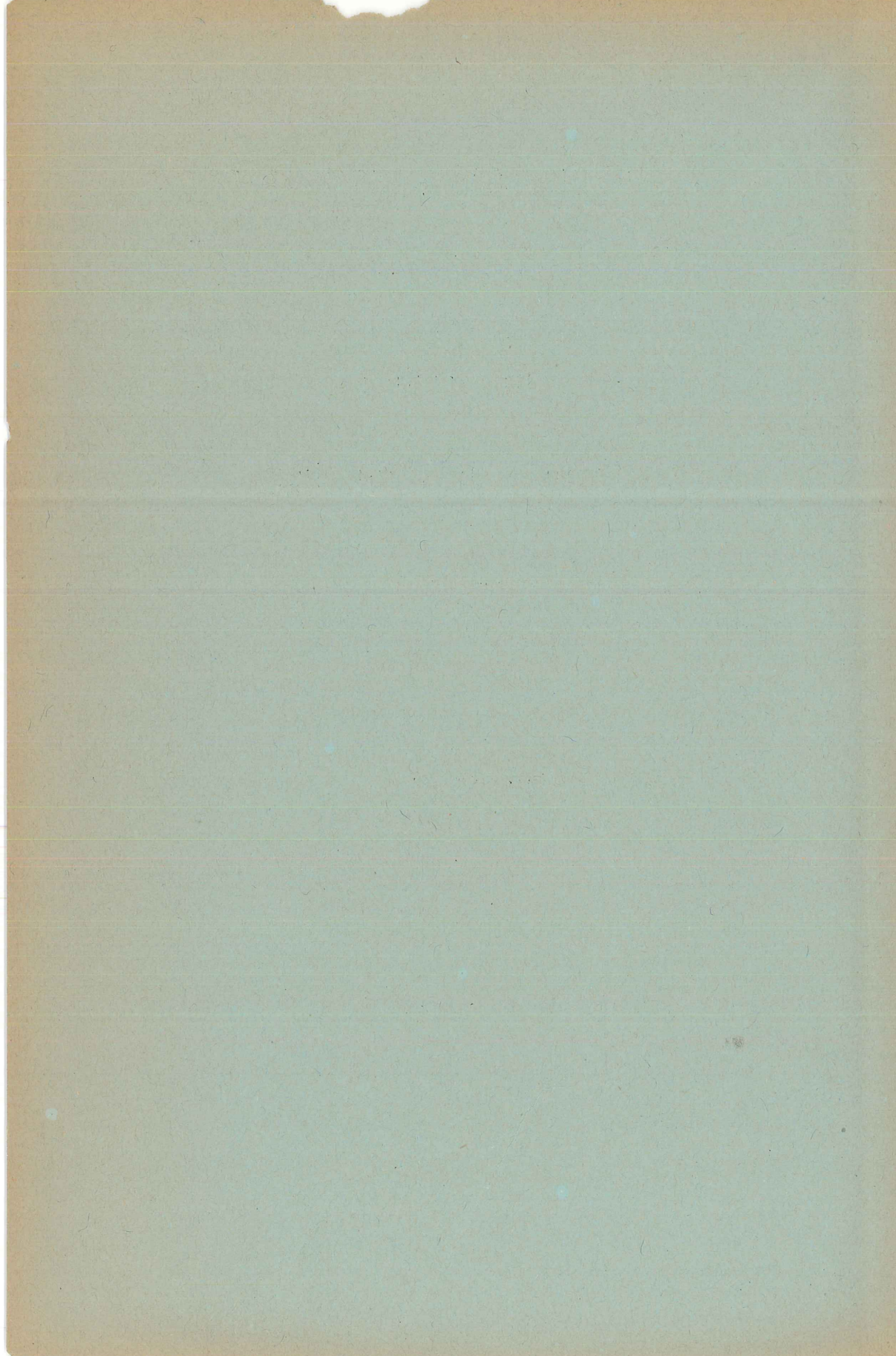
Tørking av fersk fisk

Av
Henrik Bull
Bestyrer

Utgitt av
Fiskeridirektøren

1929
A.S. John Griegs Boktrykkeri - Bergen

Pris kr. 0.50



Årsberetning vedkommende Norges fiskerier
1928 — Nr. V

Om tørking

Tørking av fersk fisk

Av
Henrik Bull
Bestyrer

Utgitt av
Fiskeridirektøren

1928
A.S. John Griegs Boktrykkeri - Bergen

Tørking av fersk fisk har vært praktisert her i landet i meget lang tid, og man har visstnok den hele tid gått frem på samme måte, ved hjelltørking. Denne faller meget billig, men produktets kvalitet avhenger sterkt av været. Hvis man kunde få en bekvem tørking innendørs, så skulde man kunne bli uavhengig av været. Fra Finnmark fremkom der krav om forsøk med kunstig tørking. Her foregår nemlig et stort fiske om sommeren, og at tørke denne fisk på hjell har alltid falt vanskelig, da man er utsatt for at fisken blir befengt med fluemakk. Imidlertid har man forsøkt andre botemidler. Man har gjort hjellene meget høiere, eller man har bygget dem over sjø på fjæregrunn og endelig har man i det siste forsøkt å behandle fisken med formalin. Alle disse midler virker til en viss grad. Men helt tilfredsstillende er de ikke, hvorfor man fremdeles har behov for en fremgangsmåte for kunstig tørking av fersk fisk. Denne kunstige tørking gjelder forøvrig ikke bare fisk. Kan metoden bli billig nok, vil en sådan også kunne komme landbruket til gode. Ser man hen til hvad betydning dette spørsmål har, så kan der vel ikke være tvil om at saken er vel verd at der ofres nogen penger på den. Igjennem nogen år har der vært gjort en del forsøk hermed, og de direkte bevilgninger hertil har kanskje andradd til en 10 000 kroner.

Man får vel være enig om at dette er en meget beskjeden sum i forhold til den viktighet saken har, og ser man så hen til at disse tørkingsproblemer hører til de vanskeligere ingeniøropgaver, så må det forundre at myndighetene i de seneste år ikke har villet bevilge nogen penger hertil.

Ved den slags opgaver må vedkommende uvilkårlig først samle sig en del erfaring. Dette er omkostninger som må betales. Vi har samlet disse erfaringer. Når så der ikke kommer nye bevilgninger er disse erfaringer å betrakte som bortkastet, delvis da. For at der dog skal foreligge et resultat fra disse arbeider fremkommer denne beretning, idet man skal begynne med en teoretisk betraktning over tørkingsproblemet og så fortsette med en beretning over de praktiske forsøk som blev utført.

Teoretisk betraktning over tørkingsproblemet.

Da kunstig tørking av klippfisk er blitt meget almindelig her tillands, kunde mange nære den formodning at den samme tørkemåte (ved opvarmet luft) måtte kunne anvendes ved tørking av fersk fisk. Gjentagne forsøk har imidlertid vist at dette ikke går. Forsøket lykkes kun i koldt, tørt vær.

Luften langs Norges kyst er som regel så fuktig, at den ikke uten videre kan anvendes til tørking av fersk fisk i lukkede rum. Da luften som nevnt ikke for dette øiemed kan gjøres mere tørkende ved opvarming, kan dette kun skje ved at der fjernes fuktighet fra luften, og dette kan igjen tenkes utført på to måter: Enten ved sterk avkjøling, så fuktigheten skiller sig ut (for tørkingen må så atter luften opvarmes), eller ved hjelp av kjemiske midler. Å anvende den første metode synes omstendelig. Man måtte ha enten kuldemaskiner med store varmeutvekslere, eller store kompressorer. Et sådant anlegg vilde derfor utvilsomt bli dyrt, og derfor skal vi heller ikke gå nærmere inn på den sak. Forenn vi går over til vårt hovedemne, anvendelse av kjemiske midler til tørking, må vi gjøre oss fortrolig med

Almindelig bedømmelse av luftens tørkingsevne.

Herunder skal vi lære å kjenne de mål man bruker og se, hvorledes man kan komme til en tallmessig bedømmelse av forholdet.

Luftens evne til å opta vann uttrykker man på tre forskjellige måter.

1. Som damptrykk (tensjon), i millimeter kvikksølv. 2. Som antall gram vann, inneholdt i en kubikkmeter (i håndbøker gjerne som gram vann i hvert kilo luft), og 3. Som procent av luftens maksimale evne til å opta vann ved en bestemt temperatur. Det bemerkes at antall gram vann pr. kubikkmeter svarer i tall omtrent til den tilsvarende tensjon.

Alle disse mål har sine fordeler. Det hyppigst anvendte apparat til bestemmelse av luftens fuktighet, hårhygrometret, gir resultatet direkte i procent. Man vil forstå at 100 pct. vilde antyde at luften var helt mettet, 50 pct. at den kun er halvmettet. Denne betegnelse synes altså helt tilfredsstillende. Imidlertid gir disse procenter kun et relativt forhold, ikke noget absolutt. Det siste får man gjennom betegnelsen gram enten pr. kubikkmeter eller pr. kilo luft. For fagmannen er den siste betegnelse den bekvemmeste av den grunn, at luften utvider sig ved opvarming, hvorimot et kilo luft er et uforanderlig begrep. Her skal vi imidlertid anvende begrepet gram vann pr. kubikkmeter, fordi folk flest har lettere for å fatte, hvad en kubikkmeter luft er enn et kilo luft.

Luftens evne til å opta fuktighet vokser meget sterkt med økende temperatur. Dette får man et begrep om ved å betrakte hosfødede gra-

GRAM VAND PR. m^3 LUFT.

TEMP °C.

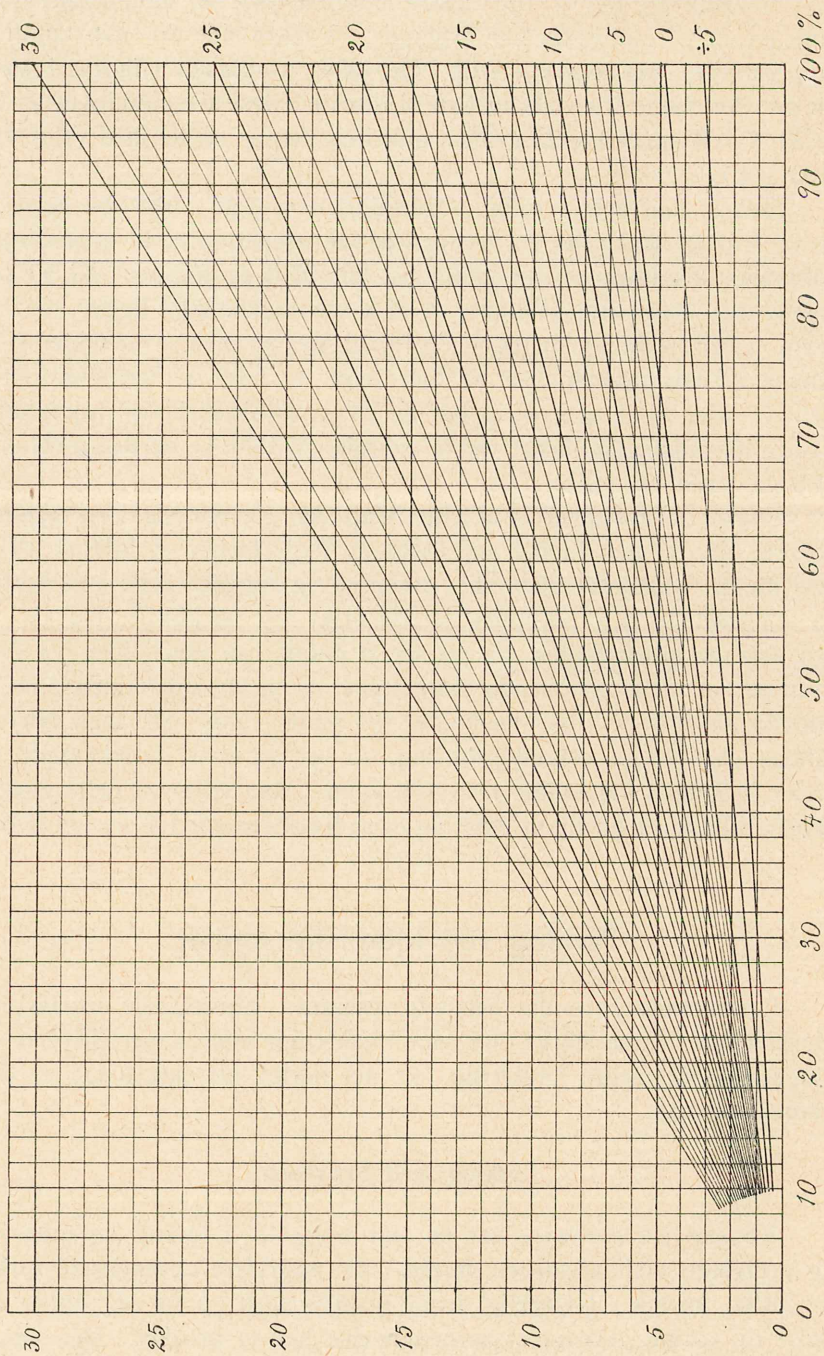


Fig 1

fiske fremstilling, fig. 1. På venstre loddrette linje ser man anført gram vann pr. m.³, i innbyrdes like avstand. På høire side ser man angitt de temperaturer, som svarer hertil. Her økes avstanden efterhvert sterkt opover. Av denne fremstilling kan vi direkte avlese at en kubikkmeter luft av 25° C. vil inneholde 23 gram vann, hvis den er mettet med vanddamp (100 pct.).

Men vi kan avlese mere: Grunnlinjen er delt i 100 like deler, og der er trukket skrålinjer fra de forskjellige temperaturer til grunnlinjens nullpunkt. Forfølger vi nu linjen fra 25° til 0 og stopper ved 50 pct.-linjen (den loddrette), så finner vi at kryssningspunktet ligger ved 11.5 gram. (Dette kunde man regne sig til, vil man si, men:) Så følger vi fra samme kryssningspunkt over til høire side og leser av temperaturen til 13.5° C. Det vil si, at hvis en luft av 25° er halvmettet med fuktighet så vil den bli fullstendig mettet ved å avkjøles til 13.5° C. og den inneholder 11.5 gr. vann pr. m.³.

Ønsker vi eksempelvis at vite, hvad der går for sig i en tørkings, prosess, når vi har funnet ved hjelp av hygrometret at luft av 15° C. med 40 pct. fuktighet trer inn i tørkeriet og forlater dette som luft av 16° og med 70 pct. fuktighet, så forfølger jeg skrålinjen fra 15° til den skjærer procentlinjen 40, og ser at denne luft inneholder 5.1 gram vann pr. m.³ På tilsvarende måte finner vi at en kubikkmeter av den undvikende luft, av 16°, inneholder 9.5 gram vann. Ser man bort fra luftens ubetydelige volumforandring, så ser vi at en kubikkmeter luft under tørkingen har optatt 4.4 gram vann. Man vil se at dette grafiske skjema tillater en hurtig orientering over, hvad der går for sig i et tørkeri.

Tørking ved kjemiske midler.

I industrien anvendes hertil to sådanne: Konsentrert svovlsyre og klorkalcium. Disse stoffer har vidt forskjellige egenskaper, likesom tørkingsevnen er meget forskjellig. Vi må derfor betrakte hvert av disse midler for sig.

Tørking med Svovlsyre.

Konsentrert svovlsyre har en stor trang til å forene sig med vann og prosessen utvikler megen varme. Når svovlsyre anvendes til tørking av luften, så må selvfølgelig denne prosess også gå for sig under dannelse av varme. Denne varmedannelse har to årsaker. Den ene, så vi, skyldes svovlsyren, og den annen fremkommer ved at vanddampen blir fortettet.

Vi forstår altså at luften vil undergå en opvarmning under tørkingen. Vi skal ikke her gå inn på, hvor stor denne opvarmning er, men skal vende oss til hvad der går for sig, når denne luft siden skal anvendes til tørking. Da vil fuktighet fordampe, og denne fordampning må uvegerlig følges av en binding av varme: Luften vil atter avkjøles. Hvis vi nu antar at der under tørkingen fordampes like meget vann pr. kubikkmeter som der tidligere blev berøvet den av svovlsyren, og syrens kjemiske varmekvirkning (som i virkeligheten er nokså ringe) settes ut av betraktning, så vil vi finne at luften efter tørkingen har samme temperatur, som da den gikk inn i prosessen.

Svovlsyrens evne til å binde vann avhenger meget av syrens konsentrasjon. Under tørkingen av luften vil syren opta vann, og derfor avtar denne evne, jo lenger syren brukes. Man kan måle denne evne til å opta vann, og målingen uttrykkes som dampensjon, som trykk av den vandamp som er inneholdt i syren. I nedenanførte tabell vil man finne verdier for denne tensjon for svovlsyre fra ca. 73 ned til ca. 44 pct. Til sammenligning er også anført tensjonen for rent vann.

Tabell over svovlsyrens vanddampensjon.
(Uttrykt i gram vann pr. kubikkmeter behandlet luft).

Proc. Svovelsyre	73,13	64,47	57,65	52,13	43,75	vand
Temp.						
5	0,388	0,861	1,294	2,137	3,168	6,543
10	0,501	1,200	1,885	3,029	4,466	9,209
15	0,651	1,648	2,674	4,215	6,194	12,788
20	0,853	2,251	3,728	5,792	8,494	17,535
25	1,125	3,0245	5,135	7,892	11,557	23,756
30	1,490	4,061	7,014	10,684	15,635	31,824

Vi må nu betrakte de i tabellen anførte tall slik, at hvis svovlsyre av en bestemt konsentrasjon, f. eks. 57.65 pct., ved en gitt temperatur, f. eks. 15°, blev latt nogen tid i berøring med en viss mengde luft, så vilde vi finne at den behandlede luft hadde den tensjon, som tabellen angir, i det anførte eksempel 2.674. Men vi må også erindre at denne svovlsyrens virkning ikke er momentan, men krever tid.

På fig. 2 er denne tabell opført grafisk. Men figuren gjengir også tensjonen for forskjellige oppløsninger av klorkalcium. De siste skal vi komme tilbake til senere.

Man ser at den sterke svovlsyre har en meget ringe vanddampensjon. Selv svovlsyre av kun 52 pct. har kun en tredjedel av tensjonen for rent vann.

VANDDAMPTENSION AV

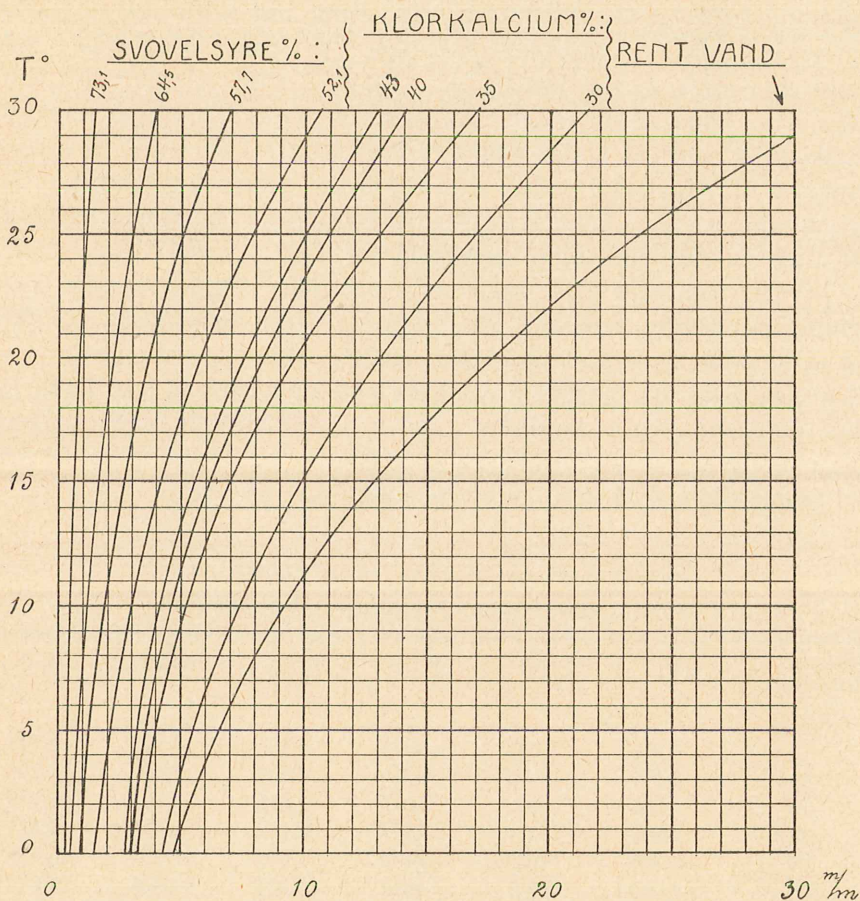


Fig. 2

Vi forstår at svovlsyren er et ypperlig torkingsmiddel. Når der i tabellen ikke anføres syre av høiere konsentrasjon enn ca. 73 pct. så henger det sammen med at det for dette formål vilde være upraktisk å gå til en høiere konsentrasjon. Vi må nemlig forestille oss at den svovlsyre som under torkingen er blitt så svak, at den ikke lenger er sterk nok, at denne syre atter må gjøres sterk. Dette skjer ved at det optatte vann kokes bort. Denne bortkokning av vannet kan skje i panner av bly, men man tør ikke drive bortkokningen lenger enn til at syren blir omkring 73 pct. Ved høiere konsentrasjon angripes blyet. Vannet bør formentlig kokes bort, når syren nærmer sig 52 pct. Man finner nu at 139 kilo av denne syre ved kokningen gir 100 kilo syre av 73 pct. (og 39 kilo vann). Syren tørker selvfølgelig best mens den er sterk.

Dette forhold er selvfølgelig uheldig. Man har anledning til å motvirke dette forhold ved konstruksjon av torkingsapparatene og i det hele tatt ved den måte, på hvilken svovlsyretorkingen drives.

Vi skal ikke komme inn på dette her og ved disse teoretiske betraktninger nøie oss med meget beskjedne fordringer, den at svovlsyrens konsentrasjon i gjennemsnitt ikke synker under 55 pct.

Vi antyder ovenfor at anvendelse av svovlsyre til fortorking av luften ikke vil betinge nogen større opvarmning av samme. Da der jo kan være rum for tvil i så måte, skal man utføre en beregning herover.

Vi går altså ut fra at svovlsyrens største konsentrasjon er 73 pct. Av Landolt Børnsteins Physikalische Tabellen finner man at 124 gram svovlsyre av 73 pct. (sammensatt: $\text{H}_2\text{SO}_4 + 3 \text{H}_2\text{O}$) ved å opta 36 gram vann frigjør 2 store kalorier. Ved en ganske normal tørking med den nevnte syre kan vi anta at de 36 gram vann er fjernet fra 13 kubikkmeter luft, som har en vekt av ca. 16.8 kilo. Man finner da av ligningen $16.8 \times 0.24 \times X = 2 \text{ C.}$, at luften oppvarmes 0.5° C.

Av hver kubikkmeter luft var her fjernet 2.57 gram, og det gav en halv grads opvarmning. Et gram vann vilde altså betinge en opvarmning av 0.18° C. Man kan altså beregne temperaturstigningen ved svovlsyretørringen ved å multiplisere det antall gram vann som fjernes fra hver m.^3 med faktoren 0.18.

Vi skal siden se at det vil vise sig økonomisk riktig å la den til tørkingen allerede brukte luft passere på nytt gjennom svovlsyretorkeren og hele tørkeriet, i alt kanskje 4 ganger. Man vil da forstå at denne luft vil bli mer oppvarmet for hver gang. Etter fire gangers passasje vilde altså opvarmningen være 2° C. Man ser altså at selv under så ekstreme forhold holder denne selvopvarmning sig innenfor meget beskjedne grenser.

Vi skal ikke gå noget nærmere inn på svovlsyrens regenerering men kun nevne at den 52 procentige syre koker ved ca. 128° C. og den 73 procentige ved ca. 177° C.

Tørking av luften ved hjelp av klorkalcium.

Når man anvender klorkalcium til vedholdende tørking av en luftstrøm, så ser man at de anvendte stykker av klorkalcium efter hvert utvendig blir fuktig, og fortsettes arbeidet, så vil man se at der danner sig så megen væske, at denne drypper av. Væsken er en mettet oppløsning av klorkalcium. Man er altså klar over, at ved å tørke luften ved hjelp av faste stykker av klorkalcium, så vilde virkningen i det lange løp bli den samme, som om man anvendte en mettet oppløsning

av klorkalcium. Hvis man derfor vil skaffe sig data over klorkalciums evne til å tørke større kvanta luft i praktisk bruk, så vil man få det ved å bestemme tørkingsevnen for en mettet klorkalciumopløsning.

I henhold hertil har forfatteren bestemt vanddampensjonen for forskjellige oppløsninger av klorkalcium og ved forskjellige temperaturer.

Man skal her ikke i detaljer anføre, hvorledes arbeidet blev utført, men kun de vesentlige momenter. Man anvendte et barometerør, fylt med kvikksølv, i hvis øvre ende man kunde slippe inn små mengder av den oppløsning, hvis tensjon skulde bestemmes, likesom man kunde omslutte samme ende med et rør fylt med vann av den ønskede temperatur. Før starten avleste man barometerstanden. Så slapp man litt av oppløsningen inn. Den synkning av barometerstanden, som fremkom herved, angav oppløsningens tensjon ved den anvendte temperatur. Resultatene vil man finne angitt på den grafiske fremstilling side 8. På denne fremstilling finner man også verdiene for vann og for forskjellige styrker av svovlsyre og man vil da finne en verdi for mettet klorkalciumopløsning, som ligger omtrent midt imellem de to nevnte. Jo svakere oppløsningen er, jo mer nærmer tensjonen sig vannets.

Vi har sett at en kubikkmeter vanddampmettet luft av 15° C. inneholder 12.79 gram vann. Av den grafiske fremstilling ser vi at den mettede klorkalciumopløsning (med 43 pct.) ved 15° har en tensjon av 5.6 mm., svarende til 5.6 gram vann pr. m.³.

Som ved betraktning av svovlsyrens virkning, vil vi også her anta at denne blir 75 pct. Vi antar fremdeles at luften er mettet med fuktighet til 76 pct., så en kubikkmeter altså inneholder 9.7 gram vann. Vi kan da beregne den vannmengde som blir tilbake i kubikkmeteren efter tørking med den mettede klorkalciumtørring:

$$5,6 + \frac{9,7 - 5,6}{4} = 6,6 \text{ gram, eller } 52 \text{ pct. av full metning.}$$

Ved å anvende denne luft til tørking antar vi også her at luften mettes op med 10 pct., altså til 62 pct. 10 pct. av 12.79 gram utgjør 1.28 gram. Det er den mengde vann som klorkalciumtørket luft optar pr. kubikkmeter under tørkingen.

Vi må nu gå litt inn på regenereringen av den brukte klorkalciumopløsning, som altså er mettet, 43 procentig. Inndampningen kan nok skje i jernkar, men da disse har lett for å ruste, bør man velge kar av kobber.

Under inndampningen stiger temperaturen sterkt, og det vilde falle altfor kostbart at drive det meste vann bort, så man må velge en hensiktsmessig grense. Jeg mener man skal la temperaturen stige til 135. Det

vil si at man damper 32 kilo vann bort fra 132 kilo oppløsning, så inn-dampningsresten inneholder ca. 56.8 pct. CaCl_2 . Denne rest vil stivne ved avkjøling, og man har apparater som besørger denne avkjøling rent maskinelt, på store tromler, som innvendig kjøles med vann.

Også her, ved tørking med mettet klorkalciumopløsning, skal vi undersøke om luften undergår nogen nevneverdig temperaturforandring.

Vi må forutsætte tørkingen utført så, at mettet oppløsning risler ned gjennom et tørketårn og her optar fuktighet av luften. Oppløsningen mettes så op igjen ved å gå over fast klorkalcium. Den temperaturforandring som kan fremkomme under disse prosesser, må hitrøre fra oppløsningen av klorkalciummet. Det erholdte faste salt kan betraktes som en blanding av 14.35 pct. vannfritt klorkalcium og 85.65 pct. klorkalcium med 6 molekyler vann.

Varmetoningen for det første beregnes nu til 2.27 og for det siste til $\div 1.6$. Summen er altså 0.67 store kalorier for 100 gram av det faste salt.

Altså 0.67 store kalorier oppstår, når det faste klorkalcium optar 32 gram vann av luften. Når der fra hver kbm. optas 1.28 gram så vil der trenges 25 kbm. til de 32 gram. Temperaturstigningen beregnes nu til $25 \times 0.24 \times X = 0.67 \text{ C}$. Stigningen er altså 0.11 grad. Den er altså så ringe, at man ikke behøver å ta hensyn til den.

Kalorimetrisk beregning av den til tørkingen nødvendige varmemengde.

1. Ved tørking med mettet klorkalciumopløsning.

Vi antar at der skal bortkokes 32 kilo vann fra 132 kilo mettet oppløsning. Varmemengden beregnes, hvis der anvendes varmetveksler, så inngående væske av sig selv kommer op i 105° C .

1. til opvarmningen fra $105-135^\circ$:	$132 \times 0,623 \times 30$	$= 2467 \text{ C}$.
2. til kokningen	32×539	$= 17248 \text{ C}$.
Til bortkokning av 32 kilo vann.....		19715 C.
” — ” ” 1 ” ”		616 C.

(Det bemerkes at klorkalciumopløsningens spesifikke varme er 0.623).

Da en stor kalori tilsvare 0.001162 kw.-timer, så krever bortkokningen av 1 kilo vann fra oppløsningen 0.716 kw.-time.

Vi antar atter at luften inneholder 78 pct. fuktighet, er 15° varm og at den under klorkalciumtørkingen blir 52 procentig. Fra hver kubikk-

meter luft optar da oppløsningen $(78 - 52) \times \frac{12,788}{100} = 3,32$ gram, og dette vann må siden kokes bort.

Vi går ut fra at luften under tørkingen går over til 62 procentig luft. Det vil si at en kubikmeter luft fra tørkingsgodset optar 10 pct. av 12.788 gr. eller 1.28 gram vann. Dette tall utgjør ca. 40 pct. av ovennevnte 3.32 gram,

Vi ser altså at vi for hvert hundre kilo vann, vi må koke bort av oppløsningen, kun får tørket bort 40 kilo. Virkningsgraden er kun 40 pct.

Nu er der ikke tvil om at det ikke vilde volde nogen ulemper, at man kunde la den brukte luft passere flere ganger gjennom hele syste-

LUFTEN CIRCULÆRER GANGER

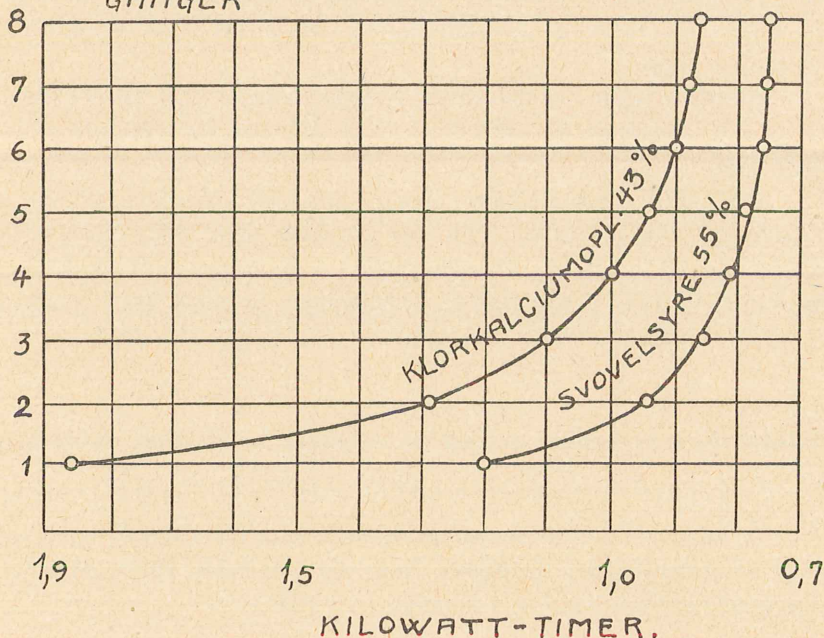


Fig. 3

met, istedetfor for hver gang at ta frisk luft inn. Da returluften kun er 62-procentig mot den friske luft 78-procentig, så vil man forstå, at denne ordning vilde medføre en betraktelig besparelse av varmeenergi.

Lar man luften cirkulere tre ganger, så beregnes den gjennomsnittlige mengde vann som må bortkokes fra oppløsningen for hver m.³ luft til: $\frac{3,32 + 2 \times 1,278}{3} = 1,957$. Ved tre gangers cirkulasjon blir altså virkningsgraden øket til 65 pct., ved syv ganger blir den 73 pct.

Forøvrig henvises til tabell og grafisk fremstilling av de beregnede verdier, fig. 3.

2. Tørking med svovlsyre mellom 73 og 52 pct.

Man antar den spesifikke varme for svovlsyre av 52 pct. til 0.593 og for svovlsyre av 73 pct. til 0.42. Der skal kokes bort 39 kilo vann fra 139 kilo syre ca. 52 pct., så man får 100 kilo syre av 73 pct. Herunder stiger temperaturen fra 128 til 177° C. Varmemengden beregnes til

$$1. \text{ Opvarmningen: } 139 \times 30 \times \frac{0,593 + 0,42}{2} = 2112$$

$$2. \text{ Kokningen } \quad 39 \times 539 \quad = 21021$$

Bortkokning: av 39 kilo vann..... 23133 C.

— „ — „ 1 „ „ 593 C.

Hertil kreves 0,689 kw.-time.

Under tørkingen vil syrens konsentrasjon gradvis synke og luftens tørking dermed avta. For denne beregning av tørkingens kostende er man nødt til å anta en hvis midlere verdi for syrens konsentrasjon, og for at denne ikke skal synes for gunstig skal vi anta den i gjennemsnitt til 55 pct.

Til denne syre svarer en fuktighetsprocent av luften av 28 pct. med en vanddampensjon av 3.5 mm. Vi antar en ytre luft av 78 pct. fuktighet, av 15° C. Virkningsgraden settes atter til 75 pct. og vi finner da

$$\text{fuktigheten i den tørkede luft: } 28 + \frac{78 \div 28}{4} = 40.5 \text{ pct. Herved optar}$$

svovlsyren 4.79 gram vann pr. kubikkmeter, og det må siden kokes bort. Vi antar fremdeles at tørkingsluften undviker med 62 pct. Økningen av fuktighetsprocenten er altså 21.5 pct. Ved 15° utgjør dette 2.75 gram pr. m.³ eller 57.4 pct. av ovenanførte 7.49 gram. Man ser at denne virkningsgrad er adskillig bedre enn ved arbeide med klorkalciumopløsning. Også her opnår man en betydelig bedring ved flere gangers sirkulasjon.

Ved betraktningen av tørkingen ved såvel mettet klorkalciumopløsning som ved svovlsyre blev fremhevet det fordelaktige i å la luften sirkulere flere ganger gjennom systemet. Denne innflydelse gir sig tilkjenne ved det antall gram vann som må fordampes fra tørkingsmidlet, beregnet efter hver kbm. luft, som passerer igjennem. Fremdeles gir det sig utslag i den energi, uttrykt i kw.-timer, som kreves til fordampning av vannet, beregnet på hvert kilo vann som tørkes bort fra tørkingsgodset. Nedenanførte tabell gir de beregnede verdier, like som kw.-timeforbruket er gjengitt grafisk. Se fig. 3.

Luftcirkulasjonens innflydelse paa tørkingens kostende.

Luftens cirkulasjon Antal	Ved svovlsyre av 55 pct.		Ved mettet klorkalciumopløsning	
	Må for hver kbm. luft kokes bort gram vann	For hvert kilo borttørret vann forbrukes KWT.	Må for hver kbm. luft kokes bort gram vann	For hvert kilo borttørket vann forbrukes KWT.
1	4,79	1,20	3,32	1,86
2	3,77	0,942	2,297	1,29
3	3,43	0,86	1,957	1,10
4	3,26	0,815	1,786	1,00
5	3,16	0,79	1,684	0,94
6	3,09	0,77	1,616	0,90
7	3,04	0,76	1,57	0,88
8	3,01	0,75	1,53	0,86

I den grafiske fremstilling er tegnet inn de kurver, som passer best med de fundne verdier. Ved svovlsyren er den vesentlige nytte av cirkulasjonen opnådd efter fem sådanne, ved klorkalciumopløsningen først efter syv ganger. Også i en annen henseende er ovennevnte tabell av interesse. Det gjelder mengden av det vann som må kokes bort. Allerede ved en gangs cirkulasjon er der en del forskjell; men ved mange ganger er tallet ved svovlsyre nesten det dobbelte av hvad klorkalciumopløsningen krever. Tallet antyr at svovlsyretørkingen går meget hurtigere. Forholdet er nu, som vi har sett det, at den svovlsyretørkede luft (en kbm.) borttar 2.75 gram vann, og den klorkalciumtørkede kun 1.275. Forholdet er altså som 100 til 46.

Man kunde uttrykke det slik at et anlegg med svovlsyre kunde nøie sig med en mindre vifte, altså mindre kraftforbruk. Eller så, at produksjonsevnen for et anlegg med svovlsyre blir så meget større.

I anledning av de ovenfor anførte betraktninger og beregninger vedrørende de to tørkingsmåter skal man påpeke at den antagelse at luften ved å passere over tørkingsgodset optok fuktighet, til den blev 62-procentig — at denne antagelse er helt vilkårlig. Hvis godset er meget fuktig, som ved fersk fisk, så vil fuktighetsgraden stige meget høiere op. Er godset på den annen side meget mindre fuktig, så vil luftens fuktighetsprocent holde sig meget lavere nede. Dette forhold får sin store betydning spesielt ved anvendelse av svovlsyre, ved hjelp av hvilken man kan opnå en meget lavere fuktighetsprocent i tørrluften, spesielt når man lar luften cirkulere flere ganger. Hvis da tørkingsgodset er blitt nokså tørt, så vil tørkingsluften få en særlig sterk tørkingsevne, så den resterende tørking skjer i forholdsvis kort tid. Imidlertid vil jeg allerede her påpeke at ved tørking av fersk fisk avhenger tørkingshastigheten ikke bare av tørkingsluftens fuktighetsgrad, men også av tørkingsstadiet

og fiskens relative størrelse. Når fisken nylig er kommet inn, så tørker fisken svært fort til å begynne med. Et vekttap i 24 timer av 25 pct. er således ganske lett å opnå. Tørkingshastigheten avtar nu etterhvert som tørkingen skrider frem.

Man må forklare dette på den måte: Da fuktigheten fordampes fra overflaten, vil man forstå at all fuktighet må føres ut til overflaten, før den kan fordampes. Prosessen blir altså en endosmose.

Denne er selvfølgelig en langsomt forløpende prosess: Jo tykkere fisken er, jo lenger tid tar prosessen. Ved fisk på 1 à 2 kilo kan den vesentlige tørking være undavgjort på en tre uker. Ved større fisk tar det ennå lenger tid.

En annen betraktning av teoretisk-praktisk natur skal jeg få lov å anstille her. Det gjelder den såkalte effertørking, altså det senere stadium ved tørking av fersk fisk, under hvilken der kun går bort relativt mindre mengder av fuktighet. Selv i dette stadium må tørkingen fremdeles fortsettes, da fisken i stillestående luft snart vilde bli klam og derved lettelig ta skade. I dette stadium kan man lett innrette sig så at man arbeider med et magasin av fuktighet absorberende middel: Ved klorkalcium i form av det faste salt, som formår å opta ca. 32 pct. vann, ved svovlsyre derved at man har opmagasinert en større mengde av syre med ca. 70 pct. Dette forhold har selvfølgelig sin meget store økonomiske betydning.

Hvis man har lagt forholdene tilrette med tanken herpå, så vil dette si at viften, og dermed selve tørkingen, i tørkeriet kan gå uavbrutt uten tilsyn. Dette er selvfølgelig en stor fordel. Neste dag, eller dagen deretter, da tørkingsmidlets evne til å opta fuktighet måskje er utbrukt, går man så igang med å dampe dette vann bort.

Tørking ved at luften blir oppvarmet.

Beregning av den varmemengde som medgår hertil.

Ved betraktningene over tørking ved hjelp av kjemiske midler antok man at luften var 15° C. Når vi her skal velge et eksempel for tørking ved hjelp av oppvarmet luft, så vilde det ikke være formålstjenlig å anvende en på forhånd så varm luft, da luften vilde bli for varm når den blev oppvarmet. Ved vårt eksempel antar vi derfor at luften er 10° C. med 7.4 gram vann pr. kubikkmeter, og vi forutsetter at luften oppvarmes til 26.74° C. Temperaturøkningen er altså 16.74 grader. Varmemengden til oppvarming av et kilo luft er da: $0.24 \cdot 16.74 = 4.316$ C. Vi antar fremdeles at dette kilo luft optar 2.73 gram vann under tørkingen. Fordampningsvarmen for disse 2.73 gram vann er da

$\frac{2,73 \cdot 593}{1000} = 1.618$ C. Divideres dette tall med luftens spesifikke varme, 0.24, så får man det antall grader, hvormed luftens temperatur vil nedsettes som følge av vannets fordampning under tørkingen. Tallet er 6.74. Luften trær altså inn i tørkekamret med 26.74° C. og ut av samme med 20° C. Og beregner vi den bortgående tørkingslufts fuktighet ved denne temperatur, så finner vi ca. 60 pct.

Vi ser herav at vårt eksempel i alle deler var velvalgt.

Varmeforbruket ved oppvarming av den mengde luft som utkreves til fordampning av et kilo vann er da 1440 kalorier, og herav beregnes kw.-timeforbruket til 1.67 kw.-time. Det er skikket til å vekke oppmerksomhet at den oppvarmede lufts temperatur atter nedsettes så sterkt som følge av tørkingsprosessen.

Sammenligning av de tre tørkingsprosesser.

Nedenfor skal man gjengi de for hver tørkingsprosess nødvendige energimengder i kw.-timer, likesom man skal anføre deres innbyrdes forholdstall i procenter (idet varmlufttørkingen betegnes med 100) samt tørkingshastigheten.

	Klorkalcium	Svovelsyre	Varm luft
kw.-time	0,88	0,79	1,67
do. pct.	52,7	47,3	100
Tørkingshastighet	52	105	100

Av denne tabell ser vi at tørking ved hjelp av en oppvarmet luftstrøm koster omtrent dobbelt så megen varme som om man utfører tørkingen ved et av de to kjemiske midler. Hvad tørkingshastigheten angår så synes varmlufttørkingen og svovlsyretørkingen å være omtrent jevnbyrdige. Så kan det være umaken verd å se en sammenligning mellom de to kjemiske stoffer forøvrig. Vi nevnte ovenfor at den inndampede klorkalciumopløsning skulde bringes til å stivne på tromler som avkjøles under rotasjonen. Det må gi endel arbeide med dette faste stoff. Noget tilsvarende finner man ikke ved anvendelse av svovlsyre.

Riktignok er det ikke nettop så behagelig å arbeide med en sådan sterk syre, og det er ikke nettop bekvemt å måtte utføre inndampningen i blypanner. Men alt i alt kan man ikke komme til nogen annen slutning enn den, at det bekvemmeste arbeide vil bli med svovlsyre.

Sluttresultatet blir altså det, at svovlsyren er det beste av de to kjemiske midler, idet inndampningsarbeidet faller ganske bekvemt, tør-

kingshastigheten, isærdeleshet i de senere stadier under tørkingen er meget god, og varmeforbruket ringe (ca. halvparten av hvad der trenges ved opvarmet luft).

Når der ovenfor er gitt en sammenlignende undersøkelse over den

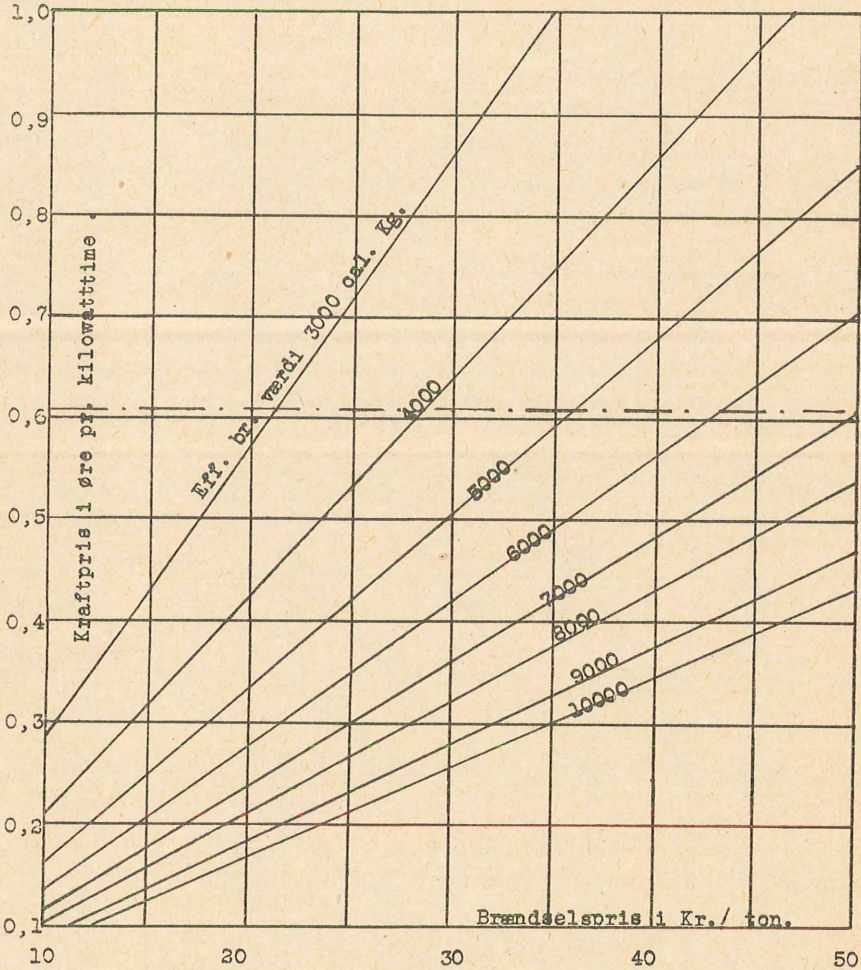


Fig. 4

energimengde som utkreves ved de forskjellige tørkingsmåter, turde det også ha sin interesse å undersøke, hvilke energier det faller billigst å bruke. Denne sammenligning tillater jeg mig å hitsette fra den av Norsk Dampkjelforening utgitte Haandbok i Elementær Fyrings- og Varmeteknik, side 406 og 407:

De almindeligst benyttede brenselstoffer er:

Brenselolje med effektiv brennverdi..	10 000 cal./kg.
Storkull	7 000 —
Koks	6 500 —
Småkull	6 000 —
Lysgass..	5 200 cal.-m. ³
Torv (30 pct. fuktighet)	3 500 cal./kg.
Ved (25 pct. fuktighet)	3 200 —

I fig. 4 er det teoretiske verdiforhold opstillet på forskjellige brennverdi. Vet man et brenselstoffs brennverdi, kan man uten videre avlese kwt.-prisen, når brenselstoffsprisen er kjent. Koster f. eks. storkull à 7000

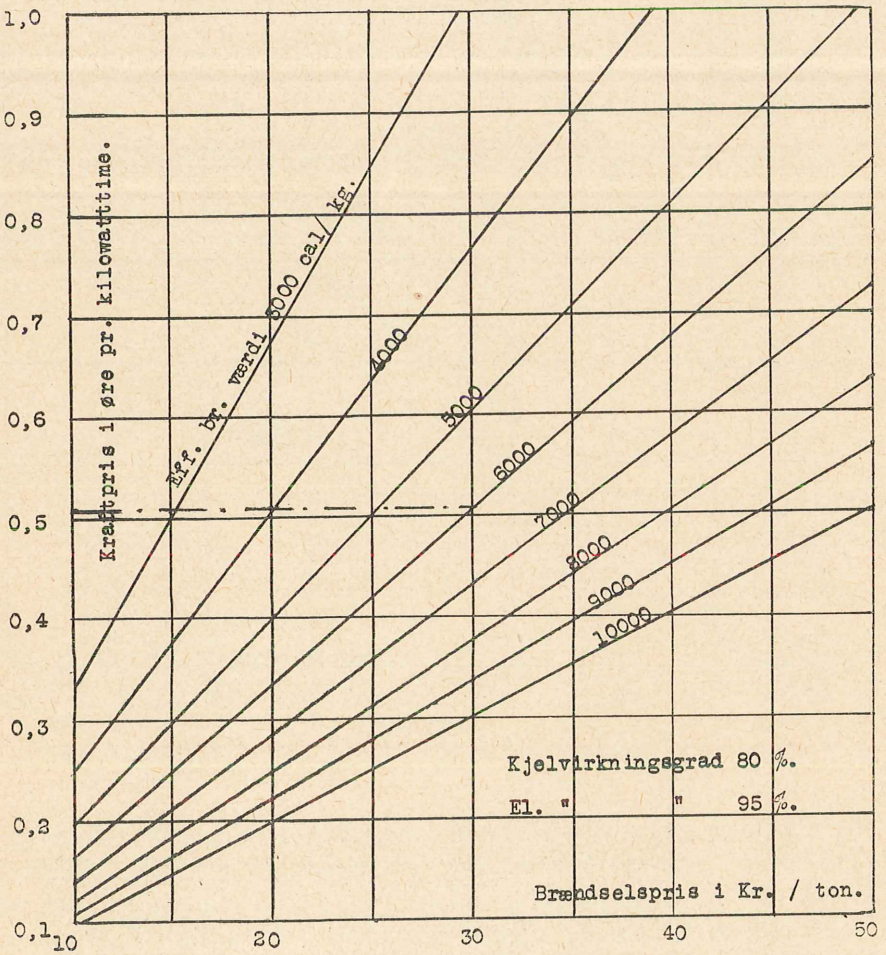


Fig. 5

cal./kr. 50 kr. pr. tonn levert i fyrhuset, kan den elektriske energi betales med 0.62 øre kwt. som vist ved den stiplede linje i diagrammet. Her er virkningsgraden 100 pct. for såvel brenset som for den elektriske energi, eller med andre ord all varme utnyttes fullt ut i begge tilfeller. Dette er som bekjent ikke tilfelle i praksis. Vi vil derfor i det etterfølgende avsnitt komme litt inn på det virkelige (praktiske) verdiforhold.

b) Praktisk verdiforhold mellom elektrisk energi og de almindelige brenselstyper ved varmfremstilling.

I et elektrisk kjelanlegg med normalkjeler vil man som regel kunne utnytte ca. 95 pct. av den tilførte energi til dampfremstilling. Av en kwt. vil der derfor i kjelen kunne omsettes i dampvarme $860 \times 0.95 = 817$ cal.

På den annen side vil et kjelanlegg, fyret med et eller annet brensel, kunne omsettes op til 85 pct. av brenselvarme i dampvarme.

Tenker vi oss nu at et anlegg som fyres med småkull med 6000 cal. eff. utnytter 80 pct. herav til dampfremstilling, vil ialt kunne utnyttes $6000 \times 80 = 4800$ cal. pr. kg. Et kg. opfyrt kull svarer altså til $\frac{4800}{817} = 5,88$ kwt. eller 1 kw.-time svarer til $\frac{1}{5,88} = 0,17$ kg. kull.

Koster kull à 6000 cal. f. eks. 30 kr. pr. tonn levert i fyrhuset — altså 3 øre pr. kg. kull — vil den tilsvarende elektrisitetspris bli $3 \cdot 0,17 \div 0,51$ øre pr. kw.-time, således som vist ved den stiplede linje i fig. 5.

På lignende måte kan man finne det praktiske verdiforhold for de forskjellige brenselstyper, når man kjenner brensets varmeinnhold og utnyttelsen i kjelanlegget.

Den elektriske energis verdi er avhengig av den tid den benyttes, når den betales etter fast årspris. Kan således energien benyttes 2400 timer årlig, kan den betales årlig med $0,51 \cdot 2400 = 1224$ øre = 12.24 kr. pr. kw.år, om kullprisen er kr. 30. Skal anlegget brukes 7000 timer pr. år kan kraften betales med 35.70 pr. kw.-år, ved samme kullpris som før.

For andre kullpriser og utnyttelsestider er det lett å regne ut verdien av den elektriske energi i kr. pr. kw.år ved hjelp av fig. 5.

Forsøk over tørking av fersk fisk.

Da man hadde bestemt tensjonen av klorkalciumopløsninger og funnet at der var mulighet for å benytte en sådan mettet oppløsning til

tørking av luften, gikk man igang med et mindre forsøk med tørking av fersk fisk.

Hertil anvendte man et mannshøit skap, hvis ene side foran var en dør. I bunnen var innsatt en kum av galvanisert jern, til å opta klorkalciumopløsningen. Øverst i skapet var en hylle, på hvilken der stod en elektrisk vifte for luftens sirkulasjon over fisk og tørkingsmiddel, når skapet var lukket. Under hyllen, like bak døren, hang den fisk som skulde tørkes. Det høie rum mellem bunnkum og hylle var ved en loddret vegg

LUFTTØRRING AV SEI UNDER ANVENDELSE AV KLORCALCIUMOPLØSNING

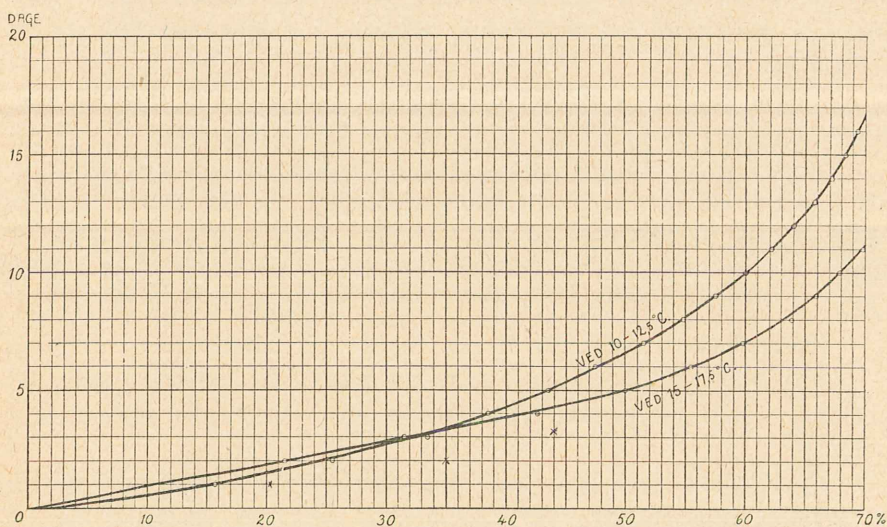


Fig. 6

delt i to, et smalt bakre rum, som virket som et slags tørketårn, og så fiskerummet fremme. I det bakre rum var der stramt ophengt et stort antall lerretsstrimler, over hvilke der stadig seg en strøm av mettet klorkalciumopløsning. Like over dette »tørketårn« var en kum av galvanisert jern, som blev fylt med fast (i tilfelle regenerert) klorkalcium, og op i denne kum blev der stadig pumpet klorkalciumopløsning fra bunnkummen. I den øvre kum vilde oppløsningen mette sig med klorkalciumopløsning, og så, gjennom nogen små huller i bunnen, dryppe ned på lerretsbåndene. Når så luften blev satt i sirkulasjon, vilde den ved passage over de vibrerende bånd hurtig miste en del av dens fuktighet, så den stadig blev istand til å opta fuktighet fra fisken. Man vil forstå at det var den samme luft som stadig sirkulerte over fisken og at tørkingen av

fisken gikk for sig uavbrutt. Som pumpe anvendte man en liten vannpumpe for automobiler, som arbeider med to i hinannen gripende tannhjul. Den er meget enkel og har siden gjort utmerket tjeneste under alle våre tørkingsforsøk. Vifte og pumpe blev drevet uavbrutt hele uken igjennem, og der blev gjort flere forsøk med dette, virkelig i enhver henseende meget tilfredsstillende apparat. To av disse er illustrert grafisk på hosføiete fig. 6. De vannrette linjer angir tørkingstiden i dager, de loddrette vekten av fisken, som procent av fiskens råvekt. Fisken blev tørket som rotskjær.

Man vil se at tørkingshastigheten er avhengig av temperaturen: Jo høiere temperatur, jo hurtigere går tørkingen. Den ene fisk blev tørket ved 10 til 12.5° C., den annen ved 15 til 17.5°. Hvis man utfører en nøiere sammenligning mellom de to kurver, så vil man se at høi-temperatur-fiskens forsprang i vekttap øker til og med det syvende døgn. Så forblir forspranget uforandret inntil det 10de døgn, hvorefter det begynner å avta. Man tør vel tyde dette så at fra det syvende døgn av er det under de ved forsøkene givne forhold end os m o s e n, som er avgjørende for tørkingshastigheten. Når hastigheten er størst ved lavtemperaturforsøket fra det tiende døgn av, så forklares det av at denne fisk var mindre tørket, så fuktigheten fra det indre hadde lettere for å trenge gjennom enn ved den mer tørre fisk.

Man hadde all grunn til å være fornøiet med de ved disse laboratoriums-forsøk opnådde resultater. Man fikk inntrykk av at det var en tilforlatelig måte å tørke fisk på. Man besluttet sig derfor til å gå igang med forsøk i større målestokk. Det offentlige hadde den gang et klippfisktørkeri på Strømsnes på Askøen, og her var der rum nok og en mindre dampkjel, som vilde kunne anvendes under inndampning av klorkalciumopløsningen.

Forsøk i større målestokk.

Ved laboratoriums-forsøkene blev som nevnt klorkalciumopløsningen stadig mettet op ved passage over fast klorkalcium. Ved forsøkene i større målestokk var dette ikke tilfellet.

Grunnen hertil var især den, at arbeidet hermed ved forsøk i forholdsvis beskjedne målestokk måtte antas å falle forholdsvis omstendelig, og der kunde iallfall ikke bli tale om å anvende en apparatmessig fremstilling av det faste salt. Istedenfor bar man sig ad på den måte, at den til en høiere konsentrasjon inndampete oppløsning, efter nogen avkjøling blev blandet med så meget av den svakere oppløsning, at blandingen vilde være omtrent mettet ved almindelig temperatur. Det viste sig at denne vei var meget vanskelig å gå. Hadde man kunnet forutse

alle de vanskeligheter man møtte på denne vei, så hadde man forlenget forlatt den. En av de store vanskeligheter man møtte, var den, at rørløsingene for den inndampete varme oppløsning kunde forstoppe sig under en ufrivillig stans av maskineriet. Man var opmerksom på at ved å velge denne fremgangsmåte vilde inndampningsomkostningene bli adskillig større enn ved arbeidet med fast salt. For å holde disse så lav som mulig blev den til inndampning gående lut forvarmet ved hjelp av den avgående kokende varme lut. På Strømsnes anvendte man en varmeutveksler av forholdsvis trange kobberør hertil.

Her stivnet oppløsningen meget lett. Ved det apparat som så blev installert på den tidligere biologiske stasjon i Bergen, gikk man til den motsatte ytterlighet: Det indre, opprettstående rør, av kobber, for den kokende varme oppløsning fra kokeren, var ca. 20 cm. i diameter (og det ytre ca. 35 cm.). Denne ordning viste sig meget hensiktsmessig. Kun når man imøteså en lang stans, var det påkrevet å treffe anordninger mot stivning i selve varmeutveksleren. Ved avløpet fra denne måtte man sørge for at dette blev så kort som mulig og derhos ha anledning til å oppvarme dette stykke med gassflamme eller lign., om stivning skulde inntre.

Et meget viktig spørsmål nettop ved denne måte å opnå den ønskete konsentrasjon av klorkalciumopløsningen var å få den ca. 43 prosentige oppløsning tilstrekkelig avkjølet. Ved forsøket på Strømsnes anvendte man kjøling med kaldt vann i lange kobberør. Men hvis ikke blandingen blev utført meget omhyggelig, og oppløsningen blev for sterk, så kunde også denne fremgangsmåte føre til tilstopning av rørene. Derfor måtte den forlates. Ved den nye installasjon i Bergen la man en kjøler, av kobber, i bunnen av det kar, som mottok klorkalciumopløsningen, i bunnen av tørketårnet. Også her kunde massen stivne og gi anledning til store kalamiteter. Så anbragte man en kjølespiral av ca. 1 cm. vidde og ca. 30 meter lange kobberør horisontalt, og adskillig høiere oppe i tørketårnet, og lot kaldt vann passere gjennom. Dette arrangement virket ganske bra. Man hadde iallfall grunn til å være fornøiet med det, så lenge det ikke var sommervarme. Men blev det varmt i været, eller var det kanskje litt kjøligere, men luften fuktig, så man hadde behov for å la luften cirkulere et par ganger, så blev luften i tørkerummet lett for varm, så man måtte innstille luftcirkulasjonen. Man vil forstå at hadde kjøleren fungert helt tilfredsstillende, så skulde man ha greiet å la luften cirkulere efter behag. Denne del av opgaven har vi altså ikke greiet å løse: Dermed er der felt en avgjørende dom over den måte å frembringe en mettet klorkalciumopløsning.

Vi kommer nu til et meget viktig punkt, og det er å bringe klorkalciumopløsningen i intimest mulig berøring med luften som skulde tørkes.

TØRLUFTS TØRKEAPPARAT.

1926.

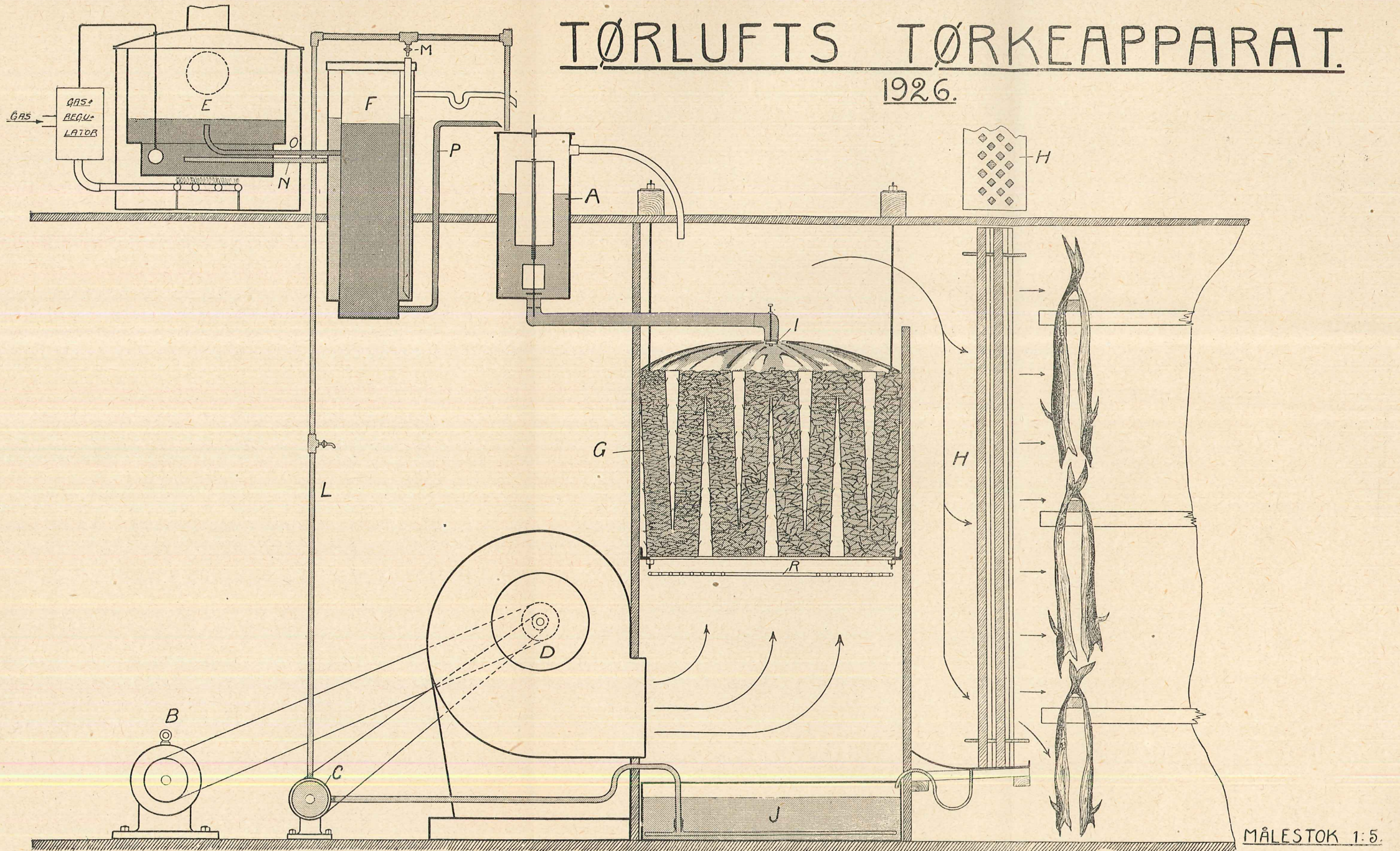


Fig. 7

MÅLESTOK 1:5.

Vi forsøkte fire forskjellige systemer. Ved det første forsøk, på Strømsnes, anvendte vi lerretsbånd, som ved laboratoriums-forsøkene. Det blev snart forkastet. Ved den første installasjon i Bergen lot man luften passere ca. 24 runde skiver av finertre, 1.5 cm. i diameter. Skivene var dreibar om en akse; den innbyrdes avstand 2 cm. og de blev ved eget arrangement stadig vekk holdt fuktet med den mettete klorkalciumopløsning.

Også dette arrangement måtte forkastes.

Det neste arrangement var at man lot luften blese gjennom et lag med grov pukkk, som blev berislet med oppløsningen. Pukken lå på en rist, ca. 0.9 m.². Laget var kanskje 40 cm. høit, og man fikk ikke på langt nær den nødvendige mengde luft igjennem. Ved tynnere lag med pukkk blev selvfølgelig tørkingen ikke tilstrekkelig. Man så sig da nødsaget til å skaffe en større flate for luftens inntak. Når jeg skal gjøre nærmere rede herfor, må jeg få lov å henvise til fig. 7 som i litt skjematisk form kan tjene som et bilde av forsøksstasjonens forsøksstørkeri, således som det i det vesentlige så ut i dets siste skikkelse.

Omtrent midt i bildet ser man tørkesjakten. Her ser man en rekke kiler, som dels snur spissen op, dels ned. Kilene er så brede (næsten) som sjakten er bred. De skrå flater er dannet av sortblikk med huller i, og de er ved spiker festet til kileformete bretter i begge ender. Hvert av hullene, frembragt ved ett slag av en ca. 8 cm. bred beitel, er formet slik at den nedsprøitende oppløsning av sig selv tvinges ut av de hule kiler og inn i den omgivende pukkk.

Luften bleses inn nedenfra. Kilene og hele pukkmassen hviler på en kraftig ramme av vinkeljern som er bespent med en sterk netting. Man vil nu forstå, at den meste luft trenger inn gjennom bunnkilene; den søker så gjennom hullene i blikket tvers gjennom pukklaget og ut gjennom toppkilene. En mindre mengde av luften søker også direkte op gjennom pukken på bunnrammen. Ved dette arrangement skaffer man luften en meget stor angrepsflate, så at hastigheten gjennom pukken blir moderat og der forlanges kun et moderat arbeide av viften. Luften blev godt tørket på denne måte, og hele anordningen viste sig meget hensiktsmessig.

Der skulde for så vidt ikke være behov for videre forsøk i denne retning. Men øket erfaring er alltid god å ta med, og da der var anledning til for rimelige penger å skaffe cylindere av brent ler til fylling av tørkesjakten, så gjorde man forsøk hermed. Cylinderne var 80 cm. høie og 6 cm. i diameter. Inne i den hule cylinder var anbragt tre deler av en cylinder. Dermed fikk man en større angrepsflate for vesken.

Disse cylindere må »stå», da luften kommer nedenfra. For at luftmotstanden ikke skal bli for stor må cylindere gis en innbyrdes avstand av ca. 2 cm. og cylindere må ikke stå direkte oppå hverandre: En

cylinder står midt over mellemrummet mellem to cylindere. Man vil forstå at der kommer en række cylindre over hinannen. Og da er det nødvendig at underlaget er helt horisontalt. For å opnå dette la man på

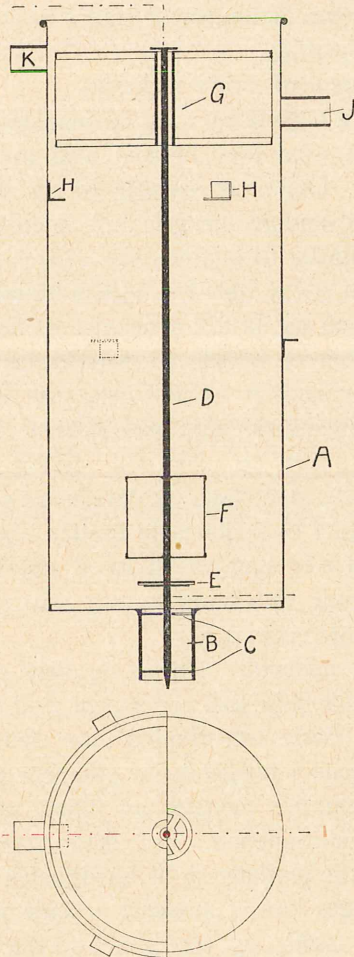


Fig. 8

den ovennevnte jernramme en række på kant stillede bretter: 12 cm. høi og 4 cm. bred. Herpå blev så cylinderringene bygget op, ialt 9 rekke, den ene over den annen. Det viste sig at disse cylindre var velskikket for formålet. Luften blev godt tørket og luftmotstanden relativ liten..

I forbindelse med den her omhandlede fylling av tørketårnet må vi også se på, hvorledes fuktingen med klorkalciumopløsning blev utført.

Denne operasjon er av stor betydning. Ti det gjelder jo ikke alene å skaffe en stor overflate, men å sørge for at denne overflate blir virksom som sådan. Dette blev løst på den måte at man lot et større kvantum av oppløsningen, ca. 13 liter, i løpet av ca. et halvt minutt styrte ut over fyllmassen i tårnet. Dette gjentok sig hvert tredje minutt.

Apparatet er gjengitt ved fig. 8. A er beholderen med avløpsrør B I dette er anbragt to rister C som styring for ventilstangen D. Denne bærer ventilen E og flotøren F. Øverst ser man en flottør G, som hviler på lappene H. Øverst tilvenstre er overløpsrør K og tilhøre tilløpsrør I.

Naar beholderen holder på å fylles vil flottøren G begynne å løfte sig, tilslutt så meget at ventilen åpner sig. Ventilstangen vil forbli i høi stilling, så lenge flottøren F er omgitt av oppløsning. Først når dette ikke lenger er tilfellet, synker med et rykk ventilen atter ned i sitt sete. Man vil kanskje stusse over at flottøren G er så stor. Dette var nødvendig for at den kunde overvinne den sterke sugning av veskesøilen som befant sig under ventilen E. På grunn av dyrekjøpt erfaring vil jeg gjøre opmerksom på at røret i G, omkring ventilstangen, må være rikelig dimensjonert, så flottøren ikke ved friksjon alene formår å trekke ventilstangen med sig nedover og på den måte overvinne virkningen av flottør F. Det tok oss megen tid, før vi blev klar over grunnen til at beholderen ikke vilde tømme sig tilstrekkelig, inntil vi fant at denne friksjon var årsaken. Her har vi altså lært å kjenne arrangementet for den hurtige uttømmning. Men nu må vi se, hvorledes man opnår at oppløsningen tømmer sig jevnt utover tårnets fyllmasse. Til å begynne med lot man oppløsningen fordeler sig på tre, med en hel del huller forsynte rør, således at oppløsningen gjennom hullene sprøitet ut over fyllmassen. Dette kunde gå bra nok en stund; men så stoppet hullene sig til, visstnok med bly-svamp hvis dannelse man ikke kunde undgå. Man måtte derfor finne på noget annet.

Det var ved denne anledning at man uteksperimenterte det »spredrehjul« som er beskrevet av mig i den iår av Fiskeridirektøren utgitte beretning: »Frysning av agn, Kjølelagere«. Spredrehjulet viste sig å svare utmerket til hensikten. Det var selvfølgelig ikke tilstrekkelig »å tro« at hjulet spredte oppløsningen jevnt utover. Man måtte levere bevis herfor. Det skjedde ved at man plaserte en rekke med skåler under sprederen til å motta den fra samme utslyngete veske. Skålene blev jevnt fylte, et bevis for apparatets gode funksjon.

Den luft som med stor hastighet presses gjennom fyllmassen vil alltid føre med sig en del dråper av klorkalciumopløsning, og de må selvfølgelig fjernes, før luften stryker over fisken. Til å begynne med søkte jeg å opnå dette ved anvendelse av grissent sekkestri. Men helt effektiv

virkning fikk man ikke, til tross for at luftmotstanden bev adskillig øket, hvorfor denne vei måtte opgis. Ved lysgassfabrikasjonen har man en helt lignende opgave, å fjerne fine dråper av tjære, og det skjer ved den såkalte »Pelouze«. Det virker derved at gass-strømmen gjentatte ganger må forandre retning, hvorimot dråpene, som tyngre, fortsetter retning og derved kleber sig fast på de opstillete motstandere. Idet jeg optok dette prinsipp, var jeg klar over at man ved et tørkeri vilde komme op i meget store kvanta luft, så aparatet fremforalt måtte være enkelt. Jeg måtte altså gå til en fullstendig nykonstruksjon. På den tidligere, side 23—24, gjengitte tegning av tørkeriet, vil man, tilhøre for tørketårnet og tilvenstre for fiskene, se et vertikalsnitt, og like ovenfor et horisontalsnitt, av apparatet. Det er ikke annet enn fire rekker med entoms, firkantete stokker, stillet op slik, at luften, for å passere igjennem, stadig må skifte retning. Forøvrig bemerkes, og det vises ikke på tegningen, at stokkenes bakre kant er avrundet, så der her kan bli »vindstille«, så oppløsningen kan samle sig her og dryppe av. Oppe og nede er stokkene holdt i stilling ved en tynn treplate, et finer, med tilsvarende huller i.

Nærmere beskrivelse av det anvendte tørkeapparat.

Efter at jeg nu punkt for punkt har gjennomgått, hvorledes det endelige tørkeapparat er fremkommet, kunde det nok være av interesse å gi en sammenhengende beskrivelse av samme. For denne henvises fremdeles til fig. 7.

Nederst til venstre ser man elektromotoren B som driver ventilatoren D. Denne driver igjen pumpen c. Pumpen beforder oppløsningen fra J gjennom rør K og L, og reguleringskrane M til forvarmeren F. I denne stiger oppløsningen langsomt tilværs, for så gjennom røret N å tre inn som meget varm veske i inndampningskarret E. Dette er av kobber, dekket av et lokk, hvori er innsatt termometer samt en termoregulator for gass-strømmen. Inndampningen skjedde nemlig ved hjelp av en meget stor gassbrenner.

Utvendig var kokekarret omgitt av en, med asbestplater isolert, mantel av jern. Mantelen var helt tett, og all forbrenningsluft kom til gjennom et ca. 4 cm.² stort hull i gulvet, hvorpå apparatet hvilte. Hullet var anbragt i midten, like under gassbrenneren, og det kunde reguleres slik, at de fra apparatet undvikende forbrenningsgasser besatt den høiest mulige temperatur. Over innledningsrøret N ser man det bøiete avledningsrør O, som fører den inndampete oppløsning tilbake til forvarmeren. Den sterke oppløsning trer inn oventil og synker efterhvert ned under avgivelse av varme, for så gjennom røret P å flyte ned i A, som har en dobbelt opgave.

Denne beholder mottar ikke alene den sterke oppløsning gjennom P, men også resten av den oppløsning, som pumpen leverer og som ikke går gjennom reguleringskranen M. A virker altså som et mottager- og blandingskarr. Men så virker den også som den momentanuttømmer, vi tidligere har beskrevet. Tømmingen skjer altså hvert tredje minutt, og gjennom sprederhjulet I.

Tørketårnet G turde være kjent fra hvad jeg før har sagt. Kun skal det her anføres at luften i tørketårnet, og spesielt i dets nedre del, under arbeide viser et overtrykk, inntil 4 cm. vanntrykk. Hvis der nu er nogen utettheter i tørketårnet, så vil dette uvegerlig foranledige tap av oppløsning, kanskje i store mengder. Den eneste måte, vi kunde undgå dette var ved å klæ tørketårnet innvendig med blyfolie, så dettes nedre ende til enhver tid var dekket av oppløsningen i J. Vi fikk disse tap stoppet, men det var ingen lett opgave. Det er nemlig aldeles utrolig, hvilken vei veskedråpene kan finne: Lange veier opover mellom treveggen og det mot samme liggende blyfolie. R er et kjølerør for oppløsningen.

Den fra lufttørkeren kommende luft undviker opad, tvinges nedover gjennom dråpefangeren, hvor den befries for den siste rest av oppløsning for så å stryke over fisken. Tørkerummet var ca. 2.4 m. høit, og her kunde man henge tre fisk op i høiden. Bredden var kun 80 cm., lengden ca. 5 meter. Den gjennemsnittlige vindhastighet var ca. 1 meter.

