

Eks 2

FISKERIDIREKTORATET
BIBLIOTEKET

FISKERIDIREKTORATETS KJEMISK-TEKNISKE
FORSKNINGSINSTITUTT

Rapport fra forsøk med direkte kontakt kjøletårn
for nedkjøling av luft med sjøvann.

Ved Einar Bagge-Lund.

R.nr: 45/58.

A. h. 34.

BERGEN

Rapport fra forsøk med direkte kontakt kjøletårn
for nedkjøling av luft med sjøvann.

Ved Einar Bagge-Lund.

I forbindelse med tørrfisketørkeanlegg vil det ved høyere lufttemperaturer og relativ fuktighet være nødvendig å kjøle friskluften og derved utkondensere endel av luftfuktigheten for at ikke temperaturen som luften må oppvarmes til skal bli for høy og skade fisken.

For tørkeanlegg i Finnmark skulle en kunne regne med en maksimal sommertemperatur på sjøvannet på ca. 9°C.

Ved avkjøling av luften til et par grader over sjøvannstemperaturen f.eks. til maksimalt 11°C skulle det da være mulig å benytte uteluft på opptil 20°C og 100 % relativ fuktighet til tørking ved oppvarming etter kjølingen til ca. 25°C, og lavere for mindre ekstreme forhold. Den enkleste konstruksjon av et passende kjøletårn vil da være en type hvor vann og luft kan bringes i direkte kontakt.

Dette oppnås ved å la vann og luft passere i motstrøm over en størst mulig kontaktflate. Av slike tårn finnes endel kjente typer f.eks.

- a) tårn med trerister overrislet med vandusj.
- b) tårn pakket med en fylling av diverse kontaktmedier, hvor de mest effektive er Raschig - ringer, sadler, o.l.
- c) tårn hvor luften passerer forstøvningsspredere.

Alle disse typer har forskjellige ulemper.

- a) er lite effektiv på grunn av den begrensede kontaktflate en kan få.
- b) pakkingen er forholdsvis kostbar og motstanden blir så stor at en må ha høytrykksvifte eller blåsere.
- c) blir for kostbart på grunn av det store antall spredere nødvendig.

I den senere tid har sildoljeindustrien i forbindelse med deodorisering av avgass anvendt en tårntype med et antall brett bestående av nettingflettverk som skal være ganske effektive på grunn av at vannet blir meget jevnt fordelt over en stor flate slik at en får et stort antall dråper fra hvert brett. Vanndråpene som faller nedover blir slått i stykker på brettet nedenfor og igjen samlet ved at vannet får renne nedover tråden et stykke og det vil igjen falle en dråpe fra hver maske i flettverket.

Ved Sildolje- og Sildemelindustriens Forskningsinstitutt i Tjærevikken hvor de har et slikt tårn har vi hatt anledning til å foreta en serie forsøk for å undersøke hvilke resultater en kan få ved temperaturer som passer for tørrfisketørring.

28 forsøk ble foretatt over tre dager med varierende vann- og luftmengder. Resultatet av forsøkene er gitt i tabell 1. Arrangementet er vist på figur 1. Atmosfæreluft ble oppvarmet og deretter befuktet med vann i en gjennomfyringstørke for å få luft mest mulig mett ved ca. 20°C. Luften gikk fra tørken gjennom en vifte til kjøletårnet bygget av tre og utstyrt med 15 nettingbrett som kunne fjernes etter ønske. Temperaturen av inn- og utgående luft og vann ble målt med termometer med stor inndeling (0,1-0,2°C) og vannmengden ble målt med et 48 l. kar og stoppeklokke ved utløpet på bunnen av tårnet.

Både tørr- og våtkuletemperaturer ble tatt for inngående luft men bare de siste er gitt i tabell 1, da varmeinnholdet av luften er den samme ved begge og er lettere å finne for den siste. Ved utregning av den relative fuktighet viste det seg at den varierte fra ca. 60-90 %. Lufthastigheten ble målt med en hastighetsmåler av pitot-typen med skala for hastighet i m/min., men da egenvekten skalaen var bestemt for ikke var kjent, ble resultatene av målingene bare brukt som sammenlikning. De data en fikk stemte forholdsvis dårlig for mange observasjoners vedkommende og midlere verdier ble brukt for videre utregning. Det antas at de feil en har fått skriver seg fra følgende kilder:

Luftfuktigheten til tårnet var meget varierende på grunn av ufullstendig befuktning i tørken. Fuktighetsmåleren (hygrometer) kan ha gitt upålitelige resultater uten at en var oppmerksom på dette, da den måtte vates ca. hvert 15 min. og 5-10 min. ville medgå før den igjen var klar til bruk.

Da vannmengden er stor, vil en liten feil i temperaturen resultere i store feil i varmemengden som ble overført.

Bruk av observasjonsdata.

Målingene som ble foretatt vil gi data som bare kan anvendes på liknende tårnkonstruksjon, men for å kunne sammenlikne resultatene for alle kapasiteter og temperaturer må en finne frem til en sammenlikningsfaktor. Mellom vannet og luften vil der foregå en varmeoverføring fra luftfilmen som omgir hver vanddråpe og gjennom vannfilmen inn til vannet. Samtidig vil det ved kondensasjon foregå en stoffoverføring ved diffusjon fra den kondenserende vannndamp i luften fra luftfilmen gjennom vannfilmen til vanddråpene.

Diffusjonshastigheten er proporsjonal med forskjellen på vanninnhold ved metningstemperaturen (våtkuletemp.) og luftens vanninnhold ved vannets overflatetemperatur. Disse størrelser varierer imidlertid fra punkt til punkt.

I grunnprinsippet foregår varmeoverføringen etter følgende likning:

$$Q = K \cdot P \cdot A$$

hvor

- Q er den mengde varme som overføres pr. tidsenhet
K er varmeoverføringskoeffesienten
P er "den drivende kraft" og
A den overflate hvor varmen overføres.

Både K og A er vanskelig eller umulig å regne ut men kan kombineres og bestemmes ved eksperiment P = "den drivende kraft" er den midlere effektive entalpidifferanse. Denne kan finnes på forskjellige måter som alle er mer eller mindre omtrentlige.

1. Ved logaritmisk middel.
2. Ved grafisk integrasjon.

En tredje metode som påstås å være mere nøyaktig er den såkalte "Stevens metode". En kurve for bruk av denne metode er gjengitt i "Refrigerating Engineering" for desember 1956 side 39 fig. 6 og er benyttet ved utregning av P i tabell 1.

$$Q = W(T_2 - T_1) = L(q_1 - q_u) = L \cdot Aq$$

W = vannmengde kg/h
L = luftmengde "
T₁ = vanntemp. til tårn °C.
T₂ = " fra " "
q² = varmeinnhold kcal/kg luft.

Det er nærliggende å anta at A er direkte proporsjonal med W da A er den samlede overflate av alle vanddråper pr. tidsenhet.

Likedan er det naturlig å anta at K er en funksjon av luft-hastigheten eller av $\frac{L}{a}$ hvor a er tårntverrsnittet i m².

Det har imidlertid ikke ved tallrike forsøk lyktes å finne en empirisk formel for K·A med eksponensialfunksjoner av de variable.

En grafisk fremstilling $\frac{Aq}{P}$ som funksjon av $\frac{W}{L}$ er vist på plansje 1. De beregnete punkter er avsatt og ved $\frac{L}{A}$ siden av hvert punkt er merket massehastigheten av luften, $\frac{L}{A}$ kg/m²h (dividert med 1000 av plasshensyn).

Bortsett fra endel punkter som ikke stemmer (antakelig på grunn av observasjonsfeil) synes punktene å ligge i grupper som gir mulighet for å forbinne med kurver med samme verdi av $\frac{L}{A}$, spesielt for $\frac{L}{A} = 6000$.

Da man må kjenne $\frac{Aq}{P}$ for å kunne nytte plansje 1 er det i tabell 2 utregnet en rekke P verdier sammenliknet med praktisk forekommende temperaturer.

Fra verdiene $\frac{A\dot{q}}{p}$ er på plansje 1 avlest de tilsvarende verdier av $\frac{L}{A}$.

For direkte avlesning av $\frac{L}{A}$ i forhold til $\frac{W}{L}$ for en rekke temperaturer er i plansje 2 ved gjentatte forsøk og forandring opptrukket et avlesningskart i monogramform og plansje 1 er endret tilsvarende der hvor tilstrekkelig data mangler. På denne måte skulle en få et hurtigavlesningsdiagram som anses tilstrekkelig nøyaktig for oversikt. Formålet med forsøksserien er jo egentlig å få et uttrykk for de belastninger en kan benytte ved forskjellige temperaturforhold for denne bestemt tårnkonstruksjon.

Kurvene viser at lufthastigheten $\frac{L}{A}$ har stor innflytelse på varmeoverføringen. En kan således redusere forholdet vann til luft, $(\frac{W}{L})$ med økende $\frac{L}{A}$.

Imidlertid er det sannsynlig at det finnes en optimal verdi av $\frac{L}{A}$ som ikke bør overskrides uten å få medrevet vannpartikler i luftstrømmen. Da det er få observasjonsdata for $\frac{L}{A}$ over 6000 kg/m²h ville det antakelig ikke være tilrådelig å benytte verdier som ligger meget høyere. Benytter en f.eks. $\frac{L}{A} = 5000$ vil en for et vanlig tørrfisketørkeri med 50.000 kg luft pr. time få et tårntverrsnitt på 10 m².

Tårnkonstruksjonen.

Forsøksstårnet hadde totalt 15 stk. nettingbrett. For å forenkle konstruksjonen vil det ha interesse å finne ut hvilken innflytelse antall brett har på resultatene.

Under forsøkene Nr. 14-21 ble for hvert forsøk et brett fjernet nederst så en i forsøk nr. 21 hadde bare 7 brett i tårnet (som vist i tabell 1). En fant det ikke hensiktsmessig å fjerne flere brett.

Resultatene viser at mellom et antall på 15 og 7 brett har antallet praktisk talt ingen innflytelse og en oppnår altså praktisk talt det samme med 7 brett som med 15. Dessuten blir motstanden mindre med færre brett.

Det antas at resultatet skyldes at den manglende oppdeling av vanndråpene i den lavere del av tårnet oppveies av den økende hastighet på vanndråpene.

En skulle fra dette kunne trekke den slutning at 7 brett ville være tilstrekkelig dersom tårnhøyden beholdes. Brettene i den øvre del anses som nødvendig for god fordeling av vanndråpene over hele tverrsnittet.

Opptegning og bruk av plansje 2.

Fra varmebalansen:

$$W(T_2 - T_1) = Aq \cdot L \quad \text{får en:}$$

$$T_2 = \frac{Aq}{W} + T_1$$

T_2 er altså gitt ved de tre variable Aq , $\frac{W}{L}$ og T_1 . Dessuten har en videre to variable t_1 og t_2 . Nå er Aq avhengig av $t_1 - t_2$ og en får ialt 3 uavhengig variable og 2 avhengig variable.

For opptegning av plansje 2 er valgt som uavhengig variable: $t_1 - t_2$, t_2 og $t_2 - T_1$ og avhengige: $\frac{W}{L}$ og $\frac{L}{A}$.

I tabell 2 er valgt et antall vilkårlige verdier av de variable og utregnet tilsvarende verdier for $\frac{Aq}{p}$ som fra plansje 1 gir $\frac{L}{A}$.

Ved å trekke vilkårlig valgte rette linjer for $t_1 - t_2 = 9$ og $t_2 = 11$ kan der sammen med tilsvarende verdier for $\frac{L}{A}$ trekkes forløpet av kurver for den tredje variable $t_2 - T_1$ for forskjellige valgte verdier.

Likedan kan en ved å holde de andre variable konstant konstruere opp forløpet av kurvene for forskjellige verdier av $t_1 - t_2$ og t_2 . I kurvene for t_2 er det liten variasjon da den bare uttrykker forskjellen i varmeverdier som varierer noe ved høyere og lavere temperaturer.

Som en ser er opptegning av et sådant diagram ikke eksakt da antallet av de variable er for mange og mange av observasjonene er tvilsomme. For verdier av L/A som ligger utenfor de som en har fått fra forsøkene vil derfor plansje 1 være bare tilnærmet men ved å benytte verdiene av L/A som passer til plansje 2 har det vært mulig å få noenlunde bra overensstemmelse med skrittvis å endre plansje 1 tilsvarende.

Eksempel på bruk:

Eks. 1. Gitt $t_1 = 19^\circ$ $t_2 - T_1 = 3^\circ$ eller $t_2 = 11^\circ$

$$T_1 = 8^\circ$$

$$\text{herav } t_1 - t_2 = 8^\circ$$

$$L/A = 5000 \text{ kg/m}^2\text{h.} \quad \text{Tårntverrsnitt } A \text{ m}^2$$

$$\text{Fra plansje 2: } \frac{W}{L} = \text{ca. } 3,1 \quad W = 3,1 \cdot L = 3,1 \cdot 5000 \cdot A$$

$$W = \underline{15.500 A.}$$

Dimensjonering av tårn for tørrfisketørke.

Ut fra de forsøksdata en har oppnådd skulle det være en enkel sak å finne frem til tårndimensjonene som en må benytte ved valg av den største verdi av L/A som anses trygt uten å rive vanndråpene med, som tidligere bemerket. En passende middelvei for L/A ser ut til å være ca. $5000 \text{ kg/m}^2\text{h}$, men det er mulig en trygt kan anvende 6000 . Med den høyere verdi vil en spare både tårnareal og pumpekapasitet. I det følgende skal gjennomføres en beregning for 30 tonn råfisk tørket i 10 døgn fra et vanninnhold av 80% til 14% .

En får da borttørket vann pr. kg fisk:

$$0,80 - \frac{0,20}{0,86} \cdot 0,14 = 0,77 \text{ kg/kg.}$$

$$\text{Totalt borttørket i 240 timer: } \frac{0,77 \cdot 30000}{240} = 96,2 \text{ kg/h.}$$

Går en ut fra som værste tilfelle en sommertemperatur på 20°C og 100% relativ fuktighet (mettet) og antar en at sjøvannstemperaturen er maks. 9° får en:

$$t_1 = 20^\circ$$

$$T_1 = 9^\circ$$

Velges $t_2 - T_1 = 2^\circ$ blir $t_2 = 11^\circ$ og $t_1 - t_2 = 9^\circ$.

$$\text{For } L/A = 5000 \text{ blir etter plansje 2 } \frac{W}{L} = 3,55$$

$$\text{" " = 6000 " " " } 2 \text{ " = 2,675}$$

Ved avkjøling til $t_2 = 11^\circ$ vil luften være mettet og har et vanninnhold på $8,15 \text{ g/kg}$ tørr luft. Ved oppvarming til ca. 25° og adiabatisk avkjøling i tørken til 80% fuktighet vil vanninnholdet være $10,07 \text{ g/kg}$ tørr luft.

$$\text{Vann fjernet } 10,07 - 8,15 = 1,92 \text{ g/kg}$$

$$\text{Luftmengde: } \frac{96200}{1,92} = \underline{50000 \text{ kg/h.}}$$

$$\text{a) Med } \frac{L}{A} = 5000 \text{ blir tårnarealet } A = \frac{50000}{5000} = \underline{10 \text{ m}^2}$$

$$\text{b) " " = 6250 " " " } A = \underline{8 \text{ m}^2}$$

Vannmengde:

$$\text{a) } W = 3,55 \cdot 50000 = 177500 \text{ l/h} = \underline{2960 \text{ l/min.}} \text{ eller } \underline{3 \text{ m}^3/\text{min.}}$$

$$\text{b) } W = 2,675 \cdot 50000 = 133500 \text{ " } = \underline{2230 \text{ l/min.}} \text{ eller } \underline{2,3 \text{ m}^3/\text{min.}}$$

Et omtrentlig prisoverslag for et komplett tårn med aluminium-kledning er gitt nedenfor:

	Alt. a	Alt. b
Fundament, rydding, planering	ca. kr. 6.000	6.000
Al. tårn profiler	7.000	6.500
" " plater	4.000	3.700
Nettingrammer sjøv.best.al. 35 stk. a kr. 180,-	6.300	
" " " " 28 " " " 180,-		5.030
Luftkanaler av al. ca. 1 m ² tverrsnitt 1,5 mm pl.	4.000	4.000
5 stk. propellvifter a kr. 800 3300 m ³ /h-30mmV.S.	4.000	
4 " " " " 1000.10500 " "		4.000
Pumpe 1 stk. 3 m ³ /min. centrif. bronse 30 m L.H.	10.000	
" 1 " 2,5 " " " " "		9.000
Pumperør 3 lengder 5" - 51,6" + fittings	3.000	3.000
Pumpehus og pumpefund.	3.800	3.800
Rørleggerarbeide	3.400	3.400
Tåkefjerner al.plater avstivet	3.300	3.300
Oppføring av tårn	10.000	9.000
Frakt, etc.	3.000	3.000
Barduner	.600	.600
Diverse	<u>6.600</u>	<u>5.700</u>
	<u>75.000</u>	<u>70.000</u>

Forslag til tårnkonstruksjon er antydnet på figur 2.

Oppvarming av vinterluft med sjøvann.

Da sjøvannet om vinteren holder en temperatur på ca. 4°, kunne det tenkes at en eventuelt kunne benytte tårnet til delvis oppvarming av luften.

En utregning av varme- og kraftforbruket med og uten oppvarming av sjøvannet er foretatt og resultatet er vist i tabell 3.

Som basis er for alle temperaturer benyttet en luftfuktighet på 80 % relativ fuktighet. Ved oppvarming av luften i kontakt med sjøvann er videre forutsatt at luften etter oppvarmingen ikke får høyere relativ fuktighet enn 80 %, dvs. luften opptar en god del fuktighet fra sjøvannet men når ikke metning.

Beregningene er gjennomført for uteluft-temperaturer på - 15, - 10 og - 5° og for to alternativer

1) Oppvarming av luften i begge tilfeller til 20°C.

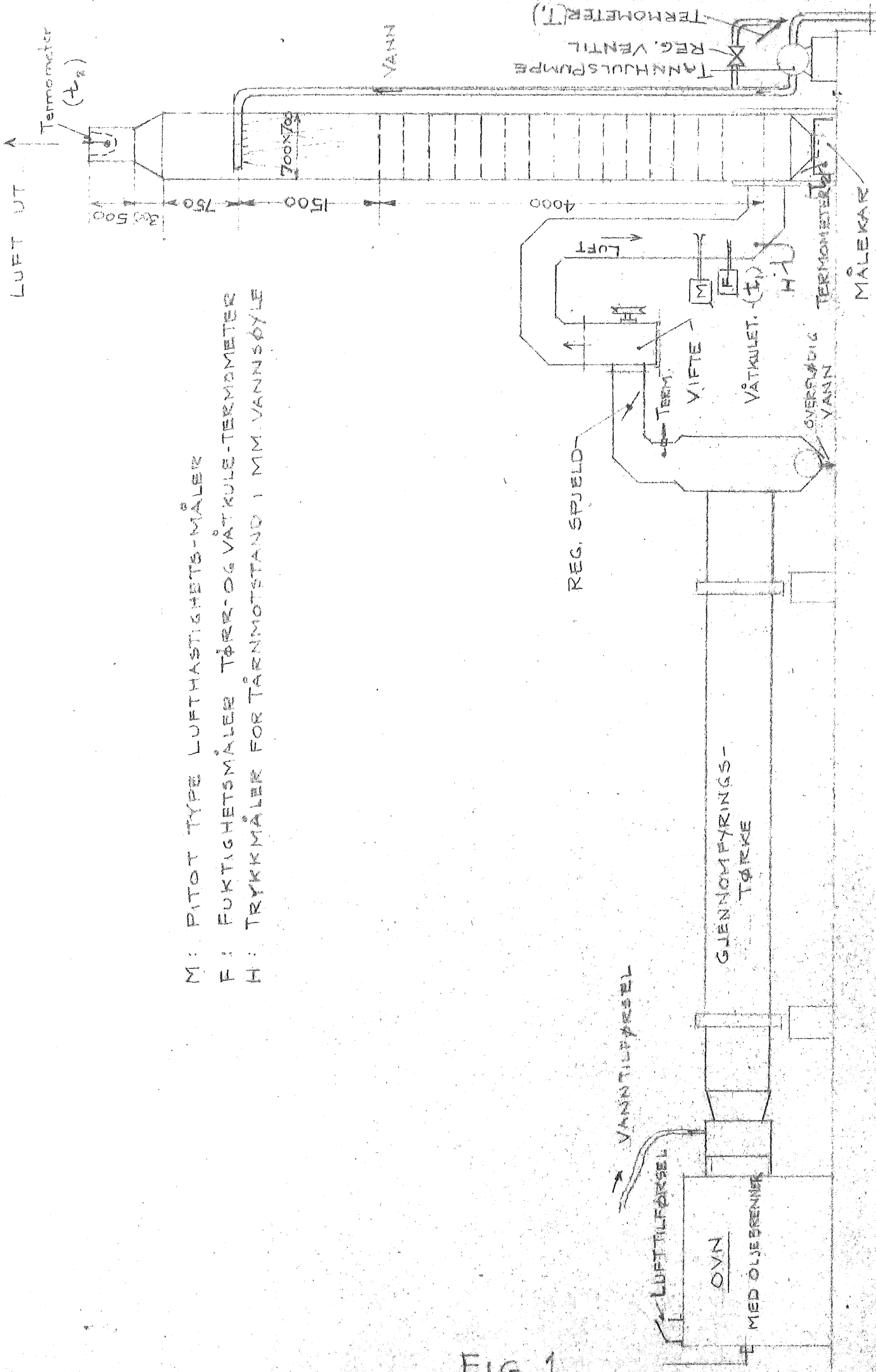
b) Utgangstemperatur fra tørken i begge tilfeller på 11°C.

Som en vil se av resultatene er den største besparelse ca. 14 % av kraftforbruket ved -15°C , mens besparelsen ved -10°C er omtrent null og ved -5°C vil oppvarmingen med sjøvann være ulønnsom. Kraftforbruket til pumpe og vifter i kjøletårnet er anslått til 30 KW. Fra ovenstående skulle en altså kunne slutte at ved vurdering av fordelene ved et kjøleanlegg med sjøvann, vil en ikke oppnå noen nevneverdig fordel ved delvis oppvarming av luften med sjøvann.

Diskusjon av resultatene.

Da det som tidligere nevnt har vært for ustabile forhold til at resultatene kan betraktes som pålitelige og gi grunnlag for nøyaktige data over et større temperaturområde, mener en allikevel at det har vært fastslått at det skulle være mulig å kjøle luft fra 20° våtkuletemperatur ned til en temperatur som ikke er mer enn 2°C høyere enn vanntemperaturen ved anvendelse av de kapasiteter pr. m^2 tårnareal som antydnet.

Bort- tørket kg/kg luft	kg luft pr. 100 kg vann	Forbruk		Varme- forbr. oppva.	Varme KW	Totalt forbruk	% forbruk u/vaske- tårn og m/ vasketårn	
		varme pr kg luft kcal/kg	kraft KW					
0,0046	21700	8,5	-	184500	214	214	100	%
0,0034	29400	4,5	30	132300	154	184	86	"
0,00445	22450	7,25	-	163000	189	189	100	"
0,0034	29400	4,5	30	132300	154	184	97,4	"
0,00405	24700	5,7	-	140800	164	164	100	"
0,0034	29400	4,5	30	132300	154	184	112	"
0,00555	18000	9,6	-	172800	201	201	100	"
			30		154	184	91,5	"
0,0052	19230	8,15	-	156900	182	182	100	"
						184	101	"
0,00450	222000	6,2		137800	160	160	100	"
						184	115	"



- M: PITOT TYPE LUFTHASTIGHETS-MÅLER
- F: FUKTIGHETSMÅLER TØRR- OG VÅTKULE-TERMOMETER
- H: TRYKKMÅLER FOR TÅRN MOTSTAND I MM. VANNSDØYLE

FIG. 1

LUFT : 50000 KG/TIME
 VANN : CA 175000 L/TIME = 3 M³/MIN
 LØFTEHØYDE : 30 M
 VIFTER : CA 42000 M³/TIME TOTALT
 " TRYKK : 30 M/M V.S.

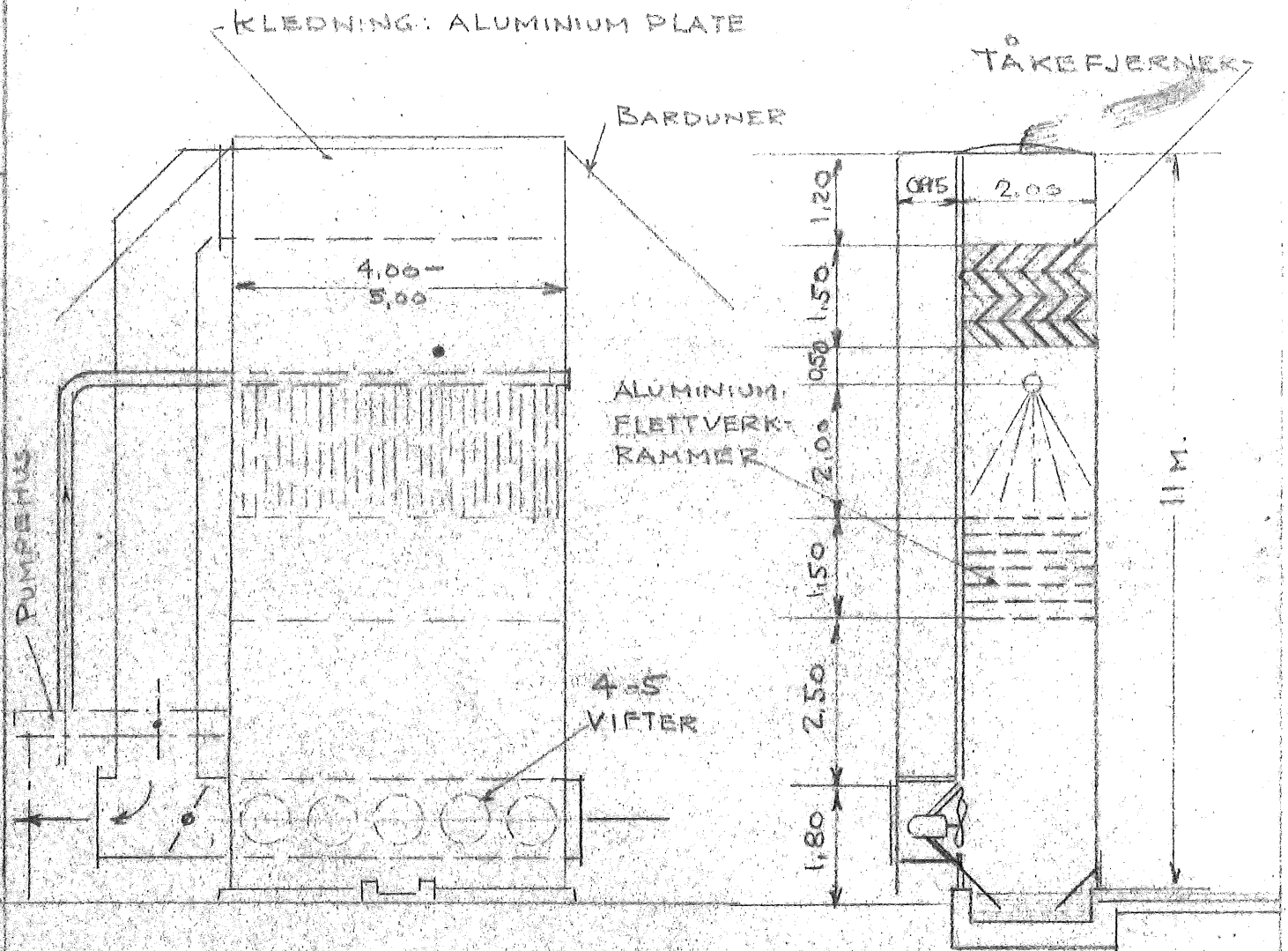


Fig 2.

TABELL 1.

Forsök nr.	W målt kg/h	Temperaturer				Värmeavgift		Luftmängde			Vannmängde	W/L Utregns kg/kg	W/L _m (midlere) kg/kg	"Drivkraft"		Δq _m P _m kcal/kg torr luft	L _m /A luft Kg/m ² h	W _m /A Vann Kg/m ² h	t ₂ -T ₁ °C	(t ₂ -T ₁) _m °C	Motstånd Ah mm V.S.	Antall Brett	
		T ₁ Vann inn °C	T ₂ Vann ut °C	t ₁ Luft inn °C	t ₂ Luft ut °C	Δq keal/kg torr luft	Δq _m keal/kg torr luft	L Utregns kg/h torr	L målt kg/h torr	L _m kg/h torr	W _m kg/h			P P _m	P _m								
1	a	9510	6,2	8,0	19,8	7,8	7,735	7,575	2210	2335	2446	9435	4,300	3,85	3,015	2,827	2,68	5000	19250	1,6	1,45	19,0	15
	b	9360	"	8,5	19,2	7,5	7,414	"	2905	"	2446	9435	3,221	3,85	2,64	2,827	2,68	5000	19250	1,3	1,45	19,0	15
2	a	3770	6,2	11,0	19,3	12,5	4,721	4,830	3842	2610	3200	3770	0,982	1,178	4,40	4,455	1,08	6530	7700	6,3	6,3	7,5	"
	b	"	"	"	19,6	"	4,949	"	3738	"	3200	3770	1,009	1,178	4,51	4,455	1,08	6530	7700	"	6,3	7,5	"
3	a	6130	6,2	9,9	19,7	10,0	6,481	6,368	3500	2550	3056	6130	1,752	2,005	3,81	3,895	1,633	6230	12500	3,8	4,0	10,0	"
	b	"	"	"	10,4	"	6,255	"	3625	"	3056	6130	1,691	2,005	3,98	3,895	1,633	6230	12500	4,2	4,0	10,0	"
4		4670	6,2	10,5	20,2	11,7	5,910	5,910	3405	2625	3015	4670	1,373	1,55	4,53	4,530	1,08	6150	9530	5,5	5,5	11,5	"
5	a	4555	6,2	10,8	19,6	10,5	6,119	6,057	3425	2060	2607	4555	1,329	1,75	3,725	3,972	1,52	5320	9300	4,3	4,55	6,5	"
	b	"	"	10,0	19,8	11,0	5,995	"	2883	"	2607	4555	1,578	1,75	4,22	3,972	1,52	5320	9300	4,8	4,55	6,5	"
6	a	8115	6,5	8,5	20,0	7,8	7,893	4,0175	2055	1995	2016	8175	3,946	4,06	2,82	2,877	1,40	4120	16700	1,3	1,3	11,0	"
	b	8235	"	"	20,3	"	8,142	"	2022	"	2016	8175	4,071	4,06	2,935	2,877	1,40	4120	16700	"	1,3	11,0	"
7	a	8870	6,65	8,9	18,6	8,0	6,693	7,0315	2985	3175	2991	8845	2,970	2,956	2,49	2,640	2,66	6110	18020	1,25	1,37	32,0	"
	b	8820	6,7	"	19,6	8,2	7,370	"	2632	"	2991	8845	3,350	2,956	2,79	2,640	2,66	6110	18020	1,50	1,37	32,0	"
8	a	5965	6,7	9,9	18,6	9,9	5,675	5,7405	3365	3410	3395	6017	1,773	1,772	3,27	3,260	1,76	6925	12280	3,2	3,15	26,3	"
	b	6070	"	9,95	18,7	9,8	5,806	"	3395	"	3395	6017	1,786	1,772	3,25	3,260	1,76	6925	12280	3,1	3,15	26,3	"
9	a	2222	6,7	11,65	18,3	14,8	2,481	2,4695	4430	3800	4082	2222	0,501	0,545	4,54	4,560	0,54	8330	4540	8,1	8,1	17	"
	b	"	"	"	18,4	"	2,558	"	4300	"	4082	2222	0,517	0,545	4,58	4,560	0,54	8330	4540	"	8,1	17	"
10	a	2290	6,65	9,8	15,3	12,4	1,850	2,073	2660	2880	2990	2290	0,861	0,766	3,21	3,395	0,61	6110	4675	5,75	5,94	7	"
	b	"	"	10,2	16,3	12,8	2,296	"	3542	"	2990	2290	0,646	0,766	3,58	3,395	0,61	6110	4675	6,14	5,94	7	"
11	a	4215	6,65	9,4	16,1	11,2	3,107	3,320	3730	2345	2923	4215	1,130	1,442	3,19	3,285	1,01	5960	8600	4,55	4,55	9,5	"
	b	"	"	"	16,7	"	3,533	"	3282	"	2923	4215	1,284	1,442	3,38	3,285	1,01	5960	8600	"	4,55	9,5	"
12	a	6265	6,75	8,7	17,0	9,3	4,810	4,956	2542	2280	2377	6222	2,465	2,62	2,81	2,86	1,73	4850	5075	2,55	2,55	12	"
	b	6180	"	"	17,4	"	5,102	"	2408	"	2377	6222	2,565	2,62	2,91	2,86	1,73	4850	5075	"	2,55	12	"
13	a	9080	6,75	8,25	17,9	8,2	6,053	6,128	2252	2239	2231	9080	4,030	4,065	2,51	2,53	2,42	4560	18520	1,45	1,45	13	"
	b	"	"	"	18,1	"	6,203	"	2197	"	2231	9080	4,130	4,065	2,55	2,53	2,42	4560	18520	"	1,45	13	"
14	a	9350	6,75	8,4	17,2	8,4	5,436	5,545	2839	2500	2661	9350	3,295	3,51	2,45	2,47	2,24	5430	19100	1,65	1,62	8,5	14
	b	"	6,8	8,5	17,5	"	5,655	"	2805	"	2661	9350	3,330	3,51	2,49	2,47	2,24	5430	19100	1,60	1,62	8,5	14
15	a	9350	7,0	8,45	18,6	8,4	6,482	6,105	2090	2470	2348	"	4,470	3,98	2,61	2,51	2,43	4900	"	1,40	1,40	7,0	13
	b	"	"	"	17,6	"	5,728	"	2365	"	2348	"	3,955	3,98	2,41	2,51	2,43	4900	"	"	1,40	7,0	13
16	a	9350	7,2	8,4	17,2	8,2	5,542	5,615	2022	2505	2249	"	4,620	4,16	2,09	2,11	2,66	4585	"	1,00	1,0	6,5	12
	b	"	"	"	17,4	"	5,688	"	1974	"	2249	"	4,735	4,16	2,13	2,11	2,66	4585	"	"	1,0	6,5	12
17	a	9350	7,4	8,35	17,3	8,2	5,615	5,651	1582	2565	2068	"	5,910	4,515	1,965	1,99	2,84	4230	"	0,80	0,8	6,0	11
	b	"	"	"	17,4	"	5,688	"	1560	"	2068	"	5,990	4,515	2,015	1,99	2,84	4230	"	"	0,8	6,0	11
18	a	9350	7,6	8,4	17,3	8,25	5,589	5,612	1337	2510	1941	"	6,990	4,815	1,842	1,869	3,0	3960	"	0,65	0,65	5,5	10
	b	"	"	8,45	17,4	8,3	5,635	"	1410	"	1941	"	6,625	4,815	1,895	1,869	3,0	3960	"	0,70	0,65	5,5	10
19	a	9110	7,8	8,4	16,3	8,5	4,740	4,8415	1152	2695	1961	9110	7,900	4,67	1,73	1,742	2,78	4000	18590	0,70	0,7	5,0	9
	b	"	"	"	16,6	"	4,953	"	1102	"	1961	9110	8,260	4,67	1,755	1,742	2,78	4000	18590	"	0,7	5,0	9
20	a	9110	7,8	8,8	16,8	9,3	4,668	4,668	1950	2695	2322	"	4,668	3,92	2,28	2,28	2,05	4740	"	1,5	1,5	4,8	8
	b	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	8
21	a	9110	7,8	8,9	16,0	9,2	4,155	4,226	2410	2660	2515	"	3,775	3,62	2,02	2,05	2,06	5130	"	1,4	1,4	4,8	7
	b	"	"	"	16,2	"	4,297	"	2332	"	2515	"	3,905	3,62	2,08	2,05	2,06	5130	"	"	1,4	4,8	7
22		8470	10,75	13,4	22,4	14,6	5,991	5,991	3745	3610	3677	8470	2,26	2,305	4,17	4,17	1,44	7500	17270	3,85	3,85	"	"
23	a	8950	10,75	12,0	19,2	12,2	4,815	4,796	2320	2555	2389	8930	3,86	3,74	2,312	2,241	2,14	4875	18220	1,45	1,35	"	"
	b	8910	"	11,85	19,0	12,0	4,778	"	2045	2638	2389	8930	4,35	3,74	2,17	2,241	2,14	4875	18220	1,25	1,35	"	"
24	a	7820	10,8	12,3	19,6	12,6	4,888	4,8978	2400	2638	2495	7820	3,26	3,13	2,555	2,612	2,18	5100	15930	1,8	1,87	"	"
	b	"	10,75	12,25	19,7	12,7	4,907	"	2390	2555	2495	7820	3,27	3,13	2,67	2,612	2,18	5100	15930	1,95	1,87	"	"
25	a	8470	10,7	12,7	20,0	12,7	5,144	5,3625	2390	2555	2627	8425	2,58	3,21	2,69	2,742	1,956	5260	17200	2,0	1,9	"	"
	b	8380	11,0	12,4	20,6	12,8	5,581	"	2110	"	2627	8425	3,97	3,21	2,795	2,742	1,956	5260	17200	1,8	1,9	"	"
26		8380	10,9	12,3	21,5	12,4	6,586	6,586	1781	1956	1868	8380	4,71	4,48	2,91	2,91	2,26	3810	17110	1,5	1,5	"	"
27		6110	11,1	13,0	22,1	13,4	6,490	6,490	1790	2042	1916	6110	3,41	3,19	3,38	3,38	1,94	3910	12480	2,3	2,3	"	"
28		6110	11,1	13,4	22,1	14,3	5,916	5,916	2375	3142	2758	"	2,58	2,215	3,79	3,79	1,56	5625	"	3,2	3,2	"	"

TABELL 2

$\frac{W}{L}$	$t_1 - t_2$	t_2	$t_2 - T_1$	Δq	P	$\frac{\Delta q}{P}$	Fra plansjet L/A kg/m ² h
2	9	11	2	6,153	2,72	2,261	6700
2,5	"	"	"	"	2,84	2,165	6180
3	"	"	"	"	2,94	2,043	5660
3,5	"	"	"	"	2,982	2,06	5050
4	"	"	"	"	3,02	2,036	4400
2,5	9	11	3	6,153	3,52	1,75	5870
3,0	"	"	"	"	3,59	1,714	5320
3,5	"	"	"	"	3,65	1,685	4700
2,5	9	11	4	6,153	4,16	1,500	5650
3,0	"	"	"	"	4,18	1,476	5100
3,5	"	"	"	"	4,24	1,452	4425
2,5	9	11	5	6,153	4,67	1,316	5450
3,0	"	"	"	"	4,76	1,292	4850
3,5	"	"	"	"	4,81	1,280	4200
2,5	9	10	6	5,928	5,05	1,174	5275
3,0	"	"	"	"	5,12	1,158	4675
3,5	"	"	"	"	5,15	1,129	4000
2,5	9	10	2	5,928	2,77	2,14	6150
3,0	"	"	"	"	2,86	2,07	5600
3,5	"	"	"	"	2,90	2,045	5030
2,5	9	9	2	5,764	2,682	2,13	6140
3,0	"	"	"	"	2,75	2,07	5600
3,5	"	"	"	"	2,79	2,042	5030
2	3	11	2	1,821	1,69	1,078	5700
2,5	"	"	"	"	1,723	1,057	5100
3	"	"	"	"	1,746	1,042	4500
2	5	11	2	3,153	2,040	1,545	6200
2,5	"	"	"	"	2,105	1,497	5625
3,0	"	"	"	"	2,145	1,47	5040
2	3	10	6	1,756	3,62	0,485	4680
2,5	"	"	"	"	3,69	0,476	4025
3,0	"	"	"	"	3,70	0,474	3400
2	5	11	5	3,153	3,69	0,855	5400
2,5	"	"	"	"	3,75	0,841	4850
3	"	"	"	"	3,80	0,83	4200
2,5	9	6	2	5,115	2,45	2,085	6100
3	"	"	"	"	2,51	2,04	5600
3,5	"	"	"	"	2,54	2,015	5000

TABELL 2

Avrup

DIN A4
Nr. 8121
log x log
Modul 100

