

Gunnar Bergström  
Jonas Karlsson

# PERMEA

## En utrustning för kontroll av vattenpermeabiliteten hos dräneringsskivor

## Abstract

### **Permea, a control device for water permeability of drainage boards**

#### **Operation and instruction manual**

A test method and the equipment needed are developed with the aim to make available an easy way of measuring the water permeability of drainage boards made from cellular plastics.

Basically the equipment is a falling head permeameter, which measures the time for a defined water volume to pass through a drainage board sample under defined pressure conditions. The flow-through time and the sample dimensions determines the water permeability for a hydraulic gradient in the region of 1. This gradient corresponds to the percolation gradient in a vertical drainage layer outside a ground wall.

The equipment was given the name "PERMEA" and is intended as an instrument to ensure an adequate drainage capacity of drainage boards made from cellular plastics.

**Key words:** permeameter, water permeability, drainage, cellular plastics, drainage boards

**Sveriges Provnings och  
Forskningsinstitut  
SP Rapport 1995:13  
ISBN 91-7848-542-8  
Göteborg**

**Swedish National Testing and  
Research Institute  
SP Report 1995:13**  
**Postal adress:**  
**Box 24036, S-400 22 Göteborg**  
**Sweden**  
**Telephone +46 31 20 08 70**  
**Telefax +46 31 16 12 95**

# Innehållsförteckning

## Abstract

## Innehållsförteckning

<b>Sammanfattning</b>	<b>4</b>
<b>1 Inledning</b>	<b>5</b>
<b>2 Funktionsbeskrivning</b>	<b>6</b>
2.1 Användningsområde	6
2.2 Mätprincip	6
2.3 Mätsäkerhet	10
2.3.1 Onoggrannhet	10
2.3.2 Repeterbarhet	10
2.3.3 Reproducerbarhet	10
2.4 Kravgränser	10
2.5 Konstruktion och utförande	10
<b>3 Handhavande</b>	<b>12</b>
3.1 Iordningställande för mätning	12
3.2 Tillverkning av provkropp	12
3.3 Mätprocedur	12
3.4 Underhåll	13
Bilaga - Detaljlista	
Bilaga - Nivåvakt	
Bilaga - Tidmätare	

## Sammanfattning

En metod och utrustning har tagits fram för att enkelt kunna kontrollera vattenpermeabiliteten hos dräneringsskivor av cellplastmaterial.

Metoden bygger på mätning av genomflödestiden för en bestämd mängd vatten genom en provkropp utsågad ur en dräneringsskiva. Av genomflödestiden och provets storlek kan vattenpermeabiliteten bestämmas vid en hydraulisk tryckgradienten  $\approx 1$ . Tryckgradienten är vald att motsvara perkolaitionsgradienten vid en grundmursdränering.

Utrustningen, som alltså är en permeameter, har getts namnet "PERMEA" och är avsedd att användas för kontroll av dräneringsmaterial i nära anslutning till produktionen med avsikt att säkerställa en betryggande dräneringsförmåga hos produkten.

## 1 Inledning

Dräneringsskivor av cellplast har i allt större omfattning kommit att ersätta traditionella dräneringsmaterial som makadam och grus vid husbyggnad och vid anläggning av växtermiljöer på terasser och överdäckade tak mm.

Cellplastskvorna kombinerar hög dräneringskapacitet och god isoleringsförmåga med en betydande förmåga att uppta utbredda laster.

Skivorna består av expanderade polystyrengranulat som sammanfogas på endera av två sätt. Antingen limmas granulaten samman i kontaktpunkterna med hjälp av ett bitumenbaserat lim eller sammansvetsas granulaten vid varandra genom lätt ihopsmältnings.

För att fungera som avsett i de olika tillämpningarna krävs tillräcklig styvhet och styrka tillsammans med hög dräneringskapacitet. Dessa egenskaper, som till stor del kan styras vid skivornas tillverkning är delvis motstridiga. För att nå en bästa lösning måste därför styvhet och dräneringskapacitet balanseras mot varandra.

Med hjälp av en provutrustning i direkt anslutning till tillverkningen är det möjligt att säkerställa att skivorna fortlöpande har optimala egenskaper. En regelbunden kontroll av produktionen är också en förutsättning för en dokumenterad kvalitetsövervakning. En provningsutrustning för denna användning med god precision och som är enkel att använda har tidigare inte varit tillgänglig.

Rapporten beskriver konstruktionen hos en enkel permeameter för att kontrollera dräneringskapaciteten genom att bestämma vattenpermeabiliteten vid tryckgradienten  $\approx 1$ .

## 2 Funktionsbeskrivning

### 2.1 Användningsområde

"PERMEA" är avsedd för snabb och enkel kontroll av vattenpermeabiliteten hos dräneringsskivor av cellplast. Utrustningen kan användas både för svetsade och asfaltlimmade skivor.

Vattenpermeabiliteten mäts vid tryckgradienter  $\approx 1$  med avsikt att motsvara verkliga förhållanden vid en grundmursdränering. Mätningarna kan emellertid också användas för att bedöma dräneringsförmågan för andra tillämpningar om man tar hänsyn till att permeabiliteten varierar med tryckgradienten.

### 2.2 Mätprincip

Mätprincipen är i grunden enkel och innebär att genomflödestiden för en viss mängd vatten uppmätes. För att mätningen skall vara lätt att utföra har tryckgradienten tillåtits sjunka under mätningen vilket i någon mån komplicerar beräkningen av vattenpermeabiliteten.

Mätning med sjunkande tryckgradient, "falling head permeameter", har sedan länge använts vid permeabilitetsbestämningar på jordarter, Krynine D.P., Soil Mechanics, Mc Graw-Hill book Company, 1941. Normalt förutsätter emellertid sådana bestämningar mycket små vattenflöden så att permeabiliteten är konstant och oberoende av tryckgradienten.

Komplikationen med att permeabiliteten för dräneringsskivor varierar under mätningen har bedömts uppvägas av metodens enkelheten i övrigt.

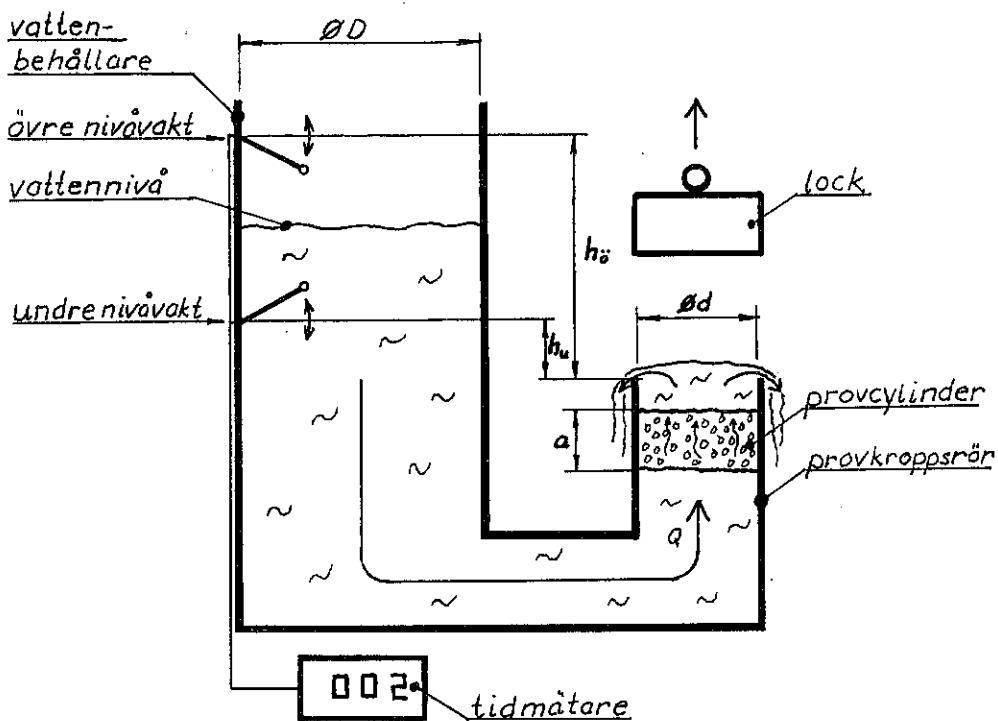
Mätningen utföres på cylindriska provkroppar sågade ur den skiva som skall kontrolleras. Mätuppställningen visas av den schematiska skissen på följande sida.

För den teoretiska genomgången av mätförfarandet har i skissen följande storheter angivits,

D	vattenbehållarens innerdiameter	[m]
d	provkroppens diameter	[m]
a	provkroppens tjocklek	[m]
$h_o$	övre vattennivå	[m]
$h_u$	undre vattennivå	[m]
Q	vattenflödet	[m <sup>3</sup> /s]

Dessutom användes följande beräkningsstörheter,

- i den hydrauliska tryckgradienten [dimensionslös]
- k provkroppens vattenpermeabilitet [m/s]
- $k_{1,0}$  permeabiliteten vid  $i=1$  [m/s]
- t mättiden [s]
- $\alpha$  koefficient för permeabilitetens beroende av tryckgradienten [dimensionslös]



Figur 1. Schematisk skiss av provutrustningen PERMEA.

Mätningen utföres genom att mäta den tid som åtgår för att vattnet i vattenbehållaren skall sjunka från vattennivån  $h_o$  till vattennivån  $h_u$ .

Sambandet mellan flödet, Q, och nivåsinkningshastigheten  $dh/dt$  är

$$Q = -\pi \cdot D^2 \cdot \frac{dh}{dt} \quad (1)$$

Sambandet mellan flödet genom provkroppen och den hydrauliska gradienten uttryckes enligt "Darcys lag" som,

$$Q = \pi \cdot d^2 \cdot k \cdot i \quad (2)$$

där den hydrauliska gradienten,  $i$ , i detta fallet är förhållandet mellan tryckskillnaden över provkroppen,  $h$ , och dess tjocklek,  $a$ .

$$i = \frac{h}{a} \quad (3)$$

För relativt tät material och små vattenflöden är permeabiliteten närmelsevis oberoende av tryckgradienten. För stora vattenflöden och för sådana storporiga dräneringsmaterial som utrustningen i första hand är avsedd för, måste emellertid vattenpermeabilitetens förändring med tryckgradienten beaktas. Det har visat sig att följande enkla uttryck därvid är användbart,

$$k = k_{l,0} \cdot i^{-\alpha} \quad (4)$$

Kombineras uttrycken (1), (2), (3) och (4) fås

$$-D^2 \cdot \frac{dh}{dt} = d^2 \cdot k_{l,0} \cdot \left(\frac{h}{a}\right)^{1-\alpha} \quad (5)$$

Ekvation (5) kan efter omformning integreras för tiden  $\theta$  till  $t_m$ , genomflödestiden, då vattennivån sjunker från  $h_\delta$  till  $h_u$ .

$$\int_0^{t_m} dt = - \left(\frac{D}{d}\right)^2 \cdot \frac{1}{k_{l,0}} \cdot \int_{h_\delta}^{h_u} \left(\frac{h}{a}\right)^{\alpha-1} dh \quad (6)$$

Mättiden blir därmed,

$$t_m = - \left(\frac{D}{d}\right)^2 \cdot \frac{a^{1-\alpha}}{\alpha \cdot k_{l,0}} \cdot (h_u^\alpha - h_\delta^\alpha) \quad (7)$$

eller förenklat uttryckt,

$$t_m = C \cdot \frac{a^{1-\alpha}}{k_{l,0}} \quad (8)$$

där

$$C = - \left(\frac{D}{d}\right)^2 \cdot \frac{(h_u^\alpha - h_\delta^\alpha)}{\alpha} \quad (9)$$

För PERMEA gäller följande apparatkonstanter,

$$\begin{aligned} h_\delta &= 0,200 \quad [\text{m}] \\ h_u &= 0,050 \quad [\text{m}] \\ D &= 0,186 \quad [\text{m}] \\ d &= 0,103 \quad [\text{m}] \end{aligned}$$

För dräneringsskivor av cellplast har det visat sig rimligt att sätta  $\alpha=0,38$ . Med aktuella värden insatta ger detta  $C=1,91$  och genomflödestiden för ett material med en given permeabilitet blir,

$$t_m = \frac{1,91}{k_{l,0}} \cdot a^{0,62} \quad (10)$$

Omvänt kan provmaterialets vattenpermeabilitet beräknas om genomflödestiden  $t_m$  är bestämd för en provkropp med tjockleken  $a$ ,

$$k_{l,0} = \frac{1,91}{t_m} \cdot a^{0,62} \quad (11)$$

## 2.3 Mätosäkerhet

### 2.3.1 Onoggrannhet

För material med en vattenpermeabilitet omkring  $k_{1,0} \approx 0,02$  m/s är den beräknade *onoggrannheten* mindre än 15 % av uppmätt värde.

### 2.3.2 Repeterbarhet

Vid upprepad mätning på samma provkropp varierar mätvärdet mindre än 3 %.

### 2.3.3 Reproducerbarhet

Skillnaden i mätresultat mellan olika PERMEA-utrustningar har uppmäts till mindre än 5 %.

## 2.4 Kravgränser

För att en övre kontrollgräns för genomflödestiden,  $t_{max}$ , skall kunna anges, måste för varje skivtyp ett undre gränsvärde för skivans permeabilitet,  $k_{1,0min}$  fastställas. Detta gränsvärde för permeabiliteten bör innehålla en marginal som tar hänsyn till den minskning av skivans dräneringsförmåga som blir en följd av skivans sammantryckning av jordtrycket.

För en skiva med minsta tillåtna permeabilitet  $k_{1,0min}$  beräknas den övre gränsen för genomflödestiden ur uttrycket (10) för en provkropp med tjockleken  $a$ ,

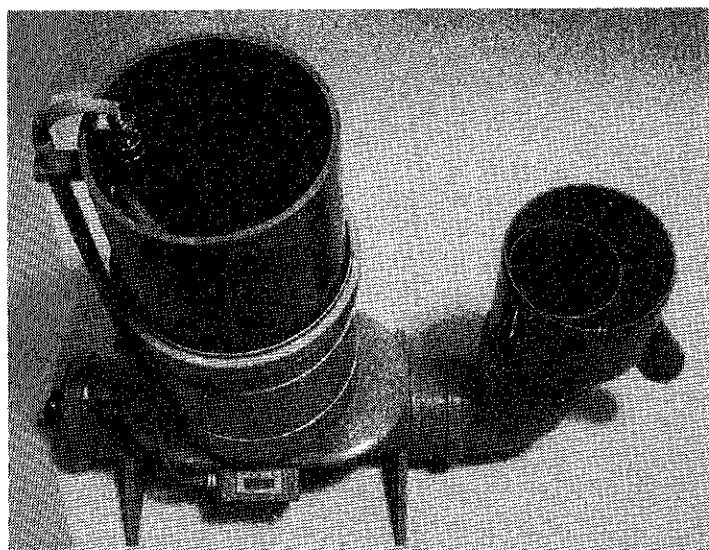
$$t_{max} = \frac{1,91}{k_{1,0min}} \cdot a^{0,62}$$

## 2.5 Konstruktion och utförande

Utrustningen är konstruerad med användning av standardiserade markrördelar av PVC. Rördelarna har limmats samman och anpassats till avsett funktionssätt. För att bestämma genomflödestiden användes två fast monterade nivågivare som anslutits till en elektronisk tidmätare med digital display. Tidmätningen startar då vattennivån passerar den övre nivågivaren och stoppas då vattennivån passerar den undre nivågivaren.

För att på ett enkelt sätt kunna starta mätningen görs detta manuellt genom att ett tungt tätande lock över provkroppsrörets utlopp tages bort. Därvid startar vattenflödet och vattennivån passerar nivåvakterna i tur och ordning.

Utrustningens utformning framgår av de två bilderna nedan där den första också visar en provkropps mall, en provkropp, en lyftpinne för att underlätta urtagning av provkroppen från provkroppsröret, det tunga tätande locket, en provkroppsstoppare för att förhindra provet att följa med vattenströmmen och slutligen en provkroppsskruv som kan användas för att dra provkroppen ur provkroppsröret. En lista över utrustningens olika delar ges på bilaga - Detaljlista.



Figur 2, 3. PERMEA med tillbehör.

## 3 Handhavande

### 3.1 Iordningställande för mätning

- Ställ upp utrustningen på ett vågrätt underlag med lämplig arbets höjd (förslagsvis 400-700 mm över golvet) och placera en spann under utloppet
- Fyll utrustningen med rumsvarmt ( $23 \pm 3^\circ\text{C}$ ) kokt (avluftat) vatten till dess att vattnet rinner över provkroppsörrets kant

*Vanligt kranvattnet innehåller ofta ett överskott av luft som med tiden avges i form av luftbubblor och som hindrar vattenflödet genom dräneringsmaterialet.*

*Om genomflödestiden ökar vid upprepade mätningar på samma provkropp, kan detta bero på luftbubblor i materialet.*

### 3.2 Tillverkning av provkropp

- Märk upp en cirkulär provkropp genom att rita invändigt i provkroppsmallen.
- Såga eller skär med varmtråd ut en cylindrisk provkropp till god passform i provkroppsörret. Provkroppens tjocklek väljs med fördel till 50 mm. Provkroppens diameter bör vara något större än provkroppsörrets för att ge en säker tätning till detta.

*Bristfällig tätning minskar genomflödestiden. Om stora skillnader i genomflödestid uppmäts för provkroppar tagna från samma skiva, bör man som första åtgärd försäkra sig om att det ej beror på läckage.*

- Mät, utan att trycka samman provkroppens, dess tjocklek och diameter

### 3.3 Mätprocedur

- Tryck ned provkroppen i provkroppsörret så att ovansidan ligger i jämn höjd med markeringen inuti provkroppsörret
- Montera provkroppsstopparen
- Lägg på det tunga locket så att det tätar mot provkroppsörrets överkant
- Fyll upp vattenbehållaren med rumsvarmt kokt vatten till markeringen och kontrollera att tidmätaren har nollställts
- Lyft snabbt av locket och låt vattnet strömma fritt över provkroppsörrets kant
- Läs av genomflödestiden på displayen (timmar, minuter, sekunder)
- Jämför med specificerat övre gränsvärde för aktuell produkt och skivtjocklek
- Tag bort provkroppsstopparen och drag upp provkroppen med hjälp av provkroppsskruven

### **3.4 Underhåll**

- En till två gånger i månaden bör vattnet tappas av genom avtappningskranen och utrustningen fyllas med nytt vatten.
- Kalibrering av utrustningen sker genom jämförelsemätning på provkroppar som mätts i utrustning med liten onoggrannhet.

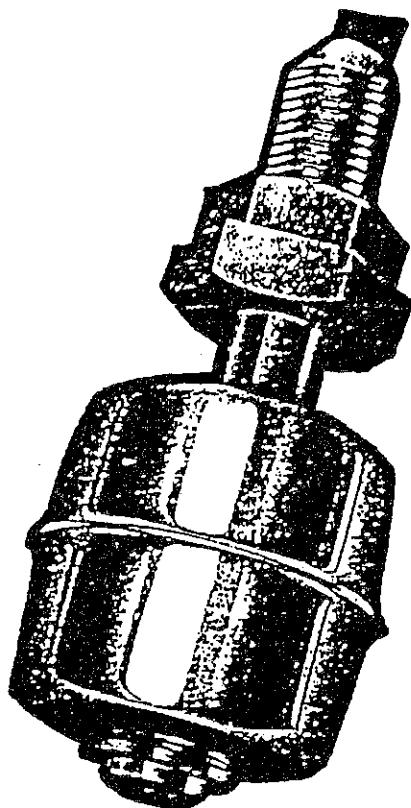
## Bilaga - detaljlista

Detalj	Typ	Inköpställe	Datablad
Nivåvakt	Modell ks-2	Mobrey AB Johanneshov 08-399660	Bilaga - Nivåvakt
Tidmätare	Omron model H7E	ELFA AB Stockholm 08-7353535	Bilaga - Tidmätare
Markrördelar av PVC		Uponor AB Fristad	
Böj	110/88,5 mm		
Rensbrunn	110 mm		
Propp	110 mm		
Förminskning	160/110 mm		
Rör	110 mm		
Rör	200 mm		
Tätningslock	rundstång stål, 110x70 mm	Grimmereds verkstad Västra Frölunda 031-456888	
Gummitätning	cellgummiduk tjocklek 1 mm	Trelleborg Industigummi AB Mölndal 031-834950	
Handtag		Wiberger AB Mölndal 031-878040	
Nivåvaktsfäste	fyrkantsprofil rostfritt stål 15 x 2,5 mm	Grimmereds verkstad Västra Frölunda 031-456888	

**MINI-NIVÅVAKT FÖR VÄTSKOR**  
**MODELL KS-2**

**MOBREY AB**

Box 5056 S-121 05 Johanneshov  
 Telefon (08) 39 96 60 Fax (08) 39 47 52



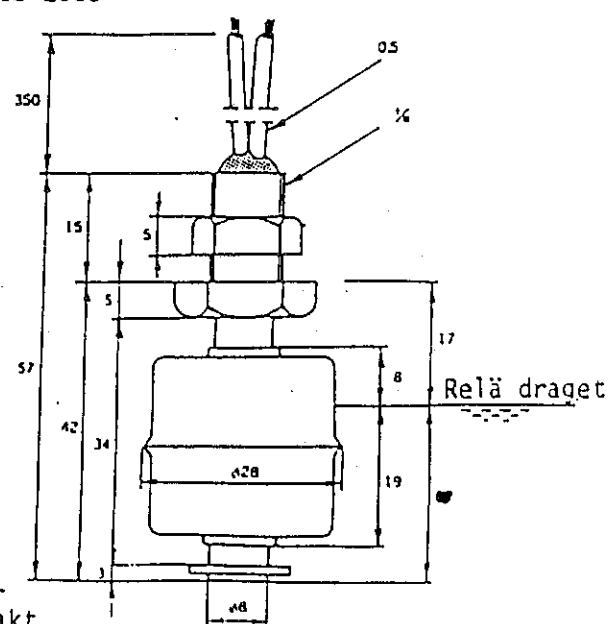
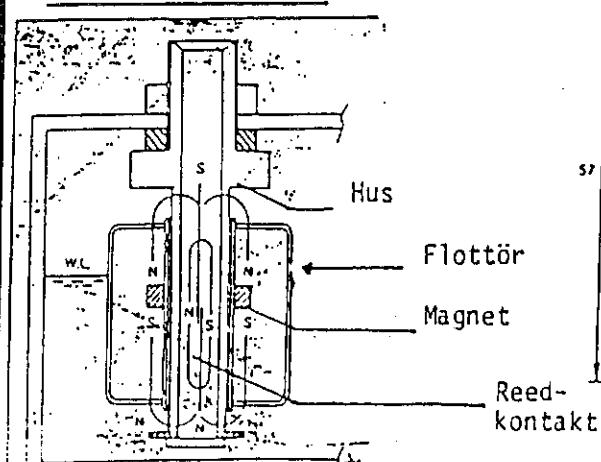
**FÖRDELAR**

- \* Små byggmått
- \* Helt i rostfritt stål
- \* Robust och driftsäker.  
 En reed-kontakt är inkapslad i tätningsmassa och en magnet är fast fixerad i skyddad position.

**SPECIFIKATION**

Max. belastning: 10W 0,5A 110V eller 220V  
 Max. arbetstemp: +100°C  
 Max. arbetstryck: 10 bar  
 Material: Rostfritt stål SIS 2333  
                  eller SIS 2343  
 Flottörens fly-  
 förmåga: Volym 11 cm<sup>3</sup>  
                  Vikt 8 gram

**FUNKTIONSPRINCIP**



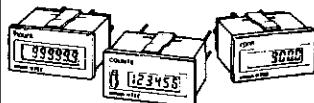
# Bilaga - Tidmätare

**OMRON**

## Model H7E SELF-POWERED COUNTER

### INSTRUCTION MANUAL

This manual primarily describes precautions required in installing wiring and handling. When using the counter, please refer to the pertinent catalog for detailed information.

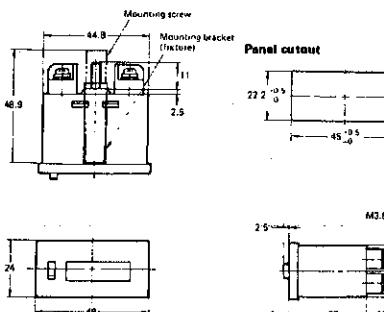


OMRON Corporation

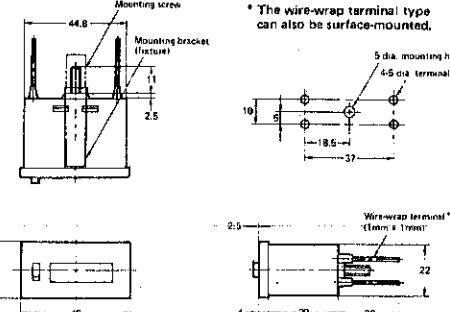
0613421-6C

### DIMENSIONS

#### • SCREW TERMINAL TYPE



#### • WIRE-WRAP TERMINAL TYPE



### HINTS ON CORRECT USE

#### • CAUTIONS ON H7EC TOTALIZING COUNTER

- Select the maximum counting speed (30 cps and 1 kcps) of the counter by referring to the input conditions as listed below.

	30 cps	1 kcps
Contact signal inputs	Relay or switch contact inputs with some chattering	Do not apply. (Contact signal inputs are not used because chattering is counted as signal inputs.)
Solid-state signal inputs	—	High speed transistor inputs

#### • Keep the input wiring as short as possible.

The operation of the counter might be affected by stray capacitance of the wires in excess of 500pF (about 10m in case of parallel wires of 2mm<sup>2</sup>).

Attention should be paid to its stray capacitance when using a shield wire.

#### • CAUTION ON H7ER TACHOMETER

Keep input wirings as short as possible. The operation of the digital tachometer might be affected by stray capacitance of wires in excess of 500pF (about 10m in parallel wires of 2mm square).

Attention should be paid to its stray capacitance when using a shielded wire.

#### • CAUTION ON H7ET TIME COUNTER

The decimal point of the LCD (liquid crystal display) blinks every other second while an input signal is being applied. (Though the decimal points of the type whose timing unit is 0.1sec does not blink, it is possible to confirm the operation of the counter with the indication of 0.1sec.)

If no flicker or no indication is observed, check the connection and the condition of the input signal, because the input signal is not being correctly applied.

#### • GENERAL CAUTIONS

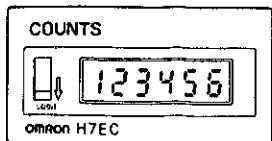
When using a counter with wire-wrap terminals, use appropriate wiring tools (refer to the table below for the wires, bits and sleeves to be used).

Wire to be used	Bit	Sleeve	Wire-wrap
AWG22	2-A	2-B	Normal wire-wrap
AWG24	1-A	1-B	Normal wire-wrap
AWG26	3-A	1-B	Normal wire-wrap

NOTE: Sectional area of the wire-wrap terminal used for the H7E is 1x1 mm.

#### • HOW TO RESET COUNTER

Reset the counter by depressing the reset button as shown in the figure below. To prevent accidental resetting, lock the reset button by sliding but not depressing it, in the arrow direction. (Slide the reset button until a click sound is heard, both to lock and unlock it.)



#### • BUILT-IN BATTERY

A lithium battery is built into the H7E. Do not dispose of the battery in a fire.

### ■ AVAILABLE TYPES

#### Model H7EC Totalizing counter

Count input	Maximum Counting Speed	Reset system (Number of digits)
Non Voltage input (Contact, Solid-state)	1 kcps	External reset (7)
		External reset and manual reset (6)
	30 cps	External reset (7)
		External reset and manual reset (6)
Voltage input (DC voltage input)	1 kcps	External reset (7)
		External reset and manual reset (6)
	30 cps	External reset (7)
		External reset and manual reset (6)

Note 1. Every type has an external reset terminal.

#### Model H7ER Tachometer

Count input	Maximum number of revolutions to be displayed (Number of digits)	Specification of applicable encoder
Non Voltage input (Contact, Solid-State)	1000 r.p.s. (4)	1 Pulse/rev.
	1000.0 r.p.s. (5)	
Voltage input (DC Voltage input)	10000 r.p.m. (5)	60 Pulse/rev.
	1000.0 r.p.m. (5)	

Note 1. The indication becomes "0" or "0.0" when the count inputs stop.

Note 2. Maximum number of revolutions to be displayed varies with the output specification of the encoder. For every encoder, the maximum numbers are specified in the table.

#### Model H7ET Time counter

Count input	Reset system (Number of digits)
Non Voltage input (Contact, Solid-State)	External reset (7)
	External reset and manual reset (6)
Voltage input (DC Voltage input)	External reset (7)
	External reset and manual reset (6)

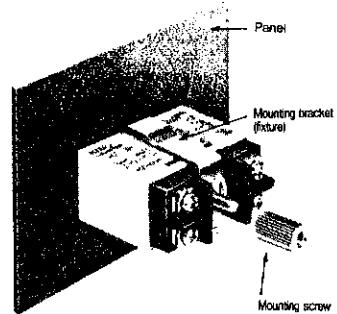
Number of digits	Timing unit	Full scale
7	0.1 sec	99H59M59.9S
	0.1 min	9999H59.9M
	0.1 hour	3999D23.9H
6	0.1 hour	99999.9H

Note 1. Every type has an external reset terminal.

Note 2. When after resetting, the counter shows "0.0".

### ■ HOW TO MOUNT COUNTER

Insert the type H7E counter in the mounting panel from the front and manually tighten the counter from the rear by using the accessories (mounting bracket and mounting screws). Care should be taken not to use other screws or tools such as cutting pliers, which may damage the counter by excessive tightening.



### ■ CONNECTIONS

#### Model H7EC, Model H7ET

Nonvoltage input type, H7EC, H7ET		Voltage input type, H7EC-V□, H7ET-V□	
(1) Contact input (Input through a relay or switch contact)		(1) Contact input (voltage input through a relay or switch contact)	
(2) Solid-state input (open collector input of an NPN transistor)		(2) Solid-state input (collector input of an NPN transistor)	
(3) Solid-state input (collector input of an NPN transistor)		(3) Solid-state input (open collector input of an NPN transistor)	

#### Model H7ER

Nonvoltage input type	Voltage input type
Solid-state input (open collector input of an NPN transistor)	Solid-state input (collector input of an NPN transistor)