

# Bestämning av tjällyftningsparametrar

Metodbeskrivning 609:1994

1. Orientering .....	3
2. Sammanfattning .....	3
3. Utrustning .....	3
3.1 Frystestutrustning (FTU-84).....	3
3.1.1 Provbehållare.....	4
3.1.2 Frysplatta .....	4
3.1.3 Stativ och stämpel. ....	4
3.1.4 Styrenhet.....	4
3.2. Nätaggregat. ....	4
3.3. Kallvatten och avlopp.....	4
4. Provberedning .....	5
5. Provning .....	5
6. Beräkning .....	5
7. Precision, eventuell upprepning .....	6
8. Rapport.....	6
Bilaga 1 - Beräknad regressionslinje med tillåtet spridningsområde för varje enskilt lastfall...	7
Bilaga 2 - Beräknad regressionslinje med tillåtet spridningsområde för medelvärdet av varje lastfall.....	8

## I. Orientering

Metoden avser att bestämma en jordarts tjällyftningsegenskaper. Parametrarna som ska bestämmas är a och b i ekvation:

$$h = h_0 \cdot a \cdot e^{-Bp}$$

där

$h$  = tjällyftningshastighet (mm/s)

$h_0$  = tjällyftningshastighet vid trycket 0 (mm/s)

$P = P_J + P_W$  (kPa)

$P_J$  = tryck utövad av massa ovan isfronten (kPa)

$P_W$  = portryck (kPa)

Parameter a är dimensionslös och varierar mellan 0 - 1 och är ett uttryck för jordmaterialets tjälskjutningsbenägenhet.

Parameter b beskriver tjälskjutningens tryckberoende för ett frysande lager ( $\text{kPa}^{-1}$ ).

## 2. Sammanfattning

Vid bestämning av tjällyftningsparametrar görs en frystest på det aktuella jordmaterialet.

En cylinder med värmeisolerande mantelyta packas med jord och provet fryses underifrån. Frysningen äger rum med ett konstant och i förväg inställt värmeflöde.

Under frysningen har provet fri tillgång till vatten.

Genom att belasta provet med vikter kan belastningstrycket i naturen efterliknas.

Provets expansion sker uppåt. Den resulterande volymsutvidgningen per tidsenhet, tjällyftningshastigheten, avgör graden av tjällyftningsbenägenhet hos jordprovet.

## 3. Utrustning

### 3.1 Frystestutrustning (F'TU-84)

[Se figur 1.](#)

### 3.1.1 Provbehållare.

Behållaren utgörs av en plexiglas-cylinder ( $d=110$  mm,  $h=200$  mm) med en i botten fritt liggande filterplatta.

### 3.1.2 Frysplatta

Frysplattän innehåller den värmeflödesgivare, som känner av fryseffekten samt ett Peltier-element vars varma sida kyls ner av en vattenkylare.

### 3.1.3 Stativ och stämpel.

Stativet bär de vikter; med vilka provet belastas.

### 3.1.4 Styrenhet.

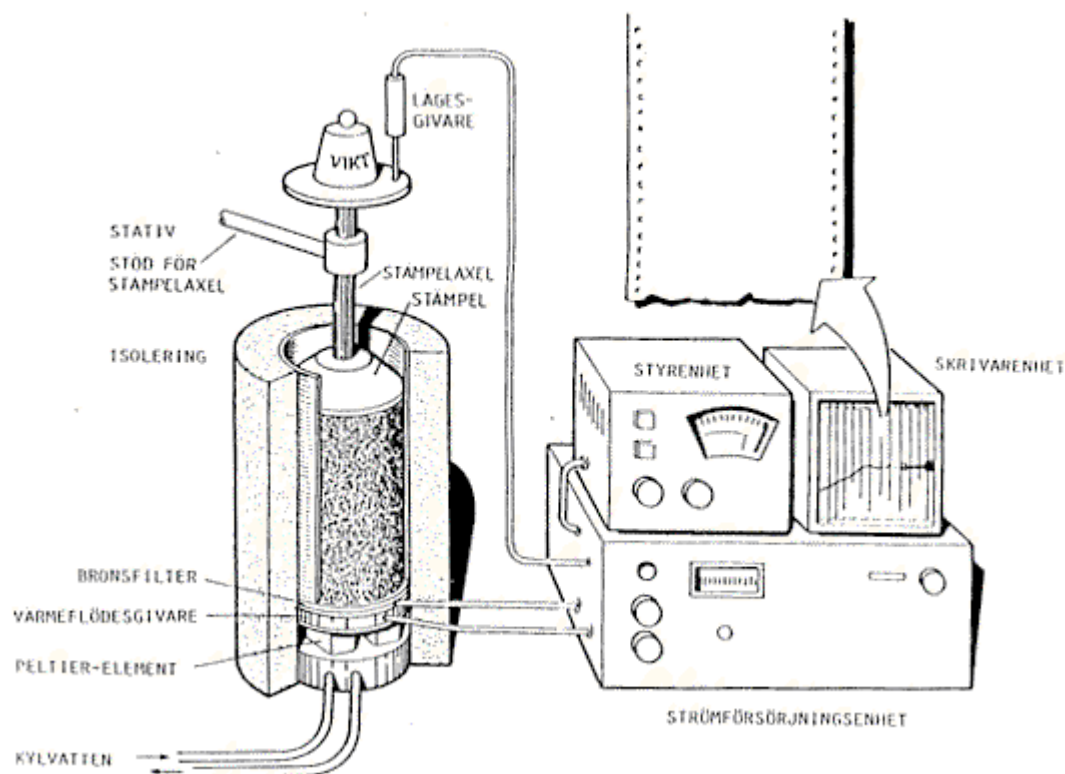
Med styrenheten ställs värmeflödet genom provets bottenyta in.

## 3.2. Nätaggregat.

Nätaggregat skall ge den erforderliga strölnstyrkan, 9A.

## 3.3. Kallvatten och avlopp.

Vattnet skall hålla en konstant temperatur.



*Figur 1. Frystestutrustning*

## 4. Provberedning

Blanda provet i en skål. Tillsätt vatten under omröring tills provet är vattenmättat. Överför provet i 5 - 6 omgångar till en provcylinder. Packa provet lätt för hand med en stamp under dränering mellan varje provtillsats. Beakta samtidigt provets vattenmättnad. Fyll provcylindern till 100 mm höjd och placera den i ett vattenbad. Belasta provet med hjälp av en ca 5 kg tung stämpel. Låt stå kvar i vattenbadet under belastning ca 1 dygn.

## 5. Provning

Flytta cylindern med det kapillärt mättade provet till fiysplattan och belasta provcylindern med vikter. Fyll cylindern med vatten.

Ställ in en kyleffekt mellan 25-40 W/m<sup>2</sup> på styrenheten och starta frysningen, som tar ca 2 dygn.

Ta loss fryscylindern och placera den på nät i en skål efter avslutad frysning. Under upptining dräneras överskottsvattnet ned genom den porösa plattan.

Ställ tillbaka tinat och dränerat prov i vattenbad under last i väntan på förnyad frysning.

Mät lyfthastigheten vid minst tre olika tryck, exempelvis 5, 15, 25 kPa. Minst en frys-tö cykel bör utföras för varje laststeg. Vid behov utförs ytterligare två frys-tö cykler per last fall, se nedan.

## 6. Beräkning

Om lyfthastigheten som funktion av trycket uppritas i ett halvlogaritmiskt diagram ger detta för det övervägande flertalet jordartsmaterial en rät linje, s.k. regressionslinje, inom det i vägbyggnadssammanhang intressanta tryckområdet. Ur diagrammet erhålles  $h_0$ . Parameter  $a$  respektive  $b$  kan beräknas enligt:

$$a = h_0 \cdot \frac{L}{q_0}$$

$$b = \frac{\ln \frac{h_0}{h_x}}{P_x}$$

$a$  = jordmaterialets tjälskjutningsbenägenhet

$b$  = tjälskjutningens tryckberoende för ett frysande lager ( $\text{kPa}^{-1}$ )

$h_0$  = lyfthastigheten vid trycket 0 (mm/s)

$L$  = vattnets smältentalpitet ( $300 \cdot 10^6 \text{ J/m}^3$ )

$h_x$  = lyfthastigheten vid trycket  $P_x$

Bestämning av tjällyftnings- VV Publ. nr 1994:44 5 parametrar

$q_0$  = nettovärmeflödet för jordmaterialet i FTU-84 ( $\text{W/m}^2$ )

$P_x$  = belastningstryck ( $\text{kPa}$ )

## 7. Precision, eventuell upprepning

Beräkna en regressionslinje efter en frys-tö cykel för varje lastfall. Om det logaritmerade värdet av lyfthastigheten,  $\log h$ , inte avviker mer än  $\pm 4 \%$  från den beräknade regressionslinjen kan försöket avslutas. I annat fall upprepas försöket med ytterligare två frys-tö cykler för varje laststeg.

För varje laststeg får den uppmätta lyfthastighetens logaritmerade värde,  $\log h$ , ha en spridning på  $\pm 10 \%$  mellan min- och maxvärdet i diagrammet för att godkännas. Se diagram 1.

För varje laststeg får det beräknade medelvärdet på lyfthastighetens logaritmerade värde, ha en spridning på  $\pm 4 \%$  från regressionslinjen. Se diagram 2.

## 8. Rapport

Rapportera :

- att provning utförs enligt denna metod.
- värdet för lyfthastigheten ( $h$ ) i mm/s
- jordmaterialets tjälskjutningsbenägenhet ( $a$ )
- tjälskjutningens tryckberoende ( $b$ ) i  $\text{m}^2/\text{N}$

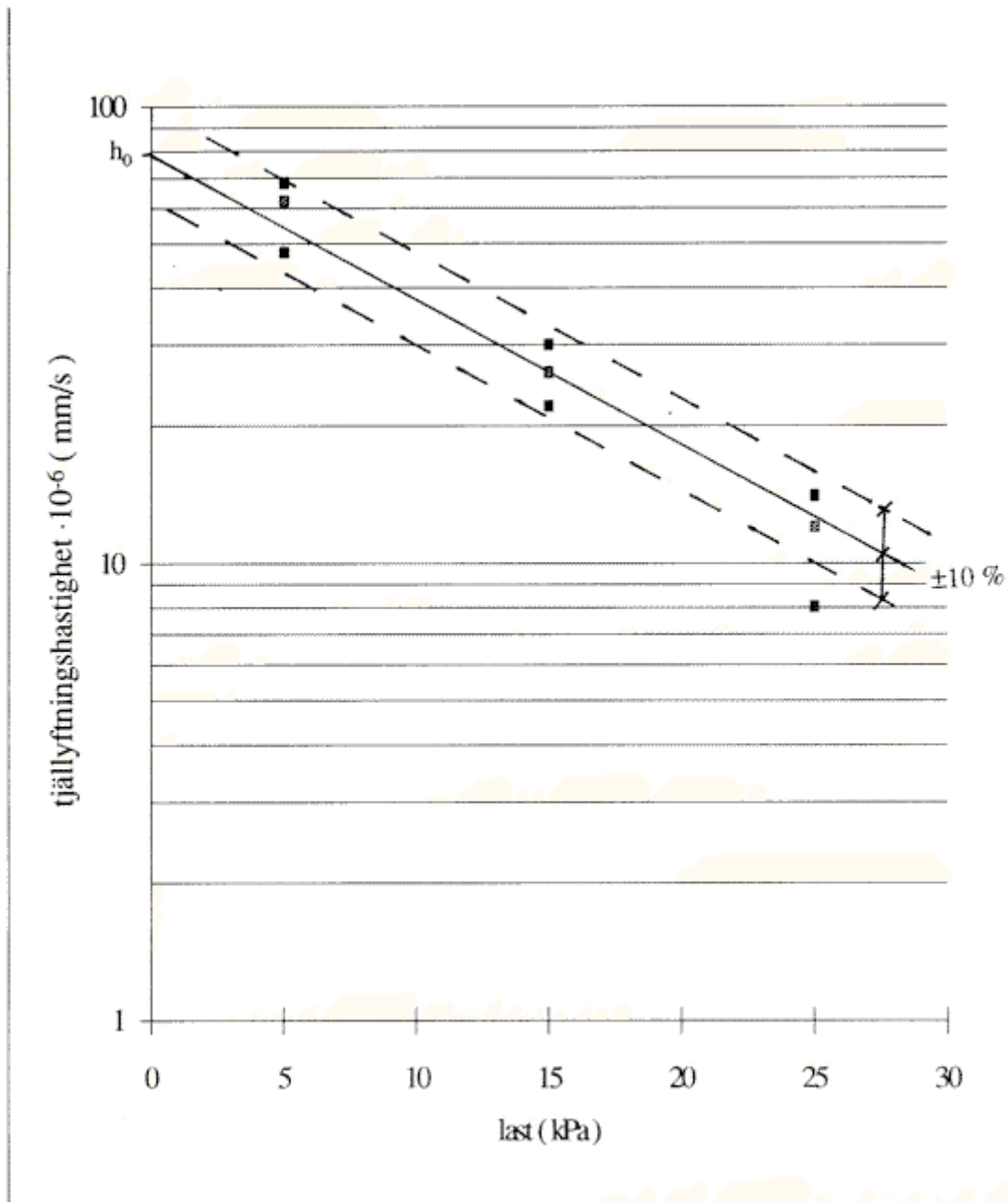
**Bilaga 1 - Beräknad regressionslinje med tillåtet spridningsområde för varje enskilt lastfall.**

Diagram 1. Beräknad regressionslinje med tillåtet spridningsområde för varje enskilt lastfall

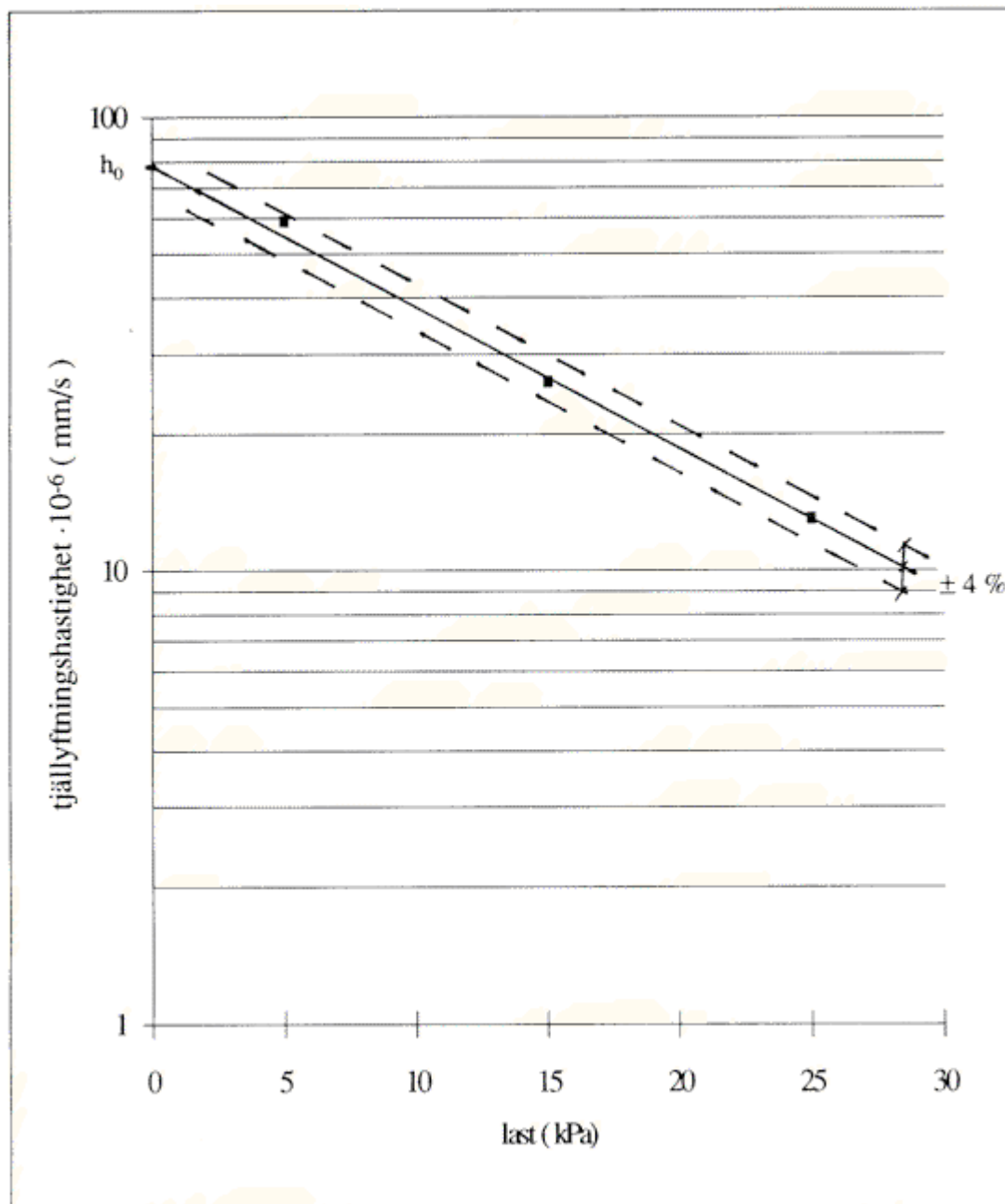
**Bilaga 2 - Beräknad regressionslinje med tillåtet spridningsområde för medelvärdet av varje lastfall**

Diagram 2. Beräknad regressionslinje med tillåtet spridningsområde för medelvärdet av varje lastfall.