

SKANSKA

Permeabilitet:

permeabilis från Latin *permeāre*, att passera

Permeabilitet eller Hydrauliska Konduktivitet ?

$$K = \frac{k \cdot \rho \cdot g}{\mu} \quad \text{eller} \quad k = \frac{K \cdot \mu}{\rho \cdot g}$$

K: Hydrauliska konduktivitet, m/s

 ρ : Vätskans densitet, kg/m³ g : Tyngdacceleration, m/s² μ : Vätskans dynamiska viskositet, kg/(m.s)

$$k: \text{Permeabilitet,} = \frac{K \cdot \mu}{\rho \cdot g} = \frac{\frac{m}{s} \cdot \frac{kg}{m \cdot s}}{\frac{kg}{m^3} \cdot \frac{m}{s^2}} = \frac{kg \cdot m^2 \cdot s^2}{kg \cdot m^2 \cdot s^2} = m^2$$

Sadek Baker

SGF- Bestämning av Jordens hydrauliska konduktivitet

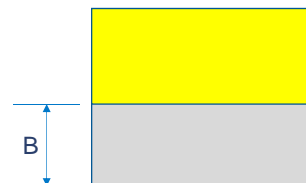
SKANSKA

K, m/sec 10⁻² 10⁻³ 5.10⁻⁴ 10⁻⁴ 5. 10⁻⁵ 10⁻⁵ 10⁻⁷ <5.10⁻⁹

Jordart	Grus och grov sand	Medium till grov sand	Fin till medium Sand	Fin Sand	Mycket fin Sand	siltig Sand	sandig Silt	Silt, siltig Lera	Lera
Dränering	Mycket	Medium	Liten				Mycket lite	ogenomtränglig	
Direkt	Provpumpning								
	Constant head								
	Falling head								
indirekt								CptU	
								CRS/ödometer försök	
Korrelation	Siktanalys och hydrometer								

Transmissivitet, T

$$T = K \cdot B, \quad m^2/s$$

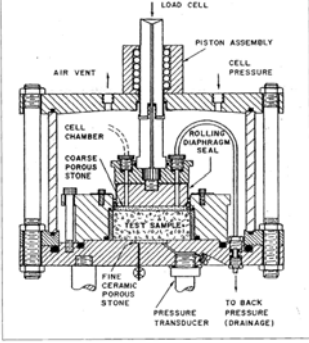
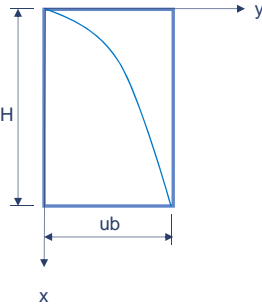


Sadek Baker

SGF- Bestämning av Jordens hydrauliska konduktivitet

SKANSKA

Constant Rate of Strain

$$k = \frac{H^2 \cdot \gamma_w}{2 \cdot ub} \cdot \dot{\epsilon}$$

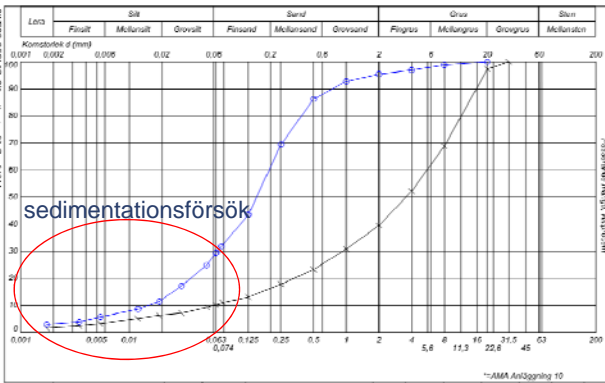
$$\dot{\epsilon} = \frac{\partial \epsilon}{\partial t}$$

$$\dot{\epsilon} = 0,72 \% / h$$

Sadek Baker
SGF - Bestämning av Jordens hydrauliska konduktivitet

SKANSKA

Siktanalys och sedimentationsförsök (hydrometer)



Lag	Silt			Sand			Gruv			Sum		
	Finst	Mellanfint	Grovfint	Finstsand	Mellansand	Grovsand	Fingrus	Mellangrus	Grovgrus		Mellansilt	
Konstant d (mm)	0.0075	0.002	0.006	0.02	0.06	0.2	0.6	2	6	20	60	200

Sektion	Prov- beteckning	Djup (m)	Qulär- svårhet (m)	Beskrivning	Siktut- prov (g)	Överläg- funkt (s)	Mf/100 % > mm	Tol- funkt (s)	d10	d50	d90
STE102	---	8.3-8.6		Orätt något slitigt sandigt grus			21*	0.061	5.542	15.756	
STE101	---	7.6-8.0		Orö slög sand			38.2*	0.015	0.194	0.746	

*AMM AnSågning 10

Sadek Baker
SGF - Bestämning av Jordens hydrauliska konduktivitet

SKANSKA

KORNFÖRDELNING

Kozeny- Carman formel (Fair-Hatch's)

$$K = \left(\frac{\gamma}{\mu}\right) \cdot \left(\frac{1}{C_{K-C}}\right) \cdot \left(\frac{1}{S_o^2}\right) \cdot \left[\frac{e^3}{(1+e)}\right]$$

$$K = \frac{k \cdot \rho \cdot g}{\mu}$$

$$K = \frac{\rho}{\eta} \left[\frac{n^3}{(1-n)^2} \right] \frac{1}{m \left(\frac{\theta}{100} \sum \frac{P}{d_n} \right)^2} \quad (03:53g)$$

γ : vätskan tunghet
 μ : vätskans viskositet
 C_{K-C} : Kozeny-Carman koefficient, $4,8 \pm 0,3$ normalt = 5
 e : porositet
 S_o : Specifik gravitation av jordens partiklar, Surface area/volym

För ens graderade jordpartiklar, $S_o = \frac{4 \cdot \pi \cdot r^2}{\frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3} = \frac{3}{r} = \frac{6}{D}$

där ρ = vätskans densitet
 η = vätskans dynamiska viskositet
 n = porositet
 m = packningsfaktor ≈ 5
 θ = formfaktor: rundade korn ≈ 6 , kantiga korn $\approx 7,7$
 P = viktprocent material mellan närliggande siktar
 d_n = geometriska medelvärde av närliggande siktar

Sadek Baker SGF- Bestämning av Jordens hydrauliska konduktivitet

SKANSKA

$\frac{\gamma}{\mu} = 9,92 \times 10^4 \text{ 1/(m.s) för } t = 20^\circ$,

$$K = (9,92 \cdot 10^4) \cdot \left(\frac{1}{5}\right) \cdot \left(\frac{1}{D^2}\right) \cdot \left[\frac{e^3}{(1+e)}\right]$$

$$K = 552 \cdot D^2 \cdot \left[\frac{e^3}{(1+e)}\right] \quad K = D_{10}^2 \cdot CH$$

Olikformiga jordpartiklar

$$S_o = \frac{SF}{D_{eff}}$$

Form	SF
Sfärisk	6
Kantig	7,7

SF: formfaktor
 D_{eff} : effektiv diameter

Sadek Baker SGF- Bestämning av Jordens hydrauliska konduktivitet

SKANSKA

$$D_{eff} = \frac{100\%}{\left[\sum \left(\frac{f_i}{D_{ave,i}} \right) \right]}$$

$$D_{ave,i} = D_{li}^{0,5} \cdot D_{si}^{0,5}$$

f_i = andel av partiklar

$$k = 1,99 \times 10^4 \left(100\% / \left\{ \sum [f_i / (D_{li}^{0,5} \times D_{si}^{0,5})] \right\} \right)^2 (1/SF^2) \times [e^3 / (1+e)] \tag{9}$$

$$K = 1,99 \cdot 10^4 \cdot \left(\frac{100\%}{\left(\sum \left(\frac{f_i}{D_{li}^{0,5} \cdot D_{si}^{0,5}} \right) \right)} \right)^2 \cdot \left(\frac{1}{SF^2} \right) \cdot \frac{e^3}{1+e}$$

$$K = \frac{\rho}{\eta} \left[\frac{n^3}{(1-n)^2} \right] \frac{1}{m \left(\frac{\theta}{100} \sum \frac{P}{d_m} \right)^2} \tag{03:53g}$$

där ρ = vätskans densitet
 η = vätskans dynamiska viskositet
 n = porositet
 m = packningsfaktor ≈ 5
 θ = formfaktor: rundade korn ≈ 6 , kantiga korn $\approx 7,7$
 P = viktprocent material mellan närliggande siktar
 d_m = geometriska medelvärde av närliggande siktar

Sadek Baker SGF- Bestämning av Jordens hydrauliska

SKANSKA

Sieve	0.075	0.15	0.3	0.6	1.2	2.5	5	10	20
Percentage	0	0	0	0	0	0	0	0	0

$$K = 1,99 \cdot 10^4 \cdot \left(\frac{100\%}{\left(\sum \left(\frac{f_i}{D_{li}^{0,5} \cdot D_{si}^{0,5}} \right) \right)} \right)^2 \cdot \left(\frac{1}{SF^2} \right) \cdot \frac{e^3}{1+e}$$

$$K_2 = (0,015)^2 \cdot 100 = 0,0225 \frac{mm^2}{s} = 2,25 \cdot 10^{-6} m/s$$

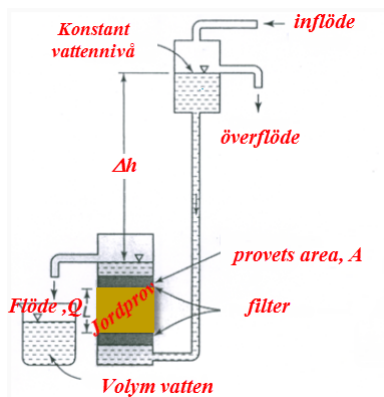
Sieve	0.075	0.15	0.3	0.6	1.2	2.5	5	10	20
Percentage	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Sadek Baker SGF- Bestämning av Jordens hydrauliska konduktivitet

SKANSKA

DIREKTMÄTTNINGAR, FÄLT OCH LAB

"Constant head", Lab



$$Q = \frac{V}{t} = v \cdot A = k \cdot i \cdot A$$

$$i = \frac{\Delta h}{L}$$

$$\frac{V}{t} = k \cdot \frac{\Delta h}{L} \cdot A$$

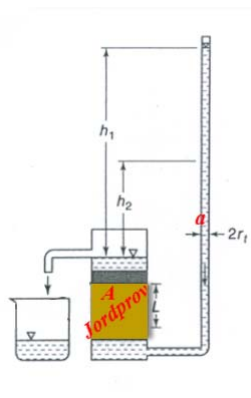
$$K = \frac{V \cdot L}{t \cdot \Delta h \cdot A}$$

Sadek Baker

SGF - Bestämning av Jordens hydrauliska konduktivitet

SKANSKA

"Falling head", Lab



$$dQ = K \cdot \frac{h(t)}{L} \cdot A$$

$$dQ = -\frac{dv}{dt} = -\frac{a \cdot dh}{dt} = K \cdot \frac{h(t)}{L} \cdot A$$

$$\int_{h_1}^{h_2} \frac{dh}{h} = -K \cdot \frac{A}{L \cdot a} \cdot \int_{t_1}^{t_2} dt$$

$$K = \frac{a \cdot L}{A \cdot (t_1 - t_2)} \cdot \ln\left(\frac{h_2}{h_1}\right)$$

Sadek Baker

SGF - Bestämning av Jordens hydrauliska konduktivitet

SKANSKA

"Falling head", Fält

$$K = \frac{A}{F \cdot T}$$

A: Area av borrhål eller grundvattenrör, m²
 T: Tid, s
 F: Form faktor, m

$$F = \frac{2 \cdot \pi \cdot L}{\ln \left\{ \frac{L}{D} + \sqrt{1 + \left(\frac{L}{D} \right)^2} \right\}}$$

Sadek Baker SGF- Bestämning av Jordens hydrauliska konduktivitet

SKANSKA

Filter l:
 d:
 d-rör:

GW-rör benämning:
Nivå ÖK-rör:
GV-nivå innan försök:

Tid [min]	H [cm]
0,5	
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	

Sadek Baker SGF- Bestämning av Jordens hydrauliska konduktivitet

SKANSKA

"Falling head", Fält, K/C pelare och berg

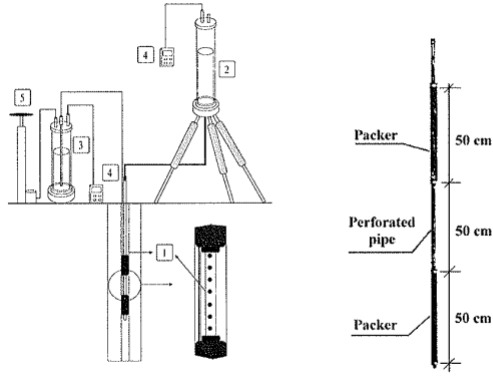


Figure 5.28 In situ hydraulic conductivity test instrument.

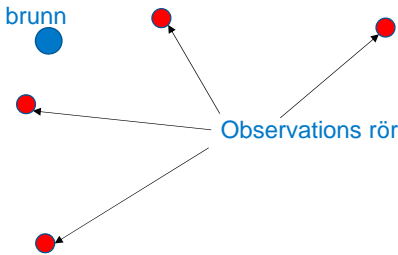
Sadek Baker SGF - Bestämning av Jordens hydrauliska konduktivitet

SKANSKA

Provpumpning

Innan pumpning

- Bestämning av antal, placering och djup av observationsrör



Sadek Baker SGF - Bestämning av Jordens hydrauliska konduktivitet

SKANSKA

- Influens radie, R_o

$$R_o = 3000 \cdot h_s \cdot \sqrt{k}$$

$$\frac{r_3}{r_2} = \frac{r_2}{r_1}$$

Sadek Baker SGF - Bestämning av Jordens hydrauliska konduktivitet

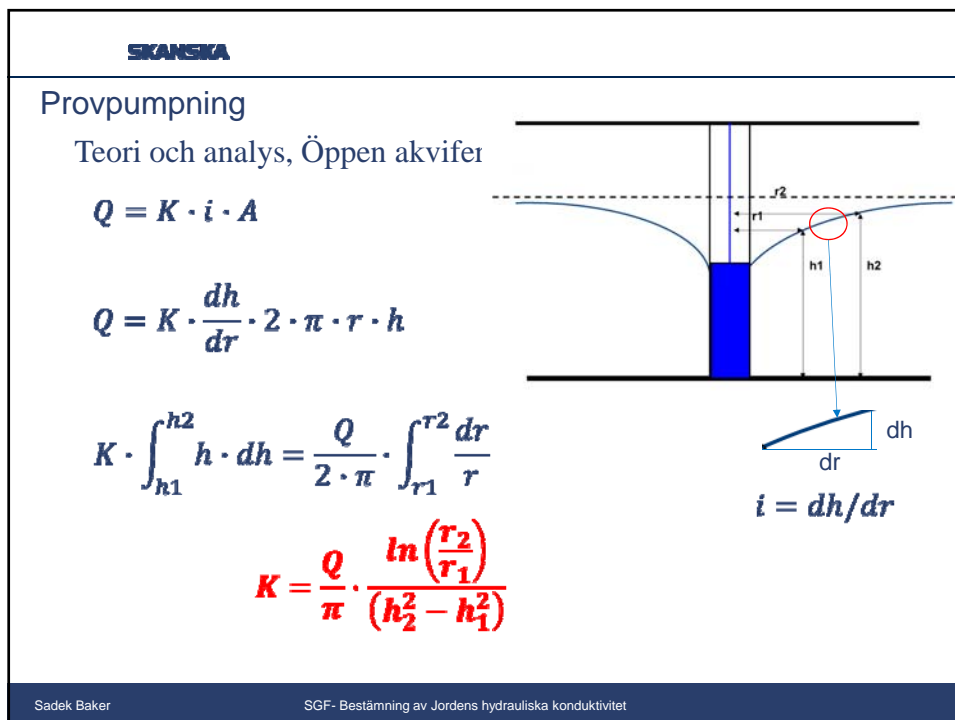
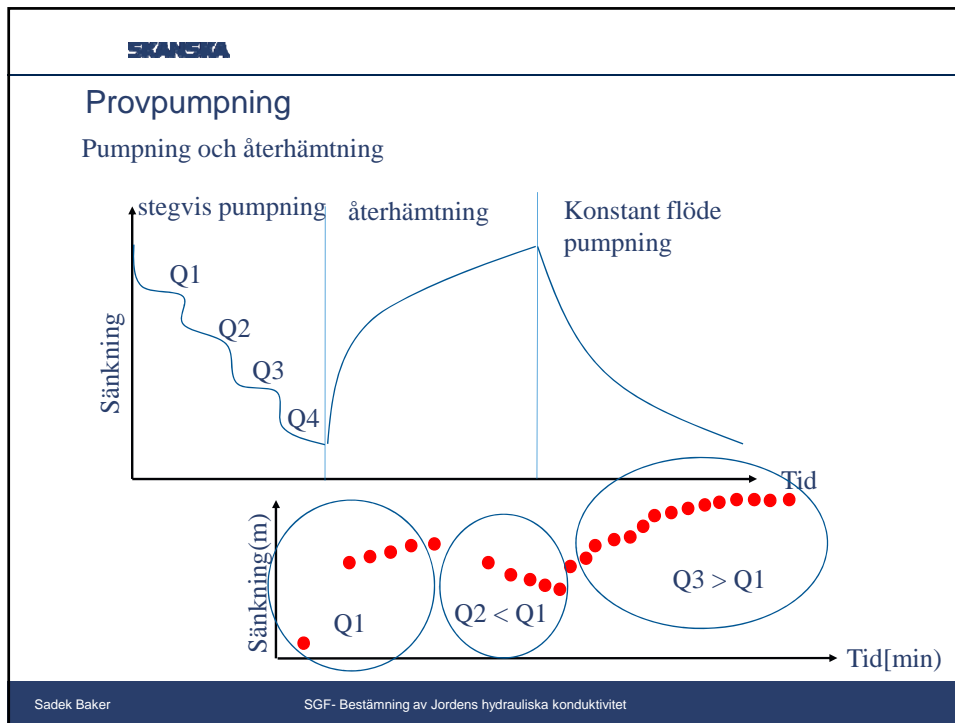
SKANSKA

Provpumpning

Innan pumpning

- Mätning av vattennivå i brunn och samtliga observationsrör 24 timmar innan pumpstart.
- Flödesmätare
- Vattennivå indikator

Sadek Baker SGF - Bestämning av Jordens hydrauliska konduktivitet



SKANSKA

Provpumpning

Teori och analys, Sluten akvifer

$$Q = K \cdot \frac{dh}{dr} \cdot 2 \cdot \pi \cdot r \cdot B$$

$$K \cdot B \int_{h_1}^{h_2} dh = \frac{Q}{2 \cdot \pi} \int_{r_1}^{r_2} \frac{dr}{r}$$

$$K = \frac{Q}{2 \cdot \pi \cdot B} \cdot \frac{\ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right)}{(h_2 - h_1)} \quad T = \frac{Q}{2 \cdot \pi} \cdot \frac{\ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right)}{(h_2 - h_1)}$$

