

Isotermkalorimetrisk kalibrering af Calvet Mikrokalorimeter

L B M Laboratoriet for bygningsmaterialer. Danmarks tekniske højskole.

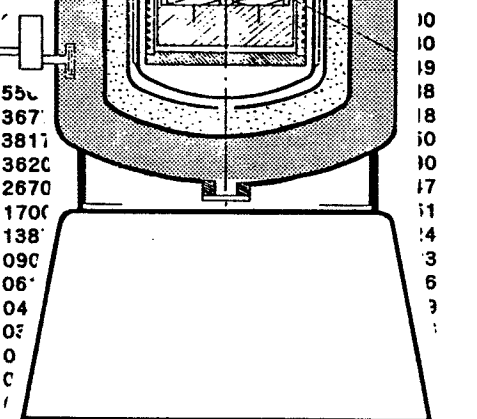
Building materials laboratory. The University of Denmark.

TEST NO. 1 HEAT

sample no. : 1
sample weight : 1.0000 gram
sample description :

start time : 185249

tid	tids	tc	Ei	Dq/Dt	ited	Dt/Dt
Time	Lab/sek	Deg.C	Myvolt	Mcal/	g	Mdeg/sec
Puls	=	0.40 sek.				
Bånd	=	0.001 cel.				
Pause 1	=	0.5 sek.				
Pause 2	=	1.0 sek.				
Pause 3	=	1.5 sek.				
Set Temp	=	25.00 cel.				
FastGrad	=	ja				
Gradient	=	1.0 cel. i timen				



185251	0	19.89	422	1.	10	0.118		
185353	63	19.94	315	1	10	0.775		
185506	136	20.04	237	0.	19	1.341		
185747	297	20.19	137	0.55	18	0.906		
190556	786	20.97	91	0.367	18	1.593		
191142	1131	21.50	95	0.3811	10	1.551		
191809	1519	21.99	90	0.3620	10	1.257		
193412	2482	23.01	66	0.2670	17	1.063		
195413	3682	23.74	42	0.1700	11	0.610		
200300	4210	24.04	34	0.138	14	0.555		
202300	5410	24.38	22	0.090	3	0.285		
204300	6610	24.62	15	0.06	6	0.203		
210300	7810	24.77	11	0.04	3	0.122		
212301	9010	24.87	8	0.03		0.081		
214301	10210	24.92	5	0.0		0.041		
220301	11410	24.97	5	0.0		0.041		
222301	12610	24.97	4	0.0		0.000		
224301	13811	24.97	3	0.		0.000		
230302	15011	25.01	3	0.0141	0.0506	0.3455	1.597	0.041
232302	16211	24.97	3	0.0133	0.0477	-0.3258	1.613	-0.041
234302	17411	25.01	3	0.0117	0.0420	0.2863	1.626	0.041
	0 18430	25.01	2	0.0092	0.0333	0.0000	1.636	0.000
	2000 19630	25.01	3	0.0109	0.0391	0.0000	1.649	0.000
	4000 20830	25.01	2	0.0096	0.0347	0.0000	1.661	0.000
	10000 22030	25.01	2	0.0100	0.0362	0.0000	1.673	0.000
	12001 23230	25.01	3	0.0104	0.0376	0.0000	1.685	0.000

...

INDHOLDSFORTEGNELSE

1.	INDLEDNING	2
2.	FORSØGSOPSTILLING OG -UDSTYR	3
3.	MÅLINGER	5
3.1	Måleprocedure	5
3.2	Resultater	5
3.2.1	kalibreringsmodstand	5
3.2.2	effektberegning	5
3.2.3	tidskonstant	8
4.	RESULTATBEARBEJDNING	10
4.1	Kalibreringsfaktor	10
4.2	Måleusikkerhed	11
5.	KONKLUSION	13

REFERENCER

BILAG:

Datafil fra kalorimetrets datalogger	A1
Beregningsresultat for non-lineær regression	B1

1. INDLEDNING

Denne rapport beskriver kalibrering af LBM's mikrokalorimeter ved isothermkalorimetriske målinger.

Kalibreringen er foretaget ved temperaturene 20, 25, 30, 35 og 40°C.

Proceduren består i at sammenligne en kendt tilført effekt med den målte på mikrokalorimetret.

2. FORSØGSOPSTILLING OG -UDSTYR

Forsøgsopstillingen fremgår af fig. 1.

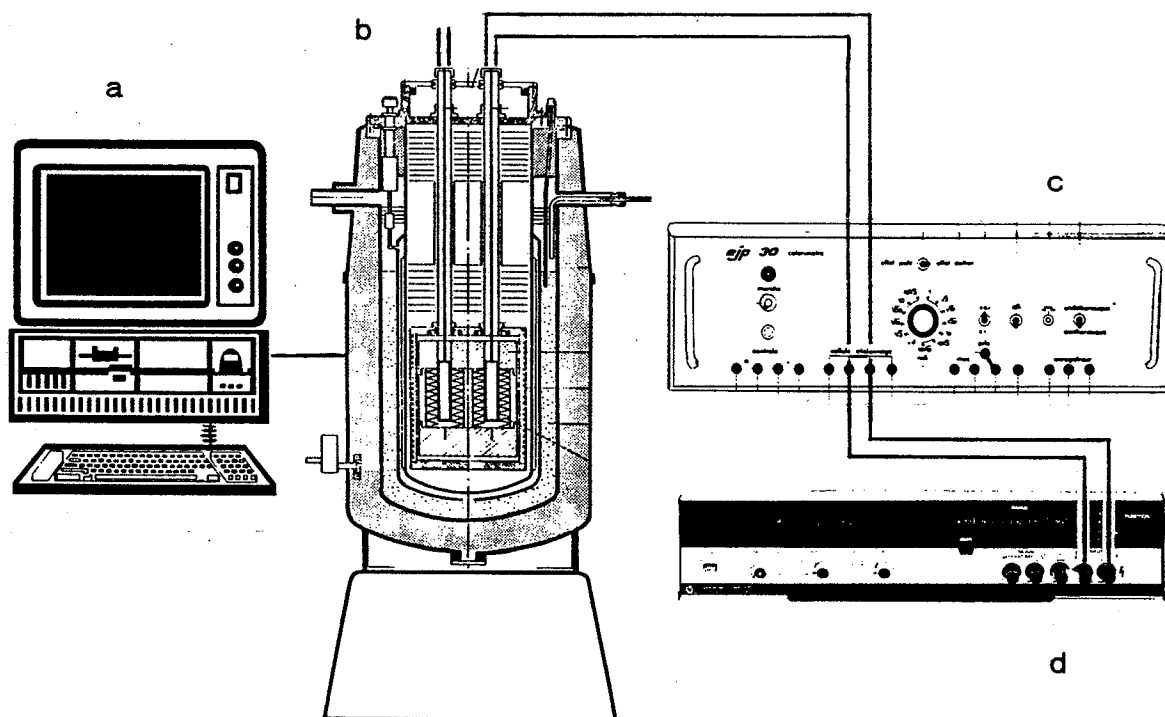


Fig. 1

Forsøgsopstillingen bestående af:

- a. PC med styre- og dataopsamlingsprogram
- b. Mikrokcalorimeter med kalibreringsceller
- c. Strømforsyning til kalibreringsceller
- d. Voltmeter

Ad a: Til styring og dataopsamling anvendes det samme program som ved differentialkalorimetri. Bilag 1 viser et eksempel på en logget fil med datainput; når "Set Temp" er nået holdes denne automatisk konstant svarende til isotherm kørsel.

Ad b: Mikrokcalorimetret er rigget op som ved differentialkalorimetri. Af hensyn til stabilitet køles med flydende nitrogen ved temperaturer under 30°C (20 og 25°C), jvf. /1/.

Kalibreringscellerne, af fabrikat SETARAM, er specielt udviklet til kalibrering af kalorimetret. De har udformning som prøveceller med styrestang og ledningsudtag til strømforsyning. Kalibreringscellen indeholder en modstandstråd af manganin (84Cu 12Mn 4Ni), som har en meget lav elektrisk temperaturkoefficient.

Kalibreringsceller anbringes både i måle- og referencekammeret, men modstanden i referencecellen tilsluttes ikke strøm-

kilden. Herved opnås at de to celler har samme varmekapacitet og afkølingstal. Dette er vigtigt selv ved isotherm måling; således elimineres små variationer i kalorimeterblokkens driftstemperatur under måling.

Ad c: Den anvendte strømforsyning er af typen SETARAM EJP 30 /2/. Den er specielt udviklet til kalibrering af kalorimetret med ovennævnte kalibreringsceller. Strømstyrken kan vælges i faste trin fra 0 til $10\sqrt{3}$ mA. Usikkerheden på de forudbestemte strømstyrker er ikke opgivet. Det influerer dog ikke på beregning af den afsatte effekt, idet denne er entydigt givet ved præcisionsmåling af modstand og spændingsfald. Strømforsynings stabilitet er konstateret indeholdt i usikkerheden på spændingsfaldsmålingen.

Ad d: Det anvendte voltmeter er af typen Hewlett & Packard multimeter 3490A /3/. Måleusikkerheden er opgivet til at være mindre end $U(V) \cdot 10^{-5} + 0.000001$ V.

Instrumentet er endvidere benyttet som ohmmeter for bestemmelse af kalibreringscellernes resistans.

3. MÅLINGER

3.1 MÅLEPROCEDURE

Anbringelse og udtagning af kalibreringscellerne foretages som normale prøveceller, beskrevet i /4/.

Styring og dataopsamling aktiveres med programmet "KL3". "Gradient" vælges således at kalorimeterblokkens temperatur t_c vil ændres mod den ønskede "Set Temp". Kalorimeterblokkens temperaturvariationsinterval "Bånd" vælges passende lille f.eks. 0.001°C . "Sample weight" sættes altid til 1 g, hvorved den dataloggede "dq/dt" netop bliver effekten i cal/sec.

Afhængigt af udgangstemperatur og "Set Temp" varer indsvingsforløbet ca. 2-4 timer. Herefter tilføres kalibreringsmodstanden en konstant strømstyrke (evt. 0) indtil kalorimetrets visning er stabil - dette gentages efterfølgende med andre strømstyrker. Spændingsfaldet over modstanden måles sideløbende.

3.2 RESULTATER

3.2.1 Kalibreringsmodstand

Indledningsvis er kalibreringscellens resistans bestemt. LBM's to kalibreringsceller har ikke nøjagtig samme modstand, men som aktiv celle anvendtes kun den ene. Dennes resistans blev målt ved to temperaturer:

$$\begin{aligned} R(5^\circ\text{C}) &= 1001.71 \, \Omega \\ R(35^\circ\text{C}) &= 1001.78 \, \Omega \end{aligned} \quad \text{--- (1)}$$

Ud fra antagelse om linearitet kan R inter- og ekstrapoleres.

3.2.2 Effektberegning

Målt effekt for $T=35^\circ\text{C}$ er ved forskellige strømstyrker vist som eksempel i fig. 2.

Til brug ved videre beregninger dannes gennemsnit af målinger ved ligevægt for hver effektniveau, $P_{\text{målt}}$. $P_{\text{målt}}$ er "dq/dt" fra den loggede datafil omregnet til W ($1 \text{ cal/sec} = 4.184 \text{ W}$). Disse er opført i tabel 1. Effektniveauet er godt bestemt; spredningen på målepunkterne er ca. $5 \, \mu\text{W}$, og der er ikke tendens til drift.

Som eksempel kan første effektniveau for den i bilag A1 viste fil (kalib1.25) gennemregnes. For de sidst viste 24 målinger før effektændring er "dq/dt" i målemæssig henseende konstant. Middelværdi af disse er $0.0090 \text{ mCal/sec} = 0.038 \text{ mW}$. Dette tal er opført i tabel 1 ud for $I=0 \text{ mA}$ og $T=25^\circ\text{C}$. Øvrige værdier er fremkommet på tilsvarende vis.

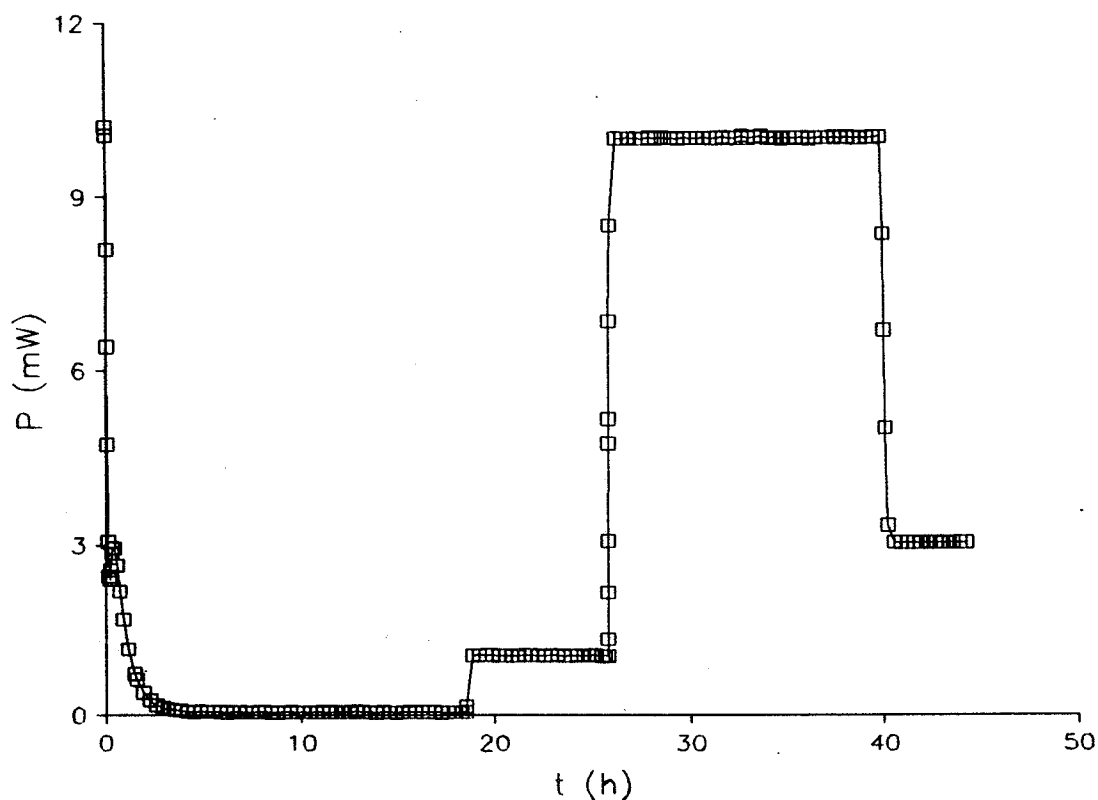


Fig. 2 Målt effekt ved 35°C. Kurven består af et indsvingsforløb efterfulgt af niveauer ved forskellige strømstyrker: 0, 1, $\sqrt{10}$ og $\sqrt{3}$ mA.

I (mA) T (°C)	0	1	$\sqrt{3}$	$\sqrt{10}$
20	0.012 0.047	0.994	i.l.	i.l. 9.848
25	0.038	1.027	3.006	9.962
30	0.012 0.017	1.007	3.003	9.951 9.964
35	0.054 0.024	1.048	3.036	9.994 9.989
40	0.038 0.035	1.036	3.032	10.007

Tabel 1 Målt effekt P (mW). For to af målingerne ved 20°C var der ikke indtrådt ligevægt (i.l.) før ændring af I. Ved 20, 30, 35 og 40°C er udført repetitionsforsøg.

Samhørende spændingsfaldsmålinger vises i tabel 2. Den tilførte effekt beregnes ved $P_{\text{beregnet}} = U^2/R$, med værdier fra (1) og tabel 2, se tabel 3. På basis af tabel 1 og 3 beregnes excess effekten $P_e = P_{\text{målt}} - P_{\text{beregnet}}$, anført i tabel 4.

I (mA) T (°C)	0	1	$\sqrt{3}$	$\sqrt{10}$
20	0.000001 0.000002	1.00081	1.7336	3.1649 3.1649
25	0.000002	1.00085	1.7337	3.1651
30	0.000002 0.000002	1.00095	1.7338	3.1653 3.1653
35	0.000003 0.000002	1.00094	1.7339	3.1654 3.1654
40	0.000003 0.000002	1.00102	1.7339	3.1655

Tabel 2 Målt spændingsfald over kalibreringsmodstand, U (V).

I (mA) T (°C)	0	1	$\sqrt{3}$	$\sqrt{10}$
20	0 0	0.99988	3.0001	9.9991 9.9991
25	0	0.99994	3.0004	10.000
30	0 0	1.00013	3.0008	10.001 10.001
35	0 0	1.00010	3.0011	10.002 10.002
40	0 0	1.00025	3.0010	10.002

Tabel 3 Beregnet effekt (mW), $P_{\text{beregnet}} = U^2/R$.

I (mA) T (°C)	0	1	$\sqrt{3}$	$\sqrt{10}$
20	12 47	-6	i.l.	i.l. -151
25	38	27	6	-38
30	12 17	7	5	-50 -37
35	54 24	48	35	-8 -13
40	38 35	36	22	5

Tabel 4 Exces effekt P_e (μW) (PMålt-Pberegnet).

3.2.3 Tidskonstant

Kalorimetret er ikke i stand til at følge de momentane strøm-skift eksakt. I fig. 3 ses måleforløbet ved et sådant.

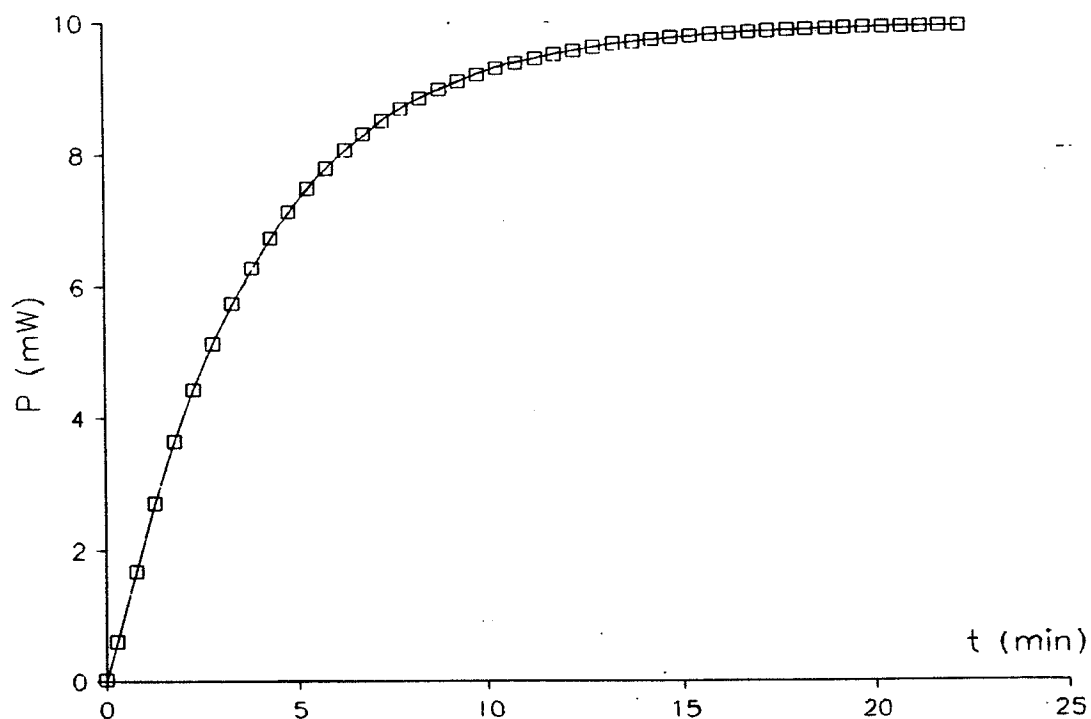


Fig. 3 Målt effekt ved momentan ændring fra 0 til $\sqrt{10}$ mA. (Fra målingen Kalib1.30).

Ved non-lineær regression på $P=A[1-e^{-Bt}]$ er tidskonstanten bestemt til $t_{\frac{1}{2}}=-\ln\frac{1}{2}/B=2.66 \text{ min} = 160 \text{ sek.}$ I praktisk henseende ses indsvinget at være ca 15 min. Tidskonstanten stemmer fint overens med den af SETARAM opgivne: 150-200 sek. /1/. Bilag 2 viser beregningsresultat for non-lineær regression.

4. RESULTATBEARBEJDNING

4.1 KALIBRERINGSFAKTOR

Med henblik på korrektion af måleresultater ønskes excess effekten udtrykt som funktion af den målte effekt:

$$P_e = f(P_{\text{målt}})$$

Sammenligning af tabel 1 og 4 antyder at en lineær model vil være hensigtsmæssig:

$$P_e = \alpha \cdot P_{\text{målt}} + \beta \quad (2)$$

I tabel 5 er opført regressionsparametre fra lineær regression.

T (°C)	α ($\mu\text{W}/\text{mW}$)	β (μW)	r (-)	$\bar{\alpha}$ (-)
20	-18.3	12.2	-1.00	$-19.3 \cdot 10^{-3}$
	-20.2	47.9	-1.00	
25	-7.4	34.4	-0.99	$-7.4 \cdot 10^{-3}$
30	-6.3	12.7	-1.00	$-5.9 \cdot 10^{-3}$
	-5.5	18.9	-1.00	
35	-6.2	54.3	-1.00	$-5.0 \cdot 10^{-3}$
	-3.7	24.1	-1.00	
40	-2.0	38.1	-1.00	$-2.5 \cdot 10^{-3}$
	-2.9	33.3	-0.99	

Tabel 5 Resultatet af lineær regression på $P_e = \alpha \cdot P_{\text{målt}} + \beta$ med P_e og $P_{\text{målt}}$ fra henholdsvis tabel 4 og 1. r angiver korrelationskoefficienten.

Som det fremgår af korrelationskoefficienten er den lineære beskrivelse god.

β varierer tilsyneladende tilfældigt; dels er temperaturens indflydelse uklar, dels antager den nye værdier ved repetitionsforsøg. Grunden til denne variation er ikke klarlagt. β vil dog i det enkelte forsøg være entydigt fastlagt hvis nulniveauet indledningsvis bestemmes; dvs. $P_{\text{målt}}$ for $P_{\text{tilført}} = 0$. Dette sker automatisk idet temperaturligevægt skal indtræde inden det egentlige forsøg startes. β er da givet ved:

$$\begin{aligned}
\beta &= P_{e,0} - \alpha \cdot P_{\text{målt},0} = (P_{\text{målt},0} - P_{\text{beregnet},0}) - \alpha \cdot P_{\text{målt},0} \\
&= (P_{\text{målt},0} - 0) - \alpha \cdot P_{\text{målt},0} \\
&= (1 - \alpha) \cdot P_{\text{målt},0}
\end{aligned} \tag{3}$$

α afhænger tilsyneladende af temperaturen; repetitionsforsøg giver nogenlunde samme α og der er monoton sammenhæng mellem α og T . Sammenlignet med de øvrige temperaturer er $\alpha(20^\circ\text{C})$ relativt stor. Grunden til dette er ikke opklaret men repetitionsforsøget giver samme resultat. Pga. denne variation bør der ikke foretages ekstrapolation af $\alpha(T)$.

4.2 MÅLEUSIKKERHED

Det undersøgte effektområde, 0-10 mW, er realistisk f.eks. mht. bestemmelse af varmeudvikling ved cements hydratisering.

Uden korrektion er konstateret afvigelser på op til ca. 150 μW ($\approx 0.5 \text{ J/h}$). Det er derfor vigtigt at målingerne korrigeres. Med (2) og β fra (3) haves:

$$P_{\text{korrigeret}} = P_{\text{målt}} - P_e = P_{\text{målt}} - (\alpha \cdot P_{\text{målt}} + \beta) = (1 - \alpha) \cdot (P_{\text{målt}} - P_{\text{målt},0}) \tag{4}$$

α dannes som gennemsnit af værdierne i tabel 5, ved den pågældende temperatur. I tabel 6 er opført exces effekter mellem korrigerede målinger og beregnede værdier.

I (mA) T ($^\circ\text{C}$)	0	1	$\sqrt{3}$	$\sqrt{10}$
20	0 0	1	i.l.	i.l. -9
25	0	-4	-10	-3
30	0 0	1	3	-3 5
35	0 0	-1	-4	-12 13
40	0 0	0	3	-5

Tabel 6 Exces effekt (μW) = $P_{\text{korrigeret}} - P_{\text{beregnet}}$.

Største afvigelse ses nu at være reduceret til ca. 10 μW . Spredningen på målepunkterne blev i afsnit 3.2.2 bestemt til ca. 5 μW . Hovedparten af afvigelserne i tabel 6 må derfor tilskrives tilfældige variationer på enkeltobservationer. Korrektionen givet ved ligning (4) kan således ikke forbedres væsentlig.

Af tabel 6 ses at den relative målefejl på effekten maximalt er ca. 0.3% for $P \geq 1$ mW.

SETARAM /1/ har opgivet en måleusikkerhed ved isotherm måling på 0.5 μ W, og en relativ målefejl på 0.2%. For variabel temperatur angives en relativ målefejl på 0.5%. Måleusikkerheden afhænger af temperaturændringen pr. tidsenhed, men er f.eks. 10 μ W ved 2°C/h. Grunden til den større usikkerhed ved målinger med variabel temperatur skyldes bl.a. at kalorimetret er rigget anderledes op end ved isothermkalorimetri.

Ved de udførte kalibreringsmålinger er kalorimetret betjent som differentialkalorimeter med en gradient på 0°C/h. Måleusikkerhederne bestemt ved kalibreringen stemmer derfor overens med de af SETARAM opgivne.

5. KONKLUSION

I alt er foretaget 25 kalibreringsmålinger i temperaturområdet 20-40°C. På baggrund af disse er følgende kalibreringsformel udviklet:

$$P_{\text{korrigeret}} = (1-\alpha) \cdot (P_{\text{målt}} - P_{\text{målt},0}) \quad (5)$$

hvor $P_{\text{målt},0}$ betegner den målte middeleffekt når den tilførte effekt er 0. α aflæses af tabel 7.

T (°C)	α
20	$-19.3 \cdot 10^{-3}$
25	$-7.4 \cdot 10^{-3}$
30	$-5.9 \cdot 10^{-3}$
35	$-5.0 \cdot 10^{-3}$
40	$-2.5 \cdot 10^{-3}$

Tabel 7. Kalibreringsfaktor, α til brug i ligning (5).

Efter korrektion af måleresultater vil den gennemsnitlige, relative målefejl maksimalt være ca. 0.3 %. Spredningen på enkeltobservationer er ca. 5 μW .

REFERENCER

- /1/ SETARAM, The Calvet mikrokalorimeter, instructions for use
- /2/ SETARAM, E.J.P 30, instructions for use
- /3/ Hewlett & Packard, Multimeter 3490A, Operating and service manual
- /4/ Aarre,T. & Villadsen,J., Vejledning til måling med lavtemperatur mikrokalorimeter, Dth, LBM, 6125 jan. 1988

BILAG

Datafil fra kalorimetrets datalogger

A1

Beregningsresultat for non-lineær regression

B1

BILAG A1 Datafil fra kalorimetrets datalogger (kalib1.25)

L B M Laboratoriet for bygningsmaterialer. Danmarks tekniske højskole.

Building materials laboratory. The technical university of Denmark.

TEST NO. 1 HEAT

15.MAR.1990

sample no. :1
sample weight : 1.0000 gram
sample description :
start time :185249

tid	tids	tc	Ei	Dq/Dt	App. Heat Capacity nominal true	Integrated	Dt/Dt
Time	Lab/sek	Deg.C	Myvolt	Mcal/sec/g	Cal/deg/g	cal/g	Mdeg/sec
Puls	=	0.40 sek.					
Bånd	=	0.001 cel.					
Pause 1	=	0.5 sek.					
Pause 2	=	1.0 sek.					
Pause 3	=	1.5 sek.					
Set Temp	=	25.00 cel.					
FastGrad	=	ja					
Gradient	=	1.0 cel. i timen					
185251	0	19.89	422	1.6970	0.3055	0.0000	0.00090429.118
185353	63	19.94	315	1.2680	0.2282	1.6358	0.080 0.775
185506	136	20.04	237	0.9529	0.1715	0.7104	0.149 1.341
185747	297	20.19	137	0.5509	0.0992	0.6077	0.238 0.906
190556	786	20.97	91	0.3677	0.0662	0.2308	0.418 1.593
191142	1131	21.50	95	0.3817	1.3742	0.2462	0.550 1.551
191809	1519	21.99	90	0.3620	1.3031	0.2879	0.690 1.257
193412	2482	23.01	66	0.2670	0.9611	0.2511	0.947 1.063
195413	3682	23.74	42	0.1700	0.6122	0.2788	1.151 0.610
200300	4210	24.04	34	0.1387	0.4992	0.2498	1.224 0.555
202300	5410	24.38	22	0.0904	0.3256	0.3175	1.333 0.285
204300	6610	24.62	15	0.0611	0.2199	0.3002	1.406 0.203
210300	7810	24.77	11	0.0438	0.1577	0.3587	1.459 0.122
212301	9010	24.87	8	0.0309	0.1114	0.3802	1.496 0.081
214301	10210	24.92	5	0.0221	0.0796	0.5430	1.522 0.041
220301	11410	24.97	5	0.0189	0.0680	0.4640	1.545 0.041
222301	12610	24.97	4	0.0161	0.0579	0.0000	1.564 0.000
224301	13811	24.97	3	0.0129	0.0463	0.0000	1.580 0.000
230302	15011	25.01	3	0.0141	0.0506	0.3455	1.597 0.041
232302	16211	24.97	3	0.0133	0.0477	-0.3258	1.613 -0.041
234302	17411	25.01	3	0.0117	0.0420	0.2863	1.626 0.041
0	18430	25.01	2	0.0092	0.0333	0.0000	1.636 0.000
2000	19630	25.01	3	0.0109	0.0391	0.0000	1.649 0.000
4000	20830	25.01	2	0.0096	0.0347	0.0000	1.661 0.000
10000	22030	25.01	2	0.0100	0.0362	0.0000	1.673 0.000
12001	23230	25.01	3	0.0104	0.0376	0.0000	1.685 0.000
14001	24430	25.01	2	0.0092	0.0333	0.0000	1.696 0.000
20001	25630	25.01	2	0.0084	0.0304	0.0000	1.706 0.000
22001	26830	25.01	3	0.0109	0.0391	0.0000	1.719 0.000
24001	28031	25.01	2	0.0092	0.0333	0.0000	1.730 0.000
30001	29231	25.01	3	0.0104	0.0376	0.0000	1.743 0.000
32001	30431	25.01	2	0.0096	0.0347	0.0000	1.755 0.000
34002	31631	25.01	2	0.0072	0.0260	0.0000	1.763 0.000
40002	32831	25.01	2	0.0096	0.0347	0.0000	1.775 0.000
42002	34032	25.06	2	0.0092	0.0333	0.2271	1.786 0.041
44002	35232	25.01	2	0.0076	0.0275	-0.1875	1.795 -0.041
50003	36432	25.01	2	0.0096	0.0347	0.0000	1.807 0.000
52003	37632	25.01	2	0.0092	0.0333	0.0000	1.818 0.000
54003	38832	25.01	2	0.0088	0.0318	0.0000	1.828 0.000
60003	40032	25.01	2	0.0096	0.0347	0.0000	1.840 0.000
62003	41233	25.01	2	0.0100	0.0362	0.0000	1.852 0.000
64003	42433	25.01	2	0.0076	0.0275	0.0000	1.861 0.000
70004	43633	25.01	2	0.0080	0.0289	0.0000	1.871 0.000
72004	44833	25.01	2	0.0076	0.0275	0.0000	1.880 0.000
74004	46033	25.01	2	0.0096	0.0347	0.0000	1.892 0.000
80004	47234	25.01	2	0.0076	0.0275	0.0000	1.901 0.000
82004	48434	25.01	2	0.0092	0.0333	0.0000	1.912 0.000
84004	49634	25.01	2	0.0092	0.0333	0.0000	1.923 0.000
90004	50834	25.01	2	0.0092	0.0333	0.0000	1.934 0.000
92005	52034	25.01	2	0.0092	0.0333	0.0000	1.945 0.000
93037	52666	25.01	4	0.0169	0.0608	0.0000	1.956 0.000
95037	53867	25.06	61	0.2467	0.8883	6.0626	2.252 0.041
101037	55067	25.06	61	0.2459	0.8854	0.0000	2.547 0.000
103038	56267	25.01	61	0.2463	0.8868	-6.0514	2.843 -0.041
105038	57467	25.06	62	0.2484	0.8941	6.0998	3.141 0.041
111038	58668	25.06	61	0.2463	0.8868	0.0000	3.437 0.000
113038	59868	25.06	61	0.2471	0.8897	0.0000	3.733 0.000

...

BILAG B1 Beregningsresultat for non-linear regression

Exponential association

$$Y = A*[1-\exp(-B*X)] + C*[1-\exp(-D*X)] + E$$

Final Results. Sum of Squares= .07367852 (df= 44)
Goodness-of-fit assessed using actual distances; r squared=1.000.

Parameter	Value	*Std. Error	%Error
A	9.974865	9.868E-03	<0.1%
B	.2604843	1.079E-03	0.4%
C	0	(Constant)	
D	(Irrelevant)		
E	0	(Constant)	

* The std. error values are estimates. Don't use for calculating statistics.

The T1/2 for B = 2.660994

Kalib 1.30

