



Terrændækskonstruktioners varme- og fugtmæssige forhold

Svendsen, Svend ; Byberg, M. R.

Publication date:
1995

Document Version
Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link back to DTU Orbit](#)

Citation (APA):
Svendsen, S., & Byberg, M. R. (1995). *Terrændækskonstruktioners varme- og fugtmæssige forhold*. Technical University of Denmark, Department of Civil Engineering.

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

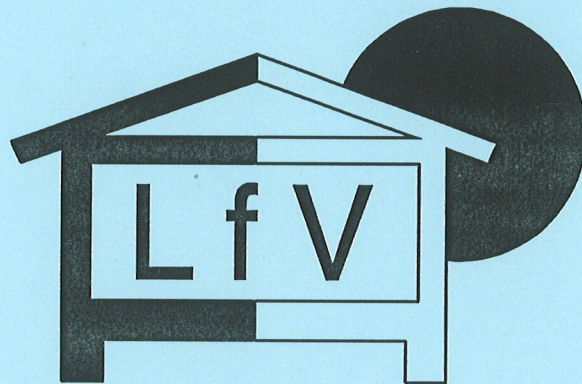
- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

TERRÆNDÆKKONSTRUKTIONERS VARME- OG FUGTMÆSSIGE FORHOLD

Rapport over undersøgelse udført på

Laboratoriet for Varmeisolering
i samarbejde med
Dansk Forening af Fabrikanter af Varmeisoleringsmaterialer



Oktober 1995

MEDDELELSE NR. 282

LABORATORIET FOR VARMEISOLERING
DANMARKS TEKNISKE UNIVERSITET

Forord

Nærværende rapport afslutter en undersøgelse af terrændækkonstruktioners varme- og fugtmæssige forhold.

Undersøgelsen er udført på Laboratoriet for Varmeisolering, DTU, og er baseret på en samarbejdsaftale mellem Dansk Forening af Fabrikanter af Varmeisoleringsmaterialer og laboratoriet.

Til støtte for undersøgelsen har fungeret en følgegruppe. Laboratoriet vil gerne herved bringe følgegruppens medlemmer en tak for den viste interesse og det arbejde, der er lagt til støtte for undersøgelsen.

Lyngby, oktober 1995

Svend Svendsen
professor

M. R. Byberg
lektor

Indholdsfortegnelse

Resume	4
Hovedresultater	5
Summary	6
Main results	7
Indledning	8
Måleprincip	8
Forsøgsopstillingen	9
Undersøgelsen	10
λ -målinger	11
Densitet og fugtindhold	11
Resultater	12
Diskussion af forsøgsopstillingen	12
Skitse af forsøgsopstilling	bilag 1
60 mm Glasuld 36 Terrænplade på drænlag	bilag 2
65 mm Rockwool A-Terrænplade på drænlag	bilag 3
50 mm Neste Thermisol G1 på drænlag	bilag 4
60 mm Dow FLOORMATE 200 på drænlag	bilag 5
150 mm Leca 10-20, coated på dug	bilag 6
60 mm Glasuld 36 Terrænplade på dug	bilag 7
65 mm Rockwool A-Terrænplade på dug	bilag 8
50 mm Neste Thermisol G1 på dug	bilag 9
60 mm Dow FLOORMATE 200 på drænlag	bilag 10
Lambda's udvikling fra fugttilførsel, absolut mål	bilag 11
Lambda's udvikling fra fugttilførsel, relativt mål	bilag 12

Resume

I en særlig udformet forsøgsopstilling til opnåelse af endimensionale varmestrømsforhold er en række isoleringsmaterialer til anvendelse i terrændækkonstruktioner undersøgt under samtidig varme- og fugtpåvirkning. I forsøgsopstillingen er forholdene i terrændækkonstruktioner søgt efterlignet så godt som muligt, idet:

1. Isoleringsmaterialerne er påtrykt en konstant nedadrettet varmestrøm.
2. Konstruktionsopbygningen er holdt fugtig i bunden ved at være i kontakt med en fiberdug, som ved vandopsugning gennem væger er holdt fugtig.

Undersøgelsens formål har været at udvikle en prøvemethode til bestemmelse af varmeledningsevnen for typiske isoleringsmaterialer anvendt i terrændækkonstruktioner. Den søgte varmeledningsevne er bestemt relativt ved at bestemme ændringen af varmestrømmen gennem isoleringsmaterialerne, når situationen ændres fra helt tør konstruktion til konstruktion med fugtpåvirkning.

Undersøgelsen kan opdeles i to dele efter den anvendte konstruktionsopbygning:

1. I den første del har isoleringsmaterialet hver gang været anbragt på et 75 mm lag af vaskede sømaterialer 10-20 mm, således at kun stenlaget har været i direkte kontakt med den fugtige dug.

I denne del er følgende materialetyper undersøgt:

Glasuld
 Stenuld
 Ekspanderet polystyren, EPS
 Ekstruderet polystyren, XPS

2. I den anden del er stenlaget udskudt, således at isoleringsmaterialet har været i direkte kontakt med den fugtige dug.

I denne del er følgende materialetyper undersøgt:

Letklinker
 Glasuld
 Stenuld
 Ekspanderet polystyren, EPS
 Ekstruderet polystyren, XPS

Hovedresultater

I den første del af undersøgelsen har varmemestrømmen gennem isoleringsmaterialerne generelt kun ændret sig meget lidt, kun for den ekstruderede polystyren er der tale om en forøgelse af λ -værdien i forhold til den tørre værdi. Ved åbning af opstillingen efter afslutning af undersøgelsen af hvert materiale, har oversiden af stenlaget i alle tilfælde ikke vist synlig fugtoptagelse, fugtindholdet er bestemt for to delprøver af stenlaget.

I den anden del af undersøgelsen adskiller resultatet for letklinkernes vedkommende sig fra de resterende fire materialetyper. De ialt 150 mm letklinker er placeret med 50 mm ad gangen og med et termoelement mellem de enkelte lag. Letklinkerne har optaget fugt i de nederste få centimeter af 1. lag og dermed vist en forøget varmemestrøm gennem dette lag på ialt 6% i forhold til den tørre værdi, medens der for lag 2 er tale om reduceret varmemestrøm og næsten uændret varmemestrøm for lag 3 (det øverste).

For de øvrige isoleringsmaterialer har varmemestrømmen kun ændret sig nogle få procent - også selv om prøvestykkerne følte fugtige på undersiden ved åbning af forsøgsopstillingen.

Diskussion:

Den anvendte prøvningsmetode har vist sig egnet til bestemmelse af fugtens indvirkning på isoleringsmaterialers varmeledningsevne, når isoleringsmaterialerne er i kontakt med en fugtig overflade.

Metoden egner sig næppe til rutinemålinger, dertil er den for langsom. Til gengæld vil den med enkle midler kunne udvides fra en "statisk metode" med fastholdte temperaturer til en "dynamisk metode" med varierende temperaturer, der bedre efterligner terrændækkonstruktioners naturlige årstidsvariationer.

Det skal bemærkes, at ingen af prøvningerne har haft så langt et tidsforløb, at der er opnået fuldstændig stationære forhold. Dette forhold skønnes dog ikke at ændre ved nedenstående:

Konklusion:

Resultaterne af undersøgelsen, hvor der alene har været anvendt stationær, nedadrettet varmemestrøm, underbygger for alle de indgående materialetyper, de af Varmeisoleringsskontrollen, VIK, anvendte regler for fastsættelse af praktisk varmeledningsevne, når materialerne er i kontakt med fugtig jord.

Selvom resultaterne tyder på, at de af VIK anvendte sædvanlige fugttillæg "er på den sikre side", må grundlaget betragtes som værende for spinkelt til at kunne motivere en reduktion af disse fugttillæg.

Summary

A number of thermal insulation materials intended for insulation of solid ground floors have been tested under combined heat and moisture influence in a test equipment especially designed for achievement of one dimensional heat flow. In the test equipment the conditions for solid ground floors have been imitated as well as possible, as:

1. The insulation materials have been influenced by constant heat flow downwards.
2. The tested construction has been held moist at the bottom by contact to a fibre cloth, which has been kept moist by water suction by means of wicks.

The aim of the investigation has been to develop a test method for determination of thermal conductivity of typically used insulation materials for solid ground floors. The thermal conductivity has been determined relatively by measuring changes in heat flow when conditions were changed from completely dry condition to moist condition.

The investigation can be divided into two parts according to the used construction:

1. In the first part of the investigation the insulation materials have been placed on a 75 mm layer of washed sea gravel 10-20 mm, only the gravel being in contact with the moist fibre cloth.

In this part the following types of materials have been tested:

Glass Wool
 Stone Wool
 Expanded polystyrene, EPS
 Extruded polystyrene, XPS

2. In the second part of the investigation the layer of gravel has been omitted and the insulation materials have been in direct contact with the moist fibre cloth.

In this part the following types of materials have been tested:

Expanded clay clinkers
 Glass Wool
 Stone Wool
 Expanded polystyrene, EPS
 Extruded polystyrene, XPS

Main results

Generally speaking there have only been minor changes in the heat flow through the insulation materials in the first part of the investigation (going from dry to moist conditions), only for XPS an increase of λ has been observed. By opening of the test equipment after ending of every test the upper side of the gravel layer has never shown visible moisture. The moisture content has been determined for two samples from the gravel layer.

In the second part of the investigation the results for the expanded clay clinkers are different from the other four types of material. The total of 150 mm clinkers is placed 50 mm at a time and with a thermocouple between the layers. The clinkers have wetted in the lower 10-20 mm of the 1st layer increasing the heat flow for this layer by 6%, while the heat flow has decreased for the 2nd layer and been fairly unchanged for the 3rd layer (upper layer).

The heat flow for the rest of the investigated materials has only changed a few percent - even though you could feel moisture on the down side of the samples when the test equipment was opened.

Discussion:

The elaborated test method has shown suitability for determination of changes in thermal conductivity for insulation materials being in contact with a moist surface.

The method is hardly suitable for routine measurements being too slow. On the other hand it can be improved by simple means from a "static method" with constant temperatures to a "dynamic method" with temperatures simulating the yearly temperature changes for a solid ground floor.

Please observe that none of the tests have run over a time sufficient to achieve completely stationary conditions. Meanwhile these circumstances do not influence the following:

Conclusion

The results of the investigation only using heat flow downwards confirm the normal rules used by Varmeisoleringkontrollen¹, VIK, for fixing design thermal conductivities for insulation materials being in contact with moist soil.

Even if the results indicate that VIK uses "safe" additions when fixing design values, the investigation may not for the moment motivate any reduction of these additions.

¹VARMEISOLERINGSKONTROLLEN. A body for 3rd party control of thermal properties of insulation products, established by the Danish Ministry of Housing, the Danish Association of Manufacturers of Thermal Insulation Materials (VIF) and the Danish Society of Chemical, Civil, Electrical and Mechanical Engineers (DIF).

Terrændækkonstruktioners varme- og fugtmæssige forhold

Indledning

I årene 1992 til 94 er på Laboratoriet for Varmeisolering (LfV), DTU, gennemført et projekt vedrørende terrændækkonstruktioners varme- og fugtmæssige forhold. Projektet er gennemført som et samarbejde mellem Dansk Forening af Fabrikanter af Varmeisoleringsmaterialer (VIF) og LfV. VIF har dels bidraget væsentligt til projektets økonomi og dels stillet sit arbejdsudvalg vedr. kapillarbrydende lag til rådighed for en følgegruppe for projektet.

Følgegruppen har bestået af:

Kurt Kielsgaard Hansen, Lab. f. Bygningsmaterialer, DTU
Michael Petersen, Glasuld a/s, (VIF)
Torben Henriksen, Dansk Leca A/S (VIF)
P.P.P Nielsen, K. Balling Engelsen A/S (VIF), efter sin død afløst af
Bjørn Møller Laursen, Neste Thermisol A/S (VIF)

Projektets formål har været:

".. at udvikle en generelt accepteret prøvemethode for kapillarbrydende lag i terrændækkonstruktioner."

"Prøvemethodens formål er, som en typeprøvning, at fastlægge fugt- og isolansforholdene i en veldefineret konstruktion under de fugt- og temperaturforhold, som normalt forekommer i et terrændæk under hensyn til årstidsvariationerne."

Måleprincip

Det kunne være ønskeligt at kunne bestemme isoleringsmaterialernes λ -værdi i "den fugtige tilstand" direkte, men da dette ville kræve udstyr baseret på et egentligt λ -apparat, blev den betydeligt enklere relative bestemmelse valgt. Princippet kan beskrives på følgende måde:

Et udsnit af en terrændækkonstruktion anbringes i et næsten endimensionalt termisk felt med varmestrøm lodret nedad. For at undgå den termiske træghed i betonpladen i et sædvanligt terrændæk, blev betonpladen udeladt. Til gengæld måtte betonpladens diffusionsmodstand simuleres af en kraftig plastfolie. Over isoleringsmaterialet blev anbragt en varmestrømsmåler i hele prøvefeltets areal. Ændringer i varmestrømsmålerens signal er da et udtryk for ændret varmestrøm gennem hele det termiske felt.

Den relative bestemmelse indebærer, at varmestrømmen i "den fugtige tilstand" sættes i relation til varmestrømmen gennem konstruktionen med helt tørre materialer. Ved på anden vis at bestemme prøvestykkernes λ -værdi i tør tilstand kan λ -værdien i "fugtig tilstand" beregnes. Metoden kræver blot, at overgang fra tørre til fugtige betingelser kan ske uden at der iøvrigt foretages ændringer. Yderligere kræves, at termisk stabilitet indstiller sig i hver af situationerne.

Forsøgsopstillingen

Bilag 1 viser et snit i forsøgsopstillingen i mål 1:10. Et 75 mm stenlag er lagt på en fiberdug, der dækker en køleplade. Gennem slidser i kølepladen hænger strimler af fiberdugen ned i 2 stk. 50° plastrør, der virker som åbne vandrender. Kun i den fugtige situation er der vand i vandrenderne, hvorved fiberdugen holdes fugtig. Det har været et afgørende ønske ved udformningen af forsøgsopstillingen, at undersiden (af stenlaget) kunne være i kontakt med en fugtig overflade uden at være neddyppet i frit vand.

Over stenlaget er på bilaget vist et eksempel med 65 mm isoleringsmateriale. I direkte termisk kontakt med isoleringslaget ses varmestrømsmåleren bestående af 50 mm ekspanderet polystyren pålimet 0,5 mm aluminiumplade på begge sider til udligning af eventuelle temperaturforskelle over fladen og forsynet med indbyggede termoelementer til bestemmelse af temperaturforskellen mellem varmestrømsmålerens to overflader.

Over varmestrømsmåleren er vist en kraftig plastfolie, der dels skal simulere nævnte betonplades diffusionsmodstand og dels virke som kar for det vandbad, der sammen med kølepladen i bunden styrer varmestrømmen ned gennem opstillingen.

Hele prøvefeltet, der måler ca. 500 · 500 mm er meget kraftigt termisk isoleret mod omgivelserne. I bunden ses således 50 + 200 mm, i siderne 100 + 100 + 250 mm og som låg 250 mm. Denne isolering er udført af ekstruderet polystyren, de kraftige tykkelser ved sammenlimning af 100 mm plader, hvorved kassen kan sikres stabilitet. De løse 100 mm lag i siderne tjener sammen med den tykkere udvendige ramme til at danne labyrinttætninger i hjørnerne.

De kraftige isoleringstykkelser er fastlagt ud fra forudgående tredimensionale beregninger af det termiske felt for hele opstillingen. Som grundlag for beregningerne valgtes en ca. dobbelt så høj prøveopstilling. Dette forhold har sammen med opstillingens kvadratiske grundflade medvirket til de store isoleringstykkelser specielt i siderne. Havde opstillingen været udformet som en lodretstående cylinder, kunne isoleringstykkelserne i siderne have været reduceret betydeligt.

Forsøgsopstillingens måleudstyr har kunnet indskrænkes til termoelementer med tilhørende datalogger til registrering af følgende temperaturer:

Vandbadets temperatur	= overside af varmestrømsmåler
Overside af isoleringslaget	= underside af varmestrømsmåler
Skillefladen mellem isoleringslag og stenlag	
Kølefladens temperatur	= undersiden af stenlaget

I opstillingen med 150 mm letklinker blev der yderligere indlagt termoelementer i trediedelspunkterne, dvs. pr. 50 mm.

Alle temperaturer er registreret med datalogger hvert 6. minut med $\pm 0,1$ °C. Disse enkeltværdier er sammensat til to-timersværdier.

Reelt er det kun temperaturforskellene over varmestømsmåleren og over isoleringsmaterialet, der har interesse. De øvrige temperaturer er dog registreret lige så hyppigt a.h.t. overvågningen af opstillingen.

Undersøgelserne er gennemført med ca. 25 °C på varmestømsmålerens varme side og ca. 16,5 °C på stenlagets kolde side. Dette har typisk givet en temperaturforskel på ca. 4 °C over isoleringslaget (21 - 17 °C).

Undersøgelsen

Undersøgelsen kan naturligt deles i to efter hvordan isoleringsmaterialerne er bragt i kontakt med den fugtige dug.

I den første del er isoleringsmaterialerne hver gang anbragt på et 75 mm stenlag af vaskede sten 10-20 mm. Der er således ingen direkte kontakt mellem isoleringsmateriale og den fugtige dug.

I denne del er følgende materialer undersøgt:

60 mm Glasuld Terrænplade	bilag 2
65 mm ROCKWOOL A-Terrænbatts	bilag 3
50 mm Neste Thermisol Gulvplade G1	bilag 4
60 mm Dow FLOORMATE 200	bilag 5

I den anden del er stenlaget udskudt, således at isoleringsmaterialerne er i direkte kontakt med den fugtige dug.

I denne del er følgende materialer undersøgt:

150 mm Leca-nødder 10-20, coated	bilag 6
60 mm Glasuld Terrænplade	bilag 7
65 mm ROCKWOOL A-Terrænbatts	bilag 8
50 mm Neste Thermisol Gulvplade G1	bilag 9
60 mm Dow FLOORMATE 200	bilag 10

På bilagene 2 til 10 incl. er resultaterne af disse undersøgelser vist. Såvel i den tørre situation som i den fugtige er der indlagt regressionslinier gennem de beregnede λ -værdier. Disse regressionslinier anvendes i bilagene 11 og 12 som udtryk for udviklingen i λ -værdierne.

Det skal understreges, at de angivne λ -værdier er baseret på varmestømsmålerens λ -værdi og temperaturforskellene over varmestømsmåleren hhv. isoleringsmaterialet. Temperaturforskellen over isoleringsmaterialet afhænger naturligvis af materialelagets tykkelse mellem termoelementerne, dette er særlig udpræget på bilag 6. Her er der tilstræbt tre lige tykke lag à 50 mm, medens bilaget tydeligt viser, at letklinkernes - i denne forbindelse store kornstørrelse - har medført, at termoelementerne ikke kan have været anbragt over lige tykke lag. Den relative udvikling i λ -værdien er derimod reel nok.

λ-målinger

For at kunne relatere udviklingen i λ til prøveemnernes λ -værdier, er disse målt i laboratoriets λ -apparat ($\lambda_{20,H}$, lodretstående prøvestykker, dvs. horisontal varmemstrøm). Til sammenligning er λ -værdien for de pladeformede emner også målt af Glasuld's driftslaboratorium ($\lambda_{20,V}$, vandretliggende prøvestykker, dvs. vertikal varmemstrøm).

Resultaterne fremgår af skemaet.

Materiale	målte værdier			VIK-værdi ¹⁾ λ_{10} mW/mK	λ fra bilag 6-10 inden fugttilførsel	
	tykkelse mm	$\lambda_{20,H}$ mW/mK LfV	$\lambda_{20,V}$ mW/mK Glasuld		isol. på stenlag mW/mK	isol. på dug mW/mK
150 mm Leca-nødder 10-20, coated	100	80,8		77	-	63,4 ²⁾
60 mm Glasuld Terrænplade	59	34,0	33,2	33	31,7	33,7
65 mm ROCKWOOL A-Terrænbatts	63,5	36,2	35,4	36	34,8	34,4
50 mm Neste Thermisol Gulvplade G1	50	36,8	37,9	35	34,6	36,3
60 mm Dow FLOORMATE 200	59	27,9	27,9	27 ³⁾	24,5	28,7

¹⁾ firmaets deklarerede værdi over for VIK (1994)

²⁾ gennemsnit sammensat af værdierne for de 3 lag (regnet med samme vægt)

³⁾ produktet udtaget efteråret 93, hvor der anvendtes freon til opskumningen

Det skal bemærkes, at der tilsyneladende er en systematisk afvigelse for λ -værdierne for isoleringen direkte på dugen, idet disse λ -værdier generelt er højere end de tilsvarende for isoleringen på stenlag. Dette problem er ikke nærmere undersøgt.

Densitet og fugtindhold

Ved udskiftning af isoleringsmateriale i forsøgsopstillingen er fugtindholdet i isoleringsprøverne og i delprøver af stenlagets top og bund bestemt ved veje-tørre metoden. Derved kan også densiteten af isoleringen bestemmes. Resultaterne fremgår af efterfølgende skema.

Materiale	Densitet kg/m ³	fugtindhold, vægt-%			
		isol. på stenlag	stenlag top	stenlag bund	isol. på dug
150 mm Leca-nødder 10-20, coated					
toplag					0,13
mellemlag					0,18
bundlag, øverst					0,33
bundlag, nederst					2,84
60 mm Glasuld Terrænplade	70,7	0,39	0,34	0,75	3,34
65 mm ROCKWOOL A-Terrænbatts	110,6	0,13	0,42	2,0	1,95
50 mm Neste Thermisol Gulvplade G1	16,9	0,252	0,38	0,76	mgl.
60 mm Dow FLOORMATE 200	30,9	0,27	0,28	0,82	mgl.

Resultater

For at få et samlet overblik over undersøgelsens resultater, er udviklingen i λ under fugtige forhold (og nedadrettet varmemstrøm) afbildet ud fra middelværdien af den beregnede "tørre" λ -værdi bestemt før fugttilførsel finder sted. Dette udtrykker igen metodens relative karakter. Forholdet ses tydeligst på bilag 6, 150 mm Leca-nødder 10-20, coated, hvor de beregnede λ -værdier for de tre lag afviger så meget fra hinanden, at det må tolkes som forskelle i lagtykkelser og indbygning af termoelementer, snarere end i reel forskel i lagenes λ -værdi. Den relative udvikling i λ i afhængighed af fugtpåvirkningen, kan med meget god tilnærmelse overføres på de i λ -apparatet bestemte λ -værdier.

Resultaterne er afbildet som absolutte ændringer på bilag 11 og som relative ændringer på bilag 12.

For hvert af de pladeformede materialer er der to kurver svarende til undersøgelsens første og anden del, medens der for letklinkerne er tre kurver svarende til nederste, mellemste og øverste 50 mm lag af de i alt 150 mm.

Det ses af begge bilagene, at der for isoleringsmaterialerne på stenlag er meget ringe ændring af λ -værdien, medens der er lidt større og ikke stabiliseret forøgelse af λ -værdien, når isoleringsmaterialerne er i direkte kontakt med den fugtige dug.

For letklinkernes vedkommende er der markant forskel på ændringen for det nederste lag sammenholdt med de to næste lag. Hvor det nederste lag viser stigende λ -værdi, viser det mellemste lag faldende λ -værdi, hvilket tyder på, at dette lag under temperaturpåvirkningen tørrer ud (har altså ikke været 100% tørt ved indbygningen).

Diskussion af forsøgsopstillingen

set i relation til dens anvendelse som del af prøvningsmetode

Det anvendte princip har vist sig funktionsdygtigt, og det skønnes, at de opnåede resultater ligger tæt på, hvad der kan opnås i praksis under tilsvarende konstante betingelser. Imidlertid er betingelserne ikke konstante i praksis, hvor randfelter af terrændæk er stærkt påvirket af

udetemperaturens variation over året. Også for centrale arealer af et terrændæk optræder der årstidsbestemte variationer, omend i anden skala end for randfeltet.

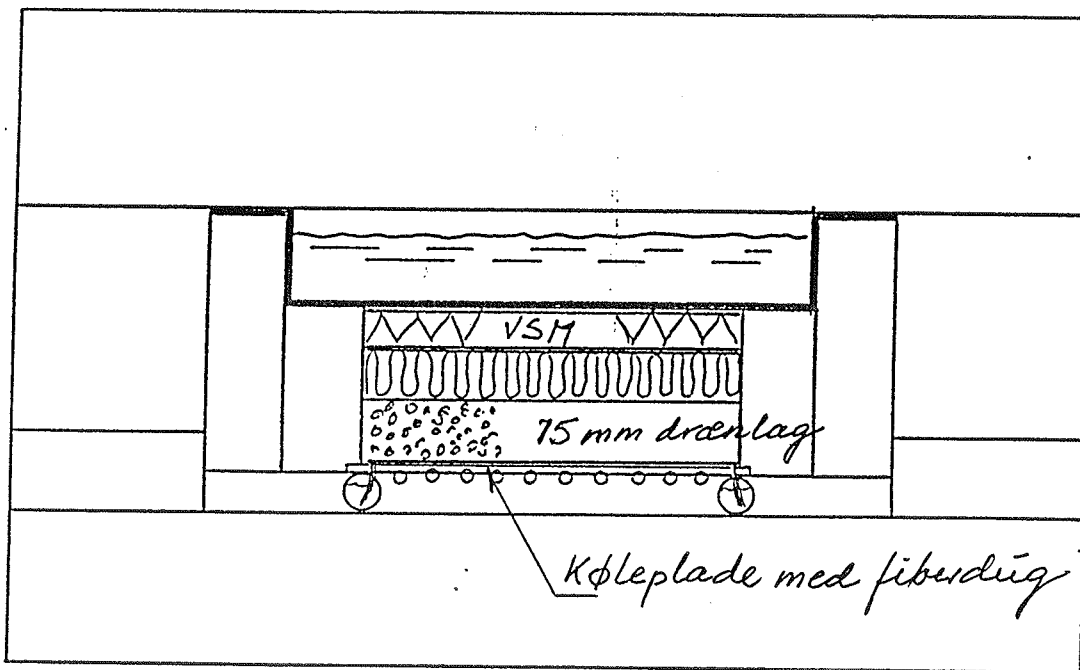
En "naturtro" prøvning kunne da indeholde perioder med forskellige temperaturer på termostatbadene, der styrer opstillingens top- og bundbetingelser.

Ved videreudvikling af metoden kunne overvejelser om opstillingens størrelse komme på tale. Det kunne være hensigtsmæssigt at tredoble prøvestykkernes areal, således at realistiske stød (og spalter) mellem prøvestykkerne kunne inkluderes. Der er i måleprincippet ingen hindring for at udvide arealet, men det ville unægteligt kræve noget gulvplads. En arealudvidelse kunne samtidig forbedre varmestrømsmåleren, idet den kunne forsynes med en "guard-ring".

Et væsentligt problem er de støjfænomener, der kan iagttages på bilagene 2 til 10. Det termiske system er i sig selv så trægt, at der måtte forventes særdeles stabile temperaturregistreringer. Bilagene viser det modsatte.

Den anvendte - ikke særlig sofistikerede - datalogger (GRANT-Squirrel) har vist sig fuldt tilfredsstillende. Der bør påregnes en datalogger pr. forsøgsopstilling. Dataloggeren er opstillingens dyreste komponent. Herefter kommer termostatbadene, specielt kølebadet. Opstillingen må generelt betegnes som værende i "lavprisklassen".

Terrændæk,
forsøgsopstilling

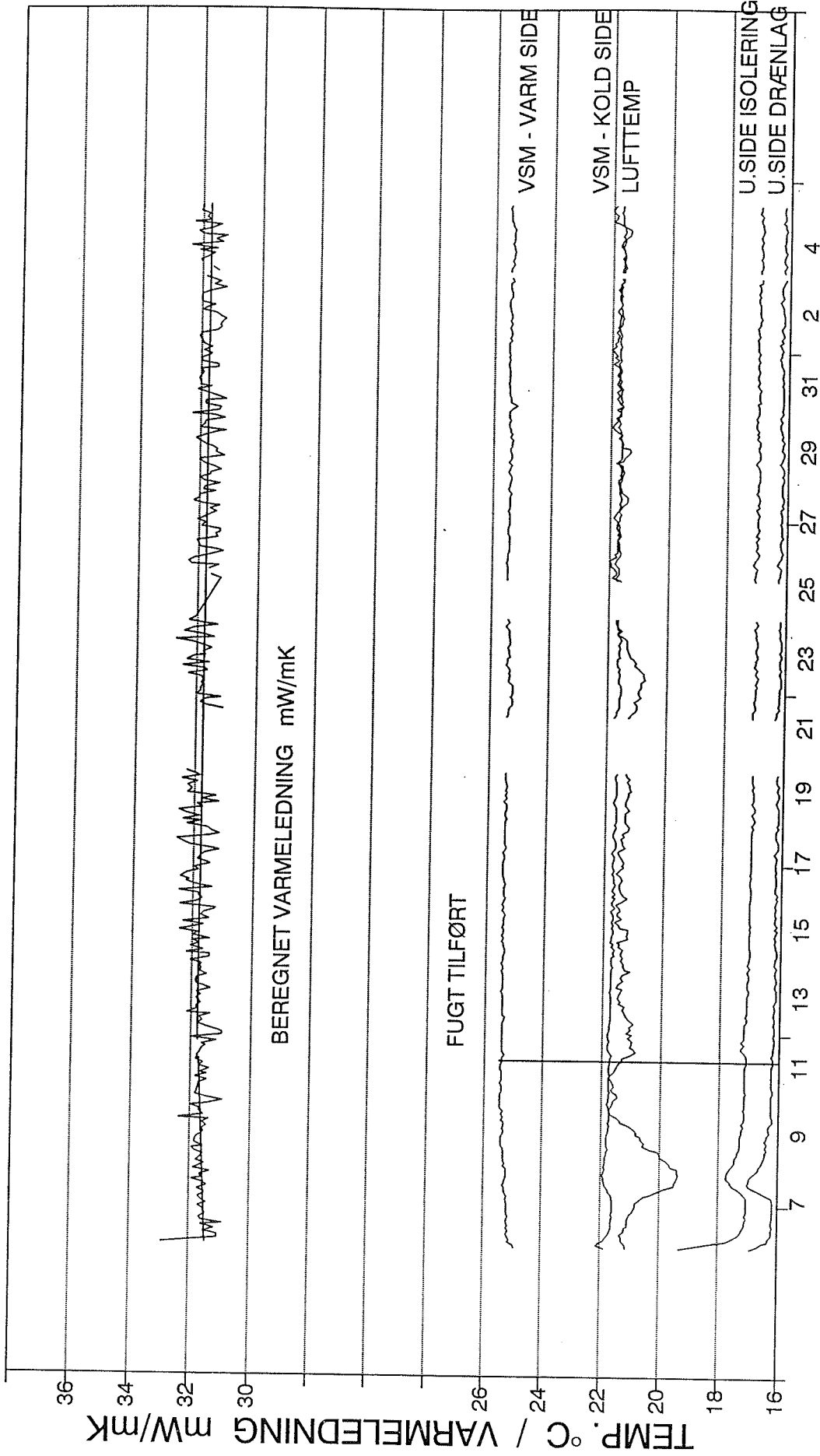


150 mm Konstruktion

1:10

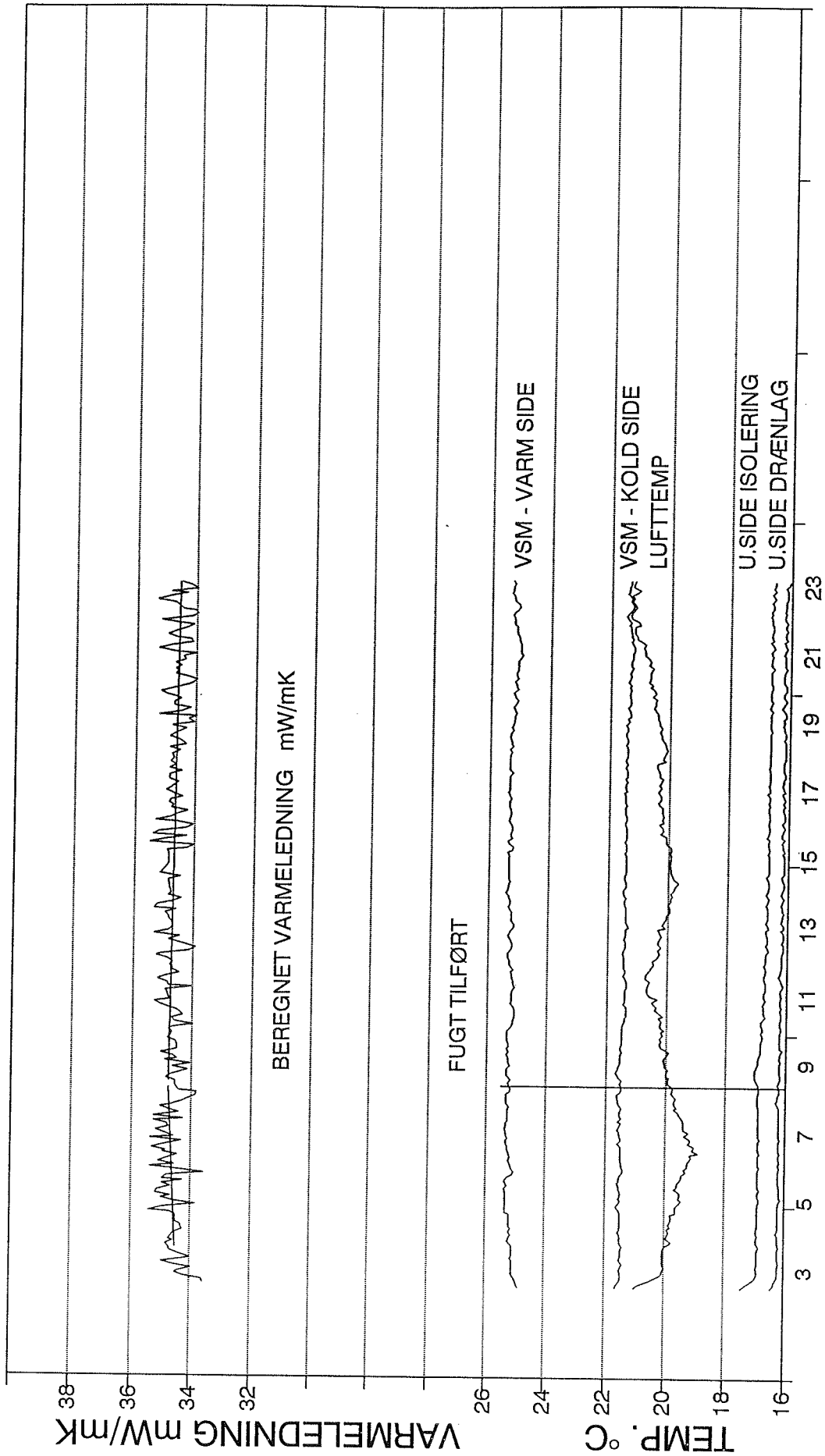
19/9-93 *Boj*

60 mm Glasuld 36 Terrænplade



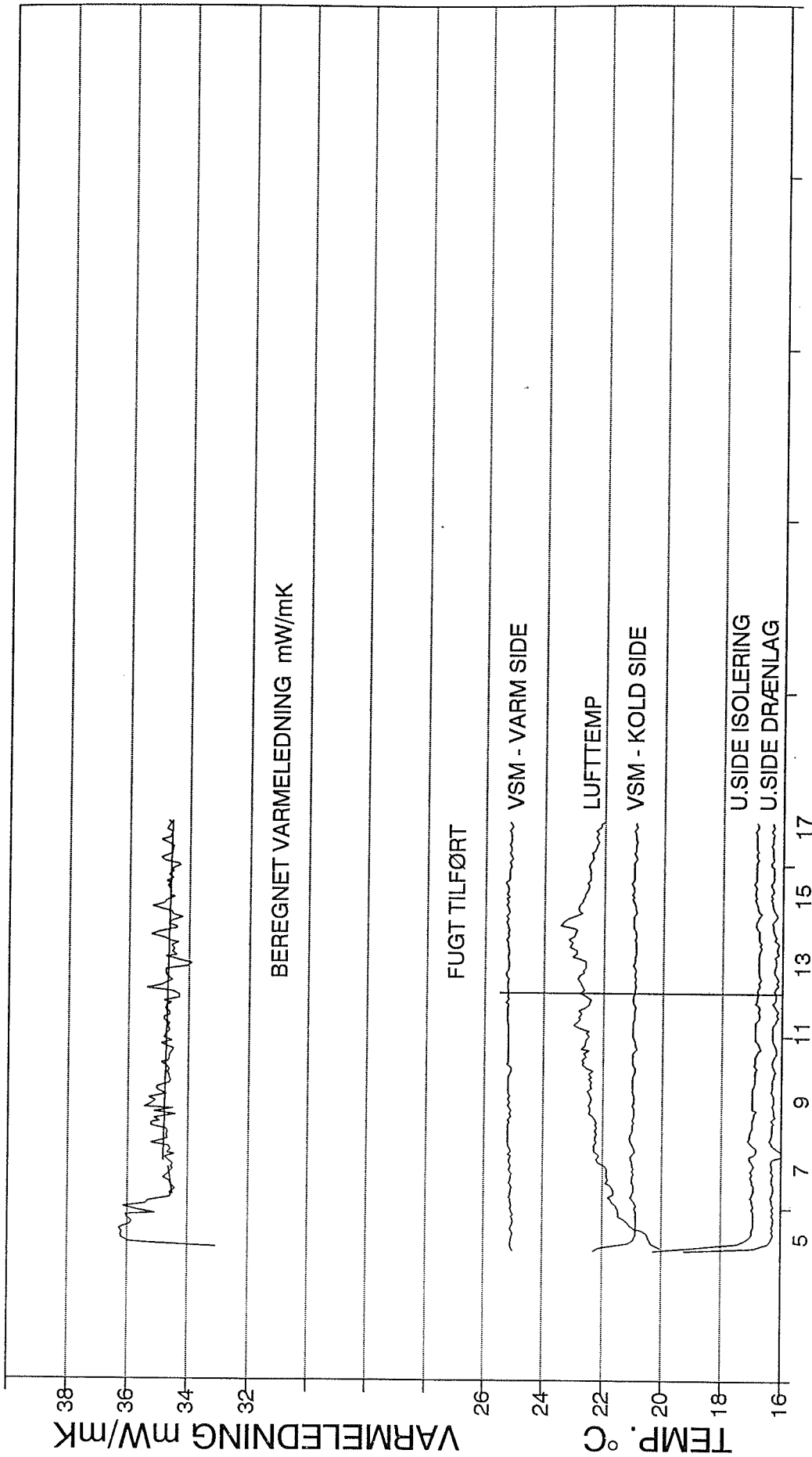
Marts - April 1994

65 mm ROCKWOOL A-Terrænbatts



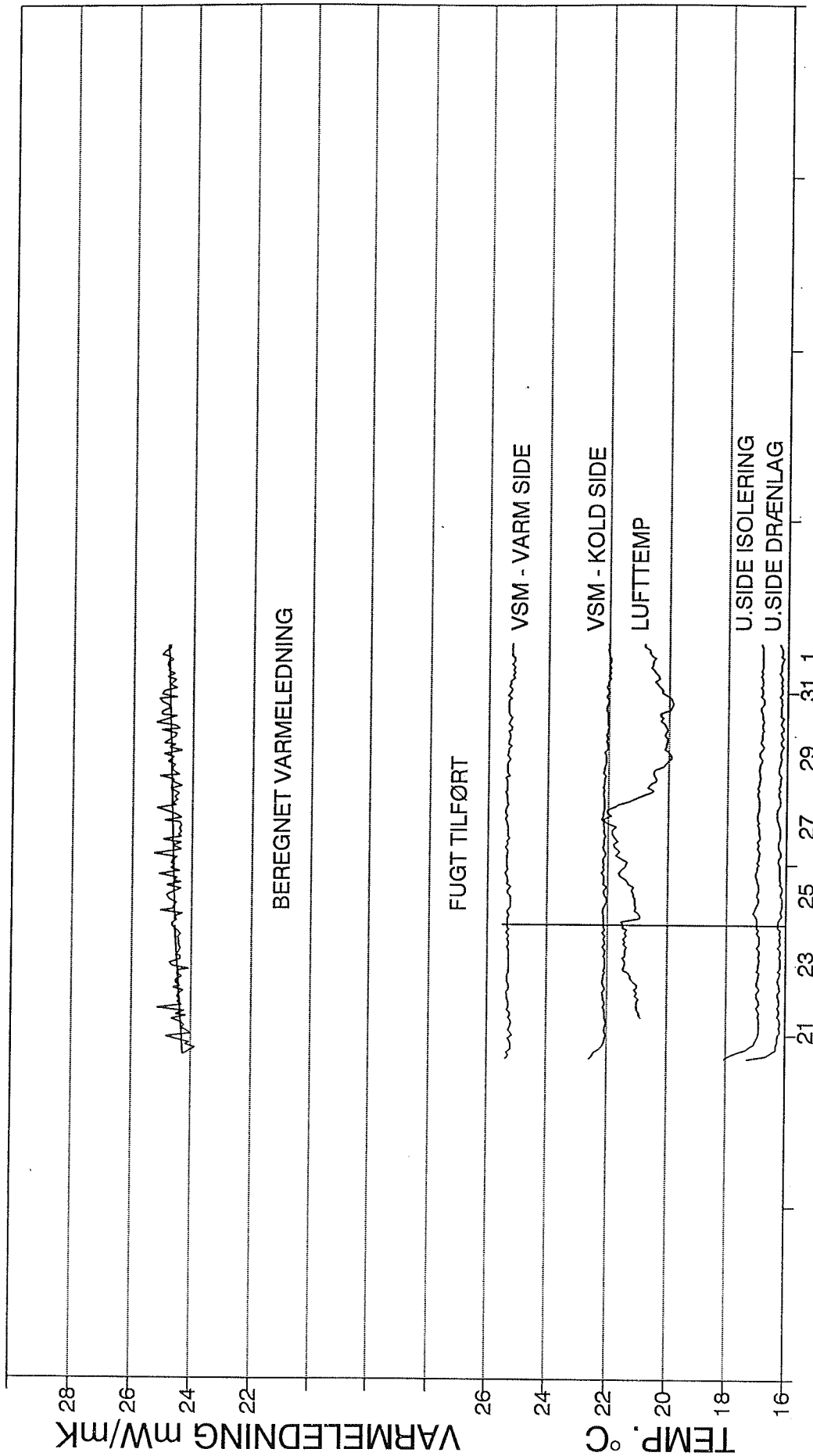
Februar 1994

50 mm NESTE THERMISOL G1



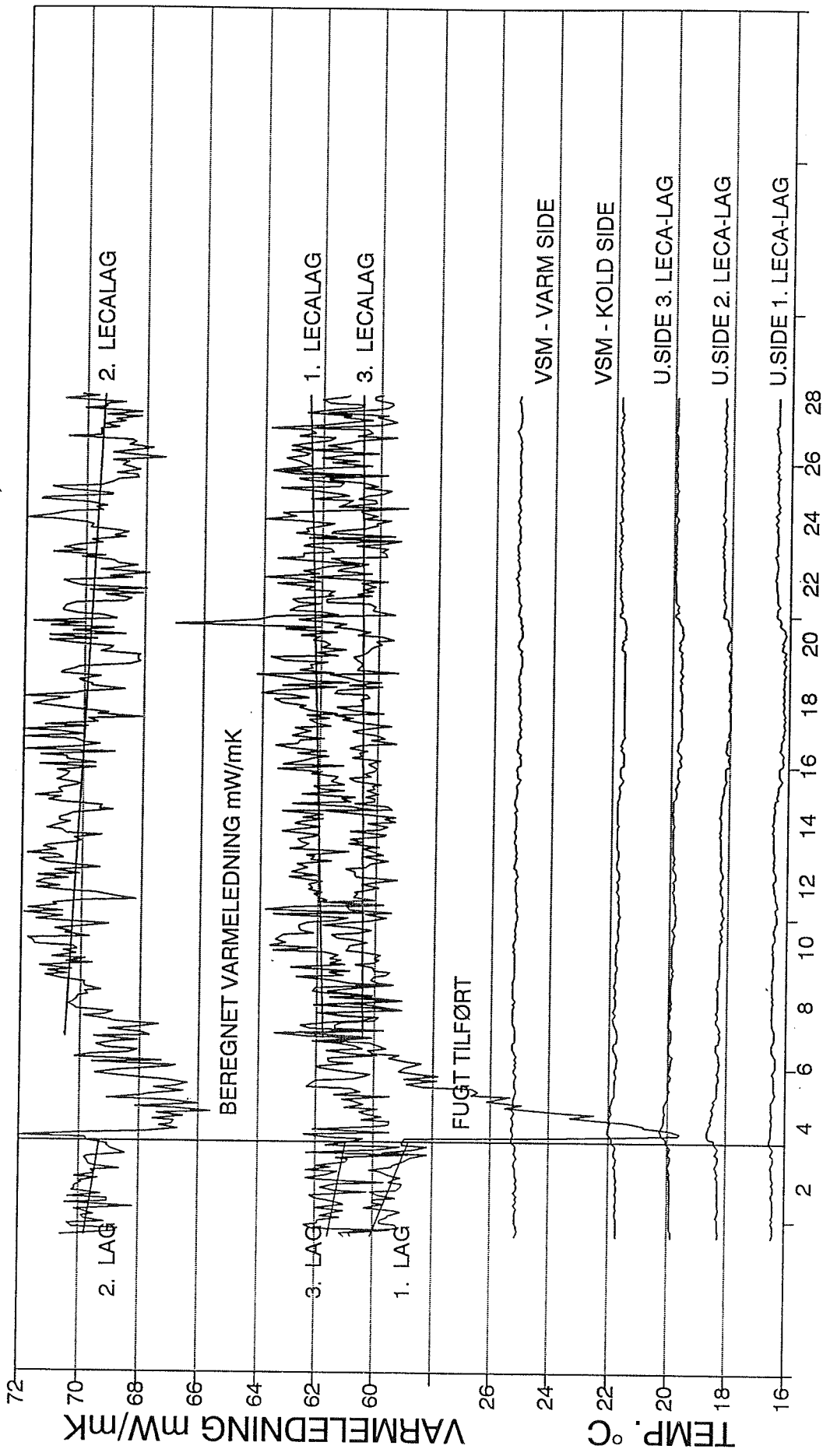
Januar 1994

60 mm DOW FLOORMATE 200



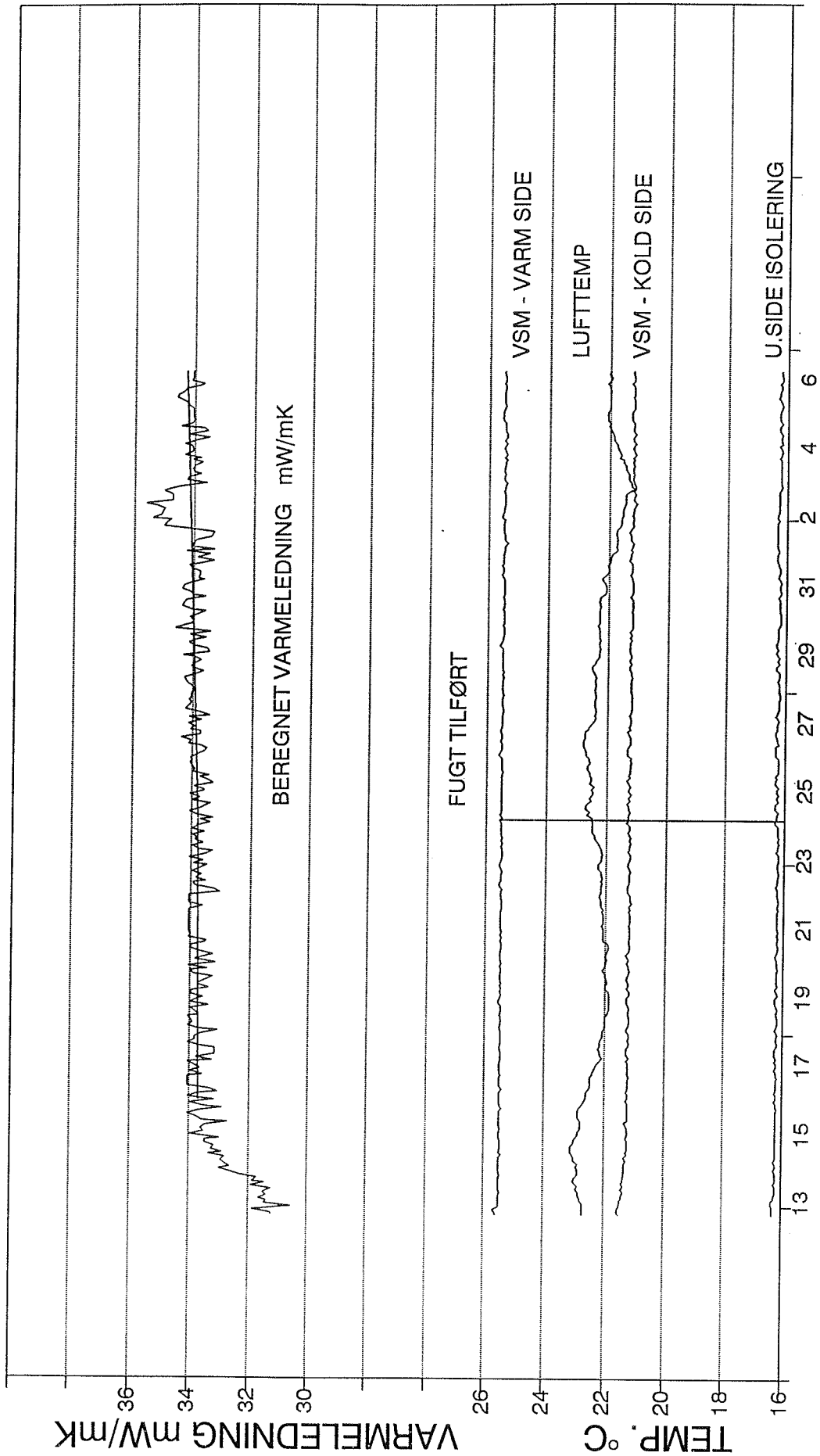
Januar - Februar 1994

150 mm Leca-nødder 10-20, coated

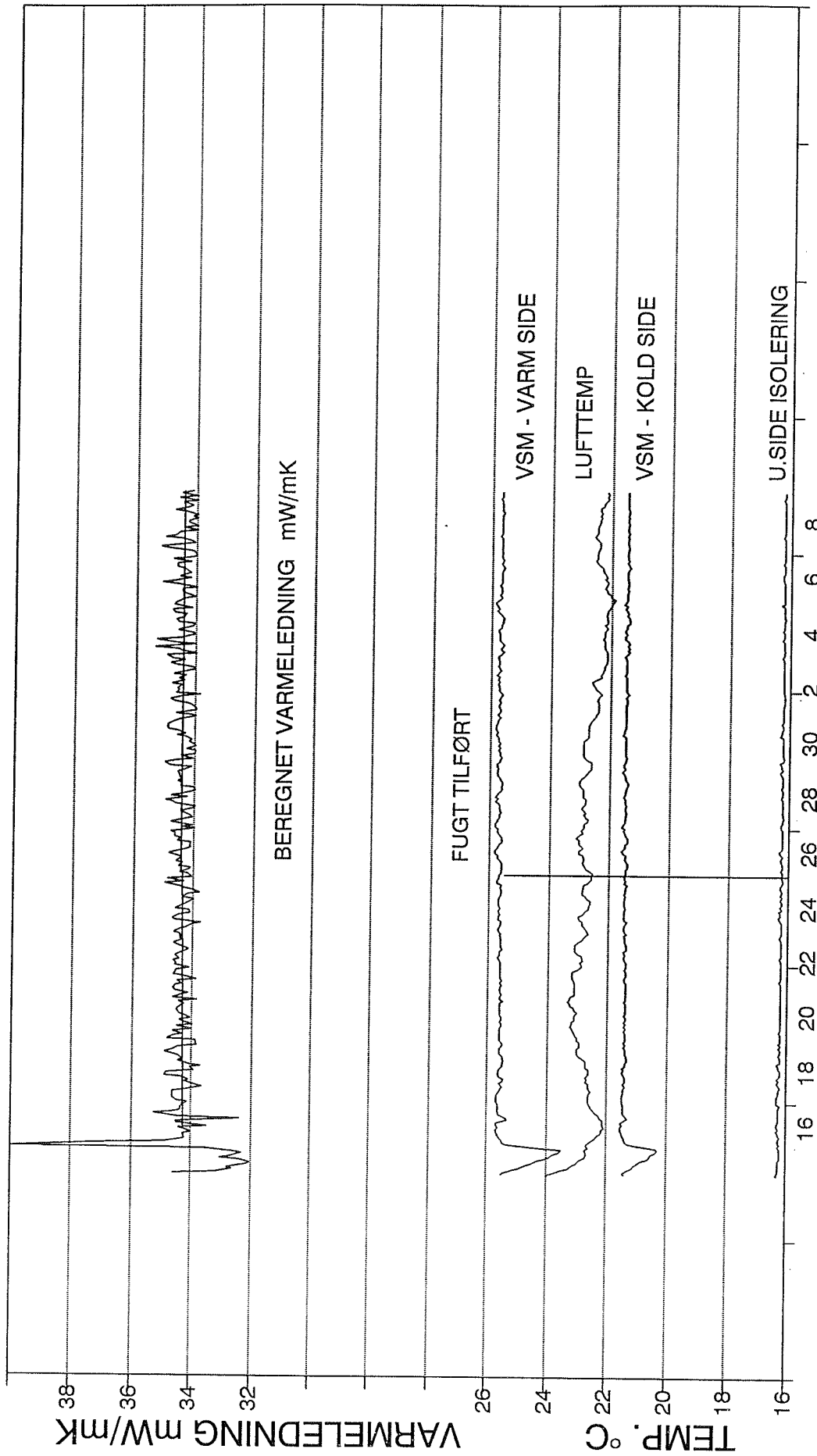


Jun 1994

60 mm Glasuld 36 Terrænplade

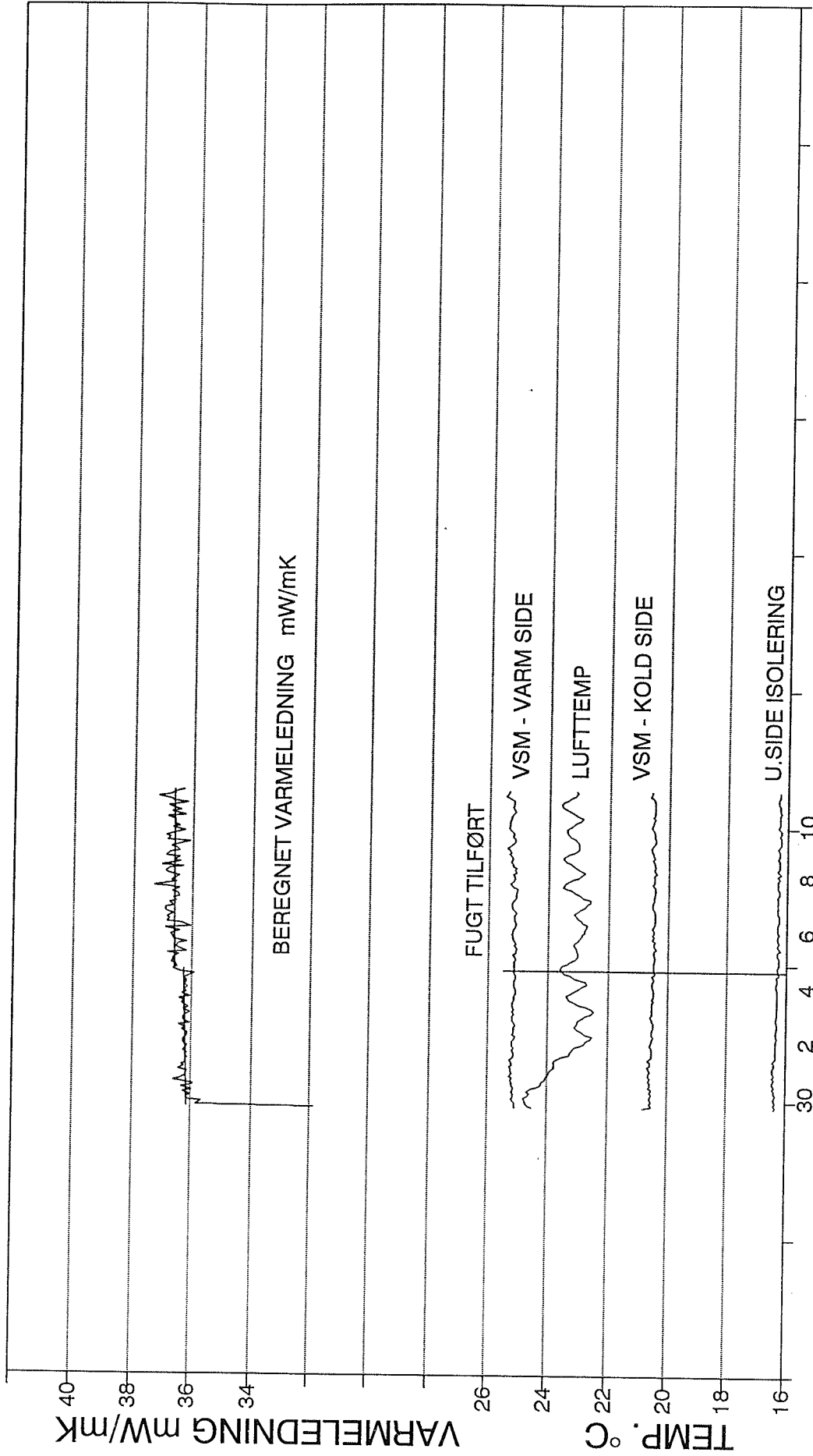


65 mm ROCKWOOL A-Terrænbatts



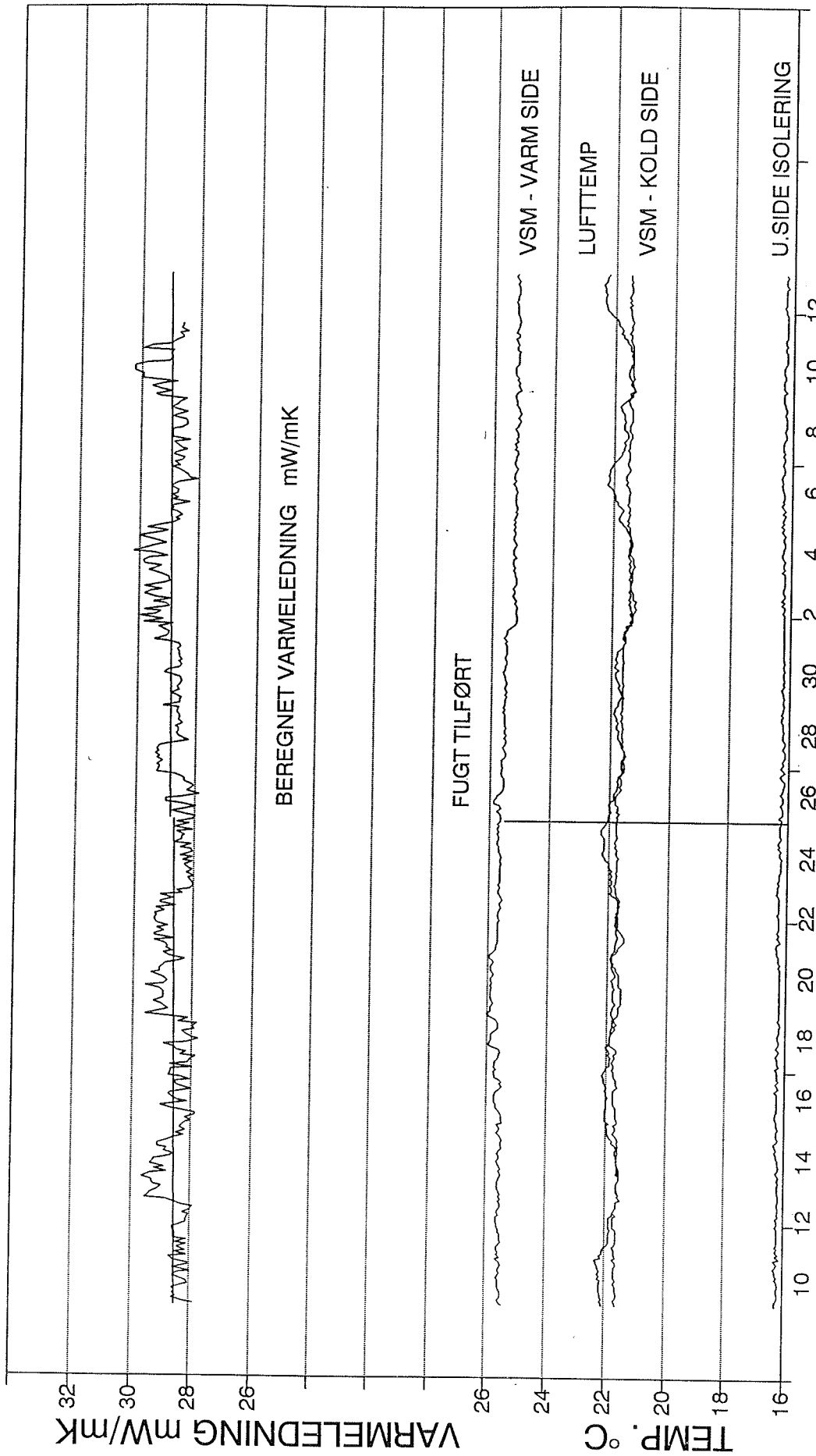
September - Oktober 1994

50 mm NESTE THERMISOL G1



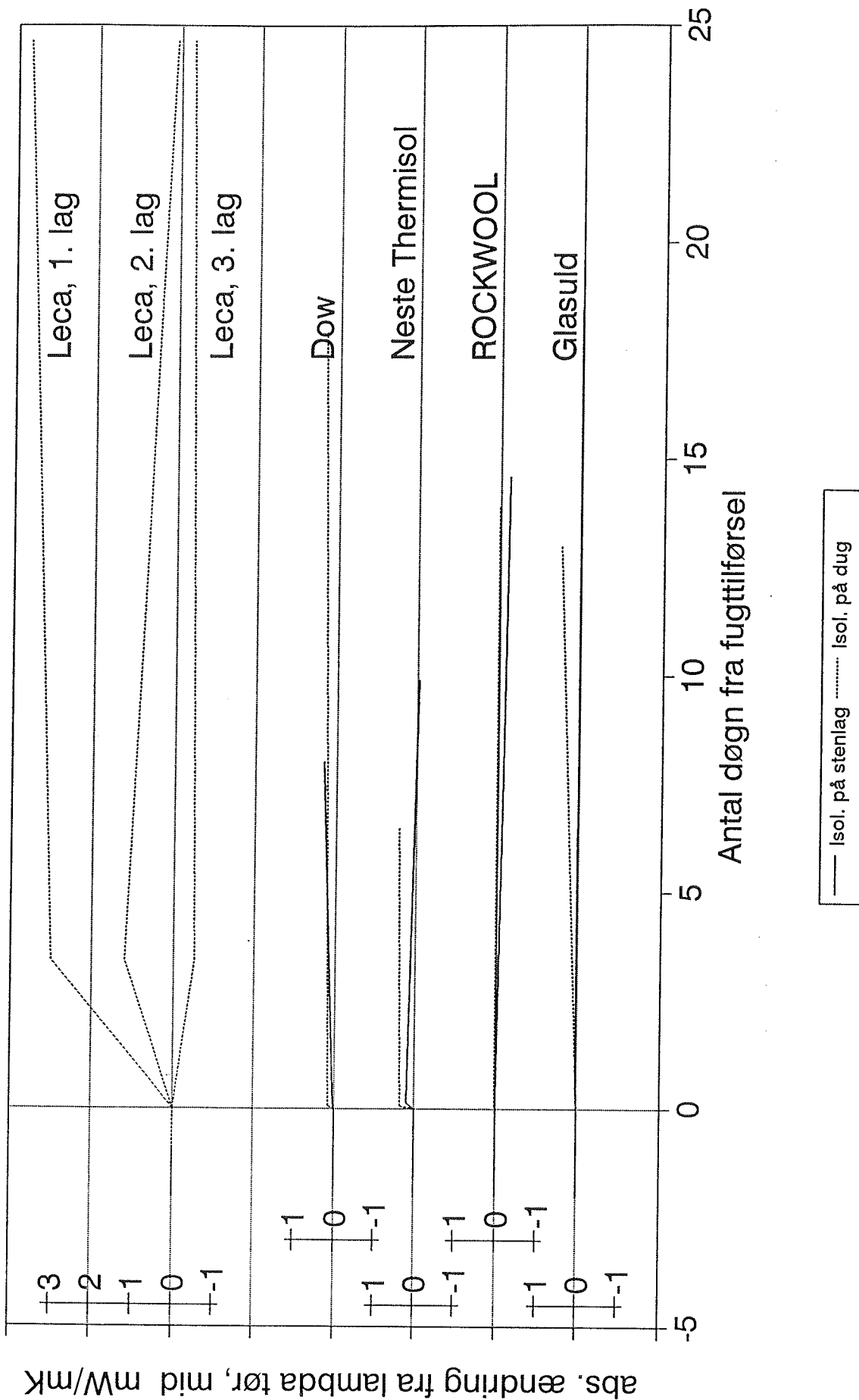
Juni - Juli 1994

60 mm DOW FLOORMATE 200



November - December 1994

Lambda's udvikling fra fugttilførsel



Lambda's udvikling fra fugttilførsel

