



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**

**R35:1977**

293 (294)

**Byggnadsstatik**

**Beständighet hos  
glas- och mineralull  
i mark**

**Heino M Jürine**

**Byggforskningen**

TEKNISKA HOGSKOLAN I LUND  
SEKTOREN FÖR VÄRME- OCH VÄTTE  
ISOLERING

Rapport R35:1977

BESTÄNDIGHET HOS GLAS- OCH MINERALULL I MARK

Heino M Jürine

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 750294-9 till  
Statens provningsanstalt, Stockholm

Nyckelord:

värmisolerering  
markförläggning  
mineralullsskivor  
glasullsskivor  
plastbehandling  
beständighet  
provningsresultat

UDK 699.86  
691.619.8  
620.193.9

R35:1977  
ISBN 91-540-2697-0

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

**LiberTryck Stockholm 1977**

## INNEHÅLL

1.	INLEDNING	4
2.	UNDERSÖKNINGSMATERIAL	5
3.	METODIK	6
3.1	Markförläggning	6
3.2	Tryckprovning	6
3.3	Värmeledningstal	7
4.	RESULTAT	8
5.	SAMMANFATTNING	10
6.	REFERAT PÅ SVENSKA OCH ENGELSKA	11
	REFERENSER	13
	TABELLER	14
	FIGUR	19

## 1. INLEDNING

I rapporten "Kemisk beständighet hos glas- och mineralull" (1) behandlades det kemiska angreppet på glas- och mineralull under kemiskt definierbara betingelser.

Vid praktisk användning av glas- och mineralull kommer detta material i beröring med miljöer som är svåra att definiera. Men som ledtråd för en studie av en angreppsmekanism på glas- och mineralull, vilken har varit i kontakt med naturliga miljöer, t.ex. markförlagd i matjord, kan dock undersökningar av materialet, som har blivit behandlat med rena kemikalier, ge en viss upplysning.

Beständighetsundersökningen i biologiskt aggressiv miljö (2) har däremot blivit utförd under betingelser där man har försökt att hålla några väsentliga parametrar under kontroll. Undersökningen utfördes i en s.k. rötkammare och miljön var matjord med visst pH-värde, fuktighet och temperatur. Genom att man arbetar i en rötkammare vid högre temperatur innebär ett sådant förfarande en acceleration av det biologiska angreppet.

Det kunde konstateras att det förekommit en försvagning i skivornas (provkropparnas) tryckhållfasthet. En sådan ändring hos materialet uppträder redan efter en behandling i rötkammaren under ca sex månader.

Utöver laboratorieundersökningar under kemiskt definierbara betingelser och undersökningar i rötkammare var även långtidsprovningar i fält planerade, dvs. undersökningar som motsvarar de naturliga förhållandena.

Accelererande undersökning kan således ge vissa resultat vars tolkning icke ger full säkerhet om de förändringar i materialets egenskaper, vilka inträffar i fält där även andra faktorer som t.ex. temperaturväxlingar från minus till plusgrader kan vara av betydelse.

## 2. UNDERSÖKNINGSMATERIAL

Undersökningar rörande beständighet hos glas- och mineralull vid markförläggning har utförts med tre prov av kommersiella material i skivform. Samtliga prov har således varit plastade och komprimerade till skivor.

I tabell 1 är den kemiska sammansättningen av undersökningsmaterialets organiska del, dvs. endast glasfiberns sammansättning återgiven. Glasfiber G har i fibern ingående glasmassa med övervägande sur karaktär (1), dvs. summan av  $\text{SiO}_2 + \text{B}_2\text{O}_3$  är relativt hög jämförd med de ingående basiska komponenterna.  $\text{Al}_2\text{O}_3$  - halten kan betraktas som normal för ett sådant glas.

Mineralull som ingår i materialen, M och R, har en glasmassa som är relativt basisk (1). Molförhållandet mellan  $\text{SiO}_2$  och de ingående basiska komponenterna är ganska nära 1 (1,08: 1,00 resp. 1,01: 1,00). Här har dock glasmassan ett stort överskott av  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Någon  $\text{B}_2\text{O}_3$  förekommer inte i denna glasmassa. Största delen av järnet förekommer som tvåvärt.

I tabell 2 är vissa data återgivna för ursprungsmaterialet. I kolumn 1 återfinns måttet för materialet så som detta levererades. Kolumn 2 återger genomsnittsvolymvikt för materialet.

I kolumn 3 har man glödgningsförlust (genomsnittet) för materialet som varit torkat vid  $105^\circ\text{C}$  före undersökningen. Glödgningsförlusten hos materialet är ett mått på halten av organiskt bindemedel (plast) och eventuellt förekommande olja. I sista kolumnen har man slutligen värmeledningstal för utgångsmaterialet.

### 3. METODIK

#### 3.1 Markförläggning

Av isoleringsskivor skars provkroppar ut, 50 x 60 cm, för markförläggning. Hur dessa provkroppar var markförlagda framgår av fig. 1.

Provgropen avdelades med en mellanvägg av plast, och i vardera halvan nedgrävdes provkroppar i fem skikt (skikt nr 1 överst; nr 5 underst) i jordblandningar med pH-värde ca 5 resp. 7, varefter provgropen igenskottades. Jordblandningarnas pH-värden var justerade med torv och kalk. Proven nedgrävdes maj 1970 och upptogs maj 1975.

Då provkropparna upptogs bestämdes såväl pH som fuktighet i jorden. Dessutom bestämdes provkropparnas fuktighet (tabell 3 och 4). Sedan provkropparna lufttorkats utfördes dels bestämning av värmeledningstal, dels tryckprovningar.

Dessutom bestämdes glödgningsförlust vid 600°C. För detta ändamål uttogs representativa prover av varje material (såväl pH 5 som pH 7) och av varje skikt. Proven tvättades med vatten för att avskilja ev. jordrester, varefter de torkades vid 105°C. 4 delbestämningar utfördes på varje prov, av vilka medelvärdet redovisas.

#### 3.2 Tryckprovning

För bedömning av eventuella ändringar hos provkropparna genomfördes tryckprovningar enligt DIN 53421, "Bestimmung der Druckspannung bei bestimmter Stauchung" (3).

Före tryckprovningen förvarades proven minst två veckor i konstantrum vid 23°C och 50 % relativ fuktighet.

Princip:

Provkroppar i format 50 x 50 mm sammanpressades mellan planparallella plattor till visst mått av sin ursprungliga tjocklek och den erforderliga tryckpåkänningen i  $\text{kp/cm}^2$  räknat på ursprunglig tvärsnittsytta, bestämdes. Sammanpressningshastigheten var ca 8,5 mm/min.



Tryckprovningresultatet framgår av tabell 6, där tryckpåkänningen vid 10 %, 25 %, 50 % och 80 % deformation i  $\text{kp/cm}^2$  är redovisad.

### 3.3 Värmeledningstal enligt D. L. Lang (4).

#### Princip:

Värmeflöde alstras mellan två i förhållande till varandra planparallellt belägna vätsketankar som hålles vid olika konstanta temperaturer. Flödet uppmättes medelst kalibrerad värmeflödesmätare enligt hjälpväggsprincipen. Mätaren placeras mellan tankarna i serie med planparallella provskivor. Temperaturfall över provskivorna uppmättes medelst seriekopplade termoelement och provets tjocklek medelst indikatorklocka, fast monterad på vätsketankarna. Mättankarnas omgivning är luftkonditionerad så att kondensrisk på kalla tanken elimineras. Omgivningens temperatur är lika med provets medeltemperatur, dvs.  $+10^\circ\text{C}$ . Värmeflödesmätarens eget värmemotstånd är av sådan storleksordning att det kan försummas. Mätning sker efter uppnått fortfarighetstillstånd hos temperaturer och värme-flöde. Värmeledningstalet beräknas enligt:

$$\lambda = \frac{Q \cdot l}{t}$$

där  $Q$  = värmeflöde per ytenhet ( $\text{kcal/h m}^2$ )

$l$  = provets tjocklek (m)

$t$  = skillnad mellan temperaturerna hos provets ytor ( $^\circ\text{C}$ )

Värmeledningsförmåga hos provkropparna framgår av tabell 7.

#### 4. RESULTAT

Rötkammarprovningarna (2) visade att såväl glas- som mineralullsskivor hade utsatts för ett svagt angrepp. Av de utförda tryckproven kunde utläsas att det hade förekommit en viss försvagning av materialets tryckhållfasthet.

Tryckhållfasthetsprovningen hos markförlagt material ger vid handen att även här har isoleringsskivorna fått vidkännas ett visst angrepp. Tryckprovningens resultatet framgår av tabell 6 där tryckpåkänningen vid 10 %, 25 %, 50 % och 80 % deformation är redovisad.

Av de utförda tryckproven kan bedömas att materialet har blivit svagare vad beträffar tryckhållfastheten. Att pH-värdet i matjorden har någon effekt på tryckhållfastheten framgår däremot inte. Dels har pH-värdet i matjorden haft en för liten initialmarginal (pH 5-7), dels har det blivit en utjämning av pH-värdet i provgruppen (se tabell 3). Fuktighetskvoten i matjorden har varit relativt jämn.

En förskjutning av pH 7 till lägre värde har uppkommit. Detta fenomen kan hänföras till den biologiska aktiviteten i matjorden. Dels bildas det genom mikroorganismernas verksamhet en större mängd  $\text{CO}_2$  och dels bildas det svaga organiska syror. Både  $\text{CO}_2$  och organiska syror har haft en sänkande inverkan på pH-värden i den del av provgruppen som hade ett högre initialt pH-värde. I övrigt har det blivit en utjämning av pH-värdet till den närmaste omgivningen av provgruppen.

Beträffande försvagningen av glas- och mineralullfiber materialet kan angreppet av  $\text{CO}_2$  och de svaga organiska syror som bildas av mikroorganismer i matjorden vara en del av orsaken.  $\text{CO}_2$  i kombination med vatten kan ha större aggressivitet än de svaga organiska syror. Utlösning av CaO ur fibern genom bildning av vätekarbonater skulle väsentligt öka angreppet (se tabell 1, sammansättning av glas- och mineralull).

Det har framgått vid laboratorieundersökningar (1) att vatten har nästan lika stor inverkan på fiberns elasticitet som utspädd HCl. Vattnet utlöser selektivt ur fibern vissa konstitutionskomponenter

med resultat att det kan bildas små ojämnheter i fiberns yta samt ihålligheter i glasets struktur. En sådan ändring på fiberns yta eller skiktet som ligger närmast ytan kan resultera i att de mekaniska egenskaperna som elasticiteten (tryckhållfastheten) hos fibern blir sämre. Fibern blir sprödare genom behandling med vatten.

Tabell 4 visar fuktigheten i provkropparna vid upptagandet. Det framgår att fuktkvoten är mycket beroende av fibermaterialets typ. Glasfibern har varit mera hydrofil.

Beträffande plastningen av fibern och plastens förmåga att motstå eventuella angrepp i matjorden utfördes glödgningsprovningar vid  $600^{\circ}\text{C}$  enligt tabell 5. Av utförda undersökningar framgår att kvantitativt betraktat var plasten på fibern intakt efter dessa 5 år i marken. Däremot kan man inte bedöma huruvida plasten har förlorat sina elastiska egenskaper eller blivit skadad på ett sätt som kan ha inverkan på isoleringsskivornas fysikaliska egenskaper.

Värmeledningstal hos ursprungsmaterial och material som har varit förlagt 5 år i marken visar så små variationer, att de med stor sannolikhet kan hänföras till volymviktsvariationer för provskivorna. Värmeledningsförmåga hos ursprungsmaterial och markförlagt material framgår av tabell 5.

Det bör påpekas att:

A. Jerbo (5) har kommit till följande slutsats av den kemiska och biologiska korrosionen hos mineralullisolering: "Då materialet varken i fält eller vid laboratorieundersökningar visat tecken på vare sig kemiska eller biologiska angrepp, kan skiva 817 anses fullt användbar ur denna synpunkt för frostisolering under markyta". Skiva 817 är en produkt av Rockwool. A. Jerbo (5) har iakttagit en viss ärrbildning i fibern men bedömer detta som av underordnad betydelse.

## 5. SAMMANFATTNING

Av undersökningsresultatet framgår att såväl glas- som mineralullsskivor har utsatts för ett visst svagt angrepp efter en tidsperiod av 5 år i marken (matjord). Tryckhållfastheten hos samtliga material ger vid handen att det har förekommit en försvagning efter markförläggningen. Ett sådant angrepp kan hänföras till vattnets inverkan som dels självt verkar aggressivt mot fibern, och dels innehåller vattnet i marken löst  $\text{CO}_2$  och svaga organiska syror, vilka alstras av mikroorganismer i jorden. På så vis kan en ärrbildning i fibern framkallas och därmed en försvagning av densamma.

Även årstidernas temperaturvariationer kan ha inverkat så att bindeförmågan och bärigheten hos plastbindningarna kan ha försvagats. Likaså kan plasten minska sin bärighet efter en viss tidsperiod i marken.

Beträffande värmeledningstal hos isoleringsmaterialet i jämförelse med ursprungsmaterialet kan icke några variationer iaktas som kan hänföras till markförläggningen under dessa 5 år. Det behandlade materialet har fortfarande lika goda isolerande egenskaper som ursprungsmaterialet.

## 6. REFERAT

Undersökningar rörande beständighet hos glas- och mineralull vid markförläggning med prov av kommersiella material i skivform har visat, att materialet hade utsatts för ett svagt angrepp.

Tryckhållfasthetsprovningen hos markförlagt material ger vid handen att isoleringsskivorna har blivit något svagare. Att pH-värdet i matjorden har haft någon effekt på tryckhållfastheten framgår däremot inte.

Fuktkvoten i provkropparna är mycket beroende av fibermaterialets typ. Glasfibern har varit mera hydrofil än mineralfibern. Beträffande plastningen av fibern och plastens förmåga att motstå eventuella angrepp i jorden var plasten på fibern, kvantitativt sett, intakt efter fem år i marken. Däremot kan man inte bedöma huruvida plasten har förlorat sina elastiska och bindande egenskaper eller blivit skadad på ett sätt som kan inverka på isoleringsskivornas fysikaliska egenskaper.

Värmeledningstal hos ursprungsmaterial och material som har varit förlagda fem år i marken visar sådana variationer, att de med stor sannolikhet kan hänföras till volymviktsvariationer för provskivorna. Det behandlade materialet har fortfarande lika goda isolerande egenskaper som ursprungsmaterialet.

## ABSTRACT

Investigations concerning deterioration in soil of industrially manufactured wool of glass and mineral in slabs showed that a slight attack had occurred.

The compression strength examination of the material placed in soil showed that the insulation slabs have become somewhat weaker. On the other hand it has not been proved that the index of pH in the soil has had any influence on the compression strength.

It is evident that the moisture content of the specimens is to a large extent dependent on the type of fibre material of the slabs. The glass fibre, which is a product consisting of chemicals and natural silicates, has been more hydrofile than the mineral wool. Concerning the plastic coating of the fibre and the durability of the plastic in soil it is evident that the plastic material was quantitatively intact after five years in the soil. However, it is not possible to judge whether the plastic has lost its elastical and cementing force or has been damaged in such a way that can have an influence on the physical properties of the insulation material.

The thermal conductivity of the untreated and treated material shows such small variations that they, with great probability, can be related to the variations of the weight by unit of volume of the material. The treated material still has its good insulating properties left.

## REFERENSER

1. Jürine, H. M.  
Kemisk beständighet hos glas- och mineralull.  
Opublicerat manuskript.
2. Jürine, H. M.  
Beständighet hos glas- och mineralull i biologiskt  
aggressiv miljö.  
Opublicerat manuskript.
3. DIN 53421 (1958)  
Prüfung von harten Schaumstoffen.  
Druckversuch
4. SP VVS 1 (1964)  
Metod för bestämning av värmeledningsförmåga hos isolerings-  
material enligt D.L. Lang,  
"Langmetoden"
5. Jerbo, A. och Sundeqvist, Å.  
Mineralullisolering vid järnvägen. Meddelande från Statens  
Järnvägars Centralförvaltning, Geotekniska Kontoret, 1965,  
Nr 10.

Tabell 1

## Sammansättning av glas- och mineralull

Märke	SiO <sub>2</sub>	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	FeO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O
G	% 61,4	8,6	3,2	0,1	-	0,3	0,0	7,6	3,9	13,7	1,1
M	% 45,4	-	13,3	2,2	11,3	1,2	0,24	14,1	8,3	3,3	1,1
R	% 43,9	-	14,7	1,36	5,1	2,1	0,25	23,8	5,6	2,5	0,65

G - Gullfiber

M - Minwool

R - Rockwool

Tabell 2

## Undersökningsvärden, ursprungligt material

Märke	Mått i cm	Volymvikt kg/m <sup>3</sup>	Glödgningsförlust vid 600°C i %	Värmeledningstal W/m °C
G	5x100x120	139	14,0	0,0330
M	5x60x100	134	2,4	0,0330
R	5x60x100	174	3,2	0,0345

G - Gullfiber

M - Minwool

R - Rockwool

Tabell 3

## Fuktighet och pH i jorden vid upptagandet

	Jordblandning initial pH ca 5	Jordblandning initial pH ca 7
Fuktighet, %	63	62
pH	5,4	5,9



Tabell 4  
Fuktighet i provkropparna vid upptagandet

Typ och skikt	Förlagda med initialt pH 5 Fuktighet, %	Förlagda med initialt pH 7 Fuktighet, %
G, skikt 1	38,2	42,9
" 2	32,4	39,4
" 3	33,3	38,9
" 4	33,7	35,2
" 5	35,2	40,6
Medelvärde	34,6	39,4
M, skikt 1	10,4	12,9
" 2	9,3	9,5
" 3	8,2	8,7
" 4	8,6	9,5
" 5	8,0	8,3
Medelvärde	8,9	9,8
R, skikt 1	7,7	13,8
" 2	4,9	10,3
" 3	4,6	7,8
" 4	6,2	6,2
" 5	4,9	6,1
Medelvärde	5,7	8,8

G - Gullfiber

M - Minwool

R - Rockwool

Tabell 5

Glödgningsförlust hos provkropparna  
 Prov torkat vid 105 °C, glödmat vid 600 °C

Märke	G	M	R
Glödgningsförlust	%	%	%
Ursprungsmaterial	14,0	2,4	3,2
Markförlagt 5 år i matjord med initialt pH 5			
Skikt 1	13,2	2,7	3,3
" 2	13,0	2,7	3,6
" 3	12,5	2,7	3,2
" 4	12,9	2,7	3,8
" 5	12,8	2,4	3,9
Medelvärde	12,9	2,6	3,6
Markförlagt 5 år i matjord med initialt pH 7			
Skikt 1	13,1	2,8	4,8
" 2	12,6	2,6	4,5
" 3	13,0	2,3	3,5
" 4	12,9	2,7	3,9
" 5	13,2	2,7	4,2
Medelvärde	13,0	2,6	4,2

G - Gullfiber

M - Minwool

R - Rockwool

Tabell 6

Tryckprov på torkat material enligt DIN 53421

Sammanpressning	10 %	25 %	50 %	80 %
Ursprungsmaterial				
Tryckpåkänning				
G, $\text{kp/cm}^2$	0,75	1,4	3,1	24,8
G, kPa	73,6	137	304	2435
M, $\text{kp/cm}^2$	0,17	0,39	1,1	10,9
M, kPa	16,7	38,2	108	1069
R, $\text{kp/cm}^2$	0,40	0,93	2,3	25,3
R, kPa	39,3	91,3	226	2485
Markförlägt material				
G5, $\text{kp/cm}^2$	0,44	0,75	1,33	8,09
G7, $\text{kp/cm}^2$	0,36	0,66	1,20	7,23
medelvärde	0,40	0,70	1,26	7,66
G5, kPa	43,2	73,5	130	793
G7, kPa	35,3	64,7	118	709
medelvärde	39,7	69,1	124	751
M5, $\text{kp/cm}^2$	0,11	0,33	0,74	7,02
M7, $\text{kp/cm}^2$	0,10	0,35	0,80	7,69
medelvärde	0,11	0,34	0,77	7,36
M5, kPa	10,8	32,4	72,6	688
M7, kPa	9,81	34,3	78,4	754
medelvärde	10,3	33,4	75,5	721
R5, $\text{kp/cm}^2$	0,29	0,56	1,38	20,0
R7, $\text{kp/cm}^2$	0,12	0,38	0,98	7,68
medelvärde	0,20	0,47	1,18	13,8
R5, kPa	28,4	54,9	135	1960
R7, kPa	11,8	37,3	96,1	753
medelvärde	20,1	46,1	115,5	1356

G5- Gullfiber- pH 5

M5- Minwool - pH 5

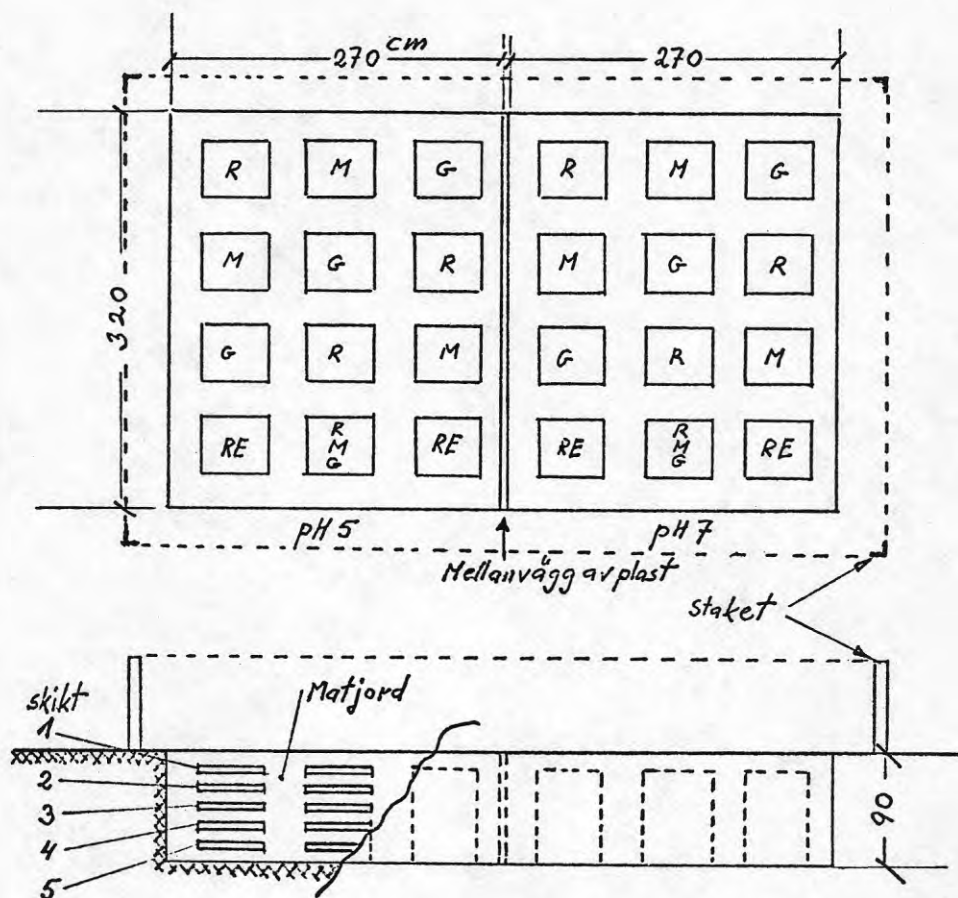
R7- Rockwool - pH 7

Tabell 7  
Värmeledningsförmåga  
Värmeledningstal

Material Beteckning	Fuktkvot, %	Volymvikt, kg/m <sup>3</sup>	Provets medel- temperatur, °C	Temperaturfall över provet, °C	W/ ( m · K)	Värmeledningsförmåga kcal/mh °C
Ursprungs- material, G	0,0	139	9,2	18,4	0,0330	0,0284
G1 <sub>5</sub>	0,0	139	10,0	19,0	0,0331	0,0285
G1 <sub>7</sub>	0,0	134	10,0	18,9	0,0329	0,0283
G2 <sub>7</sub>	0,0	143	10,0	19,0	0,0337	0,0290
Ursprungs- material, M	0,0	134	9,2	18,4	0,0330	0,0284
M1 <sub>5</sub>	0,0	164	10,0	18,9	0,0365	0,0314
M2 <sub>5</sub>	0,0	143	10,0	19,4	0,0354	0,0304
M1 <sub>7</sub>	0,0	147	10,0	19,1	0,0359	0,0309
M2 <sub>7</sub>	0,0	157	10,0	19,1	0,0361	0,0310
Ursprungs- material, R	0,0	174	9,0	17,9	0,0345	0,0297
R1 <sub>5</sub>	0,0	159	10,0	18,5	0,0342	0,0294
R2 <sub>5</sub>	0,0	180	10,0	18,0	0,0352	0,0303
R1 <sub>7</sub>	0,0	190	10,0	18,3	0,0351	0,0302

G1<sub>7</sub> - Gullfiber - skikt 1 - pH 7  
M2<sub>5</sub> - Minwool - skikt 2 - pH 5  
R1<sub>5</sub> - Rockwool - skikt 1 - pH 5

Fig. 1.  
Markförläggning av provkroppar



G - Gullfiber  
M - Minwool  
R - Rockwool  
RE - Reserv



**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 750294-9 från  
Statens råd för byggnadsforskning till  
Statens provningsanstalt, Stockholm**

STATENS RÅD FÖR BYGGNADSFORSKNING  
STATENS PROVNINGSANSTALT  
S-111 84 STOCKHOLM

**R35: 1977**

**ISBN 91-540-2697-0  
Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm**

**Art.nr: 6600635  
Abonnemangsgrupp:  
Z. Konstruktioner o. material**

**Distribution:  
Svensk Byggtjänst, Box 1403,  
111 84 Stockholm**

**Cirkapris: 18 kr + moms**