



Det här verket har digitaliserats vid Göteborgs universitetsbibliotek och är fritt att använda. Alla tryckta texter är OCR-tolkade till maskinläsbar text. Det betyder att du kan söka och kopiera texten från dokumentet. Vissa äldre dokument med dåligt tryck kan vara svåra att OCR-tolka korrekt vilket medför att den OCR-tolkade texten kan innehålla fel och därför bör man visuellt jämföra med verkets bilder för att avgöra vad som är riktigt.

This work has been digitized at Gothenburg University Library and is free to use. All printed texts have been OCR-processed and converted to machine readable text. This means that you can search and copy text from the document. Some early printed books are hard to OCR-process correctly and the text may contain errors, so one should always visually compare it with the images to determine what is correct.



**Rapport**

**R131:1982**

# **Bodenergiprojektet**

**Rapport från en fältundersökning  
vintern 1980/81 i Göteborg**

**Björn Jönsson**

INSTITUTET FÖR BYGGDOKUMENTATION	
Accnr	
Plac	<i>Ser</i>

*K  
AW*

**Byggeforskningsrådet**

R131:1982

BODENERGIPROJEKTET

Projekt: Energibesparing i arbetsbodar

Rapport från en fältundersökning  
vintern 1980/81 i Göteborg

Björn Jönsson

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 790078-7  
från Statens råd för byggnadsforskning till Skånska  
Cementgjuteriet, Göteborg.

I Byggforskningsrådets rapportserie redovisar forskaren sitt anslagsprojekt. Publiceringen innebär inte att rådet tagit ställning till åsikter, slutsatser och resultat.

R131:1982

ISBN 91-540-3828-6  
Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm  
LiberTryck Stockholm 1982



## INNEHÅLL

1	INLEDNING .....	13
	1:1 Allmänt .....	13
	1:2 Disposition .....	13
2	PROJEKTBESKRIVNING .....	15
	2:1 Bakgrund .....	15
	2:2 Mål .....	15
	2:3 Genomförande .....	16
3	ENERGIFÖRBRUKNING .....	17
	3:1 Energipolitiska mål och medel .....	17
	3:2 SBN 80 .....	17
	3:3 Energiförbrukning i en personalbod ....	19
	3:4 Uppvärmningsformer .....	20
4	KRAV OCH RIKTLINJER .....	23
	4:1 Krav och riktlinjer för personalbodar..	23
	4:4 Åtgärder på byggarbetsplatsen .....	24
5	BODENERGIPROJEKTET .....	27
	5:1 Provplatsen .....	27
	5:2 Provbodarna .....	28
	5:3 Hyresgästerna .....	38
	5:4 Mätinsamlingssystemet .....	39
	5:5 Mätpunkter .....	41
6	BODÖVERSIKT .....	45
	6:1 Bodtyper och planlösningar .....	45
	6:2 Konstruktioner .....	52
7	VÄRMEBALANS .....	63
	7:1 Värmebalansberäkningar .....	63
	7:2 Termografering .....	70
	7:3 Spårgasmätning .....	71

8	VENTILATION OCH VÄRMEÅTERVINNING .....	73
	8:1 Ventilation och värmeåtervinning .....	73
	8:2 Värmeåtervinningsaggregat .....	73
	8:3 Projektets ventilationsvärmväxlare .....	77
9	STYRSYSTEM .....	85
	9:1 Styrssystem .....	85
	9:2 Elektriskt tidkopplingsur .....	85
	9:3 Elektroniskt styrsystem .....	87
10	ANALYS AV MÄTVÄRDEN .....	89
	10:1 Allmänt .....	89
	10:2 Fas I 16 dec - 13 febr (80/81) .....	90
	10:3 Fas II 14 febr - 23 mars .....	98
	10:4 Fas III 24 mars - 12 maj .....	103
	10:5 Period 20 febr - 15 april .....	105
	10:6 Vindfångsprov .....	108
11	FÖRBRUKNINGSENHETER .....	111
	11:1 Fläkt, belysning, torkskåp, kylskåp, matvärmeskåp .....	111
	11:2 Dörrläckage .....	112
12	SAMMANFATTNING .....	113
	12:1 Resultat av uppställda mål .....	113
	12:2 Slutvinjett .....	118

## BILDREGISTER

Figur		Kap:sid
1	Foto: Mätbord med projektledaren	1:2
2	Typer av elradiatorer	3:4
3	Radiator med skyddslist och reflektor	3:5
4	Värmerör under klädsåpen	3:5
5	Plan över provplatsen	5:1
6	Foto: Provbodarna från norr	5:2
7	Referensbodens planlösning; bod 1	5:2
8	Foto: Referensbodens omklädningsdel; bod 1	5:3
9	Foto: Värmerör under klädsåp/fack; bod 1	5:3
10	Foto: Fläkt i matrum; bod 1	5:4
11	Klädsåp/fack	5:5
12	Planlösning över bod 2	5:6
13	Foto: Omklädningsdelen; bod 2	5:7
14	Foto: Tvättränneaggregat; bod 2	5:8
15	Planlösning över bod 3	5:9
16	Foto: Skåp med ventilationsrör; bod 3	5:10
17	Foto: Utblåsning i matrum; bod 3	5:10
18	Längdsektion bod 3 under fas I	5:11
19	Mätinsamlingssystem	5:14
20	Mätgivarplacering i bod 1	5:15
21	Foto: Händelsegivare vid ytterdörr	5:16
22	Mätgivarplacering i bod 2	5:16
23	Fördelning av luft i bod 2 under fas 3	5:17
24	Mätgivarplacering i bod 3	5:17
25	Mätgivare i värmeväxlare, fas 1	5:18
26	Mätgivare i värmeväxlare, fas 2 o 3	5:18
27	Optimal bodvolym ytermått	6:1
28	Envolymbod	6:2
29	Kombinationsbod, 8 man	6:4
30	Kombinationsbod, 6 man med kontorsutrymme	6:4
31	Grundvolym	6:4
32	Bod för 7 man samt försedd med vindfång	6:5
33	Bod för 13 man omklädnings	6:5
34	Kontorsvolym med vindfång	6:5
35	Kontorsvolym	6:6

Figur		Kap:sid
36	Bod för 8 man + entrévolym med dusch och toalett	6:6
37	Boduppställning; kombination för 40 man och 10 arbetsledare	6:6
38	Boduppställning; skiftgång 3 lag á 7 man och arbetsledning	6:7
39	3-kombination; entré-mat-omklädning	6:7
40	3-kombination; entré - mat/omklädning	6:7
41	Träbod; sektion yttervägg	6:10
42	Principskiss, korsande regler	6:12
43	Principskiss, korsande regelvägg	6:12
44	Balkunderrede	6:14
45	Bod med stålstomme; stålstomme	6:16
46	Cellplastbod; sektion yttervägg	6:16
47	Termograferingsbild; bodhörn	7:8
48	Termograferingsbild; ytterdörr	7:8
49	Foto: Ventilation- och återvinningsaggregat av fabr. Bahco	8:5
50	Principskiss av Bacho's aggregat	8:5
51	Principskiss av Dalslandshus kompaktaggregat	8:7
52	Principskiss på luftväxlingarna i Dalslandshus kompaktaggregat	8:9
53	Sonovent luftaggregat	8:11
54	Placering av Sonoventaggregatet	8:12
55	Foto: Elektriskt tidkopplingsur	9:2
56	Elektroniskt styrsystem	9:3
57	Bod 1 - vindfångsprov	10:20
58	Bod 2 - vindfångsprov	10:20

## TABELLREGISTER

Tab.		Kap:sid
1	Högsta tillåtna värmegenomgångs-koefficient	3:1
2	Rek. högsta luftomsättning; olika byggnader	3:2
3	Transmissionsfaktor	7:2
4	Ventilationsfaktor	7:3
5	Riktvärden på elförbrukn. per månad (sakvaror)	7:3
6	Månadsvärden av ett 2-glasfönster	7:5
7	Instrålning per månad	7:5
8	Gradtimmar för Göteborg ( $t_i = + 21^{\circ}$ )	7:6
9	Beräknad energiförlust per bod o månad	7:7
10	Termografering, mätbetingelser	7:9
11	Spårgasmätningar, luftomsättn.tal	7:10
12	Vattenförbrukning	10:3
13	Luftflöden i fas I	10:4
14	Uppvärmning, period i fas I	10:4
15	Elförbrukning, period i fas I	10:5
16	Procentull fördelning av deleffekter i bod 1, fas I	10:6
17	Procentuell fördelning av deleffekter i bod 2, fas I	10:8
18	Procentuell fördelning av deleffekter i bod 3, fas I	10:9
19	Elförbrukning, tvåveckorsperiod i fas II	10:10
20	Uppvärmning, period i fas II	10:11
21	Elförbrukning, period i fas II	10:11
22	Procentuell fördelning av deleffekter i bod 1, fas II	10:12
23	Procentuell fördelning av deleffekter i bod 2, fas II	10:13
24	Procentuell fördelning av deleffekter i bod 3, fas II	10:14
25	Elförbrukning i fas III	10:15
26	Elförbrukning, period i fas III	10:16
27	Elförbrukning, daganalys, period i fas III	10:16

Tab		Kap:sid
28	Total elförbr. bod 1 genomsnitt/dag 20/2 - 15/4	10:17
29	Total elförbr. bod 2 genomsnitt/dag	10:18
30	Total elförbr. bod 3 genomsnitt/dag	10:18
31	Uppvärmning bod 1, genomsnitt/dag	10:18
32	Uppvärmning bod 2, genomsnitt/dag	10:19

Diagr. nr	Fas I	Bod 1	Bod 2	Bod 3	Hela fasen	Hela perioden	Dag	Diagram beteckning
1	Temperaturer utomhus och i matrum	X	X	X	X			1:A:1
2	Total elförbrukning	X	X	X	X			1:C:2
3	Uppvärmning	X	X	X		X		1:C:3
4	Total elförbrukning	X	X	X		X		1:C:4
5	Händelser	X					Må	1:B:5
6	Händelser	X					Ti	1:B:6
7	Effektförbrukning i förh. till utetemp	X					Sö	1:D:7
8	Effektförbrukning i förh. till utetemp	X					Må	1:D:8
9	Effektförbrukning i förh. till utetemp	X					Ti	1:D:9
10	Deleffekter	X					Sö	1:C:10
11	Deleffekter	X					Må	1:C:11
12	Deleffekter	X					Ti	1:C:12
13	Händelser		X				Må	1:B:13
14	Händelser		X				Ti	1:B:14
15	Effektförbrukning i förh. till utetemp		X				Sö	1:D:15
16	Effektförbrukning i förh. till utetemp		X				Må	1:D:16
17	Effektförbrukning i förh. till utetemp		X				Ti	1:D:17
18	Deleffekter		X				Sö	1:C:18
19	Deleffekter		X				Må	1:C:19
20	Deleffekter		X				Ti	1:C:20
21	Händelser			X			Må	1:B:21
22	Händelser			X			Ti	1:B:22
23	Effektförbrukning i förh. till utetemp			X			Sö	1:D:23
24	Effektförbrukning i förh. till utetemp			X			Må	1:D:24
25	Effektförbrukning i förh. till utetemp			X			Ti	1:D:25
26	Deleffekter			X			Sö	1:C:26
27	Deleffekter			X			Må	1:C:27
28	Deleffekter			X			Ti	1:C:28
29	Temp i vv-aggregatet			X		X		1:A:29

Diagr. nr	Fas II	Bod 1	Bod. 2	Bod 3	Hela fasen	Hela period.	Dag	Diagram beteckning
30	Temperaturer utomhus och i matrum	X	X	X	X			2:A:30
31	Total elförbrukning i bod 1 o 2	X	X		X			2:C:31
32	Total elförbrukning i bod 3			X	X			2:C:32
33	Temperaturer	X	X	X		X		2:A:33
34	Total elförbrukning	X	X	X		X		2:C:34
35	Uppvärmning	X	X	X		X		2:C:35
36	Värme/ventilation/vatten	X	X	X		X		2:C:36
37	Händelser	X					Må	2:B:37
38	Händelser	X					Ti	2:B:38
39	Effektförbrukning i förh. till utetemp	X					Sö	2:D:39
40	Effektförbrukning i förh. till utetemp	X					Må	2:D:40
41	Effektförbrukning i förh. till utetemp	X					Ti	2:D:41
42	Deleffekter	X					Sö	2:C:42
43	Deleffekter	X					Må	2:C:43
44	Deleffekter	X					Ti	2:C:44
45	Händelser		X				Må	2:B:45
46	Händelser		X				Ti	2:B:46
47	Effektförbrukning i förh. till utetemp	X					Sö	2:D:47
48	Effektförbrukning i förh. till utetemp	X					Må	2:D:48
49	Effektförbrukning i förh. till utetemp	X					Ti	2:D:49
50	Deleffekter	X					Sö	2:C:50
51	Deleffekter	X					Må	2:C:51
52	Deleffekter	X					Ti	2:C:52
53	Händelser			X			Må	2:B:53
54	Händelser			X			Ti	2:B:54
55	Effektförbrukning i förh. till utetemp	X					Sö	2:D:55
56	Effektförbrukning i förh. till utetemp	X					Må	2:D:56
57	Effektförbrukning i förh. till utetemp	X					Ti	2:D:57
58	Deleffekter	X					Sö	2:C:58
59	Deleffekter	X					Må	2:C:59
60	Deleffekter	X					Ti	2:C:60



Diagr. nr	Fas III	Bod 1	Bod 2	Bod 3	Hela fasen	Hela period.	Dag	Diagram beteckning
61	Temperaturer utomhus och i matruk	X	X	X	X			3:A:61
62	Total elförbrukning	X	X	X	X			3:C:62
63	Uppvärmning	X	X	X	X			3:C:63
64	Temperaturer utomhus och i matrum					X		3:C:64
65	Total elförbrukning					X		3:C:65
66	Uppvärmning					X		3:C:66
67	Händelser	X					Må Ti	3:B:67
68	Händelser		X				Må Ti	3:B:68
69	Händelser			X			Må Ti	3:B:69
70	Temperaturer i luftaggregatet		X			X		3:A:70
71	Total elförbrukning 20/2 - 15/4	X	X	X				4:C:71
72	Uppvärmning 20/2 - 15/4	X	X	X				4:C:72
73	Temperaturer i VVX			X				—
74	VVX, verkningsgrad			X				—



## 1 INLEDNING

### 1:1 ALLMÄNT

En mycket stor del av den tillförda elenergin på en ordinär byggarbetsplats går faktiskt åt till enbart uppvärmning av arbetsplatsens provisoriska byggnader. Arbetsbodarna svarar här för det största procentuella uttaget. Kravet på energisnåla provisoriska byggnader har framför allt sedan den allmänna energidebatten startade i mitten på 70-talet ständigt ökat.

Detta medförde naturligt att en ingående studie av en byggarbetsplats arbetsbodar verkligen var motiverad. Utvecklingen inom elenergiområdet tycktes vid slutet av 70-talet vara starkt forcerande då forskning och utvecklingsarbeten pågick nästan överallt.

Studien skulle därför analysera och klarlägga vad man bör iakttaga vid placering och tillverkning av en energisnål arbetsbod samt vilka sakvaror boden skulle vara utrustad med för att uppfylla de högt ställda kraven på god bodstandard.

Begreppet arbetsbodar omfattar en mängd olika bodar beroende på vilken funktion de är avsedda att användas till. Grovt kan arbetsbodar indelas i kontorsbodar, personalbodar, toalettbodar, servicebodar och förrådsbodar. Föreliggande rapport avses endast beskriva personalbodar då man här har den procentuellt största elförbrukningen bland arbetsbodar. Personalbodar kan därefter ytterligare indelas i omklädningsvolym, matrumsvolymer, tvätt-rumsvolymer, duschvolym och entrévolym samt integrerade volym mellan nämnda typer. Bodarna kan antingen vara försedda med fasta hjulunderreden, vagnar, eller enbart stålunderreden, bodar.

Vi har här begränsat projektet genom att enbart undersöka bodvarianten med fast stålunderrede i ett integrerat utförande med omklädning, tvätt och matrum i samma bodvolym. Uppvärmningen är elström.

Projektet har pågått under vintern 80/81, från november 1980 till maj 1981. Vintern var ur provningssynpunkt dålig då utomhustemperaturen dels varierade kraftigt från dygn till dygn och dels att den önskade lågtemperaturen uteblev.

### 1:2 DISPOSITION

Föreliggande rapport är resultatet av ett forskningsarbete som varit finansierat av Byggforskningsrådet och AB Skånska Cementgjuteriet i Göteborg. Projektet har kallats "Bodenergiprojekt" och pågått vinterhalvåret 1980/81.

Undersökningen har handlagts och genomförts av ingenjör Björn Jönsson, SCG.

Efter inledningen i kapitel 1 ges i kapitel 2 en kort projektbeskrivning med de olika faser som gjorts under provningstiden samt en specificerad lista på de projektmål som har eftersträvat.

I kapitel 3 behandlas allmänt vår svenska energiförbrukning och den lagstiftning som skall reglera och sänka vårt energibehov, genom att bygga och isolera på ett förnyttigt och ekonomiskt sätt. En orientering ges vilka variabler som direkt påverkar energiförbrukningen i en personalbod.

I kapitel 4 beskrivs de krav och riktlinjer som olika organisationer ställer på bl a arbetsbodar samt vilka åtgärder byggarbetsplatsledningen kan göra under en byggarbetsplats olika skeden.

Presentation av bodenergiprojektet, provbodarnas planläggning och inventarier, mätgivarnas placering under de tre provade faserna samt tillvägagångssättet vid den automatiska mätningen framgår av kapitel 5.

Som en allmän orientering ges i kapitel 6 en översikt av olika bodytyper, dess planlösning och konstruktion.

En noggrann värmebalansberäkning av provbodarna har utförts i kapitel 7 som jämförelse till resultaten i kapitel 10.

I kapitel 8 ges en allmän orientering om ventilation och värmeåtervinning samt en närmare beskrivning av två st värmeväxlare och ett ventilationsaggregat som används i projektet.

Den åtgärd som har den största förutsättningen att spara energi är installation av ett styrsystem. I kapitel 9 beskrivs två enkla styrsystem - ett elektriskt tidkopplingsur och ett elektroniskt styrsystem.

En utvärdering av delresultaten genomgås i kapitel 10. Genom ett femtiotal diagram görs en ingående analys av tre slumpmässigt valda tidsstudiedagar omfattande söndag - tisdag vid två olika tillfällen. Den ena i fas I och den andra i fas II.

I kapitel 11 ges en kort beskrivning av en bods ingående elektriska sakvaror som är av stor betydelse för en god bodstandard.

Som avslutning ges i kapitel 12 en kort sammanfattning av resultaten av de projektmål som presenterats i kapitel 1 samt en slutvinjett.



Fig 1 Mätbod med projektledaren

## 2    PROJEKTBEKRIVNING

### 2:1    BAKGRUND

Genom de energipolitiska beslut som antogs i mitten av 70-talet och som lett till åtstramning och närmare eftertanke på billig och lättillgänglig energi, började man systematiskt att undersöka vilka möjligheter som bl a fanns att minska energiförbrukningen på våra byggarbetsplatser.

Man fann snart efter olika mätningar att en byggarbetsplats provisoriska byggnader förbrukade nästan hälften av den energi som användes. Uppvärmningen av personalbodar under vinterhalvåret var rent skrämmande.

Under samma tid trädde en överenskommelse i kraft mellan byggnadsindustrins arbetsmarknadsparter som avsevärt skulle förbättra direkt en arbetsbods miljö och indirekt dess konstruktion då med avseende på en förbättrad energihushållning. Tyvärr kom den avsedda förbättrade energihushållningen åt sidan som framgår av kapitel 4.

Möjligheten att spara energi var uppenbara. Genom noggrann översyn av plan- och konstruktionslösningar, styrning av uppvärmning, ventilation och kanske värmeåtergivning, kartlägga de beteende som fanns hos arbetarna komma fram till en avsevärd sänkning av elförbrukningen.

### 2:2    MÅL

Avsikten med undersökningen var att ta reda på om en betydande energibesparing i personalbodar finns att vinna genom en noggrann översyn av plan- och konstruktionslösningar, ett tidsstyrningssystem för elradiatorer och ett varmluftssystem med ett ventilations- och värmeåtervinningsaggregat.

Med utgångspunkt från två provbodar och en referensbod kunde följande mål ställas upp.

- Bodytyp:    Integrerad personalbod för 7 man med omklädning, tvätt och matrum.
- a    Planlösningens inverkan på elförbrukningen - utvärdering med ledning av ett vindfång.
  - b    Kan treglasfönster ge besparingar.
  - c    Hur stora besparingar kan erhållas med en styrning av uppvärmningen över dygnet - lägre temperatur nattetid samt över veckoslut och helgdagar.
  - d    Hur stora elbesparingar kan erhållas genom ett värmeåtervinningsaggregat.
  - e    Hur inverkar friskluftsventilationen på den totala elförbrukningen.

- f Vilken luftomsättning skall rekommenderas vid varmluftssystem.
- g Vilka rekommendationer skall man föreslå vid torkventilation av arbetskläder.
- h Hur stora elbesparingar kan erhållas genom en styrning av det tempererade tvättvattnet.

Genom projektet skulle man dessutom vinna en del andra praktiska erfarenheter av de olika målen och framför allt användarnas synpunkter under provningstiden.

### 2:3 GENOMFÖRANDE

Tre personalbodrar, vardera plats för 7 man, ställdes upp på en ordinarie byggarbetsplats. Den ena boden var en referensbod medan de övriga var utrustade med olika komponenter. Till hjälp för mätning av bl a temperaturer, elförbrukning, händelseförlopp användes ett datorsystem som kontinuerligt registrerade ett 40-tal värden.

Provningarna pågick under tiden nov -80 till maj -81. Provningarna var indelade i 3 st faser med avseende på olika varmluftssystem och temperaturregulatorer.

- Fas 1 Ett värmeåtervinningsaggregat med gemensam frisklufts- och torkventilation.
- Fas 2 "-". Värmeåtervinningsaggregatet var integrerat med varmvattensberedaren.
- Fas 3 Ett ventilationsaggregat för friskluft och luft för torkning av kläder.

I varje fas ingick ett viloläge då provning skedde utan att personal utnyttjade bodarna.

Beskrivning av projektet återfinns i kap 5.

### 3 ENERGIFÖRBRUKNING

#### 3:1 ENERGIPOLITISKA MÅL OCH MEDEL

Riklig tillgång på energi, främst olja, har i vårt land liksom i andra industriländer betytt mycket för produktions- och välfärdsutvecklingen. Under hela 50- och 60-talet fram till oljekrisen 1973 ökade vi vår totala energiförbrukning med mellan 5-6 % per år. Genom oljekrisen 1973 begränsades tillgången på billig och lättillgänglig energi och demonstrerade på ett tydligt sätt att vi och andra industrinationer var mycket sårbara. Genom det s k energipolitiska beslut som antogs av Riksdagen 1975 måste en klar dämpning av energikonsumtionen ske samt att vi i vår försörjning måste bli mindre beroende av olja. Statens Planverk fick då i uppdrag att se över byggnadssektorns energikonsumtion och lägga fram anv. för god energihushållning.

#### 3:2 SBN 80

Under 1976 utgav Statens Planverk anvisningar om god energihushållningsplan och som nu ingår i Svensk Byggnorm, SBN 80. Här har man uppställt vissa krav på en stationär byggnads värmeisolering och lufttätethet genom att föreskriva följande:

”Byggnad, som avses att hållas uppvärmd, värmeisolerats och tätas så att hygieniska olägenheter inte uppkommer samt så att värmeavgivningen och luftläckningen genom dess omslutande delar begränsas med hänsyn till kravet på god energihushållning.”

”Byggnadsdelar som avgränsar lokal som avses att hållas uppvärmd och anslutningar mellan sådana byggnadsdelar anordnas så att de förhindrar oläglig luftläckning.”

”Värmeisolerande byggnadsdelar och anslutning mellan sådana byggnadsdelar anordnas så att sådan luftströmning inte uppkommer inne i byggnadsdelarna som olägligt nedsätter värmeisoleringsförmågan. Vidare anordnas konstruktionen så att för dess funktion och beständighet skadligt hög fukthalt inte uppkommer i de material som ingår i konstruktionen. Dessutom utformas konstruktionen så att olägliga köldbryggor inte uppkommer.”

Tabell 1 visar högsta tillåtna värmegenomgångskoefficient, k-värde, i  $W/m^2 \text{ } ^\circ C$  för byggnadsdel mot rum skall uppvärmas till mer än  $+18^\circ C$ .

Byggnadsdel	Högsta tillåtna k-värde	
	Zon I + II	Zon III + IV
Vägg mot det fria	0,25	0,30
Tak resp vindsbjälklag mot det fria	0,17	0,20
Golvbjälklag mot det fria	0,17	0,20
Bjälklag över kryprum resp golvkonstruktion på jord	0,30	0,30

Tab 1 Högsta tillåtna värmegenomgångskoefficient



Dessa k-värden har tillkommit genom en avvägning av energihushållningskrav, ekonomi och tekniskt lämpliga konstruktioner. Värmeisoleringskraven på tak och golvbjälklag mot det fria är hårdare än för ytterväggar. Det beror på att man har strävat efter ett bättre k-värde på sådana konstruktioner som är enkla att isolera och där insatsen ger god ekonomi. Man får under vissa förutsättningar överskrida högsta tillåtna k-värde för enskilda byggnadsdelar, förutsatt att byggnadens totala värmeavgivning inte överskrids.

Kraven på värmeisolering innebär för t ex en trävägg med mineralullsisolering att isolertjockleken måste vara ca 190 mm i zon I + II (norr om linjen Arjäng - Örebro - Gävle) och 150 mm i zon III + IV (söder om nämnda linje). I trätak erfordras normalt ca 260 mm mineralullsisolering i zon I + II och ca 220 i zon III och IV.

Tabell 2 visar rekommendationer om högsta luftomsättning per timme i olika typer av byggnader.

	Högsta luftomsättning, oms/h
Småhus	3,0
Övriga bostadshus med högst 2 vån	2,0 <sup>a</sup>
Bostadshus med 3 eller flera vån	1,0
<p><sup>a</sup> I de fall de lägenhetsskiljande väggarna är av en något otö: konstruktion, som vissa typer av regelväggar, och korrektion för läckningen genom dessa inte görs, kan det tills vidare anses rimligt att luftläckningen får uppgå till 3,0 oms/h (Statens planverk aktuellt, nr 4 1978). Siffran gäller radhus.</p>	

Tab 2 Rek högsta luftomsättning i olika byggnader

Med lufttätethet avses de värmeförluster som uppkommer genom sk ofrivillig ventilation genom olika byggnadsdelar. För att förhindra dessa luft rörelser som försämrar isolerfunktionen i väggar och bjälklag används vindsyddspapp eller liknande.

Provisoriska byggnader såsom bodar o vagnar på en byggarbetsplats är att betrakta som tillfälliga byggnader varför byggnadsstadgans föreskrifter med SBN 80 inte är tillämpliga med avseende på krav på god energihushållning.

De krav som således ställs i SBN 80 är för arbetsbodars vägledande vid konstruktionsdimensionering vilket behandlas i kapitel 6. Det kan dock påpekas att avskrivningstiden på en provisorisk byggnad är betydligt lägre vilket direkt påverkar storleken av värmegenomgångskoefficienten.



### 3:3 ENERGIFÖRBRUKNING I EN PERSONALBOD

Energiförbrukningens storlek i en arbetsbod är helt beroende av följande faktorer och element

- etableringsplatsens utseende
- bodens form och konstruktion
- bodens planlösning och funktion
- fönstrens och ytterdörrens placering och konstruktion
- uppvärmningssystem och dess placering
- ventilation
- belysning
- mätvärmeskåp och kylskåp
- torkmöjligheter
- varmvattnets uppvärmning och utnyttjande
- den enskilde byggarbetarens beteende
- personalgruppens beteende
- arbetsplatsens planläggning, underhåll och städning
- bodens utnyttjandegrad
- yttre faktorer såsom t ex vind, ljus, väta

Vi kommer att beröra de flesta av dessa faktorer och element, några mycket noggrant, i denna rapport.

Energiförlusterna i en arbetsbod kan i huvudsak grupperas i följande förlustposter

- transmission** genom bodens omslutande ytor
- friskluftventilation
- ofrivilling ventilation
- elektriska komponenter, varmvatten mm

Transmissionsförlusterna bestäms teoretiskt av värmemotstånd eller k-värde hos de olika byggnadsdelarna. Transmissionsförlusterna och den ofrivilliga ventilationen beskrivs utförligt i kapitel 7.

Att bestämma friskluftventilationens storlek och analysera de ingående elektriska komponenternas elförbrukning hör bl a till projektmålen.

### 3:4 UPPVÄRMNINGSFORMER

Den dominerande formen för uppvärmning av byggarbetsplatsernas provisoriska byggnader är direktverkande elradiatorer. Vid långvariga etableringar i samband med stora byggobjekt och där förutsättningarna är goda för annan uppvärmningsform väljs framför allt vattenburen värme.

På avskilt belägna arbetsplatser och där ström mer eller mindre saknas eller på rörliga arbetsplatser såsom t ex asfalteringsarbeten användes gasol drivna uppvärmnings- och belysningsanordningar.

Oljekaminanläggningar som är den dominerande uppvärmningsformen inom skogsbrukets bodar har hittills inte varit aktuell inom byggnadsindustrin.

Uppvärmningen kan antingen ske genom strålningsvärme direktvärme eller genom varmluftcirkulation.

#### a Elradiatorer

Elradiatorer finns i flera olika skepnader. I en bod är det framför allt elvärmepaneler, elvärmerör och kamflänspaneler som är aktuella. De kan antingen vara öppna eller slutna radiatorer.

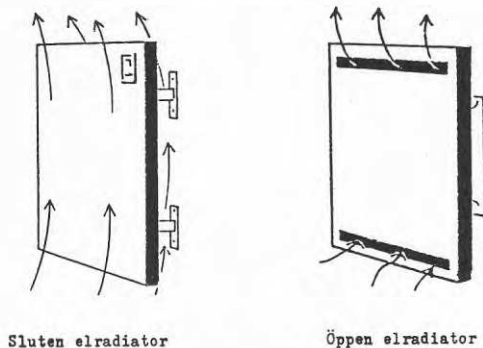


Fig 2 Typer av elradiatorer

De öppna radiatorerna har en något snabbare uppvärmningstid än de slutna. De öppna är däremot sämre i en personalbod då risken för att smuts och damm kommer in i det öppna utrymme är stort.

För att förhindra övertäckning, torkning av handskar, strumpor och liknande direkt på radiatorerna skall det finnas en skyddslist ovanför radiatorerna.

Ur energisynpunkt bör man även förse radiatorerna med en reflektor. Denna hindrar värmestrålningen att gå ut i ytterväggen och klistras på väggens insida. Reflektorer av aluminiumfolie reflekterar cirka 94 % av strålningen



Fig 3 Radiator med skyddslist och reflektor

Radiatorernas värmeutstrålning regleras genom en inbyggd termostat eller en centralt belägen separat termostat. En del radiatorer är försedda med en regleringströmställare som kräver att man manuellt kopplar om till önskad värmeutstrålning. Tyvärr fungerar inte systemet tillfredställande i personalbodar då personalen med stor säkerhet inte sköter omkopplingen. Resultatet blir att högsta värmeutstrålning alltid är inkopplat.

Bästa resultat nås genom att termostaten låses på önskad inomhustemperatur på radiatorn. Finns det fler än en radiator i utrymmet bör en enskilt belägen termostat monteras. Denna skall sitta på en mellanvägg och i ett skyddat utrymme så att inte andra värmekällor, belysningsarmaturer och liknande äventyrar termostaternas regleringar. Termostaten skall även förses med en lämplig låsbar kåpa. Ändring av termostatinställningen görs av en utsedd bodtomte eller av ansvarig arbetsledare.

För att minska transmissionsförlusterna genom väggen bakom radiatorerna kan en reflektor av aluminiumfolie placeras på väggen. Folien reflekterar mellan 90 och 95 % av värmeutstrålningen.

Radiatorpanelerna bör kunna tas loss eller skjutas framåt för att göra rent utrymmet mellan radiatorn och väggen.

Elvärmerör användes i trånga utrymmen där man inte har krav på hög yttemperatur. Rören används därför uteslutande under klädskåpen och klädfacken. Värmen stiger här genom klädskåpets botten, som är perforerad med hål, och upp i kläderna. Värmerören monteras i bodväggen eller i skåpens underdel för att underlätta den dagliga städningen

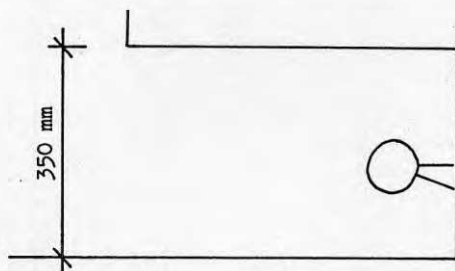


Fig 4 Värmerör under klädskåp

Värmerören skall vara i skyddsform S33, sköljtätt utförande och regleras genom en centralt belägen termostat. Rören skall täcka samtliga skåp/fack.

Kamflänspaneler är avsedda att användas i fuktiga och våta utrymmen eller där vattenstänk föreligger.

#### b Takvärme

Takvärmesystem har inte praktiskt använts i bodar av flera skäl. Det kan vara ett gott alternativ i kontorsbodar där personalen bättre kontinuerligt utnyttjar boden än i personalbodar. Tyvärr har man ingen erfarenhet av detta system varför vi här inte kan närmare presentera lösningar för bodar.

#### c Elvärmepannor

En elvärmepanna består av ett större eller mindre vattenmagasin med elpatron, temperaturregleringsanordning och cirkulationspump. Hela systemet är vattenburet med rör- och vattenradiatorer eller konvektorer. Det finns en mängd nackdelar med detta system vilket gjort att man har begränsat installationen till enstaka vagnmodeller.

#### d Gasoluppvärmning

Det finns två uppvärmningsmetoder nämligen direktvärme och vattenburen värme. Gasolkaminer som är konstruerade för att enbart avge strålningsvärme har en mycket begränsad uppvärmningsvolym. Dessa användes framför allt i små utrymmen. Förr var det en vanlig värmekälla men nu för tiden har man framför allt övergått till vattenburen värme. Pannan med skorsten och expansionskärl monteras lämpligast i matrummet, då man kan utnyttja pannkroppens värme för direkt uppvärmning. Pannans övre del skall skyddas med galler eller liknande för att hindra personalen att torka handskar, sockor och annat. För att uppnå bästa möjliga temperaturreglering skall friskluftsintagen placeras "dragfritt" nära konvektorerna eller bakom pannan. Friskluften skall inte kunna påverka termostatsens känselkropp på pannans framsida. Det gasoluppvärmda vattnet drivs i cirkulation av en ångpulsationspump eller en elektrisk cirkulationspump kopplad till ett bilbatteri. Konvektorlängderna skall anpassas efter panneffekten och dess rörsystem vara i koppar. På vissa utsatta lägen bör kopparrören utbytas mot specialgummislangar för att skydda dels personalen från brännskador och dels få naturliga rörelsefogar i systemet. Ett gasolsystem skall alltid skötas och kontrolleras. Vad beträffar genomföringar och allmänna anvisningar hänvisas till respektive fabrikant och de allmänna anvisningar som gäller vid gasolanläggningar.

Ett komplett gasoluppvärmt luftsystem för personalbodar har hittills inte prövats i någon större omfattning. Men man kan nog med stor säkerhet vänta sig en utveckling av olika luftsystem i framtiden. För närvarande är det enbart några husvagnsindustrier som använder ett komplett gasoluppvärmt luftsystem.

## 4 KRAV OCH RIKTLINJER

### 4:1 KRAV OCH RIKTLINJER FÖR PERSONALBODAR

Provisoriska byggnader för byggarbetare är en relativt ny före-  
teelse.

Före 1920-talet anlände för det mesta byggarbetaren till arbets-  
platsen i sina arbetskläder, som vanligtvis var enkla gångkläder.  
Den medhavda maten förtärdes vanligtvis i direkt anslutning till  
arbetsstället. Tvättning och rengöring efter arbetets slut ut-  
fördes i hemmet. Många arbetsplatser hade dock enkla vaskar  
med vattendunkar. Vintertid byggde man ofta ett skjul som innehöll  
en vedkamin, som flitigt användes när den kalla bistra nordan-  
vinden svepte in över arbetsplatsen.

Vid stora anläggningsarbeten uppfördes baracker som vanligtvis  
användes som bostäder. Det första försöket till industriell  
framställning av baracker av monteringsfärdiga trä-element torde  
ha gjorts i slutet av 1880-talet, men först på 1970-talet i  
mer organisatorisk form. Väg- och takblocken monterades med hand-  
kraft och låstes med kilar eller spikelement. Tätningen utfördes  
med lockbrädor och linnetrasor.

Krav på utrymme framfördes tidigt av arbetarrörelsen men det  
dröjde ända till år 1949 då den nya arbetarskyddslagen med  
arbetarskyddskungörelsen trädde i kraft.

Lagen var framför allt avsedd för den fasta industrins arbetare  
varför man under § 18 i Arbetarskyddskungörelsen endast säger:

"Vid byggnads-, anläggnings- och liknande arbeten må,  
där med hänsyn till arbetets omfattning och varaktig-  
het personalrum eller andra anordningar varom ovan  
sägs icke skäligen kunna påfordras, istället till-  
handahållas för ändamålet lämpliga personalbodar,  
personalvagnar eller andra anordningar".

Vad som hänsyftas var § 9 i Arbetarskyddslagen nämligen:

"I erforderlig utsträckning skola arbetstagarna, på  
sätt som kan anses tillfredställande med hänsyn till  
deras antal och fördelning på kön samt arbetets natur  
och varaktighet, å eller invid arbetsstället äga till-  
gång till dricks- och tvättvatten, avträden, lämplig  
plats för ombyte, förvaring och i förekommande fall  
torkning av kläder samt lämplig plats för intagande  
av måltid.

Där så kan anses nödigt med hänsyn till de förhållanden,  
under vilka arbetet bedrives, skall lämplig plats för  
vila eller utrymme, som erbjuder tillfredsställande  
skydd mot köld och nederbörd, stå till arbetstagares  
förfogande".

Därefter ändrades lagen ett antal gånger 1952, 1958, 1966,  
1968 och 1972.

År 1952 startade under ganska bygsamma förhållanden nu landets ledande bodtillverkare Kils Volymbyggen, Värmland. Man introducerade personalbodar o vagnar efter nya idéer och fick därmed en ledande roll i utvecklingen av arbetsbodar.

År 1975 kom parterna på arbetsmarknaden under medverkan av Arbetarskyddsstyrelsen överens om nya normer för arbetsbodar. Dessa normer var avsedda att omedelbart tillämpas vid nyproduktion under 1976. Normerna innebar ökad utrymmesstandard och förbättrad sanitär standard. Äldre bodar skulle succesivt byggas om och hela bodbeståndet skulle uppfylla de nya normerna före 1981.

Med anledning av den stora satsning som skulle göras inom byggnadsindustrin ökade förutsättningarna att man samtidigt skulle komplettera upprustningen med åtgärder för bättre energihushållning. Man visade genom ett flertal rapporter att kostnaderna för energibesparingsåtgärder borde bli lägre om tillfället utnyttjades. Både ur kostnadssynpunkt och med tanke på det relativt sett mycket snabba energibesparingsresultatet dessa skulle medföra var det mycket angeläget att redan då ge kompletteringsanvisningar till de nya normerna.

En motion väcktes och framlades i riksdagen. Men ack nej några kompletteringsanvisningar blev det inte. De normer som nu gäller står faktiskt i strid med en god energihushållning då man här har bl a föreskrivet ett mekaniskt ventilerat mat- eller omklädnadsutrymme samt eltorkning av arbetskläder.

Provisoriska byggnader såsom bodar o vagnar på en byggarbetsplats är att betrakta som tillfälliga byggnader varför byggnadsstadgans föreskrifter inte är tillämpliga med avseende på krav på god energihushållning. Arbetarskyddsstyrelsens normer omfattar naturligt nog inte dessa krav.

Förutom nämnda anvisningar som reglerar arbetsbodars utrustning och utformning kan nämnas

- brandskyddsanvisningar, både lokala bestämmelser som anvisningar från SBF
- försäkringsbolagens anvisningar
- trafikkungörelsens anvisningar om bredd, höjd och vikt
- lokala trafikbestämmelser om bodars förflyttning

#### 4:2 ATGÄRDER PÅ BYGGARBETSPLATSEN

Det är nu inte bara bodens utförande, konstruktion och planering som är avgörande för en god energihushållning. Det finns många yttre faktorer som speciellt bör beaktas under en byggarbetsplats olika skeden.



a Planeringsskedet

Redan på planeringsskedet skall man noggrant överväga de olika alternativ som står till buds vid etablering av bodar och vagnar.

Framför allt skall etableringsplatsen väljas rätt ur energisynpunkt. Finns det möjligheter att placera bodar och vagnar på sydsidan eller i lä av byggnader eller terrängformationer så skall man naturligtvis utnyttja dessa. Genom minskad avkylning och tillvaratagande av den passiva solvärmens minskas uppvärmningsbehovet. Placera bodarna tätt. Liten anslutningsyta ger lägre energiförbrukning. Lika bodar med ingång på gavlarna underlättar kompakt etablering både på bredden och höjden.

b Etableringsskedet

Hur stor är arbetsplatsen? Hur lång tid skall bodarna stå permanenta? Skall bodarna stå under vinterhalvåret? Det här är några exempel på frågor som är direkt avgörande på hur stor omsorg som skall läggas ned vid etableringsskedet. Men generellt kan följande åtgärder gälla:

- Utse en arbetsledare som har till uppgift att sköta tid och temperaturstyrningen i bodarna.
- Utse en sk bodtomte i varje bodvolym som har till uppgift att se till att dörrar och fönster hålls stängda och att vädring sker kort och intensivt samt att ljuset är släckt när boden är obemannad. Bodtomten skall vara ansvarig för boden.
- Isolera noggrannt vatten- och avloppsledningar så att vatten inte behöver rinna under vintern för att hindra att vattnet fryser.
- Täck in socklar och mellanrum, så vinden hindras från att blåsa in under och mellan bodarna.
- Bygg gärna vindfång eller dyligt framför bodentréerna, där stationärt vindfång saknas.
- Använd äldre, dåligt isolerade bodar som förråd, uppvärmda till låg temperatur.

c Byggskedet

- Undvik tomma bodplatser, flytta ihop personalen efter hand som styrkan minskas. Anpassa etableringens storlek succesivt efter arbetsplatsens personalbehov.





## 5 BODENERGIPROJEKTET

### 5:1 PROVPLATSEN

Provplatsen var belägen i Stenliden ca 3 km sydost om Partille centrum, strax ost om Göteborg. I Stenliden uppfördes ett stort småhusområde med ett 100-tal prefabricerade trähus på platsgjutna grunder. Under provningstiden monterades volymelementen med efterföljande inredningsarbeten. Markarbetena var färdiga.

Området utgjordes av ett kuperat skogsområde i sluttning. Provplatsen låg relativt lågt med omgivande träd, buskar och andra bodar.

Bodvolymerna placerades på provisoriska träsyllar med gavel-fönstret åt söder.

Tyvärn blev mellanrummet mellan bodarna litet, bod 1--3 22 cm, bod 3--2 12 cm. Avståndet borde ha blivit cirka 100 cm.

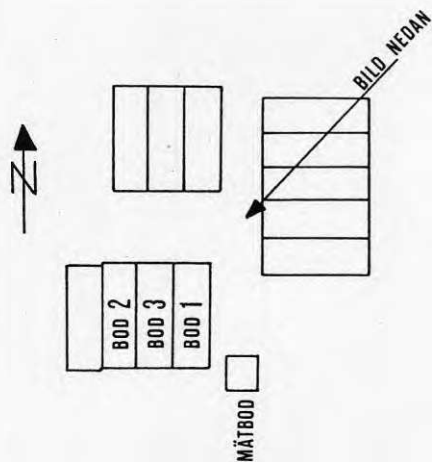


Fig 5 Plan över provplatsen



Fig 6 Provbodarna från norr

#### 5:2 PROVBODARNA

Projektet bestod av tre olika konstruerade personalbodar med förstärkt isolering i golv, väggar och tak.

Bodarna var även identiskt lika i storlek och form.

Vid val av lämplig storlek och planlösning samt en närmare beskrivning av provbodarnas konstruktion hänvisas till kap 6 "Bodöversikt".

#### a Bod 1

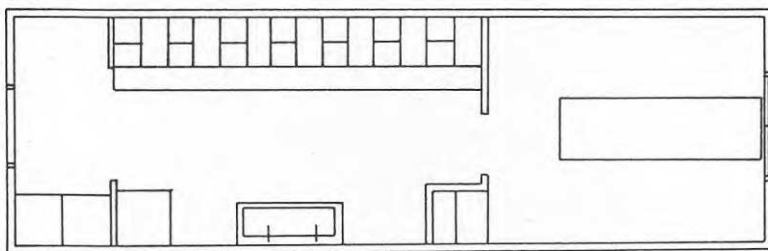


Fig 7 Referensbodens planlösning

Denna bod har under hela provningen använts som referensbod. Den uppfyller de krav och bestämmelser som för närvarande gäller samt därutöver en förbättrad värmeisolering.



Fig 8 Referensbodens omklädningsdel

Fönstret i gavelväggen är ett enkelt kopplat utåtgående tvåglasfönster.

Uppvärmningen sker genom ett antal elradiatorer med följande märkeffekt och placering.

- 1 st panelradiator med inbyggd termostat, 1000 Watt, placerad under fönster i matrum.
- 2 st elrörradiatorer med gemensam termostat, 600 Watt och 400 Watt, placerade på vägg under klädskåpen och klädfacken. Elementen täcker samtliga skåp. Termostaten är placerad på mellanvägg mellan omklädningsrum och matrum.

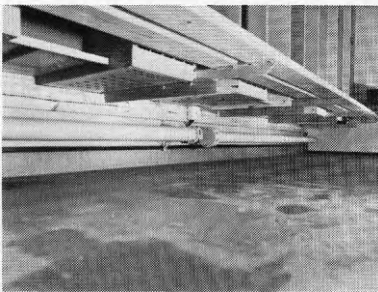


Fig 9 Rörradiatorer under klädskåp/fack

Elrörradiatorernas värme tränger således upp genom klädfacken och klädskåpen och torkar de eventuella våta persedlar som förvaras där. Klädfackens bottendel är perforerad med hål för att lättare få in värmen i skåpen.

1 st paneleladiator med inbyggd termostat, 500 Watt, placerad till höger om ytterdörr i gavelväggen.

Belysningen utgörs av 3 st lysrörsarmaturer, 2 x 40 Watt, varav 2 st i omklädningsrummet och 1 st i matrummet samt 1 st glödljusarmatur 75 Watt.

Glödljusarmaturen, taklampa i kupol, är placerad i omklädningsrummet vid ytterdörren.

I matrummet finns

1 st kylskåp med automatisk avfrostning och en anslutningseffekt på 110 Watt. Strömförbrukningen är enligt fabrikören cirka 1000 Watt/dygn.

1 st matvärmeskåp 400 Watt med inbyggd termostat, inställd på 80°C. Matvärmeskåpet manövreras manuellt med en brytare.

1 st evakueringsfläkt på 25 Watt med en kapacitet på cirka 1.2 m<sup>3</sup>/min. Fläkten har en strömbrytare utan tidur.

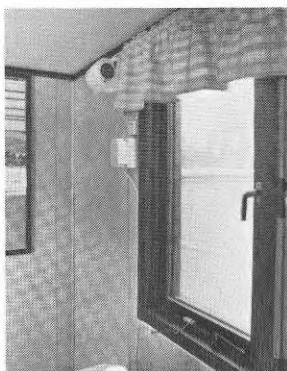


Fig 10 Fläkt i matrum

I motsatt gavelvägg bredvid ytterdörr, i takhöjd, finns ett ventilationsdon.

1 st kaffekokare 320 Watt.

I omklädningsrummet finns

1 st torkskåp, 60 x 60 cm, med värmebläkt 2030 Watt (fläkt 30 Watt, värmeslinga 2000 Watt). Torkskåpet är ett modifierat hushållstorkskåp med hängkrokar i skåptaket. Termostatreglerat till max 70 ° C. Inställbar mellan 0 och 6 timmar.

Genom att skåpet har dubbel bakvägg, leds värmen via kanaler från överdelen ner till skåpets botten. Därifrån pressas värmen uppåt igen mot fläkten. Fläkten har en kapacitet av 2.5 m<sup>3</sup>/min varav ungefär 20 % luft evakueras från torkskåpet och ut genom en kanal ut ur boden.

1 st varmvattenberedare, 30 liter, med effekten 3000 Watt. Uppvärmningstemperaturen är 85 ° C. Beredaren är termostatstyrd. Beredaren avger cirka 70 liter 35° C-vatten när den är fullt uppvärmd.

Tvättrännan är utrustad med två tappkranar och en drickskran. Varje tappkran har sedan separat vred för kallt resp varmt vatten.

Klädskåpen/facken består av ett låsbart klädskåp för gångkläder och ett öppet klädfack för arbetskläder. Det låsbara skåpet innehåller en hatthylla, en klädstång med två krokar och ett perforerat bottenstycke för skodon medan det öppna facket innehåller en hjälmhylla, en klädstång med två krokar och en perforerad bottenhylla för skodon.

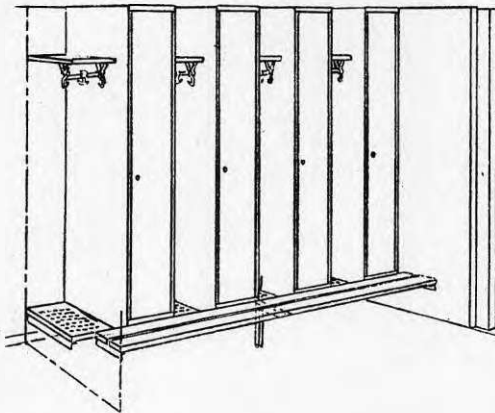


Fig 11 Klädskåp/fack

Boden innehåller 7 st skåp och 7 st fack. Både skåpen och facken har standardiserade mått vilka är reglerade enligt gällande bodföreskrifter. Man kan dock anta att måtten kommer att ändras i framtiden varför följande mått har använts:

Skåpbredd resp fackbredd	300 mm
Skåpdjup resp fackdjup	550 mm
Skåphöjd resp fackhöjd	1780 mm

Framför skåpen och facken finns en fast sittbänk upphängd på konsoler.

Skåpen och facken är monterade bredvid varandra med varannat skåp resp varannat fack. Skåpen är låsbara.

Provbodarnas skåp och fack är tillverkade av lackerad stålplåt.

Matbordet är ett kraftigt tvåstödsbord med laminerad bordsskiva, storlek 2,40 x 0,70 m, med tillhörande plastlackerade björkplywoodstolar på stålrörsben.

Övrig utrustning är

1 st anslagstavla, 1 x 2 m, i matrum

1 st lackerad bräda med 8 st skolkrokar för medhavda väskor och dyligt i matrum

1 st torkpappersrulle upphängd på konsol bredvid tvättrännan

1 st väl tilltagen papperskorg

2 st speglar ovanför tvättrännan

2 st förvaringsskåp 0,6 x 1,2 m vid ytterdörr

Förvaringsskåpen består av 2 st separata låsbara dörrar. I det ena skåpet finns en förbandslåda med "första hjälp"-utrustning och städmateriel. I det andra finns plats för lagbasens anteckningsböcker och dyligt samt förvaringsplats för handskar, handtvättmedel, torkpappersrullar mm.

I övrigt finns en dörrstängare på ytterdörrens innsida som möjliggör en snabb stängning av dörren.

## b Bod 2

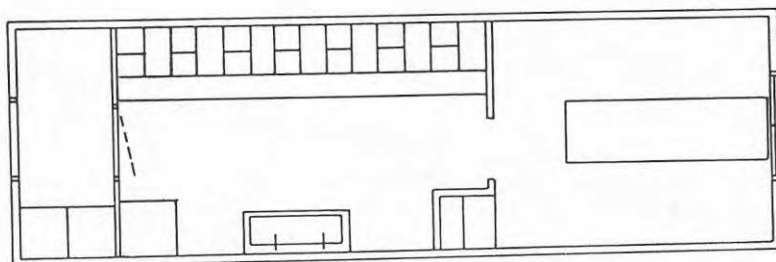


Fig 12 Planlösning, bod 2

Denna bod är identisk med bod 1 vad beträffar konstruktion och utförande. Planlösningen har kompletterats med ett vindfång, en mellanvägg med en pendeldörr.

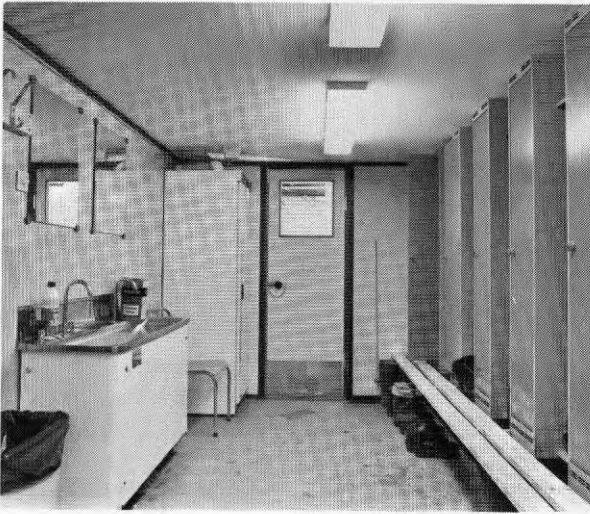


Fig 13 Omklädningsdelen, bod 2

Fönstret i ena gavelväggen är ett sidohängt utåtgående kopplat treglasfönster med dubbel isolerruta i innerbågen och enkelt maskinglas i yttre bågen. Mellan glasen finns en persienn.

Uppvärmningen sker genom ett antal elradiatorer med följande märkeffekt och placering

1 st panelradiator med inbyggd termostat, 1000 Watt placerad under fönster i matrum

2 st elrörradiatorer, 600 Watt o 400 Watt, under klädsåpen och klädfacken i likhet med referensboden.

De inbyggda termostaterna var bortkopplade, då samtliga radiatorer reglerades med en gemensam temperaturregulator.

I vindfånget fanns ingen radiator.

Belysning enligt bod 1. Glödljusarmaturen är placerad i vindfånget.

I matrummet:

Kylskåp, matvärmesåp, kaffekokare och evakueringsfläkt. (Jfr.bod 1).

Fläkten är utrustad med en tidsbrytare, max 15 min.



I omklädningsrummet

Torkskåp och klädska/fack (Jfr bod 1).

Tvättenheten består här av ett tvättränneaggregat som innehåller

1 st varmvattenberedare, 30 liter, med effekten 3000 Watt

1 st termostatstyrt reglage. Tappvattentemperaturen är alltid 45°C.

2 st fotpedaler

2 st tappror

1 st drickskran

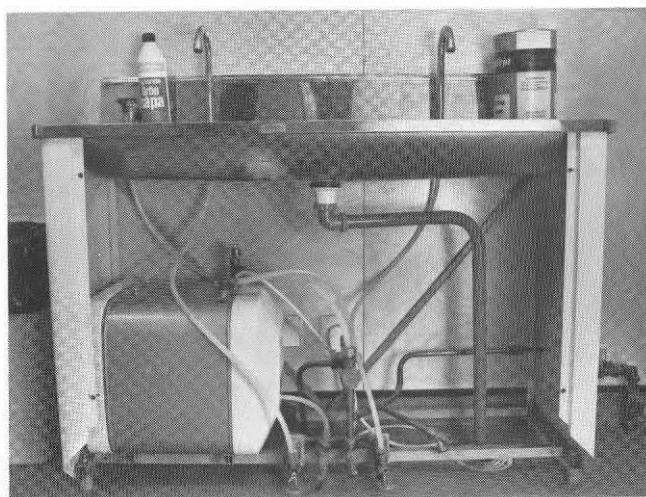


Fig 14 Tvättränneaggregat med demonterad frontplåt

För att erhålla vatten i tapproret måste närliggande fotpedal tryckas ned. Vattnet slutar att rinna när pedaltrycket försvinner. Tvättränneaggregatet har således följande fördelar i förhållande till ett konventionellt platsbyggt system

- allt i en enhet. Lätt att byta ut vid service
- konstant vattentemperatur
- sparar vatten

Övrigt: Jfr bod 1.

Temperaturregulatorn är monterad i omklädningsrummet på mellanväggen till matrummet.



Fas 1

Under fas 1 (kap 2.3) användes en läsbar tid- och temperaturstyrningsenhet från Widells. Enheten består av ett elektriskt kopplingsur i kombination med två reglerbara termostater och kontakter. Närmare beskrivning av enheten hänvisas till kap 9.

Fas 2

Under fas 2 användes en helt elektronisk enhet för tid- och temperaturstyrning från Seffle Instrument. Temperaturregulatorn är uppbyggd på ett fast monterat elektronikkort väl skyddat i en plastlåda med låsbart lock. Närmare beskrivning av enheten hänvisas till kap 9.

Fas 3

Under fas 3 monterades ett ventilationsaggregat från Sonessons Inredningar i anslutning till klädsåpsraden för ventilation i klädsåpen och klädfacken. Aggregatet består av en fläkt- och en värmedel samt automatik för styrning av temperatur och luftflöde. Närmare beskrivning av aggregatet hänvisas till kap 8.

Mellanväggen med pendeldörren mellan vindfång och omklädningsrummet togs bort.

Samma gjordes med torkskåpet, rörradiatorerna och temperaturregulatorn.

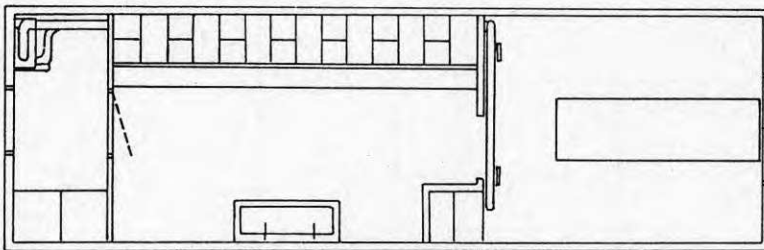
c Bod 3

Fig 15 Planlösning, bod 3

Denna bod är identisk med bod 2 vad beträffar konstruktion och planlösning.

Uppvärmningen sker genom varmluftcirkulation.

Belysning enligt bod 1. Glödljusarmaturen är placerad i vindfånget.

I matrummet:

Kylskåp, matvärmeskåp och kaffekokare samt treglasfönster (Jfr bod 2).

I omklädningsrummet:

Klädskåp/fack och tvättvärmeaggregat (Jfr bod 2).

I vindfånget:

Ett ventilations- och värmeåtervinningsaggregat.

Övrigt:

Jfr bod 1.

I jämförelse med bod 1 och 2 saknas följande utrustning i bod 3:

Panelradiatorer, rörradiatorer temperaturregulator, evekueringsfläkt och torkskåp.

### Fas 1

Under fas 1 användes ett ventilations- och värmeåtervinningsaggregat av fabrikat Bahco. Aggregatet framtogs speciellt för arbetsbodarna och var under provningstiden ett utvecklingsaggregat. Efter provningarna skrotade man aggregatet och byggde ett helt nytt aggregat med de värden och erfarenheter man erhöll från BODENERGIPROJEKTET. Närmare beskrivning av aggregatet hänvisas till kap 8.



Fig 16 Skåp med ventilationsrör

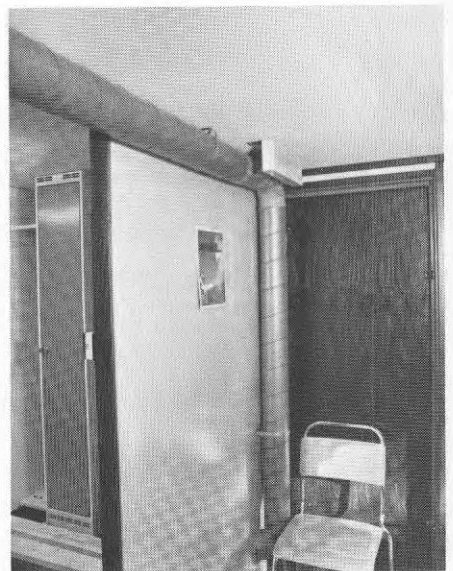


Fig 17 Utblåsning i matrum

Ventilations- och värmeåtervinningsaggregatet monterades i vindfånget då plats saknades i omklädningsrummet. Tilluftsdon och rör placerades i gavelväggens övre del för att minimera damm, bilavgaser och dyligt att komma in i ventilationssystemet. Frånluftsdon och rör placerades däremot i gavelväggens nedre del.

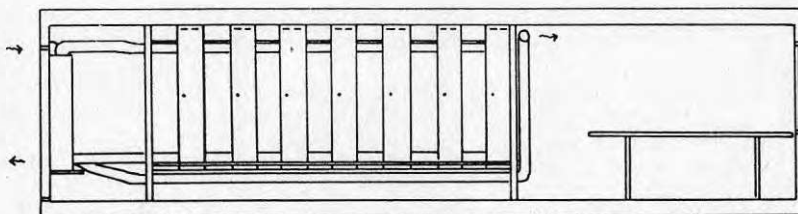


Fig 18 Längdsektion, Bod 3

Cirkulationssystemet består av 3 huvudledningar, spirorör i plåt.

Utsugningen av förbrukad luft sker genom rör i övre delen av skåpen och facken. För att förstärka torkeffekten av arbetskläder i skåp och fack monterades ett tvåvägssystem där den tempererade tilluften antingen gick genom rör i nedre delen av skåpen och facken eller genom rör ut i matrummet. Växlingen av luftströmmarna utfördes med ett tidsstyrt elektriskt don så avpassat att torkskåpsventilationen utfördes endast nattetid.

Luftströmsväxlingen visade sig onödig då kläderna torkade lika effektivt utan don varför denna demonterades i ett tidigt skede av fas 1.

Tilluften fördelades med cirka 40 % i skåp och fack medan resterande tilluft hamnade i matrummet.

I skåp och fack var spirorören jämnt perforerade medan utsugningen i matrummet skedde genom 2 st filterförsedda luftdon i övre delen av mellanväggen.

Ventilations- och värmeåtervinningsaggregatet i fas 1 gick kontinuerligt och kunde inte stängas av.

Efter halva tiden monterades en centralt belägen termostat, i omklädningsrummet på mellanväggen mot matrummet, som styrde värmeväxlarens förvärmebatteri.

Fas 2

Under fas 2 användes ett integrerat ventilations- och värmeåtervinningsaggregat med varmvatten som värmekälla. Denna konstruktion var framtagen av Dalslandshus i Åmål som ett utvecklingsaggregat för bl a arbetsbodarna.

Närmare beskrivning av aggregatet hänvisas till kap 8.

Aggregatet monterades i vindfånget på samma plats som tidigare aggregat i fas 1.

Från aggregatet drogs varmvattenledning till tvättränneaggregatets tappkranar. Tvättränneaggregatets befintliga varmvattenberedare kopplades från systemet.

Luftrör och don bibehölls i samma läge som under fas 1.

Aggregatet gick kontinuerligt och kunde inte stängas av.

Fas 3

Några ändringar gjordes inte i bod 3 varför fas 3 blev en förlängning av fas 2.

5:3 HYRESGÅSTERNA

Arbetstid:	6.45 - 16.00	
Under denna tid hade arbetarna tre raster	8.45 - 9.15	30 min
	11.15 - 12.30	15 min
	13.30 - 14.00	30 min

Städning av provbodarna gjordes av en städfirma två dagar i veckan. Onsdagar och fredagar mellan kl 10 och 12. Om vädret tillät hakade man upp ytterdörrarna för att få ljus och luft. Pendeldörren i bod 2 och 3 lät man däremot vara. Ytterdörrarna var öppna i ungefär 10 - 15 min.

Följande personal var hyresgäster under provningstiden.

Bod 1	Målare
Bod 2	Elektriker
Bod 3	VVS-installatörer

Samtliga hyresgäster var specialarbetare och anpassade till de leveranser av volymselement som monterades och färdigställdes på arbetsplatsen varför ovan angivna raster kan här i provningshänseende tagas som ett riktvärde.

Följande noteringar har iakttagits under provningstiden.

Målare använder speciellt mycket vatten vid tvättning. Man använder hellre ett övertempererat vatten än normal tempererat vatten. Torkning av kläder är obefintligt.

Elektriker torkar sällan kläder, endast strumpor och handdukar.

#### 5:4 MÄTINSAMLINGSSYSTEMET

För att uppnå projektmålen enligt kapitel 2:2 har vi använt ett avancerat datubaserat mätinsamlingssystem.

Chalmers Tekniska Högskola har svarat för den hårdvarumässiga uppbyggnaden av systemet medan programutvecklingen har gjorts av en fristående konsult.

Mätinsamlingssystemet bestod av ett datorsystem och en avancerad mätutrustning. Både datorsystemet och mätutrustningen var placerad i en instrumentbod bredvid provbodarna.

Datorsystemet bestod av

Ett mikrodatorsystem, Apple II Plus, med 48 k byte internminne, 40 x 24 teckens monokrom bildskärm och ett alfanumeriskt tangentbord. Sekundärminnet var en flexskiveenhet för 5,25 tums disketter med programvara och databas.

För att göra momentana analyser på provplatsen var utrustningen kompletterad med en skrivare Texas Silent 700.

Mätgivarna som var jämt fördelade i de tre provbodarna var antingen analoga eller digitala givare.

Analoga mätgivare utgjordes av PT 100 element, 100 R 30 - Platinum Resistance Temperature Detector - Thermafilm, som användes för att noggrant mäta temperaturen utomhus och på olika ställen i arbetsbodarna.

En analog givare skulle monteras i en solarimeter, som dock uteblev. Dess värden skulle räknas om till instrålningseffekt per ytenhet.

Digitala mätgivare utgjordes av kontaktelement som växelvis bryter och sluter en strömkrets. Genom olika signalväxlingar beräknar datorn

- antal gånger som ytterdörren har öppnats
- antal minuter som ett fönster stått öppet eller en fläkt varit i gång
- medeleffekt förbrukad i elradiatorer, torkskåp, varmvattenberedare och övrig utrustning
- vattenförbrukning

Mätutrustningen bestod av

- mätpunktväljare från Schlumberger som ansluter en av de analoga givarna till en
- digitalvoltmeter, Schlumberger 7055 Microprocessor, som bildar mätvärden av signalerna från de analoga givarna
- pulsräknare till vilka de digitala givarna är anslutna och
- en styrenhet inbyggd i pulsräknarenheten för att styra mätpunktväljaren.

Mätutrustningen är ansluten till datorsystemet via ett standardiserat signalsnitt "HP-IB interface".

Datorsystemet styr mätutrustningen så att den till datorn överför mätdata från en givare i taget. I datorn sker alla bearbetningar. På flexskivan lagras de bearbetade värdena för ett dygn i taget.

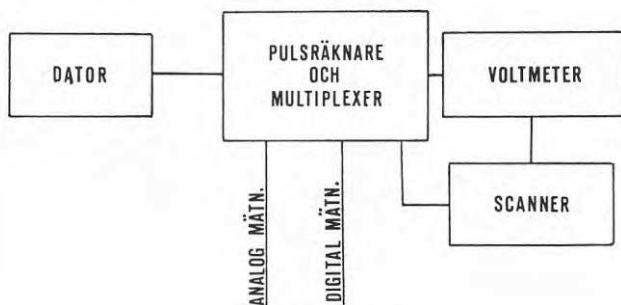


Fig 19 Mätinsamlingssystemet

Datorsystemets programvara innehöll tre huvudprogram.

Program 1 utförde

- en automatisk insamling, bearbetning och registrering på flexiskiva av ingående mätdata samt
- en operatörstyrd presentation av mätdata på bildskärm och skrivare för de dygn och provbod som operatören väljer.

Program 2 utförde

- en utskrift på skrivaren av mätdata för valfritt dygn.

Program 3 var en drivrutin för HP-IB interfacet.

Program 1 bestod således av en automatisk del och en operatörstyrd del. För läsarens intresse görs här en utveckling av det automatiska inlärningsprogrammet.

Varannan minut läste programmet av de analoga givarna. Värdena korrigerades och salderades sedan för varje mätpunkt till föregående värden inom pågående timme. Vid ny timme bildade programmet medelvärde för senaste timmen för var och en av de analoga mätvärdena, läste av och nollställde pulsräknaren för de digitala givarna samt beräknade med ledning av kända skalfaktorer ett timvärde för varje mätpunkt. Vid nytt dygn registrerade programmet senaste dygnets alla timvärden för samtliga mätpunkter i en dygnsfil på flexiskivan, ökade dygnsnumret ett steg och uppdaterade en parallellfil samt började samla mätvärden för ett nytt dygn.

Även dygnstotalen för de digitala mätpunkterna registrerades i dygnsfilen.

### 5:5 MÄTPUNKTER

Analoga mätgivare:

T = Temperatur  
S = Solarimeter

Digitala mätgivare:

H = Händelse  
E = Effektförbrukning  
V = Vattenförbrukning

a Bod 1

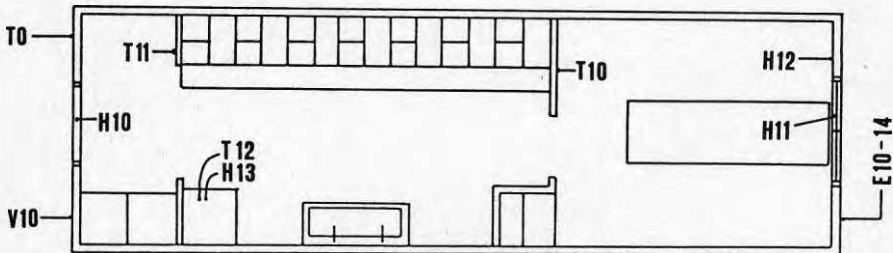


Fig 20 Mätgivarplacering bod 1

T0	Utetemperatur	
T10	Matrumstemperatur	1,5 m fr golvet på mellanvägg
T11	Omklädningsstemperatur	1,5 m fr golvet på mellanvägg
T2	Temperatur i torkskåp	hänger fritt fr. torkskåpstak
H10	Händelsemarkering av ytterdörr	antal gånger dörren öppnas
H11	Händelsemarkering av fönster	antal min. fönstret är uppet
H13	Händelsemarkering av torkskåpet	antal min. torkskåpet är påkopplat
V10	Vattenflöde	antal liter



E10	Bodens totala eluttag i kWh	
E11	Eluttag radiatorer	kWh
E12	Eluttag belysning, kylskåp, mat- värmeskåp, kaffekokare, efakuerings- fläkt	kWh
E13	Eluttag torkskåp	kWh
E14	Eluttag varmvattenberedare	kWh



Fig 21 Händelsegivare vid ytterdörr

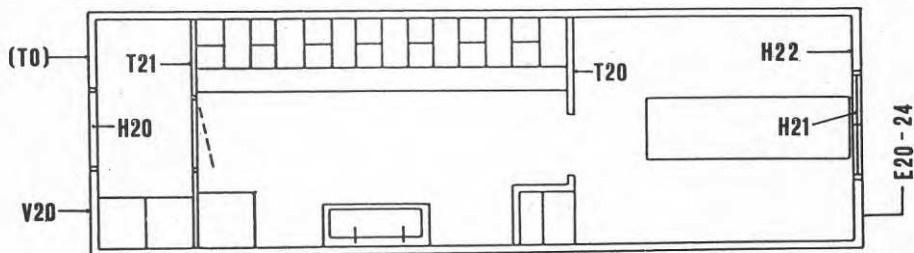
6 Bod 2

Fig 22 Mätgivarplacering, bod 2

T0	Utetemperatur	
T20	Matrumstemperatur	1,5 m fr golvet på mellanvägg
T21	Vindfångstemperatur	1,5 m fr golvet på mellanvägg
H20	Händelsemarkering av ytterdörr	antal gånger dörren öppnas
H21	Händelsemarkering av fönster	antal min fönstret är öppet
H23	Händelsemarkering av torkskåpet	antal min torkskåpet är påkopplat
V20	Vattenflöde	antal liter
E20	Bodens totala eluttag i kWh	
E21	Eluttag radiatorer	kWh
E22	Eluttag belysning, kylskåp, mat- värmeskåp, kaffekokare, evakuerings- fläkt	kWh
E23	Eluttag torkskåp	
E24	Eluttag varmvattenberedare	



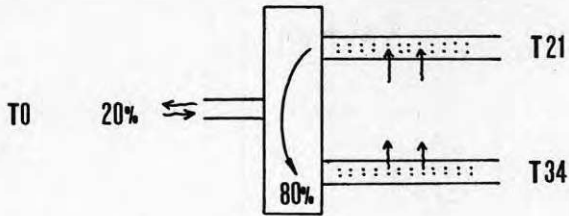
Under fas 3

Fig 23 Ventilationsaggregat under fas 3 fördelning av luft

T21	Frånluftstemperatur	i övre röret i klädsåpen
T34	Tilluftstemperatur	i nedre röret i klädsåpen
H23	Demonterad	
E21	Eluttag endast radiator vid fönster	kWh
E23	Eluttag ventilationsaggregatet	kWh

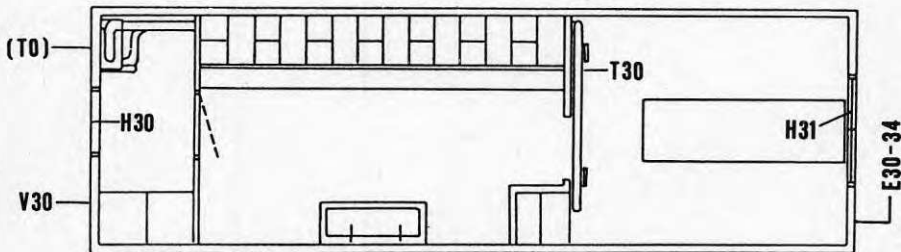
c Bod 3

Fig 24 Mätgivarplacering bod 3

T0	Utetemperatur	
T30	Matrumstemperatur	1,0 m från golvet på yttervägg
H30	Händelsemarkering av ytterdörr	antal gånger dörren öppnas
H31	Händelsemarkering av fönster	antal min fönstret är öppet
V30	Yattenflöde	antal liter
E30	Bodens totala eluttag i kWh	
E33	Eluttag belysning, kylskåp, mat- värmesåp, kaffekokare	

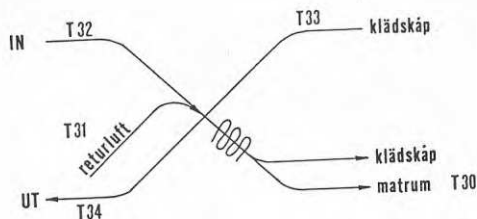
Under fas 1

Fig 25 Mätgivare i värmeväxlaren fas 1

T31	Vindfångsttemperatur	sitter vid returluftsintaget
T32	Temperatur på inkommande friskluft	
T33	Frånluftstemperatur	i övre röret i klädskapen
T34	Temperatur på utgående luft	
E31	Eluttag värmeväxlare	
E34	Eluttag varmvattenberedare	

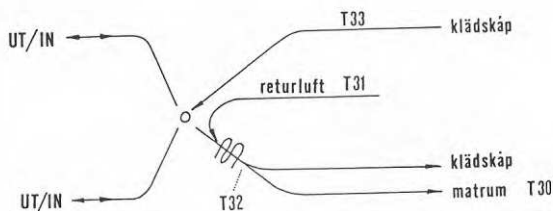
Under fas 2 och 3

Fig 26 Mätgivare i värmeväxlare fas 2 och 3

T31	Vindfångsttemperatur	sitter vid returluftsintaget
T32	Temperatur på uppvärmd luft efter uppvärmningsbatteriet men före filtergallret	
T33	Frånluftstemperatur	i övre röret i klädskapen
E31	Eluttag värmeväxlare och varmvattenberedare	

d Övrigt

För att mäta storleken av det värmetillskott som erhålles genom solinstrålning genom fönstren skulle en centralt belägen solarimeter användas. Nu blev detta inte genomfört då utrustningen tyvärr inte blev ledig från ett stort solprojekt i Saudiarabien under provningsvintern. (Jfr kap 7:1 d Tillskottsenergi).

## 6 BODÖVERSIKT

### 6:1 BODTYPER OCH PLANLÖSNINGAR

På marknaden förekommer många olika modeller och utförande på bodar och vagnar.

Grovt kan dessa indelas i:

- envolymsbodar och vagnar
- kombinationsbodas
- sektionsbodas

Någon strikt anvisning om hur en bod skall vara utformad eller val av modell är lika svår att ge som att ge anvisning om hur ett fritidshus skall se ut. Varianter av utformningen och prioriterade kuriositeter är lika många som det finns byggarbetsplatser. Var och en har sina idéer och lösningar på sin byggarbetsplats varför det är omöjligt att här ta upp alla de varianter som förekommer.

En renare linje har dock vuxit fram under 70-talet då kraven på komfort har ökat från utnyttjarna om en bättre planering och styrning från köparna på tillverkarna.

Som grund för storleken av våra provbodas ligger en s k optimal bodvolym.

#### a Optimal bodvolym

Vid bestämning av storleken har man framför allt tagit hänsyn till volymens smidighet vid horisontell och vertikal förflyttning. Denna storlek har begränsats av bl a följande

- att volymen skall passa in i alla normala transportsituationer
- att volymen skall passa in i de flesta förekommande lastprofiler
- volymens totala vikt
- volymens ramkonstruktion
- lyftmöjligheter i tak eller i ram
- stapelbarhet (tvåvåningsmontage)

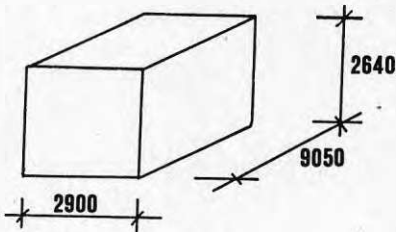


Fig. 27 Optimal bodvolym ytermått

För transport av bodar eller vagnar på allmän väg erfordras dispens från vägmyndigheten om bodens eller vagnens bredd överstiger 2500 mm. Bodbredden kan ökas till 3100 mm utan ytterligare dispens.

Dispensen gäller under ett år och innebär bl a att lastfordonet skall vara försedd med varningstavlor "BRED LAST", framtill och baktill på fordonet.

Är bodbredden upp till 3500 mm erfordras ytterligare dispens som innebär bl a att särskild varningsbil skall framföras framför transportfordonet. Polisen i längs färdvägen belägna städer skall, om städernas centrala delar skall trafikerats, i god tid under rättas. Detta är både krångligt och dyrt varför bodbredden skall maximeras till 3100 mm.

Bodlängden är anpassad till längden på en 30-fots stålcontainer, ISO-standard. Det blir allt vanligare att man vid bodtransporter anlitar containerbilar.

Den invändiga rumshöjden är 2100 mm enligt Arbetskyddsstyrelsens anvisningar.

Vid optimering av en fast hjulförsedd bod, benäms vagn, begränsas yttermåttarna av bl a följande

- vagnens totala vikt
- karossens smidighet och vridstyvhet
- vagnens vägegenskaper
- transporthastighet

För att transportera en bod eller vagn på järnväg utan extra pålagor erfordras att dess lastprofil inte överstiger fastställda mått.

## 6 Envolymbod

Antalet omklädningsplatser blir 8 om man tar hänsyn till den optimala bodvolymen.

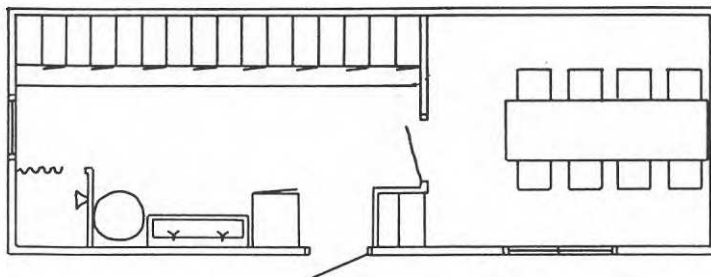


Fig. 28 Exempel på envolymbod

Toaletterum med klosett får inte plats i en konventionell bodvolym om man skall utnyttja max antal omklädningsplatser. Det är heller inte befogat att installera en toalett i varje bodvolym, då man i normala fall räknar med en toalett på varje påbörjad 20 man. Om man absolut önskar toalett bör toaletterummet vara helt skilt från omklädnings- och matdelen och ha ingång utifrån.

Dusch bör undvikas att installeras i direkt anslutning till omklädnings- och matdelen i samma bodvolym. Dusch skall finnas i speciella hygienbodrar eller i avskärmat rum i anslutning till omklädningsboden.

Motiven till denna lösning är bl a

-att förhindra den mättade vattenångan att kondensera i omklädnings- och matdelen. Väggläkten förmår inte att ventileras bort all ånga samtidigt.

-att förhindra vattenstänk o spill på bodgolvet.

-av ekonomiska skäl.

Vad beträffar planlösningen i en envolymsbod med fast inrede och även flertal av kombinationsbodarna har man att iaktaga följande.

-ingången bör vara så placerad att man har skydd för vind o regn för de som har sina omklädningsplatser i närheten av ytterdörren.

-ingången skall inte vara i direkt anslutning till matrumsdelen.

-omklädnings-skåpen skall vara placerade utmed en sida eller parvis fördelade dock inte mitt emot varandra. Det är tillåtet sätta en till två platser mitt emot de övriga om de placeras i omklädningsdelens inre utrymme. Detta är inget att rekommendera då kvarvarande utrymme som är själva omklädningsytan är allt för litet och skapar lätt irritation och tånjningar av arbetstiden.

-tvättenheten skall vara samlad på en plats med tilltaget svängrum för användarna.

#### c Kombinationsbodrar

Med kombinationsbodrar avses bodrar som kan monteras ihop till flera stora enheter med sammanlänkande passage. Varje kombinationsbod är en självförsörjande enhet som fungerar lika bra som envolymsenhet som i en större grupp. Boden har helisolerade ytterväggar runt om och är självförsörjande i fråga om el- och vattenanslutning.

Fördelen med denna typ av bod är att den ger goda möjligheter att anpassa etableringens storlek på byggarbetsplatsen efter det aktuella behovet och härigenom spara elenergi.

x) dörrblock

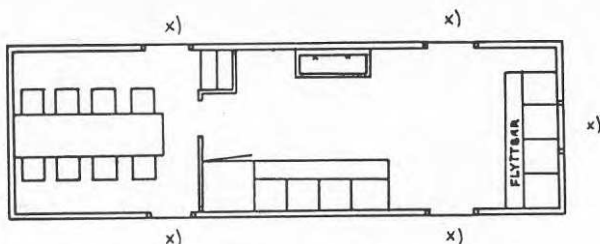


Fig 29 Exempel på kombinationsbod för 8 man

För att uppnå största möjliga kombinationsmöjlighet utan att ge avkall på gällande anvisningar utformas boden med ett antal dörrblock, som kan demonteras efter de behov som ställs på arbetsplatsen. Behovet av dörrkombinationer är störst på arbetsplatser som är trånga såsom i de centrala delarna av våra städer.

Skåp och innerväggar kan göras flexibla, vilket innebär att de lätt kan demonteras och flyttas till annan plats. Härigenom skapas fler kombinationsmöjligheter och funktioner.

x) flyttbar vägg

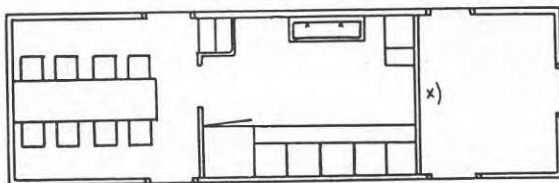


Fig 30 Exempel på kombinationsbod för 6 man med kontorsutrymme

Våra provbodar är utförda som en kombinationsbod på ett fullständigt flexibelt system. Grundvolymen är en helt tom volym med tre dörrkombinationer.

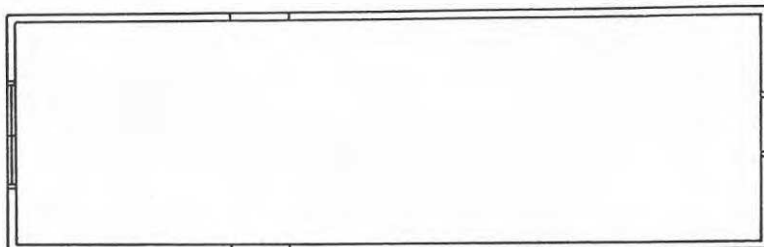


Fig 31 Grundvolym

Väggar och inventarierskruvas fast i speciella skruvfästen. Systemet innebär att alla komponenter är uppbyggda efter ett modulsystem. Jfr t ex tvättagregatet.

På byggarbetsplatsen finns möjlighet att ändra på planlösningen allt efter som bygget ändrar arbetsstyrka och karaktär.

Ett av de stora bodproblemen som ett byggtreprenadföretag har är att kunna utnyttja sina bodar till maximum. Genom det flexibla systemet möjliggör man en liten lagerhållning av bodar. Uthyrarens möjligheter att leverera bodar efter kundens önskemål och planlösning är därmed stor.

Exempel på andra lösningar med grundvolymen

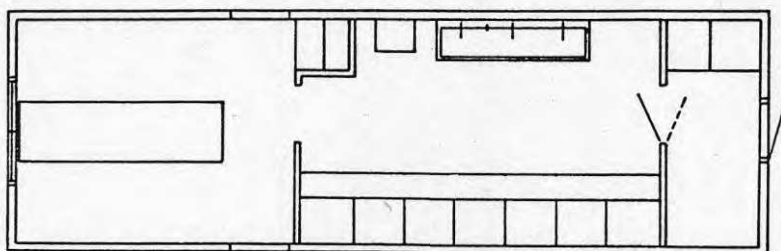


Fig 32 Exempel; 7 man + vindfång

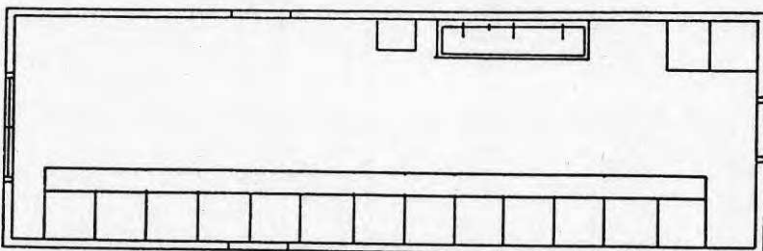


Fig 33 Exempel; 13 man omklädning

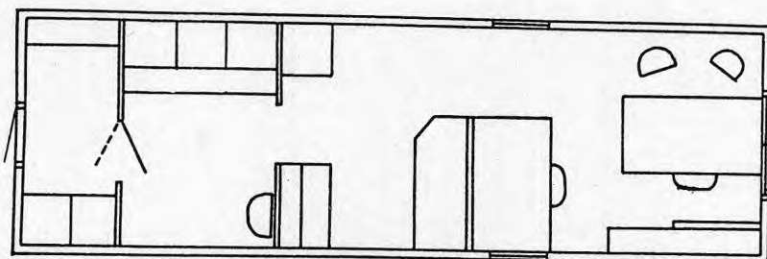


Fig 34 Exempel; kontorsvolym med vindfång

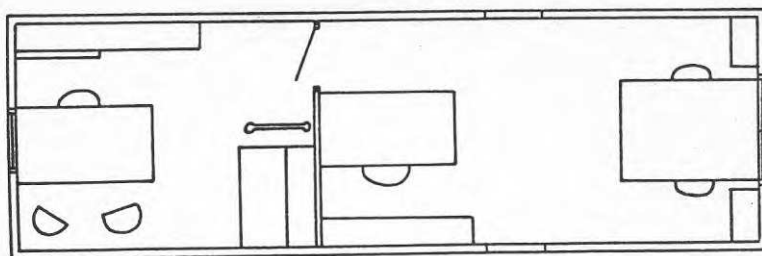


Fig 35 Exempel; kontorsvolym

Ingång genom sep.  
entrévolym

Varje bodvolym i ett kombinerat system har en eller flera funktioner. Genom att koppla ihop dessa har man således erhållit den varianten som bäst passar till just den arbetsplatsen.

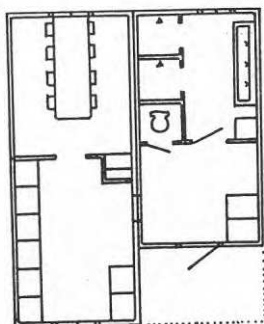


Fig 36 Exempel; 8 man + dusch o toalett

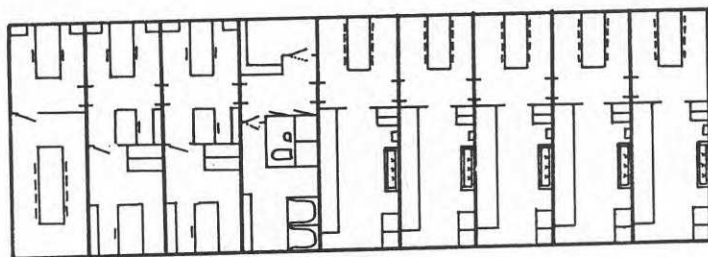


Fig 37 Exempel; kombinationsuppställning för 40 man  
och 10 arbetsledare



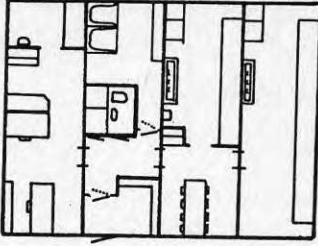
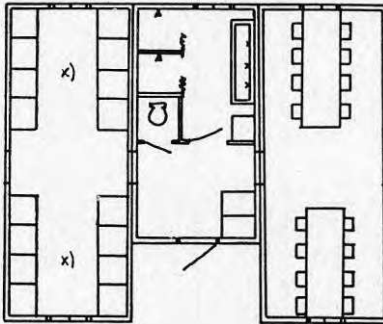


Fig 38 Exempel; skiftgång 3 lag å 7 man + arbetsledning

Fördelen med kompakta boduppställningar är att man avsevärt minskar värmeförlusterna och kan bättre utnyttja den enskilda funktionen. I figur 37 utnyttjar man bättre entrévolymen med dess centrala toalett och duschrum.

Den lokala brandmyndigheten har ibland synpunkter på bodetableringar när det gäller storlek, utrymmesvägar och brandredskap. Synpunkterna kan vara sådana att de motverkar en kompakt och energisnål uppställning. Det är därför klokt att i förväg alltid rådgöra med brandmyndigheten innan en boduppställning sker.



x) lösa utdragsbara  
bänkar eller bod-  
bredd  $\cong$  3,3 m

Fig 39 Exempel; 3-kombination

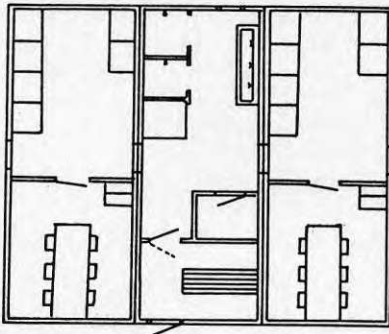


Fig 40 Exempel; 3-kombination

#### d Sektionsbodar

Med sektionsbodar avses volymer som entydigt fyller en eller två funktioner. Volymer har endast två eller tre ytterväggar. Vanligtvis är en eller två långsidor öppna.

Genom att montera ihop flera öppna sektioner erhåller man stora invändiga volymer som passar utmärkt till matsalar, samlingslokaler och dylikt. Man bör eftersträva att minimera antal förflyttningar då speciellt de öppna sektionerna. Dessa måste vara ordentligt utrustade med transportsäkringar för att inte sektionerna skall kollapsa under transporten eller montaget samt att minska rörelserna i konstruktionen. Tyvärr får man efter ett antal förflyttningar rörelser i stomkonstruktionen varefter sektionsvolymen blir bräckliga och sneda.

Det ställs således stor omsorg vid montage av sektionsbodar så att skarvarna mellan volymer blir täta.

Genom sin ytsnålhet och sin relativt lilla anslutningsyta kan det i vissa situationer vara ett fördelaktigt val av bodar ur energisynpunkt för stora arbetsplatser som skall pågå under lång tid.

#### 6:2 KONSTRUKTIONER

En bra bodkonstruktion skall, förutom rent allmänna funktionskrav som ställs på en liknande byggnad, uppfylla följande funktionskrav

- att konstruktionen är stabil med avseende på horisontella och vertikala transporter och uppställningar på arbetsplatsen
- att konstruktionen är väl proportionerad med avseende på en bra avskärmning mellan utomhus- och inomhusklimat
- att konstruktionen är robust och tålig med avseende på den miljö som existerar på en byggarbetsplats

Konstruktionerna kan indelas i fyra huvudgrupper:

- 1 Trä med mineralullsisolering
- 2 Stål med mineralullsisolering
- 3 Stål- eller aluminiumplåt med cellplast- eller polyuretanisolering
- 4 Glasfiber med cellplast- eller polyuretanisolering

Provbodarna är tillverkade av trä med mineralullsisolering varför vi mer i detalj kommer att beskriva denna grupp än de övriga.

### a Trä med mineralullsisolering

Vad som bl a bestämmer valet av en vägg- eller golvkonstruktion och dess tjocklek är dess optimala värmeisolering. Denna mäts genom ett teoretiskt värmeomgångstal, k-värde. Med olika material och byggnadskonstruktioner ges skilda värden på bästa k-värde. Ju bättre isolering desto lägre blir k-värdet.

Det optimala värmeomgångstalet, k, kan med viss förenkling beräknas enligt formeln nedan. Hänsyn tas till bl a avskrivningsprocenten och byggkostnaden.

$$k = \sqrt{\frac{P \times B \times \lambda}{G \times 24 \times e}}$$

där P = avskrivningsprocent

B = byggnadskostnad för värmeisoleringsskiktet kr/m<sup>3</sup>

$\lambda$  = värmeledningstal för isoleringsskiktet W/m<sup>2</sup>×C<sup>0</sup>

G = specifikt värmebehov i graddagar per år  
(summan av temperaturdifferensen mellan inne- och uteluft multiplicerad med den tid under vilken temperaturdifferensen råder)

e = energipris kr/W × h

I södra Sverige ger formeln ett optimalt k-värde på ca 0.35 W/m<sup>2</sup>×C<sup>0</sup>. Detta k-värde motsvarar ungefär 13 cm mineralullsisolering. En viss omfördelning brukar ske mellan golv, tak och väggar. Ett vanligt utförande i en modern bod är 95 mm isolering i väggar och 145-170 mm i golv och tak.

Som jämförelse är isoleringskravet för väggar i bostadshus i södra Sverige k= 0.30 W/M<sup>2</sup>×C<sup>0</sup>, vilket motsvarar minst 15 cm mineralullsisolering.

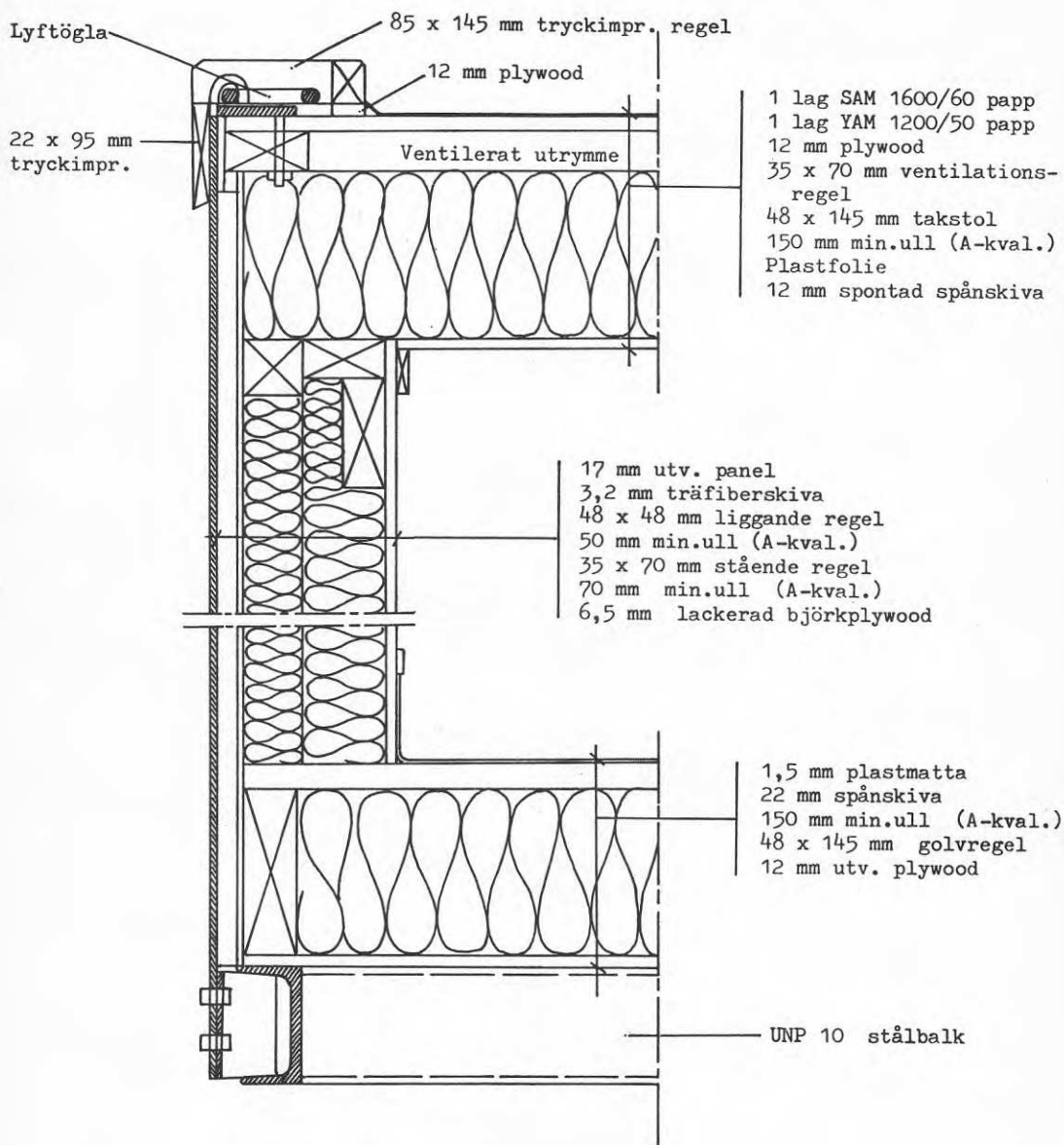


Fig 41 Provbodarna; sektion av yttervägg

Den utvändiga beklädnaden kan antingen utgöras av fasspontad ytterpanel eller spårade plywoodskivor.

Fördelen med panelen är att man har möjlighet att lättare byta ut en eller flera skadade bräder. I och med att bodarna vistas i en oöm miljö och då de ofta flyttas omkring kan man inte undvika att de förr eller senare få skador. Panelbrädan får vara mellan 15--19 mm och i råhyvlat utförande samt vara i en standardiserad profil, dubbelfasspont. Den skall kunna anskaffas på en vanlig brädgård utan svårighet.

Vid monteringen bör beaktas att tillräckligt spelrum finns mellan varje panelbräda för att förhindra sprängning vid fuktig våt väderlek.

Väljer man en stuv plywoodskiva kommer konstruktionen att klart bli styv, vilket är en fördel vid förflyttningar och speciellt vid vagnutförande. Plywoodskivan är betydligt bättre ur hållfasthetssynpunkt mot slag och törnar än panelen men är mycket svår att byta ut. Skivan bör spiklimmas mot regelstommen. Vanlig tjocklek är 12 mm inkl spåren. Skarvarna skall ordentligt tätas helst med en elastisk fogmassa.

Bakom ytterpanelen skall finnas en heltäckande förhydringspapp. Alternativt kan väljas en asfaboard som bättre skyddar den bakomliggande isoleringen vid skador av ytterpanelen. Asfaboarden ger även väggen en bättre stabilitet och värmegenomgångstal.

Mineralullsisoleringen skall vara av klass A och monterad med omsorg utan springor mellan isoleringsskiorna och närliggande regler. Ett vanligt förekommande fel är att man obeaktat komprimerar någon del av isoleringen då man spikar t ex ett korsande regelsystem.

Regelstommen kan antingen göras i enkelt utförande eller i korsande utförande. Vid enkel regelstomme används vanligen regler i dimension 38 x 95 mm.

Vid bestämning av värmegenomgångstalet skall alla delar av väggen räknas med inkl syll, kortlingar mm. Värmegenomgångstalet blir således beroende av regelandelen i konstruktionen. Normalt är den ungefär 15 %.

För en vägg med korsade regler erhålles beräkningsmässigt samma k-värde som för en vägg med enkelt genomgående regelsystem av samma tjocklek. Man antar dock att väggen med korsade regler i praktiken är bättre. Andelen helt genomgående trä blir mindre och köldbryggorna därmed färre. Dessutom minskas risken för otätheter genom att mineralullsskiorna monteras i två eller flera skikt med förskjutna skarvar.

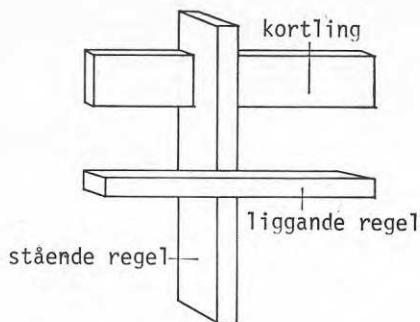


Fig 42 Primärskiss, korsade reglar

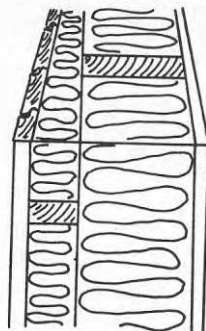


Fig 43 Primärskiss, korsade regelvägg

Vid korsade regelstomme används vanligen reglar i demension 45 x 70 mm som stående och 22 x 70 mm som liggande. Med asfaboard blir  $k = 0,31 W/M^2 \times C^0$  och utan asfaboard  $k = 0,33 W/M^2 \times C^0$ .

Nästa skikt är den invändiga beklädnaden som utgörs av någon beklädnadsskiva. Det finns uppskattningsvis ett 100-tal olika typer och utförande av lämpliga skivor.

Skivorna skall i möjligaste mån uppfylla följande krav

- vara starka och hållbara
- vara rena och estetiskt tilltalande
- tåla relativt stora temperaturdifferanser
- tåla vatten och rengöringsmedel
- vara beständiga mot solljus

- a Plastlackerade skivor. Vanligt är att man använder plywood-skivor mot en ytfaner av björk eller furu. Björken är ren och homogen i ådringen, varför den ger ett varmare och behagligare intryck än furu. Furuskivor har stora färgskiftningar i sina ådringar.

Skivorna kan levereras med plastlackerade ytor - påförda med sprutaggregat - eller plastfilmbelagda ytor - utpressade med t ex fenolfilm. Filmen kan vara ofärgad eller i gul kulör.

Skivor som blir utsatta för stark strålningsvärme mörknar något. I övrigt fulnar skivorna något efter ett antal år. En vanlig tjocklek är 4--5 mm.

- b Laminerade skivor. Dessa skivor består vanligtvis av en spånskiva som försetts med ett hårt slag- och värmestålignat laminat. På grund av skivornas hårda ytstruktur och goda egenskaper med tvättning och målning kommer denna grupp av skivor att bli allt vanligare på bland annat väggar i personalbodar. Under senare år har många nya färgsättningar och mönster introducerats på hårdlaminat som givetvis ökar valfriheten att göra en trevlig och vänlig inredning.

- c Plastfilmförsedda skivor. Denna skivan, som vanligtvis består av en spånskiva, påföres under högt tryck och hög värme en plastfilm. Plastfilmen är en vinylprodukt som kan erhållas i en mängd olika kulörer och mönster. Plastfilmen är stark men vid alltför kraftiga törnar och slag rivs den upp. Hörn och skivkanter som inte omsluts av plastfilmen är mycket känsliga och bör skyddas med lister eller dyligt. Nedre skivkanten vid golv bör dopplackas mot inträngande väta eller förses med lämplig list. Spånskivan har en viss tendens att suga upp fuktighet och väta när man tvättar och spolar bodgolvet.

Plastfilmförsedda skivor kan även bestå av en byggboardskiva som försetts med en tapserad plastfilm. Dessa skivor levereras färdiga från tillverkaren med fasade kanter för att underlätta fasthållningen. Produkten är relativt öm varför dessa skivor inte bör monteras i personalbodar.

- d Panelskivor. Kryssfanéerskivor belagda med ett tunt skikt naturträ t ex furu, teak, ek, valnöt. Vanligtvis är skivorna spårade c/c 20 cm för att ge karaktären av stående panelvirke. Ytan är ett tunt genomskinligt lacklager. Tyvärr flisar materialet sig vid slag och mekanisk åverkan samt småspricker lätt längs fibervikningen efter upprepade temperaturdifferanser.

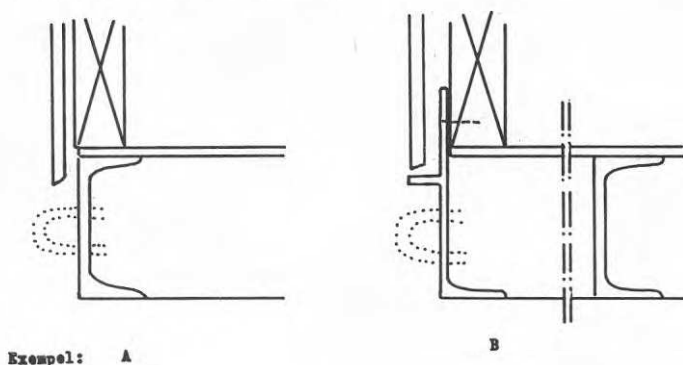
Alternativ till äkta panelskivor är träimiterade skivor som förvånansvärt liknar äkta ek- furu- eller granpanel. Det finns fotomönstrade och tapetliknade skivor. De fotomönstrade skivorna trycks mönstret genom en speciell fototeknik direkt på ytskiktet medan den senare är en ren påklitrad papptapet. Träslaget kan t ex vara filipinsk bambu, men beror givetvis på från vilket land skivorna blivit tillverkade.

- e Målade skivor. Fabrikstillverade byggboardskivor är mycket vanliga i bodar. Färgen är vanligtvis gråvit eller ljusgul. ytskiktet är hård och tråkigt. Tyvärr kommer inte den fina ytan att bibehållas då märken av olika slag påföres oavsiktligt under bodens användning. För det mesta går det inte att tvätta bort dessa utan en ommålning bör ske. Men det blir inte lätt. Ytan är hal, varför traditionell färg kommer att flagna efter ett tag. Används etsfärg som grundfärg förbättras resultatet avsevärt men är inte tillräckligt.



Golvkonstruktionen kännetecknas av ett kraftigt stålunderrede. Underredet är en ram med ett antal förstärkningsbalkar som bultas fast i golvbjälklaget. Stålramen kan utgöras av UNP-balkar, RHS-profiler, L- o Z-profiler eller liknande.

Ytterbalkarna bör placeras strax nedanför vägglivet både längs bodens långsida som kortsida.



Exempel: A

B

Fig 44 Balkunderrede

Kraftiga dragöglor skall finnas, minst två i varje sida, osymmetriskt placerade längs långsidorna. Underredet skall även vara försett med hål eller urtag för montering av tillfällig hjulsats.

Underst i golvbjälklaget skall det finnas en fuktopåverkad panel eller skiva. Vanligt är att man använder en u-plywood.

För att uppnå ett acceptabelt värmegenomgångstal bör isoleringsskiktet vara minst 150 mm. Mineralullsskivorna är av klass A och omsorgsfullt monterade mellan golvbjälkreglarna.

Undergolvet utföres vanligtvis av en spiklimmad 22 mm not och spontförsedd spånskiva.

Överst hellimmas en homogen helsvetsad plastmatta som uppvikes och klistras minst 10 cm på samtliga fasta väggar. Plastmattan skall

- vara mycket slitstark
- ha liten krymp- eller utvidningsförmåga
- vara lätt att göra ren



Takkonstruktionen är betydelsefull då de flesta och svåraste skadorna inträffar i taket. Under årens lopp har det funnits många olika konstruktioner och utförande både dåliga och bra. Men jag kan nog bestämt påstå att den perfekta och bästa lösningen fortfarande inte har sett dagens ljus.

Man har två problem att brottas med nämligen kondens i taket och vattenläckage genom taket.

Vad beträffar kondensen har man löst detta genom en avvägd springa vid takfot som ventilerar ett luftskikt på cirka 35 mm ovanför isoleringen. På dagens bodar ventileras taket enbart från bodgavlarna. Man bör beakta anslutningsbleckens utformning så att snö eller väta inte sugs in i ventilationsspringan.

Vattenläckage genom taket är mycket vanliga på horisontella tak. Skall man välja ett horisontellt eller lutande tak? De flesta väljer tyvärr horisontella tak då tvåvåningsmontage bl a framtvingar denna lösning.

Vid horisontellt tak skall man eftersträva ett tak utan skarvar. Ett konventionellt tak utföres med takpapp i två eller tre lager. De översta lagren helklistras. Varför läcker det? Efter några år stabiliserar sig konstruktionen varefter framför allt taket sjunker ned något. Regnvattnet står kvar på taket vilket under vår/vinter spränger loss pappen.

En helklistrad butylduk är bättre än takpapp men om det sker ett genomslag - punktering - är det mycket svårt att laga och rätta till. Otypliga eller vassa föremål kommer lätt på ett bodtak vid trånga arbetsplatser och fördärvar butylduken.

Papp eller butylduk vilar på en spiklimmad not och spontförsedd plywood eller spånskiva. Råspontat virke har man alltmer frångått.

Minst 150 mm mineralullsisolering av klass A mellan takbjälkar ex 34 x 145 mm.

Isoleringen vilar på en fuktspärrande plastfolie.

Den invändiga takbeklädnaden utgörs vanligtvis av en målad byggboardskiva.

Alla bodar bör vara utrustade med två par fasta lyftöglor i takhöjd.

#### b Stål med mineralullsisolering

Bodvolymen är uppbyggd av en stålstomme med mellanliggande isolering.

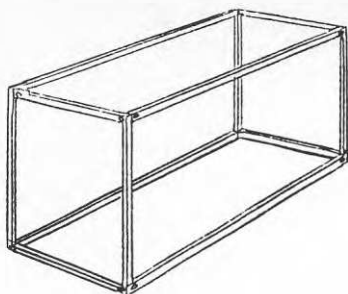


Fig 45 Stålstomme

Stommen tillverkas av RHS-profiler eller böckade vinkelprofiler. Ytterbeklädnaden kan utgöras av profilerad plåt eller plywood-skivor. Bodhörnen kan förses med standardiserade containerfästen och med gaffeltrucksficka under ramkonstruktionen. Fördelarna med denna typ av bod är bl a att man kan stapla flera bodar på varandra och att man kan ordentligt låsa fast volymen medelst containerfäste vid transport. Nackdelarna är bl a att volymen blir tung, får korrosionsproblem och att ogynnsamma köldbryggor uppstår vid bl a hörn.

c Stål- eller aluminiumplåt med cellplast- eller polyuretan-isolering

Elementen består av en utvändig stål- eller aluminiumplåt och en kärna av sprutad cellplast eller polyuretan samt en invändig skiva t ex plywood. Man får ett mycket bra värmegenomgångstal - 3 cm vägg får  $k = 0,45 \text{ W/M}^2\text{K}$ , - 4 cm vägg får  $k = 0,36 \text{ W/M}^2\text{K}$ .

I stora volymer och i vagnar förstärks elementen med träreglar i isoleringen.

Konstruktionen kräver andra lösningar på infästningar av ramar, inventarier, fönster, dörrar osv.

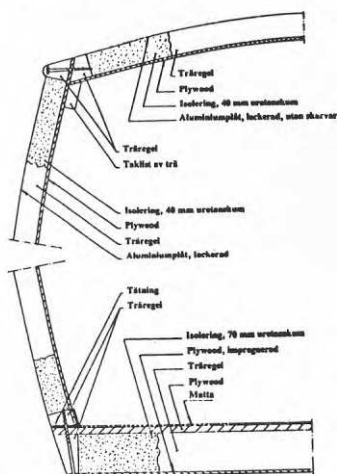


Fig 46 Exempel på konstruktion med böjda väggar

d Glasfiber med cellplast- eller polyuretanisolering

Den utvändiga beklädnaden består här av en glasfiberarmerad polyesterplast som är sprutad på en träfiber- eller plywood-skiva. I övrigt helt jämförbara med rub  $\text{C}$  ovan.



## 7 VÄRMEBALANS

### 7:1 VÄRMEBALANSBERÄKNINGAR

Energiförlusterna i en personalbod kan i huvudsak grupperas i följande förlustposter

- transmission
- ventilation

Därutöver förbrukas energi även för tappvarmvatten och de olika elektriska sakvarorna som skall finnas i en personalbod vilket till viss del kan tillgodogöras på uppvärmningssidan.

#### a Transmissionsfaktor

Transmissionsförlusterna bestäms teoretiskt av värmemotstånd eller värmegenomgångskoefficienten, allmänt kallat k-värde, hos de olika byggnadsdelarna i konstruktionen. Vid dimensionering av värmemotstånd för en konstruktion är målet att på bästa sätt uppnå ett önskat inomhusklimat i kombination med någon form av uppvärmning och ventilation. Dessa mål har således beaktats vid fastställande av konstruktionstyp och dimensionering som behandlades i kap 6.

Transmissionsfaktorn (c) framräknas genom formeln

$$c = \sum k \cdot A \cdot (p) \quad (w/{}^{\circ}C)$$

där k = k-värde ( $w/m^2 {}^{\circ}C$ ), A = delyta av konstruktionen ( $m^2$ ), (p) = påslag för tillkommande köldbryggor i form av exempelvis extra reglar. Erfarenhetsmässigt brukar p = 1.15 för bärlag och = 1.25 för ytterväggar. Påslaget kan reduceras eller helt utelämnas i vissa okomplicerade konstruktioner.

Vid beräkningen medtages halva tjockleken hos angränsande konstruktion.

I övrigt skall samtliga bodens omslutningsytor medtagas och åsättas ett k-värde. För handräkning finns två approximativa metoder -  $\lambda$ -värdesmetoden och k-värdesmetoden.

I  $\lambda$ - (lambda) värdesmetoden riktar man de olika materialens  $\lambda$ -värde (värmeledningsförmåga mäts genom att materialet utsättes för en temperaturskillnad varefter man mäter den värmemängd som per tidsenhet transporteras genom materialet) i proportion till deras ytandelar vinkelrätt mot värmeströmmen. På detta sätt tar man hänsyn till värmeströmmen i sidled, eftersom  $\lambda$ -värdet i denna riktning antas vara oändligt.  $\lambda$ -värdesmetoden ger för låga värmemotstånd som resulterar i för något högt k-värde.

I k-värdesmetoden bygger på att man antar att värmetransport inte kan ske i sidled. Värmegenomgångskoefficienten för varje del av konstruktionen beräknas var för sig. Den totala värmegenomgångskoefficienten erhålls sedan som summan av partiernas värmegenomgångskoefficienter i proposition till deras ytandelar. K-värdesmetoden ger för låg värmegenomgångskoefficient, eftersom man inte beaktar värmetransporten i sidled.

Medelvärde av k-värdena enligt  $\lambda$ -värdesmetoden och k-värdesmetoden ger ofta ett rättvist resultat.

Boddel	k-värde(W/m <sup>2</sup> °C)	Area (m <sup>2</sup> )	c (W/°C)
Tak	0,283	25,042	7,087
Yttervägg (långsida, 2 st)	0,328	34,652	11,367
(gavelsida med dörr)	0,322	4,810	1,549
(gavelsida med fönster)	0,336	4,970	1,670
Fönster 2-glas	2,800	1,540	4,312
3-glas	1,800	1,540	2,772
Ytterdörr	0,944	1,700	1,605
Ytterväggsblock, 2 st	0,637	3,400	2,166
Bod 2 och 3		Totalt med 3-glas	35,0
Bod 1		Totalt med 2-glas	36,5

Tab 3: Transmissionsfaktorn

#### b Ventilationsfaktor

Ventilationen består av en önskad och en oönskad del. Den senare delen är den ur energisynpunkt mest debatterade och undersökta delen nämligen att få en byggnad lufttät. Lufttätheten hos ytterhöljet har stor betydelse för innerklimatet och för energiförbrukningen. En byggnads lufttätet påverkar i första hand ventilationen och därmed värmeförlusterna. Sambandet mellan lufttätet och ventilationssystem framgår av kapitel 8.

Den önskade ventilationen som framför allt sker genom självdragande ventilationsdon och någon mekanisk från- eller tilluftsventilation har under de senaste åren uppmärksammats i allt högre grad då den ventilationsförlustens andel av den totala energiförbrukningen för en bod är mycket stor.

Ventilationsfaktorn ( $v$ ) framräknas genom formeln

$$v = V \cdot n \cdot 0,33 \cdot (1-\eta) \quad (\text{W}/^\circ\text{C})$$

där  $V$  = bodens inre volym (m<sup>3</sup>),  $\eta$  = luftomsättning, (oms/t),  
0,33 = luftens värmekapacitet (Wh/m<sup>3</sup>°C) och  $n$  = utjämningsfaktor.  
För ett balanserat ventilationssystem med värmeväxlare är  $\eta = 0,5$ .  
Utan värmeväxlare är  $\eta = 0$ .

För självdragsventilerade byggnader är luftomsättningen  $n = 0,5$  luftomsättningar per timme enligt SBN 80. För mekansikt ventilerade byggnader i allmänhet är  $n = 0,4$ .

Lämplig luftomsättning i en personalbod är ett värde mellan 1,0 och 2,0 då med hänsyn till de allmänna hygieniska krav på god luft- och låg energiförbrukning som eftersträfvats.

Bod V= 49,9 m <sup>3</sup>	Luftomsättning	$\eta$	v (W/°C)
Bod 1 och 2			
-självdrag	0,5	0	8,2
-fläkt	2,2	0	36,2
Bod 3 - VVX	1,0 - 1,5	0,6	6,6 - 9,9

Tab 4: Ventilationsfaktor

### c Brukarberoende

Den energi som förbrukas på de elektriska sakvarorna som skall finnas i en arbetsbod och den energi i form av spillvärme som kan tillgodogöras på uppvärmningssidan är svåra att beräkna och ange.

I tabell 5 återfinns de medelvärden per månad som uppmätts under provningstiden på förbrukningssidan och får representera ett riktvärde av de olika faktorer och variabler som är anknutna till en ordinarie byggarbetsplats.

	kWh/månad
Tappvarmvatten	85
Tappvarmvatten med termostat	60
Belysning	80
Matvärmeskåp	30
Kylskåp	8
Torkskåp	37
Fläkt	1
Kaffekokare	2
Personalvärme	-

Tab 5: Riktvärden på elförbrukning per månad

Hur mycket spillvärme som kan tillgodogöras på uppvärmnings-  
sidan förblir en grov gissning men ligger säkerligen under  
det värde som idag finns uppmätt på ett vanligt småhus, nämligen  
45 % av nedlagd förbrukning.

Ett energitillskott från personvärme är inte att förglömma.  
Under raster som varar 30 min har temperaturstigningen vid  
ett flertal tillfällen uppmäts till 30°C vid full personalstyrka  
om 7 man.

#### d Tillskottsenergi

Ett väsentligt tillskott av värme kan erhållas genom solinstrålning  
genom fönster om man orienterar fönstret i rätt riktning. Våra  
provbodar är orienterade i nord-sydlig riktning varefter gavel-  
fönstret pekar mot söder.

Då gavelfönstret var beläget vid matbordet var det väsentligt  
att fönstret hade någon form av avskärmning. För att utreda  
effekten av solinstrålningen var bod 2 och 3 försedda med  
persienner medan bod 1 saknade helt någon form av avskärmning.  
Utanför bodarna fanns buskar och träd som direkt inte påverkade  
solinstrålningen nämnvärt mellan kl 11.00 - 14.00.

Allt utifrån väderdata, naturliga och konstgjorda avskärmningar,  
strålningsfysik och fönsterglasets strålningstransmitterande  
egenskaper bestämma värmestrålningen är relativt komplicerat.  
Med hjälp av BFR rapport R19:1974 Brown & Isfält.  
"Solinstrålning och solavskärmning" beräknades instrålningen  
enligt följande:

Månadsvärden för ett normalt 2-glas fönster utan avskärmning  
och med en beräknad markreflexion av 25 % framgår av tabell 6.



Kl	jan	feb	mars	apr	maj	juni	juli	aug	sept	okt	nov	dec
04						10	5					
05					10	20	20	5				
06				10	35	45	40	25	5			
07			20	50	60	65	60	50	50	30		
08		50	170	170	130	110	110	130	200	290	5	
09	30	280	370	350	280	240	230	300	375	480	270	10
10	325	470	530	500	420	320	370	450	520	620	450	300
11	460	600	640	610	520	460	470	550	620	680	550	450
12	540	660	690	650	550	500	510	590	650	685	590	490
13	520	650	680	630	530	480	500	580	625	610	550	450
14	440	580	610	560	450	410	440	500	550	480	440	350
15	150	450	490	420	320	290	320	390	420	310	250	100
16		250	310	250	170	150	170	230	250	120		
17		10	110	80	70	75	80	80	80	5		
18			10	25	45	50	50	35	10			
19				5	25	30	30	15				
20					5	20	15					
21						5	5					
	2465	4000	4630	4310	3620	3280	3425	3935	4355	4310	3105	2150

Qm (W/m<sup>2</sup>·dygn)

Tab 6 Månadsvärden av ett normalt 2-glas fönster

Instrålningen per månad framräknas enligt formeln

$$I = Q_i \cdot K_m \cdot k_t \quad (\text{kWh})$$

där  $Q_i = Q_m \cdot \text{antalet dagar per månad} \cdot \text{fönsterarean} \cdot 0,001$  (kWh),

$K_m = \text{molnighetsfaktor}$ ,  $k_t = \text{glasfaktor}$ .

Molnighetsfaktorn är ett medelinstrålningsvärde som framräknas ur statistiska datauppgifter om antalet molniga, halvmolna och klara dagar på den geografiska plats som avses.

Glasfaktorn = 100 vid 2-glas och 0,91 vid 3-glas fönster.

Månad	Qm (W/m <sup>2</sup> ·d.)	antalet dagar	Qi (kWh)	km	instrålning	
					2-glas	3-glas
Nov	3105	30	72,1	0,36	30,0	23,6
Dec	2150	31	51,6	0,37	19,1	17,4
Jan	2465	31	59,1	0,42	24,8	22,6
Febr	4000	28	86,7	0,45	39,0	35,5
Mars	4630	31	111,1	0,51	56,7	51,6
Apr	4310	30	100,1	0,52	52,1	47,4
Maj	3620	31	86,9	0,57	49,5	45,1
Juni	3280	30	76,2	0,53	40,4	36,8
Juli	3425	31	82,2	0,52	42,7	38,4
Aug	3935	31	94,4	0,51	48,1	43,8
Sept	4355	30	101,1	0,49	49,5	45,1
Okt	4310	31	103,4	0,44	45,5	41,4

Tab 7 Instrålning (Fönsterarean=0,774 m<sup>2</sup>. Molnighetsfaktorn för Göteborg)

e Sammanfattning av värmebalansberäkningarna

Transmissions- och ventilationsförlusterna erhålles genom att multiplicera respektive faktor med antalet gradtimmar.

Gradtimmar erhålles genom att multiplicera tid och temperaturskillnaden mellan ute och inne.

Normaltemperaturer för Göteborg erhålles genom statistiskt material samlade i publikationen "Klimat - databoken"

Månad	medelvärde ute-temp	tim/mån	$\Delta t$	Gradtimmar $^{\circ}\text{C}\cdot\text{t/mån}$
Nov	4,5	720	16,5	11880
Dec	1,8	744	19,2	14285
Jan	- 0,9	744	21,9	16294
Febr	- 1,2	672	22,2	14918
Mars	1,3	744	19,7	14657
Apr	6,0	720	15,0	10800
Maj	11,5	744	9,5	7068
Juni	15,2	720	5,8	4176
Juli	17,5	744	3,5	2604
Aug	16,8	744	4,2	3125
Sept	13,1	720	7,9	5688
Okt	8,6	744	12,4	9226

Tab 8 Gradtimmar för Göteborg vid inomhustemperatur på + 21  $^{\circ}\text{C}$

Tab 9 sammanfattar de beräknade energiförlusterna per bod och månad. Värdena gäller under föutsättning att

- brister i isoler- och täthetsutförandet är obefintligt
- den mekaniska ventilationen används obetydligt
- torkskåpet används ej
- inomhustemperaturen är konstant + 21 $^{\circ}\text{C}$ .
- vädring genom öppning av fönster är obefintlig
- dörröppning är minimal

	Gradtim. (°Ch) Bod 1, 2 o 3 (tinne = 21°C)	Fönster instråln. (kWh)	BOD 1				BOD 2			BOD 3		
			Transmis. förl (kWh) (c = 36,6)	Ventilationsförl (kWh) (1)		Σ (kWh)		Transmis. förl.kWh (c=35,0)	Σ (kWh)		Vent.förl. (kWh)	Σ (kWh)
				0,5 oms	2,2 oms	0,5 oms	2,2 oms		0,5 oms	2,2 oms	1,2 oms	1,2 oms
Jan	16.294	25	- 595	- 133	- 587	- 703	-1157	- 570	- 678	-1132	- 128	- 673
Febr	15.052	39	- 549	- 123	- 542	- 633	-1052	- 527	- 611	-1030	- 118	- 606
Mars	14.657	57	- 535	- 120	- 528	- 598	-1006	- 513	- 576	- 999	- 115	- 571
April	10.800	52	- 394	- 88	- 389	- 430	- 731	- 378	- 414	- 715	- 85	- 411
Maj	7.068	50	- 258	- 58	- 254	- 266	- 462	- 247	- 255	- 451	- 56	- 253
Juni	4.176	40	- 152	- 34	- 150	- 146	- 262	- 146	- 140	- 256	- 33	- 139
Juli	2.604	43	- 95	- 21	- 94	- 73	- 146	- 91	- 69	- 142	- 20	- 68
Aug	3.125	48	- 114	- 26	- 113	- 92	- 179	- 109	- 87	- 174	- 25	- 86
Sept	5.688	50	- 208	- 47	- 205	- 205	- 363	- 199	- 196	- 358	- 45	- 194
Okt	9.226	46	- 337	- 76	- 332	- 367	- 623	- 323	- 353	- 609	- 73	- 350
Nov	11.880	30	- 434	- 97	- 428	- 501	- 832	- 416	- 483	- 814	- 94	- 480
Dec	14.286	19	- 521	- 117	- 514	- 619	-1016	- 500	- 598	- 995	- 113	- 594
Totalt : kWh/år			: - 4633 - 7829				: - 4460 - 7675			:- 4425		

Tab 9 Beräknad energiförlust per bod och månad

- (1) Ventilationsförlusterna är samma i bod 1 som 2  
(2) Transmissionsförlusterna är samma i bod 2 som 3

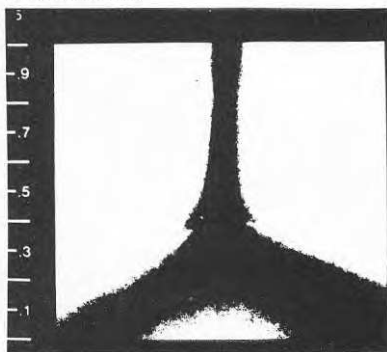
## 7:2 TERMOGRAFERING

De beräknade transmissions- och ventilationsförlusterna i tabell 9 gäller vid felfritt konstruktionsutförande. Erfarenheten har visat att brister i isoler- och täthetsutförandet ofta ger betydande avvikelser från den förväntade förbrukningen. För att säkerställa att bristerna är obefintliga har en minutiöst kontroll genomförts, både vid tillverkningen av bodarna och på arbetsplatsen.

Bodarna tillverkades inomhus på fabrik där kontrollen i huvudsak gjordes genom okulärbesiktning. På arbetsplatsen genomfördes däremot en noggrann termografering med hjälp av en värmekamera.

Man konstaterade att isoler- och täthetsutförandet i samtliga bodar var mycket gott. Undantag utgjordes av ett smärre luftläckage av lokal karaktär vid ena golvhörnet samt att tätningen mellan karm och dörr varierade kraftigt i bod 1.

Grätionsbild



Isotermbild

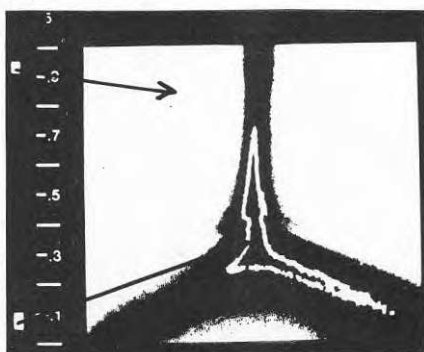
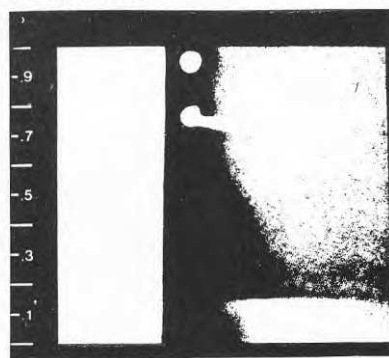


Fig 47 Nedkyllt ytparti vid anslutning mellan yttervägg och golvbjälklag vid hörn i matsalsrummet i bod 1.

Grätionsbild



Isotermbild

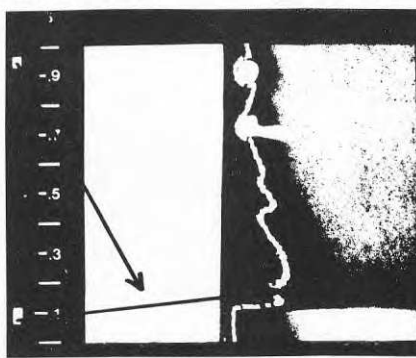


Fig 48 Luftläckage genom otät karm och ytterdörr, ca 80 cm, i bod 1.

Mätbetingelser	Fig 47	Fig 48
Molnighet	medel	mulet
Lufttemp ute och inne	+3 <sup>o</sup> +26 <sup>o</sup>	+3 <sup>o</sup> +27 <sup>o</sup>
Temp diff.	+23 <sup>o</sup>	+ 24 <sup>o</sup>
Vindförbr. ute	0,5 - 1,0 m/s	0,5 - 1,0 m/s
Tryck diff	-2 Pa	-3 Pa
Temp. diff mellan normal vägg och nedkylt ytparti	6,5 <sup>o</sup>	6,5 <sup>o</sup>
Temp ref på isotermbild	+24,5	25,0
I isotermenheter	4,3	4,3
Luftrörelser	0,7 m/s	0,5 - 1,0 m/s

Tab 10 Thermografering, mätbetingelser.

### 7:3 SPÄRGASMÄTNINGAR

För att kontrollera provbodarnas täthet och undersöka deras luftomsättningar utfördes ett antal spärgasmätningar under fas 1.

Den utrustning som användes var en gasanalysator "Miram 101" och en skrivare "Bryans".

Mätningarna utfördes enligt följande:

Gasanalysatorn nollställdes. Därefter tillförde man rums-luften en spärgas som blandades ordentligt med rumsluften med hjälp av två kraftiga bordsfläktar. Spärgasen var av dikväveoxid N<sub>2</sub>O. När rumsvolymen var fylld med spärgas avbröts tillförseln varefter kontinuerlig registrering av koncentrationen skedde via skrivaren.

Principen för luftomsättningsmätningarna grundas således på sambandet som råder mellan koncentration och ventilationsflöde vid utvädring av en förorening och ett spårämne som inblandas väl i rumsluften.

Mätningarna utfördes i tre moment i bod 1 och 2 nämligen

- igentejpad och avstängd frånluftsfläkt (A)
- avstängd frånluftsfläkt (B)
- påslagen frånluftsfläkt (C)

I bod 3 var momenten följande

- avstängd värmeåtervinnings- och ventilationsaggregat (D)
- påslagen värmeåtervinnings- och ventilationsaggregat (normaldrift) (E)
- påslagen värmeåtervinnings- och ventilationsaggregat (forcering) (F)

			Luftoms. tal
Bod 1	A	Avstängd fläkt	0,2 - 0,3
	B	Avstängd fläkt	0,2 - 0,4
	C	Påslagen fläkt	1,0 - 1,1
Bod 2	A	Avstängd fläkt	0,1
	B	Avstängd fläkt	0,2
	C	Påslagen fläkt	1,0
Bod 3	D	Avstängd VVX	0,3 - 0,4
	E	Påslagen VVX(norm.)	2,8 - 3,7
	F	Påslagen VVX(forc.)	5,5

Tab 11 Spärgasmätningar, luftoms. tal.

## 8 VENTILATIONS OCH VÄRMEÅTERVINNING

### 8:1 Ventilation och värmeåtervinning

En i hög grad bidragande orsak till bodarnas stora värmeförbrukning är att ventilationen inte är löst på ett tillfredställande sätt. Fuktiga och svettiga arbetskläder förorsakar ofta dålig lukt, vilken man försöker bli av med genom att öppna dörrar och fönster. Gällande föreskrifter ställer krav på att en elektrisk fläkt skall finnas i bodarna. Fläkten skall antingen hålla matrummet under övertryck eller undertryck. Fläkten står på när man anser att en viss ventilation behövs.

För att utröna de eventuella energibesparingar som kan vinnas har vi försett provbod 3 med ett komplett ventilations- och värmeåtervinningssystem. Man har då tillgodosett kravet på god luftkvalité samtidigt som man löst torkningsbehovet av kläder, handdukar mm på ett tillfredställande sätt. Gällande föreskrifter ställer nämligen krav på att det skall finnas torkmöjligheter i bodarna. Hitills har torkningsbehovet lösts genom ett fel-dimensionerat torkskåp, vilket är beskrivet i kap 11.

### 8:2 VÄRMEÅTERVINNINGSSAGGREGAT

Kärnan i ventilationssystemet är en värmeväxlare som tar värme ur frånluften för att värme upp tilluften. Man brukar skilja på två huvudtyper av värmeväxlare nämligen

- rekuperativa i vilka värme överförs från den varmare till den kallare luftströmen genom värmeledande skiljeväggar
- regenerativa i vilka värmeväxlmaterialets ackumuleringsförmåga utnyttjas för värmetransport mellan de båda luftströmmarna.

De rekuperativa värmeväxlarna kan därefter indelas efter arbets-sätt

- 1 Luft/luft-värmeväxlare såsom
  - rörvärmväxlare
  - plattvärmväxlare och
  - kanalvärmväxlare

Samtliga tre typer av växlare kan vara uppbyggda antingen som korsströmsväxlare eller motströmsväxlare.

- 2 Vätskekopplade värmväxlare
- 3 Värmväxlare med fasändring såsom
  - batteriväxlare
  - "heat pipe" vätskevärmör

De regenerativa värmväxlarna är aggregat som i huvudsak roterar och används framför allt där stora luftmängder skall passera växlaren. Det finns även mindre aggregat som är försedda med en spjälfunktion som med jämna tidsintervaller skiftar luftströmmarna i önskad riktning.

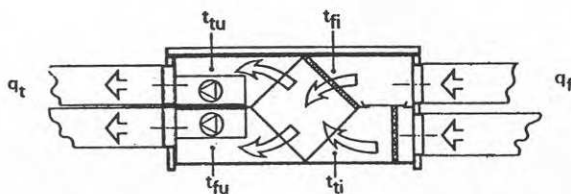


### a Val av lämplig värmexlare i personalbodar

De flesta värmexlare som fanns på marknaden 1980 var avsedda för industrier och bostadshus med relativt stora luftflöden per tidsenhet. Dessa aggregat går att använda i bodar om fläkthastigheten reduceras och automationen ändras så att den ger ett luftflöde som motsvarar bodens ventilationsbehov. I projektet användes dock två ventilationsvärmexlare som var skräddarsydda för små luftvolymmer och väl passade till projektets provbodas.

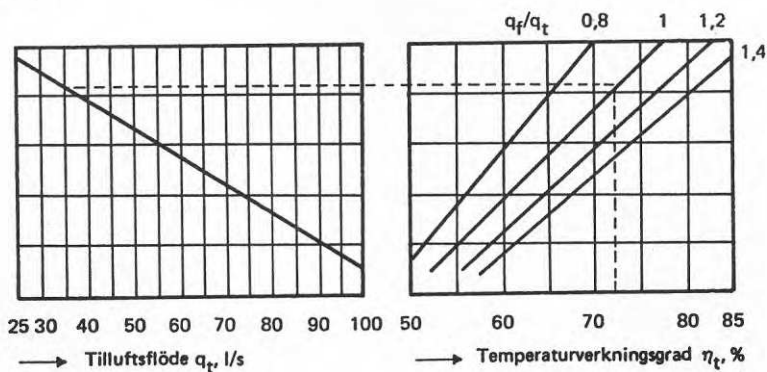
En ventilationsvärmexlares prestanda anges med en temperaturverkningsgrad som definieras enligt

$$\eta_t = \frac{t_{tu} - t_{ti}}{t_{fi} - t_{ti}}$$



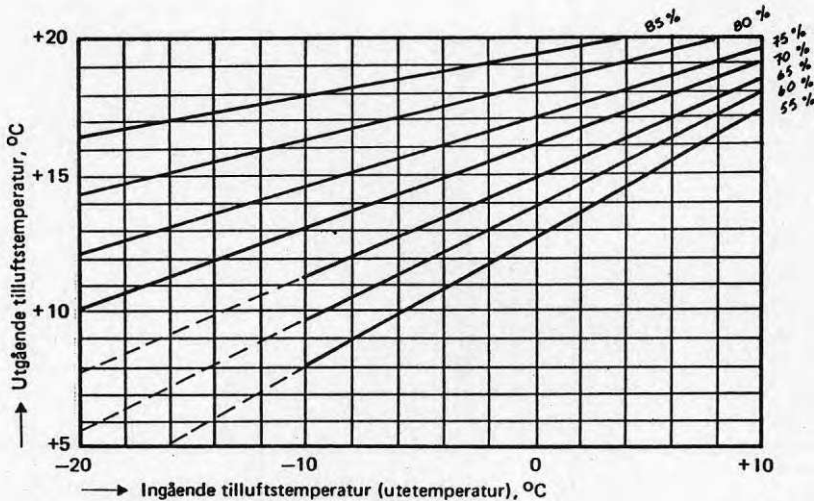
Benämning	Beteckning	Sort
Temperaturverkningsgrad	$\eta_t$	
Ingående tilluftstemperatur	$t_{ti}$	°C
Utgående tilluftstemperatur	$t_{tu}$	°C
Ingående frånluftstemperatur	$t_{fi}$	°C
Utgående frånluftstemperatur	$t_{fu}$	°C
Tilluftflöde	$q_t$	l/s
Frånluftflöde	$q_f$	l/s

Ett generellt temperaturverkningsgradsdiagram kan ha följande utseende





Temperaturverkningsgraden gäller för torr värmeväxlare.  
 Ex. i diagrammet på föregående sida: tilluftsflöde 35 l/s (frånluftsflöde)  
 ger temperaturverkningsgrad 74 %  
 Vid kondensvattenutfällning i växlaren sjunker verknings-  
 graden betydligt.



(diagram från Svenska Fläktfabr.)

Förhållandet mellan utgående och ingående tilluftstemperaturer vid en given verkningsgrad.

Ex i diagrammet ovan: Temperaturverkningsgrad 74 %. Tilluftstemp 0°  
 Frånluftstemp 16,8°.

Temperaturverkningsgraden ger en god jämförelse mellan olika typer av ventilationsvärmeväxlare men kan enligt min mening inte ligga till grund för bedömning av energibesparing.

Vid val av lämplig ventilationsvärmeväxlare i personalbodar med relativt små luftvolymmer bör följande punkter beaktas:

- litet aggregat med låg vikt; helst modultmätt överensstämmande med bodens omklädnings-skåp och fack
- konstruktionen skall vara serviceinriktad med modulkomponenter för enkel service
- robust; med få rörliga delar
- tåla kraftiga skakningar och vibrationer
- Få manöverknappar; helst endast justering av temperaturen
- enkelt filter; lätt att byta ut eller göra rent

- tål stora temperaturväxlingar
- god temperaturverkningsgrad
- anpassad luftmängd per tidsenhet och tillfälle; forcering vid raster är önskvärt
- fullgod automatik
- låg bullernivå; även tilluftsdonen

### 8:3 PROJEKTETS VENTILATIONSVÄRMEVÄXLARE

I projektet användes tre olika typer av ventilationsaggregat nämligen

- under fas 1 En rekuperativ plattvärmväxlare i korsströmsutförande.
- Under fas 2 En entalpivärmväxlare med växlande till- och frånluft.
- Under fas 3 Ett rent varmluftsventilationsaggregat utan värmeåtervinningsdel

#### a Bodaggregat av fabrikat Bahco

Under fas 1 användes ett speciellt framtaget bodaggregat av Bahco i Enköping. Aggregatet var under provningstiden ett utvecklingsaggregat. Efter provningarna var avslutade skrotade man aggregatet och byggde ett helt nytt värme- och ventilationsaggregat med de värden och erfarenheter man erhöill från BODENERGIPROJEKTET.

Aggregatets placering hänvisas till kapitel 5:2 . Principskiss på luftcirkulationen framgår av fig 25 i kapitel 5.

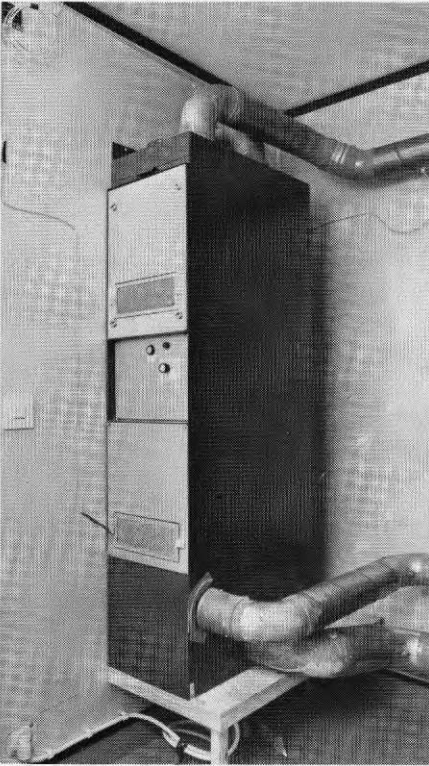


Fig 49 Bahco's aggregat

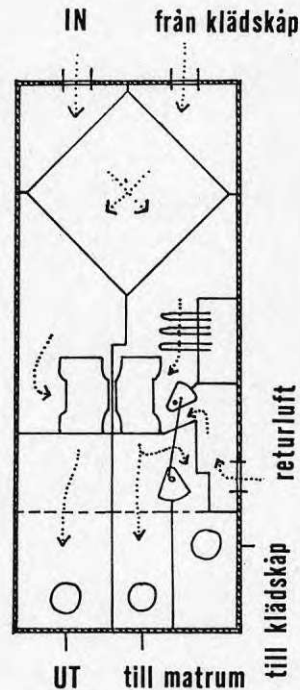


Fig 50 Luftrörelser vid normal drift

Aggregatet innehåller

- till- och frånluftsfläktar
- rekuperativ värmeåtervinningsenhet
- elektrisk värmare med automatik
- filter för till-, från- och återluft

- 1 Aggregatet innehåller en tillluftsfläkt och en frånluftsfläkt vars luftflöden kan manuellt ändras med en frontknapp

Frontknappen är graderad i två lägen normalläge och forceringsläge.

Fläktarna är hela tiden påkopplade vilket innebär att aggregatet går dag som natt, lördag som söndag. Normalläge används då inga personer befinner sig i boden. För att tillvarata den uppvärmda luften i boden har man under normalläge endast tillfört 17 % friskluft. Av den totala luftvolymen 360 m<sup>3</sup>/timma fördelas 63 % till matrummet och 37 % till klädsåpen.

Under provningstiden har man ändrat på luftfördelningen för att finna ett optimalt läge som tillfredställer en god energibesparing och en god luftkvalitet.

Forceringsläge används vid arbetstidens början och slut samt vid raster. Fläktvolymen ökas till det dubbla.

Omställning mellan normal- och forceringsläget görs med en timer på aggregatet och har en gångtid på 45 minuter.

- 2 Värmeåtervinningsenheten är uppbyggd av ett antal plana korrigerade, korslagda metall-lameller. Härigenom erhålls en mängd kanaler genom vilka till- och frånluft kan strömma utan att någon blandning sker. Överföringen av värme sker genom direkt ledning metall-lamellerna (plåtarna). Till- resp frånluft leds i korsström genom växlaren. Vid fuktig luft kan kondensvatten bildas i enheten som bortledes med ett kondensrör ut ur aggregatet. Vid höga verkningsgrader då frånluften kyls under  $\pm 0$  °C finns risk för igenfrysning. För att motverka detta kopplas automatiskt vid -5 °C ett s k avfrostningspaket in som stannar aggregatet ungefär 10 min varje timma. Under denna tid sker således ingen ventilation.
  - 3 Temperaturen i boden styrs av en rumstermostat placerad i matrummet. Denna termostat styr en elektrisk eftervärmare.
- Vid -5 °C på tilluften kopplas ett förvärmningsbatteri in som höjer den inkommande luftens temperatur.

- 4 Aggregatet är försett med ett spol- och tvättbart filter på tilluftskanalen. Filtret måste kontinuerligt göras rent då aggregatets verkningsgrad och prestanda sänks dramatiskt om detta glöms bort.

b Bodaggregat av fabrikat Dalslandshus AB

Under fas 2 användes ett speciellt framtaget bodaggregat av av Dalslandshus AB i Amål.

Även detta aggregat är ett utvecklingsaggregat där man framför allt testade funktionen med dess automatik och lade mindre vikt på aggregatets form, vikt och modulanpassning.

Aggregatet är en komplett uppvärmningsenhet ingegrerad med en varmvattenberedare som tillför varmvatten till tvätt-enheten.

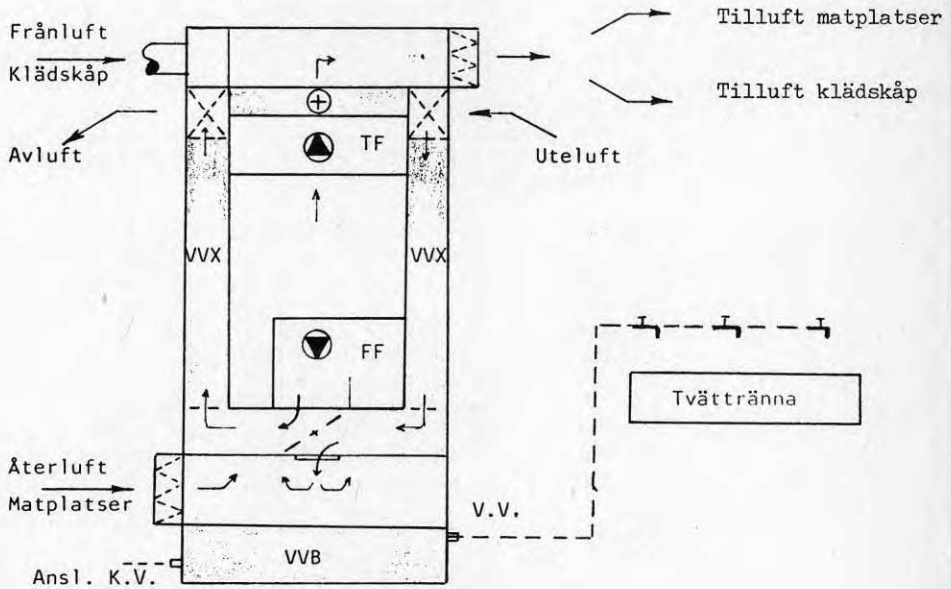


Fig 51 Luftrörelse i aggregatet

Aggregatet fungerar i korthet:

Frånluft från klädsåpans övindel trycks via frånluftsfåkten (FF) genom aggregatets värmeåtervinningsenhet (VVX) ut som avluft.

Uteluft sugs via tilluftsfåkten (TF) genom värmeåtervinningsenheten (VVX) och blandas med filtrerad återluft från boden, varefter luften eftervärms och filtreras ytterligare. Den filtrerade och värmda luften blåser in i klädsåpens bottindel och i matrummet.

Två termostater styr eftervärmningsbatteriet att hålla konstant rumstemperatur.

Aggregatet innehåller:

- till- och frånluftsfåktar
- regenerativ värmeåtervinningsenhet
- eftervärmningsbatteri (varmvatten) med automatik
- filter

- 1 Aggregatet innehåller en tilluftsfåkt, en frånluftsfåkt och en spjålenhet med en spjålmotor.

Aggregatet är försett med ett elektriskt tidur för programmering av tider då man inte vill att aggregatet skall kontinuerligt vara i funktion.

Under provningstiden har man således experimenterat fram olika nattider och helgtider som aggregatet inte har varit i drift.

Flåktvolymen är i motsatts till Bahco-aggregatet inte justerbart.

Av den totala luftvolymen ca 300 m<sup>3</sup>/timma är ungefär 60 % returluft.

- 2 Värmeåtervinningsenheten är av fabrikat Bulten-Kanthal under namnet "Kantherm". Enheten har två skilda ackumulatorer. Ackumulatorn är av korregerad, speciallegerad aluminiumplåt genom vilka till- och frånluften växelvis drijs, varvid värme omväxlande lagras och avges i aluminiumplåtarna. Mellan ackumulatorerna finns ett spjållhus och två flåktar.

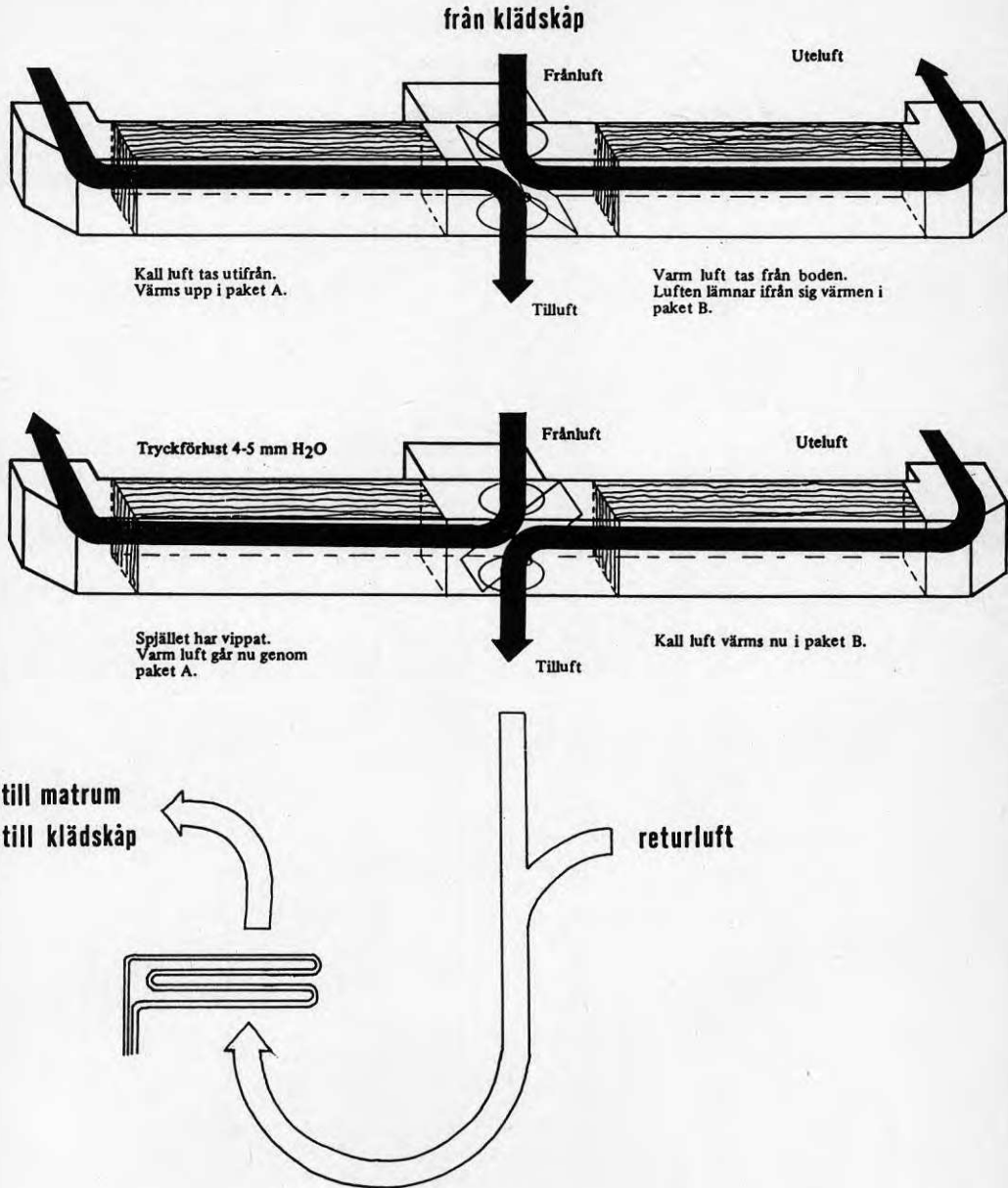


Fig 52 Primärskiss på luftväxlingar i Dalslandshus kompaktaggregat

Aggregatet är både lätt och formatvänligt då det väl passar ihop med angränsande klädskap. Placeringen är mellan yttersta klädskapet och bodväggen.

Aggregatet består av en cirkulationsfläkt- och en värmedel samt automatik för styrning av temperatur och luftflöde. Genom en kanal i klädskapens överdel sugas all luft från klädskapen resp klädfacken till aggregatet. Ett förinställt spjäll reglerar därefter den förbrukade luften som går ut genom bodväggen. Merparten 80 % återvinns genom att låta luften passera värmekammaren och ut i klädskafraden på nytt genom en kanal i klädskapens nedre del. Den varma luften uppvärmer därigenom omklädningsdelen samtidigt som den torkar fuktiga arbetskläder och handdukar.

En viss luftmängd tas alltid från bodens övriga utrymmen, vilket säkrar en viss ventilation i boden.

Aggregatet har kontinuerlig gång dygnet runt och saknar tidur för önskade avbrott.

Luftvolymen kan justeras från basvarv, ca 100 m<sup>3</sup>/timma, till högvarv, ca 300 m<sup>3</sup>/timma. Då högvarv används slutar ett tidur som är justerbart från 1 - 6 timmar.

Värmekammaren består av ett elektriskt värmeelement, 4 st elslingor på vardera 410 Watt. Denna styrs av en termostat placerad i frånluftskammaren.

Övrig utrustning är bl a dammfilter, återställningknapp för överhettningsskydd och motorskydd.

Anm På grund av provbodens planlösning och ventilationsrörens placering kompletterade man uppvärmningen med en panelradiator på 1000 Watt i matrumsdelen.

Kall tilluft drivs genom ena ackumulatorn. Samtidigt drivs varm frånluft genom den andra ackumulatorn. Med en minuts tidsintervall vänds luftströmmen med hjälp av ett spjäll. Frånluftens värme lagras i den ena ackumulatorn samtidigt som den i den andra ackumulatorn under föregående en-minutscykeln lagrade värmen överförs till tilluften. Spjället som ändrar luftströmmens riktning, påverkas av ett el-motordrivet manöverdon.

Genom denna växelverkan uppstår ingen kondens som fryser utan ventileras bort hela tiden.

3 Eftervärmningsbatteriet består av en varmvattenberedare, ett rörkanalsystem och ett antal ventiler som styr varmvattenflödet via två termostater. Om luften skall eftervärmas slår rörventiler till varefter varmvattnet cirkulerar i rörkanalsystemet och värmer upp den omgivande luftströmmen





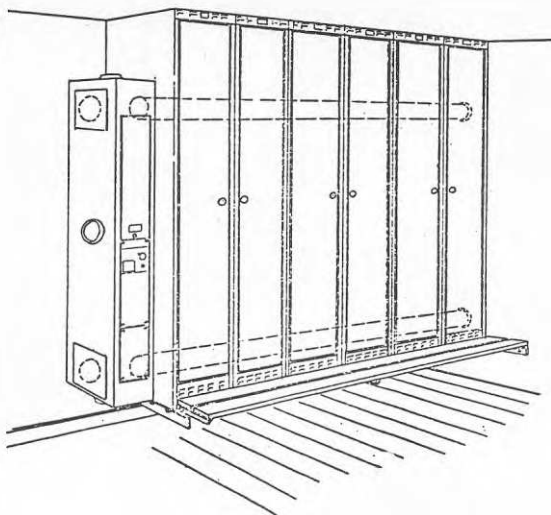


Fig 54 Sonovent; placering

Aggregatet innehåller

- fläkt
- elektrisk värmare med automatik
- dammfilter

- 1 Aggregatet är avsett för kontinuerlig drift 24 timmar per dygn.  
Fläktvarvtalet kan regleras med en utvändig ratt som är ansluten till en timer.  
Basvarv ca 100 m<sup>3</sup>/timma      timeratt i läge 0  
Högvarv ca 300 m<sup>3</sup>/timme      timeratt i läge 1 - 6
- 2 Ett termostatstyrt elektriskt värmeelement på 1700 Watt ser till att önskad temperatur hålles i det ventilerade utrymmet.
- 3 Mellan fläkt och värmedel finns ett uttagbart filter som med jämna mellanrum måste spolas och göras rent.

80 % av den inkomna utnyttjade uppvärmda luften går i retur ut i systemet på nytt. På äldre aggregat fanns ett reglerbart spjäll i aggregatets frånluftsöppning som skulle regleras med avseende på årstid. Tyvärr sköttes denna funktion dåligt av utnyttjarna varför tillverkaren läste spjället till en normalöppning.

## 9 STYRSYSTEM

### 9:1 STYRSYSTEM

Den åtgärd som har den största förutsättningen att spara el-energi är installation av ett styrsystem, i huvudsak för uppvärmning av radiatorer och eftervärmningsbatterier. Systemet kan även kompletteras för t ex styrning av fläktar, belysning, varmvattenberedare.

Bodarna står för det mesta uppvärmda till ungefär + 20°C under alla veckans 168 timmar. En viss reglering av inomhustemperaturen görs genom att man ändrar på radiatornas termostater. Effektivt använder man en personalbod i totalt 15 timmar per vecka om man endast tar hänsyn till den tid personalen använder boden för omklädning och matraster. Rent praktiskt får man räkna med full effekt en hel arbetsdag, vilket innebär totalt omkring 55 timmar per vecka (33 % utnyttjande).

Genom att sänka inomhustemperaturen under veckans nätter och dagar då inget arbete bedrivs erhålles automatiskt en lägre energiförbrukning.

Tiden för temperatursänkningen varierar från plats till plats, såsom från bygge till bygge och årstid. Generellt har man framhåvt i diskussionerna om nattsänkningstiderna att sänkning bör ske klockan 17.00 och påslag klockan 04.00 under arbetsdygn. Lördagar, söndagar och helger håller nattsänkningstemperatur hela dygnet.

Projektet visade dock helt andra resultat.

### 9:2 ELEKTRISKT TIDKOPPLINGSUR

Ett enkelt styrsystem är ett elektriskt kopplingsur i kombination med en reglerbar termostat och kontaktor.

Den reglerbara termostaten placeras lätt åtkomlig i det utrymme som skall tidstyras. Tidurets uppgift är att på de förinställda tiderna se till att temperaturstyrningen antingen sker från en låsbar, helst inbyggd termostat med nattsänkingsgradtal eller från den åtkomliga termostaten som regleras från ett maxvärde på cirka + 20°C och neråt.

Vid val av tidstyrningssystem med kopplingsur bör följande beaktas

- 1 Tiduret skall vara försett med veckoskiva, där varje timma under veckan är programmeringsbar.
- 2 Tiduret skall vara utrustad med minst ett dygns gångreserv.

- 3 Automatiken skall lätt kunna ändras manuellt då man har för avsikt att använda boden under nattsänkningstiden. Förslagsvis en lättillgänglig omkopplare som ändrar nattemperaturen till dagtemperatur utan att ändra på den tidigare förinställda automatiken.
- 4 Hela utrustningen bör vara placerad i ett stabilt låst plåtskåp för att förhindra obehörig ändring av inställda tider och temperaturer.
- 5 Temperaturomkopplarens känslighet bör vara  $\pm 0$ .

Denna typ av styrsystem med kopplingsur representeras av ett stort antal fabrikat på den svenska marknaden.

a Kopplingsur i projektet

Under fas 1 i bod 2 användes en tid- och temperaturstyrningsenhet från Widell under namnet "värmevakt" UL1RT1. Den marknadsförs av Thorsmans i Nyköping.

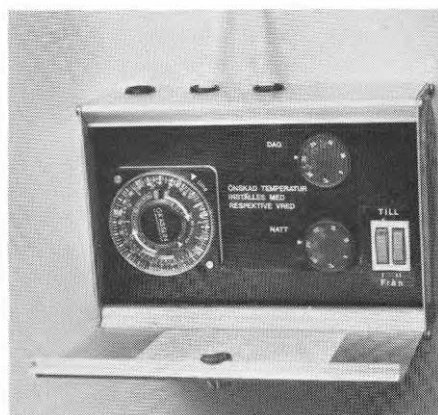


Fig 55 Elektriskt tidkopplingsur; UL1RT1 från Widells

Styrenheten har två stycken inbyggda termostater under ett låsbart frontlock. Den ena termostaten är avsedd för min.-temperaturinställning under temperatursänkingsperioden. Den andra är avsedd för inställning av absolut högsta tillåtna temperatur. Normaltemperaturen inställes på de enskilda radiatortermostaterna. Tiduret är av fabrikat Grässlin med en veckoskiva där varje timma under veckan är programmeringsbar

### 9:3 ELEKTRONISKT STYRSYSTEM

I likhet med ett elektriskt tidkopplingsur styrs systemet av en inbyggd klocka, ett elektroniskt veckour som reglerar dag- eller nattemperatur.

Genom dagens fina elektroniska styrkretsar kan systemet mäta mycket små variationer i temperaturer och reglera i sin tur uppvärmningskällan mycket noggrant.

Vid val av ett elektroniskt styrsystem bör följande beaktas.

- 1 Tiduret skall kunna programmeras under en hel vecka med minst 15 min noggrannhet.
- 2 Klockan skall ha en gångreserv på minst 36 timmar.
- 3 och 4 Samma som 10:2 ovan.

#### a Elektroniskt system i projektet

Under fas II användes en tid- och temperaturstyrningsenhet från Seffle Instrument i Säffle under namnet "temperaturregulator" ABR 10 GE. Den marknadsförs av M.I. Elektronik i Lysekil.

Stor lättavläst visning av klocka, övertidsfunktion och veckodag.

Inställning av klocka, skyddad av fastskruvad klart täcklock.

Den enda manuella funktionen, en tryckknapp för övertid som ger dagtemperatur till kl. 24.00.

Stort lättillgängligt kopplingsutrymme med anslutning undertill eller bakifrån. Locket har skruvfastsättning.

På fronten finns en instruktion för användningen av regulatören

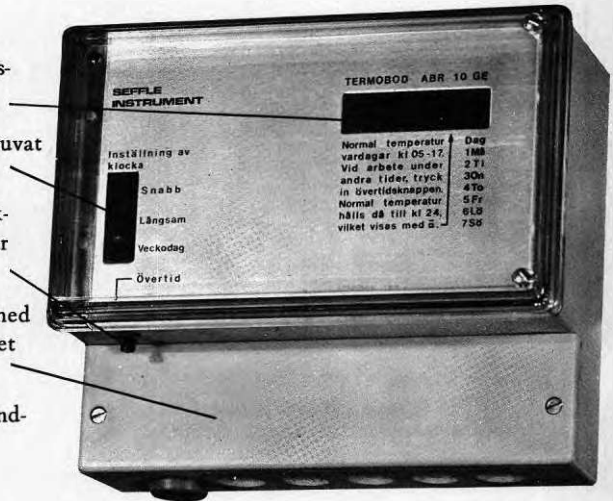


Fig 56 Elektroniskt styrsystem

Styrenheten har ett fast tidsprogram som håller temperaturen 20 ° från kl 05.00 till kl 17.00. På övriga tider och under lördag - söndag håller reglerdelen en minitemperatur på 6°C. Vid övertidsarbete kan dagtemperatur erhållas till kl 24.00 genom att trycka på en utvändigt tryckknapp.

Fönstret under täcklocket visar nuvarande klocka och kodnr på dag samt om övertidsknappen är intryckt.

Om högre dagtemperatur än  $20^{\circ}\text{C}$  önskas, kan  $21^{\circ}\text{C}$  eller  $22^{\circ}\text{C}$  erhållas genom alternativ inkoppling av mätgivaren.

Mätgivaren består av ett känsligt motstånd ingjuten i ett rör och försedd med en 5 meters anslutningskabel.

10 ANALYS AV MÄTVÄRDEN10:1 ALLMÄNT

Provningarna är indelade enligt kapitel 2:3 i tre faser

Fas I omfattar tiden 80-12-16 - 81-02-13

Fas II omfattar tiden 81-02-14 - 81-03-23

Fas III omfattar tiden 81-03-24 - 81-05-12

Under dessa faser har ca 136.000 st mätvärden registrerats.

För att göra en representativ bedömning av den totala energispareffekten i resp fas har man arbetat efter följande metod

Tagit bort alla dagar som av mättekniska skäl är ointressanta.

Valt en representiv period med minst tre sammanhängande dagar inkl en helgdag.

Analyserat i detalj denna period för att fastställa ett tiotal olika styrande parametrar. Jämfört periodens resultat med uppmätta resultat under fasen och analyserat märkbara avvikelser. Jämfört beräknade värmebalansvärden med uppmätt och korrigerade resultat. Fastställt efter justeringar energispareffekten per bod och fas.

Uttagna perioder är

Fas	Dagar	Tid	Diagramkat.
I	Sö, Må, Ti	8-10 febr	1:
II	Sö, Må, Ti	8-10 mars	2:
III	Sö, Må, Ti	5-7 april	3:

I bilaga 1 återfinns samtliga diagram som är relaterade i detta avsnitt.

Diagramindelningen är

- A Temperatur
- B Händelsemarkeringar
- C Total effektförbrukning och deffekter
- D Effektförbrukning i förhållande till utetemperaturen

I diagramregistret återfinns samtliga diagram.  
(kod: ex 3:c:2 = fas 3: effektdiagram: löpande diag. nr.)

10:2 FAS 1, 16 DECEMBER - 13 FEBRUARI

Datansamlingsystemet fungerade otillfredställande i början av perioden varför relevanta värden inte kunde erhållas förrän den 13 januari.

a Temperaturer/tot effektförbrukning

Att få jämförbara mätvärden mellan de tre provbodarna var en mycket svår uppgift. Det visade sig ganska snart att inomhustemperaturen, som inställdes i samtliga bodar till 20°C, var ganska svår att uppnå.

I bod 1 reglerades värmen av dels den inbyggda termostaten på två panelradiatorer och dels en centralt belägen termostat för rörradiatorn under klädsåpen. Samtliga dessa termostater var icke låsbara utan kunde regleras av manskapet. (Jfr DIAGRAM nr 1 (1:A:1))

Personalen i bod 1 tyckte för det mesta att det var kyligt på morgonen varför man ständigt ökade gradantalet. Under dagsraster sänkte man inte gradantalet utan öppnade fönstret för att släppa ut den nu något för varma luften. Man reglerade således värmen med fönstret och evakueringsfläkten. Ett antal gånger lät man även fläkten gå hela natten.

Detta beteende har konstigt nog ständigt iakttagits på många arbetsplatser.

Det bör påpekas att mätinsamlingen skedde i all tysthet under hela fas 1 utan att involverad personal kände till att de var observerade.

Senare tejpades termostaterna för att få en konstant rumstemperatur av 20°C.

Temperaturen i bod 2 var alldeles för låg. Anledningen till detta var att man hade monterat det elektriska tidkopplingsuret med dess termostater på ytterväggen under elcentralen. Ytterväggens kyliga ytor i kombination med störningar från fönster och närliggande radiator, störde den inställda önskade rumstemperaturen. Anläggningen flyttades till mellanväggen mellan mat- och omklädningsdel.

Tyvärr visade denna "värmevakt" från Widells att inställningarna inte överensstämde med verkligheten. Man monterade en ny "värmevakt" i hopp om bättre resultat. Men även denna "värmevakt" fungerade mycket dåligt.

Den totala elförbrukningen under fas I framgår av DIAGRAM nr 2(1:C:2).

Då en del störningar och fortsatt intrimning av enheterna skedde under perioden kan vi som helhet endast konstatera att bod 3 följt av bod 2 visar de bästa resultaten, vilket inte var överraskande.



b Uppvärmning av tvättvatten

I alla tre bodarna fanns en 30 liters varmvattenberedare av samma fabrikat och typ med effekten 3000 Watt. Uppvärmningstemperaturen var 85 °C.

I bod 1 reglerades vattenflödet med två manuella kranar, en varmvattenkran och en kallvattenkran. I bod 2 och 3 reglerades vattenflödet med en fotpedal. Vattnet var här temporerat till handtvätt.

Under vila, lördagar och söndagar, behövdes envileffekt för att hålla vattentemperaturen vid 85 °C. Denna var

Bod 1      0,85 kW/dygn  
 Bod 2      2,20 kW/dygn  
 Bod 3      0,80 kW/dygn

Beredaren i bod 2 hade anmärkningsvärd stor effektförbrukning vilket med all säkerhet berodde på att beredaren var dåligt isolerad.

Vid jämförelse mellan de olika faserna och bodarna har vileffekten för varmvattenberedaren satt till 0,85 kW/dygn.

Vattenförbrukningen varierade kraftigt, beroende på dag, tidpunkt, arbetets karaktär, antal man som tvättar sig osv.

Följande snittvärden är uppmätta

	Liter/dag	Watt/liter	Arbetare	Fotpedal	Kran
Bod 1	80	31	Målare		X
Bod 2	53	52	Elektriker	X	
Bod 3	34	50	VVS-arbetare	X	

Tabell 12 Vattenförbrukning

Beredaren i bod 1 var klart underdimensionerad. Dess vattenmagasin tömdes dagligen. Sista man som tvättar sig fick endast svagt ljummet vatten.

Vattenmätsystemet frös tyvärr sönder i mitten av januari. Något ersättningsinstrument fanns inte att uppbringa för leverans under provningstiden.

c Val av luftflöden i bod 3

En av de svåraste uppgifterna i projektet är att välja rätt luftomsättning med hänsyn till ett antal olika styrande parametrar.

Vid val av lämplig mängd tilluft utgick man ifrån en omsättning på cirka 3,5. Men det visade sig snart att detta var alldeles för mycket. Luftcirkulationen bör vara mellan 250-300 m<sup>3</sup>/tim. varefter returluftvolymen justerades efter önskan.

Följande kritiska parametrar utgjorde val av volymen returluft

- frånluftens koncentration av damm, smuts och vattenånga
- frånluftens kvalitet
- rel snabb ventilation av skämd luft
- effektiv torkning av fuktiga o våta kläder
- minska möjliga effektförbrukning

Under fas 1 gjordes fyra separata returluftsjusteringar, vars resultat framgår av tabell nedan

m<sup>3</sup>/tim

Period	tilluft tot.	Frisk-luft	Retur-luft	% Retur-luft	Till matrum	Till klädsåkåp	kW/dygn (sönd)	kW/tim snitt
A	330	170	160	48	208	122	45,7	1,90
B	320	155	165	52	204	116	30,8	1,28
C	343	112	231	67	216	127	14,4	0,60
D	360	60	300	83	227	133	14,4	0,60

Tabell 13 Luftflöden i fas 1

Under varje försöksperiod gjordes intervjuer med bodpersonalen i bod 3 för att fastställa vad de tyckte gränser låg för oacceptabel luftkvalitet.

Efter sammanställning och justeringar enades man att sätta returluftsvolymer till 70 %. Detta visade sig vara helt i linje med vad man antog från berörda ventilationsföretag.

Med detta låga frånluftsflöde gav fläkten i värmeväxlaren ett icke obetydligt värmetillskott av cirka 50 Watt.

#### d Periodanalys

Perioden omfattar söndag, måndag och tisdag, 8-10 februari 1981.

DIAGRAM nr 3 (1:C:3) Uppvärmning under perioden  
nr 4 (1:C:4) Total elförbrukning under perioden

kWh	Bod 1		Bod 2		Bod 3	
	tot.	faktor	tot.	faktor	tot.	faktor
Uppvärmning	45,31	1	30,20	0,667	44,49	0,982

Tab 14 Uppvärmning, period i fas I

kWh	Bod: dag:	1			2			3		
		Sö	Må	Ti	Sö	Må	Ti	Sö	Må	Ti
Uppvärmning		15,26	14,20	15,85	5,78	12,07	12,35	11,5	15,61	17,38
Belysn.	}	0,46	4,68	4,39	2,04	5,90	6,24	0,46	4,66	3,62
Kylskåp										
Värmeskåp										
Evak.fläkt										
Torkskåp		0	5,11	0	0	2,31	0	-	-	-
Vvb		0,86	3,54	4,41	0,90	2,33	2,79	1,08	2,24	3,29
Total effekt		16,58	27,33	24,65	8,72	22,61	21,38	13,04	22,51	24,29
Σ Tot. effekt			68,76			52,71			59,84	

Tab 15 Elförbrukning, period i fas I

Uppvärmningseffekten har registrerats av ett antal elmätare kopplade till radiatorerna i bod 1 och 2 samt ventilations- och värmeåtervinningsaggregatet i bod 3.

Söndagen och tisdagen var två relativt mulna dagar med enstaka uppmätta solstrålar. Måndagen däremot var solstrålningen uppskattningsvis cirka 20 % från kl 10-15. Detta har direkt minskat uppvärmningseffekten med ett antal procent i jämförelse med en mulen dag.

Uppmätning av instrålat ljus, tillskottsenergi i form av instrålning, kunde inte utföras planenligt med datorn då solarimeterutrustningen inte var disponibel för CTH.

Uppvärmningseffektens storlek varierar kraftigt från dag till dag samt mellan de olika bodarna. För att närmare studera och hämföra de uppmätta uppvärmningseffekterna måste en analysering utföras med de ingående parametrarna som direkt påverkar uppvärmningseffekten.

- antal gånger ytterdörren öppnas och stängs
- vädring genom att öppna fönstret
- användning av evakueringsfläkten
- antalet soltimmar
- tillskottsenergi från torkskåp, värmeskåp och belysning

1 Händelsemarkeringar, bod 1

DIAGRAM M5 (1:B:5) måndagen

Totalt har ytterdörren öppnats 59 gånger varav 31 gånger på fm och 28 gånger påder em. Av vindfångsproven i kap 10:6 ökar elförbrukningen en normaldag i genomsnitt med 100 Watt per öppning. Då dörröppningarna under måndagen har utförts i minst fyra gruppstillfällen är 70 Watt per öppning ett realistiskt tal. Dörrvädringen har således ökat elförbrukningen med cirka 4 kW.

Torkskåpet påsattes vid 15.50 tiden med timerknappen 5,5 timmar.

I övrigt användes varken fläkt eller fönsteröppning.

DIAGRAM Nr 6(1:B:6) Tisdagen

Ytterdörren öppnades 61 gånger under dagen. Man avstod helt att använda både torkskåp och fläkt samt vädring genom fönsteröppning.

Genom dörröppningarna skulle elförbrukningen teoretiskt öka med ungefär 4,3 kW. Men denna har liksom under måndagen dämpats med tillskottsenergi.

2 Effektförbrukning i förhållande till utetemperatur, bod 1

DIAGRAM nr7 (1:D:7) Söndagen

nr8 (1:D:8) Måndagen

nr9 (1:D:9) Tisdagen

För att hålla en konstant inomhustemperatur under ett förinställt intervall måste panelradiatorerna hela tiden se till att erforderlig värme håller systemet i jämvikt. För att belysa sambandet mellan olika störande parametrar har diagram 7-9, 15-16 och framtagits. En icke oväsentlig parameter är utomhusluftströrelser. Visserligen är provbodarna mycket täta enligt de termograferingar som är gjorda, hänv. kap 7:2, men det finns framför allt två punkter som bör beaktas.

-bakluftström genom evakueringsfläkten (hänv kap 11:1)  
-ytterdörren är inte stängd ordentligt (hänv kap 11:2)

3 Deleffekter bod 1

DIAGRAM nr 10 (1:C:10) Söndagen

nr 11 (1:C:11) Måndagen

nr 12 (1:C:12) Tisdagen

För att jämföra storleken och kontinuiteten mellan de olika deleffekterna under de tre analysdagarna har diagram 10-12 framtagits för bod 1.

Bod 1	Sö	Må	Ti
	%	%	%
Elradiatorer	92	64	64
Belysning	0	16	11
Kylskåp	3	2	2
Värmeskåp	0	0	3
Kaffekokare	0	2	2
Fläkt	0	0	0
Vvb	5	16	18
	16,58 kW	22,22 kW	24,65 kW

Tab 16 Procentuell fördelning av deleffekten, bod 1  
Torkskåpet är utelämnat

Varmvattenberedaren tar i viloläge ca 156 Watt var fjärde timma.

Av diagram nr 11, 19 och 27 kan man utläsa att man får en kraftig belastningstopp omkring kl 06-07 då värmesystemets jämvikt rubbar när personalen kopplar på ljus, värmeskåp, kaffekokare mm.

Natten mellan måndag och tisdag har glödljusarmaturen i entrédelen på 75 Watt varit tänd.

Torkskåpet har väsentligt påverkat radiatorernas elförbrukning då detta i realiteten fungerar som en stor värmekälla när den är påkopplad. När torkskåpet kopplas bort vid 23-tiden ökar stadigt elpanelernas elförbrukning, vilket framgår av diagram nr 12.

Den låga panelelförbrukningen mellan kl 10 och 15 är tillskottsenergin i form av solinstrålning. Bod 1 var inte försedd med persienner såsom var fallet med bod 2 och 3.

Något större uttag av varmvatten har inte skett under måndagen.

Däremot har varmvattenberedaren nästan tömts på varmvatten under tisdagen. Belysningen har varit släckt mellan ungefär halv 11 och halv 12.

#### 4 Händelsemarkeringar, bod 2

DIAGRAM nr 13 (1:B:13) Måndagen  
nr 14 (1:B:14) Tisdagen

Enligt gjorda undersökningar, kap 10:6, sparas cirka 10 Watt per dörröppning i bod 2 i förhållande till bod 1.

#### 5 Effektförbrukning i förhållande till utetemperatur, bod 2.

DIAGRAM nr 15 (1:D:15) Söndagen  
nr 16 (1:D:16) Måndagen  
nr 17 (1:D:17) Tisdagen

Vid analys av diagram nr 15 kan det se konstigt ut att vindfångstemperaturen är högre än temperaturen i omklädnings- och matrummet. Det finns inga uppvärmningsanordningar eller värmekällor, förutom 75 Watt glödljusarmatur i taket i vindfång. Vindfånget omges av en större yta per volym luft än omklädnings- och matrummet. Genom den ackumulerande värmemängd som finns i väggen och skåp får man en relativt hög inomhustemperatur i jämförelse med boden i övrigt. Under söndagen var medeltemperaturen i omklädnings- och matrum 10,8 °, vindfång 12,3 ° och utetemperaturen 4,3 °.

Det elektriska tidkopplingsuret hade följande inställningar:

Temperatursänkning till 15<sup>0</sup> mellan kl 18.00 - 05.00 på vardagar och hela lördagar och söndagar. Normaltemperaturen inställdes på 20<sup>0</sup>.

Som vi tidigare beskrivit fungerade det elektriska kopplings-systemet från Widell mycket dåligt varför under analysperioden inomhustemperaturen var alldeles för låg. Under måndagen var inomhustemperaturen i snitt mellan 08.00 och 17.00 18,2<sup>0</sup> tisdagen 17,3<sup>0</sup>.

I början på provningstiden sattes en tidsframförhållning till 1 timma. Det visade sig att detta var alldeles för kort tid. Vi fann följande tidsframförhållning som ett riktvärde i våra provbodar.

vardag före helg 3 timmar  
övriga dagar 2 timmar

Diagram 15, 16 och 17 ger en allmän bild av hur radiatorerna arbetar i förhållande till en önskad inomhustemperatur. Närmare analys är icke meningsfull då det elektriska kopplingsuret inte fungerade planenligt efter inställda tider och temperaturer.

## 6 Deleffekter, bod 2.

DIAGRAM nr 18 (1:C:18) Söndag  
nr 19 (1:C:19) Måndag  
nr 20 (1:C:20) Tisdag

Bod 2	Sö	Må	Ti
	%	%	%
Elradiatorer	67	59	58
Belysning	-	17	18
Kylskåp	5	2	2
Värmeskåp	18	8	8
Kaffekokare	-	2	2
Fläkt	-	-	-
Vvb	10	12	12
	8,72 kW	20,30 kW	21,38 kW

Tab 17 Procentuell fördelning av deleffekter, bod 2  
Torkskåpet är utelämnat.

Kylskåpets elförbrukning är ungefär 430 Watt per dygn. Värmeskåpet var påslagen hela perioden. (Ungefär 1610 Watt per dygn)

Varmvattenberedarens effektförbrukning är förvånansvärt hög vilket framgår av diagrammen. Korrigering har därför skett till en normalförbrukning enligt kap 10:2 mom 6.

## 7 Händelse bod 3.

DIAGRAM nr 21 (1:B:21) Måndag  
nr 22 (1:B:22) Tisdag

Vindfånget i bod 3 kom att spela en underordnad betydelse på grund av att man, genom ventilations- och värmeåtervinningsaggregatets placering, tillät att all returluft i systemet togs från vindfånget. Genom ventiler i mellanväggen fick man temporerad rumsluft från omklädnings- och maturymmet att sugas in i returluftintaget. Systemet blev relativt sårbart då ytterdörren öppnades och kall luft sögs direkt in i returluftsintaget.

Men genom aggregatets utmärkta automatik blev rumstemperaturen mycket konstant och några olägenheter uppstod aldrig för personalen.

## 8 Effektförbrukning i förhållande till utetemperaturer, bod 3.

DIAGRAM nr 23 (1:D:23) Söndag  
nr 24 (1:D:24) Måndag  
nr 25 (1:D:25) Tisdag

Ventilations- och värmeåtervinningsaggregatet var försedd med ett tidkopplingsur med temperatursänkingsenhet.

Inomhustemperaturen inställdes på 20°. Temperatursänkning till 15° mellan kl 17.00 - 04.00 på vardagar (-03.00 på dag efter helgdag) och hela lördagar och söndagar.

Uppvärmning medelst luft visade sig vara ett relativt trögt system. Det tog i genomsnitt 3 timmar att höja rumstemperaturen från 15° till 20°. Under denna tid förbrukades ungefär 30 % av hela dygnets uppvärmningseffekt.

## 9 Deleffekter, bod 3.

DIAGRAM nr 26 (1:C:26) Söndag  
nr 27 (1:C:27) Måndag  
nr 28 (1:C:28) Tisdag

Bod 3	Sö	Må	Ti
	%	%	%
VV-agg	88	69	72
Belysning	-	16	12
Kylskåp	4	2	2
Värmeskåp	-	-	-
Kaffekokare	-	1	-
Vvb	8	12	14
	13,04 kW	22,51 kW	24,29 kW

Tabell 18 Procentuell fördelning av deleffekter, bod 3.



Varmvattenberedaren tar i viloläge ca 144 Watt var tredje timma.

Mellan halv 11 och halv 12 har belysningen varit släckt både under måndagen som under tisdagen.

10 Temperaturer i VV-aggregatet, bod 3.

DIAGRAM nr 29 (1:A:29)

Diagrammet visar sambandet mellan de olika in- och utkanalernas temperaturer på värmeåtervinningsaggregatet (Jfr fig 25 och 50).

10:3 FAS II 14 FEBRUARI - 23 MARS

Under de tre första veckorna i fas II utfördes intrimning av bod 2 och 3 som nu hade fått en helt ny instrumentering. De datavärden som insamlades under dessa tre veckor kan således inte användas i jämförande syfte.

Vi har därför valt en två veckors period, 9 mars till 22 mars, som representativ för perioden samt en ingående analys av tre dagar 8--10 mars.

a Temperaturer/tot effektförbrukning

DIAGRAM nr 30 (2:A:30) Temperaturer  
nr 31 (2:A:31) Total elförbrukning i bod 1 o 2 under 2 veckor  
nr 32 (2:A:32) Total elförbrukning i bod 3 under 2 veckor

2 veckor <sup>kWh</sup> må 9/3 - sö 22/3	Bod 1		Bod 2		Bod 3	
	Tot.	Faktor	Tot.	Faktor	Tot.	Faktor
Total elförbrukning	317,95	1	228,0717	0,717	273,13	0,859
Uppvärmning	214,66	1	84,15	0,397	226,07	1,053
Värme/vent/vatten	262,19	1	152,38	0,581	226,07	0,862

Tab 19 Elförbrukning, tvåv. i fas II

För att få en jämförande elförbrukning mellan de tre provbodarna har tre alternativ framtagits. I bod 3 får man både ventilation och varmvatten inom ramen för uppvärmning av boden.

Bod 2 uppvisar det bästa resultatet vilket i snitt ger 16,3 kWh/dag varefter uppvärmningen är 6 kWh. Hänsyn till antalet händelsemarkeringar, utnyttjande av varmvatten, värmeskåp mm har inte tagits vid denna tvåveckorspresentation.



b Periodanalys

Perioden omfattar söndag, måndag och tisdag 8--10 mars 1981.

DIAGRAM nr 33 (2:A:33) Temperaturer under perioden  
 nr 34 (2:A:34) Total elförbrukning  
 nr 35 (2:A:35) Uppvärmning  
 nr 36 (2:A:36) Värme/ventilation/vatten

kWh	Bod 1		Bod 2		Bod 3	
	Tot	Faktor	Tot	Faktor	Tot	Faktor
Uppvärmning	37,61	1	14,62	0,389	38,04	1,011
Värme/vent/ vatten	50,19	1	14,61	0,490	38,04	0,758

Tab 20 Uppvärmning, period i fas II.

kWh	Bod dag	1			2			3		
		Sö	Må	Ti	Sö	Må	Ti	Sö	Må	Ti
Uppvärmning		14,23	11,3	12,08	2,39	5,96	6,27	7,46	15,73	14,85
Belysning										
Kylskåp		0,45	4,40	4,49	1,99	6,62	6,59	0,32	4,67	4,02
Värmeskåp										
Fläkt										
Torkskåp		0	0	3,90	0	0,99	0			
Vvb		0,84	3,5	4,34	0,90	9,35	1,85			
Total effekt (kWh)		15,52	19,20	24,81	5,28	15,92	14,71	7,78	20,40	18,87
Tot effekt		59,53			35,91			47,05		

Tab 21 Elförbrukning, period i fas II.

Varmvattemberedarens effektförbrukning i bod 2 är korrigerad enligt kap 10:2 mom b. (Diagrammen visar däremot det verkliga förloppet.)

Söndag och tisdag var molniga dagar med ytterst litet tillskottsenergi i form av instrålat ljus.

## 1 Händelsemarmeringar, bod 1.

DIAGRAM nr 37 (2:B:37) Måndagen  
nr 38 (2:B:38) Tisdagen

Under måndagen öppnades ytterdörren 53 gånger, varav 33 gånger på f m och 20 gånger på e m. Av vindfångsproven i kap 10:6 ökar elförbrukningen en normaldag i genomsnitt med 100 Watt per öppning. Då dörröppningarna utförts relativt koncentrerat får man räkna med ungefär 70 Watt per öppning. Dörrvädringen har således ökat elförbrukningen med cirka 4 kW.

Under tisdagen öppnades ytterdörren 41 gånger (23 + 18). Torkskåpet användes vid två tillfällen 1 tim + 5,5 tim. (3,9 kW; 600 W/tim) I övrigt användes inte varken fläkt eller fönsteröppning.

## 2 Effektförbrukningen i förhållande till utetemperaturen, bod 1.

DIAGRAM nr 39 (2:D:39) Söndagen  
nr 40 (2:D:40) Måndagen  
nr 41 (2:D:41) Tisdagen

Vid en temperaturhöjning på 1<sup>o</sup> utomhus sänks elförbrukningen med 35 Watt enligt diagram nr 39.

Solinstrålningens betydelse märks tydligt av diagram nr 40.

## 3 Deleffekter, bod 1.

DIAGRAM nr 42 (2:C:42) Söndagen  
nr 43 (2:C:43) Måndagen  
nr 44 (2:C:44) Tisdagen

Bod 1	Sö	Må	Ti
	%	%	%
Elradiatorer	92	59	58
Belysning	0	19	17
Kylskåp	3	2	2
Värmeskåp	0	0	0
Kaffekokare	0	2	2
Fläkt	0	0	0
Vvb	5	18	21
	15,52 kW	19,70 kW	20,91 kW

Tab 22 Procentuell fördelning av deleffekter, bod 1.  
Torkskåpet är utelämnat

## 4 Händelsemarkeringar, bod 2.

DIAGRAM nr 45 (2:B:45) Måndagen  
nr 46 (2:B:46) Tisdagen

Endast 6 st dörröppningar registrerade under måndagen och 10 st under tisdagen. Fönstret hade varit öppet två gånger i 5 minuter under måndagen och två gånger i 2 tim 40 min + 20 min under tisdagen. Torkskåpet 50 min.

## 5 Effektförbrukning i förhållande till utomhustemperaturen, bod 2.

DIAGRAM nr 47 (2:D:47) Söndagen  
nr 48 (2:D:48) Måndagen  
nr 49 (2:D:49) Tisdagen

Det elektroniska styrsystemet i fas II har ett fast programmerat tidsprogram. Mellan kl 05.00 till 17.00 på vardagar håller systemet en inomhustemperatur på 20<sup>o</sup> grader. På övriga tider och under lördag-söndag är min temperatur 12<sup>o</sup>. Vid övertidsarbete kan dagtemperaturen erhållas till kl 24.00 genom att trycka på utvändig tryckknapp på temperaturregulatorn.

Systemet fungerade perfekt enligt diagram 47-49.

Inomhustemperaturen sjunker ned till ca 14<sup>o</sup> under natten när utomhustemperaturen ligger omkring 0<sup>o</sup>. Det är ett gott bevis på att provbodarna är täta och har god isolering.

## 6 Deleffekter, bod 2.

DIAGRAM nr 50 (2:C:50) Söndagen  
nr 51 (2:C:51) Måndagen  
nr 52 (2:C:52) Tisdagen

Bod 2	Sö	Må	Ti
	%	%	%
Elradiatorer	45	40	43
Belysning	0	29	29
Kylskåp	8	3	3
Värmeskåp	30	11	11
Kaffekokare	0	1	1
Fläkt	0	0	0
Vvb	17	16	13
	5,28 kW	14,93 kW	14,71 kW

Tab 23 Procentuell fördelning av deleffekter, bod 2  
Torkskåpet är utelämnat

Varmvattenberedarens effektförbrukning är korrigerad enligt kap 10:2 mom b (diagrammen visar däremot det verkliga förloppet).

Värmeskåpet var påkopplat under hela perioden (ungefär 1610 Watt per dygn).

## 7 Händelser, bod 3.

DIAGRAM nr 53 (2:B:53) Måndagen  
nr 54 (2:B:54) Tisdagen

Ytterdörren öppnades 35 gånger under måndagen och 40 gånger under tisdagen.

Vindfånget i bod 3 kom att spela en underordnad betydelse i likhet med fas I (Jfr text kap 10:d mom 7).

## 8 Effektförbrukning i förhållande till utetemperatur, bod 3.

DIAGRAM nr 55 (2:D:55) Söndagen  
nr 56 (2:D:56) Måndagen  
nr 57 (2:D:57) Tisdagen

Ventilations- och värmeåtervinningsaggregatet var försedd med ett tidkopplingsur med temperatursänkingsenhet. Inomhustemperaturen inställdes på 20°. Temperatursänkning till 13° mellan kl 17.00 - 03.00 på vardagar och hela lördagar och söndagar.

Uppvärmning med luft visade sig även i fas II vara ett trögt system. För att erhålla en inomhustemperatur på 20° efter en helg tog det i genomsnitt 6 timmar (från 13° till 20°).

## 9 Deleffekter

DIAGRAM nr 58 (2:D:58) Söndagen  
nr 59 (2:D:59) Måndagen  
nr 60 (2:D:60) Tisdagen

Bod 3	Sö	Må	Ti
	%	%	%
VV-agg (inkl vvb)	96	77	77
Belysning	0	17	17
Kylskåp	4	2	2
Värmeskåp	0	3	3
Kaffekokare	0	1	1
	7,78 kW	20,4 kW	18,87 kW

Tab 24 Procentuell fördelning av deleffekter, bod 3.

VV-aggregatet hade en jämn och tyst gång. Den fungerade klanderfritt hela provningstiden.

10:4 FAS III 24 MARS - 12 MAJ

Från den 16 april och till den 12 maj inträffade ett antal el-avbrott på byggarbetsplatsen varför vår mätutrustning inte kunde registrera några mätvärden. Några längre sammanhängande mät dagar uteblev varför följande period redovisas 30 mars - 15 april.

Någon fullständig analys av tre representativa dagar ges inte utan vi kommer endast att visa och redogöra för effektförbrukningen och registrerade händelseförlopp under 5 till 7 maj (söndag - tisdag).

2 Mätperiod 30 mars - 15 april

DIAGRAM nr 61 (3:A:61) Temperaturer

Utomhustemperaturen var omkring +6 grader. Bod 1 och 2 följer varandra då här saknas tidstyrningssystem.

DIAGRAM nr 62 (3:C:62) Total elförbrukning  
nr 63 (3:C:63) Uppvärmning

30/3 - 15/4 kWh	Bod 1		Bod 2		Bod 3	
	Tot	Faktor	Tot	Faktor	Tot	Faktor
Total elförbrukning	10,50	1	10,50	1	9,56	0,910
Uppvärmning	5,75	1	4,75	0,826	(7,12)	X)
Övrigt	4,75	1	5,75	1,211	(2,44)	

Tab 25 Elförbrukning i fas III

x) Angiven elförbrukning avses både uppvärmning av luft och tvättvatten.

Under perioden har torkskåpet i bod 1 utnyttjats väldigt lite varför en direkt jämförelse mellan bod 1 och 2 är något vilseledande. Torkning och luftcirkulation har således erhållits under hela tiden i bod 2 varför ett bättre utnyttjande av den tillförda elenergin har skett.

Vid varmluftcirkulation genom klädsåpen blir klädsåpen som stort ackumulerande element, då dessa är gjorda av stål. Detta märks speciellt tydligt när varmluften avtager. Inomhustemperaturen sjunker då mycket sakta beroende på den upplagrade värmeenergin i skåpen.

b Periodanalys

Perioden omfattar söndag, måndag och tisdag 5-7 april 1981.

DIAGRAM nr 64 (3:A:64) Temperaturer under perioden  
nr 65 (3:C:65) Total elförbrukning  
nr 66 (3:C:66) Uppvärmning

kWh	Bod 1		Bod 2		Bod 3	
	Tot	Faktor	Tot	Faktor	Tot	Faktor
Uppvärmning	28,0	1	20,18	0,721	(31,16)	x)
Övrigt	16,22	1	20,64	1,273	(10,64)	
Total elförb.	44,22	1	40,82	0,923	41,80	0,945

Tab 26 Elförbrukning, period i fas III

kWh	Bod dag	1			2			3		
		Sö	Må	Ti	Sö	Må	Ti	Sö	Må	Ti
Uppvärmning		9,31	8,28	10,41	5,47	6,99	7,72	(7,24	13,92	10,00)
Total elf.		10,86	15,78	17,58	7,28	15,97	17,57	4,38	19,54	17,88

Tab 27 Elförbrukning, daganalys, period i fas III

x) Angiven elförbrukning avses både uppvärmning av luft och tvättvatten.

Varmvattenberedarens effektförbrukning i bod 2 är korrigerad enligt kap 10:2 mom b. (Diagrammen visar däremot det verkliga förloppet).

Solen har lyst in genom fönstret under samtliga tre dagar.

1 Händelsemarkeringar

DIAGRAM nr 67 (3:B:67) Bod 1 - måndag o tisdag  
nr 68 (3:B:68) Bod 2 - måndag o tisdag  
nr 69 (3:B:69) Bod 3 - måndag o tisdag

Trots intensiv fönstervädning har rumstemperaturen i bod 1 varit mellan 24-25 grader under måndagen. Elradiator-termostaterna är fortfarande inställda på 20 grader. Den tillförda solenergin genom fönstret har väsentligt ökat rumstemperaturen. Vid jämförelse mellan bod 1 och 2 har bod 1 vad vi tidigare sagt inte någon skyddande persienn el liknande.

Försiktigt kan vi säga att persiennen håller bod 2 drygt 1 grad lägre rumstemperatur. Jfr diagram 64.

44 + 49 dörröppningar i bod 1  
36 + 59 dörröppningar i bod 2  
50 + 64 dörröppningar i bod 3

## 2 Temperaturer i luftaggregatet.

## DIAGRAM nr 70 (3:A:70) Bod 2

Diagrammet visar tydligt luftaggregatets prestation att förvärma den kyliga uteluften till behaglig rumstemperatur. Elradiatorn i matrummet höjer därefter ytterligare rums-temperaturen till önskad temperatur. Diagrammet visar dock en max. temperatur på 23 grader beroende på tillskottsenergin från instrålat ljus.

## 10:5 PERIOD 20 FEBRUARI - 15 APRIL

Då projektet haft en del störningar i form av elavbrott, programavbrott etc har tyvärr den önskade långtidsprovningsen från projektstart till projektslut uteblivit. Av vårt stora mätmaterial kan man dock urskilja en mycket intressant långtidsprovning som varar mellan den 20 februari och 15 april. Den innehåller merparten av fas II och III. Den 4 mars har ett litet elavbrott inträffat. Denna dag är inte med i nedan angivna tabeller.

DIAGRAM nr 71 (4:C:71) Total elförbrukning  
nr 72 (4:C:72) Uppvärmning

a Genomsnittsförbrukning

Bod 1	Del av: Fas II	Del av: Fas III	Perioden
Helger	20.40	12.38	17.40
Vardagar	24.55	18.82	22.06
Högsta värde			
helger	21/2 24.74	28/3 15.84	
vardagar	20/2 29.28	25/3 26.11	
Lägsta värden			
helger	22/3 12.70	12/4 10.08	
vardagar	9/3 19.39	13/4 14.33	

Tab 28 Total elförbrukning, bod 1 - genomsnitt per dag (kWh/dag)

Dagarna 24 och 25 mars är borttagna i tabell 29

Bod 2	Del av: Fas II		Del av: Fas III	
Helger	9.34		13.90	
Vardagar	20.54		18.36	
Högsta värde				
helger	14/3	15.50	28/3	20.78
vardagar	23/3	26.33	27/3	27.24
Lägsta värde				
helger	22/3	5.64	5/4	9.50
vardagar	12/3	16.01	2/4	14.86

Tab 29 Total elförbrukning, bod 2 - genomsnitt per dag (kWh/dag)

Bod 3	Del av: Fas II		Del av: Fas III		Perioden
Helger	13.87		7.99		11.66
Vardagar	23.69		17.09		20.83
Högsta värde					
helger	15/3	19.18	29/3	11.42	
vardagar	12/3	30.67	30/3	21.38	
Lägsta värde					
helger	22/3	8.16	12/4	6.17	
vardagar	23/3	19.42	10/4	13.97	

Tab 30 Total elförbr bod 3 - genomsnitt per dag (kWh/dag)

Bod 1	Del av: Fas II		Del av: Fas III		Perioden
Helger	18.26		10.08		15.19
Vardagar	15.70		9.05		12.82
Högsta värde					
helger	21/2	23.14	28/3	12.19	
vardagar	6/3	20.88	27/3	12.34	
Lägsta värde					
helger	22/3	10.80	12/4	8.54	
vardagar	23/3	8.93	2/4	6.94	

Tab 31 Uppvärmning bod 1 - genomsnitt per dag (kWh/dag)



Elförbrukningen för uppvärmningen är större under helger än vardagar i bod 1 vilket tyder på att man hushållar med värmen på ett fördelaktigt sätt samtidigt att man under vardagar har kontroll över systemet.

Bod 2	Del av: Fas II		Del av: Fas III	
Helger	4.99		9.82	
Vardagar	7.10		8.23	
Högsta värde				
helger	14/3	10.77	28/3	16.73
vardagar	16/3	13.73	27/3	16.85
Lägsta värde				
helger	22/3	0.84	5/4	5.47
vardagar	17/3	3.48	13/4	5.93

Tab 32 Uppvärmning bod 2 - genomsnitt per dag (kWh/dag)

Tabell över uppvärmningen av bod 3 saknas då den inte blir relevant i jämförelse med ovan angivna tabell 31 och 32. Uppvärmning av varmvattenberedaren är som bekant integrerad med bodens totala uppvärmning.

b Jämförelse mellan total elförbrukning och uppvärmning

Variationerna är stora allt efter personalens utnyttjande av de elkomponenter som finns i respektive arbetsbod.

av den totala elförbrukningen är uppvärmningen i

Bod 1	fas II under helger	89,5 %
	under vard	64,0 %
	fas III under helger	81,3 %
	under vard	48,0 %
Bod 2	fas II under helger	53,5 %
	under vard	34,6 %
	fas III under helger	70,6 %
	under vard	45,0 %

## 10:6 VINDFANGSPROV

Vindfångsproven utfördes som en jämförelse mellan bod 1, referensboden, och bod 2 med avseende på antal dörröppningar i relation till ökad elförbrukning.

Bod 1 hade följande planlösning:

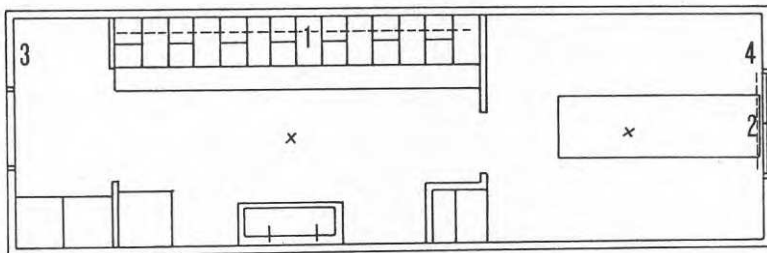


Fig 57 Referensbod (bod 1) - vindfångsproven

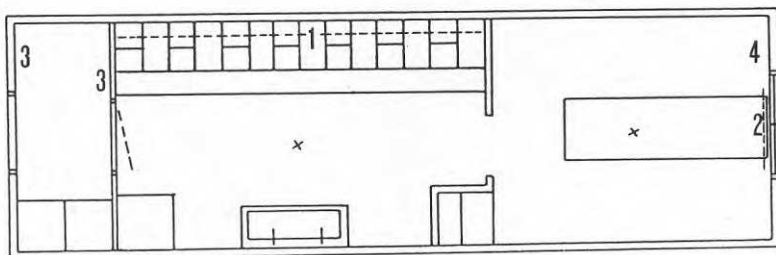


Fig 58 Vindfångsbod (bod 2)

- 1 Elrörradiatorer 2 st (600 + 400 Watt) med gemensam termostat
- 2 Panelradiator 1000 Watt med termostat
- 3 Tallriksventil för självventilation
- 4 Mekansik fläkt
- X = Kontrolltermometrar

För att få ett vindfång avdelades omklädningsrummet medelst en mellanvägg med en fönsterförsedd pendeldörr. 1,2 m från gavelväggen. Volym nettoluft 4,9 m<sup>3</sup>.

### Förutsättningar

Tallriksventilen 3 var stängd och fläkten 4 var inte påkopplad under provet. Svag västlig vind, molnigt. Utomhustemperatur  $-5^{\circ}\text{C}$ .

För att avläsa och kontrollera det automatiska datainsamlingssystemet placerades två noggranna termometrar i respektive bod, en i omklädningsrummet och en i matrummet, i ett snöre 1,6 m från golvet. Termometrarna kunde avläsas på  $\pm 0,005$  grader.

### Utförande

- moment A Boddörr öppnas till  $90^{\circ}$  från dörrkarm under 30 sek
- B Avläsning av upphängda termometrar
- C Uppehåll i vindfång 10 sek
- D Pendeldörr öppnas till  $90^{\circ}$  från dörrkarm under 30 sek
- E Avläsning av dataskärm och elmätarinställning

Provningscykel: Ackumulerande tid/cykel

Moment A (bod 1)	0 sek	B (bod 2)	220 sek
B (bod 1)	30 sek	D (bod 2)	280 sek
A (bod 1)	90 sek	C (bod 2)	310 sek
A (bod 2)	150 sek	A (bod 2)	320 sek
C (bod 2)	180 sek	E	480 sek
D (bod 2)	190 sek		
		Totalt per cykel	600 sek

En provningsserie innehöll sex provningscyklar i följd, vilket motsvarar 12 st öppningar på en timma. Maximalt utfördes en serie per vecka.

### Resultat:

Det tog i genomsnitt 6,8 timmar innan referensbodens effektförbrukning var lika stor som före provningens början. Effektförbrukningen var som störst ungefär 20 min efter genomförd serie.

I genomsnitt höjdes effektförbrukningen med 1,20 kW, vilket blir 100 Watt per dörröppning.

Den vindfångsförsedda boden hade ett något lugnare och jämnare effektförlopp. Effektförbrukningen höjdes i genomsnitt med 1,07 kW, vilket blir ca 90 Watt per dörröppning.

Besparingen blir således 10 Watt per dörröppning.

Inomhustemperaturen varierade inom  $1^{\circ}$ .



## 11 FÖRBRUKNINGSENHETER

### 11:1 NAGRA ORD OM EN BODS OLIKA FÖRBRUKNINGSENHETER

#### Evakueringsfläkt

En väldimensionerad evakueringsfläkt skall enligt gällande föreskrifter finnas i en omklädnings- och matbod. Fläkten skall antingen hålla matrummet under övertryck eller undertryck.

För närvarande kopplas fläkten på när man anser att en viss ventilation behövs. Risken är uppenbar stor att fläkten kommer att vara påslagen i onödan under långa tider, vilket ökar avsevärt uppvärmningsbehovet.

Koppla evakueringsfläkten till styrsystemet eller till en separat "timer" med en gångetid på cirka 15 min. Fläkten skall vara utrustad med baklåsjalusi vilket innebär att kall luft inte kan blåsa in genom fläkten ut i bodrummet när fläkten inte är påkopplas.

#### Belysning

Koppla belysningen till styrsystemet så att ström endast finns tillgänglig från t ex 06.00 till 18.00. Under dagtid, efter raster gäller som tidigare att sista man släcker ljuset.

#### Torkskåp

Nuvarande torkmöjligheter av arbetskläder, handskar och strumpor är att använda ett traditionellt torkskåp eller ett ventilationsaggregat som finns beskrivet i kap 8.

Torkskåpet utgörs av ett prefabricerat stålskåp, 60 x 60 cm. Skåpet har en dubbel bakvägg, som leder värmen via kanaler från överdelen ner till skåpets botten. Därifrån pressas värmen uppåt igen mot en i taket monterad fläkt. Torkningen regleras med hjälp av ett tidur och en inbyggd termostat. Tiduret är inställningsbart mellan 0 och 6 timmar.

#### Anmärkingar:

Skåpet är feldimensionerat med anmärkning på att arbetskläder för 7 man skall få plats i skåpet. Om man däremot hade ett rätt dimensionerat skåp skulle detta taga alltför stort utrymme av bodens totala yta varför något annat måste beskäras.

Torkning av arbetskläder, regnkläder och annat skrymmande plagg skall ske i en separat närliggande torkbod.

Torkning av handskar, strumpor, sulor mm skall göras i ett mindre torkskåp som är kopplat till styrsystemet. Torkskåpet kopplas endast till under natten. Torkning sker med förhöjd temperatur och med ett antal mindre luftväxlingar.

### Kylskåp

Välj ett effektsnålt kylskåp. Det skall vara rätt dimensionerat, cirka 15 liter per person, och vara utrustad med automatisk avfrostning. Kylskåp med köldfack och liknande skall undvikas.

### Matvärmeskåp

Samtliga förekommande matvärmeskåp är försedda med termostat och strömbrytare. För att göra personalen uppmärksam att skåpets strömbrytare är påslagen skall en röd väl synlig lampa lysa. Skåpet kan kopplas till styrsystemet varefter matvärmeskåpet automatiskt kopplas ur efter programmerad tid.

## 11:2 DÖRRLÄCKAGE

### Dörrstängare

Ett stort problem är att få ytterdörren helt stängd så att dörrromfattningens tätningslister tjänstgör på ett tillfredsställande sätt.

Det finns en mängd olika dörrstängare att välja mellan. Den bör helst vara helt mekanisk då hydrauliska och vätskebalanserade dörrstängare är mycket känsliga för temperaturvariationer.

Placeringen är viktig. Vid invändigt montage på insidan av dörrens överkant, som är det vanligaste, skall dörrstängaren utformas så att den inte ur skyddssynpunkt skadar långa personer vid passage.

Dörrstängaren, dörrbladet, tätningslisterna och framför allt dörrlåskolven skall kontinuerligt kontrolleras och justeras. Dörrkarmen och dörrbladet som för det mesta är gjort av trä anpassar sig efter luftfuktigheten. Detta innebär att vid fuktiga dagar speciellt på hösten kan det vara svårt att få ytterdörren stängd beroende på att mellanrummet mellan dörrblad och karm är minimal. Motsatsen är en högsommardag då mellanrummet är så stort att låskolven inte tillräckligt går in i dörrkarmen. Genom att inte fästa den kontinuerliga ytterpanelen i dörrromfattningen kan dessa rörelseproblem avsevärt minskas.

12 SAMMANFATTNING12:1 UPPSTÄLLDA MAL ENLIGT KAPITEL 1a Planlösningens inverkan på elförbrukningen  
-en utvärdering med ledning av ett vindfång

En vinterdag med lugnt väder och några minusgrader ökar elförbrukningen med i genomsnitt 100 Watt per öppning i en bod som inte är försedd med något vindfång. Detta framgår av våra vindfångsprov som är beskrivna i kapitel 10:6.

I en vindfångsförsedd bod ökar elförbrukningen under samma tidsperiod med i genomsnitt 90 Watt per öppning. Differansen är 10 Watt. Givetvis finns det en mängd olika parametrar som mer eller mindre styr denna differans. Exempel på parametrar är koncentrationen öppningar, tid per öppning, slussföremålets volym, vindförhållanden. Oberoende dessa obestämnda parametrar erhålles en differans som bör och kan förbättras genom olika utförande av vindfånget.

Låt oss ta två räkneexempel

-7 mans bod: 20 arb dagar: 5 ggr under dagen utnyttjas boden  
7 x 5 x 2 öppningar + städning o övr. 10 ggr. Tot 20 ggr.

Energivinsten under en vintermånad: 20 x 20 x 10 = 16 kWh

-Arb styrka 49 man: sept-mars: 16 kWh/mån för 7 man.

Energivinst på arb. pl. exkl kontor, toalett, tork, förråd  
mm 7 x 7 x 16 = 784 kWh

b Kan treglas ge besparingar

I våra provbodar gav ett treglasfönster en mycket liten marginell besparing. Besparingen är knappt märkbar varför ett ordentligt persiennförsedd två-glasfönster räcker mycket väl.

Orienterar man bodens gavelfönster åt söder och utnyttjar solvärmens för uppvärmning vintertid kan man sänka effektförbrukningen på elradiatorerna betydligt.

På en byggarbetsplats är risken för fönsterkrossning genom vårdslöshet eller inbrott betydligt större än i hemmiljö varför den höga investeringskostnaden för ett tre-glasfönster inte är motiverat.

c Hur stora besparingar kan erhållas med ett styrsystem

Den säkraste och bästa metoden att sänka elförbrukningen är ojämförbart att installera ett styrsystem. Styrsystemet måste vara rätt programmerat då med avseende på årstid och arbetstid. Under helger och andra långa ledigheter måste hänsyn tagas till att nedkylningen inte blir alltför kraftig. Uppvärmningstiden efter en lång ledighet är avsevärt längre än normalt.

Våra provbodarna hade en mycket god isoleringsgrad och var mycket täta vilket ledde till att inomhustemperaturen aldrig sänktes under 13° under en lång helg. (Utomhustemp mac -11°).

Under en lång helg blev kontaktytorna (beröringsytorna) nedkylda och kändes kallare än vad som temperaturen visade. Att få kontaktytorna till normal temperatur visade sig vara mycket svårt inom den begränsade uppvärmningstiden som stod till förfogande. Detta märktes ännu mera i bod 3 där uppvärmningssystemet var varmluft.

Vid nedkylning får man tyvärr räkna med att det tar ytterligare 5--6 timmar innan kontaktytorna fått normal temperatur.

Om samtliga bodar på en arbetsplats är programmerade att slå på sina elradiatorer vid samma tillfälle får man en kraftig belastningstopp. Detta kan i någon mån elimineras genom att sprida tillslagstiderna över någon halvtimme. För en normal byggarbetsplats skall denna belastningstopp inte kräva någon uppdimensionering av den anslutna effekten eftersom den inträffar vid en tidpunkt då arbetsplatsen i övrigt förbrukar lite elenergi.

Att öka effekten och dimensionen på en del elradiatorer för att hinna värma upp bodarna från nattläge till dagläge inom rimlig tid är inte att föreslå.

Av projektets två olika styrsystem var det elektroniska styrsystemet helt överlägset vad beträffar temperaturövervakning, tillsyn och överskådlighet.

Av analysen i kapitel 10 framgår att en besparing på upp till 70 % är realistiskt under helger och upp till 50 % under vardagar.

d Hur stora elbesparingar kan erhållas genom ett värmeåtervinningsaggregat

Svaret på frågan är tyvärr ej entydigt då besparingens storlek är helt beroende på vilka förhållanden som råder på mätplatsen. Detta gäller givetvis även de övriga projektmålen men är speciellt av stor vikt när det gäller värmeåtervinningsaggregatet. Våra mätningar visar dock att några större besparingar är inte att vänta sig när man har ett konventionellt aggregat. Integrerar man däremot aggregatet med andra funktioner såsom i fas II med varmvatten kan en besparing upp till 20 % erhållas.



Man bör beakta att det inte bara är mindre elförbrukning utan man erhåller en utmärkt luftväxling och torkning av kläder.

Underhåll, justeringar, service av aggregaten kan bli omfattande. Rengöring av filter skall göras med jämna mellanrum beroende på till- och frånluftens stofthinnehåll. Sommarhalvåret ställer kanske högre krav på rengöringssidan än vinterhalvåret, medan vinterhalvåret är övervägande del intrimningar och justeringar väsentliga.

Vid jämförelse mellan inkommen friskluft och den eftervärmda luften märktes att den relativa luftfuktigheten var något mindre än normalt i Dalslandshus aggregat medan det fanns obetydlig luftfuktighet i Bahco's aggregat.

En typisk temperaturkurva i en värmväxlare ses i DIAGRAM 73. (Dalslandshus). Dess verkningsgrad under samma period ses i DIAGRAM nr 74.

Den höga effekten, som matas in i boden under ett uppvärmningsskede från söndag till måndag, skall till största delen passera bodens inre begränsningsytor. Därvid uppstår ett större temperaturfall mellan rumsluften och begränsningytorna än vid kontinuerlig uppvärmning. Detta kan göra att rummen i boden känns kalla, trots att lufttemperaturen kanske är mycket nära normalvärdet. En mätning av enbart lufttemperaturen i matrummet kan ge en felaktig bild av komforten. Personalen klagade ofta på måndagar att rumsluften var kall. Detta var speciellt i boden med värmeåtervinningsaggregatet.

e      Hur inverkar friskluftsventilationen på den totala  
          eenergiåtgången

Bod 1 och 2 har självdragssystem, vilket innebär att friskluften kommer in i ett antal tallriksventiler genom självdrag. För att få en snabbare utvädring kan man antingen öppna fönstret, dörren eller sätta på evakueringsfläkten. Fläkten suger endast luft ut ur boden.

Under provningstiden visade personalen mycket litet intresse att vilja ha en utvädrad bod vid raster och omklädning. För det mesta var luften skämd men man fäste inte någon större uppmärksamhet åt detta. Efter omklädning vid dagens slut kunde luften vara mycket skämd, men detta gjorde ingenting då ingen skulle vistas i boden förrän nästa dags morgon. Morgonluften var faktiskt relativt bra vilket tyder på att självdragssystemet fungerade tillfredsställande.

Vid analys av bodarnas händelsemarkeringar, främst fönsteröppningar, dörröppningar och fläktpåslag, visade det sig att personalen hade haft andra avsikter med dessa händelser än att friskluftventilera boden. Fläkten användes framför allt för att reglera överskottsvärme och utventilation av cigarett-rök. Vad som påpekas i kapitel 10:2 om överskottsvärme kan tilläggas att personalens beteende ändrades till det bättre efter ett tag.

Fönstret öppnades för att

- slänga ut använd snus
- mata småfåglar
- skaka strumpor eller liknande

Ventilationsförlusterna (0,5 oms) har beräknats till i genomsnitt 940 kWh/år, med tyngdpunkt i jan - mars i snitt 30 kWh/vecka. Beräkningarna verkar överensstämma med verkligheten.

Friskluftsventilationen i bod 3 ingick i det integrerade tempererade varmluftssystemet varför man inte gjorde några ansträngningar för att ytterligare tillföra boden friskluft. Fönsteröppningarna hade liksom ovan ett annat syfte.

Personalen i bod 3 var mycket positiva till ett tempererat ventilationssystem. Några klagomål eller irritationer om själva ventilationen hade man inte. I början tyckte man dock att ventilationsdonen i matrummet susade något.

Vad beträffar friskluftsventilationens inverkan på elförbrukningen i bod 3 måste man ta hänsyn till hela ventilations- och värmeåtervinningssystemets funktion varför något entydligt svar inte kan ges. Se under rubrik g nedan.

f      Vilken luftomsättning skall rekommenderas vid  
varmluftssystem-----

(Jfr kap 10:2 c 'Val av luftflöden i bod 3')

Lämplig luftomsättning är mellan 1,0-1,5.

Det totala luftflödet bestäms av bl a bodens volym, luftbruset i don och kanaler, aggregatets verkningsgrad.

g Vilka rekommendationer skall man föreslå vid tork-  
ventilation av arbetskläder-----

Hänger arbetskläder luftigt torkar normalt dessa under natten utan tillskott av värme eller separat luftväxling.

Stora persedlar, overaller, regnkläder mm skall torkas i separata torkbodar.

Nuvarande torkskåp bör utgå och ersättas med något mindre endast för handskar, sockor mm. (Jfr kap 11:1).

h Hur stora elbesparingar kan erhållas genom en styrning av  
det tempererade tvättvattnet-----

Generellt visar undersökningen att mellan 30-40 % av effektförbrukningen kan sparas. Detta gäller under förutsättning att beredaren

- har läsbar termostat
- har fotpedal eller liknande
- är rätt dimensionerad
- har fullgod värmeisolering
- har god elektrisk isolering

Vad beträffar de två sistnämnda villkoren visade våra tre identiskt lika varmvattenaggregat en rent katastrofal skillnad. Den ena varmvattenberedaren hade 2,7 gånger större viltseffekt än de andra två. (Jfr kap 10:2 b).

12:2 SLUTVINJETT

Utvecklingen av ventilations- och värmeåtervinningsaggregat kommer ständigt att fortgå varför man inte helt skall avvisa tanken på att värmeåtervinna luften i små volymer, såsom i personalbodar. Projektet visade dock att det finns entusiasm och vilja att pröva och forska inom nya användningsområden.

Några ekonomiska tabeller eller kommentarer lämnas inte i detta projekt då den ekonomiska bilden ständigt ändrar karaktär och storlek varför denna del lämnas åt läsarnas egna bedömningar.

Om värmeåtervinningsaggregat kommer att användas kommer detta att ställa helt andra krav på i vårt fall arbetsplatsens ansvariga. Ständig översyn, kontroll, justeringar mm kommer att bli en viktig del i schemat.

Vad som för dagen är det bästa sättet att spara elenergi är att installera ett elektroniskt styrsystem. Det finns visserligen många olika märken och tidur på marknaden men betydelsefullt är att detta är elektroniskt utan några mekaniska tidur. Projektets elektroniska styrsystem fungerade alldeles utmärkt.

Jämförelse mellan faserna (uppvärmningseffekten)

Referensbodens elförbrukning har erhållit relationstalet 1 i samtliga jämförelser.

Fas I

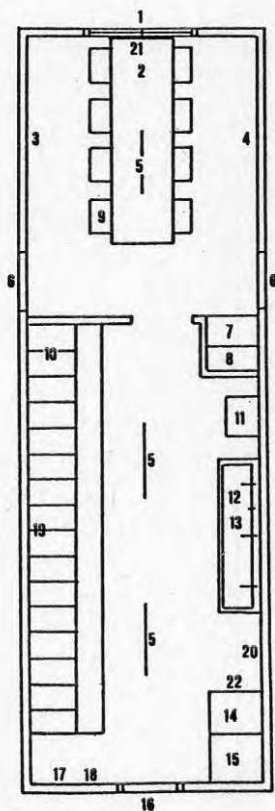
	Helger	Vardagar
Referensbod	1	1
Elektriskt styrsystem	0,392	0,535
Vvx-aggregat	0,754	1,171

Fas II

	Helger	Vardagar
Referensbod	1	1
Elektroniskt styrsystem	0,273	0,453
Vvx-aggregat integrerad med vvb	0,718	-

Fas III

	Helger	Vardagar
Referensbod	1	1
Luftaggregat	0,974	0,910



1. Tre-glasfönster med persienn
2. Matbord 2,4 x 0,7 m
3. Anslagstavla
4. 8 st klädkrokar
5. Lysrörsarmatur
6. Lösa väggblock
7. Kylskåp
8. Matvärneskåp
9. 8 st stolar
10. 16 st klädsåp /Alt. 8 st klädsåp och 8 st klädfask/
11. Papperskorg och torkpapper
12. Tvättränneaggregat inkl. varmvattenberedare
13. 3 st väggspeglar
14. Skåp för 'första hjälp' och lagbas
15. Städskåp / förvaringskåp
16. Låsbart dörrblock
17. Plats för ventilations- och värmeåtervinningsaggregat
18. Elcentral med automatik
19. /Ev. rörradiatorer under klädsåp/fack /
20. Panelradiator
21. Panelradiator
22. Väggblockställ

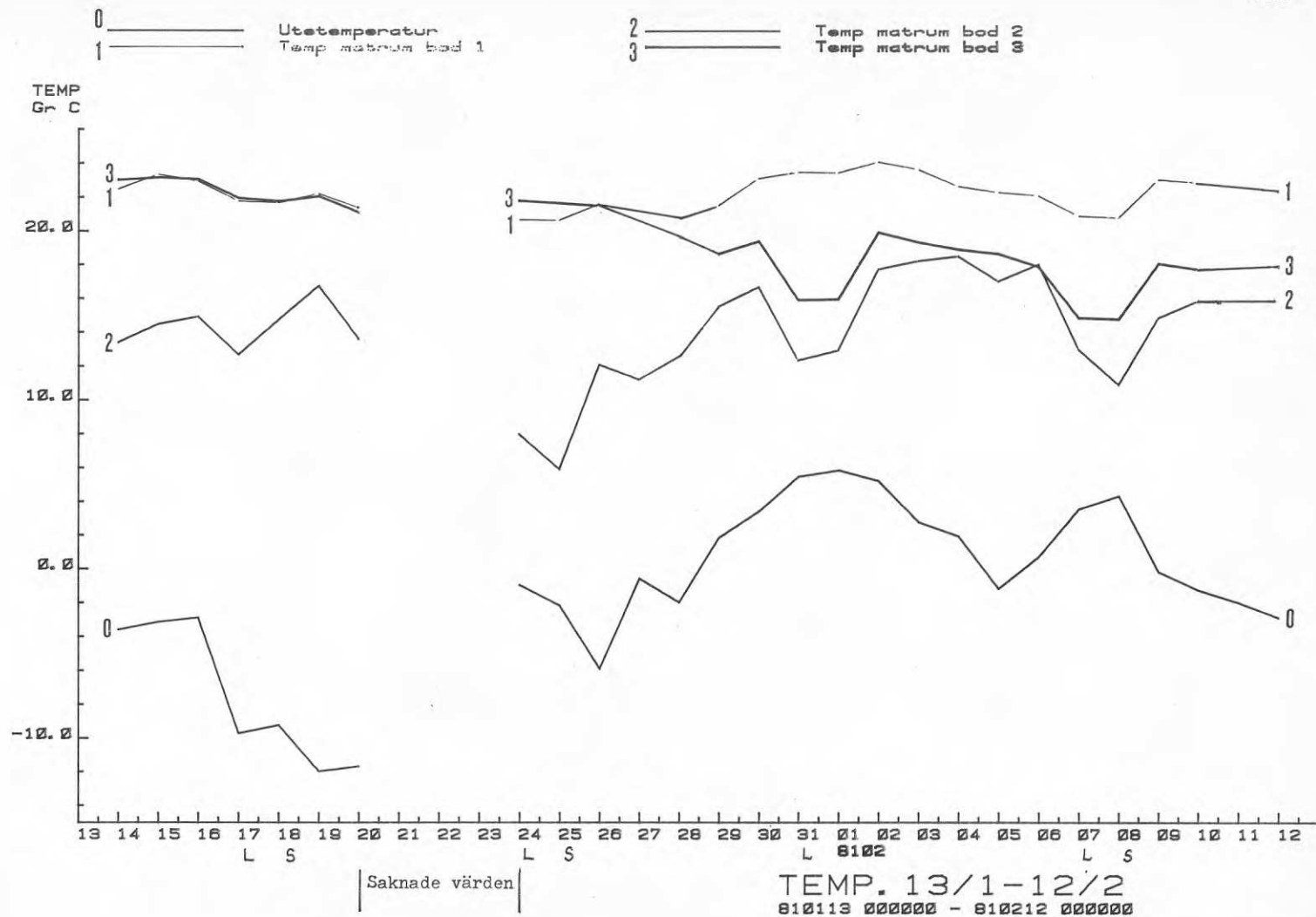
BODENERGIPROJEKTET 1980/81 HUVUDMENY

DAG-NR: 000 KLOCKAN 00.00.00

PROGRAM 0	DAG-NR + TID
1	HÄNDELSE
2	TEMPERATURER
3	ELFÖRBRUKNING
4	VATTENFÖRBRUKNING
5	SOLARIMETER
6	AKTUELLA MÄTVÄRDEN
9	AVSLUTNING

VAL



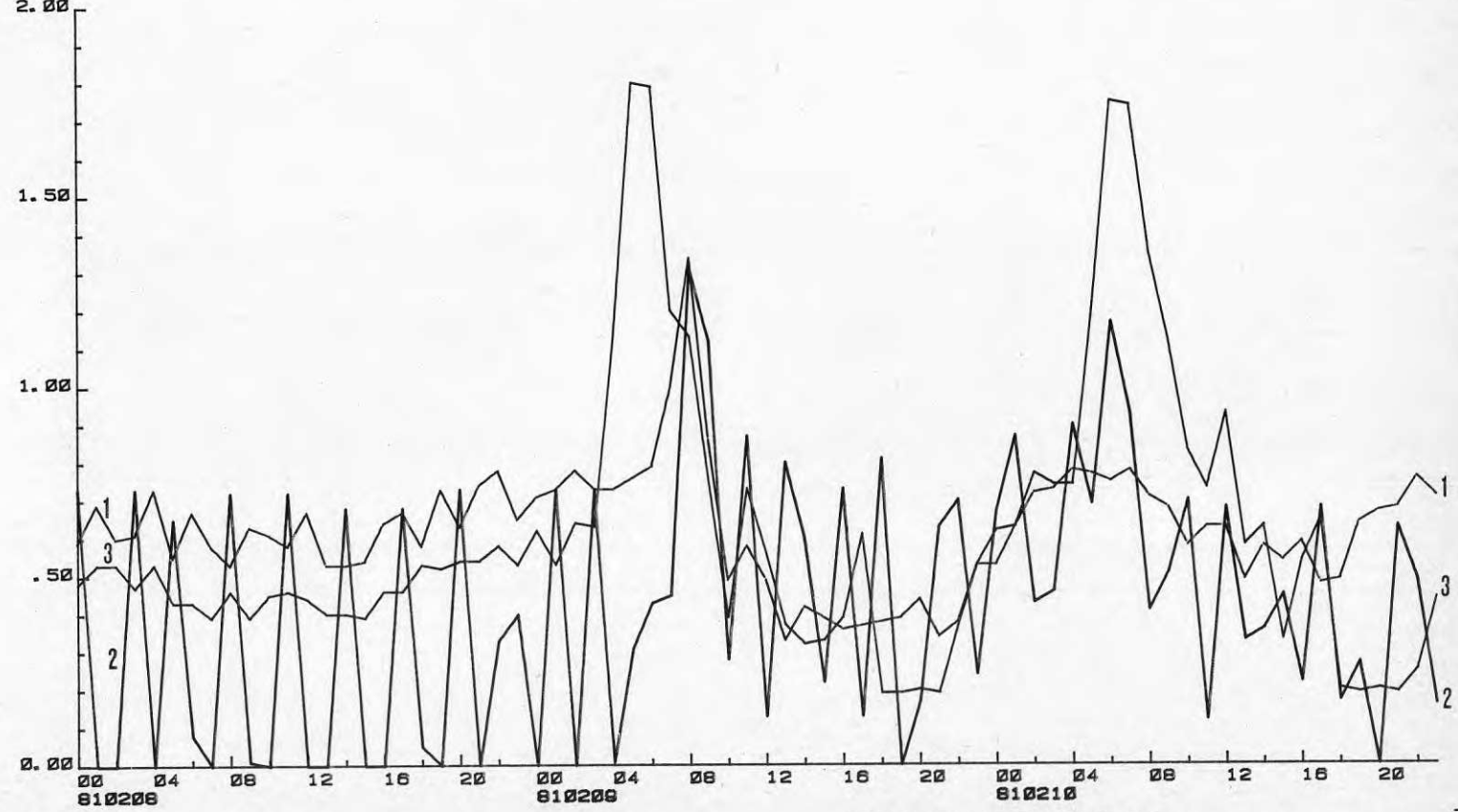




1 ————— E1 radiatorer bod 1  
2 ————— E1 radiatorer bod 2

3 ————— E1 varmegg bod 3

EFFEKT  
Kwh  
2.00

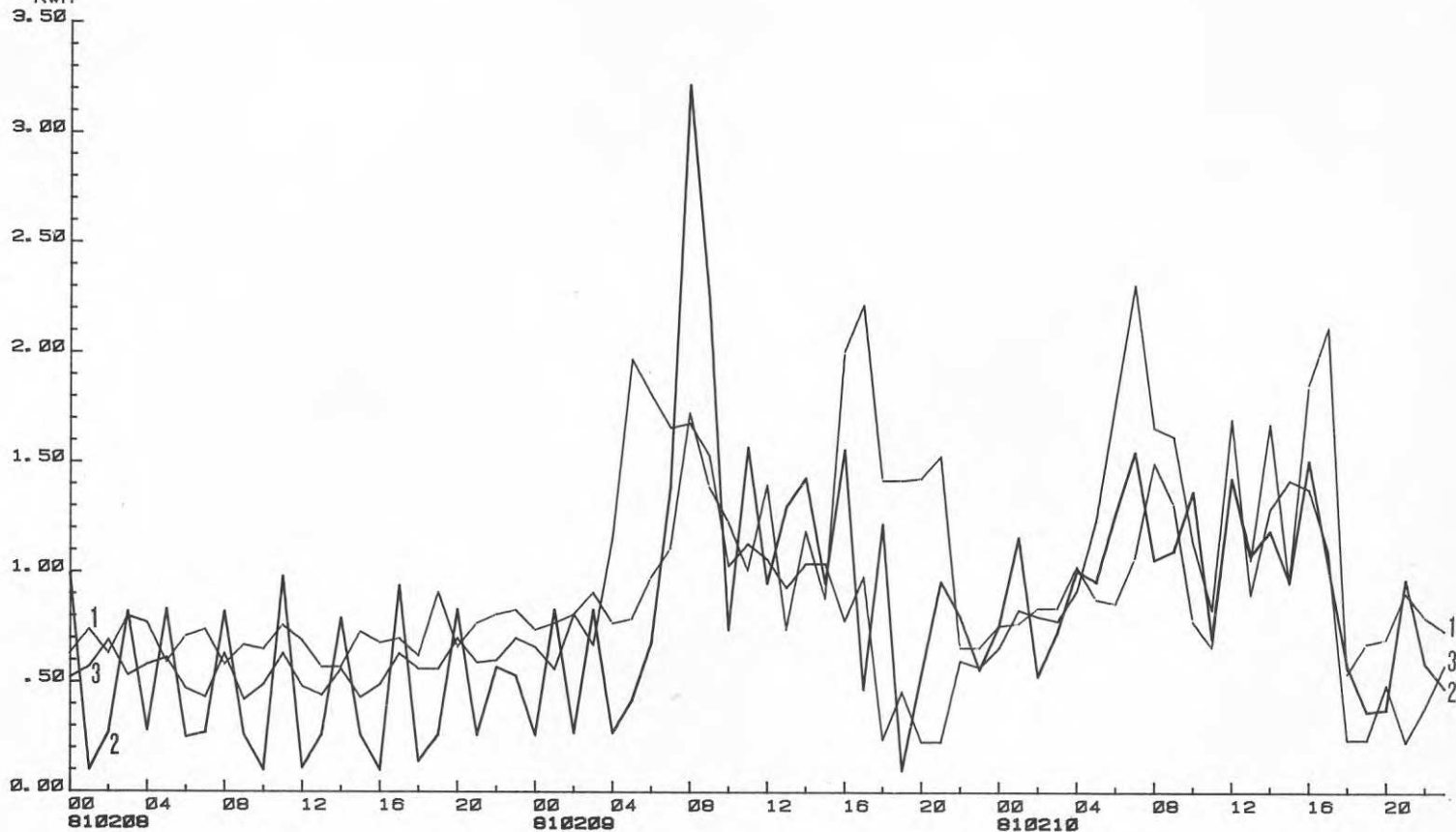


UPPVAERMNING  
810208 000000 - 810210 230000

1 ———— Elektroal bod 1  
2 ———— Elektroal bod 2

3 ———— Elektroal bod 3

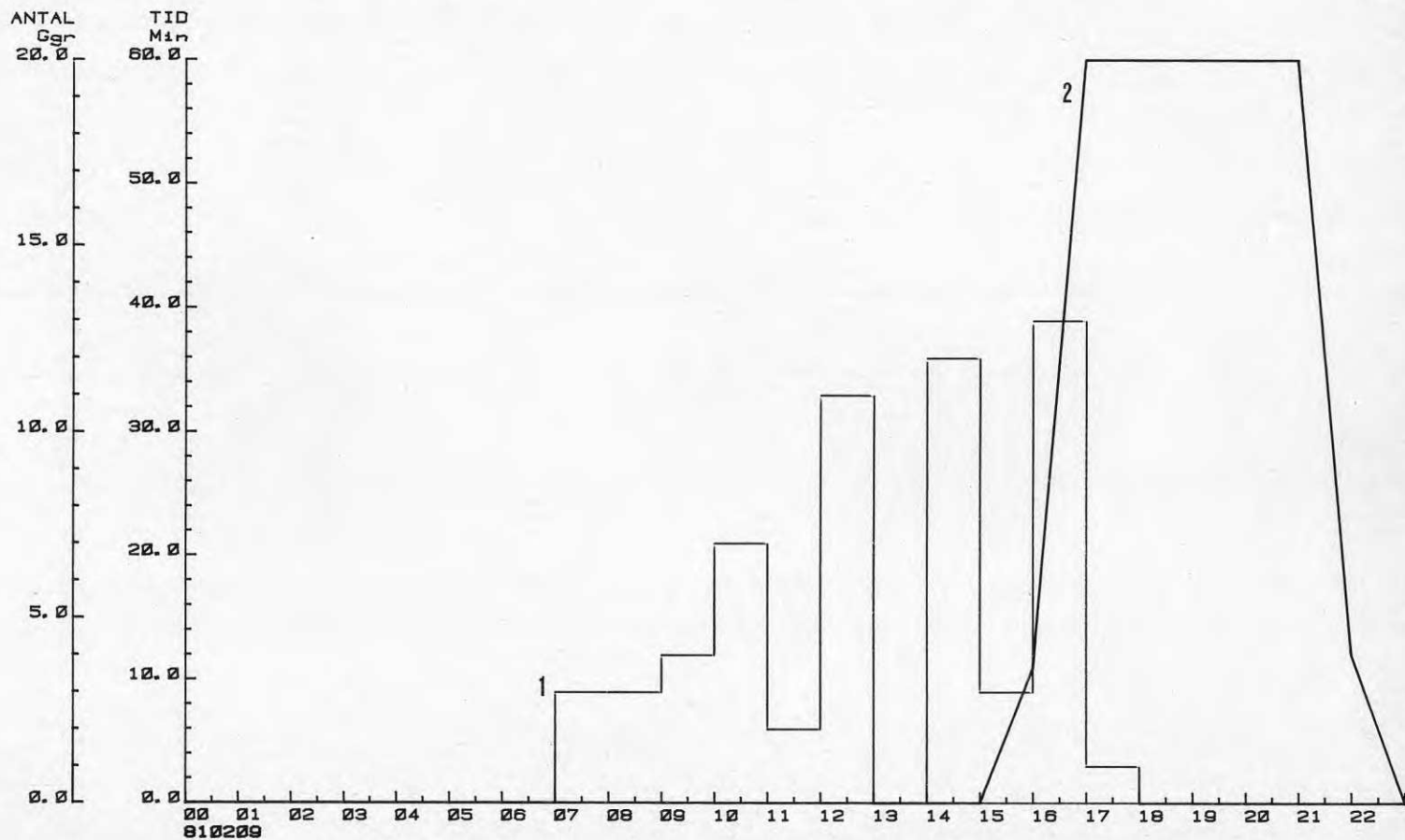
EFFEKT  
Kwh  
3.50



TOTAL EFFEKT  
810208 000000 - 810210 230000

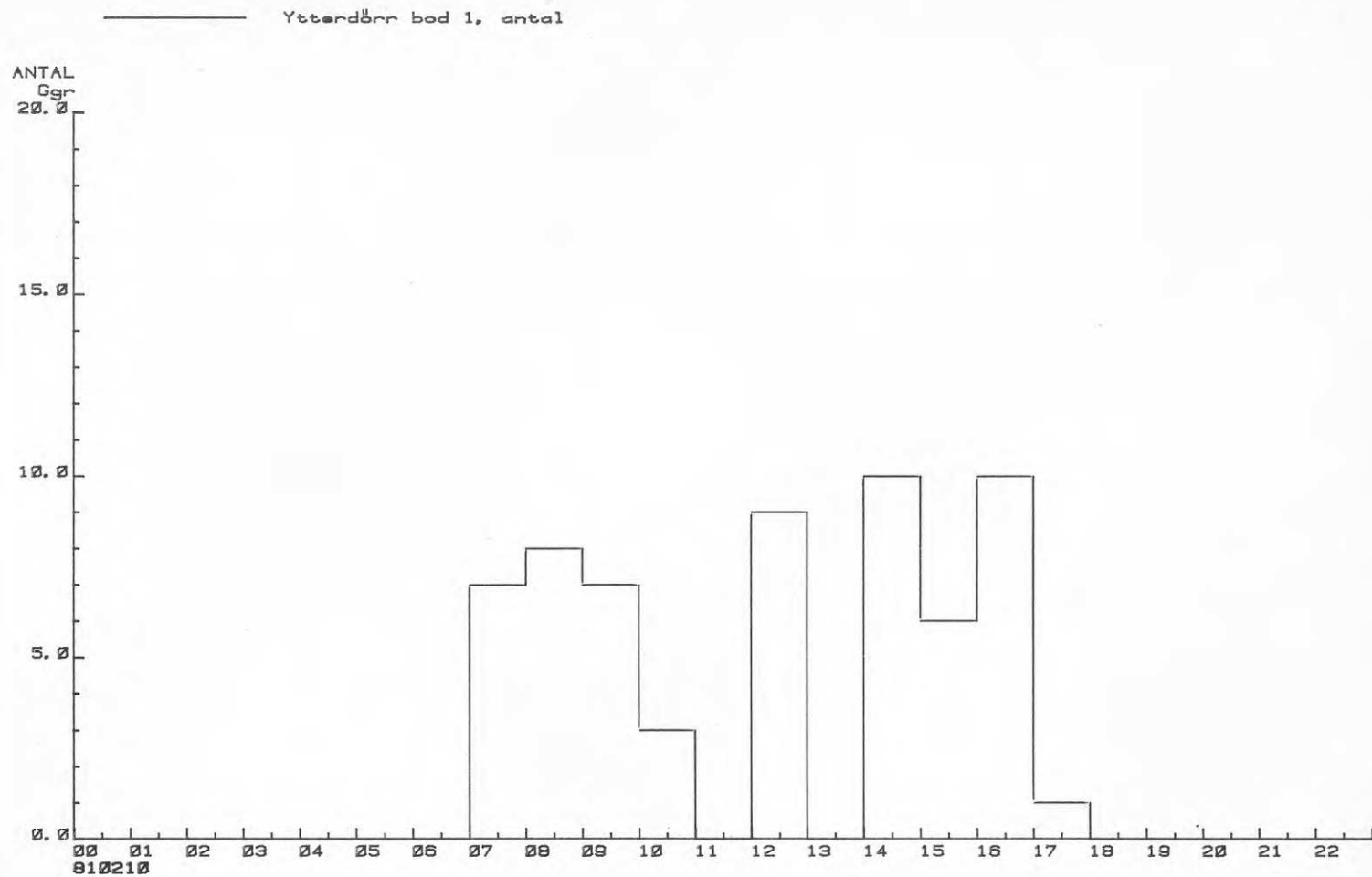
1 ————— Ytterdørn bod 1, antal

2 ————— Torkekåp bod 1, min/tim



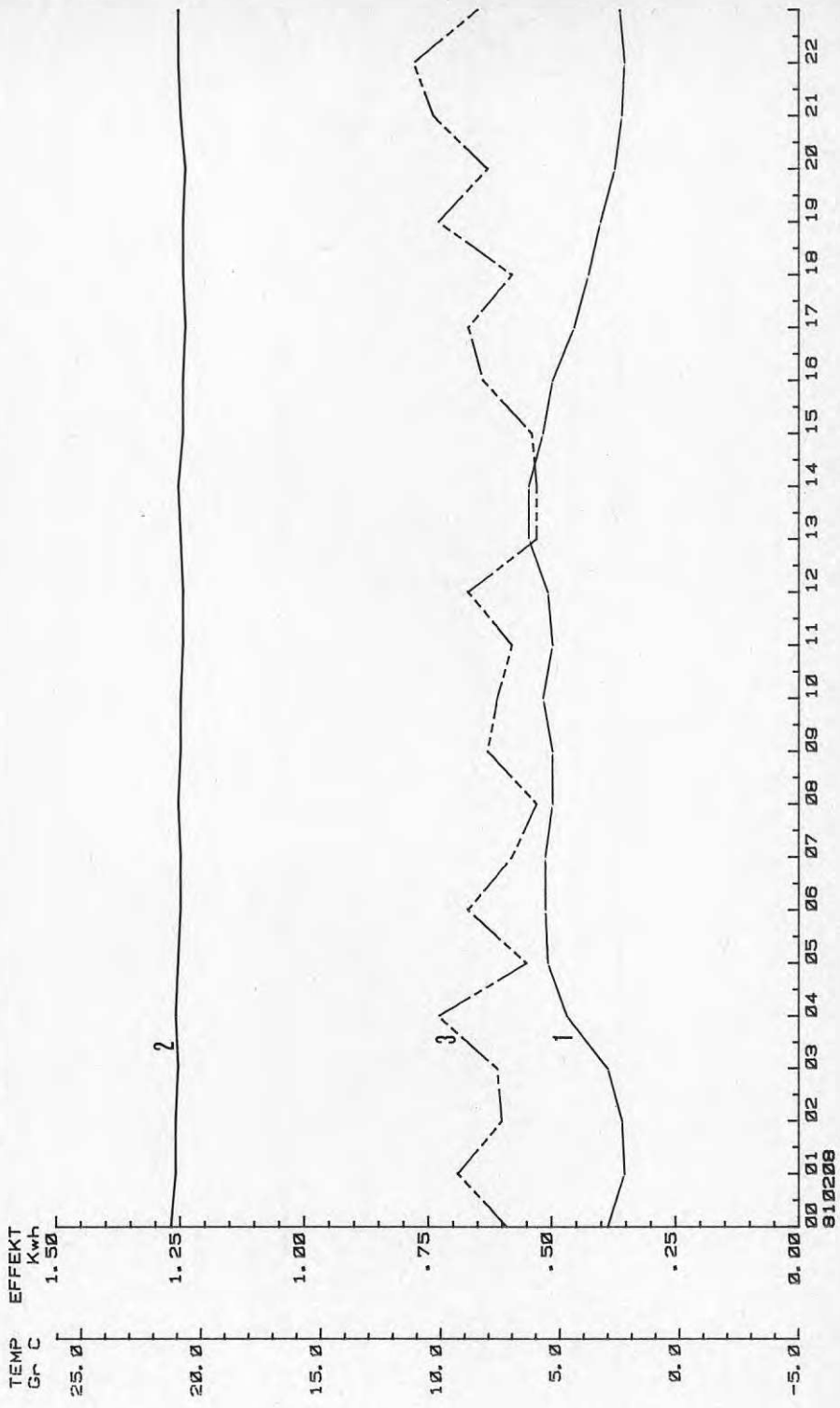
HÆNDELSER

810209 000000 - 810209 230000



HAENDELSER  
810210 000000 - 810210 230000

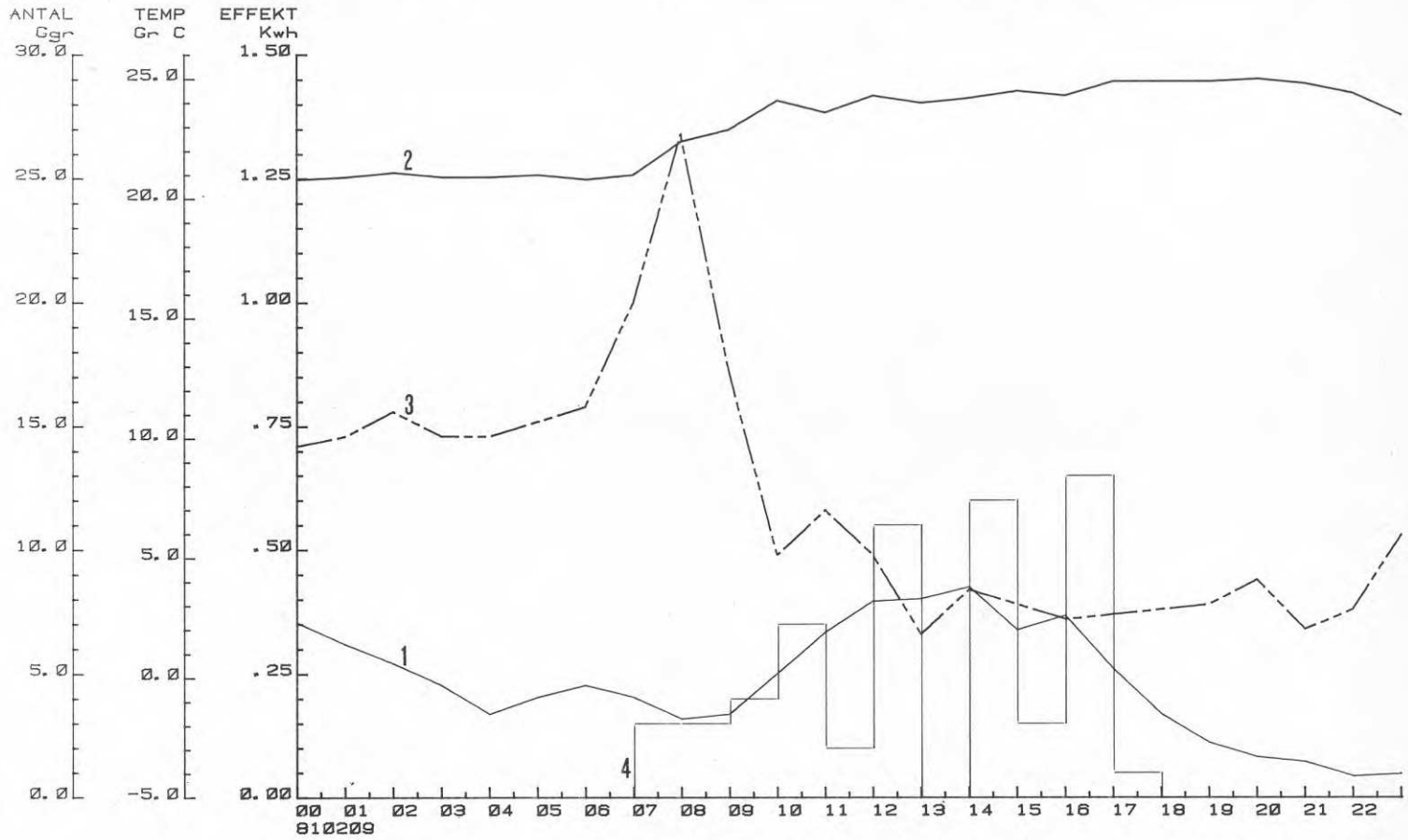
1 ————— Utetemperatur  
 2 ————— Temp matrum bod 1  
 3 - - - - - E1 radiatorer bod 1



EFFEKTf. och TEMP.  
 810208 000000 - 810208 230000

1 ——— Utetemperatur  
 2 ——— Temp matrum bod 1

3 - - - - - El radiatorer bod 1  
 4 ——— Ytterdörr bod 1, antal

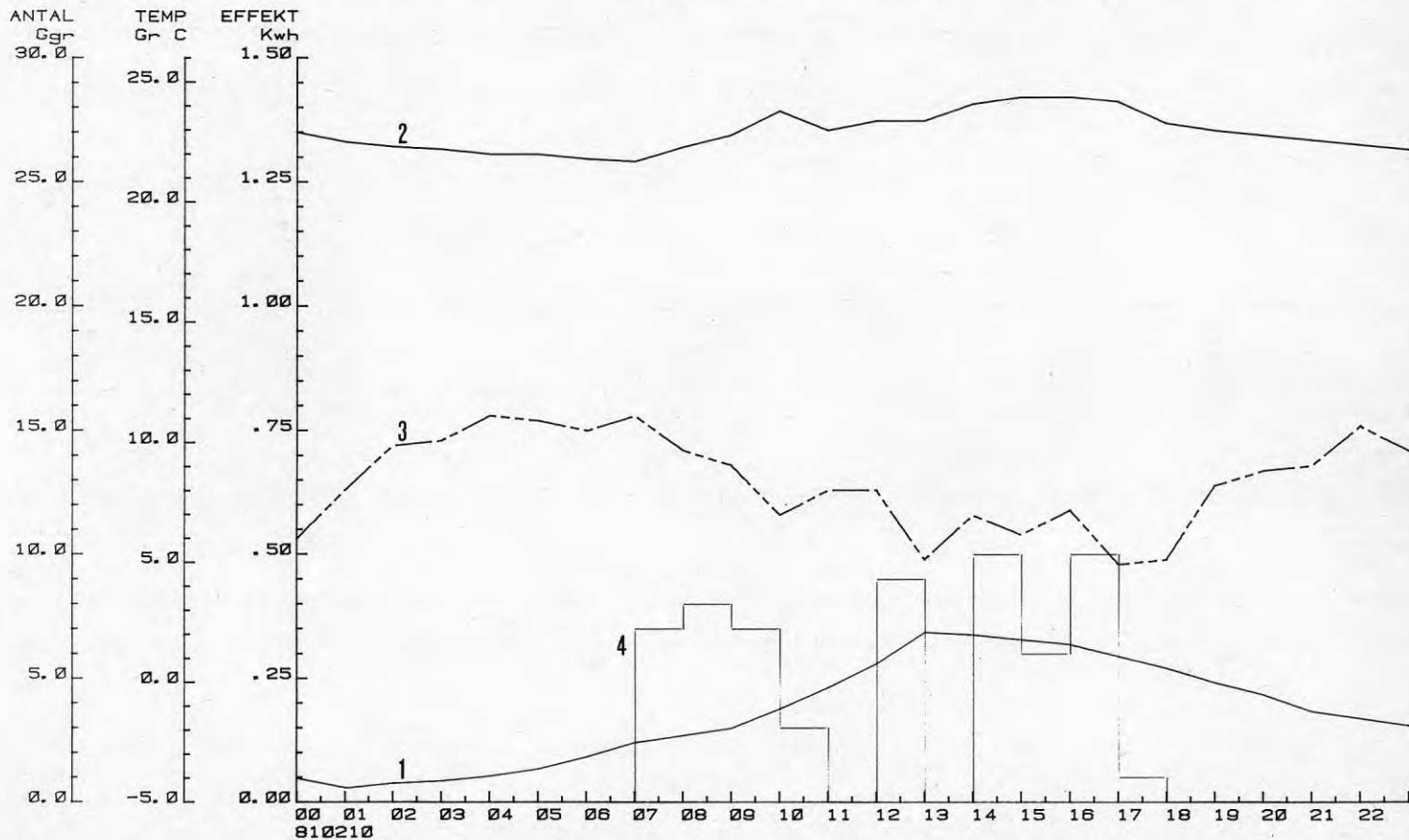


EFFEKTFF. och TEMP.  
 810209 000000 - 810209 230000

1 ——— Utetemperatur  
 2 ——— Temp matrum bod 1

3 - - - - - El radiatorer bod 1  
 4 ——— Ytterdörr bod 1, antal

9-14



EFFEKTf. och TEMP.  
 810210 000000 - 810210 230000

1 - - - - - El radiatorer bod 1  
 2 - - - - - El Øvrigt bod 1

3 - - - - - El vvb bod 1

EFFEKT  
Kwh

1.50

1.25

1.00

.75

.50

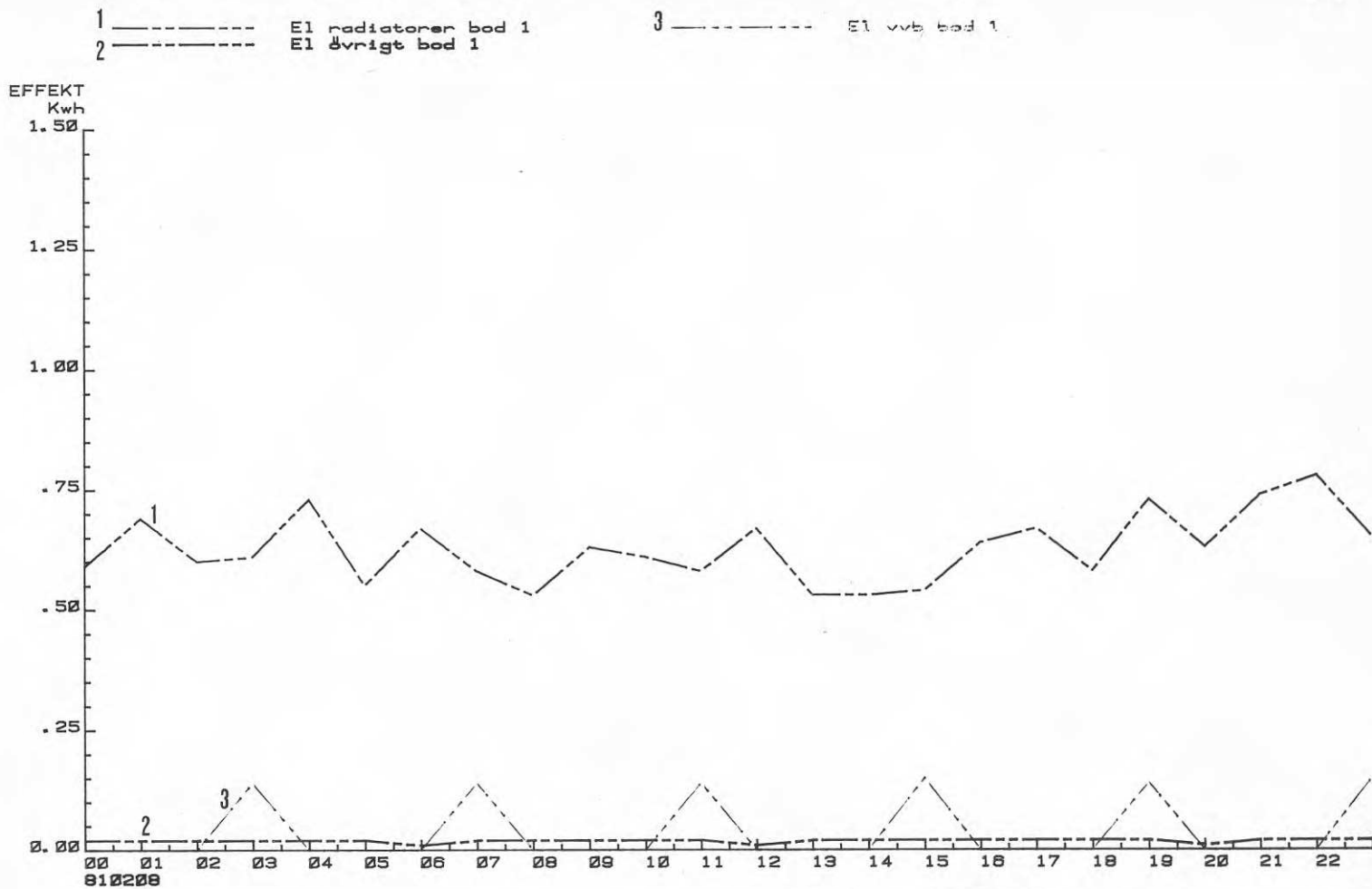
.25

0.00

00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22  
 810208

DEL EFFEKTER

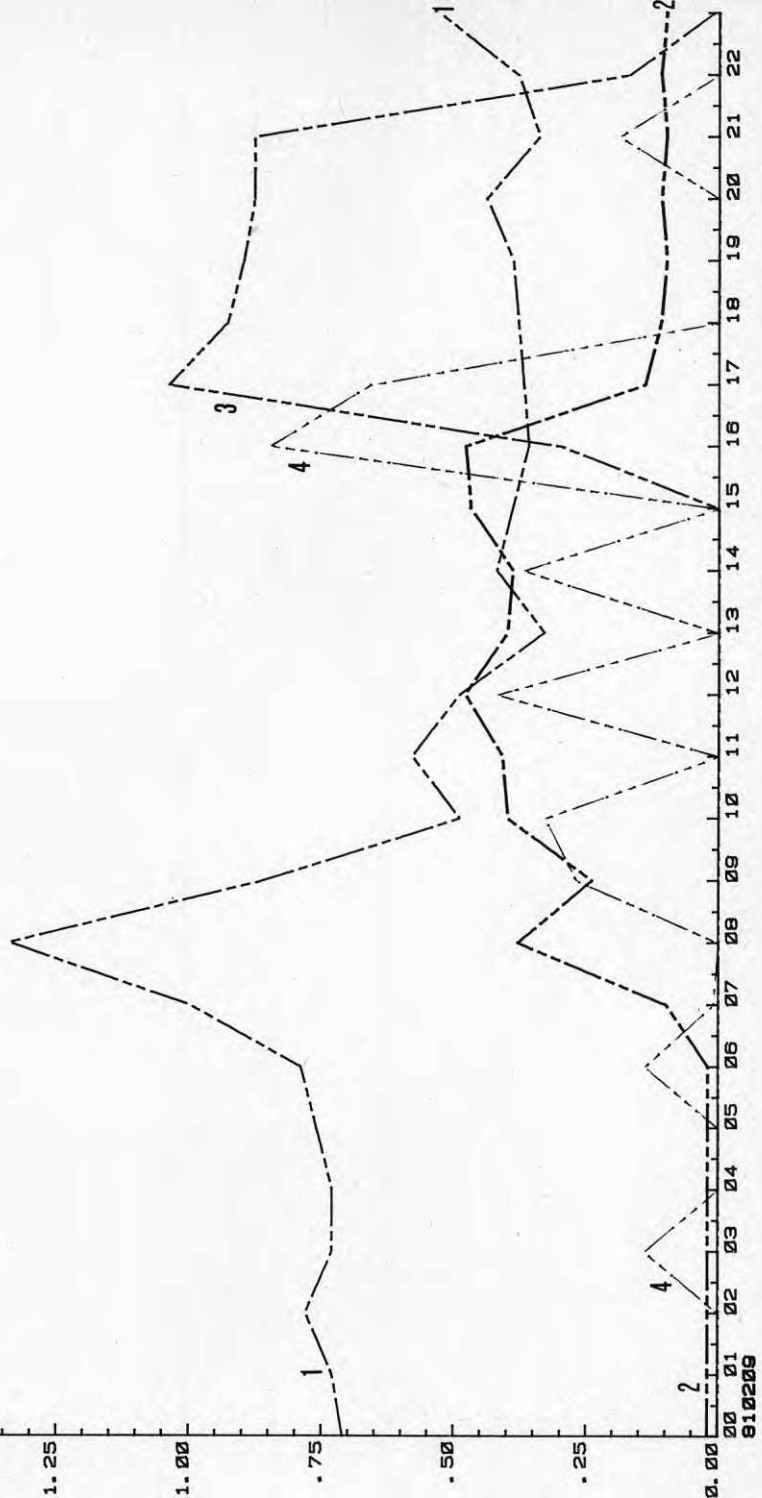
810208 000000 - 810208 230000



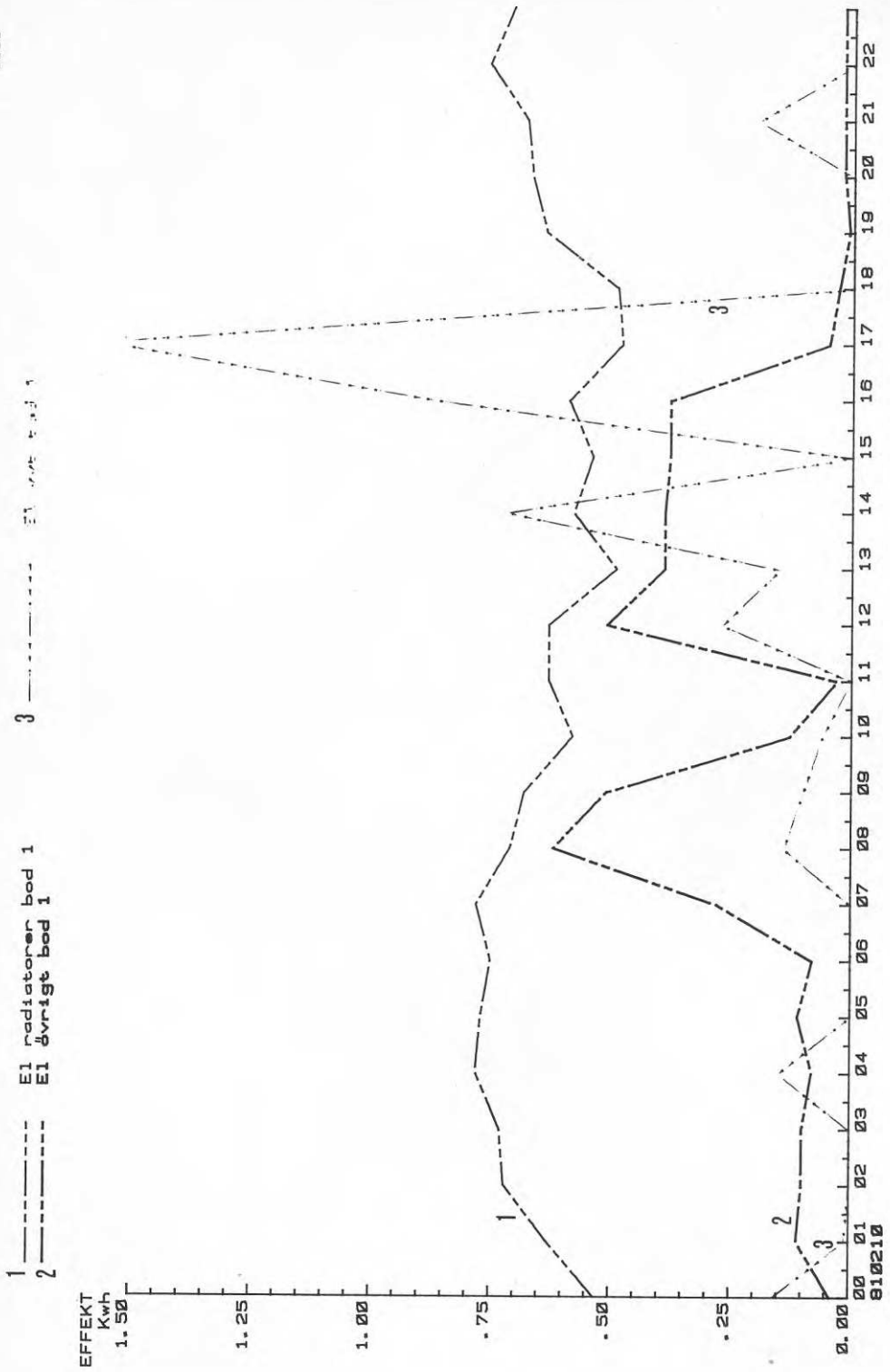


1 - - - - - El radiatorer bod 1  
 2 - - - - - El øvrigt bod 1  
 3 - - - - - El tørkekåp bod 1  
 4 - - - - - El vvb bod 1

EFFEKT  
Kwh  
1.50



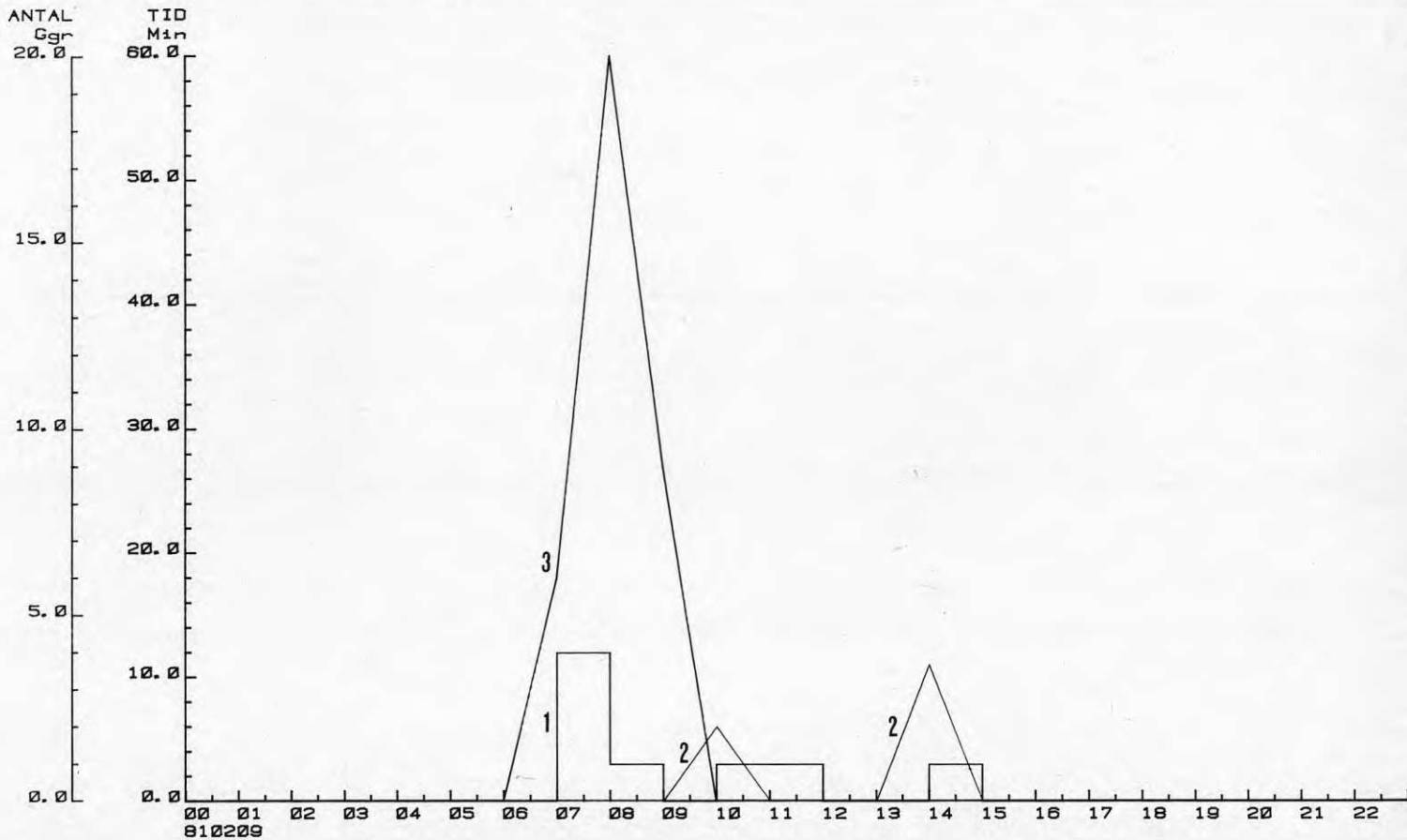
DEL EFFEKTER  
810209 000000 - 810209 230000



DEL EFFEKTER  
810210 000000 - 810210 230000

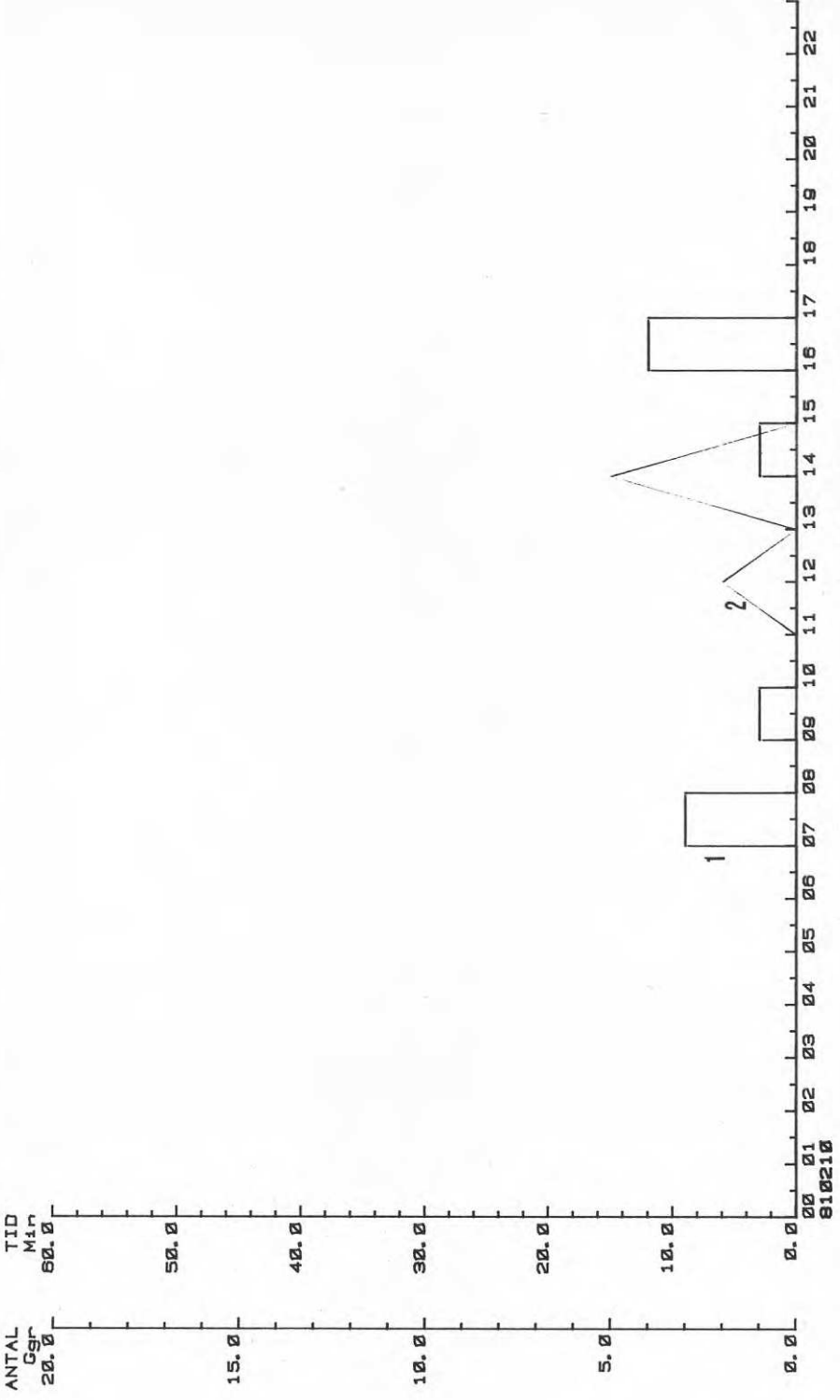
1 ————— Ytterdörr bod 2, antal  
 2 ————— Fönster bod 2, min/tim

3 ————— Torkekåp bod 2, min/tim



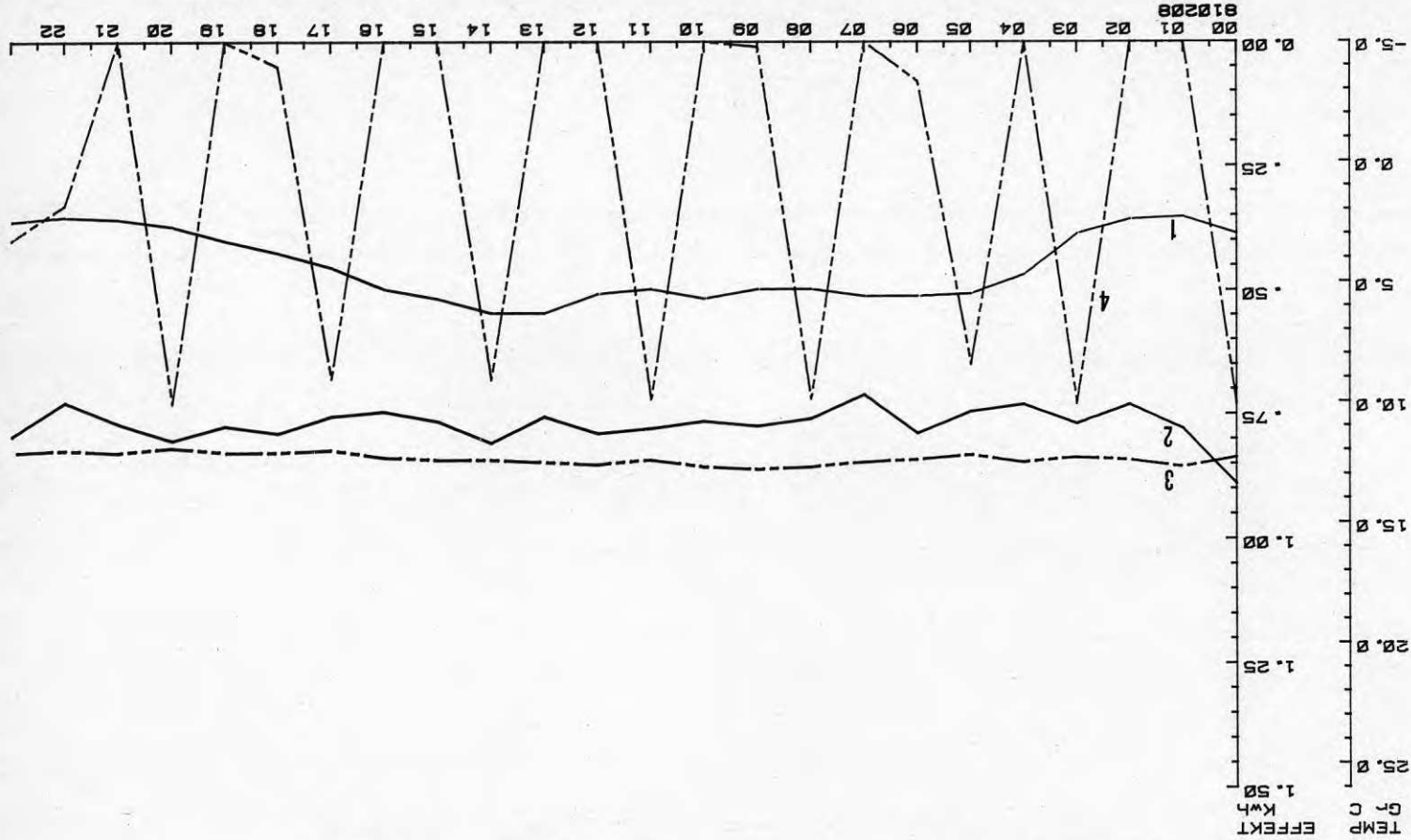
HAENDELSER  
 810209 000000 - 810209 230000

1 — Ytterdørr bod 2. antal 2 —



HAENDELSER  
810210 000000 - 810210 230000

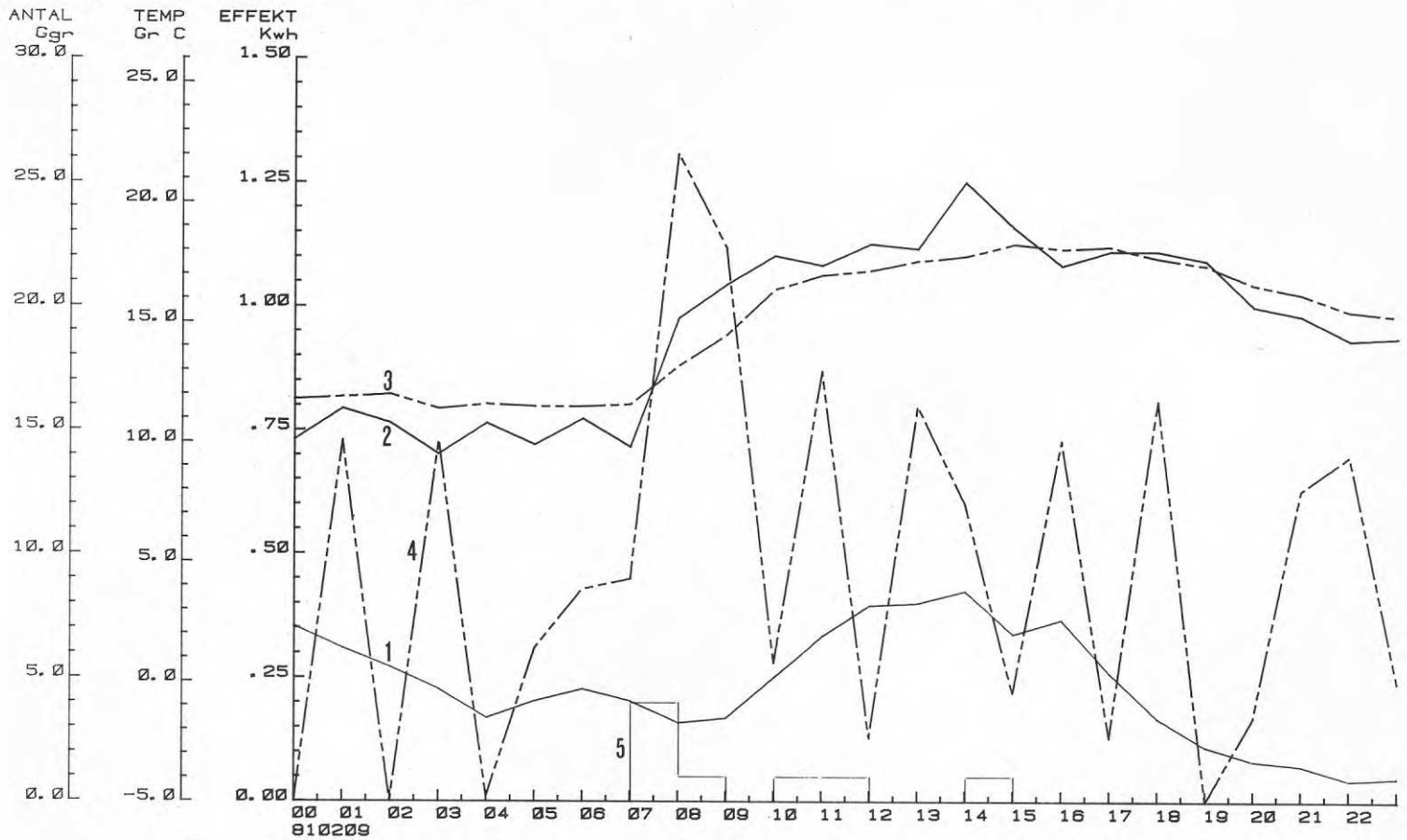
EFFEKTIF. OCH TEMP.  
812208 000000 - 812208 230000



1 ———— Utetemperatur  
 2 ———— Temp matrum bod 2  
 3 - - - - - Temp 1 vindfång bod 2  
 4 ······· EI radiatorer bod 2

1 ————— Utetemperatur  
 2 ————— Temp matrum bod 2  
 3 - - - - - Temp i vindfång bod 2

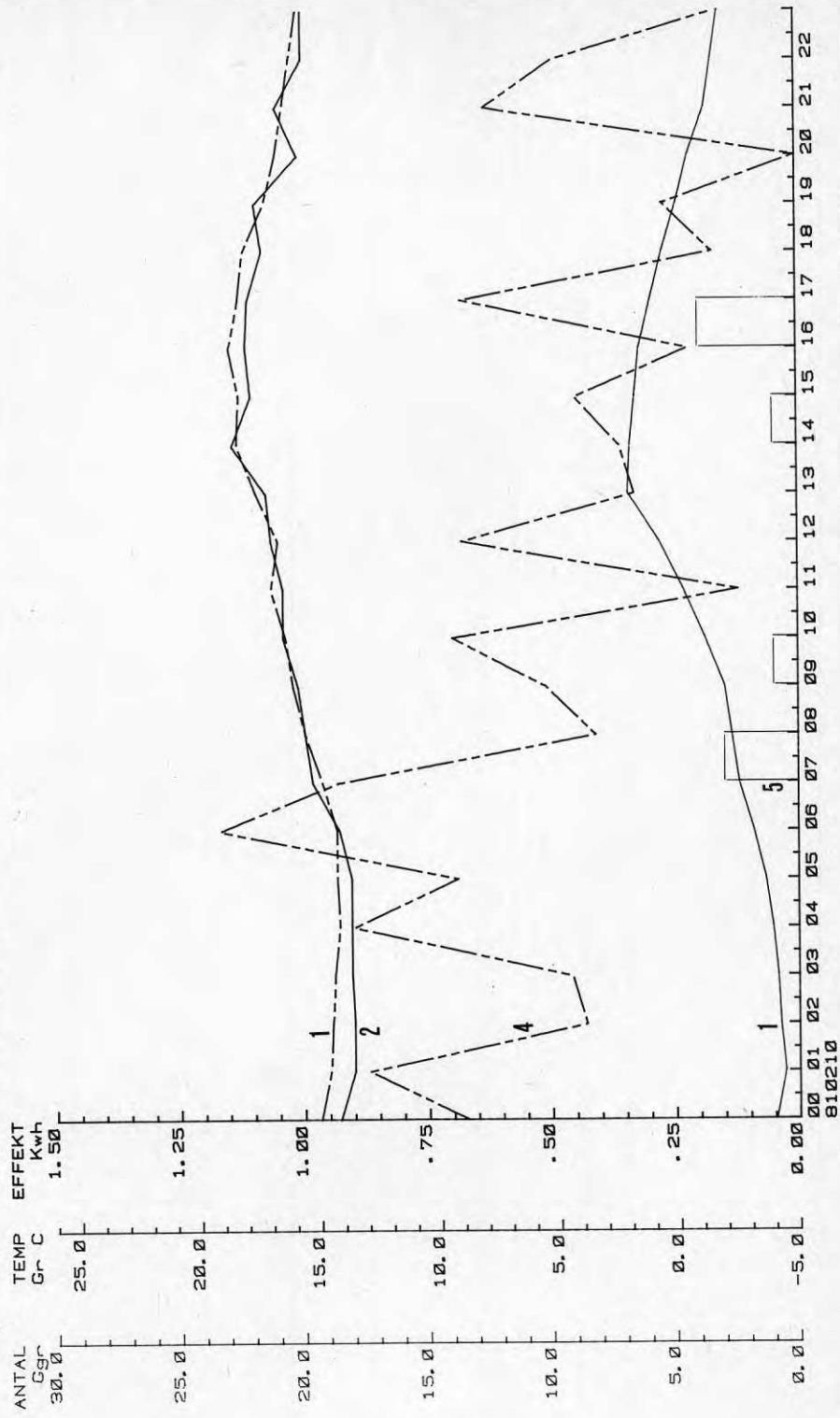
4 - - - - - El radiatorer bod 2  
 5 ————— Ytterdörr bod 2, antal



EFFEKTf. och TEMP.  
 810209 000000 - 810209 230000

4 - - - - - E1 radiatorer bod 2  
 5 - - - - - Ytterdörr bod 2, antal

1 - - - - - Ute temperatur  
 2 - - - - - Temp matrum bod 2  
 3 - - - - - Temp i vindfång bod 2



EFFEKT F. och TEMP.  
 810210 000000 - 810210 230000

1 - - - - - E1 radiatorer bod 2  
 2 - - - - - E1 øvrigt bod 2

3 ————— E1 VVS bod 2

EFFEKT  
Kwh

1.50

1.25

1.00

.75

.50

.25

0.00

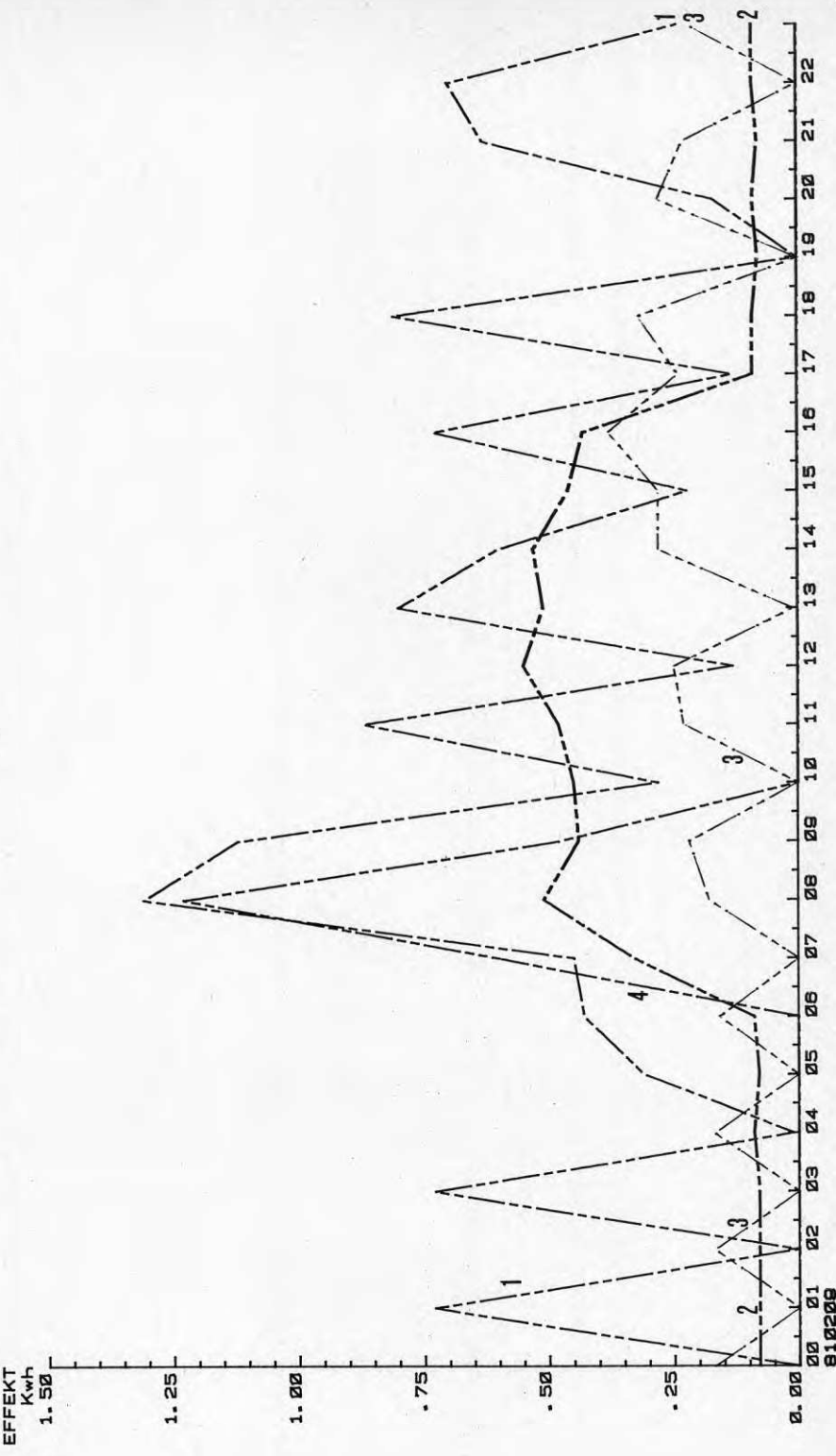
00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22  
 810208

DEL EFFEKTER

810208 000000 - 810208 230000



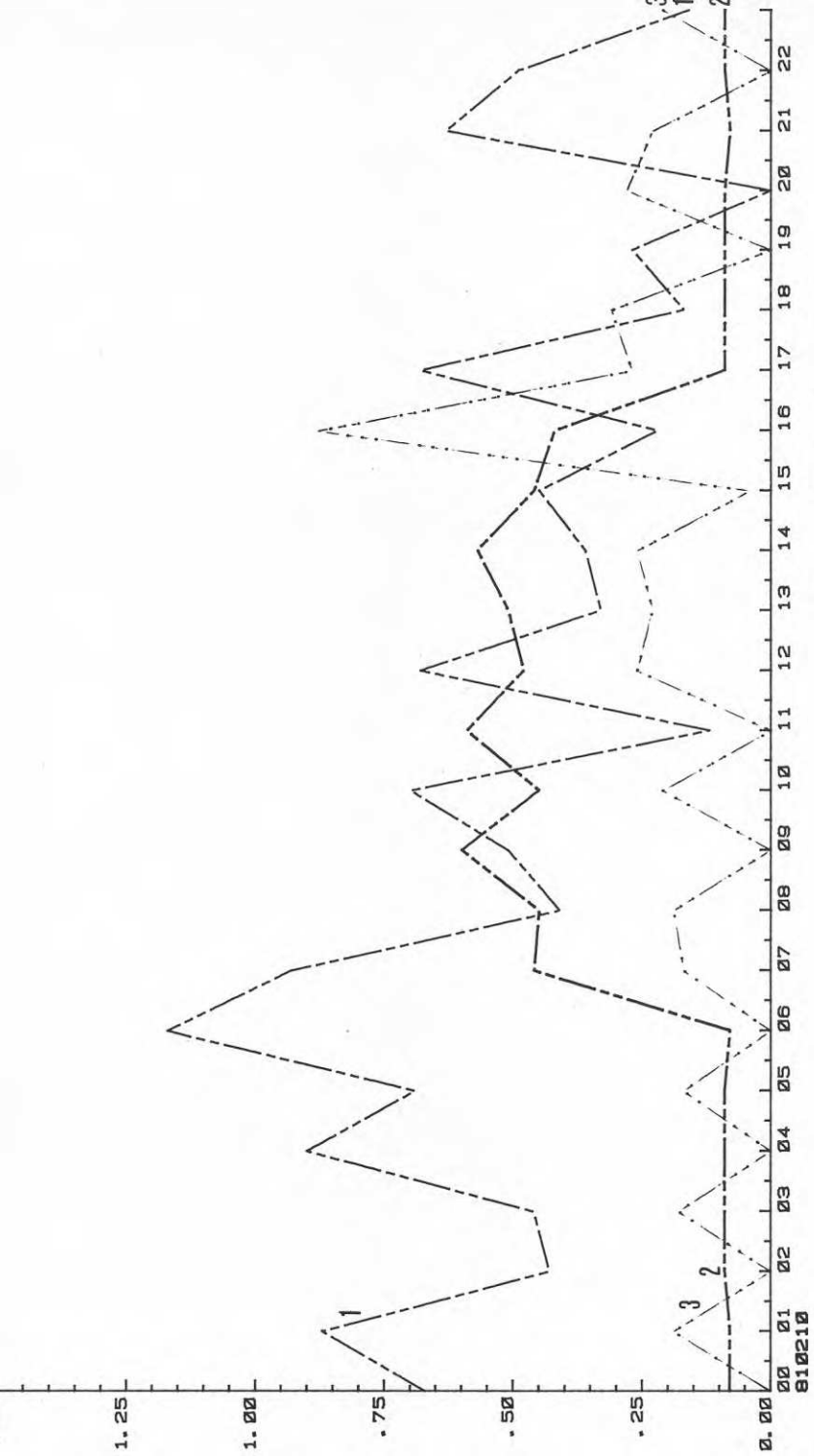
1 - - - - - E1 radiatorer bed 2  
 2 - - - - - E1 øvrigt bed 2  
 3 - - - - - E1 tørkekåp bed 2  
 4 - - - - - E1 vvb bed 2



DEL EFFEKTER  
 810208 000000 - 810208 230000

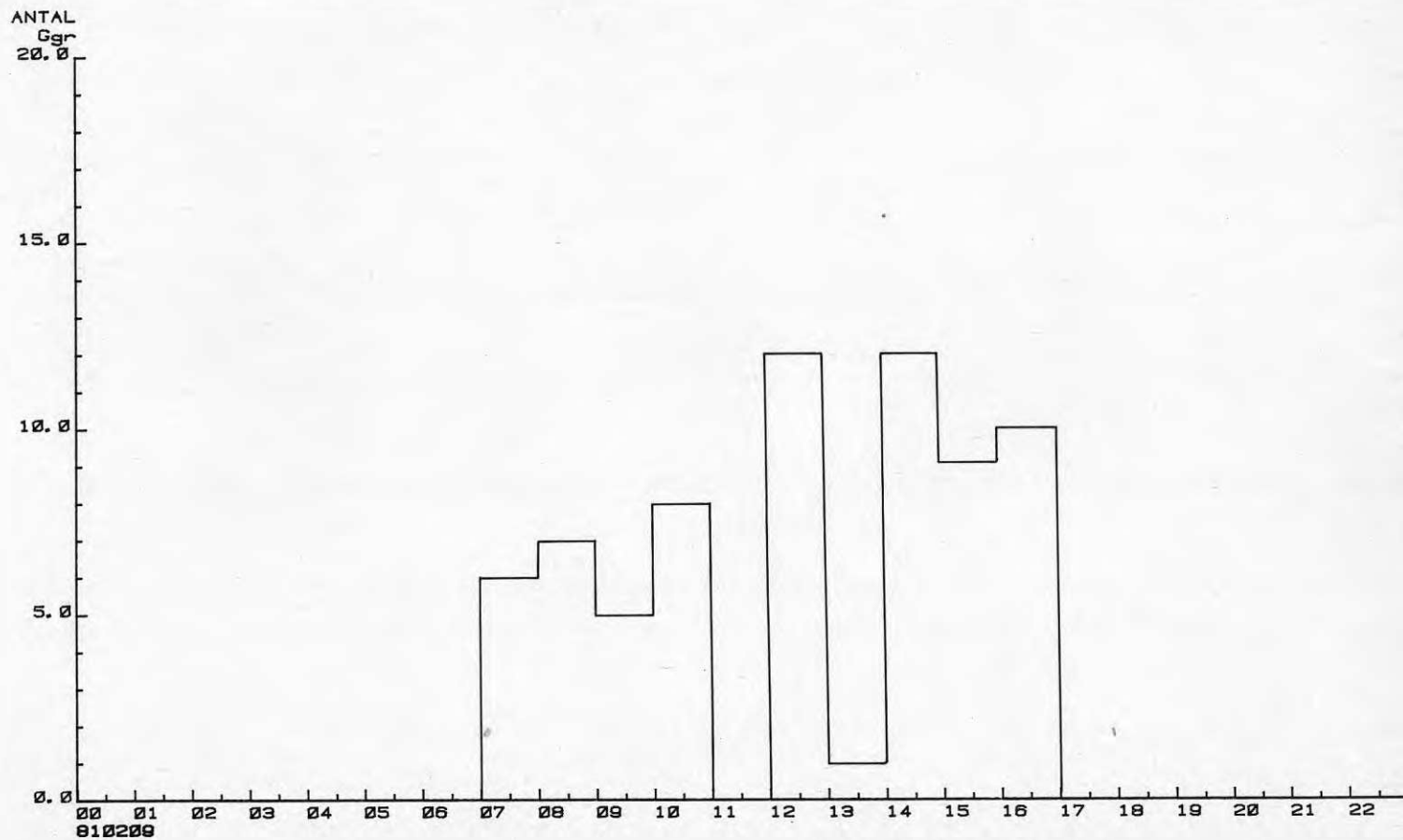
1 - - - - - El radiatorer bod 2  
2 - - - - - El øvrigt bod 2  
3 - - - - - El vent faner 2

EFFEKT  
Kwh  
1.50



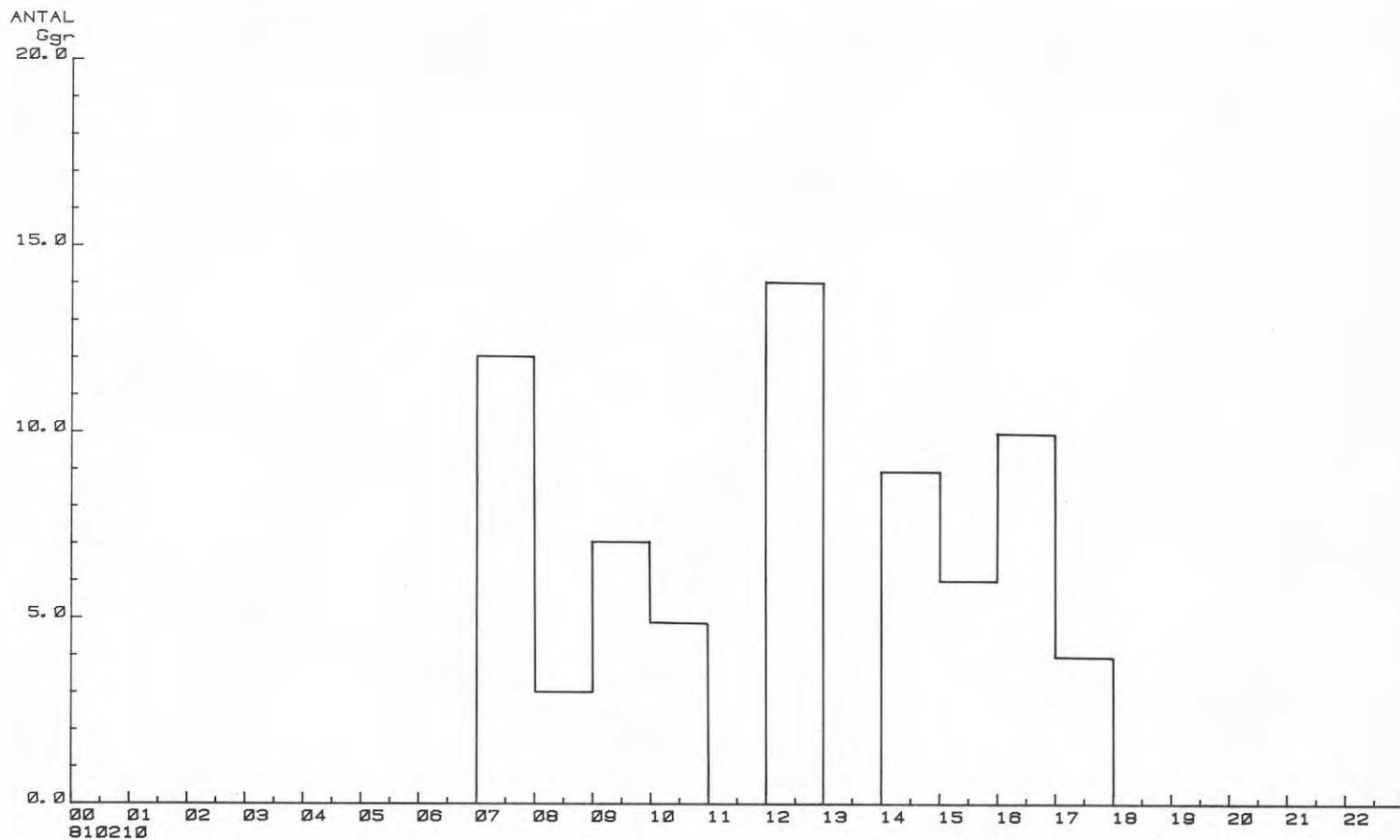
DEL EFFEKTER  
810210 000000 - 810210 230000

Ytterdörrar bod 3, antal

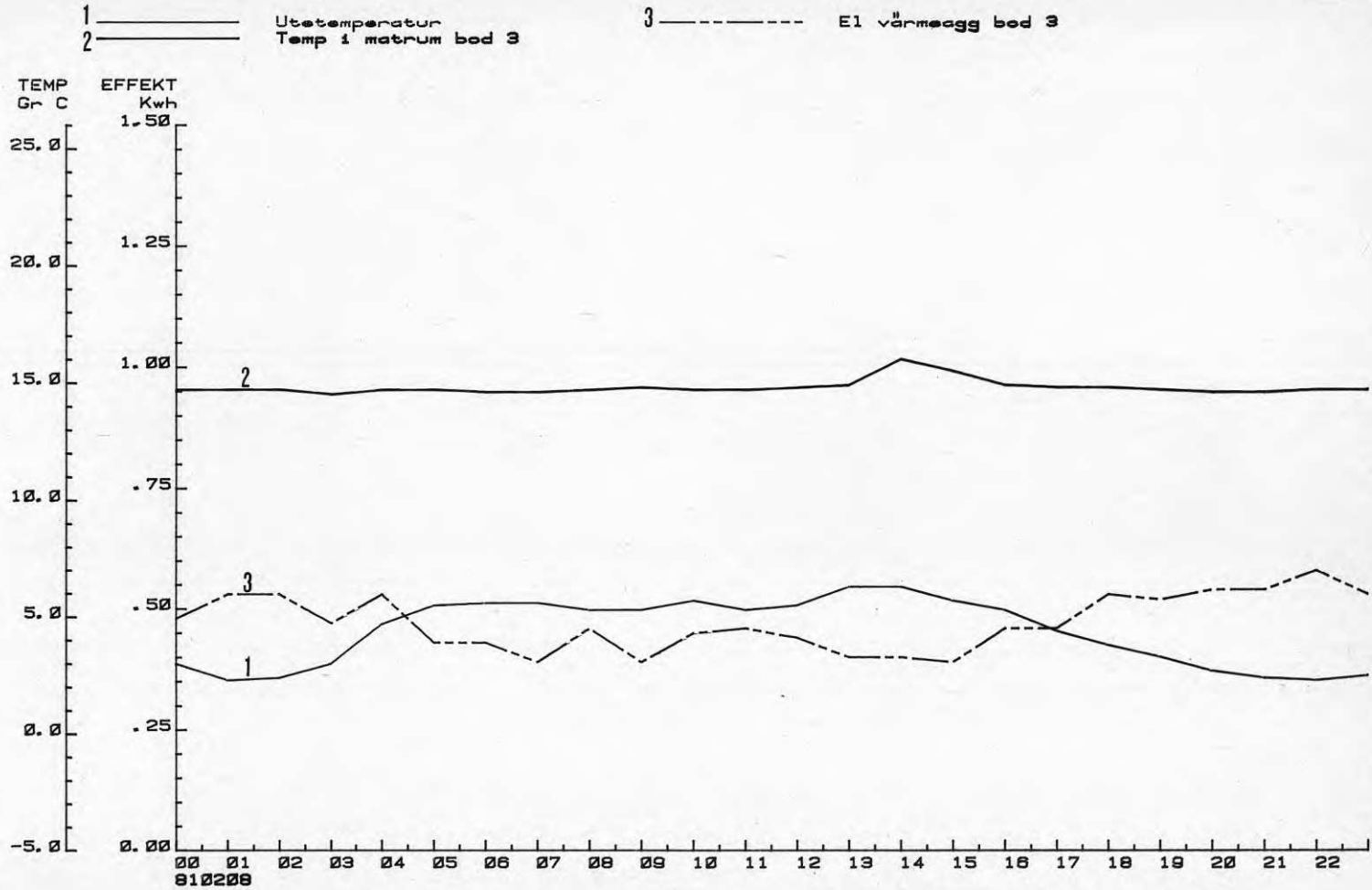


HAENDELSER  
810209 000000 - 810209 230000

Ytterdørn bod 3, antal

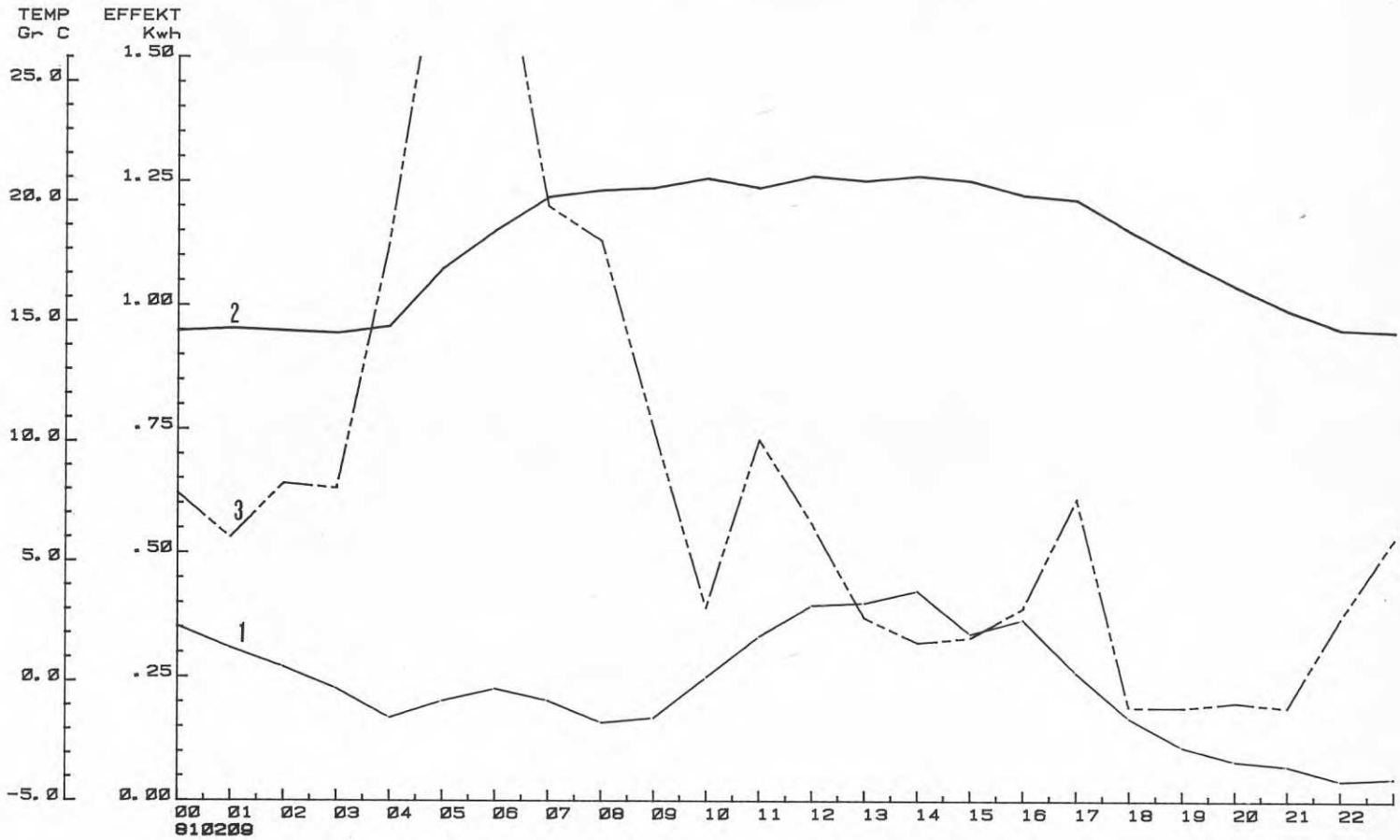


HAENDELSER  
810210 000000 - 810210 230000



EFFEKTf. och TEMP.  
 810200 000000 - 810200 230000

1 ————— Utetemperatur  
 2 ————— Temp i matrum bod 3  
 3 - - - - - E1 värmeagg bod 3

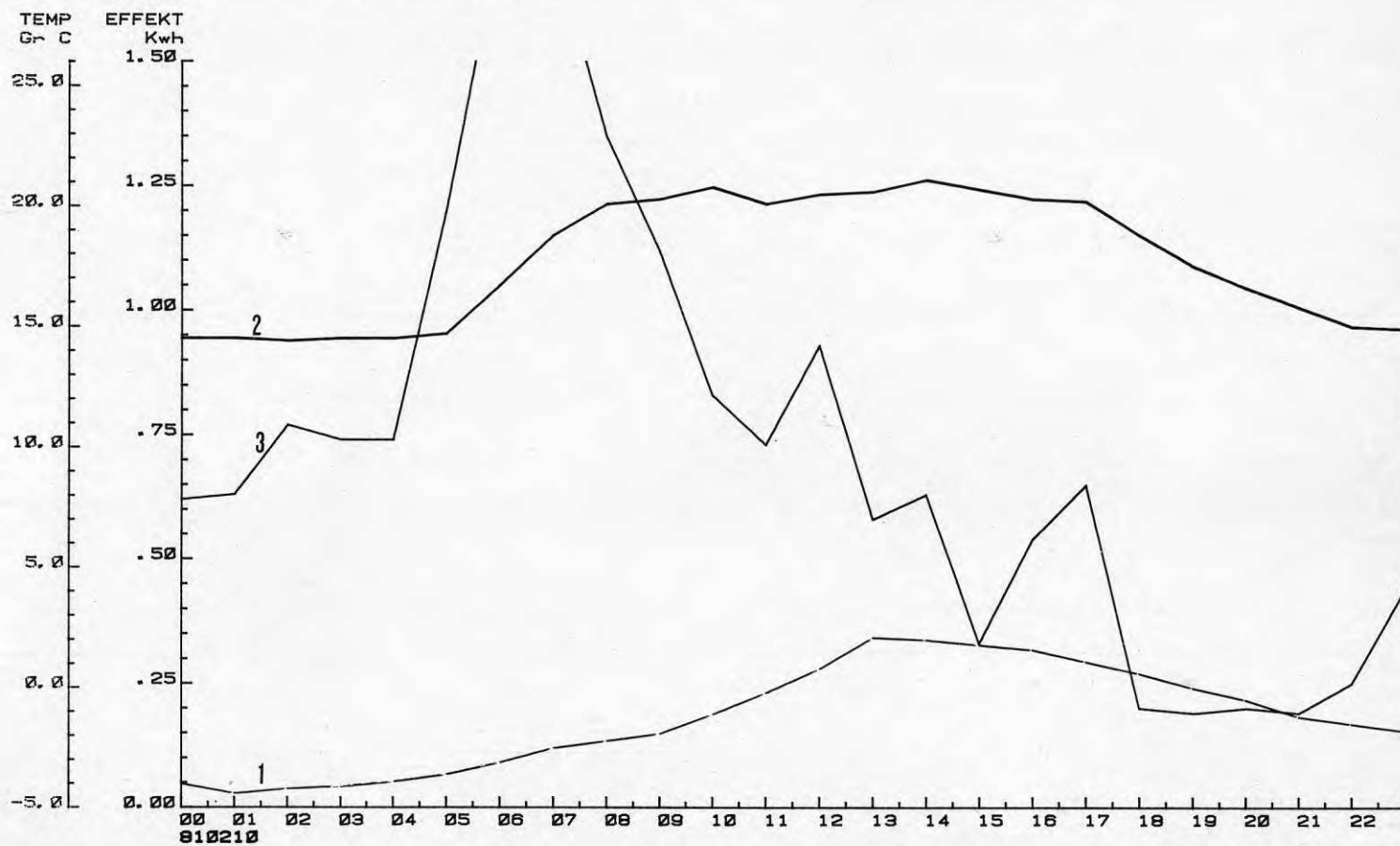


EFFEKTf. och TEMP.  
 810209 000000 - 810209 230000

1 ——— Utetemperatur  
 2 ——— Temp i matrum bod 3

3 ——— El värmeagg bod 3

10-14



EFFEKT. och TEMP.  
 810210 000000 - 810210 230000

1 } ----- E1 vrb. bod 3  
2 } ----- E1 vrb. bod 3

1 ----- E1 värmeagg bod 3  
2 ----- E1 övrigt bod 3

EFFEKT  
Kwh

1.50

1.25

1.00

.75

.50

.25

0.00

810208

3

2

22

21

20

19

18

17

16

15

14

13

12

11

10

09

08

07

06

05

04

03

02

01

DEL EFFEKTER

810208 000000 - 810208 230000



E1 värmeegg bod 3

E1 s rvt bod 3

E1 värmeegg bod 3

E1 s rvt bod 3

1

2

EFFEKT

Kwh

1.50

1.25

1.00

.75

.50

.25

0.00

2

3

00

01

02

03

04

05

06

07

08

09

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

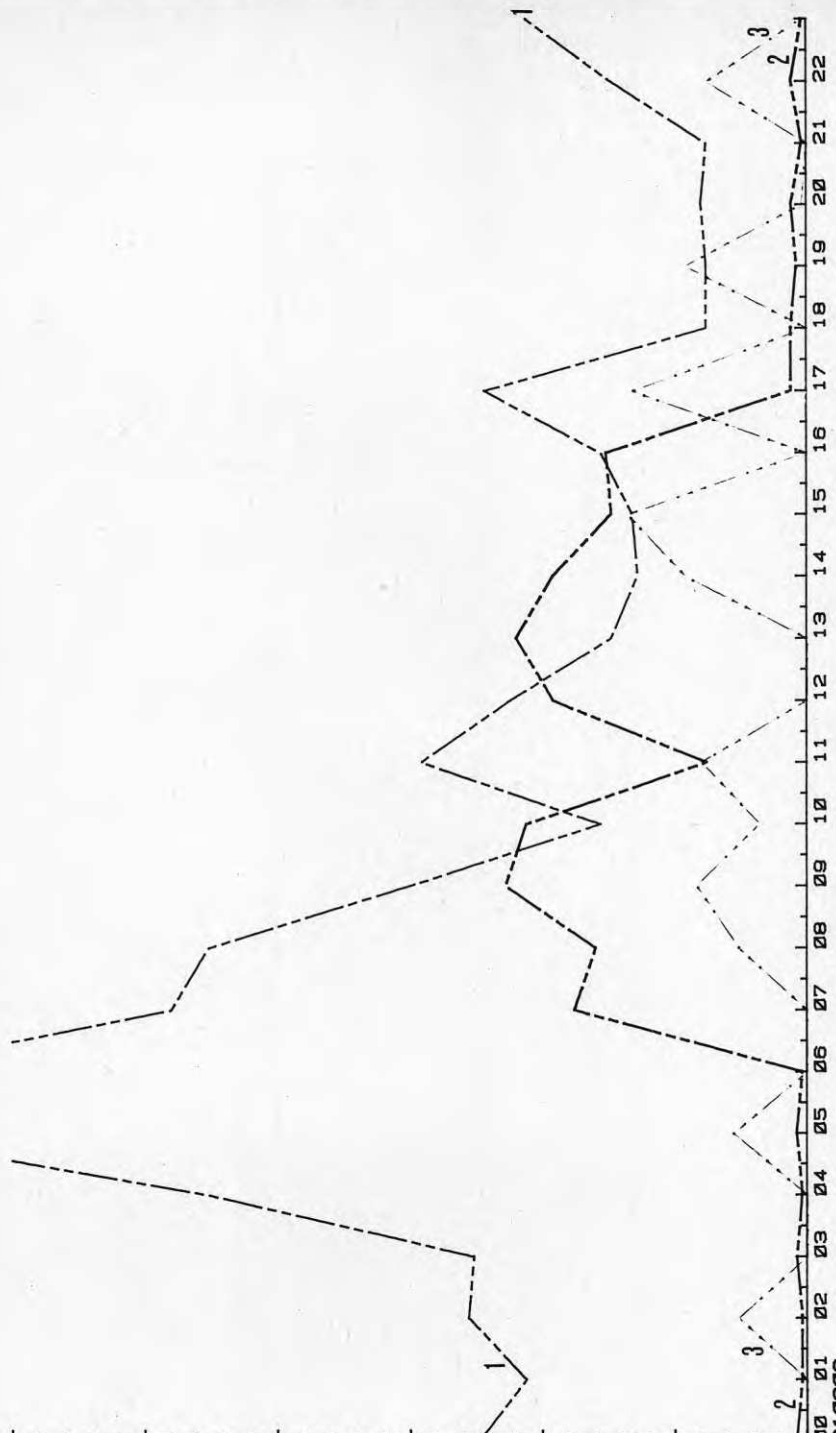
20

21

22

810209

DEL EFFEKTER  
810209 000000 - 810209 230000

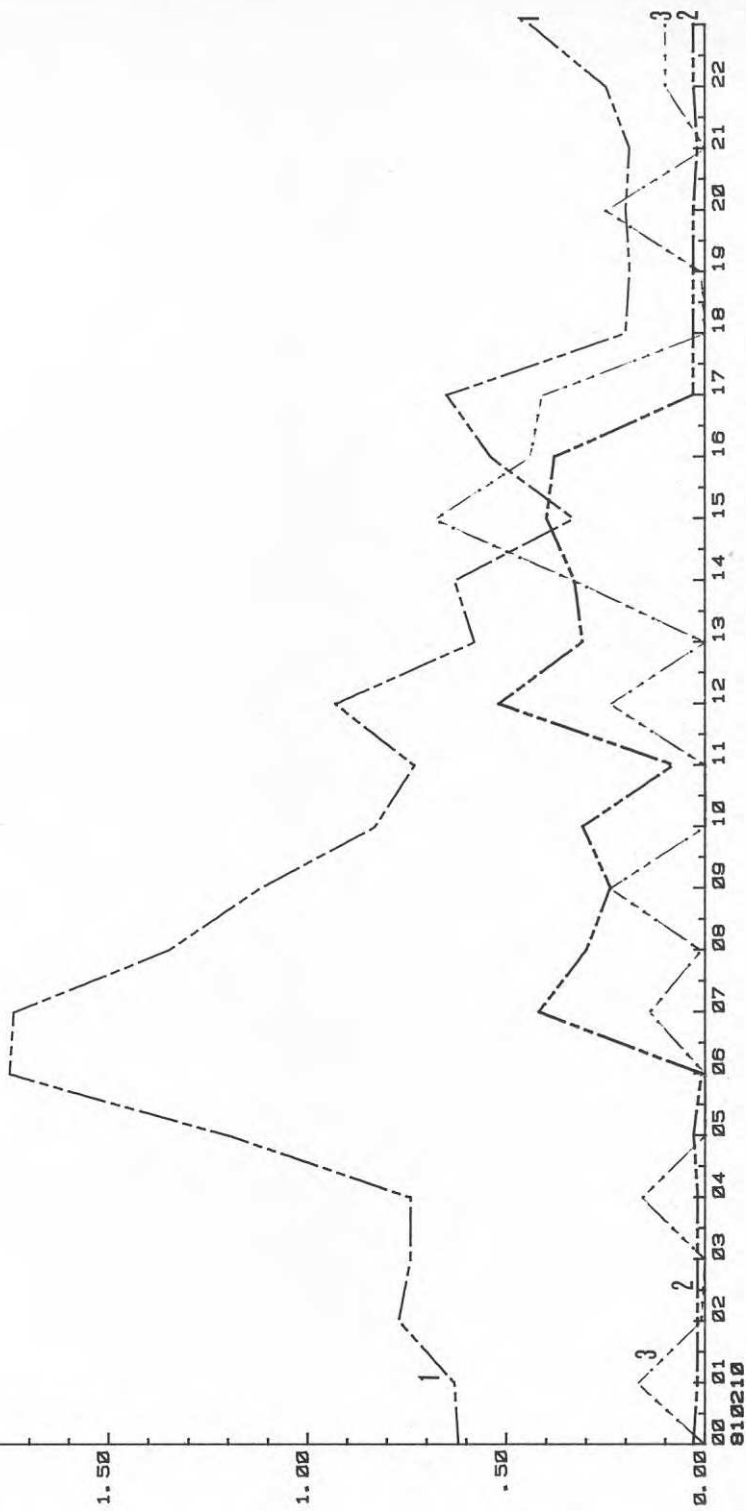


0

1 E1 vdrmeagg bod 3  
2 E1 dvrige bod 3

1  
2  
3

EFFEKT  
Kwh  
2.00

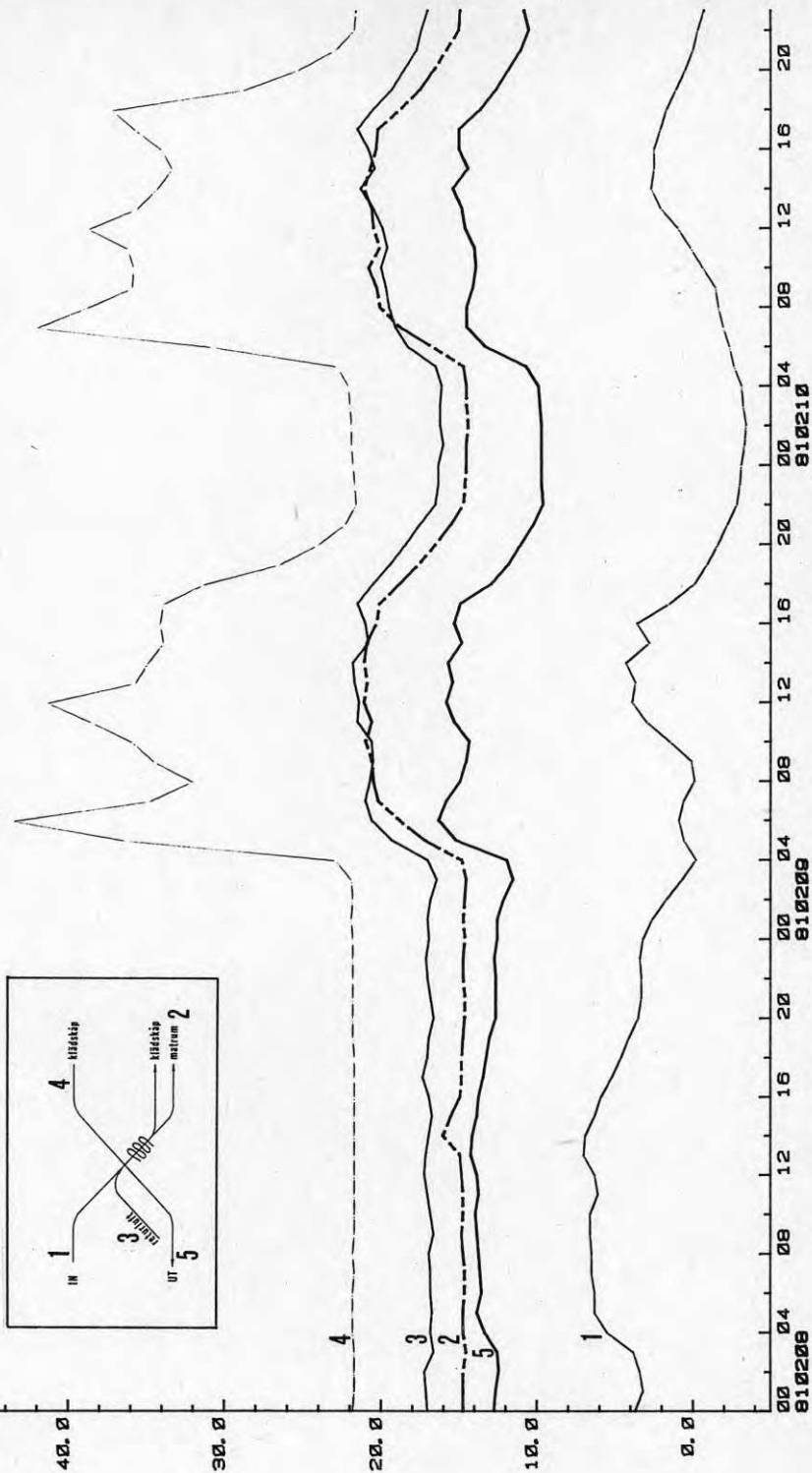
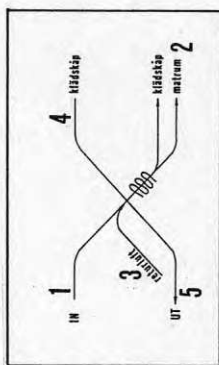


DEL EFFEKTER  
810210 000000 - 810210 230000

1 ——— Temp värmeegg in bod 3  
 2 - - - - Temp i matrum bod 3  
 3 ——— Temp i vindfang, bod 3

4 ——— Temp Luft fr. kl. sk. bod 3  
 5 ——— Temp värmeegg ut bod 3

TEMP  
Gr. C



00 04 08 12 16 20 00 04 08 12 16 20  
 810208 810209 810210 810210

TEMP. I VVX  
 810208 000000 - 810210 230000



1 ————— Elcentral bod 1

2 ————— Elcentral bod 2

EFFEKT  
Kwh

3.50

3.00

2.50

2.00

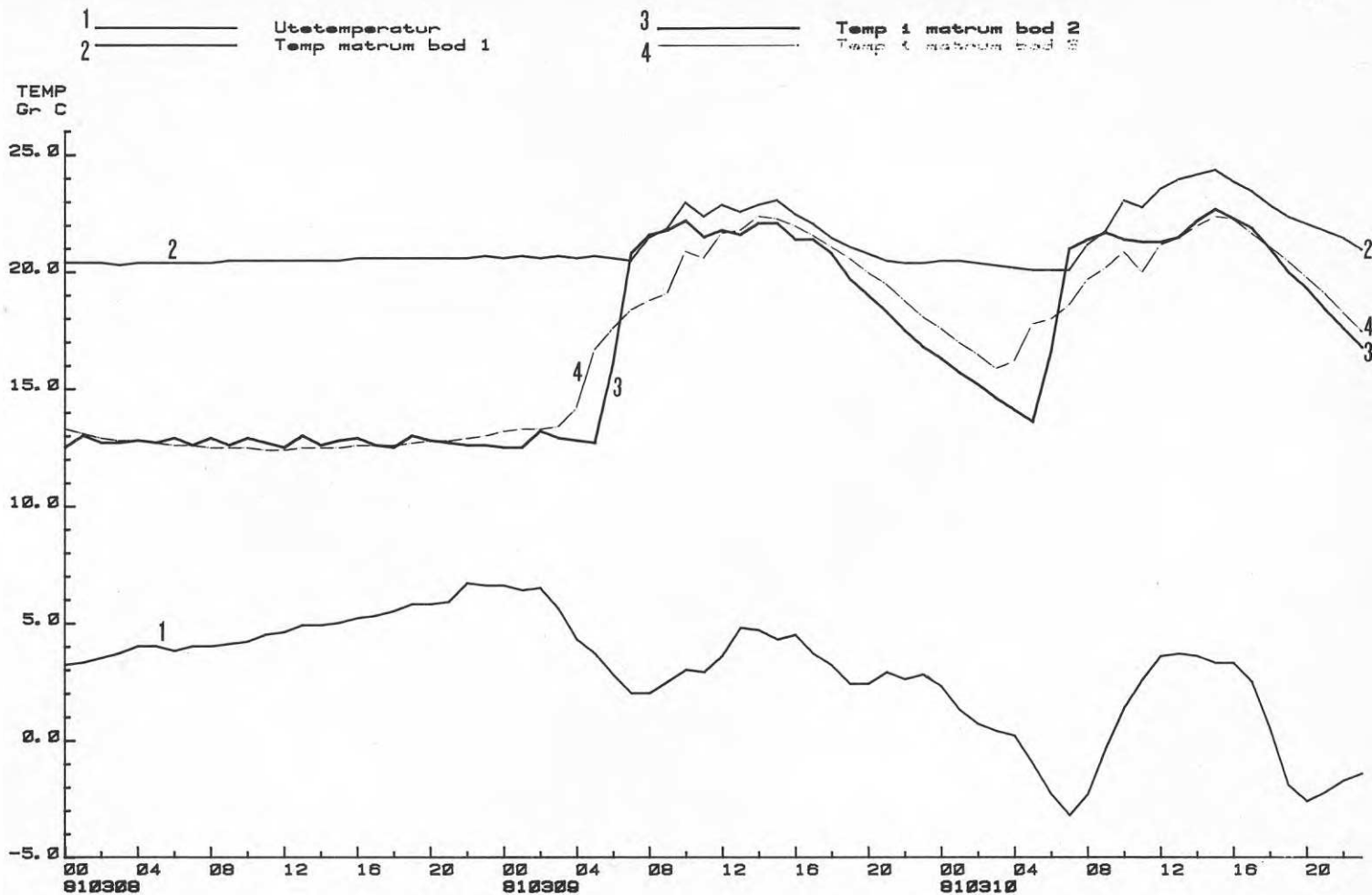
1.50

1.00

.50

0.00

00 12  
81030900 12  
81031100 12  
81031300 12  
81031500 12  
81031700 12  
81031900 12  
810321TOT. E. 2 veckor  
810309 000000 - 810322 230000



TEMPERATURER  
810308 000000 - 810310 230000

Elecentral bed 3

EFFEKT

Kwh

3. 50

3. 00

2. 50

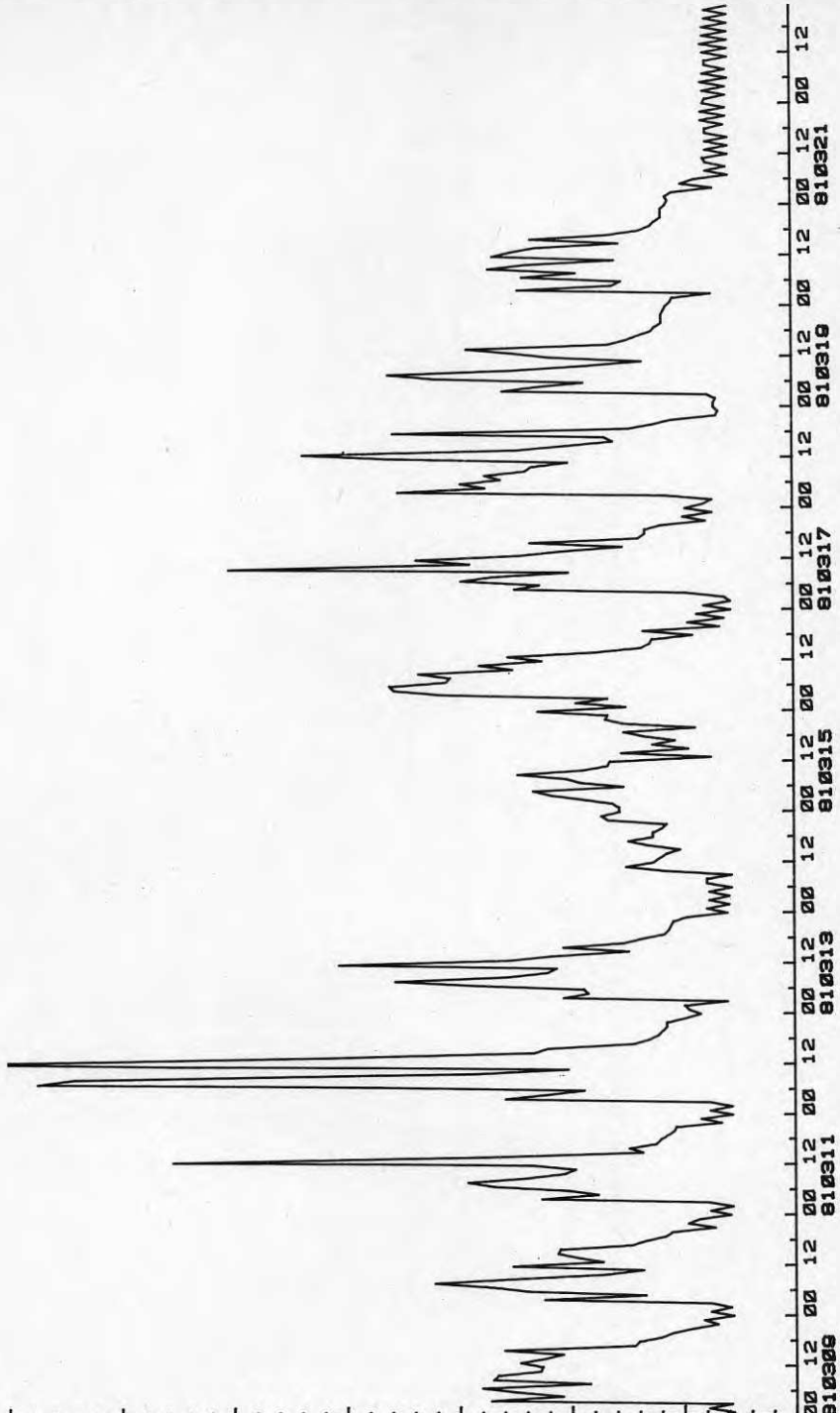
2. 00

1. 50

1. 00

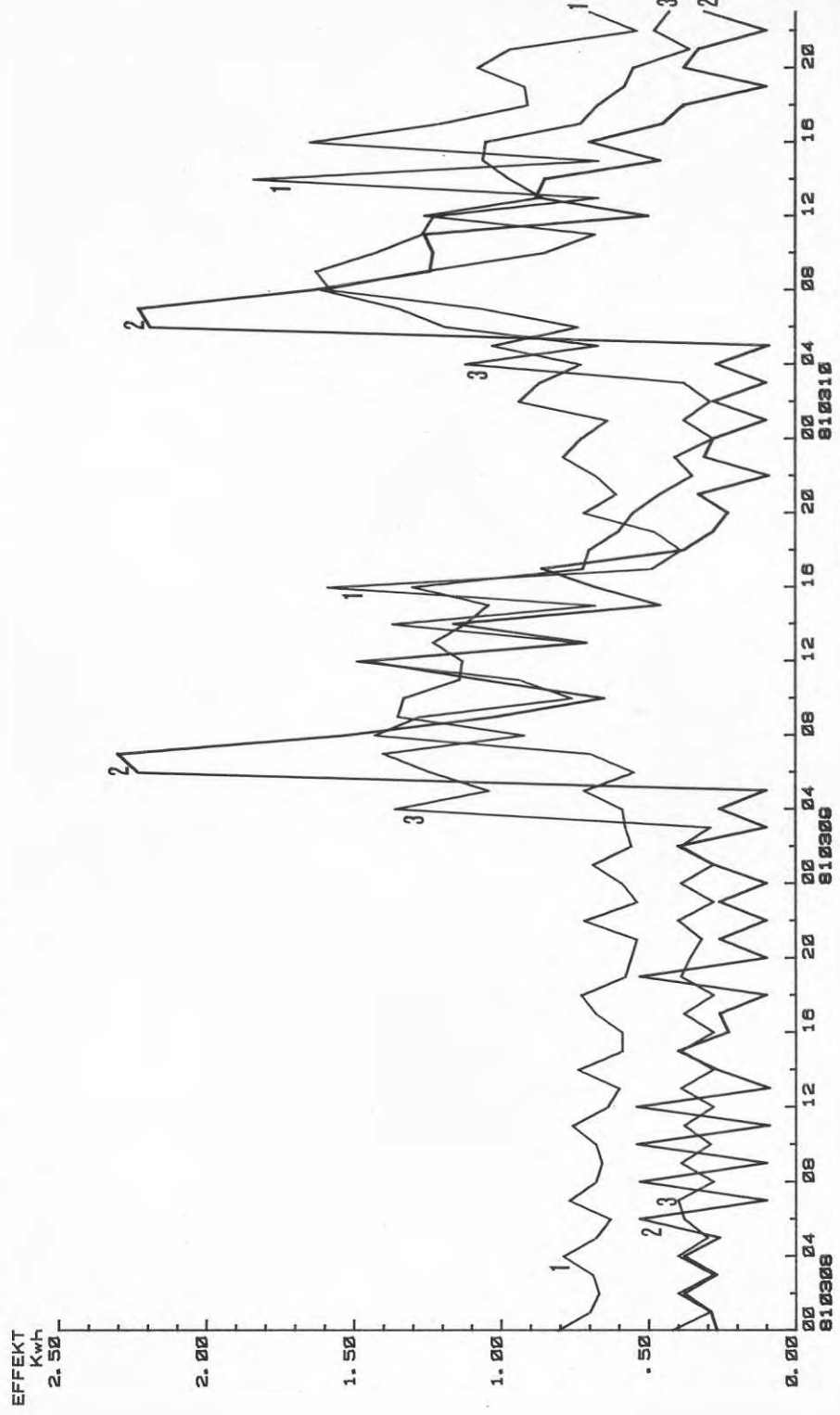
. 50

0. 00



TOT. E. 2 veckor  
810309 000000 - 810322 230000

1 ——— Elcentral bod 1  
2 ——— Elcentral bod 2  
3 ——— Elcentral bod 3



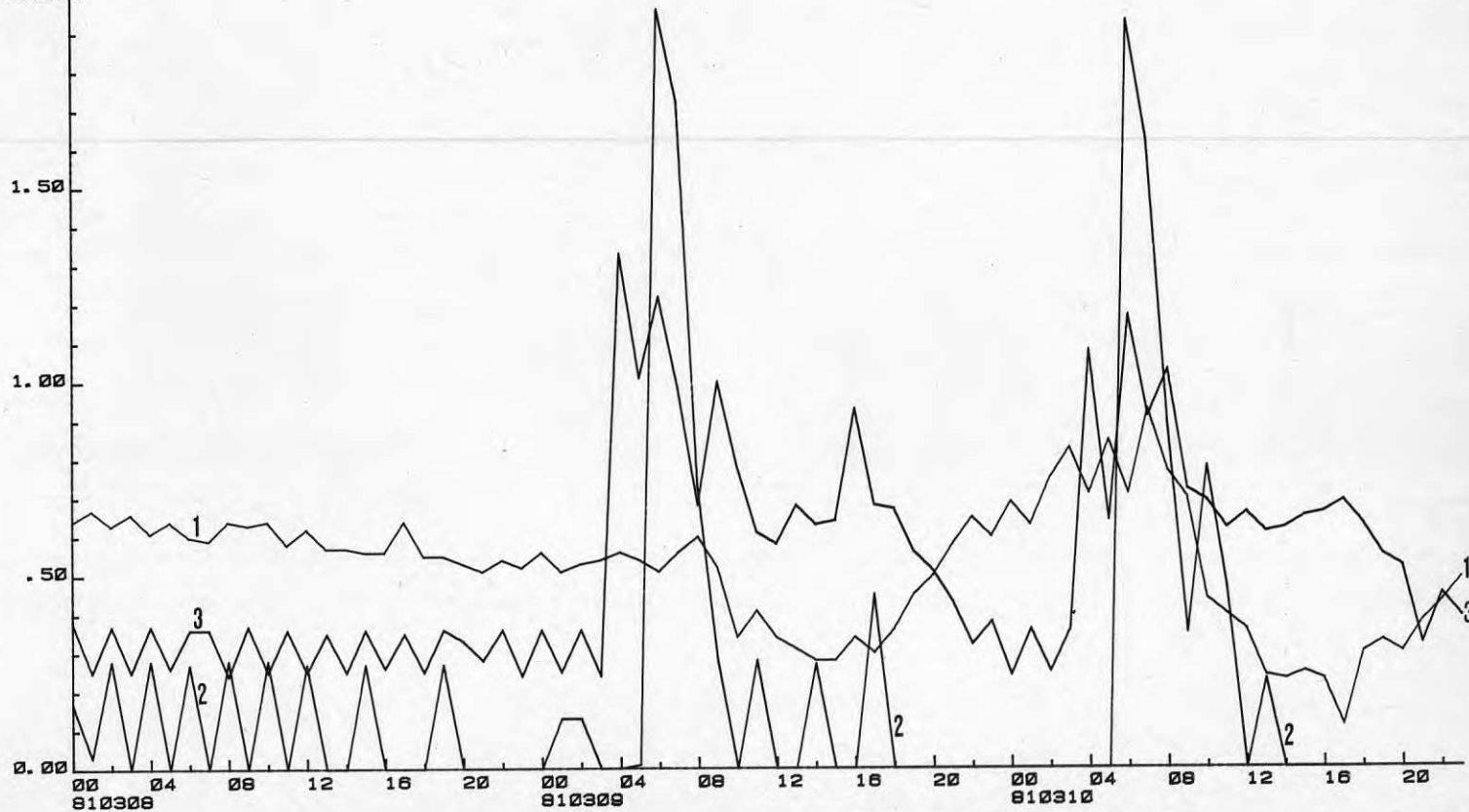
TOTAL EFFEKT  
810308 000000 - 810310 230000



1 ————— E1 radiatorer bod 1  
2 ————— E1 radiatorer bod 2

3 ————— E1 varmeagb bod 3

EFFEKT  
Kwh  
2.00

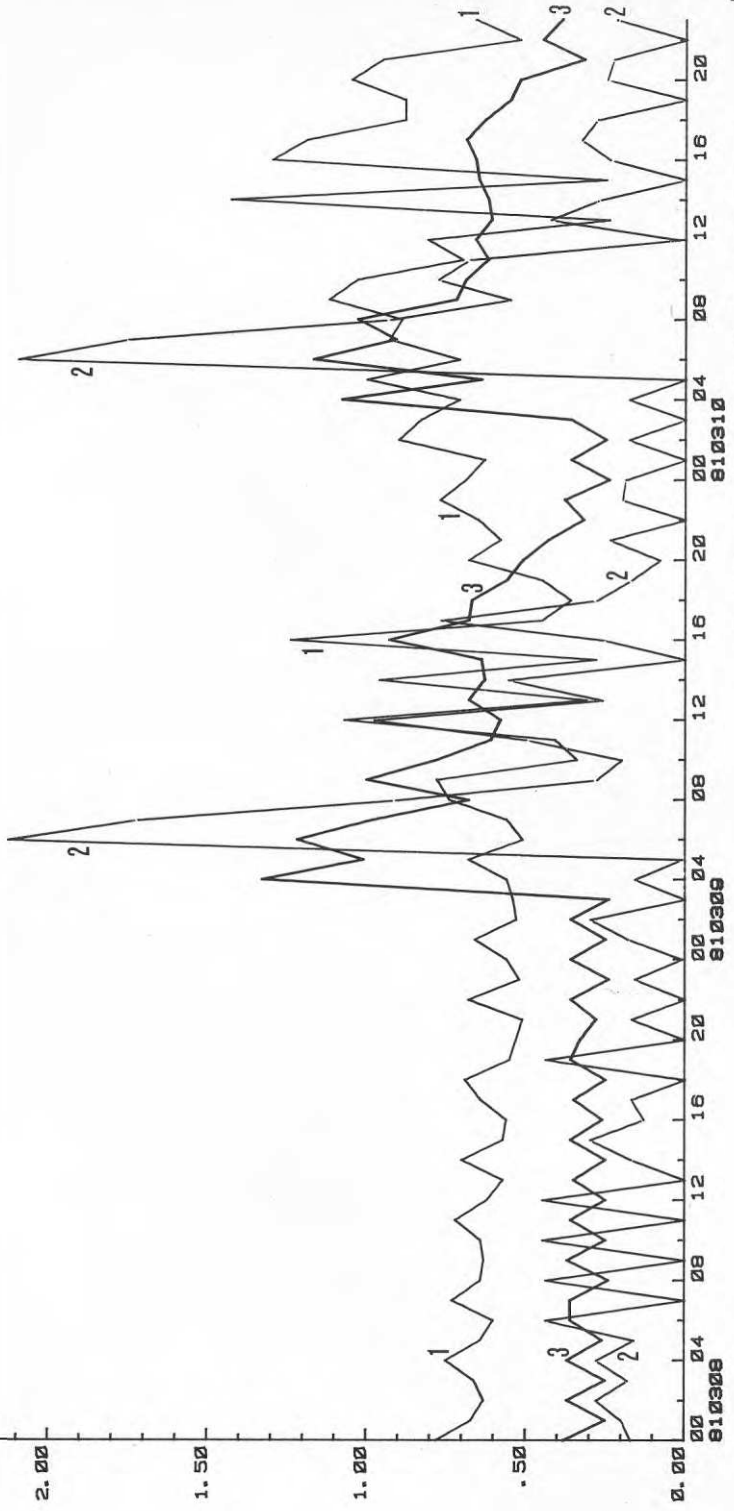


UPPVAERMNING  
810308 000000 - 810310 230000

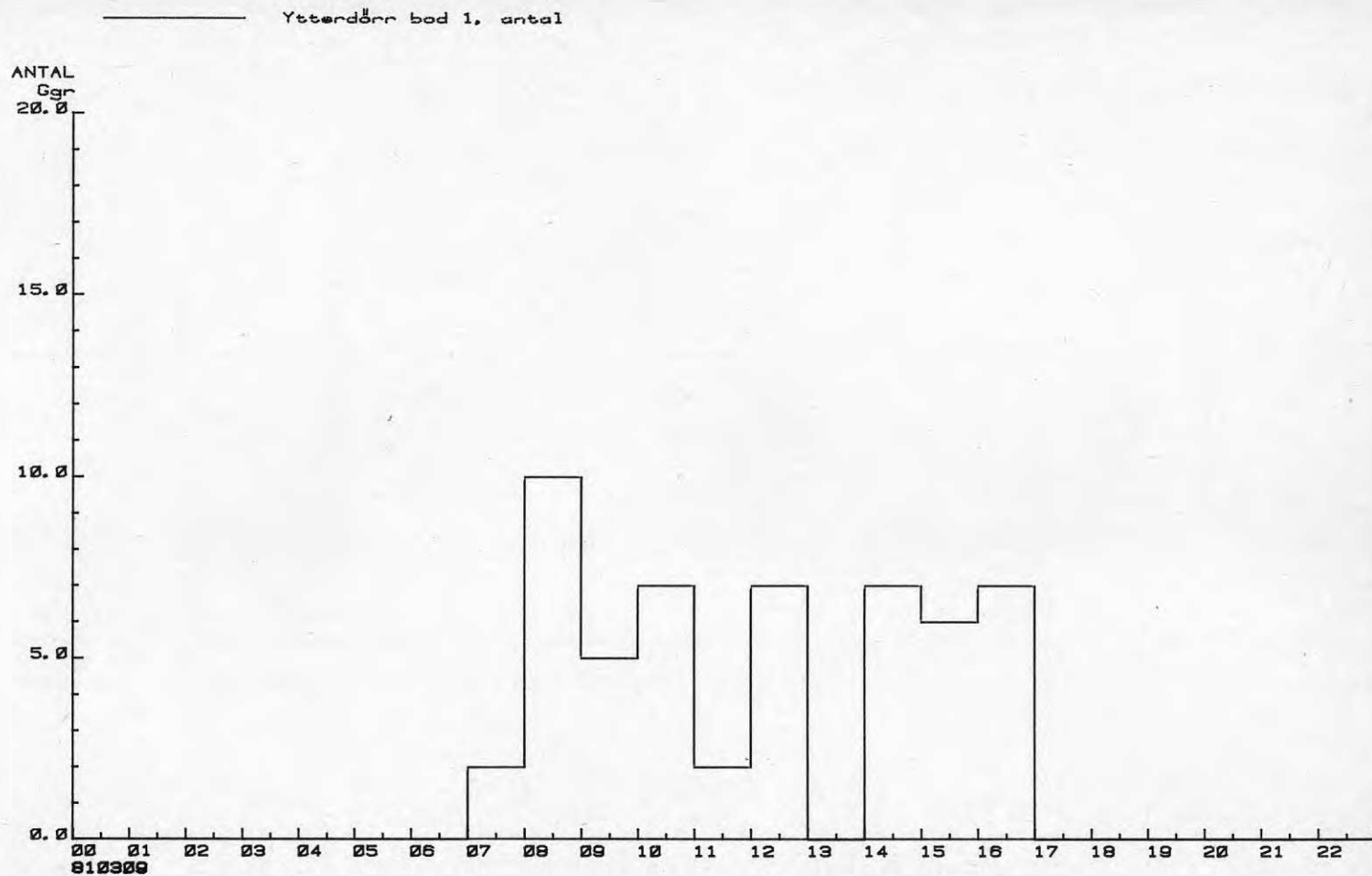
1 ——— Bod 1  
2 ——— Bod 2

3 ——— Bod 3

EFFEKT  
Kwh  
2.50

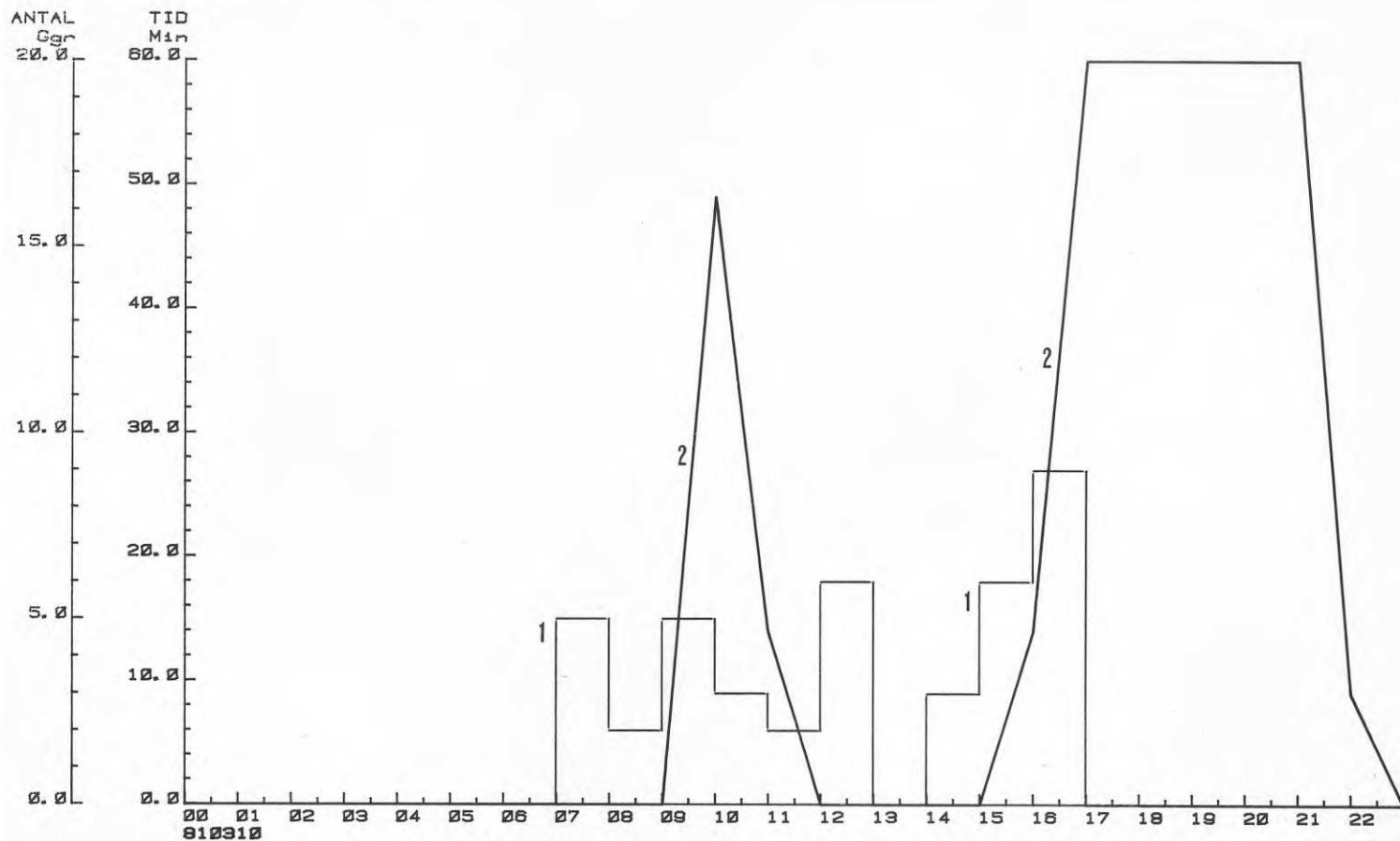


VAERME/VENT/VATTEN  
810308 000000 - 810310 230000



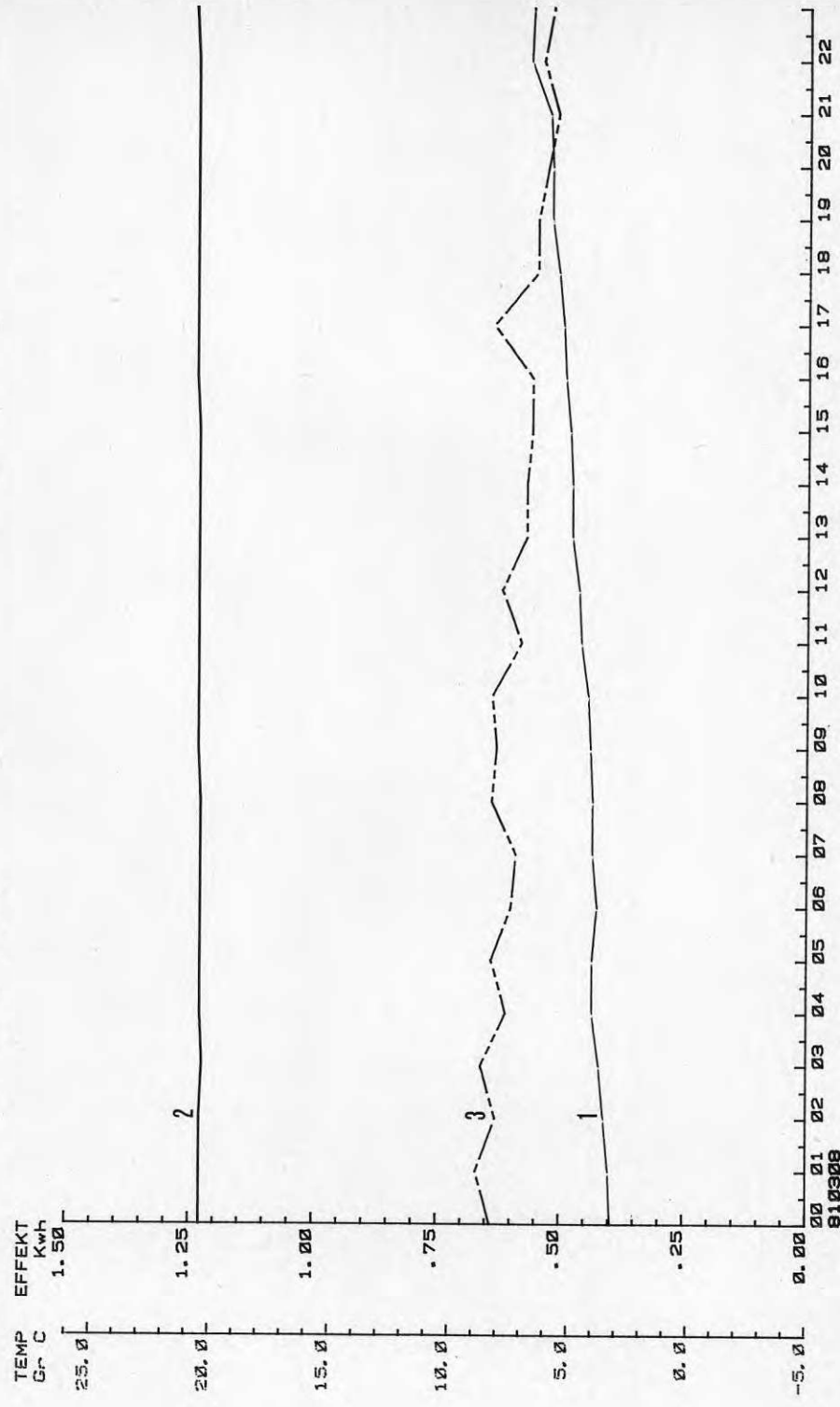
1 ——— Ytterdörr bod 1, antal

2 ——— Torkekåp bod 1, min/tim

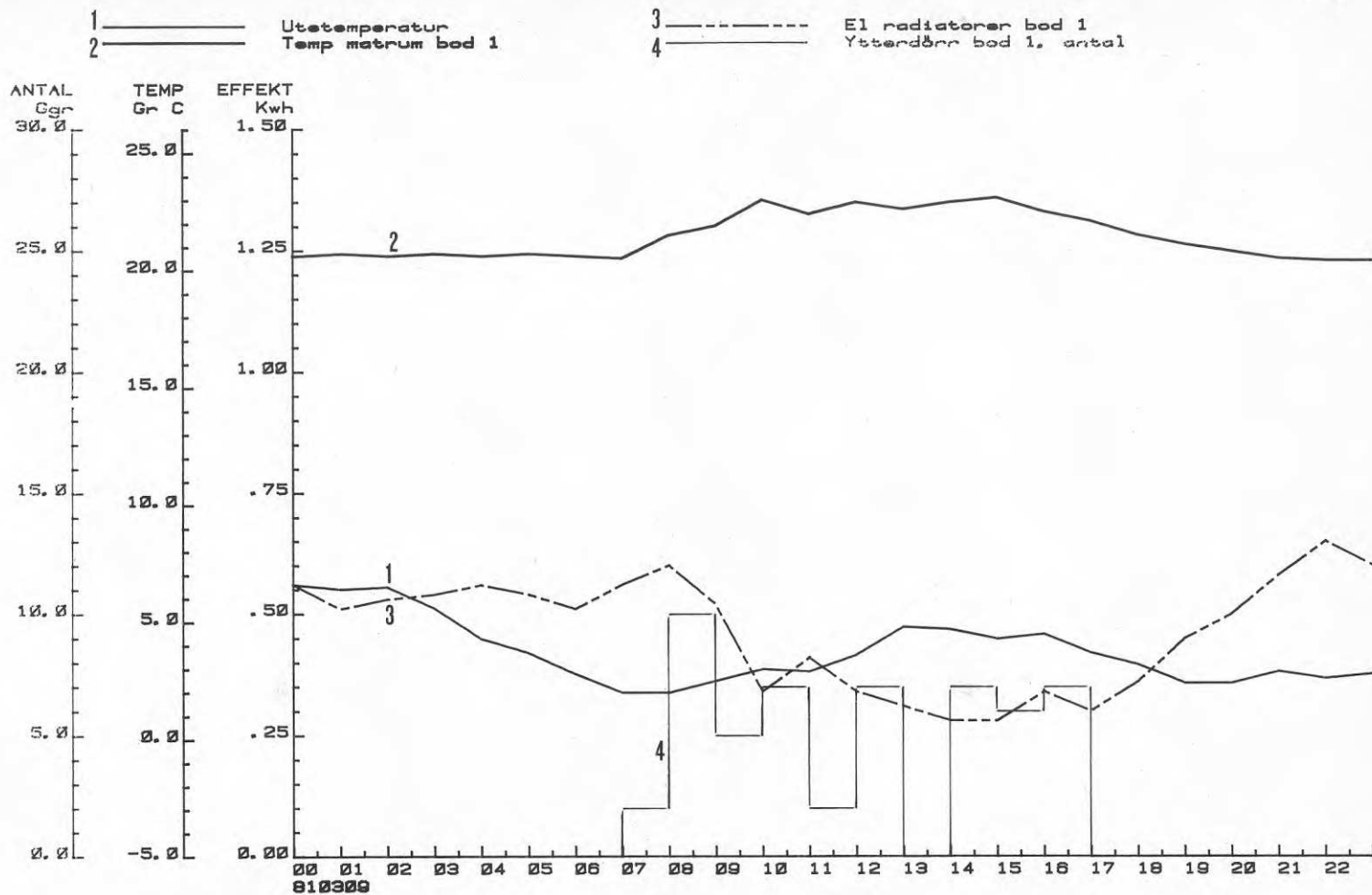


HAENDELSER  
810310 000000 - 810310 230000

1 ——— Ute temperatur  
 2 ——— Temp matrum bod 1  
 3 - - - - - El radiatorer bod 1



EFFEKTIF. och TEMP.  
 810308 000000 - 810308 230000

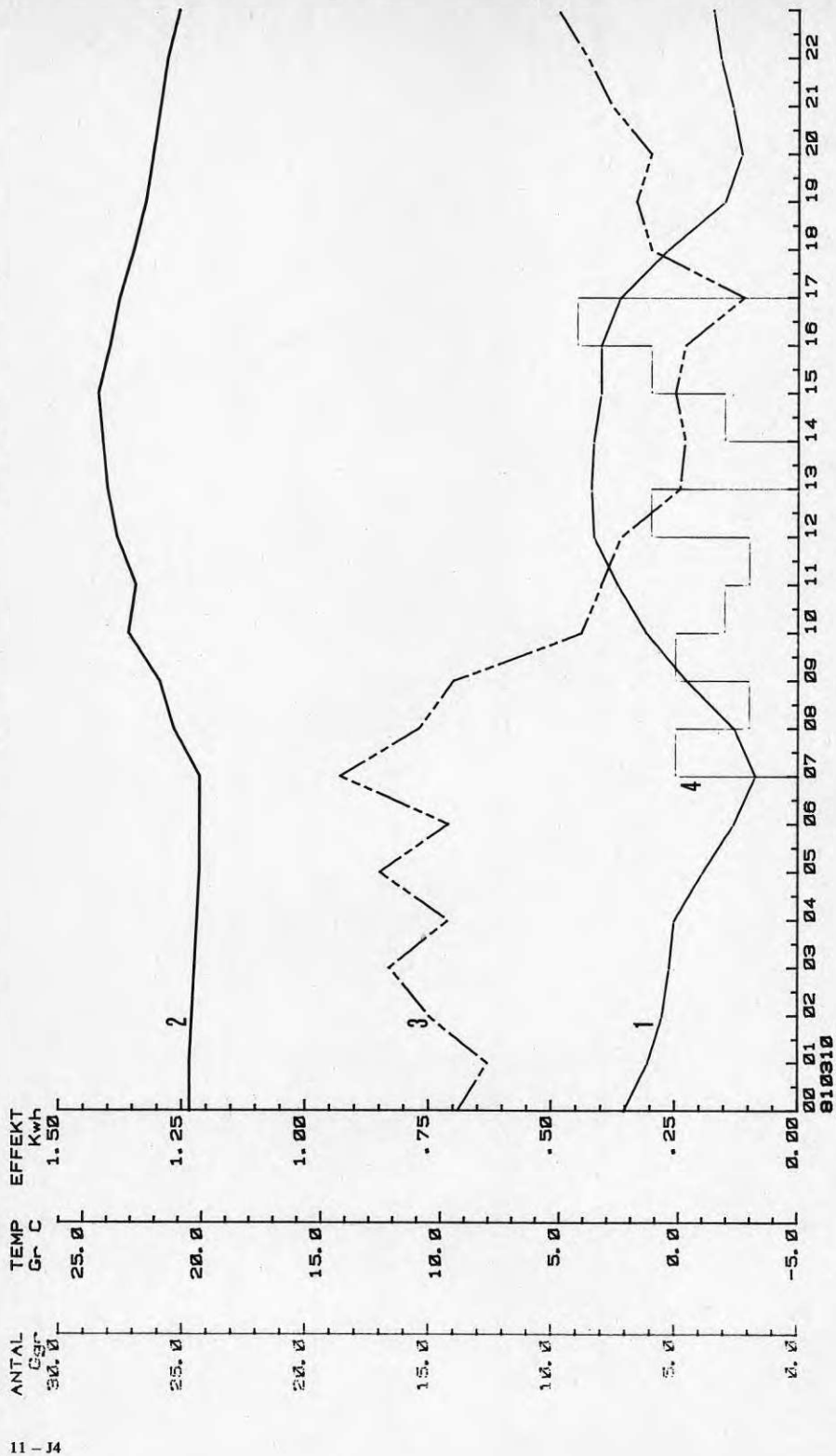


EFFEKTFF. och TEMP.  
 810309 000000 - 810309 230000

1 Utetemperatur  
Temp matrum bod 1

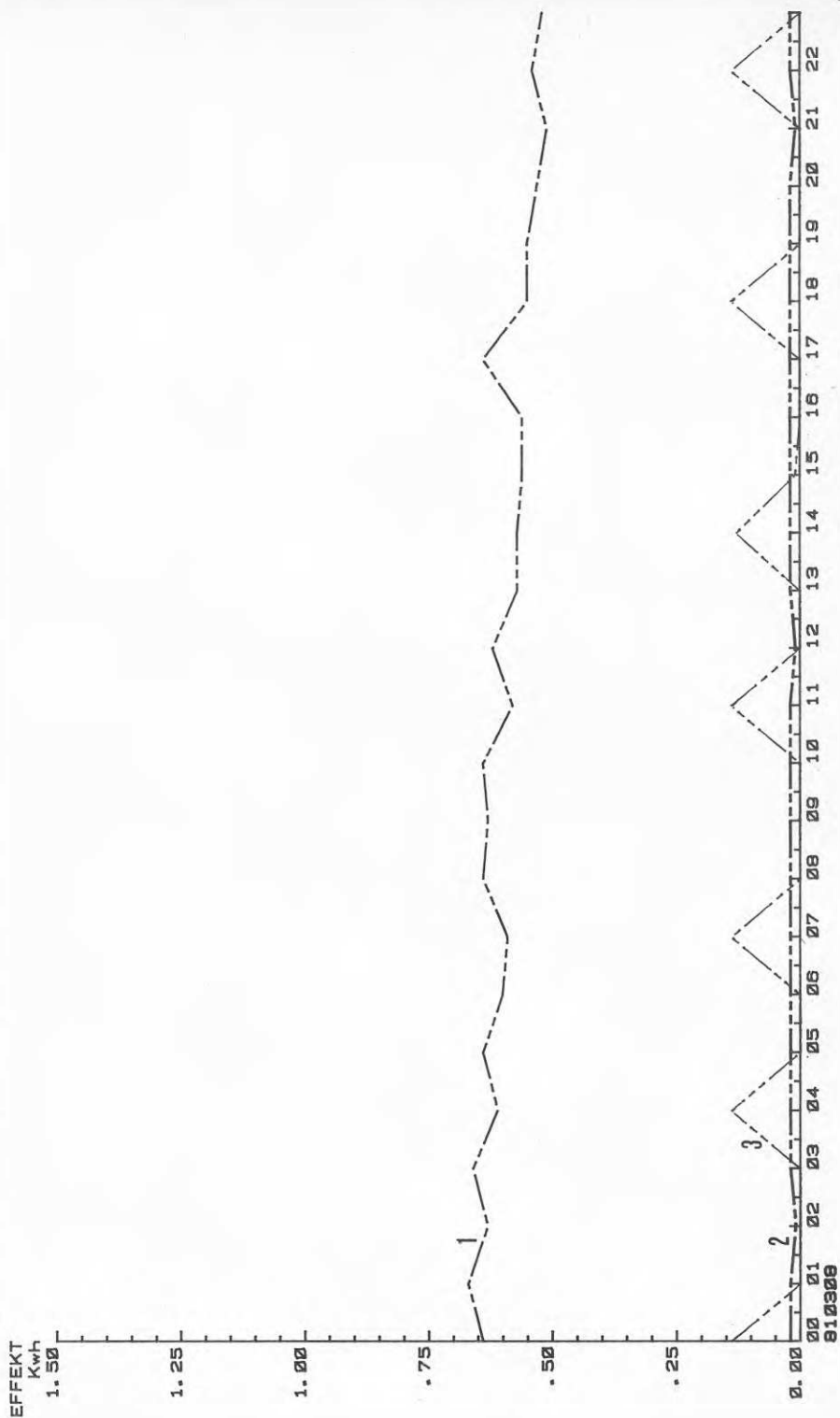
2 El radiatorer bod 1  
Ystvärden bod 1, antal

3  
4



EFFEKT F. och TEMP.  
810310 000000 - 810310 230000

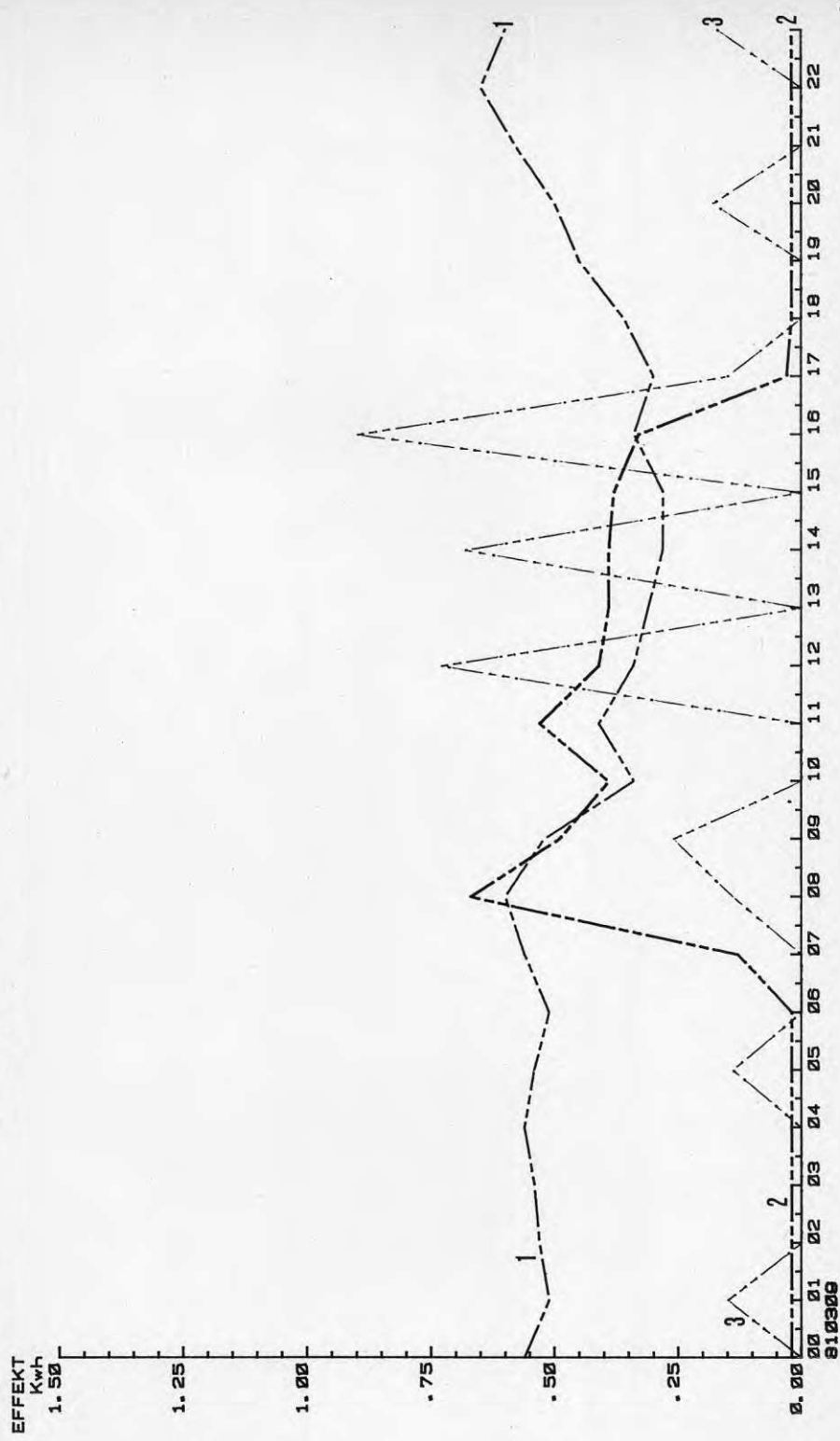
1 ————— E1 radiatorer bod 1  
2 ————— E1 øvrigt bod 1  
3 ————— E1 vvs E-af 1



DEL EFFEKTER  
810308 000000 - 810308 230000



1 - - - - - E1 radiatorer bod 1  
 2 - - - - - E1 øvrigt bod 1  
 3 - - - - - E1 vvs bod 1

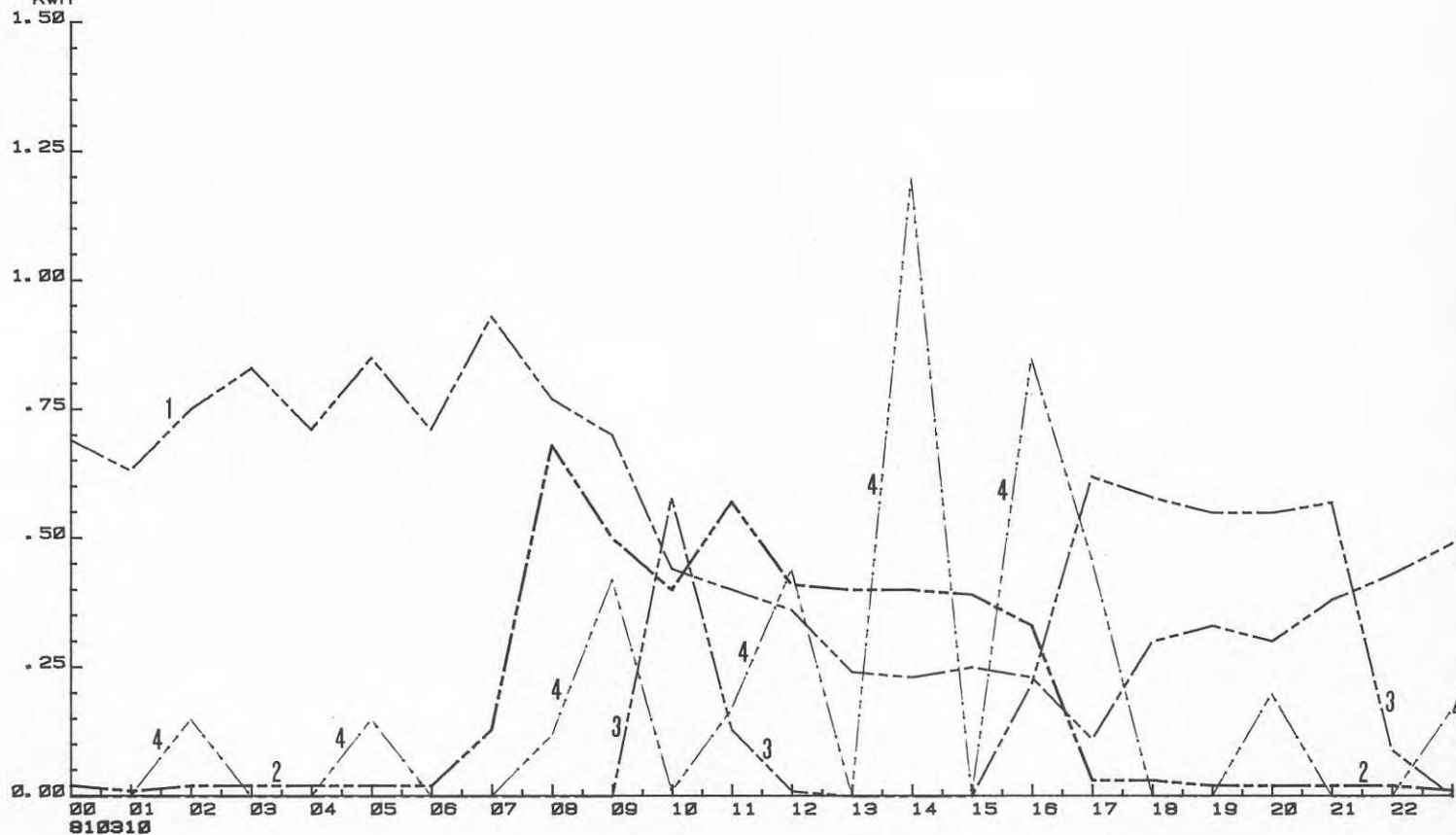


DEL EFFEKTER  
 810309 000000 - 810309 230000

1 - - - - - El radiatorer bod 1  
2 - - - - - El øvrigt bod 1

3 - - - - - El tørkekåp bod 1  
4 - - - - - El vvb bod 1

EFFEKT  
Kwh

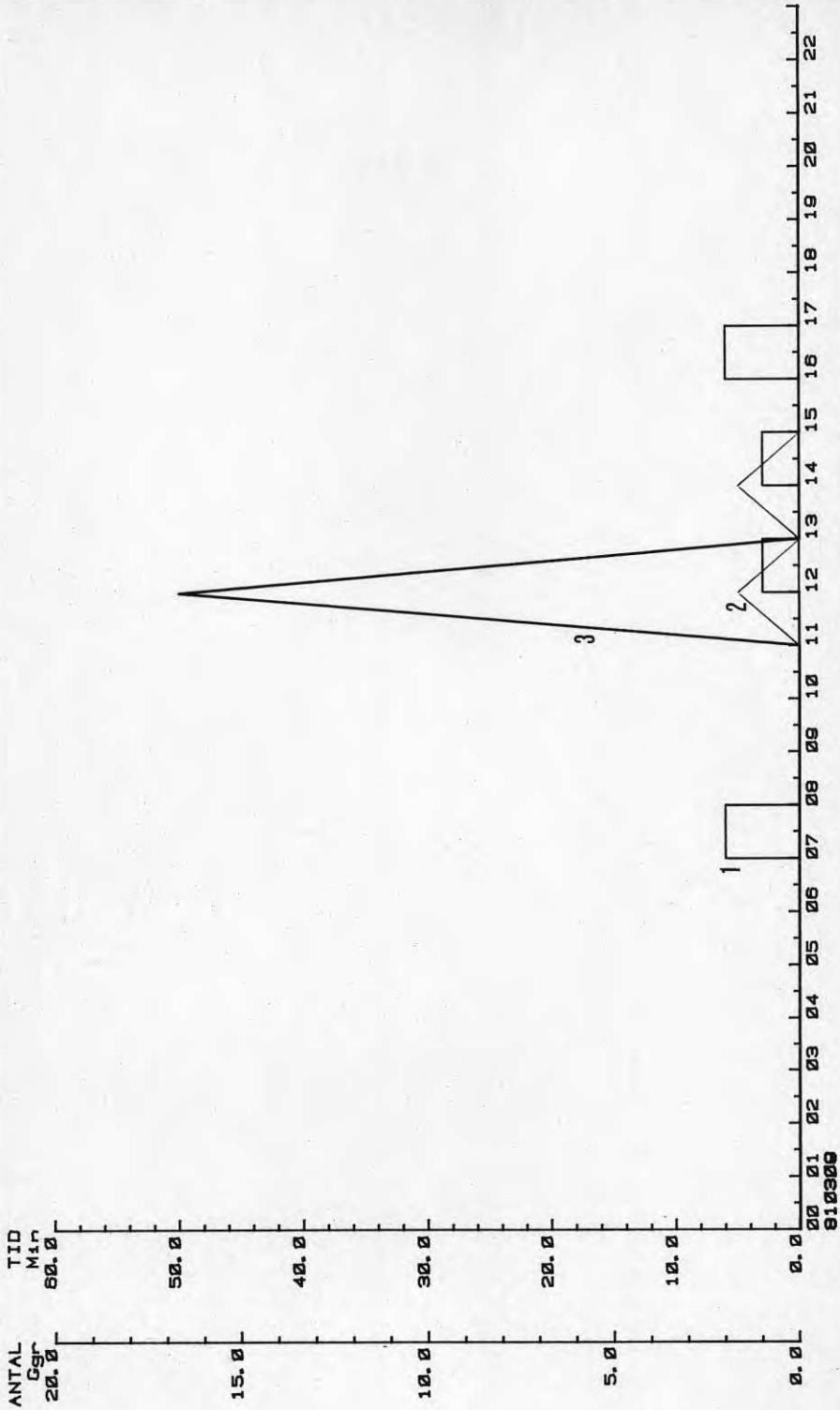


DEL EFFEKTER

810310 000000 - 810310 230000

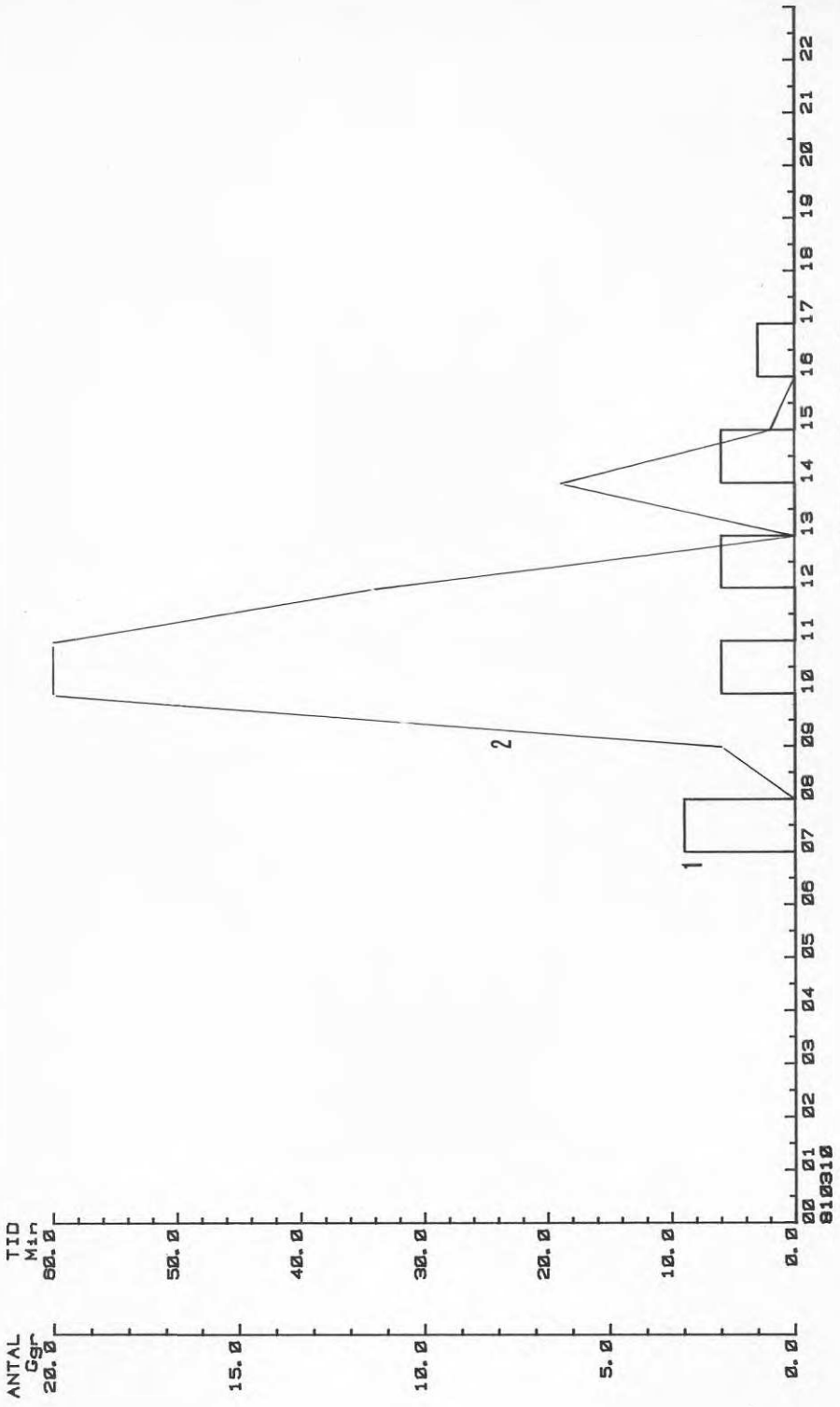
1 ——— Ytterdørr bod 2, antal  
2 ——— Fønter bod 2, min/tim

3 ——— Terkekøp bod 2, min/tim

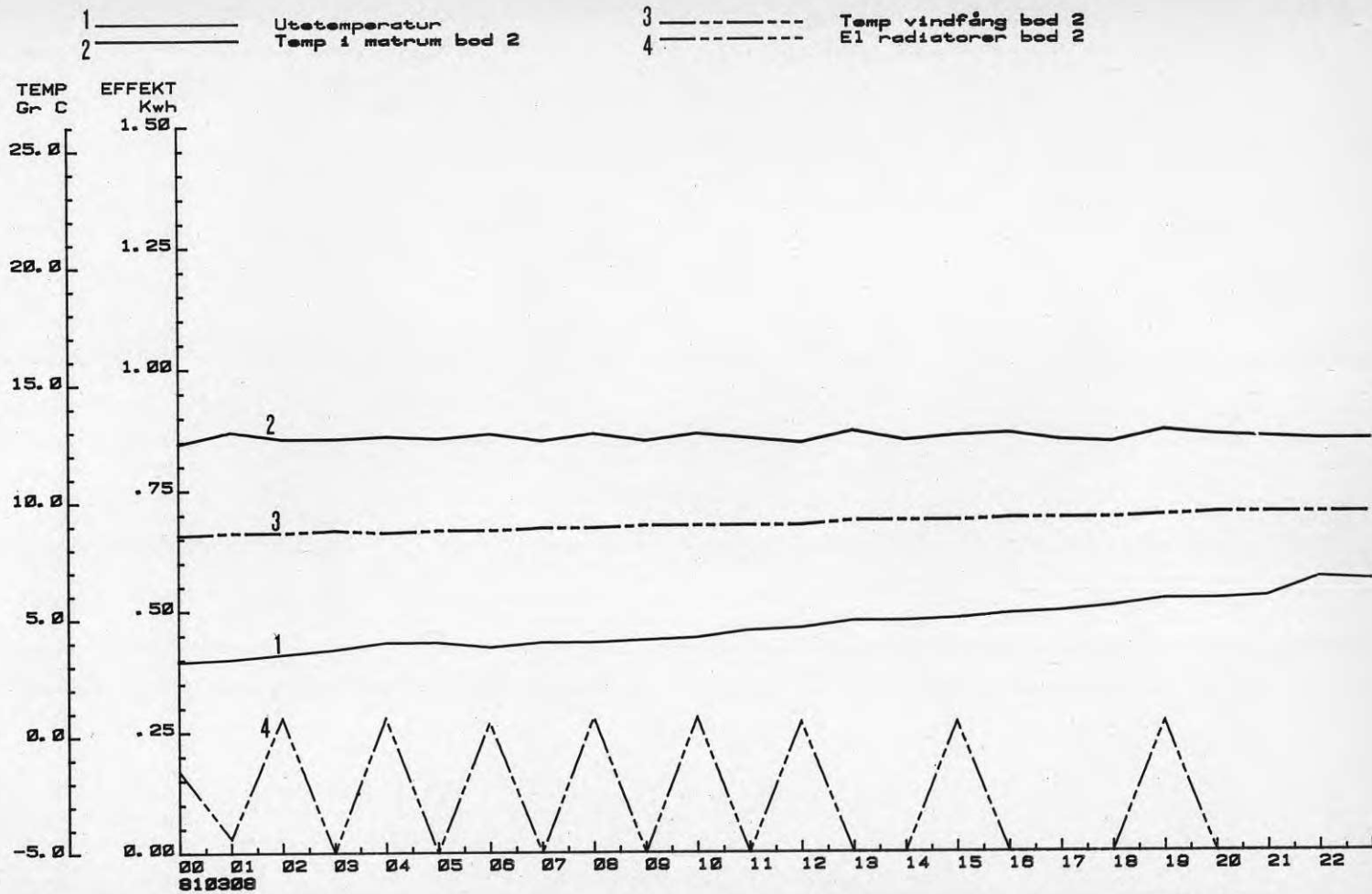


HAENDELSER  
810309 000000 - 810309 230000

Ytterdør bod 2, antal 2 Førriser bod 2, min/tim



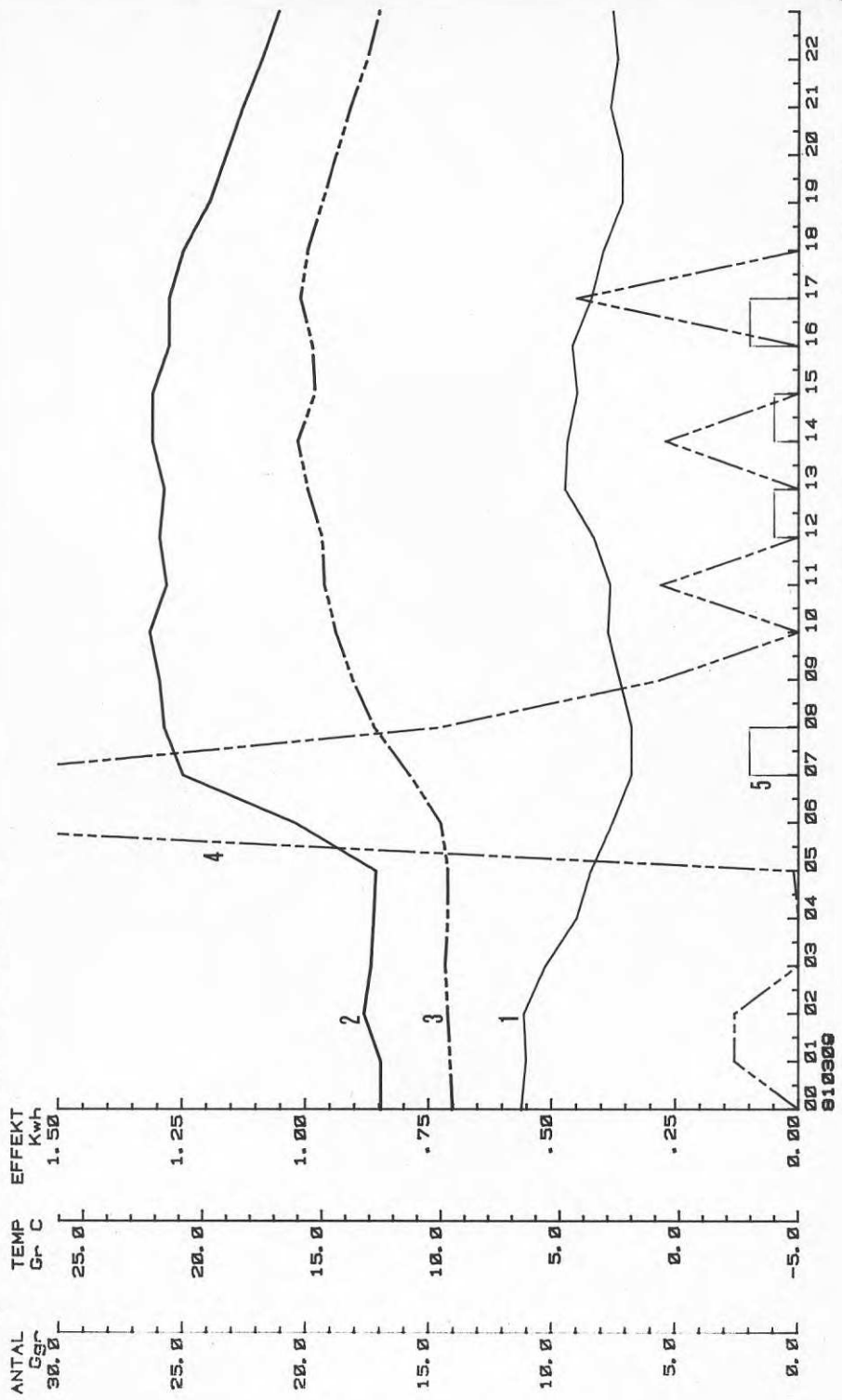
HAENDELSER  
810310 000000 - 810310 290000



EFFEKTf. och TEMP.  
810308 000000 - 810308 230000

4 - - - - - Utetemperatur  
 5 - - - - - Temp i matrum bod 2  
 1 - - - - - Temp vindfång bod 2  
 2 - - - - - E1 radiatorer bod 2  
 3 - - - - - Yttre dörrar bod 2, utåt

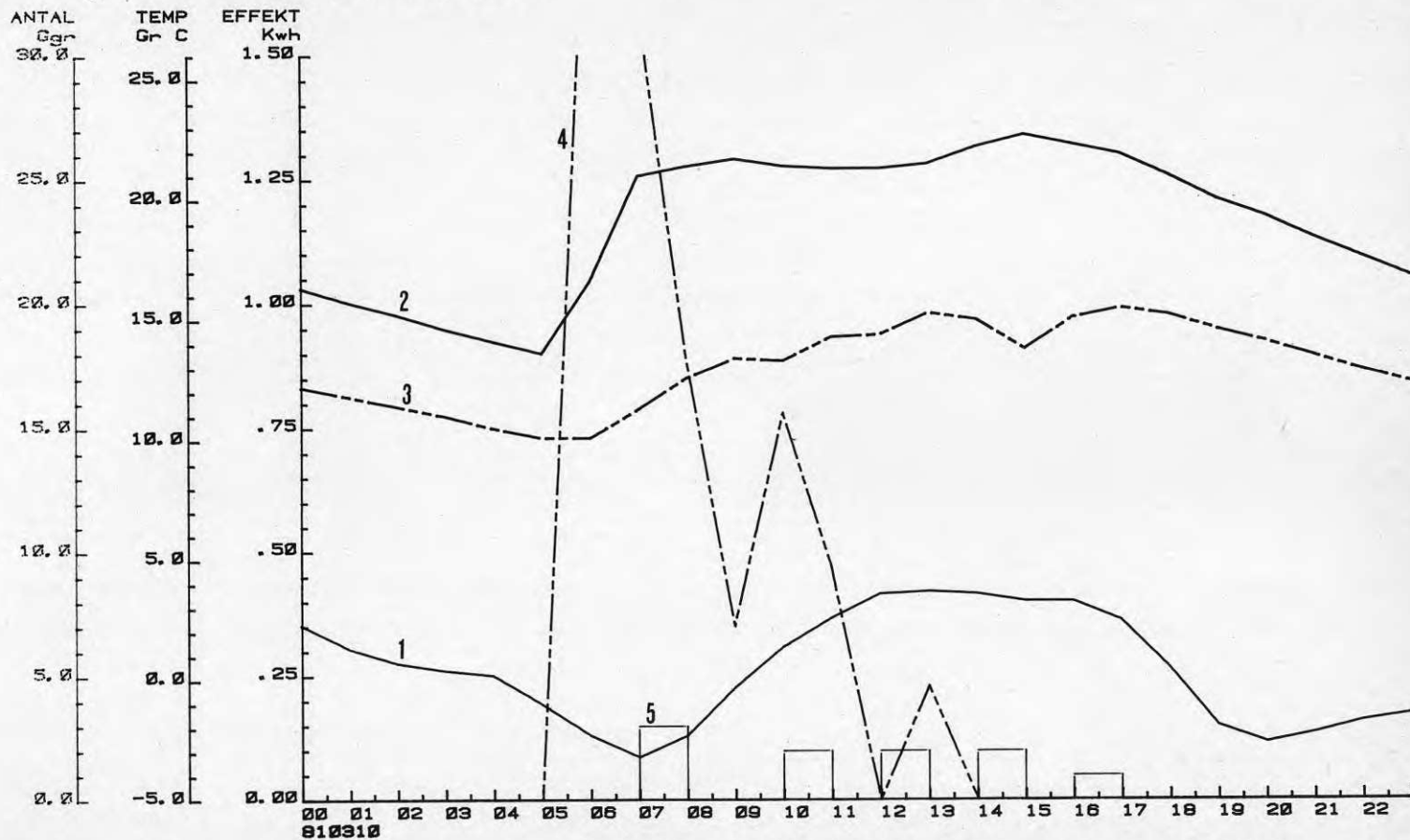
1 - - - - - Utetemperatur  
 2 - - - - - Temp i matrum bod 2  
 3 - - - - - Temp vindfång bod 2



EFFEKTIF. och TEMP.  
 810309 000000 - 810309 230000

1 ————— Utetemperatur  
 2 ————— Temp i matrum bod 2  
 3 - - - - - Temp vindfång bod 2

4 - - - - - El radiatorer bod 2  
 5 ————— Yttändaren bod 2, antal

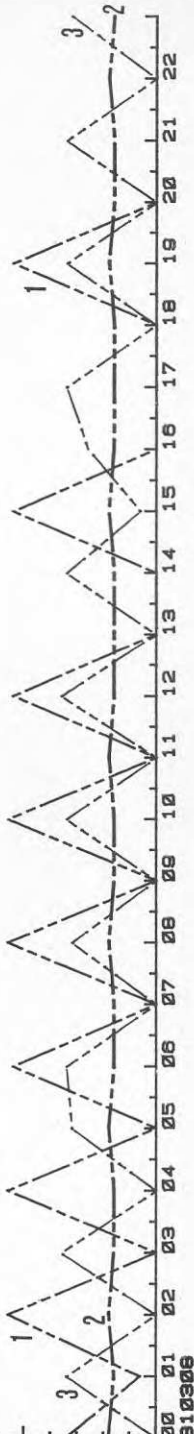


EFFEKTFF. och TEMP.  
 810310 000000 - 810310 230000

1 - - - - - E1 radiatorer bod 2  
 2 - - - - - E1 øvrige bod 2  
 3 - - - - - E1 vvb bod 2

EFFEKT  
Kwh  
1.50

1.25  
1.00  
.75  
.50  
.25  
0.00

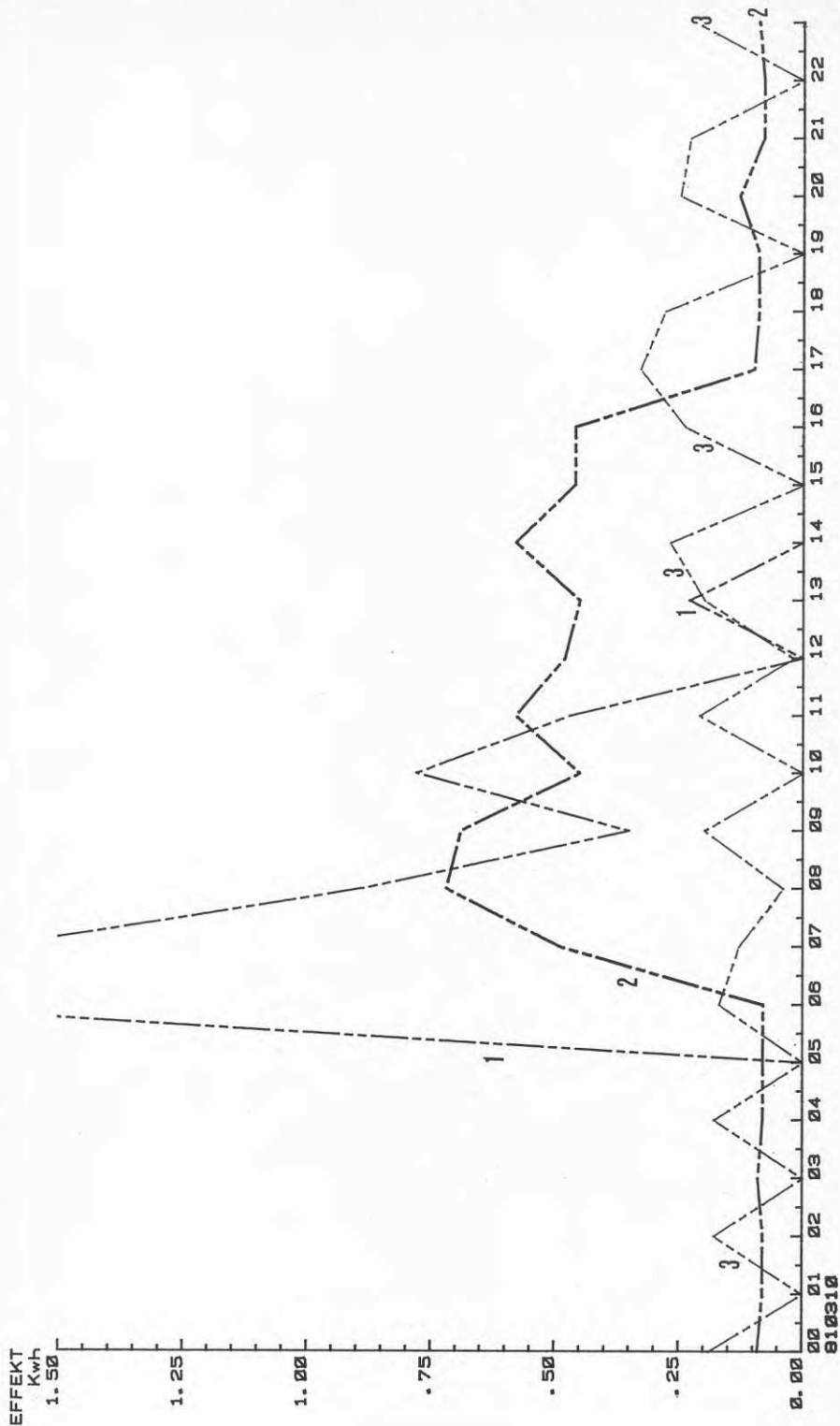


DEL EFFEKTER  
810308 000000 - 810308 230000

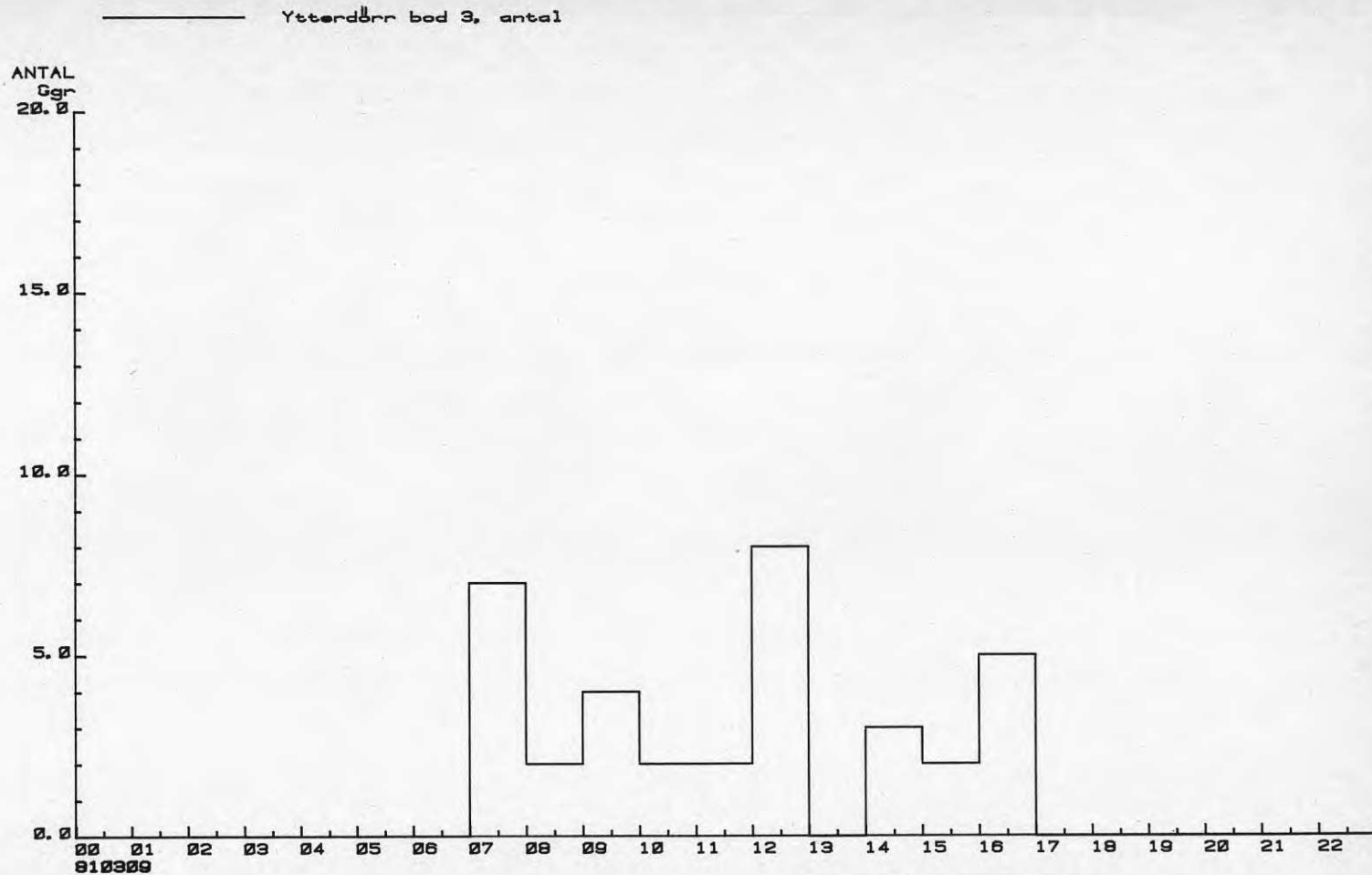




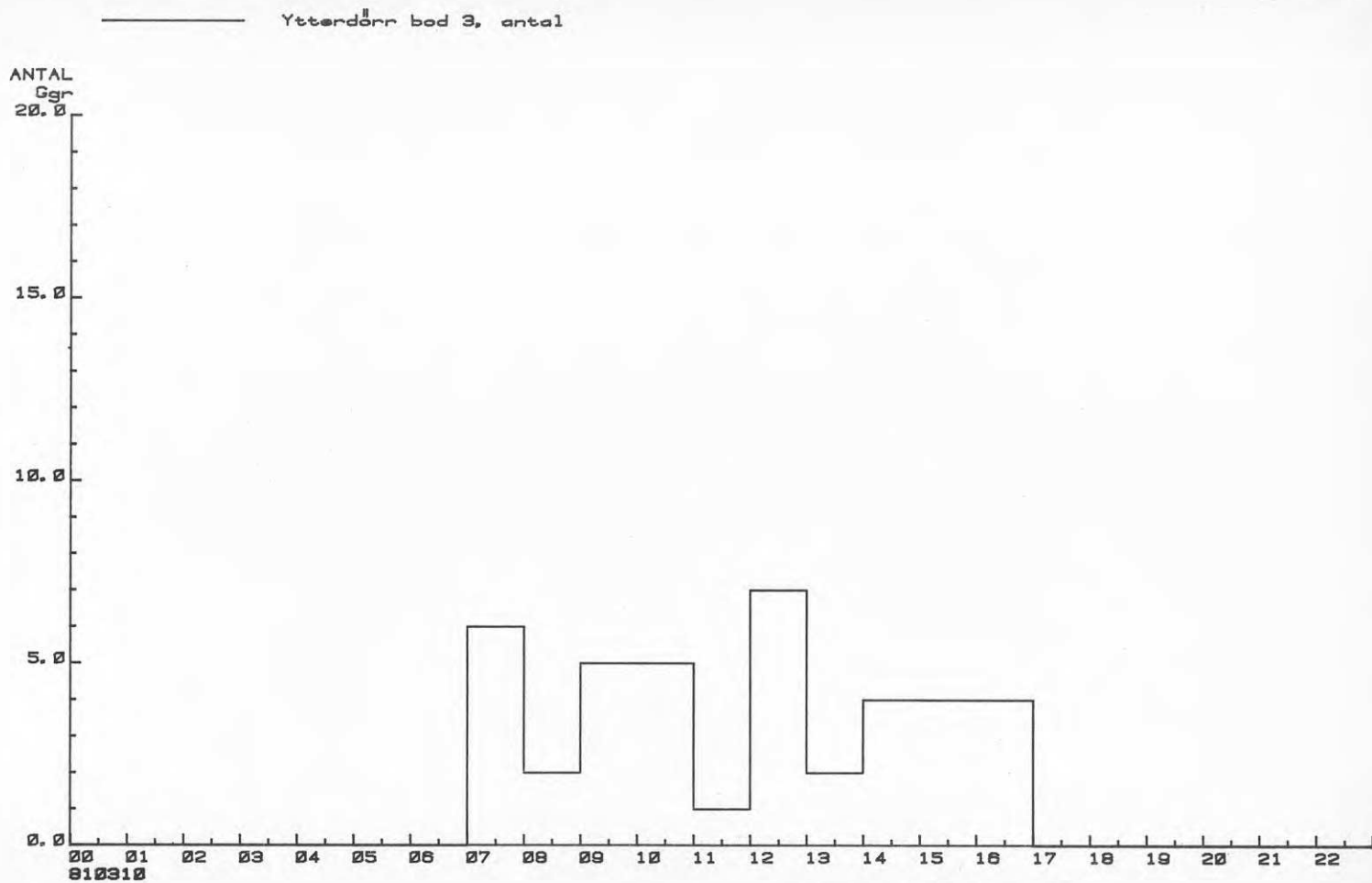
1 - - - - - E1 radiatorer bod 2  
2 - - - - - E1 øvrige bod 2  
3 - - - - - E1 vvb bod 2



DEL EFFEKTER  
810310 000000 - 810310 230000



HAENDELSER  
810309 000000 - 810309 230000

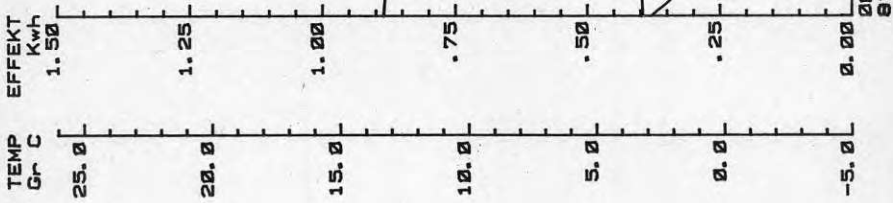


HAENDELSER

810310 000000 - 810310 230000

Utetemperatur  
Temp 1 matrum bod 3

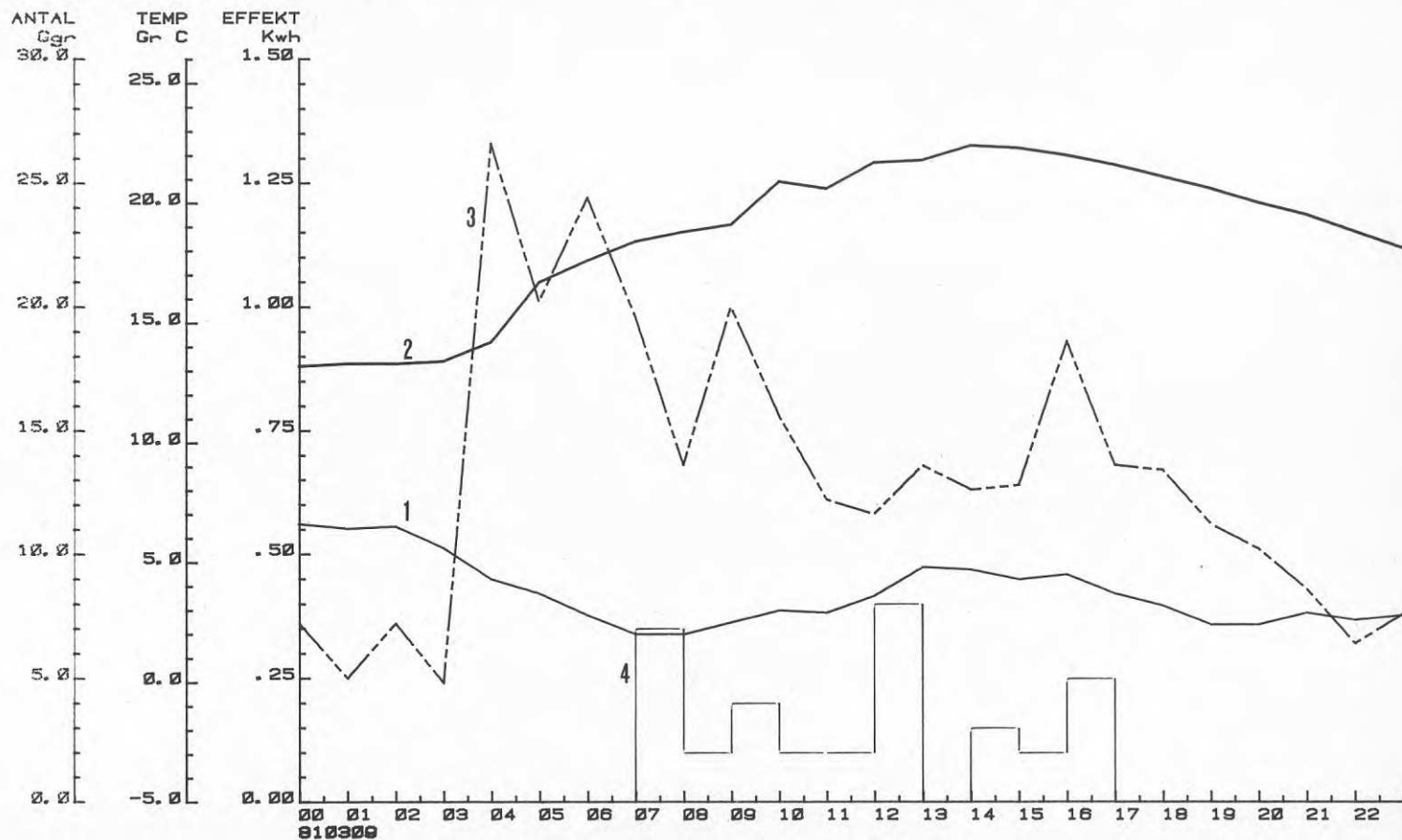
1 ———  
2 ———



EFFEKT: och TEMP.  
810308 000000 - 810308 230000

1 ——— Utetemperatur  
 2 ——— Temp 1 matrum bod 3

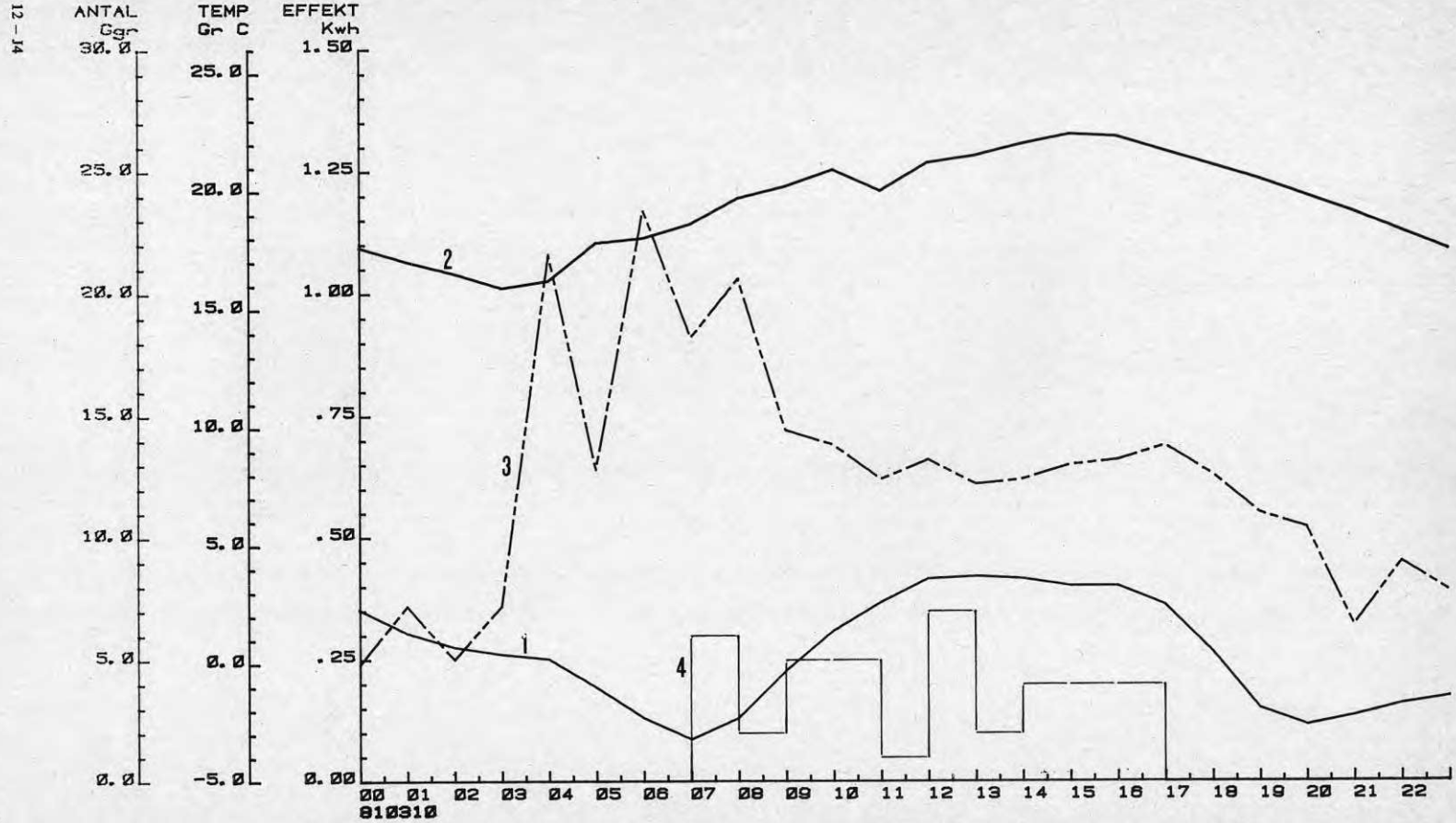
3 - - - - - El värmeagg bod 3  
 4 ——— Ytterdörr bod 3, antal



EFFEKTFF. och TEMP.  
 810300 000000 - 810300 230000

1 ————— Utetemperatur  
 2 ————— Temp i matrum bod 3

3 - - - - - E1 värmeagg bod 3  
 4 ————— Ytterdörr bod 3, antal



EFFEKTFF. och TEMP.  
 810310 000000 - 810310 230000

1 - - - - - El varmeaggregat 3  
 2 - - - - - El øvrigt 3

EFFEKT

Kwh

1.50

1.25

1.00

.75

.50

.25

0.00

810300

01

02

03

04

05

06

07

08

09

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

DEL EFFEKTER

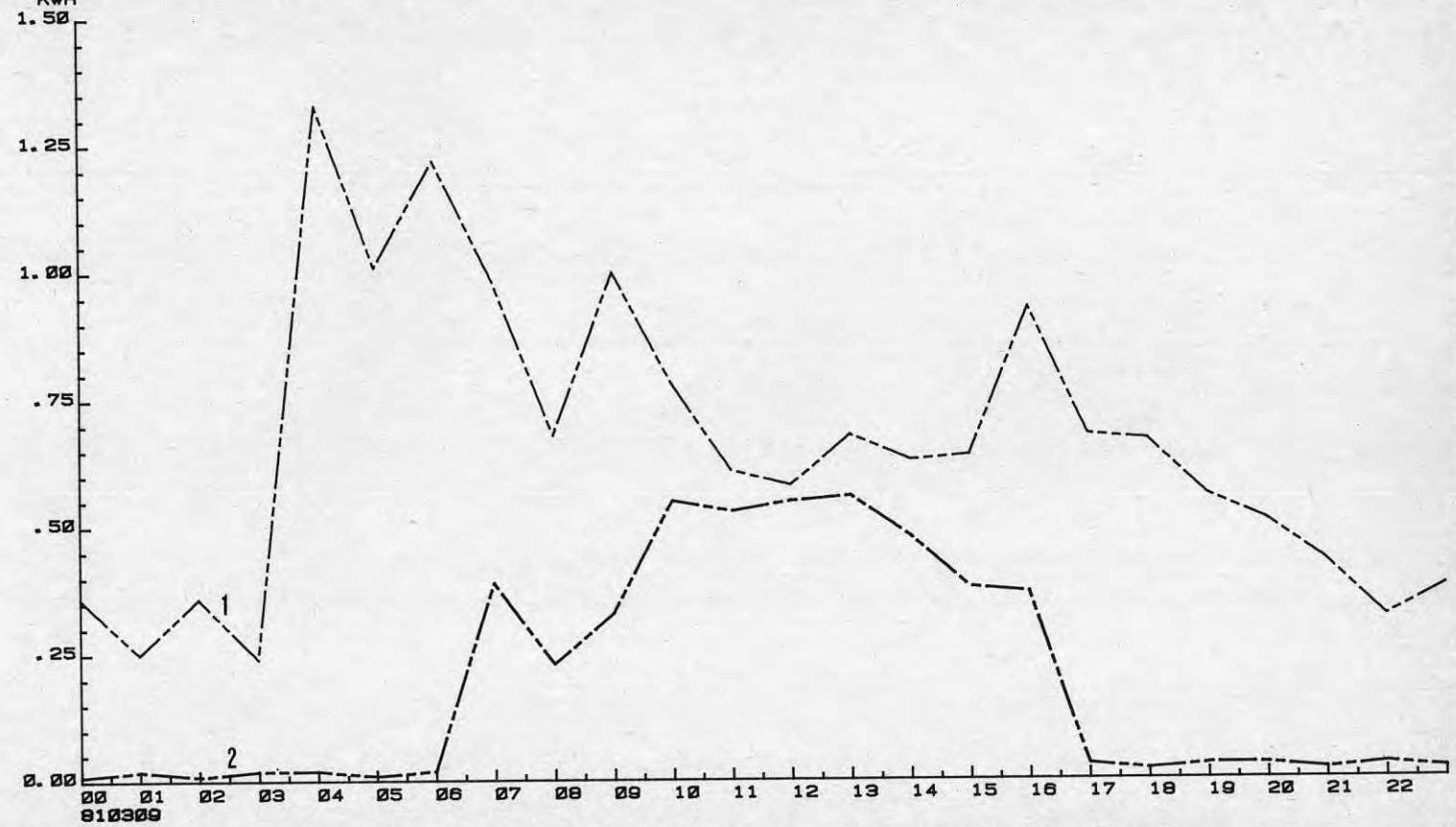
810300 000000 - 810300 230000



1 ----- E1 varmeagb bod 3

2 ----- E1 øvrigt bod 3

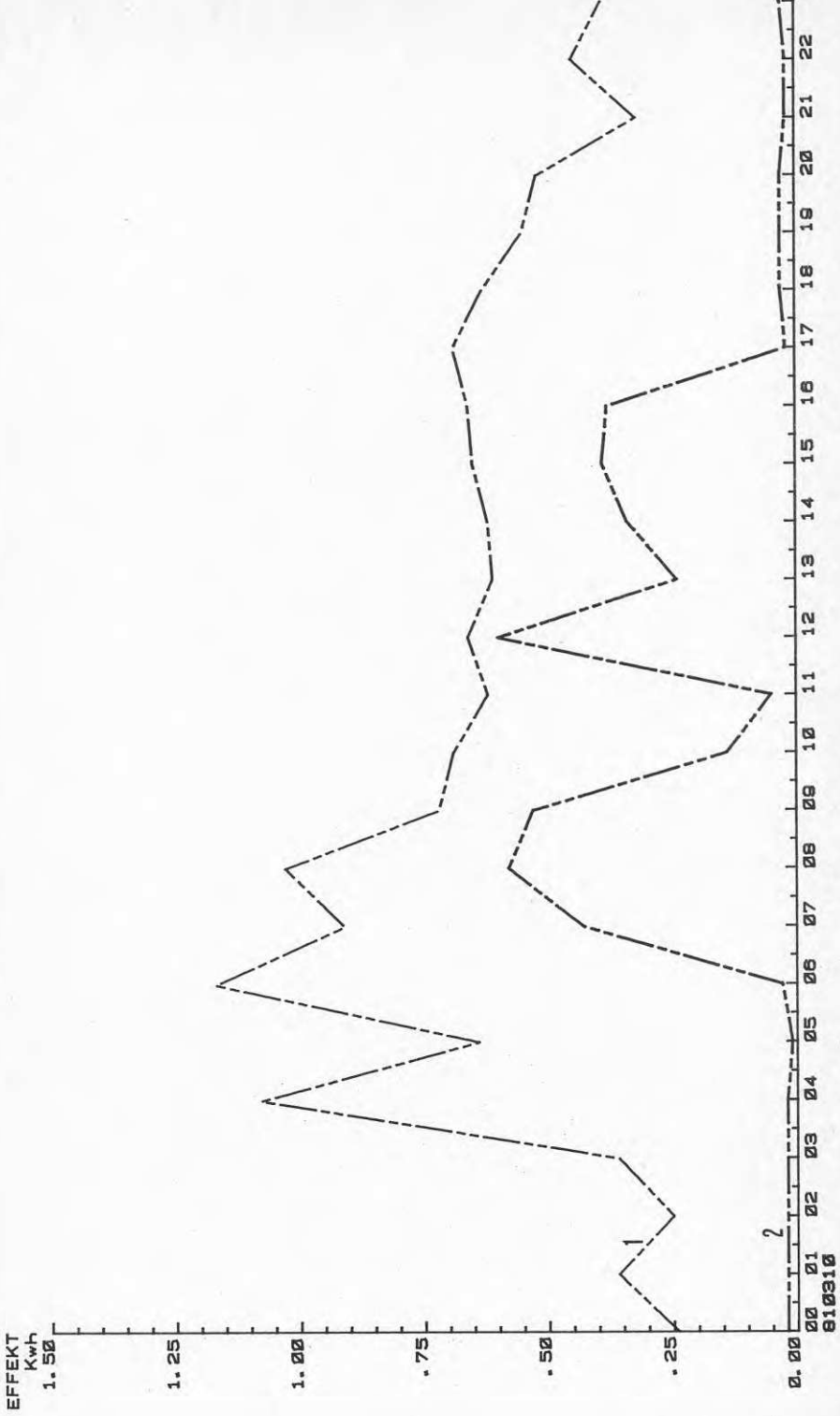
EFFEKT  
Kwh  
1.50



DEL EFFEKTER  
810309 000000 - 810309 230000

1----- E1 vdrmeag bod 3      2----- E1 dvrige bod 3

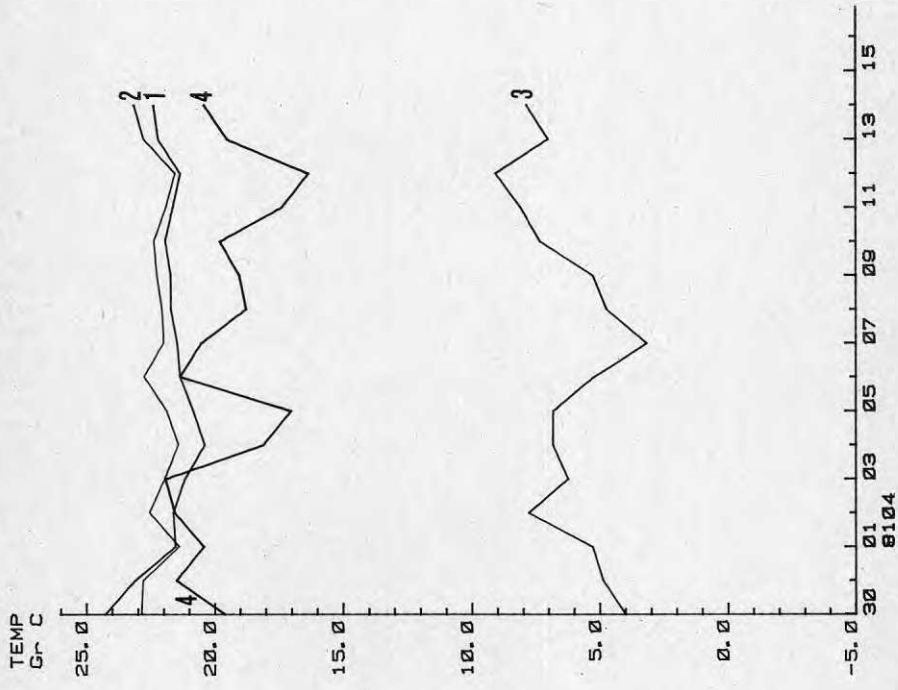
1----- E1 vdrmeag bod 3      2----- E1 dvrige bod 3



DEL EFFEKTER  
810310 000000 - 810310 230000

TEMP.  
810330 000000 - 810415 000000

1 ————— Utetemperatur  
 2 ————— Temp matrum bod 1  
 3 ————— Temp matrum bod 2  
 4 ————— Temp matrum bod 3



1  
2  
3

Elcentral bod 1  
Elcentral bod 2  
Elcentral bod 3

1  
2  
3

EFFEKT  
Kwh  
2.00

1.50

1.00

.50

0.00

01 03 05 07 09 11 13 15  
8104

1  
2  
3

El radiatorer bod 1  
Luftaggregat  
El varmeaggregat bod 3

EFFEKT  
Kwh  
1.00

.75

.50

.25

0.00

01 03 05 07 09 11 13 15  
8104

UPPV.

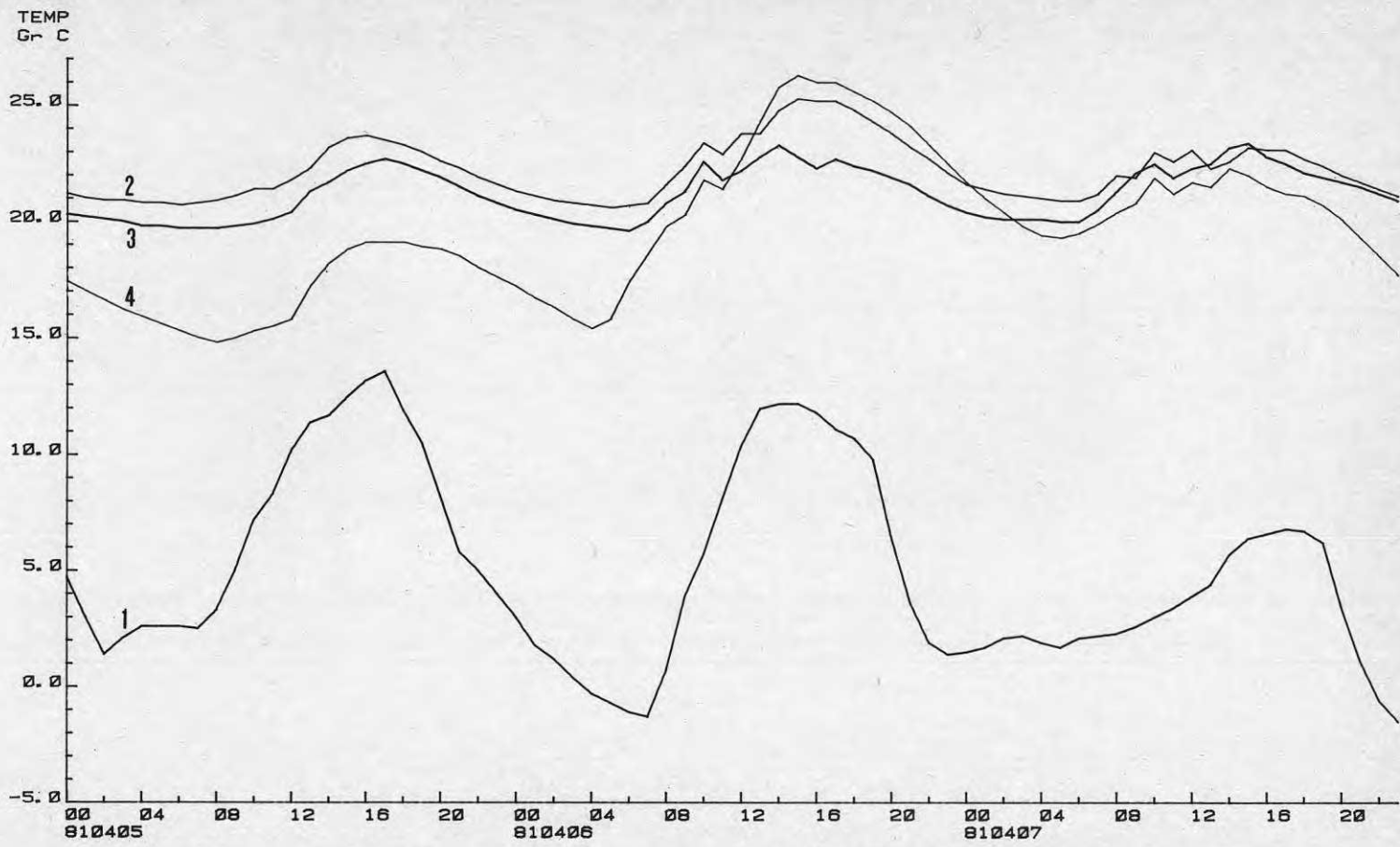
810330 000000 - 810415 000000

T. EFF

810330 000000 - 810415 000000

1 ————— Utatemperatur  
2 ————— Temp matrum bod 1

3 ————— Temp matrum bod 2  
4 ————— Temp matrum bod 3

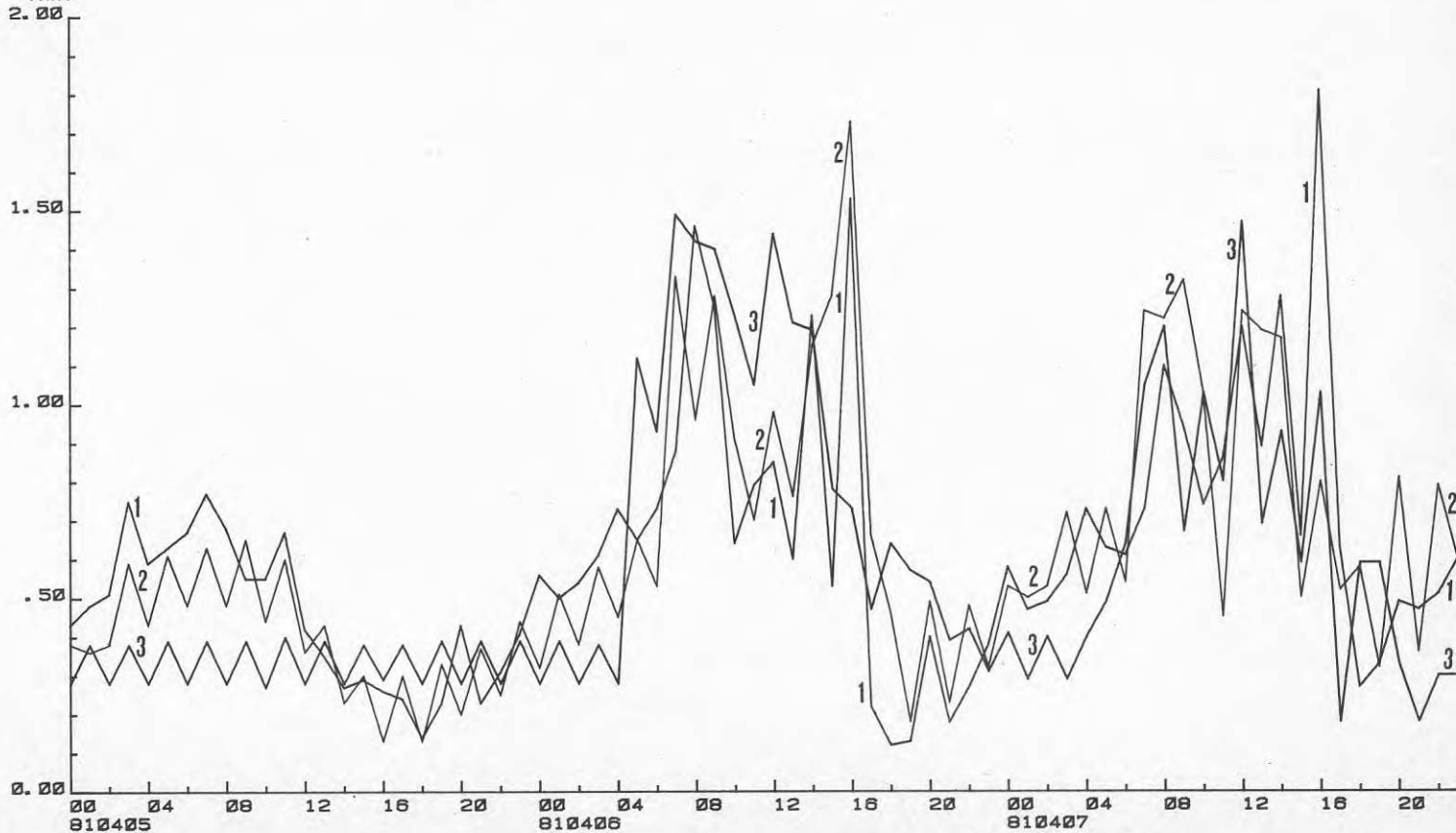


TEMPERATUR  
810405 000000 - 810407 230000

1 ————— Elektroal bed 1  
2 ————— Elektroal bed 2

3 ————— Elektroal bed 3

EFFEKT  
Kwh  
2.00



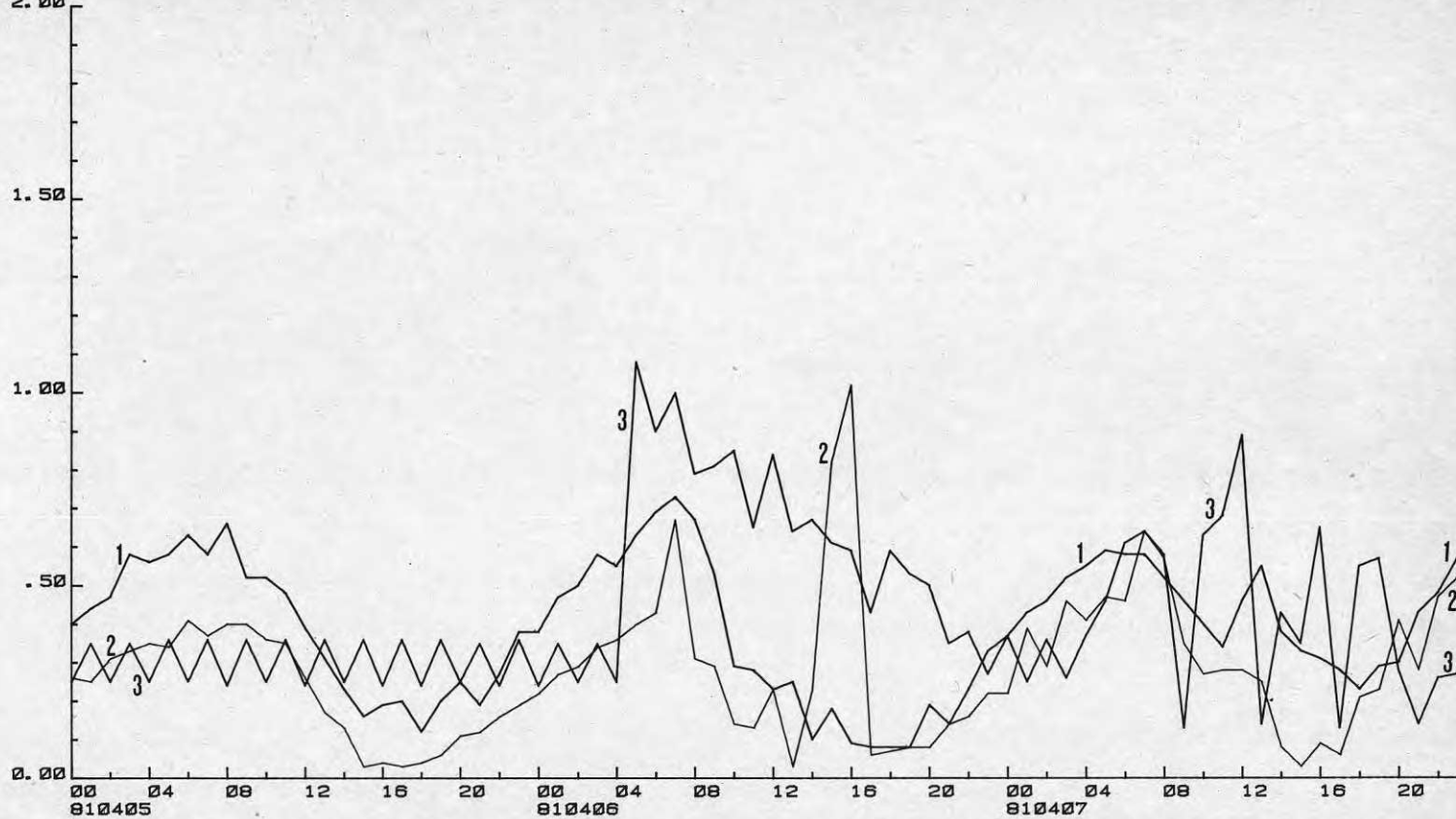
TOTAL EFFEKT  
810405 000000 - 810407 230000

1 ————— El radiatorer bod 1  
2 ————— Luftaggregat bod 2

3 ————— El varmeaggregat bod 3

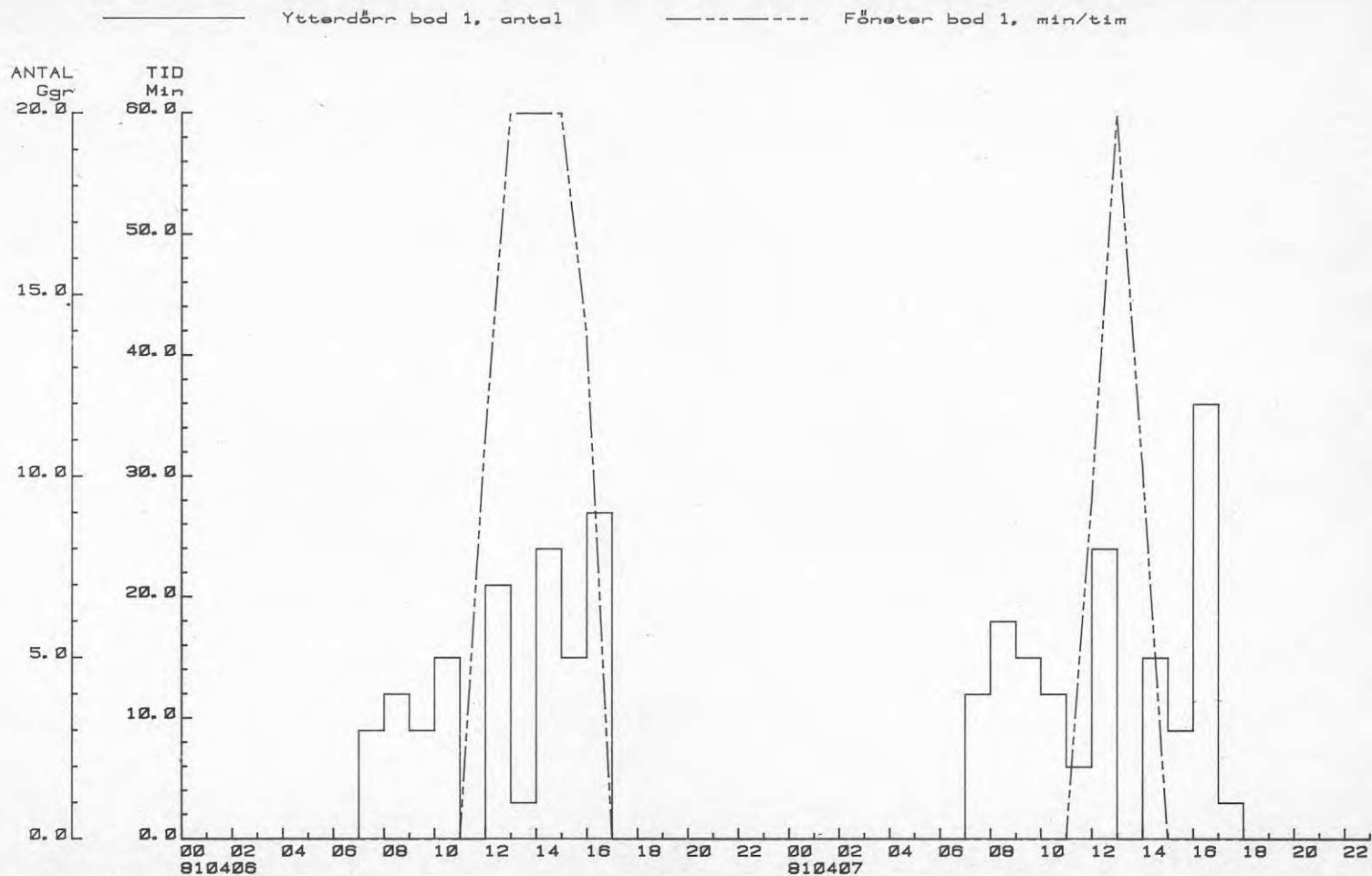
13-14

EFFEKT  
Kwh  
2.00



UPPVAERMNING

810405 000000 - 810407 230000



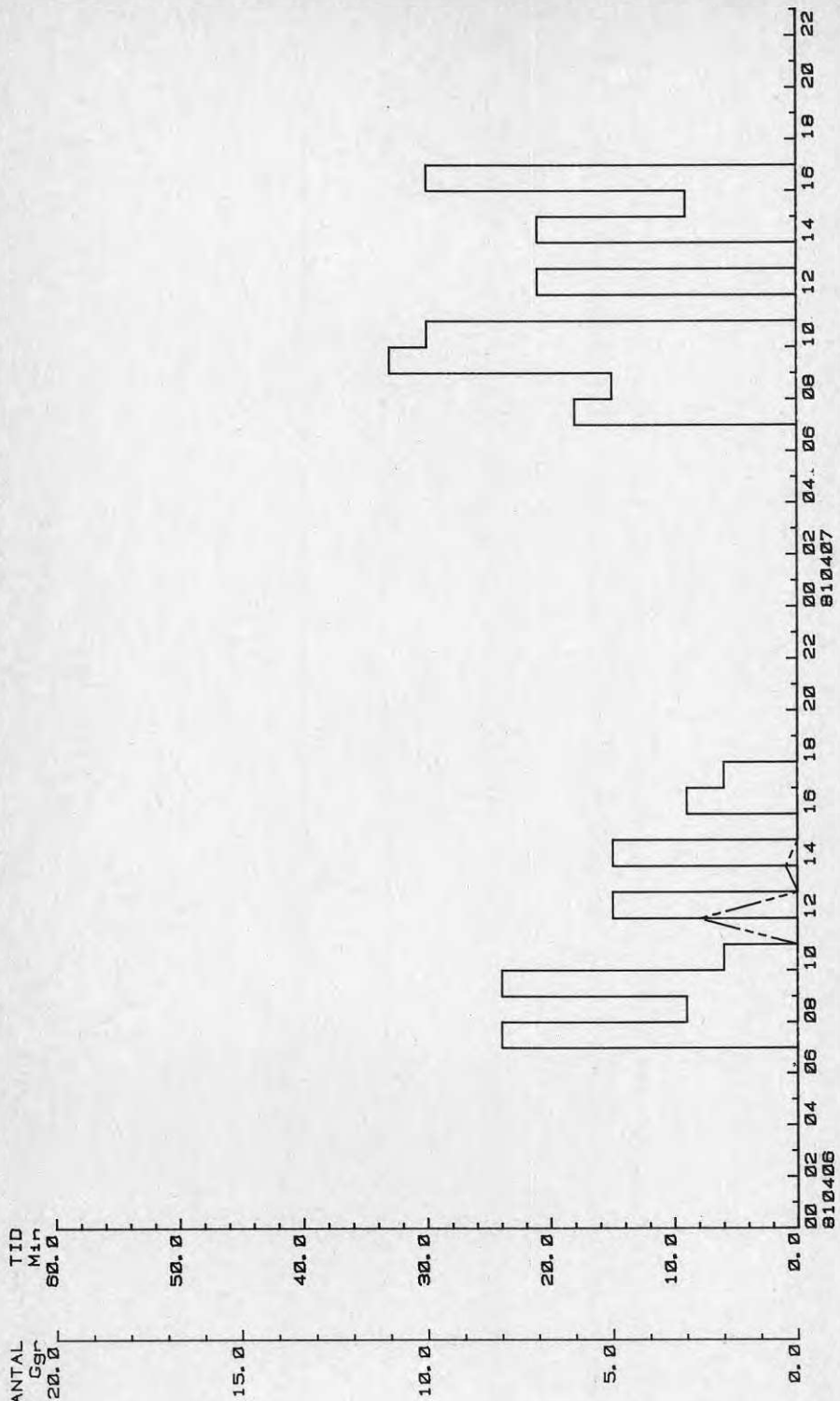
HAENDELSER

810406 000000 - 810407 230000



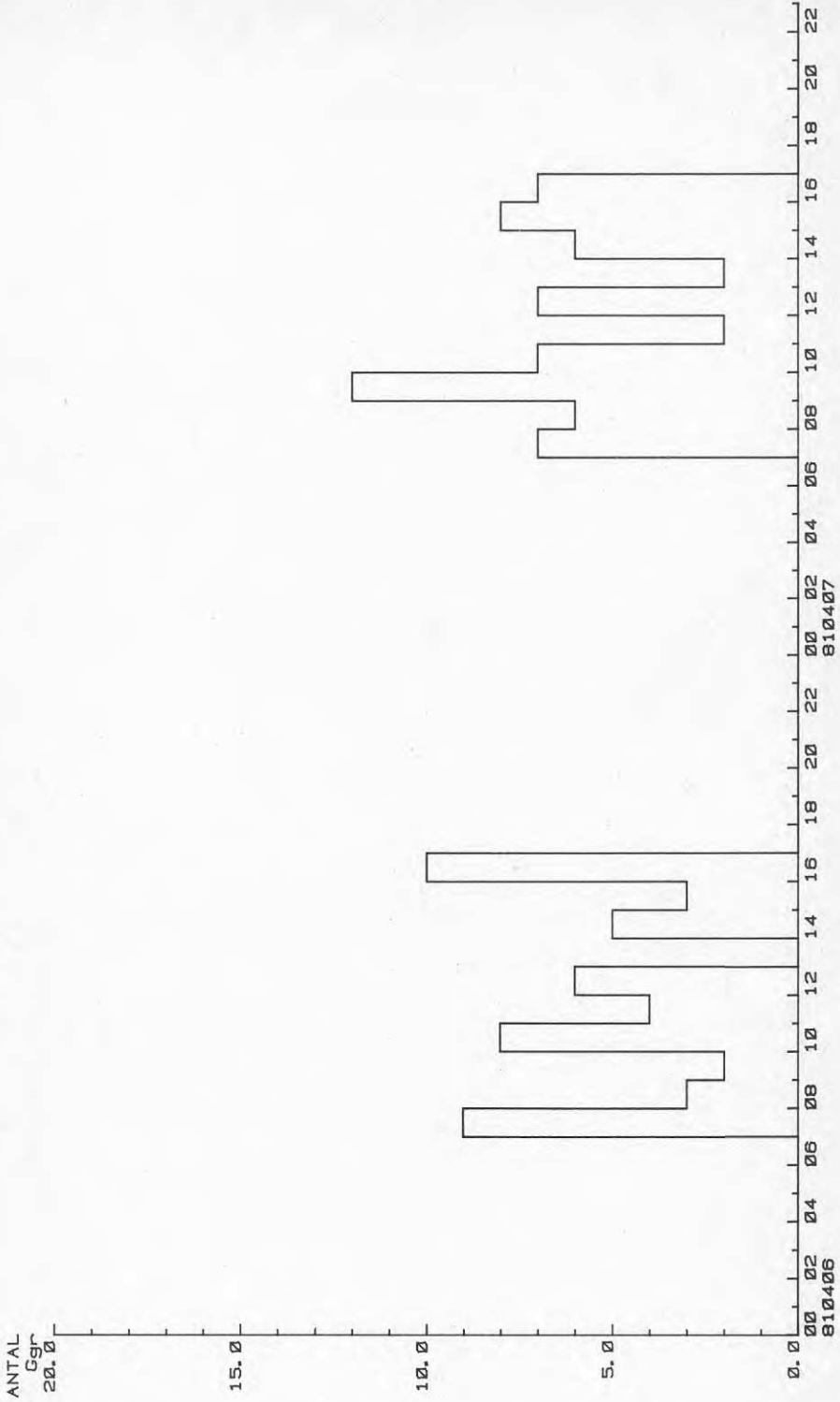
Ytterdörr bod 2, antal

Fönster bod 2, min/tim



HAENDELSER  
810406 000000 - 810407 230000

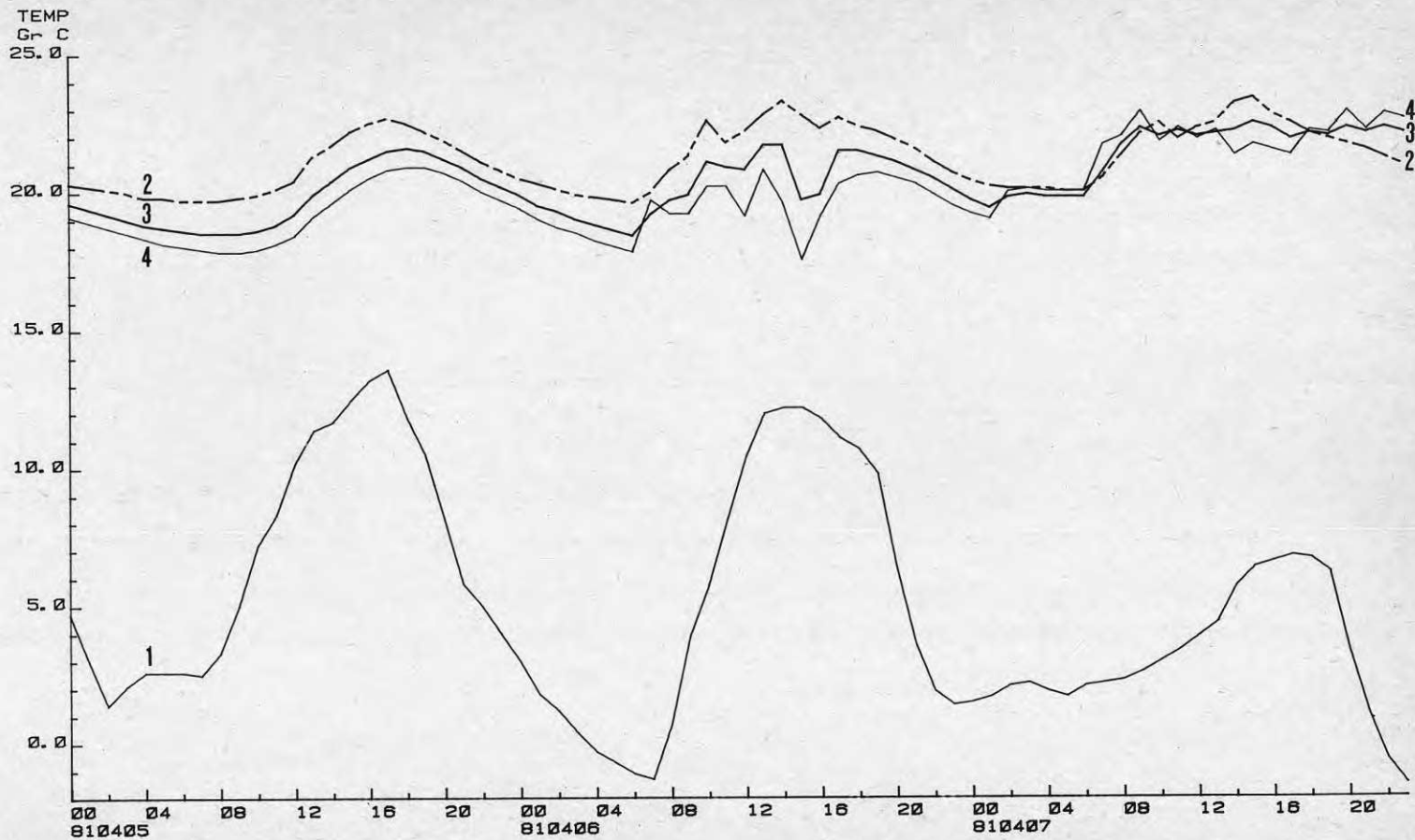
Ytterdørr bod 3, antal



HAENDELSER  
810406 000000 - 810407 230000

1 ————— Utetemperatur  
2 - - - - - Temp matrum bod 2

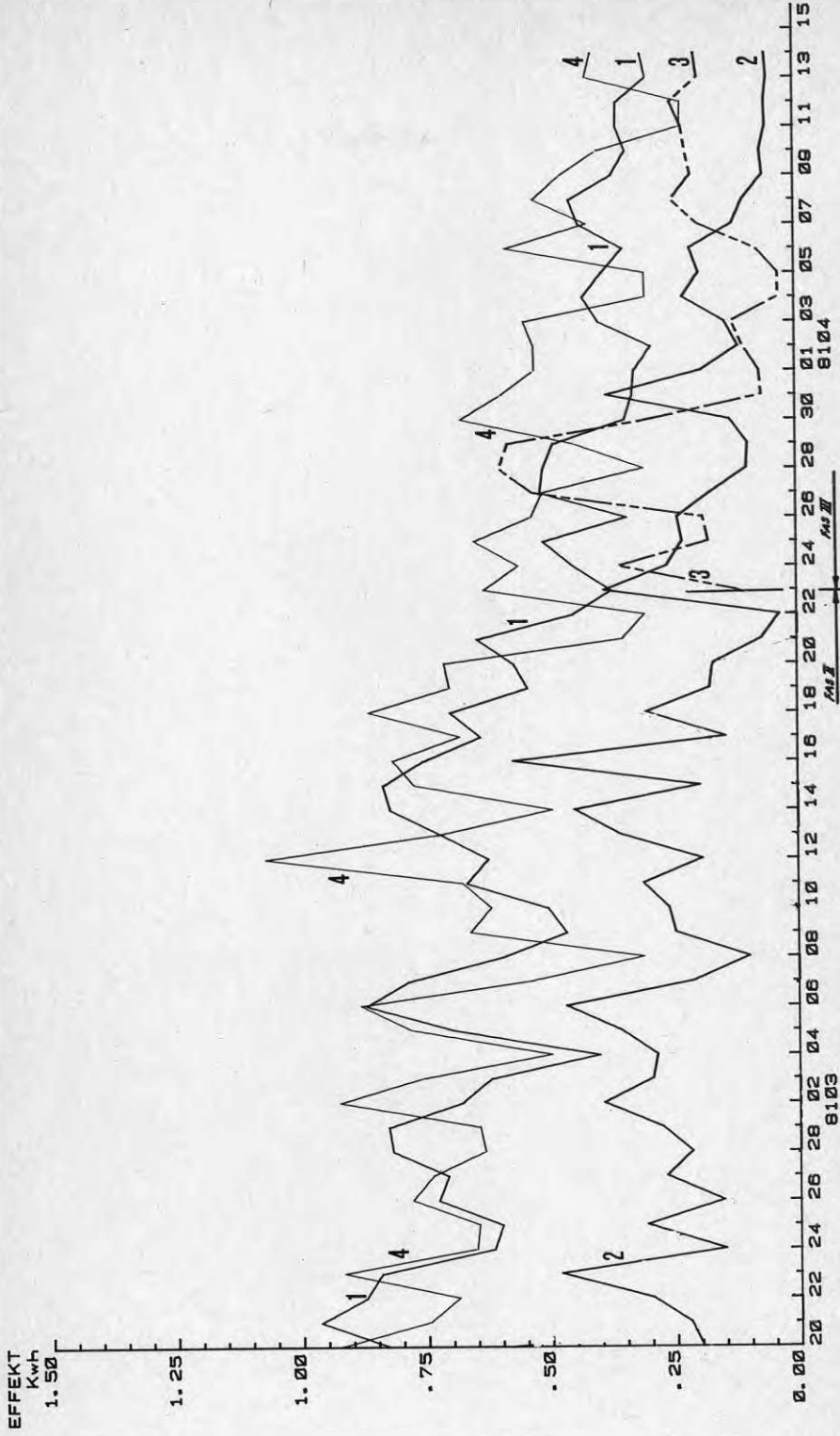
3 ————— Från klädekåp  
4 ————— Till klädekåp



TEMP. i AGG.  
810405 000000 - 810407 230000



1 ————— Luftaggregat bod 2  
 2 ————— E1 radiatorer bod 1  
 3 - - - - - E1 radiatorer bod 2  
 4 ————— E1 varmeaggregat bod 3



UPPVAERMINING  
 810220 000000 - 810415 000000

1991

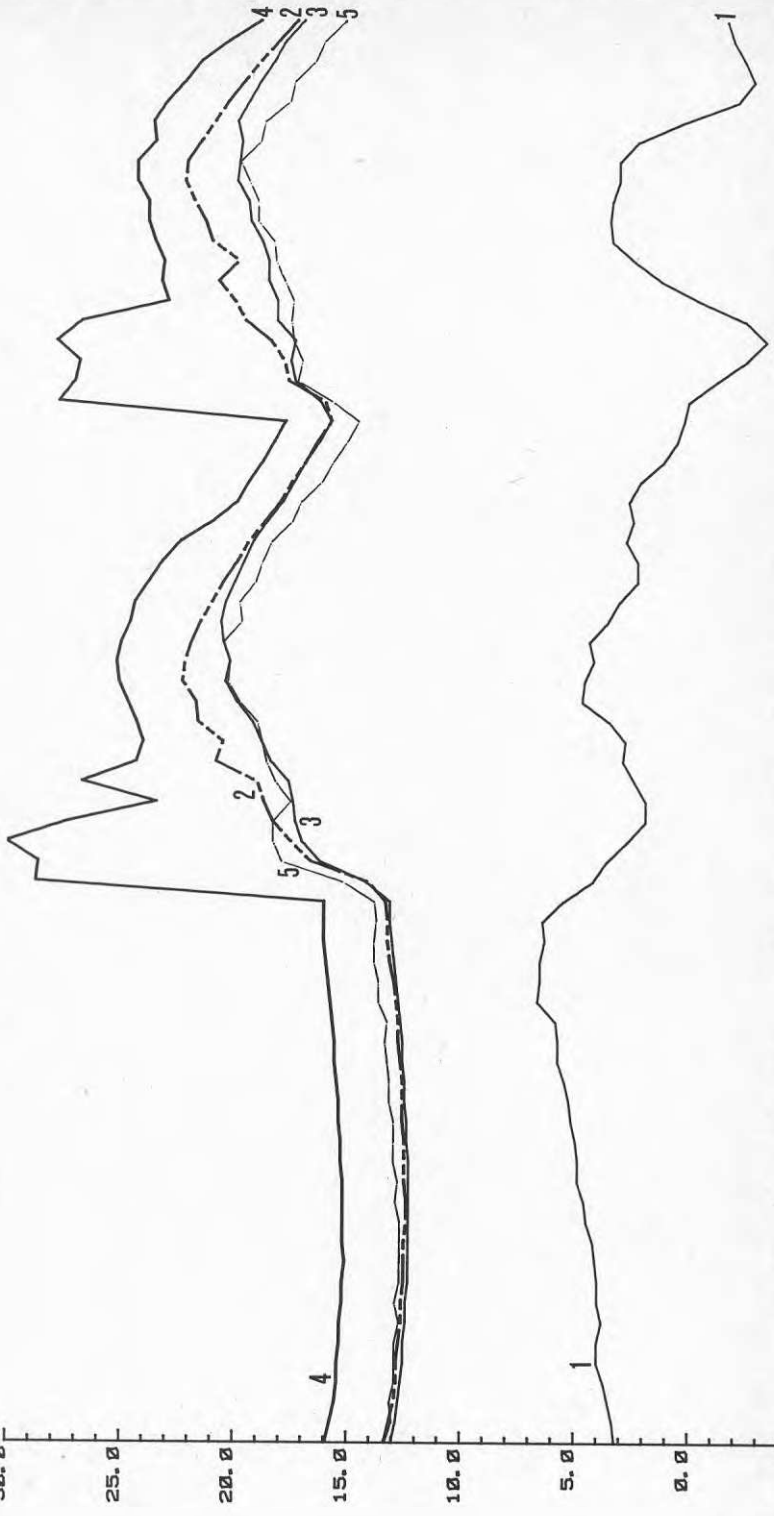
Temp värmeagg 1n bod 3  
Temp efter vvx bod 3

4  
5

Utetemperatur  
Temp i matrum bod 3  
Temp i vindfang, bod 3

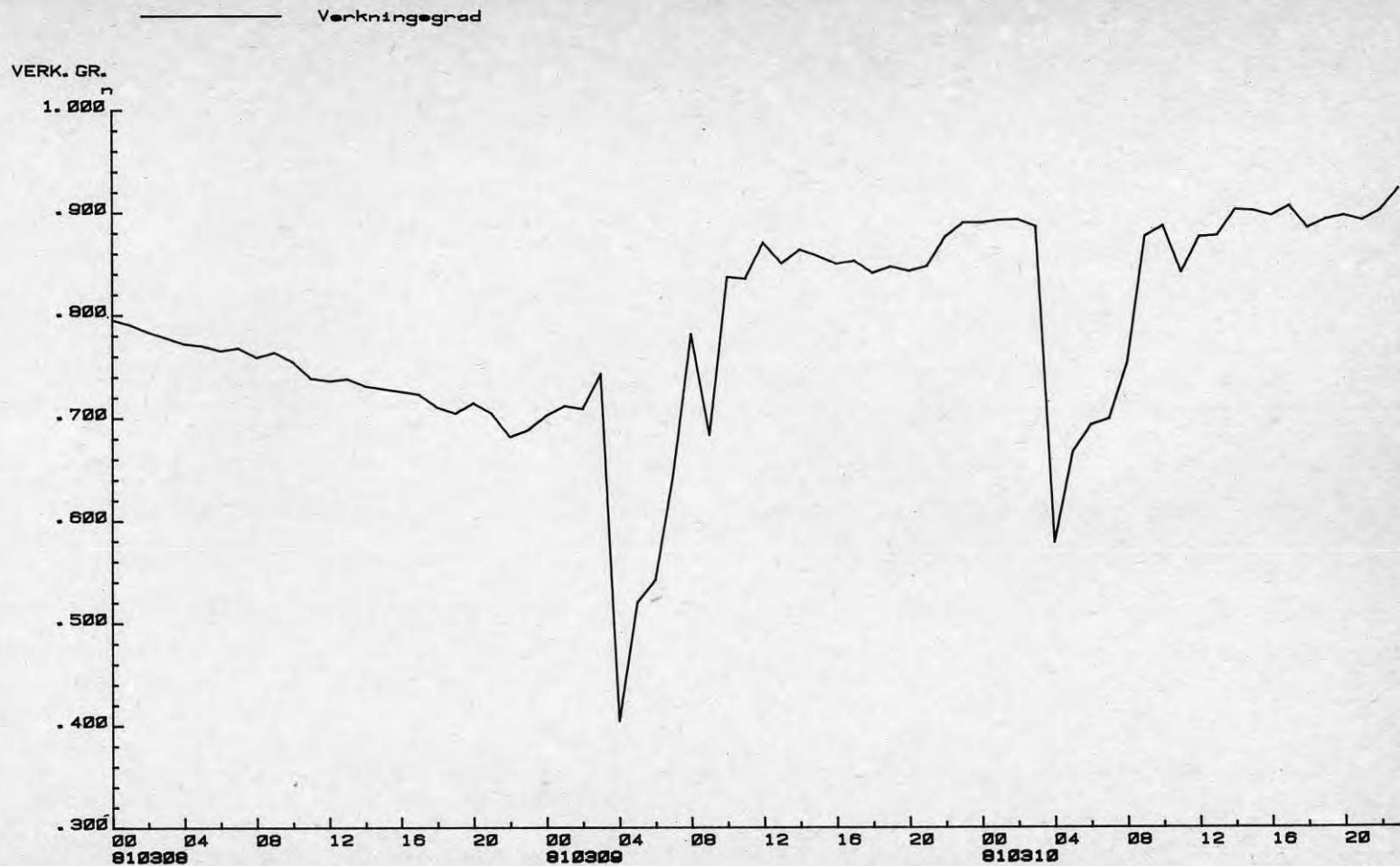
1  
2  
3

TEMP  
Gr. C  
30.0



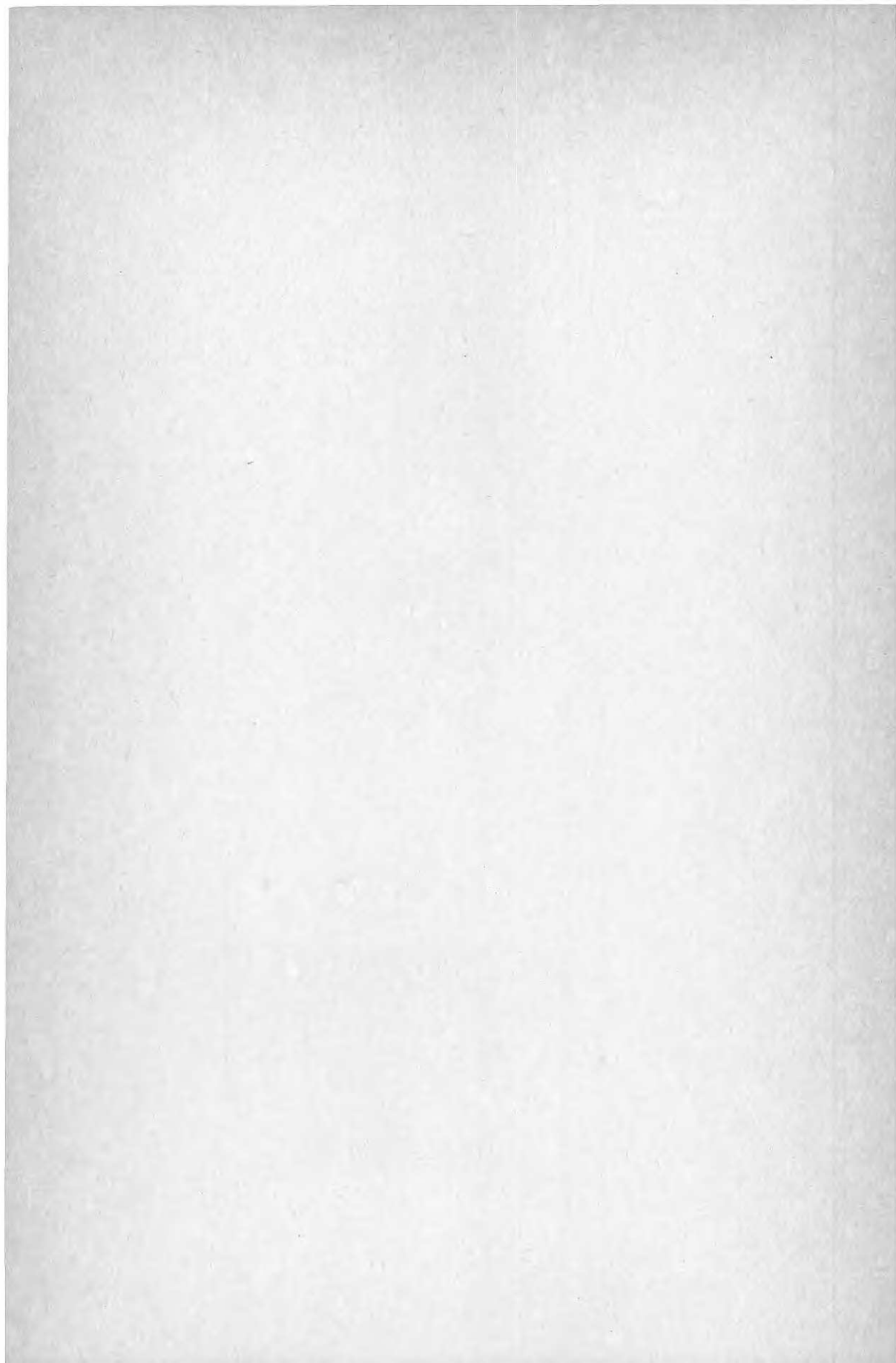
810308 00 04 08 12 16 20 20 00 04 08 12 16 20  
810309 810310 810310 230000

TEMP. I VVX  
810308 000000 - 810310 230000

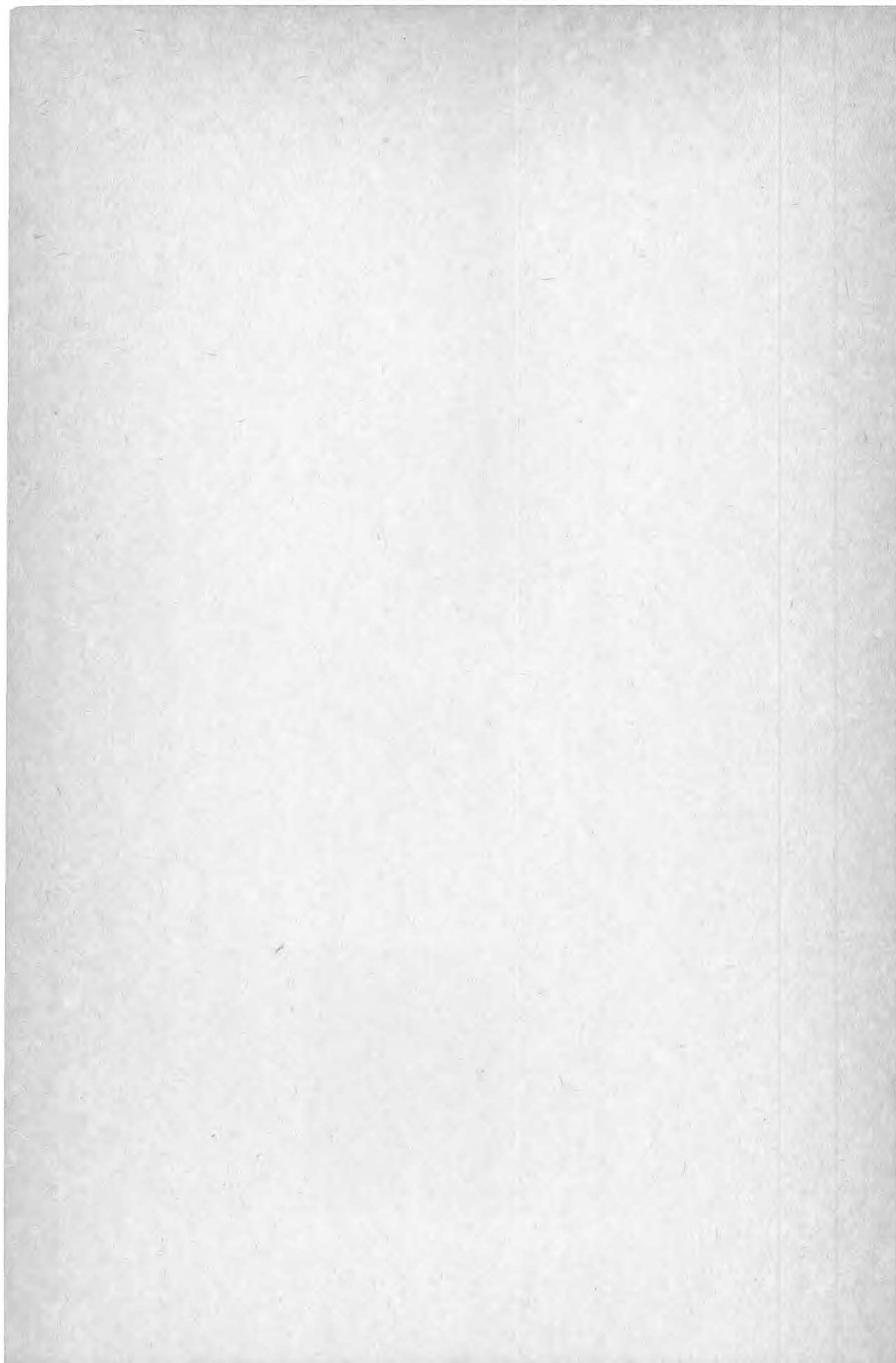




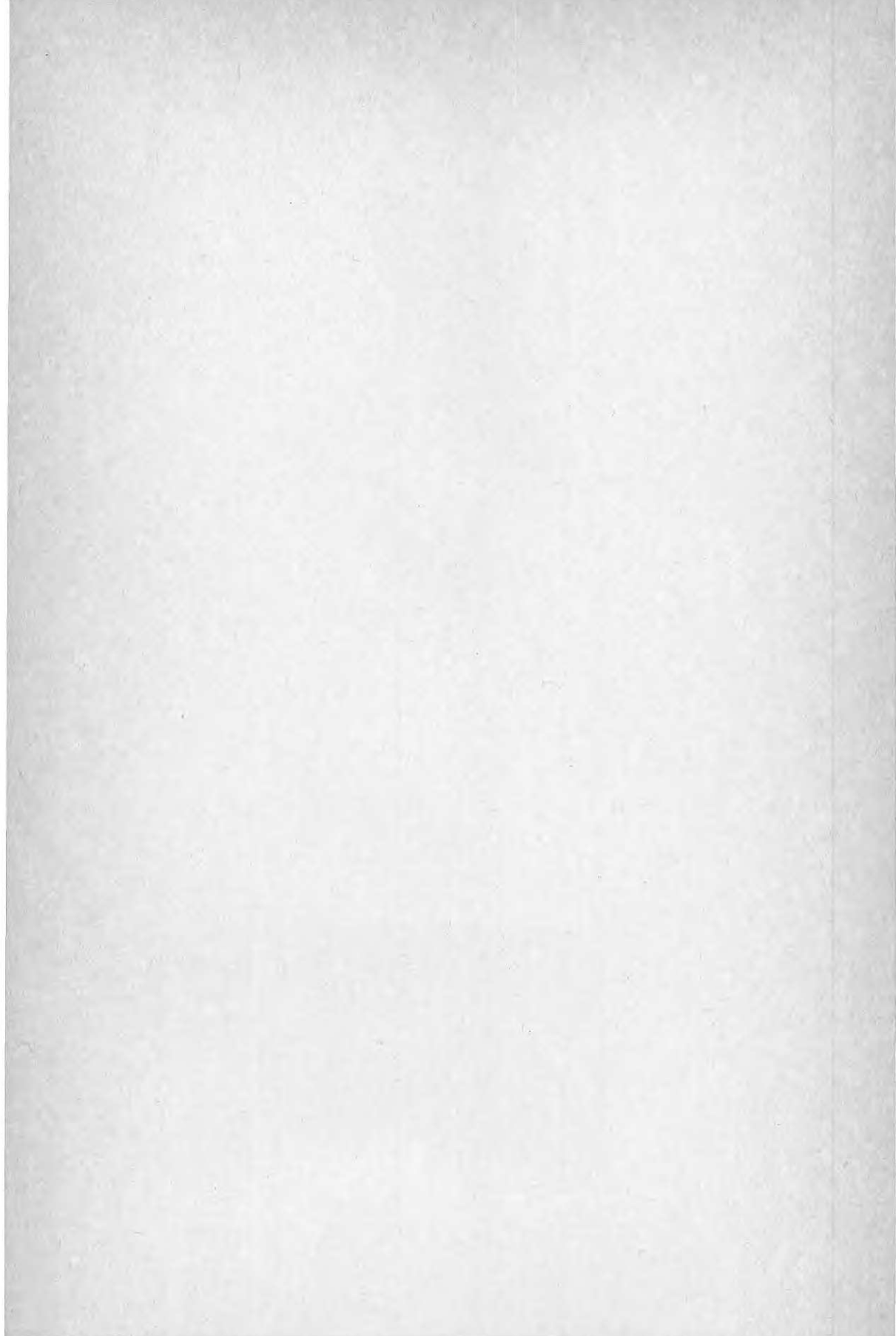














**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag  
790078-7 från Statens råd för byggnadsforskning  
till Skånska Cementgjuteriet, Göteborg.**

**R131: 1982**

**ISBN 91-540-3828-6**

**Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm**

**Art.nr: 6700631**

**Abonnemangsgrupp:  
S. Byggplatsens verksamhet**

**Distribution:  
Svensk Byggtjänst, Box 7853  
103 99 Stockholm**

**Cirka pris: 50 kr exkl moms**