



CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Institutionen för vattenförsörjnings- och avloppsteknik

Publikationsserie B 73:2

GRUNDTVATTENAVSÄNKNING

Del 1. Evaluering av akvifers
geohydrologiska data med
hjälp av provpumpningsdata.

L Carlsson

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

	Sid.
Förord	2
Referat	3
Abstract	3
Inledning	4
Grundläggande betraktelser	5
Allmänt	5
Kontinuitetsekvationen	5
Darcys lag	7
Teoretisk betraktelse av grundvattensänkning vid icke stationära förhållanden	10
Allmänt	10
Akvifär med fri grundvattenyta	11
Grundvattensänkning genom punkt-störning (brunn)	11
Grundvattensänkning genom linje-störning (galleri)	13
Artesisk akvifär	16
Grundvattensänkning genom punkt-störning (brunn)	16
Beräkning av geohydrologiska parametrar inom del av Angeredsområdet	21
Orientering	21
Områdets belägenhet och geologiska uppbyggnad	22
Pumpningens genomförande	22
Beräkningens genomförande	23
Bedömning av grundvattensänkningens tidsförlopp utgående från erhållna värden på geohydrologiska parametrar	25
Sammanfattning	28
Refererad litteratur	29
Bilagor	

FÖRORD

Genom forskningsanslag från Statens råd för byggnadsforskning (BFR) har vid avdelningen för väg- och vattenbyggnad vid Chalmers Tekniska Högskola en geohydrologisk forskningsgrupp organiserats där institutionerna för geologi, geoteknik med grundläggning, vattenbyggnad samt vattenförsörjnings- och avloppsteknik ingår.

Föreliggande arbete utgör ett försök att analysera och beräkna geohydrologiska parametrar för en akvifär inom ett för Göteborgs-regionen vanligt förekommande område där lera av relativt stor mäktighet överlagrar ett mindre friktionslager närmast underlagrande berg. Grundmaterial för beräkningarna har välvilligt ställts till förfogande av ingenjörfirman Bo Alte AB i Göteborg som på uppdrag av AB Göteborgshem genomfört provpumpning inom Angered-Bergumsområdet.

Göteborg i mars 1973

Leif Carlsson

REFERAT

Olika i litteraturen presenterade modeller för sambandet mellan akvifärer och akvitarder utgående från grundvattenrörelser vid störande ingrepp i akvifären har analyserats. Härvid har de störande ingreppen antagits medföra radiell eller endimensionell parallell grundvattenströmning. Utgående från provpumpningsdata erhållna av ingenjörsfirman Bo Alte AB i Göteborg har transmissivitet T och magasinskoefficient S beräknats för ett område i Angered. Geologiskt uppbyggs området av 25 m lera överlagrande cirka 0,5 m friktionsmaterial närmast berg. Erhållna värden på T och S har varit cirka $10^{-5} \text{ m}^2/\text{sek}$ resp. 10^{-5} . Vidare har en analys av T - och S -värdenas inverkan på tidsförloppet vid grundvattenavsänkning utförts.

ABSTRACT

Groundwater movements caused by withdrawal in aquifers give different models for studying the connection between aquifers and aquitards. The discharges are associated with radial or one-dimensional parallel groundwater movements. Transmissibility and storage coefficient have been calculated for an area in Angered, Gothenburg, from pumping test data made available by the consulting firm Bo Alte Ltd, in Gothenburg. This area is geologically built up by 25 meters of quaternary clay above 0,5 meters of sand and silt overlaying the bedrock. Values of $10^{-5} \text{ m}^2/\text{sek}$. for transmissibility and 10^{-5} for storage coefficient have been calculated. An analysis of the influence of the T - and S -values on the correlation between time and lowering of the ground water table has been carried out.

INLEDNING

Avsänkning av grundvatten ger, beroende av områdets geologiska uppbyggnad olika resultat. Inom områden där markmaterialet genomgående utgöres av friktionsmaterial kan avsänkningen leda till sinade vattentäkter och källor, minskad vattenföring i ytvattendrag samt ev. ökad markinfiltration (Andersen 1971). I områden med kohesionsjordar uppkommer dessutom sättningsproblem.

Vid avsänkning av grundvattenytan genom djupa störningar, d. v. s. genom exempelvis bortpumpning genom brunnar kan sambandet mellan tid, avstånd och avsänkning ge upplysningar om den grundvattenförande formationens (akvifärens) geohydrologiska parametrar. (Beträffande geohydrologisk nomenklatur hänvisas till Pfannkuch 1969.) Dessa parametrar, (transmissivitet, magasinskoefficient och läckagefaktor) är bestämmande för hastigheten varmed en grundvattenavsänkning drabbar ett område liksom storleken av den areella utbredningen av denna avsänkning. Områden med ett tunt friktionslager närmast berg och överlagrat av relativt mäktiga lerlager är mycket vanliga i Göteborgstrakten. På grund av dessa områdets geologiska uppbyggnad orsakar ett mycket ringa vattenborttag en förhållandevis stor trycksänkning hos grundvattnet i friktionslagret. Metoder för analys av akvifärer utgående från provpumpning har oftast tillämpats på områden där grundvatten uttagits för vattenförsörjningsändamål och där de hydrogeologiska förutsättningarna härför varit gynnsamma. Göteborgsregionens lera-bergsområden har ej varit aktuellt för sådan analys. Ingenjörfirman Bo Alte AB har i Angered utfört provpumpningarna för bestämning av lerans egenskaper. Genom analys av data från dessa provpumpningar har även de geohydrologiska parametrarna för akvifären kunnat beräknas.

GRUNDLÄGGANDE BETRÄKTELSE

Allmänt

Analys och betraktelse av grundvattenavsänkning med hänsyn bland annat till tidsförlopp eller areell utbredning bygger i första hand på två grundläggande ekvationer, vilkas kombination med olika randvillkor ger möjlighet till matematisk behandling och beskrivning av avsänkingsförlopp. De grundläggande ekvationerna härvid är kontinuitetsekvationen samt Darcys lag.

Kontinuitetsekvationen

Kontinuitetsekvationen uttrycker matematiskt sambandet mellan tillförda och bortförda vattenmassor samt förändringen av vattenmassa inom en betraktad del av en grundvattenförande formation under ett bestämt tidsintervall. Generellt kan ekvationen efter vissa förenklingar tecknas (se t. ex. Davis och De Wiest 1966)

$$-\left(\frac{\partial v_x}{\partial x} + \frac{\partial v_y}{\partial y} + \frac{\partial v_z}{\partial z}\right) = S_s \cdot \frac{\partial h}{\partial t} \quad (1)$$

där v_x , v_y , v_z = hastighetskomponenterna i x, y resp z-riktningen (skenbara medelströmshastigheten)

h = piezometriska tryckhöjden i betraktad punkt

t = tid

S_s = specifika magasinskoefficienten med dimensionen L^{-1} .

Denna definieras som volym vatten som frigöres per enhetsvolym i en akvifär, orsakad av dränering samt vattenexpansion och kompression av akvifären, vid en enhetsavsänkning av piezometriska tryckhöjden (Hantush 1964, Walton 1970).

Multiplikeras den specifika magasinskoefficienten med den grundvattenförande sektionens mäktighet b erhålles magasinskoefficienten S enligt

$$S_s \cdot b = S \quad (2)$$

Denna koefficient, S , utgör ett mått på den mängd vatten som kan frigöras ur en grundvattenförande formation vid avsänkning av grundvattnets tryckyta. Storleken av magasinskoefficienten beror av typ av

akvifär. I en artesisk akvifär har Jacob (1950) angivit följande uttryck på magasinskoefficienten

$$S = \rho b (n\beta + \alpha) \quad (3)$$

där α = den grundvattenförande formationens kompressibilitet

β = grundvattnets kompressibilitet

ρ = grundvattnets densitet

n = den grundvattenförande formationens porositet.

Vid härledning av ekv. (3) har antagits att i akvifären ingående jordpartiklar är inkompressibla. När akvifären innehåller lerlager och när vattenavgivningen från leran är omedelbar kan enligt Jacob (1940) magasinskoefficienten tecknas

$$S = \rho b \left(n\beta + \alpha + \frac{n \cdot C_b}{E_c} \right)$$

där E_c = lerans kompressionsmodul

C_b = dimensionslös kvantitet som till största delen beror av mäktighet, konfiguration och fördelning av lerlagren (Walton 1970).

En härledning av magasinskoefficienten utgående från den exakta utformningen av Darcys lag för kompressibelt vätskeflöde har utförts av De Wiest (1966).

Vid en artesisk akvifär med 0,5 m:s mäktighet och en total porositet av 0,35 blir magasinskoefficienten enligt ekv. (3) $6,6 \cdot 10^{-5}$. Härvid har vattnets kompressibilitet antagits vara $5 \cdot 10^{-10} \text{ m}^2/\text{N}$ och akvifärens kompressibilitet $1,3 \cdot 10^{-8} \text{ m}^2/\text{N}$. Todd (1959) anger storleken av S till $5 \cdot 10^{-5}$ - $5 \cdot 10^{-3}$ för artesiska akvifärer, vilka utnyttjas för vattenförsörjningsändamål.

I en icke artesisk (fri) akvifär, d. v. s. när en fri grundvattenyta utgör akvifärens övre begränsning kan enligt Hantush (1964) följande uttryck på magasinskoefficienten tecknas

$$S = n_{\text{eff}} + \rho b (n\beta + \alpha) \quad (4)$$

där n_{eff} = den grundvattenförande formationens effektiva porositet, d. v. s. den mängd vatten som per enhetsvolym genom fri

Storleken av den effektiva porositeten överstiger i allmänhet andra termen i högerledet i ekv. (4). Denna senare term kan vanligtvis negligeras och sålunda utgör vid icke artesisk akvifär den effektiva porositeten (även benämnd vattenavgivningstal, TNC 45) ett direkt mått på magasinskoefficienten. Storleken av S varierar härvid vanligtvis mellan cirka $3 \cdot 10^{-1} - 10^{-2}$.

Skillnaden mellan magasinskoefficienten i exempelvis en sand som utgör en fri resp. artesisk akvifär kan, med hänsyn till nämnda förhållanden, vara betydande. För att exempelvis orsaka en grundvattentryckavsänkning av 1 m vid en fri akvifär med en effektiv porositet av 0,15 erfordras att 150 l/m^2 grundvatten borttages. Vid en artesisk akvifär med magasinskoefficienten $1,5 \cdot 10^{-5}$ (ett inte alltför ovanligt värde i lera-berg-terräng) erhålles motsvarande värde till $0,015 \text{ l/m}^2$ (15 ml/m^2).

Darcys lag

Darcys lag uttrycker matematiskt sambandet mellan ett grundvattenförande materials förmåga att släppa igenom vatten samt grundvattnets skenbara medelströmshastighet (bruttohastighet) och piezometriska tryckytans gradient enligt

$$v = k \frac{\partial h}{\partial x} \quad (5)$$

där k = vattengenomsläppligheten eller permeabiliteten.

Permeabiliteten beror av porstorleksfördelningen hos det porösa medium vilket genomströmmas av vattnet. Vidare beror permeabiliteten av genomströmmande flödes densitet och viskositet. Sistnämnda faktorer orsakar en maximal variation av permeabiliteten med cirka 2 - 3 gånger medan porstorleksvariationer medför permeabilitetsvariationer mellan cirka $10^{-1} - 10^{-12} \text{ m/sek}$ för vanligast förekommande geologiska bildningar.

Darcys lag gäller under laminära strömningsförhållanden hos grundvattnet. Experimentella undersökningar visar att lagen är giltig för följande värde på Reynolds tal (Todd 1959):

$$Re = \frac{\rho \cdot v \cdot d_{50}}{\mu} < 1 - 10 \quad (6)$$

Detta villkor uppfylles vid normal grundvattenströmning. Dock kan i anslutning till kraftiga grundvattenuttag och avsänkningar villkoret ställvis ej vara uppfyllt.

Sambandet mellan permeabilitet och porstorleksfördelning har behandlats av ett flertal författare (se Todd 1959, Davis och De Wiest 1966). Andersson (1969) har utgående från pF-kurvor, d. v. s. sambandet mellan vattenavsugande tryck samt en därmed ekvivalent pordiameter enligt

$$h_t = \frac{0,3}{d} \quad (7)$$

där h_t = vattenavsugande tryck i cm vattenpelare
 d = pordiameter i cm

tecknat följande samband mellan porstorleksfördelning och permeabilitet.

$$k = \frac{n g g}{32 \cdot \mu} \int_{d_m}^{d_M} x^2 \varphi(x) dx \quad (8)$$

där x = porstorlek
 $\varphi(x)$ = porfrekvensfunktion
 d_m = minsta i analysen betraktad porstorlek
 d_M = största i analysen betraktad porstorlek

Porstorlekskaraktistika för olika grundvattenförande material saknas i allmänhet. Då porstorleksfördelningen är beroende av kornstorleksfördelning, kornform och packningsgrad kan följande värden beträffande permeabilitet hos olika kornstorleksfraktioner och osorterade jordarter överslagsmässigt anges enligt tabell 1.

Tabell 1. Överslagsvärden på permeabilitet för olika jordarter och kornfraktioner. Efter BFR B7:1972.

<u>Kornfraktion</u>			<u>Permeabilitet</u> m/sek
Fingrus	6 - 2	mm	$10^{-1} - 10^{-3}$
Grovsand	2 - 0,6	"	$10^{-2} - 10^{-4}$
Mellansand	0,6 - 0,2	"	$10^{-3} - 10^{-5}$
Grovmo (finsand)	0,2 - 0,06	"	$10^{-4} - 10^{-6}$
Finmo (grovsilt)	0,06 - 0,02	"	$10^{-5} - 10^{-7}$
Mjåla (mellan-finsilt)	0,02 - 0,002	"	$10^{-7} - 10^{-9}$
Ler	< 0,002	"	< 10^{-9}

<u>Moräner</u>		
Grusig morän		$10^{-5} - 10^{-7}$
Sandig morän		$10^{-6} - 10^{-8}$
Siltig morän		$10^{-7} - 10^{-9}$
Lerig morän		$10^{-8} - 10^{-10}$
Moränlera		$10^{-9} - 10^{-11}$

Sambandet mellan porositet och permeabilitet framgår även överslagsmässigt av fig. 1.

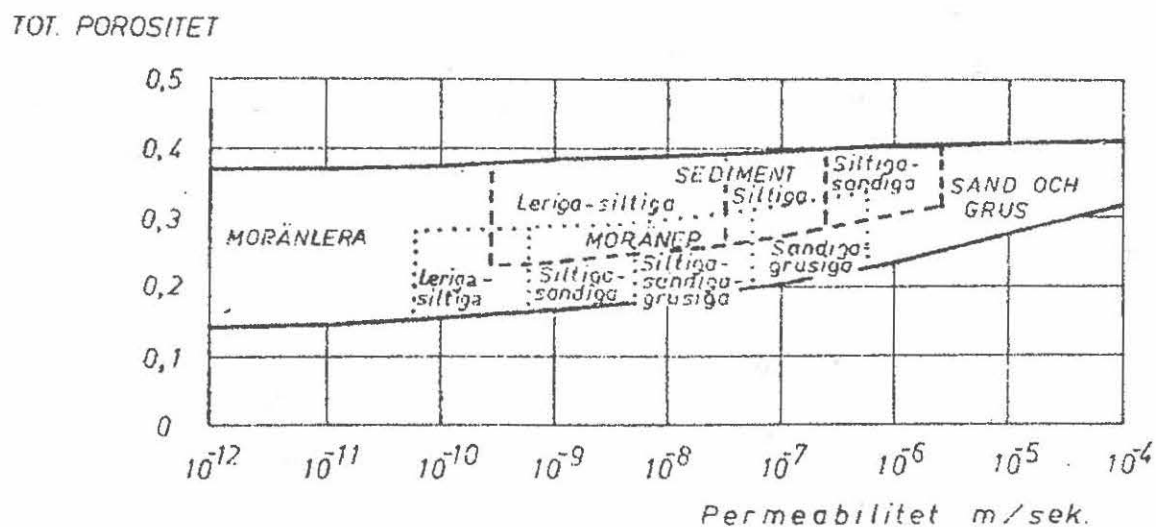


Fig. 1. Samband mellan total porositet och permeabilitet (efter BFR B7:1972).

TEORETISK BETRÄKTELSE AV GRUNDVATTENAVSÄNKNING VID ICKE STATIONÄRA FÖRHÅLLANDEN

Allmänt

De tidigare nämnda grundläggande ekvationerna kan genom lämplig kombination medelst randvillkor ge möjlighet till matematisk betraktelse av ett grundvattenavsänkingsförlopp. Följande betraktelser och randvillkor vid olika typer av störning som orsakar grundvattenavsänkning har i huvudsak hämtats från Huisman (1972) och Walton (1970). Beroende av typ av akvifär liksom störningens geometriska utseende har betraktelserna utförts med utgångspunkt från dels

1. Akvifär med fri grundvattenyta
2. Akvifär med artesiskt grundvatten

dels

- A. Grundvattenavsänkning genom punkt-störning (brunn)
- B. Grundvattenavsänkning genom liniär-störning (galleri)

Av tidigare nämnda grundläggande ekv. har kontinuitetsekv. olika utseende för olika fall. Beroende av störningens geometriska utseende behandlas grundvattenströmningen i akvifären som endimensionell radiell vid brunn och endimensionell parallell vid galleri. Härvid kan således Darcys lag med Dupuits antagande tecknas

$$A. \text{ Vid radiell störning: } Q = -2\pi krH \frac{\partial s}{\partial r} \quad (9)$$

$$Q = -2\pi krb \frac{\partial s}{\partial r} \quad (10)$$

B. Vid parallell störning:

$$q = -kH \frac{\partial s}{\partial x} \quad (11)$$

$$q = -kb \frac{\partial s}{\partial x} \quad (12)$$

där Q = flöde i $m^3/\text{sek.}$

q = flöde per m galleri ($m^3/\text{sek. m}$)

H = den vattenförande sektionens mäktighet vid fri akvifär

b = " " " " " artesiskt akvifär

s = avsänkningen

Ekv. (9) och (11) gäller för fri akvifär medan ekv. (10) och (12) är tillämpliga vid artesisk akvifär.

1. Akvifär med fri grundvattenyta

Grundvattenavsänkning inom en akvifär med fri grundvattenyta fordrar jämfört med en artesisk akvifär att betydligt större vattenmängder bortföres. Vid tillämpning av ekvationer som beskriver avsänkningens förlopp antages i första hand att avsänkningens storlek är liten jämfört med den grundvattenförande sektionens mäktighet, d. v. s. den störande inverkan på det matematiska sambandet mellan avsänkning, tid och avstånd som avsänkningens medför negligeras. Korrektioner för denna störning kan dock införas enligt Glover och Bittinger (1961) och Kriz m. fl. (1966) (Se Carlsson 1972) vid analys grundvattenavsänkning vid brunnsuttag.

1.1. Grundvattenavsänkning genom punkt-störning (brunn)

1.1.1. Utan infiltration eller läckage, fig. 2.

$$\text{Kontinuitetsekv. } \frac{\partial Q}{\partial r} = -2\pi r S \cdot \frac{\partial s}{\partial t} \quad (13)$$

ger i kombination med ekv (9)

$$\frac{\partial^2 s}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial s}{\partial r} - \frac{S}{kH} \frac{\partial s}{\partial t} = 0 \quad (14)$$

med randvillkoren $r \rightarrow r_0 \quad Q = Q_0$

$r \rightarrow \infty \quad Q = 0$

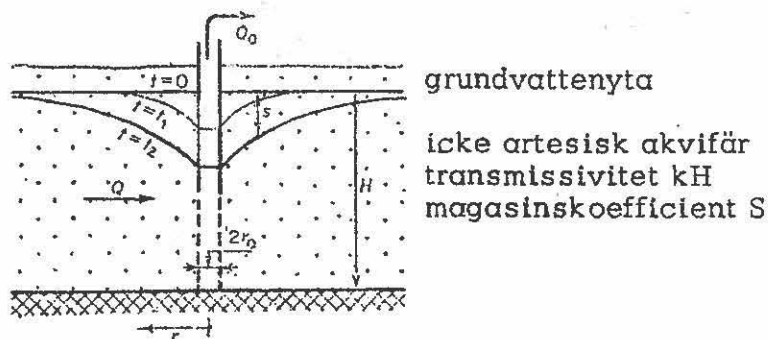


Fig. 2. Icke stationär strömning till brunn i akvifär med fri grundvattenyta. Efter Huisman 1972.

fås

$$s = \frac{Q_0}{4\pi kH} W(u) \quad (15)$$

$$Q = Q_0 \cdot e^{-u} \quad (16)$$

$$u = \frac{S}{4H \cdot k} \cdot \frac{r^2}{t} \quad (17)$$

Funktionen $W(u)$ är tabelleread i bilaga 1.

Med hänsyn till inverkan av fördröjd dränering, d. v. s. effekten av att akvifären ej omedelbart dräneras vid snabb grundvattenavsänkning kan ekv. (15) tecknas (Boulton 1963, Prickett 1965)

$$s = \frac{Q}{4\pi kH} W(u_{ay}, \frac{r}{D}) \quad (18)$$

där $u_a = \frac{S \cdot r^2}{4kH \cdot t}$

$$u_y = \frac{n_{\text{eff}} \cdot r^2}{4kH \cdot t}$$

$(\frac{r}{D}) =$ parameter.

Funktionen $W(u_{ay}, \frac{r}{D})$ är tabellerad i bilaga 2.

- 1.1.2. Med läckage från underliggande artesisk akvifär genom semipermeabelt lager, fig. 3.

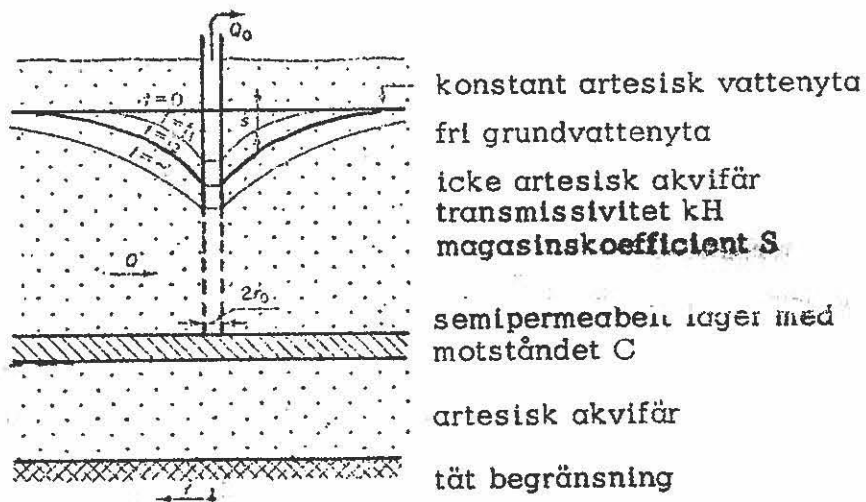


Fig. 3. Icke stationär strömning till brunn i akvifär med fri

$$\text{Kontinuitetsekv. } \frac{\partial Q}{\partial r} = -2\pi r \left(S \frac{\partial s}{\partial t} + \frac{s}{C} \right) \quad (19)$$

ger i kombination med ekv. (9)

$$\frac{\partial^2 s}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial s}{\partial r} - \frac{s}{kHC} - \frac{S}{kH} \frac{\partial s}{\partial t} = 0 \quad (20)$$

där C = det semipermeabla lagrets motstånd, d. v. s. förhållandet mellan dess mäktighet m' och dess permeabilitet k' enligt

$$C = \frac{m'}{k'}$$

$$\begin{aligned} \text{Randvillkor } r \rightarrow r_0 \quad Q &= Q_0 \\ r \rightarrow \infty \quad Q &= 0 \end{aligned}$$

ger följande lösning av ekv. (20)

$$s = \frac{Q_0}{4\pi kH} W(u, \frac{r}{\lambda}) \quad (21)$$

$$\text{där } \lambda = \sqrt{k \cdot H \cdot C} \quad (22)$$

Funktionen $W(u, \frac{r}{\lambda})$ är tabellerad i bilaga 3.

1.2. Grundvattenavsänkning genom linje-störning (galleri)

1.2.1. Utan infiltration eller läckage, fig. 4.

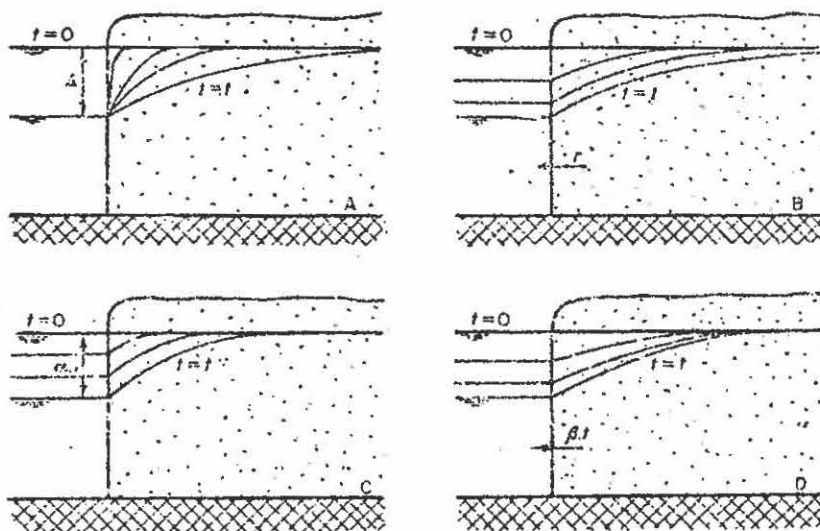


Fig. 4. Icke stationär endimensionell strömning i halvoändlig akvifär

$$\text{Kontinuitetsekv. } \frac{\partial q}{\partial x} = - S \frac{\partial s}{\partial t} \quad (23)$$

ger i kombination med ekv. (11)

$$\frac{\partial^2 s}{\partial x^2} = \frac{S}{kH} \cdot \frac{\partial s}{\partial t}$$

Beroende av randvillkoren har Huisman (1972) presenterat 4 olika lösningar. Randvillkoren har härvid varit följande:

- Plötslig avsänkning av vattenytan i galleriet med storleken Δ .
- Konstant grundvattenuttag i galleriet av storleken r .
- Liniärt ökande avsänkning av vattenytan i galleriet med storleken αt .
- Liniärt ökande grundvattenuttag i galleriet med storleken βt .

De härvid erhållna ekvationerna har följande utseende:

$$\text{a. } x = 0 \quad S_0 = \Delta \quad (24) \quad q_0 = \frac{S_0}{\sqrt{\pi}} \sqrt{SkH} \frac{1}{\sqrt{t}} \quad (25)$$

$$x = x \quad S_x = S_0 E_1 \quad (26) \quad q_x = q_0 E_2 \quad (27)$$

$$\text{b. } x = 0 \quad S_0 = \frac{2q_0}{\sqrt{\pi}} \frac{\sqrt{t}}{\sqrt{SkH}} \quad (28) \quad q_0 = r \quad (29)$$

$$x = x \quad S_x = S_0 \cdot E_3 \quad (30) \quad q_x = q_0 E_1 \quad (31)$$

$$\text{c. } x = 0 \quad S_0 = \alpha t \quad (32) \quad q_0 = \frac{2\alpha}{\sqrt{\pi}} \sqrt{SkH} \cdot \sqrt{t} \quad (33)$$

$$x = x \quad S_0 = S_0 E_4 \quad (34) \quad q_x = q_0 \cdot E_3 \quad (35)$$

$$\text{d. } x = 0 \quad S_0 = \frac{4\beta}{3\sqrt{\pi}} \frac{t \cdot \sqrt{t}}{\sqrt{SkH}} \quad (36) \quad q_u = \beta t \quad (37)$$

$$x = x \quad S_x = S_0 E_5 \quad (38) \quad q_x = q_0 E_4 \quad (39)$$

Funktionen E_1 , E_2 , E_3 , E_4 och E_5 är tabellerade i bilaga 4 där parameter u har följande uttryck

$$u_g = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{S}{kH}} \cdot \frac{x}{\sqrt{t}} \quad (40)$$

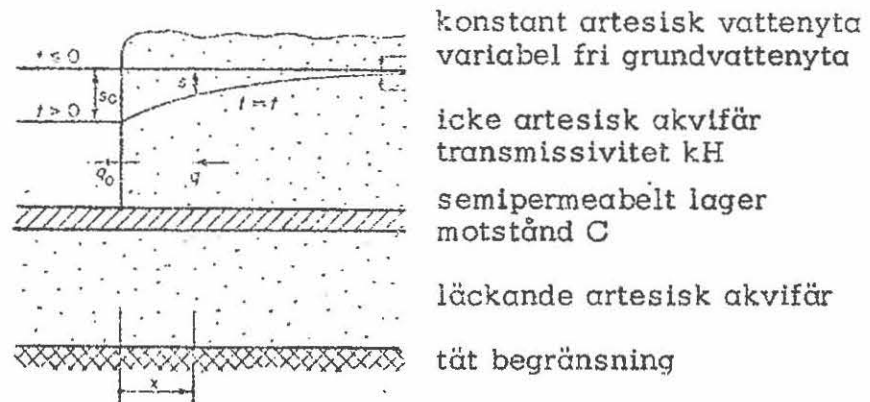


Fig. 5. Icke stationär endimensionell strömning i halvoändlig akvifär med fri grundvattenyta överlagrande ett semipermeabelt lager. Efter Huisman 1972.

$$\text{Kontinuitetsekv. } \frac{\partial q}{\partial x} = -S \frac{\partial s}{\partial t} - \frac{s}{C} \quad (41)$$

ger i kombination med ekv. (11)

$$\frac{\partial^2 s}{\partial x^2} = \frac{S}{kH} \frac{\partial s}{\partial t} + \frac{s}{kHC} \quad (42)$$

Lösningen av ekv. (23) med olika randvillkor har behandlats av Uneken 1970 (Huisman 1972). Med en plötslig vattensänkning i galleriet med storleken S_0 erhålles (Huisman 1972):

$$s = S_0 \left\{ \frac{1}{2} e^{-\frac{x}{\lambda}} E_3'(u_1) + \frac{1}{2} e^{+\frac{x}{\lambda}} E_1(u_2) \right\} \quad (43)$$

$$q = \frac{S_0}{\sqrt{\pi}} \cdot \frac{\sqrt{SkH}}{\sqrt{t}} \left[\frac{1}{2} e^{-\frac{x}{\lambda}} \left\{ E_2'(u_1) + \sqrt{\pi} \cdot \sqrt{\frac{t}{SC}} E_1'(u_1) \right\} + \frac{1}{2} e^{\frac{x}{\lambda}} \left\{ E_2(u_2) - \sqrt{\pi} \sqrt{\frac{t}{SC}} E_1(u_2) \right\} \right] \quad (44)$$

där $\lambda = \sqrt{kHC}$, $u = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{S}{kH}} \frac{x}{\sqrt{t}}$

$$u_1 = u - \sqrt{\frac{t}{SC}} \quad u_2 = u + \sqrt{\frac{t}{SC}}$$

samt

$$u_1 > 0, E_1^I(u_1) = E_1(u_1) \quad E_2^I(u_1) = E_2(u_1)$$

$$u_1 < 0, E_1^I(u_1) = 2 - E_1(-u_1) \quad E_2^I(u_1) = E_2(-u_1)$$

2. Artesisk akvifär

Grundvattensänkning vid artesisak akvifär innebär en förändring av piezometriska tryckhöjden. Med hänsyn till tidigare nämnda storleksrelationer mellan magasinskoefficienten i fri resp. artesisak akvifär medför ett förhållandevis ringa grundvattenbortflöde en stor trycksänkning.

2.1. Grundvattenavsänkning genom punkt-störning (brunn)

2.1.1. Utan läckage, fig. 6.

$$\text{Kontinuitetsekv. } \frac{\partial Q}{\partial r} = -2\pi r S \frac{\partial s}{\partial t} \quad (45)$$

ger i kombination med ekv. (10)

$$\frac{\partial^2 s}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial s}{\partial r} - \frac{S}{kb} \frac{\partial s}{\partial t} = 0 \quad (46)$$

där b = mäktigheten av den grundvattenförande formationen.

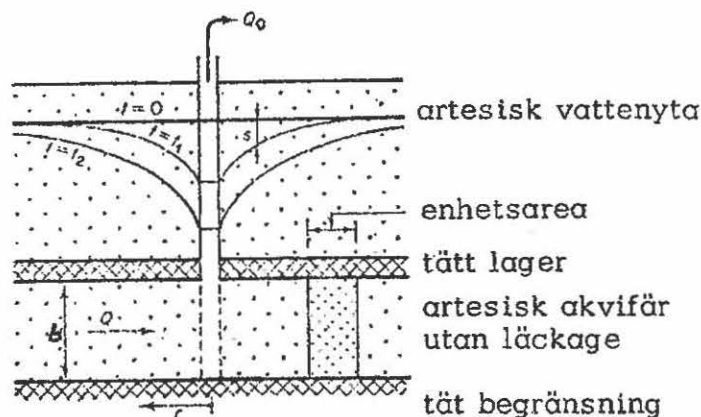


Fig. 6. Icke stationär strömning till brunn i artesisak akvifär utan läckage. Efter Huisman 1972.

Lösningen av ekv. (38) med de randvillkor som gäller för lösning av ekv. (11) ger

$$s = \frac{Q_0}{4\pi kb} W(u) \quad (47)$$

Ekvation (47) är identisk med ekv. (15). I ekv. (15) är dock den vattenförande sektionens mäktighet samma som grundvattenytans höjd över tätbotten vid ostörda förhållanden.

Med randvillkoren

$$\begin{aligned} s &= 0 & r &\rightarrow \infty \\ s &= s_w & r &= r_w \end{aligned}$$

d. v. s. med en konstant avsänkning, s_w i uttagsbrunnen vars effektiva radie är r_w erhåller ekv. (46) följande lösning (Jacob och Lohman 1952).

$$Q = 2\pi \cdot k \cdot b \cdot s_w \cdot W(\xi_1) \quad (48)$$

där $\xi_1 = \frac{T \cdot t}{r_w^2 \cdot S}$

Funktionen $W(\xi_1)$ är tabellerad i bilaga 5.

2.1.2. Med läckage från över- eller underlagrande akvifär genom semipermeabelt lager, fig. 7.

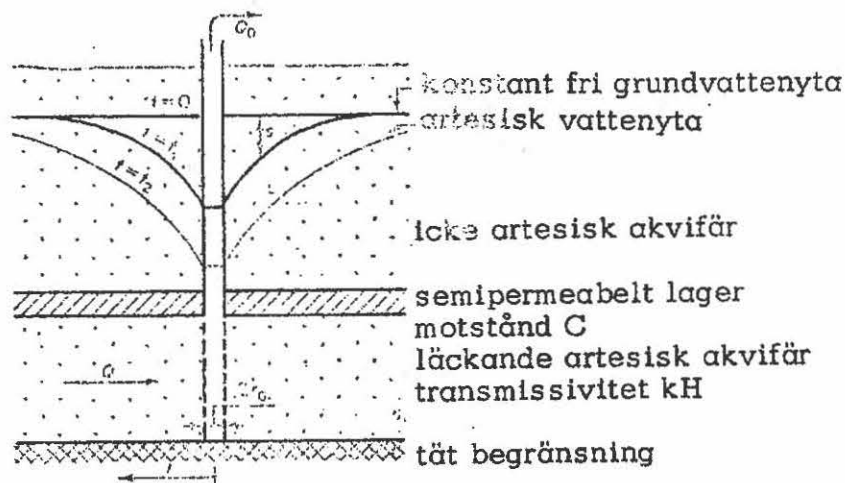


Fig. 7. Icke stationär strömning till brunn i läckande artesisakvifär. Efter Huisman 1972.

$$\partial Q = -2\pi r \partial r \left(S \frac{\partial s}{\partial t} + \frac{s}{C} \right) \quad (49)$$

Kontinuitetsekv. ger i kombination med ekv. (10)

$$\frac{\partial^2 s}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial s}{\partial r} - \frac{s}{kbC} - \frac{S}{kb} \cdot \frac{\partial s}{\partial t} = 0 \quad (50)$$

Hantush och Jacob (1955) har presenterat en approximativ lösning av ekv. (42) med följande randvillkor

$$\begin{aligned} r \rightarrow r_0 & \quad Q = Q_0 \\ r \rightarrow \infty & \quad Q = 0 \end{aligned}$$

och giltig endast för små värden på t . Enligt denna lösning

$$s = \frac{Q}{4\pi kb} W\left(u, \frac{r}{\lambda}\right) \quad (51)$$

beror således avsänkningen förutom av k och S även av läckagets storlek.

Funktionen $W\left(u, \frac{r}{\lambda}\right)$ är tabellerad i bilaga 3.

Vid jämvikt mellan bortförd och genom läckage tillförd vattenmängd, d. v. s. när ingen vattenståndsförändring förekommer kan kontinuitets-
ekv. enligt Jacob (1946) tecknas

$$\frac{\partial Q}{\partial s} = -2\pi r \cdot \frac{s}{C} \quad (52)$$

I kombination med ekv. (10) erhålles då följande

$$\frac{\partial^2 s}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial s}{\partial r} - \frac{s}{C} = 0 \quad (53)$$

med gränsvillkoren

$$\begin{aligned} r \rightarrow r_0 & \quad Q = Q_0 \\ r \rightarrow \infty & \quad s = 0 \text{ för } t \geq 0 \end{aligned}$$

fås

$$S = \frac{Q_0}{2\pi kb} \cdot K_0\left(\frac{r}{\lambda}\right) \quad (54)$$

$$Q = Q_0 \frac{r}{\lambda} K_1\left(\frac{r}{\lambda}\right) \quad (55)$$

där K_0 resp. K_1 är Besselfunktioner av andra typen, nollte resp. första ordningen. Besselfunktionerna är tabellerade i bilaga 6.

Med randvillkoren

$$\begin{aligned} s &= 0 & r & \\ s &= S_w & r &= r_w \end{aligned}$$

d. v. s. med en konstant avsänkning S_w i uttagsbrunnen vars effektiva radie är r_w erhåller ekv. (50) följande lösning (Hantush 1959)

$$Q = 2\pi kb \cdot s_w W\left(\xi_1, \frac{r_w}{B}\right) \quad (56)$$

$$\text{där } \xi_1 = \frac{T \cdot t}{r_w^2 \cdot S}$$

$$\frac{r_w}{B} = \frac{r_w}{\frac{T \cdot m'}{k}}$$

Funktionen $W\left(\xi_1, \frac{r_w}{B}\right)$ är tabellerad i bilaga 7.

2.1.3. Med läckage från över- eller underlagrande semipermeabelt lager innebärande en magasinsförändring inom det senare lagret.

$$\text{Kontinuitetsekv. } \partial Q = -2\pi r dr \left(S \frac{ds}{\partial t} + k' \frac{\partial s'}{\partial z} \right)$$

ger i kombination med ekv. (10) (Hantush 1964)

$$\frac{\partial^2 s}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial s}{\partial r} + \frac{k'}{kb} \frac{\partial s'}{\partial z} - \frac{S}{kb} \frac{\partial s}{\partial t} = 0$$

där s' = avsänkningen i det semipermeabla lagret

m' = det semipermeabla lagrets mäktighet

Hantush (1964) urskiljer två olika fall av läckande artesiska system enligt fig. 9. Det första fallet innebär att det semipermeabla lagret överlagras av vattenförande lager i vilket vattenytan ej påverkas av avsänkningen i den undre artesiska akvifären, fig. 8 a. I fall 2 antages det semipermeabla lagret vara överlagrat av impermeabelt lager vilket medför en successiv vattenavsänkning och magasininstämning i det semipermeabla lagret, fig. 8 b. I båda fallen antages grundvattnets trycknivå i artesiska akvifären överensstämma med trycknivån i det semipermeabla lagrets undre del.

Båda fallen ger matematiska samband mellan avsänkning, tid och avstånd, vilkas approximativa uttryck kan sammanfattas enligt följande (Hantush 1964)

För $0,1 \cdot \frac{m^1 S^1}{k^1} < t < 2 \cdot \frac{m^1 S^1}{k^1}$ (lösning med kort tid)

$$s = \frac{Q}{4\pi kb} H(u, \Psi) \tag{59}$$

där $u = \frac{r^2 \cdot S}{4 kb \cdot t}$ (60)

$$\Psi = \frac{r}{4B} \sqrt{\frac{S^1}{S}} = \frac{r}{4} \sqrt{\frac{S^1 \cdot k^1}{kb \cdot S \cdot m^1}} \tag{61}$$

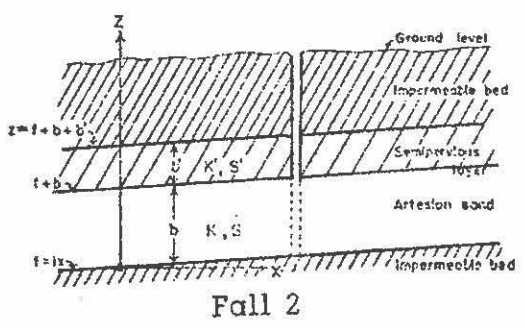
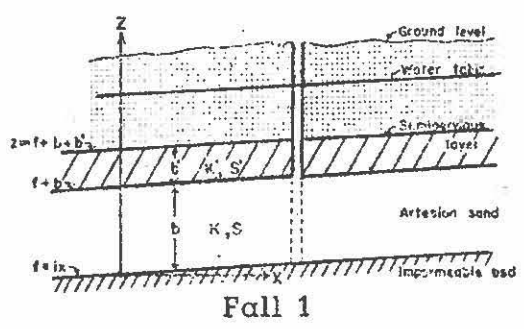


Fig. 8 Olika läckande artesiska system enligt Hantush (1964).

Funktionen $H(u, \psi)$ är tabellerad i bilaga 8. Ekv. (59) är giltig för såväl fall 1 som fall 2.

För $t > 2 \frac{m' S'}{k'}$ (lösning med lång tid)

$$\text{Fall 1} \quad S = \frac{Q}{4\pi kb} W(\delta_1 u, \frac{r}{\lambda}) \quad (62)$$

$$\text{Fall 2} \quad S = \frac{Q}{4\pi kb} W(\delta_2 u) \quad (63)$$

$$\text{där } \delta_1 = \frac{3S + S'}{3S} \quad (64)$$

$$\delta_2 = \frac{S + S'}{S} \quad (65)$$

Neuman och Witherspoon (1969) har vidareutvecklat teorierna för läckande artesiska akvifärer med magasinförändring i det semi-permeabla lagret (akvitarden). De härvid erhållna dimensionslösa avsänkingskurvorna är giltiga för samtliga värden på tiden t efter pumpstart. För värden på $\psi < 0,01$ synes de av Hantush angivna lösningarna med god noggrannhet kunna tillämpas. Neuman och Witherspoon (1969) har vidare utgående från Hantush fall 1 behandlat avsänkningens inverkan på grundvattenytan i den översta akvifären.

Beräkningar av geohydrologiska parametrar inom del av Angeredsområdet

Orientering

Inom del av Angered - Bergumsområdet har på uppdrag av AB Göteborgshem en långvarig grundvattenavsänkning genom pumpning genomförts av ingenjörfirman Bo Alte AB, Göteborg. Avsikten med grundvattenavsänkningen har härvid varit att bedöma uppkomna portrycksförändringar i leran samt den härvid uppkomna sättningens storlek. Bo Alte AB har välvilligt ställt material från pumpningen till förfogande, vilket medger utvärdering av geohydrologiska parametrar inom under lera befintligt friktionslager.

Områdets belägenhet och geologiska uppbyggnad

Området är beläget mellan Gunnared och Rösered, cirka 200 m sydöst om korsningen Råvebergsvägen - Gunnilsevägen. Marknivån inom området är belägen cirka +60 m. ö.h. Geologiskt utgöres jordarterna av mellan 20 - 35 m lera överlagrande 0,2 - 1,0 m friktionsmaterial. Enligt uppgift av Bo Alte AB är leran skiktad med förekomster av mindre tunna mo-lager. Avstånd till närmast beläget berg i dagen är cirka 60 m.

Inom området har 4 st. pumpbrunnar installerats. Dessutom har grundvattenståndsrör ned till friktionslagren samt porvattentryckmätare på olika djup i leran installerats. De olika brunnarnas och grundvattenståndsrörens placering framgår av fig. 9.

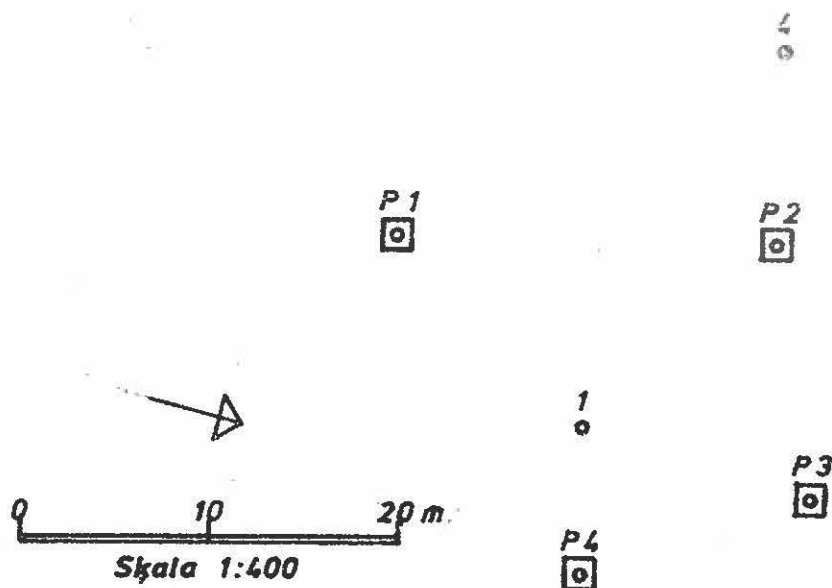


Fig. 9. Plan över pumprör (P1 - P4) och grundvattenståndsrör (1, 4) vid Bo Alte AB:s provpumpningsplats i Angered.

Pumpningens genomförande

Under inledande stadium av cirka 3 veckor (etapp 1) bortpumpades vatten ur rör P1. Vattenkapaciteten uppmättes vid olika tillfällen, varvid en avtagande kapacitet enligt tabell 2 kunde noteras.

Tabell 2. Vattenkapaciteter från olika pumpar under olika prov-pumpningsetapper.

Tid efter pumpstart tim.	Etapp	Kapacitet m ³ /sek.			
		Pump 1 Rör P1	Pump 2 Rör P2	Pump 3 Rör P3	Pump 4 Rör P4
Start	1	$2,0 \cdot 10^{-4}$	—	—	—
2	1	$1,5 \cdot 10^{-4}$	—	—	—
2,5	1	$1,2 \cdot 10^{-4}$	—	—	—
7,5	1	$9,7 \cdot 10^{-5}$	—	—	—
20,5	1	$6,9 \cdot 10^{-6}$	—	—	—
Start	2	$1,8 \cdot 10^{-4}$	$5,6 \cdot 10^{-5}$	$5,6 \cdot 10^{-5}$	$5,6 \cdot 10^{-5}$
360	2	$7 \cdot 10^{-5}$	$1,4 \cdot 10^{-6}$	$2,8 \cdot 10^{-6}$	$2,8 \cdot 10^{-6}$

Grundvattenytans avsänkning i rör 1 och 4 registrerades varvid redovisning av Bo Alte AB (1972) erhållna avsänkingsdiagrammen erhöles.

Beräkningarnas genomförande

Akvifärens uppbyggnad med ett cirka 25 m mäktigt lerlager överlagrande ett 0,5 m mäktigt friktionslager är artesisk. På grund av lerans förmodade ringa vertikala permeabilitet torde ingen eller mycket litet läckage från densamma förekomma. Erhållna sambandskurvor mellan tid och avsänkning indikerar att bedömt stationärt tillstånd utbildats cirka 215 - 220 timmar efter pumpstart. Orsaken till detta tillstånd kan vara förekommande läckande begränsningar i horisontell led eller vattenläckage från underlagrande berg eller överlagrande lera. Mätningar av porvattentrycket i leran visar att trycksänkningen i friktionslagret orsakar en trycksänkning även i leran, (Bo Alte AB 1972). Vid beräkningarna antogs sålunda att de geohydrologiska förhållandena kan beskrivas som en artesisk akvifär med läckage från överlagrande lera och underlagrande berg. Läckaget från överlagrande lera medför en minskning i porvattentrycket, vilket torde medföra en magasinförändring i leran.

Vid beräkningarna har avsänkingsvärden från observationsrör 1 och 4 använts. Under etapp 1 har beräkningar genomförts utgående från en

pumpkapacitet $1,2 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{sek}$. under icke-stationärt tillstånd. Sambandskurvan mellan avsänkning och tid uppritad på dubbellogaritmiskt papper har superponerats mot sambandskurvorna mellan u och $W(\delta_1 u, \frac{r}{\lambda})$ resp. $W(u, \psi)$. Vid superponeringen visar sig sambandskurvan tid - avsänkning relativt väl överensstämmande med Theis sambandskurva, d. v. s. parametern $\psi < 0,01$ (Neuman och Witherspoon 1969). En viss mindre avvikelse erhålles dock under slutskedet av etapp 1 då stationärt tillstånd bedömts råda. Med hänsyn till denna avvikelse har parametern $\frac{r}{\lambda}$ bedömts vara av storleksordningen $< 10^{-2}$ för observationsrör 1. Beräkning av transmissivitet och magasinskoefficient har genomförts genom utgående från match-point-förfarandet, beskrivet av bl. a. Todd (1959), Andersen och Haman (1970), Carlsson (1972) m. fl., varvid ekv. (63) och (65) utnyttjats. Detta med hänsyn till den ringa läckagefaktorn. Beräknade värden på de geohydrologiska parametrarna framgår av tabell 3.

Tabell 3. Beräknade värden på geohydrologiska parametrar utgående från sambandet tid - avsänkning i observationsrör 1, match-point-förfarande (Hantush 1956)

	beteckning	
Transmissivitet	T	$1,0 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{sek}$
Permeabilitet	k	$2,0 \cdot 10^{-5} \text{ m}/\text{sek}$
Magasinskoefficient	S + S'	$9,6 \cdot 10^{-6}$

Utgående från antagandet att bedömda stationära tillstånd i etapp 1 och 2 beror av jämvikt mellan bortpumpad grundvattenmängd och vatten-läckage från leran till friktionslagret har försök till beräkning av läckagefaktorn $\frac{k'}{m}$ utförts. Härvid har ekv. (54) utnyttjats varvid värdet på transmissiviteten beräknat från icke-stationärt tillstånd använts. Under bedömda stationära tillstånd har pumpkapaciteterna efter 20,5 resp. 360 timmar i tabell 2 utnyttjats. De härvid beräknade värdena på läckagefaktorn $\frac{k'}{m}$ synes vara av storleksordningen $10^{-14} - 10^{-15} \text{ sek}^{-1}$. Osäkerheten vid beräkningarna är dock mycket stor.

Vid beräkningar av T och S enligt Jacobs metod (Jacob 1940) d. v. s. sambandet tid - avsänkning har uppritats i semilogaritmiskt diagram varvid tiden för avsänkningen noll liksom avsänkningen Δs per logcykel

avlästs. De härvid beräknade värdena på transmissivitet och magasinskoefficient framgår av tabell 4.

Tabell 4. Beräknade värden på geohydrologiska parametrar utgående från sambandet tid - avsänkning i observationsrör 1 och 4, Jacobs metod (Jacob 1940).

	beteckning	Obsrör 1	Obsrör 4
Transmissivitet	T	$1,3 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{sek}$	$1,3 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{sek}$
Permeabilitet	k	$2,6 \cdot 10^{-5} \text{ m}/\text{sek}$	$2,6 \cdot 10^{-5} \text{ m}/\text{sek}$
Magasinskoefficient	S	$8,6 \cdot 10^{-6}$	$7,0 \cdot 10^{-6}$

Bedömning av grundvattensänkningens tidsförlopp utgående från erhållna värden på geohydrologiska parametrar

Utgående från erhållna värden på transmissivitet ($T = 10^{-5} \text{ m}^2/\text{sek}$) och magasinskoefficient ($S = 10^{-5}$) kan en bedömning göras beträffande tid efter pumpstart när grundvattenytan har avsänkts med ett givet värde på olika avstånd från pumpbrunnen. Antages akvifären vara uppbyggd av 0,5 m friktionslager under cirka 25 m lera samt ha oändlig utsträckning i horisontell led erhålles de i fig. 10 uppritade sambanden mellan tid och avstånd från pumpbrunn för given storlek av grundvattensänkningen vid en pumpkapacitet av $10^{-4} \text{ m}^2/\text{sek}$. De härvid erhållna sambanden måste dock betraktas utgående från förutsättningen att akvifären är oändlig och homogen samt att inget läckage från överlagrande lera eller underlagrande berg förekommer.

För att bedöma de geohydrologiska parametrarnas inverkan på avsänkningens tidsförlopp har utgående från 3 olika värden på $\frac{Q}{S}$ sambandet mellan magasinskoefficienten S och tiden t efter pumpstart uppritats i fig. 11 på avståndet 10 m från pumpbrunnen för olika värden på transmissiviteten T. I fig. 11 har även uppritats sambandet mellan T och tid efter pumpstart för olika värden på s. Härvid erhålles att vid givet värde på $\frac{Q}{S}$ (förhållandet pumpkapacitet och avsänkning) och transmissivitet, T, tiden t direkt proportionell mot magasinskoefficienten S, d. v. s. en minskning av S medför en minskning av t. Vid givet Q-värde och magasinskoefficient S erhålles kortaste tiden t vid ett visst bestämt värde på transmissiviteten T. Detta T-värde varierar beroende av $\frac{Q}{S}$. Sålunda erhålles T cirka $5 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{sek}$ vid $\frac{Q}{S} = 10^{-3} \text{ m}^2/\text{sek}$, T cirka

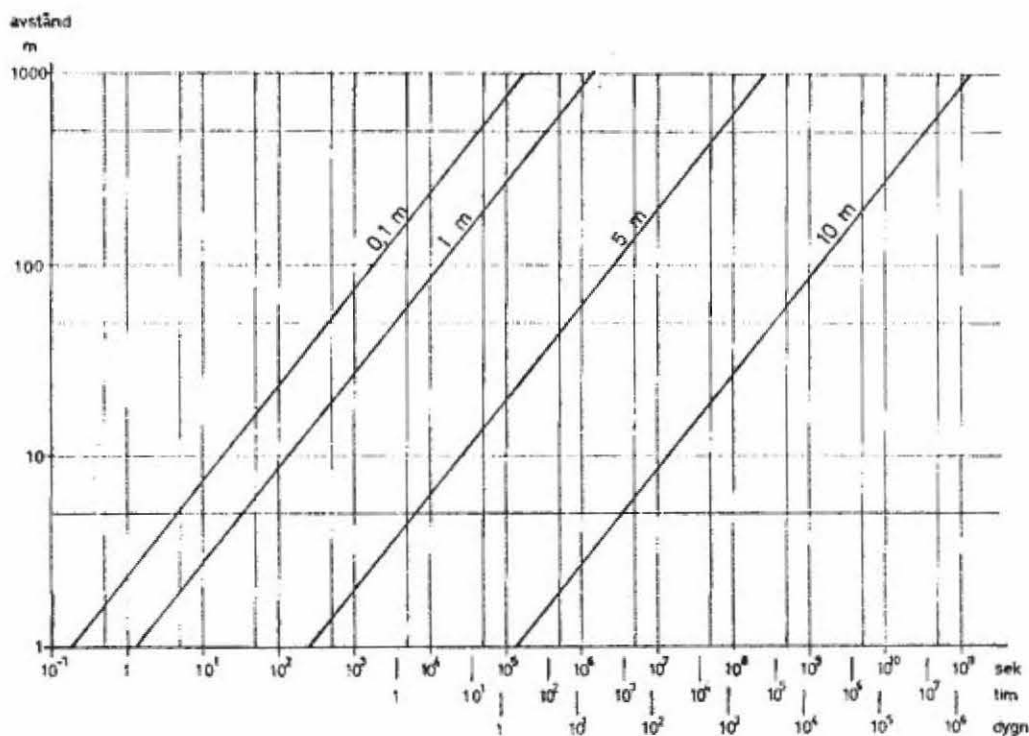


Fig. 10. Tid efter pumpstart när given grundvattensänkning inträffar på olika avstånd från pumpbrunn. Pumpkapacitet $10^{-4} \text{ m}^3/\text{sek}$, transmissivitet $T = 10^{-5} \text{ m}^2/\text{sek}$, magasinskoefficient $S = 10^{-5}$. Akvifären antages ha oändlig utbredning och inget läckage.

$5 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{sek}$ vid $\frac{Q}{S} = 10^{-4} \text{ m}^2/\text{sek}$ samt T cirka $5 \cdot 10^{-7}$ vid $\frac{Q}{S} = 10^{-5} \text{ m}^2/\text{sek}$. Vid förändring av T -värde vid givet S och $\frac{Q}{S}$ värde erhålles tidsvariationen enligt de i fig. 11 uppritade kurvorna.

En avsänkning av exempelvis 10 m vid pumpkapacitet $10^{-3} \text{ m}^3/\text{sek}$ samt $S = 10^{-4}$ inträffar med kortaste tid vid ett T -värde cirka $5 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{sek}$ medan kortaste tiden för 1 m:s avsänkning erhålles vid T -värde cirka $5 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{sek}$.

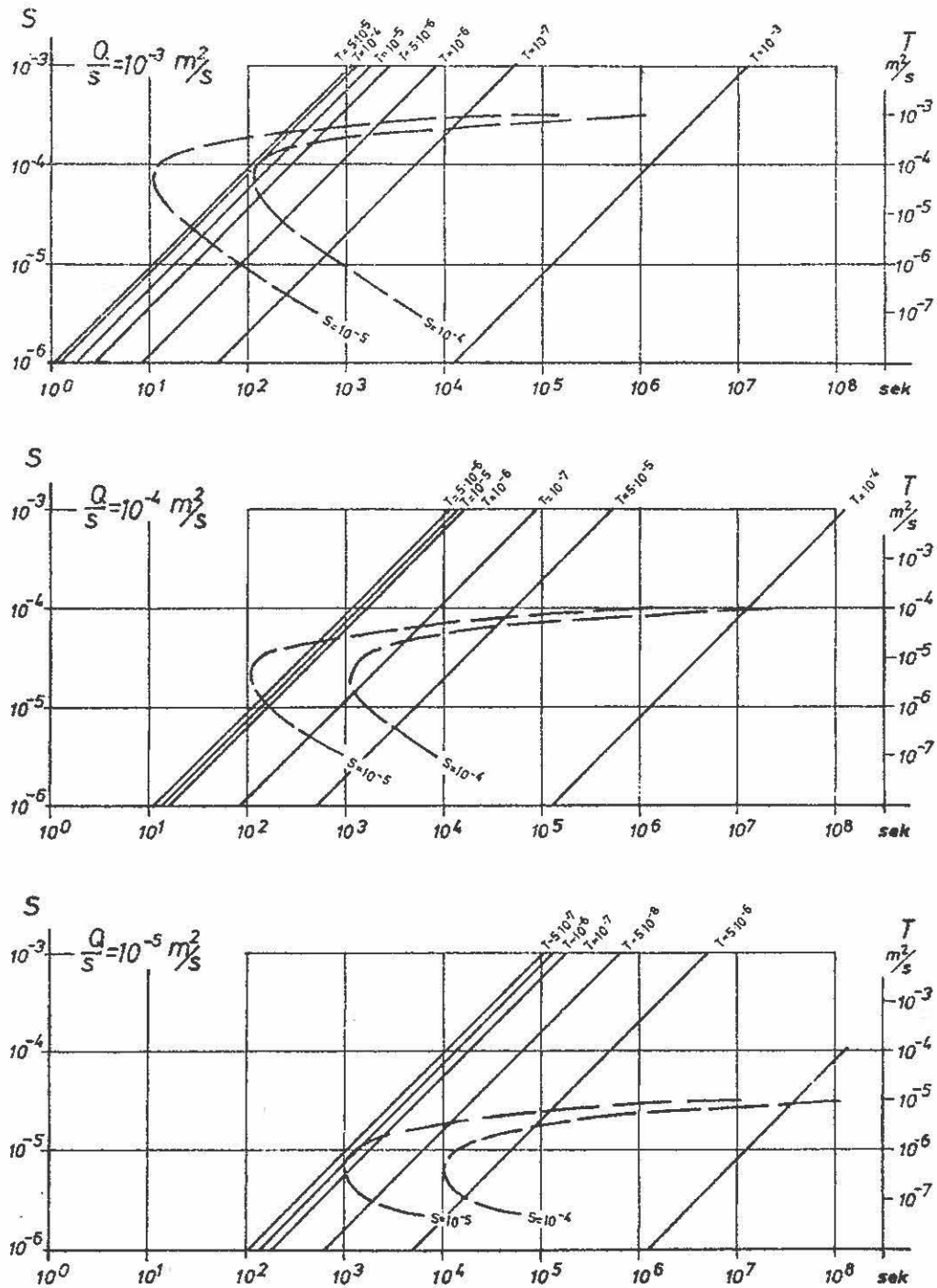


Fig. 11. Samband mellan magasinskoefficient S och tid efter pumpstart för olika $\frac{Q}{S}$ -värden på avstånd 10 m från pumpbrunn, parameter transmissiviteten T (heldragna linjer vänstra skalan). Samband mellan transmissivitet T och tid efter pumpstart för olika $\frac{Q}{S}$ -värden på avstånd 10 m från pumpbrunn, parameter magasinskoefficienten S (streckade kurvor, högra skalan). Akvifären antages ha oändlig utbredning och inget läckage.

Sammanfattning

Utförda beräkningar av geohydrologiska parametrar för ett område i Angered visar att dessa torde vara cirka 10^{-5} för magasinskoefficienten S och $10^{-5} \text{ m}^2/\text{sek}$ för transmissiviteten T . Med en friktionslagermäktighet av 0,5 m motsvarar detta en specifik magasinskoefficient av $2 \cdot 10^{-5} \text{ m}^{-1}$ och permeabilitet av $2 \cdot 10^{-5} \text{ m}/\text{sek}$. Det senare värdet talar för att friktionslagret utgöres av mo. De bedömningar beträffande tid efter pumpstart när grundvattnets tryckyta har avsänkts med ett givet värde på olika avstånd från pumpbrunn visar att storleken av parametrarna S och T härvid inverkar så att tiden direkt blir kortare vid avtagande värde på S . T -värdets betydelse för tidsförloppet beror vid konstant S -värde av förhållande mellan pumpkapacitet och avsänkningen enligt fig. 11.

REFERERAD LITTERATUR

- Andersen, L.J., Haman, Z. 1970: Nye metoder for prøvepumpning af boringer og grundvandsreservoirer. Danmarks Geologiske Undersøgelse, III Række, nr 38, København 1970.
- Andersen, L.J. 1971: Infiltrations- og afstrømningsforhold. Følgevirkninger af grundvandsindvinding. Grundvattenforekomst i sydvästra Skåne. Symposium vid Lunds Tekniska Högskola 7 - 8 juni 1971. Sid. 133 - 145.
- Andersson, S. 1969: Markfysikaliska undersökningar i odlad jord. XIX. Teoretiska modellstudier av kapillära systems k-värden som funktioner av porstorleksfördelning, bindningstryck och vattenhalt. Grundförbättring. Årg. 22, nr 4. 1969.
- BFR B7:1972, Permeabilitet och kapillaritet. Byggeforskningens informationsblad B7:1972.
- Bo Alte AB. 1972: Kontrollerad grundvattensänkning för bestämning av förkonsolideringstryck och kompressionsegenskaper på djupet. BFR:s programgrupp för geohydrologisk forskning, lägesrapporter nr 2. 28 nov. 1972.
- Boulton, N.S. 1963: Analysis of data from non-equilibrium pumping tests allowing for delayed yield from storage. Proceedings of the Institution of Civil Engineers, Vol. 26, sid. 469 - 610, November 1963, London.
- Carlsson, L. 1972: Metoder för praktisk bestämning av grundvattnets strömhastighet. Del IV: Analys av icke stationär strömning vid provpumpning av icke artesiskt grundvatten. Litteraturstudie. Chalmers Tekniska Högskola, Institutionen för vattenförsörjnings- och avloppsteknik, publikationsserie B72:1. Göteborg 1972.
- Davis, S.N., De Wiest, R.J.M. 1966: Hydrogeology. John Wiley & Sons. New York 1966.

- De Wiest, R.J. M. 1966: On the storage coefficient and the equations of groundwater flow. *Journal of Geophysical Research*. Vol. 71, No 4, February 1966, p. 1117 - 1122.
- Glover, R.E., Bittinger, M.W. 1961: Drawdown due to pumping from an unconfined aquifer. *Transactions, ASCE, Part III, Vol. 126, Paper No 3142, 1961, p. 176 - 183.*
- Hantush, M.S., Jacob, C.E. 1955: Non-steady radial flow in an infinite leaky aquifer. *Transactions, American Geophysical Union. Vol. 36, No 1, February 1955, p. 95 - 100.*
- Hantush, M.S. 1959: Non-steady flow to flowing wells in leaky aquifers. *Journal of Geophysical Research. Vol. 64, No 8.*
- Hantush, M.S. 1964: *Hydraulics of wells. Advances in hydroscience. Vol. 1 - 1964, p. 281 - 432. Academic Press. New York 1964.*
- Huisman, L. 1972: *Groundwater recovery. Macmillan. London 1972.*
- Jacob, C.E. 1940: On the flow of water in an elastic artesian aquifer. *Transactions, American Geophysical Union. Vol. 21, Part II, Aug. 1940, p. 574 - 586.*
- Jacob, C.E. 1946: Radial flow in a leaky artesian aquifer. *Transactions, American Geophysical Union. Vol. 27, no II, April 1946, p. 198 - 208.*
- Jacob, C.E. 1950: *Flow of ground water. Engineering Hydraulics. Kap. 5. John Wiley & Sons Inc., New York 1950.*
- Jacob, C.E., Lohman, S.W. 1952: Nonsteady flow to a well of a constant drawdown in an extensive aquifer. *Transactions, American Geophysical Union. Vol. 33, no 4.*
- Kriz, G.J., Scott, V.H., Burgy, R.H. 1966: Analyses of parameters of an unconfined aquifer. *Journal of the Hydraulics Division, ASCE, vol. 92, no HY5, Proc. Paper 4901, Sept. 1966, p. 49 - 56.*

Neuman, S.P., Witherspoon, P.A. 1969: Applicability of current theories of flow in leaky aquifers. Water Resources Research. Vol. 5, no 4, p. 817 - 829, August 1969.

Pfannkuch, H-O. 1969: Elsevier's dictionary of hydrogeology. Elsevier Publishing Company. Amsterdam 1969.

Prickett, T.A. 1965: Type-curve solution to aquifer tests under water-table conditions. Ground Water, Vol. 3, No 3, July 1965, p. 5 - 14.

TNC 45: Vattenordlista 2. Tekniska Nomenklaturcentralen 1970.

Todd, D.K. 1959: Ground Water hydrology. John Wiley & Sons, Inc. New York 1959.

Walton, W.C. 1970: Groundwater resource evaluation. McGraw-Hill Book Company. New York 1970.

BILAGA 1

Sambandet mellan u och $W(u)$.

$$u = \frac{r^2 \cdot S}{4 H k \cdot t}$$

$$W(u) = \int_u^{\infty} \frac{e^{-u}}{u} du$$

r = avstånd från pumpbrunnens centrumlinje

S = magasinskoefficient

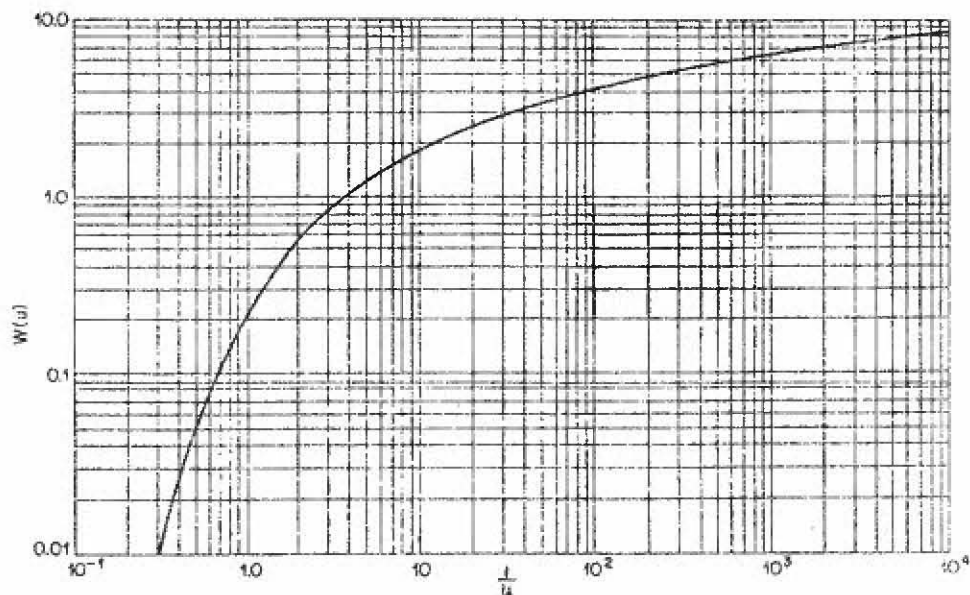
k = permeabiliteten

H = vattenförande sektionens mäktighet före pumpstart

t = tid

Litt: Theis 1935

Huisman 1972



Sambandet $\frac{1}{u}$ och $W(u)$. Efter Walton 1970.

$W(u)$ för värden på u mellan 10^{-15} och 9,9.

u	$N \times 10^{-15}$	$N \times 10^{-14}$	$N \times 10^{-13}$	$N \times 10^{-12}$	$N \times 10^{-11}$	$N \times 10^{-10}$	$N \times 10^{-9}$	$N \times 10^{-8}$	$N \times 10^{-7}$	$N \times 10^{-6}$	$N \times 10^{-5}$	$N \times 10^{-4}$	$N \times 10^{-3}$	$N \times 10^{-2}$	$N \times 10^{-1}$	N
1-0	33 9616	31 6590	29 3564	27 0538	24 7512	22 4486	20 1460	17 8435	15 5400	13 2383	10 9357	8 6332	6 3315	4 0299	1 8229	0 2194
1-1	33 8662	31 5637	29 2611	26 9585	24 6559	22 3533	20 0507	17 7482	15 4456	13 1430	10 8404	8 5379	6 2353	3 9336	1 7317	0 1860
1-2	33 7709	31 4787	29 1761	26 8715	24 5689	22 2663	19 9657	17 6611	15 3586	13 0560	10 7534	8 4509	6 1494	3 8576	1 6595	0 1584
1-3	33 6992	31 3966	29 0940	26 7914	24 4889	22 1863	19 8837	17 5811	15 2766	12 9759	10 6724	8 3709	6 0695	3 7781	1 5889	0 1365
1-4	33 6251	31 3225	29 0199	26 7173	24 4147	22 1122	19 8096	17 5070	15 2044	12 9018	10 5993	8 3008	6 0005	3 7054	1 5241	0 1162
1-5	33 5561	31 2535	28 9509	26 6433	24 3408	22 0432	19 7406	17 4380	15 1354	12 8325	10 5303	8 2278	5 9266	3 6374	1 4645	0 1000
1-6	33 4916	31 1890	28 8864	26 5688	24 2662	21 9785	19 6760	17 3735	15 0709	12 7683	10 4657	8 1634	5 8621	3 5739	1 4092	0 0863
1-7	33 4309	31 1283	28 8258	26 5022	24 2006	21 9180	19 6154	17 3128	15 0103	12 7077	10 4051	8 1027	5 8016	3 5143	1 3578	0 0745
1-8	33 3738	31 0712	28 7686	26 4400	24 1634	21 8608	19 5583	17 2557	14 9531	12 6505	10 3479	8 0455	5 7446	3 4581	1 3089	0 0647
1-9	33 3197	31 0171	28 7145	26 4119	24 1094	21 8065	19 5042	17 2016	14 8990	12 5964	10 2939	7 9915	5 6906	3 4050	1 2649	0 05620
2-0	33 2684	30 9658	28 6632	26 3607	24 0581	21 7555	19 4529	17 1503	14 8477	12 5451	10 2426	7 9402	5 6394	3 3547	1 2227	0 04890
2-1	33 2196	30 9170	28 6145	26 3119	24 0093	21 7067	19 4041	17 1015	14 7989	12 4964	10 1938	7 8914	5 5907	3 3069	1 1829	0 04261
2-2	33 1731	30 8705	28 5679	26 2653	23 9628	21 6602	19 3576	17 0550	14 7524	12 4498	10 1473	7 8449	5 5443	3 2614	1 1454	0 03719
2-3	33 1286	30 8261	28 5235	26 2209	23 9183	21 6157	19 3131	17 0106	14 7080	12 4054	10 1028	7 8004	5 4999	3 2179	1 1099	0 03256
2-4	33 0861	30 7835	28 4809	26 1783	23 8758	21 5732	19 2706	16 9680	14 6654	12 3628	10 0603	7 7579	5 4575	3 1763	1 0762	0 02844
2-5	33 0453	30 7427	28 4401	26 1375	23 8349	21 5323	19 2298	16 9272	14 6246	12 3220	10 0194	7 7172	5 4167	3 1365	1 0443	0 02491
2-6	33 0060	30 7035	28 4009	26 0983	23 7957	21 4931	19 1905	16 8880	14 5854	12 2828	9 9802	7 6779	5 3776	3 0983	1 0139	0 02198
2-7	32 9683	30 6657	28 3631	26 0606	23 7580	21 4554	19 1528	16 8502	14 5476	12 2450	9 9425	7 6401	5 3400	3 0615	0 9849	0 01918
2-8	32 9319	30 6294	28 3268	26 0242	23 7216	21 4190	19 1164	16 8138	14 5113	12 2087	9 9061	7 6038	5 3037	3 0261	0 9573	0 01682
2-9	32 8968	30 5943	28 2917	25 9891	23 6865	21 3839	19 0813	16 7788	14 4762	12 1736	9 8710	7 5687	5 2687	2 9920	0 9309	0 01482
3-0	32 8629	30 5604	28 2578	25 9552	23 6526	21 3500	19 0474	16 7449	14 4423	12 1397	9 8371	7 5348	5 2349	2 9591	0 9057	0 01305
3-1	32 8302	30 5276	28 2250	25 9224	23 6198	21 3172	19 0146	16 7121	14 4095	12 1069	9 8043	7 5020	5 2022	2 9273	0 8815	0 01149
3-2	32 7984	30 4958	28 1932	25 8907	23 5880	21 2855	18 9829	16 6803	14 3777	12 0751	9 7726	7 4703	5 1705	2 8965	0 8583	0 01013
3-3	32 7676	30 4651	28 1625	25 8599	23 5573	21 2547	18 9521	16 6495	14 3470	12 0444	9 7418	7 4395	5 1395	2 8668	0 8361	0 008939
3-4	32 7378	30 4352	28 1326	25 8300	23 5274	21 2249	18 9223	16 6197	14 3171	12 0145	9 7120	7 4097	5 1102	2 8379	0 8147	0 007891
3-5	32 7088	30 4062	28 1036	25 8010	23 4985	21 1959	18 8933	16 5907	14 2881	11 9855	9 6830	7 3807	5 0813	2 8099	0 7942	0 006970
3-6	32 6806	30 3780	28 0755	25 7729	23 4703	21 1677	18 8651	16 5625	14 2599	11 9574	9 6548	7 3526	5 0532	2 7828	0 7745	0 006160
3-7	32 6532	30 3506	28 0481	25 7455	23 4429	21 1403	18 8377	16 5351	14 2325	11 9300	9 6274	7 3252	5 0259	2 7563	0 7554	0 005418
3-8	32 6266	30 3240	28 0214	25 7188	23 4162	21 1136	18 8110	16 5085	14 2059	11 9033	9 6007	7 2985	4 9993	2 7306	0 7371	0 004820
3-9	32 6006	30 2980	27 9954	25 6928	23 3902	21 0877	18 7851	16 4825	14 1799	11 8773	9 5748	7 2725	4 9735	2 7056	0 7194	0 004267
4-0	32 5753	30 2727	27 9701	25 6675	23 3649	21 0623	18 7598	16 4572	14 1546	11 8520	9 5495	7 2472	4 9482	2 6813	0 7024	0 003779
4-1	32 5506	30 2480	27 9454	25 6428	23 3402	21 0376	18 7351	16 4325	14 1299	11 8273	9 5248	7 2225	4 9236	2 6576	0 6869	0 003349
4-2	32 5265	30 2239	27 9213	25 6187	23 3161	21 0136	18 7110	16 4084	14 1058	11 8032	9 5007	7 1985	4 8997	2 6344	0 6720	0 002969
4-3	32 5029	30 2004	27 8978	25 5952	23 2926	20 9900	18 6874	16 3844	14 0822	11 7797	9 4771	7 1749	4 8762	2 6119	0 6576	0 002633
4-4	32 4800	30 1774	27 8748	25 5722	23 2696	20 9670	18 6644	16 3619	14 0593	11 7567	9 4541	7 1520	4 8533	2 5899	0 6437	0 002336
4-5	32 4577	30 1549	27 8523	25 5497	23 2471	20 9446	18 6420	16 3394	14 0368	11 7342	9 4317	7 1295	4 8310	2 5684	0 6303	0 002073
4-6	32 4355	30 1329	27 8303	25 5277	23 2252	20 9226	18 6200	16 3174	14 0143	11 7122	9 4097	7 1075	4 8091	2 5474	0 6174	0 001841
4-7	32 4140	30 1114	27 8088	25 5062	23 2037	20 9011	18 5985	16 2959	13 9923	11 6907	9 3882	7 0860	4 7877	2 5268	0 6050	0 001635
4-8	32 3929	30 0904	27 7878	25 4852	23 1826	20 8809	18 5774	16 2748	13 9733	11 6697	9 3671	7 0650	4 7667	2 5068	0 5931	0 001453
4-9	32 3723	30 0697	27 7672	25 4646	23 1620	20 8594	18 5568	16 2542	13 9516	11 6491	9 3465	7 0444	4 7462	2 4871	0 5721	0 001291
5-0	32 3521	30 0495	27 7470	25 4444	23 1418	20 8392	18 5366	16 2340	13 9314	11 6299	9 3263	7 0242	4 7261	2 4679	0 5598	0 001148
5-1	32 3323	30 0297	27 7271	25 4246	23 1220	20 8194	18 5168	16 2142	13 9116	11 6091	9 3065	7 0044	4 7064	2 4491	0 5478	0 001021
5-2	32 3129	30 0103	27 7077	25 4051	23 1026	20 8000	18 4974	16 1948	13 8922	11 5896	9 2871	6 9850	4 6871	2 4306	0 5362	0 0009086
5-3	32 2939	29 9913	27 6887	25 3861	23 0835	20 7809	18 4783	16 1758	13 8732	11 5706	9 2681	6 9659	4 6681	2 4126	0 5250	0 0008080
5-4	32 2752	29 9726	27 6700	25 3674	23 0648	20 7622	18 4596	16 1571	13 8545	11 5519	9 2494	6 9473	4 6495	2 3948	0 5140	0 0007198
5-5	32 2568	29 9542	27 6516	25 3491	23 0465	20 7439	18 4413	16 1387	13 8361	11 5336	9 2310	6 9289	4 6313	2 3787	0 5034	0 0006409
5-6	32 2388	29 9362	27 6336	25 3310	23 0285	20 7259	18 4233	16 1207	13 8181	11 5155	9 2130	6 9109	4 6134	2 3604	0 4930	0 0005708
5-7	32 2211	29 9185	27 6159	25 3133	23 0108	20 7082	18 4056	16 1030	13 8004	11 4978	9 1953	6 8932	4 5958	2 3437	0 4830	0 0005065
5-8	32 2037	29 9011	27 5985	25 2959	22 9934	20 6908	18 3882	16 0856	13 7830	11 4804	9 1779	6 8758	4 5785	2 3273	0 4732	0 0004532
5-9	32 1866	29 8840	27 5814	25 2789	22 9763	20 6737	18 3711	16 0685	13 7659	11 4633	9 1608	6 8588	4 5615	2 3111	0 4637	0 0004039
6-0	32 1698	29 8672	27 5646	25 2620	22 9595	20 6569	18 3543	16 0517	13 7491	11 4465	9 1440	6 8420	4 5448	2 2953	0 4544	0 0003601
6-1	32 1533	29 8507	27 5481	25 2455	22 9429	20 6403	18 3378	16 0352	13 7326	11 4300	9 1275	6 8254	4 5283	2 2797	0 4454	0 0003214
6-2	32 1370	29 8344	27 5318	25 2293	22 9267	20 6241	18 3215	16 0189	13 7163	11 4138	9 1112	6 8092	4 5122	2 2645	0 4366	0 0002866
6-3	32 1210	29 8184	27 5158	25 2133	22 9107	20 6081	18 3055	16 0029	13 7003	11 3978	9 0952	6 7932	4 4963	2 2494	0 4280	0 0002555
6-4	32 1053	29 8027	27 5001	25 1975	22 8949	20 5923	18 2898	15 9872	13 6846	11 3820	9 0795	6 7775	4 4806	2 2346	0 4197	0 0002279
6-5	32 0898	29 7872	27 4846	25 1820	22 8794	20 5768	18 2742	15 9717	13 6691	11 3665	9 0640	6 7620	4 4652	2 2201	0 4115	0 0002034
6-6	32 0745	29 7719	27 4693	25 1667	22 8641	20 5616	18 2590	15 9564	13 6538	11 3512	9 0487	6 7467	4 4501	2 2058	0 4036	0 0001816
6-7	32 0595	29 7569	27 4543	25 1517	22 8491	20 5465	18 2439	15 9414	13 6388	11 3362	9 0337	6 7317	4 4351	2 1917	0 3959	0 0001621
6-8	32 0446	29 7421	27 4395	25 1369	22 8343	20 5317	18 2291	15 9265	13 6240	11 3214	9 0189	6 7169	4 4204	2 1779	0 3883	0 0001448
6-9	32 0300	29 7275	27 4249	25 1223	22 8197	20 5171										

BILAGA 2

Sambandet mellan $\frac{1}{u_{ay}}$ och $W(u_{ay}, \frac{r}{D})$ för olika värden på parametern $(\frac{r}{D})$

$$\frac{1}{u_a} = \frac{4 k \cdot H \cdot t}{r^2 \cdot S_a}$$

$$\frac{1}{u_y} = \frac{4 k \cdot H \cdot t}{r^2 \cdot S_y}$$

$(\frac{r}{D})$ = parameter för fördröjd dränering

r = avstånd från pumpbrunnens centrumlinje

S_a = magasinskoefficienten under pumpningens initialskede

$S_a + S_y$ = magasinskoefficienten under pumpningens slutskede

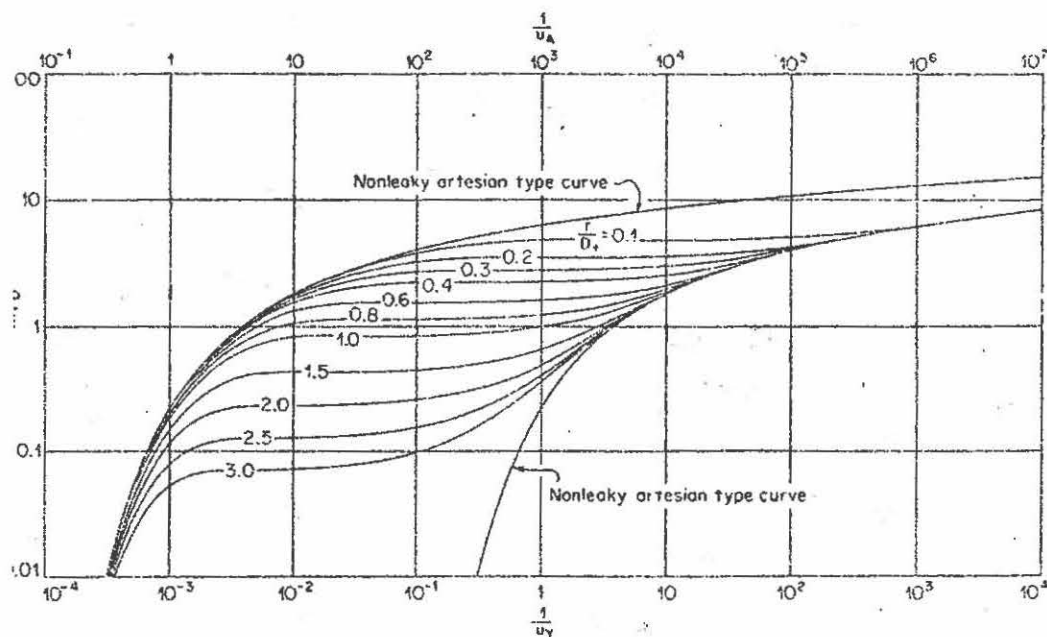
k = permeabiliteten

H = vattenförande sektionens mäktighet före pumpstart

t = tid

Litt: Boulton 1963

Prickett 1965



Typkurvor för en icke-artesisk akvifer med fördröjd dränering.

Efter Boulton 1963.

$\frac{r}{D} = 0.01$			$\frac{r}{D} = 0.1$			$\frac{r}{D} = 0.2$		
$\frac{1}{u_a}$	$\frac{1}{u_y}$	$W(u_{ay})$	$\frac{1}{u_a}$	$\frac{1}{u_y}$	$W(u_{ay})$	$\frac{1}{u_a}$	$\frac{1}{u_y}$	$W(u_{ay})$
10		1.82	10		1.80	5		1.19
10^2		4.04	50		3.24	10		1.75
10^3		6.31	10^2		3.81	50		2.95
$5 \cdot 10^3$		7.82	$2 \cdot 10^2$		4.30	10^2		3.29
10^4		8.40	$5 \cdot 10^2$		4.71	$5 \cdot 10^2$		3.50
10^5		9.42	10^3		4.83	10^3		3.51
10^6		9.44	10^4		4.85		$4 \cdot 10^{-1}$	3.51
	$4 \cdot 10^2$	9.45		4	4.86		4	3.54
	$4 \cdot 10^3$	9.54		40	4.95		20	3.69
	$4 \cdot 10^4$	10.23		$4 \cdot 10^2$	5.64		40	3.85
	$4 \cdot 10^5$	12.31		$4 \cdot 10^3$	7.72		$1,5 \cdot 10^2$	4.55
	$4 \cdot 10^6$	14.61		$4 \cdot 10^4$	10.01		$4 \cdot 10^2$	5.42
$\frac{r}{D} = 0.316$			$\frac{r}{D} = 0.4$			$\frac{r}{D} = 0.6$		
$\frac{1}{u_a}$	$\frac{1}{u_y}$	$W(u_{ay})$	$\frac{1}{u_a}$	$\frac{1}{u_y}$	$W(u_{ay})$	$\frac{1}{u_a}$	$\frac{1}{u_y}$	$W(u_{ay})$
1		0.216	1		0.213	1		0.206
2		0.544	2		0.534	2		0.504
5		1.153	5		1.114	5		0.996
10		1.655	10		1.564	10^{-1}		1.1311
50		2.504	50		2.181	20		1.1493
10^2		2.623	10^2		2.225	50		1.553
10^3		2.648	10^3		2.229	10^2		1.555
	$4 \cdot 10^{-1}$	2.66		10^{-1}	2.23		$4,44 \cdot 10^{-1}$	1.586
	4	2.74		1	2.26		2.22	1.707
	40	3.38		5	2.40		4.44	1.844
	$4 \cdot 10^2$	5.42		10	2.55		16.7	2.448

$\frac{r}{D} = 0.8$			$\frac{r}{D} = 1.0$			$\frac{r}{D} = 1.5$		
$\frac{1}{u_a}$	$\frac{1}{u_y}$	$W(u_{ay})$	$\frac{1}{u_a}$	$\frac{1}{u_y}$	$W(u_{ay})$	$\frac{1}{u_a}$	$\frac{1}{u_y}$	$W(u_{ay})$
$5 \cdot 10^{-1}$		0.046	$5 \cdot 10^{-1}$		0.0444	$5 \cdot 10^{-1}$		0.0394
1		0.197	1		0.1855	1		0.1509
2		0.466	2		0.421	1.25		0.1999
5		0.857	5		0.715	2		0.301
10		1.050	10		0.819	5		0.413
20		1.121	20		0.841	10		0.427
50		1.131	50		0.842	20		0.428
	$2.5 \cdot 10^{-2}$	1.133		$4 \cdot 10^{-2}$	0.844		$7.11 \cdot 10^{-2}$	0.444
	$2.5 \cdot 10^{-1}$	1.158		$4 \cdot 10^{-1}$	0.901		$3.55 \cdot 10^{-1}$	0.509
	1.25	1.264		4	1.356		$7.11 \cdot 10^{-1}$	0.587
	2.5	1.387		40	3.140		2.67	0.963
	9.37	1.938		40	3.140		7.11	1.569
	25	2.704						
$\frac{r}{D} = 2.0$			$\frac{r}{D} = 2.5$			$\frac{r}{D} = 3.0$		
$\frac{1}{u_a}$	$\frac{1}{u_y}$	$W(u_{ay})$	$\frac{1}{u_a}$	$\frac{1}{u_y}$	$W(u_{ay})$	$\frac{1}{u_a}$	$\frac{1}{u_y}$	$W(u_{ay})$
$3.33 \cdot 10^{-1}$		0.0100	$5 \cdot 10^{-1}$		0.0271	$5 \cdot 10^{-1}$		0.0210
$5 \cdot 10^{-1}$		0.0335	1		0.0803	1		0.0534
1		0.114	1.25		0.0961	1.25		0.0607
1.25		0.114	2		0.1174	2		0.0681
2		0.194	5		0.1247	5		0.0695
5		0.227	10		0.1247	10		0.0695
10		0.228		$2.56 \cdot 10^{-2}$	0.1321		$1.78 \cdot 10^{-2}$	0.0743
	$4 \cdot 10^{-2}$	0.239		$1.28 \cdot 10^{-1}$	0.1617		$8.89 \cdot 10^{-2}$	0.0939
	$2 \cdot 10^{-1}$	0.283		$2.56 \cdot 10^{-1}$	0.1988		$1.78 \cdot 10^{-1}$	0.1189
	$4 \cdot 10^{-1}$	0.337		$9.6 \cdot 10^{-1}$	0.3990		$6.67 \cdot 10^{-1}$	0.2418

BILAGA 3

Sambandet mellan u och $W(u, \frac{r}{\lambda})$ för olika värden på parametern $(\frac{r}{\lambda})$

$$u = \frac{S \cdot r^2}{4k \cdot H \cdot t}$$

$$W(u, \frac{r}{\lambda}) = \int_u^{\infty} \frac{1}{y} \cdot \exp\left(-y - \frac{r^2}{4\lambda^2 y}\right) dy$$

r = avstånd från pumpbrunnens centrumlinje

S = magasinskoefficienten

k = permeabiliteten

H = vattenförande sektionens mäktighet före pumpstart

t = tid

$$\lambda = \sqrt{k \cdot H \cdot C}$$

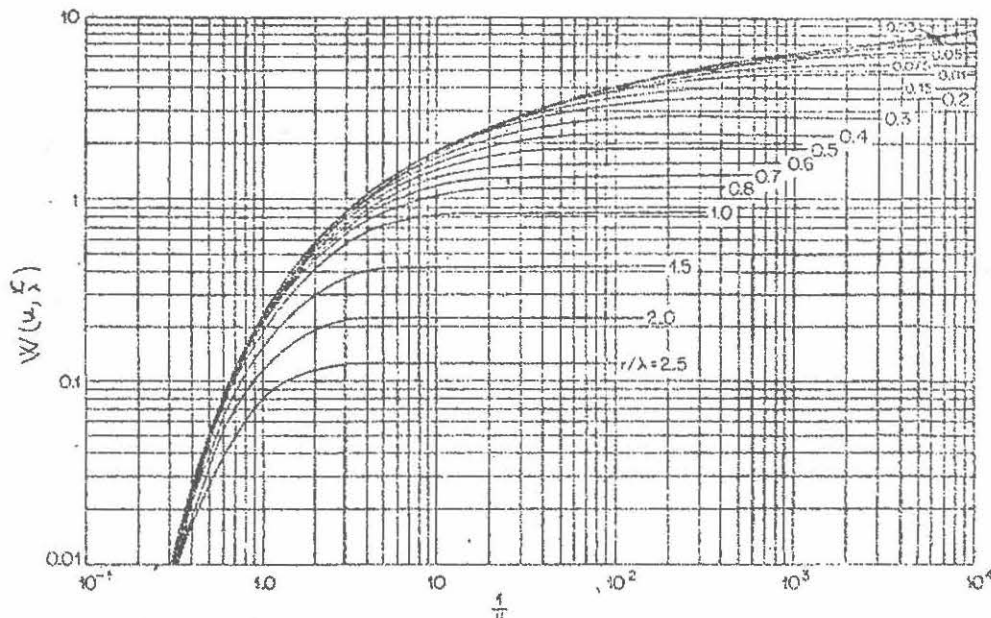
$$C = \frac{m'}{k'}$$

m' = det semipermeabla lagrets mäktighet

k' = det semipermeabla lagrets vertikala permeabilitet

Litt: Hantush och Jacob 1955

Hantush 1964



Sambandet mellan $\frac{1}{u}$ och $W(u)$ för olika värden på parametern $(\frac{r}{\lambda})$. Efter Walton 1970.

r/λ	0-1	0-15	0-2	0-25	0-3	0-35	0-4	0-45	0-5	0-55	0-6	0-65	0-7	0-75	0-8	0-85	0-9	0-95	1-0
0	4-8541	4-0601	3-5054	3-0850	2-7449	2-4654	2-2291	2-0258	1-8488	1-6931	1-5550	1-4317	1-3210	1-2212	1-1307	1-0485	0-9735	0-9049	0-8420
0-0001																			
0-0002																			
0-0003	4-8541																		
0-0004	4-8539																		
0-0005	4-8530																		
0-0006	4-8510	4-0601																	
0-0007	4-8478	4-0605																	
0-0008	4-8430	4-0599																	
0-0009	4-8368	4-0598																	
0-001	4-8292	4-0595	3-5054																
0-002	4-7979	4-0435	3-5043	3-0830	2-7449														
0-003	4-5622	4-0092	3-4969	3-0821	2-7448														
0-004	4-4230	3-9551	3-4806	3-0788	2-7444	2-4654	2-2291												
0-005	4-2900	3-8821	3-4567	3-0719	2-7428	2-4651	2-2290												
0-006	4-1812	3-8384	3-4274	3-0614	2-7398	2-4644	2-2289	2-0258											
0-007	4-0771	3-7529	3-3947	3-0476	2-7350	2-4630	2-2285	2-0257											
0-008	3-9822	3-6903	3-3598	3-0311	2-7284	2-4608	2-2279	2-0256	1-8488										
0-009	3-8952	3-6302	3-3239	3-0126	2-7202	2-4576	2-2269	2-0253	1-8487										
0-01	3-8150	3-5725	3-2875	2-9925	2-7104	2-4534	2-2253	2-0246	1-8486	1-6931	1-5550	1-4317	1-3210	1-2212	1-1307	1-0485			
0-02	3-2442	3-1158	2-9521	2-7658	2-5683	2-3713	2-1809	2-0023	1-8379	1-6883	1-5530	1-4309	1-3207	1-2210	1-1306	1-0484	0-9735	0-9049	
0-03	2-8373	2-8017	2-6895	2-5571	2-4110	2-2578	2-1031	1-9515	1-8062	1-6695	1-5423	1-4251	1-3177	1-2195	1-1299	1-0481	0-9733	0-9048	0-8420
0-04	2-6288	2-5655	2-4816	2-3802	2-2661	2-1431	2-0155	1-8869	1-7603	1-6379	1-5213	1-4117	1-3094	1-2146	1-1270	1-0465	0-9724	0-9044	0-8418
0-05	2-4271	2-3776	2-3110	2-2299	2-1371	2-0356	1-9282	1-8181	1-7075	1-5985	1-4927	1-3914	1-2955	1-2052	1-1210	1-0426	0-9700	0-9029	0-8409
0-06	2-2622	2-2218	2-1673	2-1002	2-0227	1-9369	1-8452	1-7497	1-6524	1-5551	1-4593	1-3663	1-2770	1-1919	1-1116	1-0362	0-9657	0-9001	0-8391
0-07	2-1232	2-0894	2-0435	1-9867	1-9206	1-8409	1-7673	1-6835	1-5993	1-5101	1-4232	1-3389	1-2551	1-1754	1-0993	1-0272	0-9593	0-8956	0-8360
0-08	2-0034	1-9745	1-9351	1-8861	1-8290	1-7646	1-6947	1-6206	1-5436	1-4650	1-3860	1-3078	1-2310	1-1554	1-0847	1-0161	0-9510	0-8895	0-8316
0-09	1-8983	1-8732	1-8389	1-7961	1-7460	1-6892	1-6272	1-5609	1-4918	1-4206	1-3486	1-2766	1-2054	1-1358	1-0682	1-0032	0-9411	0-8819	0-8259
0-1	1-8050	1-7829	1-7527	1-7149	1-6704	1-6198	1-5644	1-5048	1-4422	1-3774	1-3115	1-2451	1-1791	1-1140	1-0505	0-9890	0-9297	0-8730	0-8190
0-2	1-2155	1-2006	1-1844	1-1580	1-1262	1-1067	1-1145	1-0879	1-0592	1-0285	0-9964	0-9620	0-9264	0-8903	0-8535	0-8216	0-7855	0-7501	0-7148
0-3	0-9018	0-8769	0-8502	0-8127	0-7713	0-7293	0-6857	0-6406	0-5942	0-5464	0-4972	0-4466	0-3943	0-3401	0-2848	0-2286	0-1716	0-1136	0-6619
0-4	0-7000	0-6769	0-6527	0-6174	0-5809	0-5433	0-5046	0-4648	0-4228	0-3794	0-3346	0-2885	0-2408	0-1916	0-1408	0-0894	0-0364	0-0000	0-5324
0-5	0-5581	0-5361	0-5132	0-4806	0-4472	0-4131	0-3774	0-3401	0-3018	0-2624	0-2220	0-1796	0-1354	0-0894	0-0416	0-0000	0-4440	0-4326	0-4210
0-6	0-4532	0-4318	0-4098	0-3872	0-3641	0-3405	0-3164	0-2917	0-2664	0-2405	0-2140	0-1869	0-1593	0-1312	0-1026	0-0735	0-0439	0-0138	0-3543
0-7	0-3729	0-3519	0-3304	0-3083	0-2856	0-2624	0-2386	0-2141	0-1889	0-1631	0-1367	0-1097	0-0821	0-0539	0-0252	0-0000	0-3242	0-3123	0-3004
0-8	0-3100	0-2892	0-2681	0-2467	0-2248	0-2024	0-1794	0-1557	0-1314	0-1065	0-0810	0-0549	0-0283	0-0012	0-0000	0-2877	0-2641	0-2392	0-2143
0-9	0-2597	0-2391	0-2183	0-1972	0-1757	0-1537	0-1311	0-1079	0-0841	0-0597	0-0347	0-0091	0-0000	0-0000	0-0000	0-2514	0-2280	0-2044	0-1816
1-0	0-2190	0-2186	0-2179	0-2171	0-2161	0-2149	0-2135	0-2120	0-2103	0-2085	0-2065	0-2043	0-2020	0-1995	0-1970	0-1943	0-1914	0-1885	0-1855
0-0488	0-0483	0-0487	0-0486	0-0485	0-0485	0-0484	0-0482	0-0480	0-0477	0-0475	0-0473	0-0470	0-0467	0-0463	0-0459	0-0456	0-0452	0-0448	0-0444
0-0130	0-0130	0-0130	0-0130	0-0130	0-0130	0-0130	0-0129	0-0129	0-0128	0-0128	0-0127	0-0127	0-0126	0-0125	0-0125	0-0124	0-0123	0-0123	0-0122
0-0038	0-0038	0-0038	0-0038	0-0038	0-0038	0-0038	0-0037	0-0037	0-0037	0-0037	0-0037	0-0037	0-0037	0-0037	0-0037	0-0036	0-0036	0-0036	0-0036
0-0011	0-0011	0-0011	0-0011	0-0011	0-0011	0-0011	0-0011	0-0011	0-0011	0-0011	0-0011	0-0011	0-0011	0-0011	0-0011	0-0011	0-0011	0-0011	0-0011
0-0	0-0004	0-0004	0-0004	0-0004	0-0004	0-0004	0-0004	0-0004	0-0004	0-0004	0-0004	0-0004	0-0004	0-0004	0-0004	0-0004	0-0004	0-0004	0-0004
0-0001	0-0001	0-0001	0-0001	0-0001	0-0001	0-0001	0-0001	0-0001	0-0001	0-0001	0-0001	0-0001	0-0001	0-0001	0-0001	0-0001	0-0001	0-0001	0-0001
0-0000	0-0000	0-0000	0-0000	0-0000	0-0000	0-0000	0-0000	0-0000	0-0000	0-0000	0-0000	0-0000	0-0000	0-0000	0-0000	0-0000	0-0000	0-0000	0-0000

r/λ	1-0	1-5	2-0	2-5	3-0	3-5	4-0	4-5	5-0	6-0	7-0	8-0	9-0
0	0-8420	0-4276	0-2278	0-1247	0-0695	0-0392	0-0223	0-0128	0-0074	0-0025	0-0008	0-0003	0-0001
0-01													
0-02													
0-03	0-8420												
0-04	0-8418												
0-05	0-8409												
0-06	0-8391												
0-07	0-8360	0-4276											
0-08	0-8316	0-4275											
0-09	0-8259	0-4274											
0-1	0-8190	0-4271	0-2278										
0-2	0-7148	0-4135	0-2268	0-1247	0-0695								
0-3	0-6010	0-3812	0-2211	0-1240	0-0694								
0-4	0-5024	0-3411	0-2096	0-1217	0-0691	0-0392							
0-5	0-4210	0-3007	0-1944	0-1174	0-0681	0-0390	0-0223						
0-6	0-3543	0-2630	0-1774	0-1112	0-0664	0-0386	0-0222	0-0128					
0-7	0-2996	0-2292	0-1602	0-1040	0-0639	0-0379	0-0221	0-0127					
0-8	0-2543	0-1994	0-1436	0-0961	0-0607	0-0368	0-0218	0-0127	0-0074				
0-9	0-2168	0-1754	0-1281	0-0881	0-0572	0-0354	0-0213	0-0125	0-0073				
1-0	0-1855	0-1509	0-1139	0-0803	0-0534	0-0338	0-0207	0-0123	0-0075	0-0025			
2-0	0-0444	0-0394	0-0335	0-0271	0-0210	0-0156	0-0112	0-0077	0-0051	0-0028	0-0008	0-0003	
3-0	0-0122	0-0112	0-0100	0-0086	0-0071	0-0057	0-0045	0-0034	0-0025	0-0012	0-0006	0-0002	0-0001
4-0	0-0036	0-0034	0-0031	0-0027	0-0024	0-0020	0-0016	0-0013	0-0010	0-0006	0-0003	0-0002	

BILAGA 4

Funktionerna $E_1(u_g)$, $E_2(u_g)$, $E_3(u_g)$, $E_4(u_g)$ och $E_5(u_g)$.

$$u_g = \frac{x}{2} \sqrt{\frac{S}{kH \cdot t}}$$

x = vinkelrätt avstånd från galleri

S = magasinskoefficient

k = permeabilitet

H = vattenförande sektionens mäktighet för avsänkningen

t = tid

Litt: Huisman 1972

u_3	$E_1(u)$	$E_2(u)$	$E_3(u)$	$E_4(u)$	$E_5(u)$
0-000	1-0000 23	1-0000 00	1-0000 35	1-0000 45	1-0000 53
0-002	0-9977 22	1-0000 00	0-9965 36	0-9955 45	0-9947 53
0-004	0-9955 23	1-0000 00	0-9929 35	0-9910 45	0-9894 52
0-006	0-9932 22	1-0000 01	0-9894 35	0-9865 44	0-9842 53
0-008	0-9910 23	0-9999 00	0-9859 35	0-9821 45	0-9789 52
0-010	0-9887 22	0-9999 00	0-9824 35	0-9776 44	0-9737 52
0-012	0-9865 23	0-9999 01	0-9789 35	0-9732 44	0-9685 51
0-014	0-9842 23	0-9998 01	0-9754 35	0-9688 44	0-9634 52
0-016	0-9819 22	0-9997 00	0-9719 35	0-9644 44	0-9582 51
0-018	0-9797 23	0-9997 01	0-9684 34	0-9600 44	0-9531 51
0-020	0-9774 22	0-9996 01	0-9650 35	0-9556 43	0-9480 51
0-022	0-9752 23	0-9995 01	0-9615 35	0-9513 43	0-9429 50
0-024	0-9729 22	0-9994 01	0-9580 34	0-9470 43	0-9379 50
0-026	0-9707 23	0-9993 01	0-9546 34	0-9427 44	0-9329 50
0-028	0-9684 22	0-9992 01	0-9512 35	0-9383 42	0-9279 50
0-030	0-9662 23	0-9991 01	0-9477 34	0-9341 43	0-9229 50
0-032	0-9639 23	0-9990 02	0-9443 34	0-9298 43	0-9179 49
0-034	0-9616 22	0-9988 01	0-9409 34	0-9255 42	0-9130 49
0-036	0-9594 23	0-9987 01	0-9375 34	0-9213 43	0-9081 49
0-038	0-9571 22	0-9986 02	0-9341 34	0-9170 41	0-9032 49
0-040	0-9549 23	0-9984 02	0-9307 34	0-9129 42	0-8983 48
0-042	0-9526 22	0-9982 01	0-9273 34	0-9087 42	0-8935 48
0-044	0-9504 23	0-9981 02	0-9239 33	0-9045 42	0-8887 48
0-046	0-9481 22	0-9979 02	0-9206 34	0-9003 41	0-8839 48
0-048	0-9459 23	0-9977 02	0-9172 33	0-8962 41	0-8791 47
0-050	0-9436 22	0-9975 02	0-9139 34	0-8920 40	0-8744 48
0-052	0-9414 23	0-9973 02	0-9105 33	0-8880 42	0-8696 47
0-054	0-9391 22	0-9971 02	0-9072 33	0-8838 40	0-8649 47
0-056	0-9369 23	0-9969 03	0-9039 33	0-8798 41	0-8602 46
0-058	0-9346 22	0-9966 02	0-9006 33	0-8757 40	0-8556 47
0-060	0-9324 23	0-9964 03	0-8973 34	0-8717 41	0-8509 46
0-062	0-9301 22	0-9962 03	0-8939 32	0-8776 40	0-8463 46
0-064	0-9279 23	0-9959 03	0-8907 33	0-8636 41	0-8417 46
0-066	0-9256 22	0-9957 03	0-8874 33	0-8595 40	0-8371 46
0-068	0-9234 23	0-9954 03	0-8841 33	0-8555 40	0-8325 45
0-070	0-9211 23	0-9951 03	0-8808 33	0-8515 40	0-8280 45

u_j	$E_1(u_j)$	$E_2(u_j)$	$E_3(u_j)$	$E_4(u_j)$	$E_5(u_j)$	$E_6(u_j)$
0-070	0-9211 22	0-9951 03	0-8808 32	0-8515 39	0-8280 45	
0-072	0-9189 22	0-9948 03	0-8776 33	0-8476 39	0-8235 45	
0-074	0-9167 23	0-9945 03	0-8743 32	0-8437 40	0-8190 45	
0-076	0-9144 22	0-9942 03	0-8711 33	0-8397 39	0-8145 45	
0-078	0-9122 23	0-9939 03	0-8678 32	0-8358 39	0-8100 44	
0-080	0-9099 22	0-9936 03	0-8646 32	0-8319 39	0-8056 44	
0-082	0-9077 23	0-9933 03	0-8614 32	0-8280 39	0-8012 44	
0-084	0-9054 22	0-9930 04	0-8582 32	0-8241 39	0-7968 44	
0-086	0-9032 22	0-9926 03	0-8550 32	0-8202 38	0-7924 43	
0-088	0-9010 23	0-9923 04	0-8518 32	0-8164 39	0-7881 43	
0-090	0-8987 22	0-9919 03	0-8486 32	0-8125 38	0-7838 43	
0-092	0-8965 23	0-9916 04	0-8454 32	0-8087 38	0-7795 43	
0-094	0-8942 22	0-9912 04	0-8422 32	0-8049 38	0-7752 43	
0-096	0-8920 22	0-9908 04	0-8390 31	0-8011 38	0-7709 43	
0-098	0-8898 23	0-9904 04	0-8359 32	0-7973 38	0-7666 42	
0-100	0-8875 111	0-9900 20	0-8327 156	0-7935 185	0-7624 209	
0-11	0-8764 112	0-9880 23	0-8171 154	0-7750 184	0-7415 203	
0-12	0-8652 111	0-9857 25	0-8017 153	0-7566 179	0-7212 199	
0-13	0-8541 110	0-9832 26	0-7864 150	0-7387 175	0-7013 194	
0-14	0-8431 111	0-9806 28	0-7714 149	0-7212 173	0-6819 189	
0-15	0-8320 110	0-9778 31	0-7565 146	0-7039 168	0-6630 185	
0-16	0-8210 110	0-9747 32	0-7419 145	0-6871 166	0-6445 181	
0-17	0-8100 109	0-9715 34	0-7274 142	0-6705 163	0-6264 176	
0-18	0-7991 109	0-9681 36	0-7132 141	0-6542 159	0-6088 172	
0-19	0-7882 109	0-9645 37	0-6991 139	0-6383 156	0-5916 167	
0-20	0-7773 108	0-9608 39	0-6852 136	0-6227 153	0-5749 164	
0-21	0-7665 108	0-9569 41	0-6716 135	0-6074 150	0-5585 159	
0-22	0-7557 107	0-9528 43	0-6581 133	0-5924 147	0-5426 156	
0-23	0-7450 107	0-9485 45	0-6448 131	0-5777 144	0-5270 151	
0-24	0-7343 106	0-9440 46	0-6317 130	0-5633 141	0-5119 148	
0-25	0-7237 106	0-9394 48	0-6187 127	0-5492 139	0-4971 144	
0-26	0-7131 105	0-9346 49	0-6060 125	0-5353 135	0-4827 141	
0-27	0-7026 105	0-9297 51	0-5935 124	0-5218 133	0-4686 137	
0-28	0-6921 104	0-9246 53	0-5811 122	0-5085 130	0-4549 133	
0-29	0-6817 103	0-9193 54	0-5689 120	0-4955 126	0-4416 130	
0-30	0-6714	0-9139	0-5569	0-4829	0-4286	

u_s	$E_1(u)$	$E_2(u)$	$E_3(u)$	$E_4(u)$	$E_5(u)$
0.30	0.6714	0.9139	0.5569	0.4829	0.4286
0.31	0.6611	0.9084	0.5451	0.4704	0.4159
0.32	0.6509	0.9027	0.5335	0.4583	0.4035
0.33	0.6407	0.8968	0.5221	0.4463	0.3915
0.34	0.6306	0.8908	0.5108	0.4346	0.3798
0.35	0.6206	0.8847	0.4997	0.4232	0.3684
0.36	0.6107	0.8784	0.4888	0.4121	0.3573
0.37	0.6008	0.8721	0.4781	0.4012	0.3465
0.38	0.5910	0.8655	0.4675	0.3906	0.3360
0.39	0.5813	0.8589	0.4571	0.3802	0.3257
0.40	0.5716	0.8521	0.4469	0.3699	0.3158
0.41	0.5620	0.8453	0.4368	0.3599	0.3061
0.42	0.5525	0.8383	0.4270	0.3501	0.2967
0.43	0.5431	0.8312	0.4173	0.3406	0.2875
0.44	0.5338	0.8240	0.4077	0.3314	0.2785
0.45	0.5245	0.8167	0.3983	0.3222	0.2698
0.46	0.5153	0.8093	0.3891	0.3133	0.2614
0.47	0.5063	0.8018	0.3801	0.3048	0.2531
0.48	0.4973	0.7942	0.3712	0.2963	0.2451
0.49	0.4883	0.7865	0.3624	0.2879	0.2374
0.50	0.4795	0.7788	0.3539	0.2799	0.2298
0.51	0.4708	0.7710	0.3454	0.2721	0.2224
0.52	0.4621	0.7631	0.3372	0.2643	0.2154
0.53	0.4535	0.7551	0.3291	0.2567	0.2085
0.54	0.4451	0.7471	0.3211	0.2495	0.2017
0.55	0.4367	0.7390	0.3133	0.2423	0.1952
0.56	0.4284	0.7308	0.3056	0.2353	0.1889
0.57	0.4202	0.7226	0.2981	0.2285	0.1827
0.58	0.4121	0.7143	0.2907	0.2219	0.1767
0.59	0.4041	0.7060	0.2835	0.2154	0.1708
0.60	0.3961	0.6977	0.2764	0.2089	0.1653
0.61	0.3883	0.6893	0.2694	0.2028	0.1598
0.62	0.3806	0.6809	0.2626	0.1969	0.1544
0.63	0.3730	0.6724	0.2559	0.1911	0.1492
0.64	0.3654	0.6639	0.2494	0.1853	0.1443
0.65	0.3580	0.6554	0.2430	0.1798	0.1394

u_s	$E_1(u_s)$	$E_2(u_s)$	$E_3(u_s)$	$E_4(u_s)$	$E_5(u_s)$
0-65	0-3580 74	0-5554 85	0-2430 63	0-1798 55	0-1394 46
0-66	0-3586 72	0-5469 86	0-2367 61	0-1743 52	0-1348 47
0-67	0-3434 72	0-6383 85	0-2306 61	0-1691 52	0-1301 43
0-68	0-3362 70	0-6298 86	0-2245 59	0-1639 49	0-1258 44
0-69	0-3292 70	0-6212 86	0-2186 57	0-1590 49	0-1214 41
0-70	0-3222 69	0-6126 86	0-2129 57	0-1541 48	0-1173 40
0-71	0-3153 67	0-6040 95	0-2072 55	0-1493 45	0-1133 40
0-72	0-3086 67	0-5953 85	0-2017 54	0-1448 46	0-1093 37
0-73	0-3019 66	0-5869 86	0-1963 53	0-1402 44	0-1056 36
0-74	0-2953 65	0-5783 85	0-1910 52	0-1358 43	0-1020 35
0-75	0-2888 63	0-5698 86	0-1858 51	0-1315 40	0-0985 37
0-76	0-2825 63	0-5612 85	0-1807 49	0-1275 41	0-0948 33
0-77	0-2762 62	0-5527 85	0-1758 48	0-1234 39	0-0915 32
0-78	0-2700 61	0-5442 85	0-1710 48	0-1195 38	0-0883 32
0-79	0-2639 60	0-5357 85	0-1662 46	0-1157 37	0-0852 31
0-80	0-2579 59	0-5273 84	0-1616 45	0-1120 36	0-0822 30
0-81	0-2520 58	0-5189 84	0-1571 44	0-1084 35	0-0792 28
0-82	0-2462 57	0-5105 84	0-1527 43	0-1049 34	0-0764 27
0-83	0-2405 56	0-5021 83	0-1484 43	0-1015 33	0-0737 27
0-84	0-2349 56	0-4938 83	0-1441 41	0-0982 32	0-0710 26
0-85	0-2293 54	0-4855 82	0-1400 40	0-0950 31	0-0684 24
0-86	0-2239 53	0-4773 82	0-1360 39	0-0919 30	0-0660 24
0-87	0-2186 53	0-4691 81	0-1321 38	0-0889 29	0-0636 24
0-88	0-2133 51	0-4610 81	0-1283 38	0-0860 29	0-0612 22
0-89	0-2082 51	0-4529 80	0-1245 36	0-0831 28	0-0590 22
0-90	0-2031 50	0-4449 80	0-1209 36	0-0803 27	0-0568 21
0-91	0-1981 49	0-4369 79	0-1173 34	0-0776 26	0-0547 20
0-92	0-1932 48	0-4290 79	0-1139 34	0-0750 25	0-0527 20
0-93	0-1884 47	0-4211 78	0-1105 33	0-0725 25	0-0507 19
0-94	0-1837 46	0-4133 77	0-1072 32	0-0700 23	0-0488 18
0-95	0-1791 45	0-4056 77	0-1040 32	0-0677 23	0-0470 18
0-96	0-1746 45	0-3979 76	0-1008 30	0-0654 23	0-0452 17
0-97	0-1701 43	0-3903 76	0-0978 30	0-0631 22	0-0435 16
0-98	0-1658 43	0-3827 74	0-0948 29	0-0609 21	0-0419 16
0-99	0-1615 42	0-3753 74	0-0919 28	0-0588 21	0-0403 16
1-00	0-1573 42	0-3679 74	0-0891 28	0-0568 20	0-0388 15

u_q	$E_1(u)$	$E_2(u)$	$E_3(u)$	$E_4(u)$	$E_5(u)$
1-00	0-1573 41	0-3679 73	0-0891 28	0-0568 20	0-0388 15
1-01	0-1532 40	0-3606 73	0-0863 27	0-0548 19	0-0373 15
1-02	0-1492 39	0-3533 72	0-0836 26	0-0529 19	0-0358 14
1-03	0-1453 39	0-3461 70	0-0810 25	0-0510 18	0-0344 13
1-04	0-1414 38	0-3391 71	0-0785 25	0-0492 17	0-0331 13
1-05	0-1376 37	0-3320 69	0-0760 24	0-0475 17	0-0318 12
1-06	0-1339 36	0-3251 68	0-0736 23	0-0458 16	0-0306 12
1-07	0-1303 36	0-3183 68	0-0713 23	0-0442 16	0-0294 12
1-08	0-1267 35	0-3115 67	0-0690 22	0-0426 15	0-0282 11
1-09	0-1232 34	0-3048 66	0-0668 22	0-0411 15	0-0271 10
1-10	0-1198 66	0-2982 130	0-0646 41	0-0396 29	0-0261 21
1-12	0-1132 63	0-2852 126	0-0605 39	0-0367 26	0-0240 19
1-14	0-1069 60	0-2726 122	0-0566 37	0-0341 25	0-0221 17
1-16	0-1009 57	0-2604 119	0-0529 35	0-0316 23	0-0204 16
1-18	0-0952 55	0-2485 116	0-0494 32	0-0293 21	0-0188 15
1-20	0-0897 52	0-2369 112	0-0462 31	0-0272 20	0-0173 14
1-22	0-0845 50	0-2257 108	0-0431 29	0-0252 19	0-0159 13
1-24	0-0795 47	0-2149 105	0-0402 28	0-0235 18	0-0146 12
1-26	0-0748 45	0-2044 101	0-0374 25	0-0215 16	0-0134 11
1-28	0-0703 43	0-1943 98	0-0349 24	0-0199 15	0-0123 10
1-30	0-0660 41	0-1845 94	0-0325 23	0-0184 14	0-0113 9
1-32	0-0619 38	0-1751 91	0-0302 21	0-0170 14	0-0104 9
1-34	0-0581 36	0-1660 87	0-0281 20	0-0156 12	0-0095 8
1-36	0-0545 35	0-1573 84	0-0261 19	0-0144 11	0-0087 7
1-38	0-0510 33	0-1489 80	0-0242 17	0-0133 11	0-0080 7
1-40	0-0477 31	0-1409 78	0-0225 17	0-0122 9	0-0073 7
1-42	0-0446 29	0-1331 74	0-0208 15	0-0113 9	0-0066 5
1-44	0-0417 28	0-1257 71	0-0193 14	0-0104 9	0-0061 6
1-46	0-0389 26	0-1186 67	0-0179 14	0-0095 8	0-0055 5
1-48	0-0363 24	0-1119 65	0-0165 12	0-0087 7	0-0050 4
1-50	0-0339 23	0-1054 62	0-0153 12	0-0080 7	0-0046 4
1-52	0-0316 22	0-0992 59	0-0141 11	0-0073 6	0-0042 4
1-54	0-0294 20	0-0933 56	0-0130 10	0-0067 5	0-0038 3
1-56	0-0274 19	0-0877 53	0-0120 9	0-0062 5	0-0035 3
1-58	0-0255 18	0-0824 51	0-0111 9	0-0057 5	0-0032 3
1-60	0-0237 18	0-0773 51	0-0102 9	0-0052 5	0-0029 3

u_3	$E_1(u)$	$E_2(u)$	$E_3(u)$	$E_4(u)$	$E_5(u)$
1-60	0-0237	0-0773	0-0102	0-0052	0-0029
1-62	0-0220	0-0725	0-0094	0-0047	0-0026
1-64	0-0204	0-0679	0-0087	0-0043	0-0024
1-66	0-0189	0-0636	0-0080	0-0039	0-0022
1-68	0-0175	0-0595	0-0073	0-0036	0-0020
1-70	0-0162	0-0556	0-0067	0-0033	0-0018
1-72	0-0150	0-0519	0-0062	0-0030	0-0016
1-74	0-0139	0-0484	0-0057	0-0027	0-0015
1-76	0-0128	0-0452	0-0052	0-0025	0-0013
1-78	0-0118	0-0421	0-0048	0-0023	0-0012
1-80	0-0109	0-0392	0-0044	0-0021	0-0011
1-84	0-0093	0-0339	0-0036	0-0017	0-0009
1-88	0-0078	0-0292	0-0030	0-0014	0-0007
1-92	0-0066	0-0251	0-0025	0-0011	0-0006
1-96	0-0056	0-0215	0-0021	0-0009	0-0005
2-00	0-0047	0-0183	0-0017	0-0007	0-0004
2-10	0-0030	0-0122	0-0011	0-0005	0-0002
2-20	0-0019	0-0079	0-0006	0-0003	0-0001
2-30	0-0012	0-0050	0-0004	0-0002	0-0001
2-40	0-0007	0-0032	0-0002	0-0001	0-0000
2-50	0-0004	0-0019	0-0001	0-0000	0-0000
2-60	0-0002	0-0012	0-0001	0-0000	0-0000
2-70	0-0001	0-0007	0-0000	0-0000	0-0000
2-80	0-0001	0-0004	0-0000	0-0000	0-0000
2-90	0-0000	0-0002	0-0000	0-0000	0-0000
3-00	0-0000	0-0001	0-0000	0-0000	0-0000

BILAGA 5

Sambandet mellan ϵ_1 och $W(\epsilon_1)$.

$$\epsilon_1 = \frac{T \cdot t}{r_w^2 \cdot S}$$

r_w = pumpbrunnens effektiva radie

S = magasinskoefficient

T = transmissivitet ($k \cdot H$)

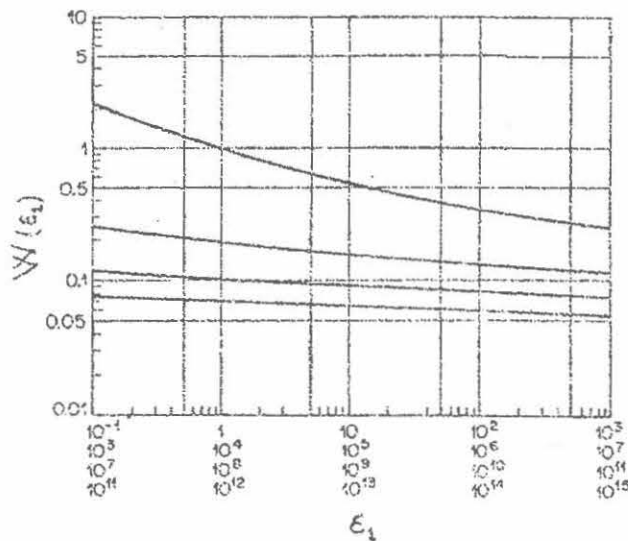
k = permeabilitet

H = vattenförande sektionens mäktighet

t = tid

Litt: Jacob och Lohman 1952

Walton 1970



Sambandet mellan ϵ_1 och $W(\epsilon_1)$. Efter Walton 1970.

Värden på $W(\epsilon_1)$.

N	ϵ_1																
		$N \times 10^{-4}$	$N \times 10^{-3}$	$N \times 10^{-2}$	$N \times 10^{-1}$	$N \times 1$	$N \times 10$	$N \times 10^2$	$N \times 10^3$	$N \times 10^4$	$N \times 10^5$	$N \times 10^6$	$N \times 10^7$	$N \times 10^8$	$N \times 10^9$	$N \times 10^{10}$	$N \times 10^{11}$
1		56.9	18.34	6.13	2.249	0.985	0.534	0.346	0.251	0.1964	0.1608	0.1360	0.1177	0.1037	0.0927	0.0838	0.0764
2		40.4	13.11	4.47	1.716	0.803	0.461	0.311	0.222	0.1841	0.1524	0.1299	0.1131	0.1002	0.0899	0.0814	0.0744
3		33.1	10.79	3.74	1.477	0.719	0.427	0.294	0.222	0.1777	0.1479	0.1266	0.1106	0.0982	0.0883	0.0801	0.0733
4		28.7	9.41	3.30	1.333	0.667	0.405	0.281	0.215	0.1733	0.1449	0.1244	0.1089	0.0968	0.0872	0.0792	0.0726
5		25.7	8.47	3.00	1.234	0.630	0.389	0.274	0.210	0.1701	0.1426	0.1227	0.1076	0.0958	0.0864	0.0785	0.0720
6		23.5	7.77	2.78	1.150	0.602	0.377	0.268	0.206	0.1675	0.1408	0.1213	0.1066	0.0950	0.0857	0.0779	0.0716
7		21.8	7.23	2.60	1.103	0.580	0.367	0.263	0.203	0.1654	0.1393	0.1202	0.1057	0.0943	0.0851	0.0774	0.0712
8		20.4	6.79	2.46	1.057	0.562	0.359	0.258	0.200	0.1636	0.1380	0.1192	0.1049	0.0937	0.0846	0.0770	0.0709
9		19.3	6.43	2.35	1.018	0.547	0.352	0.254	0.198	0.1621	0.1369	0.1184	0.1043	0.0932	0.0842	0.0767	0.0706
10		18.3	6.13	2.25	0.985	0.534	0.346	0.251	0.196	0.1608	0.1360	0.1177	0.1037	0.0927	0.0838	0.0764	0.0704

BILAGA 6

De modifierade Bessel-funktionerna $K_0(x)$, $K_1(x)$, $I_0(x)$ och $I_1(x)$ för olika värden på x .

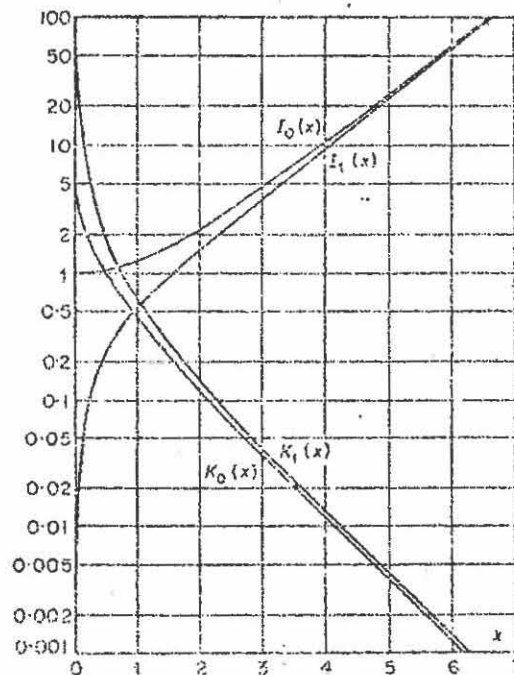
$K_0(x)$ = modifierade Besselfunktionen andra typen, nollte ordningen

$K_1(x)$ = " " " " " " " , första ordningen

$I_0(x)$ = " " " " " " " , nollte ordningen

$I_1(x)$ = " " " " " " " , första ordningen

Litt. Huisman 1972



Modifierade Besselfunktionerna.

Efter Huisman 1972.

x	$K_0(x)$	$K_1(x)$	$I_0(x)$	$I_1(x)$	x	$K_0(x)$	$K_1(x)$	$I_0(x)$	$I_1(x)$
0-00	∞	∞	1-00000	0-00000	0-50	0-92442	1-65644	1-06348	0-25789
0-01	4-72124	99-97389	1-00003	0-00500	0-51	0-90806	1-61439	1-06609	0-26338
0-02	4-02846	49-95472	1-00010	0-01030	0-52	0-89212	1-57492	1-06875	0-26889
0-03	3-62353	33-27149	1-00023	0-01500	0-53	0-87656	1-53645	1-07147	0-27441
0-04	3-33654	24-92329	1-00040	0-02000	0-54	0-86138	1-49938	1-07424	0-27996
0-05	3-11423	19-90967	1-00063	0-02501	0-55	0-84657	1-46366	1-07707	0-28553
0-06	2-93258	16-56373	1-00090	0-03031	0-56	0-83210	1-42921	1-07985	0-29112
0-07	2-77982	14-17100	1-00123	0-03502	0-57	0-81798	1-39596	1-08280	0-29673
0-08	2-64749	12-37421	1-00160	0-04003	0-58	0-80418	1-36385	1-08588	0-30237
0-09	2-53102	10-97686	1-00203	0-04505	0-59	0-79070	1-33282	1-08894	0-30802
0-10	2-42707	9-85384	1-00250	0-05006	0-60	0-77752	1-30283	1-09205	0-31370
0-11	2-33327	8-93534	1-00303	0-05508	0-61	0-76464	1-27382	1-09521	0-31941
0-12	2-24786	8-16878	1-00360	0-06011	0-62	0-75204	1-24576	1-09843	0-32514
0-13	2-16950	7-51919	1-00423	0-06514	0-63	0-73972	1-21859	1-10171	0-33089
0-14	2-09717	6-96154	1-00491	0-07017	0-64	0-72767	1-19227	1-10505	0-33667
0-15	2-03003	6-47750	1-00563	0-07521	0-65	0-71587	1-16676	1-10845	0-34247
0-16	1-96742	6-05330	1-00641	0-08026	0-66	0-70433	1-14204	1-11190	0-34830
0-17	1-90880	5-67842	1-00724	0-08531	0-67	0-69303	1-11806	1-11541	0-35415
0-18	1-85371	5-34467	1-00812	0-09036	0-68	0-68197	1-09479	1-11898	0-36003
0-19	1-80179	5-04558	1-00905	0-09543	0-69	0-67113	1-07221	1-12261	0-36594
0-20	1-75270	4-77597	1-01003	0-10050	0-70	0-66052	1-05025	1-12630	0-37188
0-21	1-70619	4-53167	1-01106	0-10558	0-71	0-65012	1-02893	1-13005	0-37784
0-22	1-66200	4-30923	1-01214	0-11067	0-72	0-63994	1-00829	1-13386	0-38384
0-23	1-61994	4-10582	1-01327	0-11576	0-73	0-62996	0-98817	1-13773	0-38986
0-24	1-57983	3-91908	1-01445	0-12087	0-74	0-62017	0-96861	1-14166	0-39591
0-25	1-54151	3-74703	1-01569	0-12598	0-75	0-61058	0-94958	1-14565	0-40199
0-26	1-50484	3-58797	1-01697	0-13110	0-76	0-60118	0-93107	1-14970	0-40810
0-27	1-46971	3-44049	1-01831	0-13623	0-77	0-59196	0-91305	1-15381	0-41425
0-28	1-43600	3-30333	1-01970	0-14138	0-78	0-58292	0-89551	1-15798	0-42042
0-29	1-40361	3-17549	1-02114	0-14653	0-79	0-57405	0-87842	1-16222	0-42663
0-30	1-37246	3-05599	1-02263	0-15169	0-80	0-56535	0-86178	1-16651	0-43286
0-31	1-34247	2-94406	1-02417	0-15687	0-81	0-55681	0-84557	1-17087	0-43914
0-32	1-31356	2-83898	1-02576	0-16206	0-82	0-54843	0-82976	1-17530	0-44544
0-33	1-28567	2-74016	1-02741	0-16726	0-83	0-54021	0-81435	1-17979	0-45178
0-34	1-25873	2-64703	1-02911	0-17247	0-84	0-53215	0-79933	1-18433	0-45815
0-35	1-23271	2-55912	1-03086	0-17769	0-85	0-52423	0-78468	1-18895	0-46456
0-36	1-20754	2-47601	1-03266	0-18293	0-86	0-51645	0-77038	1-19362	0-47100
0-37	1-18317	2-39730	1-03452	0-18818	0-87	0-50882	0-75643	1-19837	0-47748
0-38	1-15958	2-32265	1-03643	0-19345	0-88	0-50132	0-74281	1-20317	0-48399
0-39	1-13671	2-25176	1-03839	1-19873	0-89	0-49396	0-72952	1-20805	0-49054
0-40	1-11453	2-18435	1-04040	0-20403	0-90	0-48673	0-71653	1-21299	0-49713
0-41	1-09301	2-12018	1-04247	0-20934	0-91	0-47963	0-70385	1-21799	0-50375
0-42	1-07212	2-05900	1-04459	0-21466	0-92	0-47265	0-69147	1-22306	0-51041
0-43	1-05182	2-00062	1-04676	0-22001	0-93	0-46580	0-67937	1-22820	0-51712
0-44	1-03209	1-94485	1-04899	0-22537	0-94	0-45906	0-66754	1-23340	0-52386
0-45	1-01291	1-89152	1-05127	0-23074	0-95	0-45245	0-65598	1-23868	0-53064
0-46	0-99426	1-84048	1-05369	0-23614	0-96	0-44594	0-64458	1-24402	0-53746
0-47	0-97610	1-79157	1-05599	0-24155	0-97	0-43955	0-63365	1-24963	0-54432
0-48	0-95842	1-74467	1-05843	0-24698	0-98	0-43327	0-62282	1-25490	0-55123
0-49	0-94120	1-69967	1-06093	0-25243	0-99	0-42710	0-61225	1-26045	0-55817
0-50	0-92442	1-65644	1-06348	0-25789	1-00	0-42102	0-60191	1-26607	0-56516

x	$K_0(x)$	$K_1(x)$	$I_0(x)$	$I_1(x)$	x	$K_0(x)$	$K_1(x)$	$I_0(x)$	$I_1(x)$
1-00	0-42102	0-60191	1-26607	0-56316	1-50	0-21381	0-27739	1-64672	0-98167
1-01	0-41506	0-59179	1-27175	0-57219	1-51	0-21105	0-27343	1-65659	0-99163
1-02	0-40919	0-58189	1-27751	0-57926	1-52	0-20834	0-26954	1-66656	0-00166
1-03	0-40342	0-57219	1-28334	0-58638	1-53	0-20566	0-26572	1-67662	1-01178
1-04	0-39774	0-56270	1-28924	0-59354	1-54	0-20302	0-26196	1-68679	1-02197
1-05	0-39216	0-55341	1-29521	0-60075	1-55	0-20042	0-25826	1-69706	1-03224
1-06	0-38667	0-54432	1-30125	0-60801	1-56	0-19786	0-25462	1-70744	1-04259
1-07	0-38128	0-53541	1-30737	0-61531	1-57	0-19533	0-25104	1-71791	1-05302
1-08	0-37597	0-52668	1-31356	0-62265	1-58	0-19284	0-24751	1-72850	2-06354
1-09	0-37074	0-51814	1-31982	0-63005	1-59	0-19038	0-24404	1-73919	1-07413
1-10	0-36560	0-50976	1-32616	0-63749	1-60	0-18795	0-24063	1-74998	1-08481
1-11	0-36055	0-50155	1-33257	0-64498	1-61	0-18557	0-23728	1-76088	1-09557
1-12	0-35557	0-49351	1-33906	0-65252	1-62	0-18321	0-23397	1-77189	1-10642
1-13	0-35068	0-48563	1-34562	0-66011	1-63	0-18089	0-23072	1-78301	1-11735
1-14	0-34586	0-47790	1-35226	0-66775	1-64	0-17859	0-22753	1-79424	1-12837
1-15	0-34112	0-47033	1-35898	0-67544	1-65	0-17633	0-22438	1-80568	1-13948
1-16	0-33645	0-46290	1-36577	0-68318	1-66	0-17411	0-22128	1-81703	1-15067
1-17	0-33186	0-45561	1-37264	0-69098	1-67	0-17191	0-21823	1-82859	1-16195
1-18	0-32734	0-44847	1-37959	0-69882	1-68	0-16974	0-21523	1-84027	1-17323
1-19	0-32289	0-44146	1-38662	0-70672	1-69	0-16760	0-21227	1-85206	1-18479
1-20	0-31851	0-43459	1-39373	0-71468	1-70	0-16550	0-20936	1-86396	1-19635
1-21	0-31420	0-42785	1-40091	0-72269	1-71	0-16342	0-20650	1-87599	1-20800
1-22	0-30995	0-42124	1-40818	0-73075	1-72	0-16137	0-20368	1-88813	1-21974
1-23	0-30577	0-41474	1-41553	0-73887	1-73	0-15924	0-20090	1-90038	1-23158
1-24	0-20166	0-40838	1-42296	0-74705	1-74	0-15735	0-19817	1-91276	1-24351
1-25	0-29760	0-40212	1-43047	0-75528	1-75	0-15538	0-19548	1-92525	1-25554
1-26	0-29361	0-39599	1-43806	0-76357	1-76	0-15344	0-19283	1-93787	1-26766
1-27	0-28968	0-38997	1-44574	0-77192	1-77	0-15152	0-19022	1-95061	1-27989
1-28	0-28581	0-38405	1-45305	0-78033	1-78	0-14963	0-18765	1-96347	1-29221
1-29	0-28200	0-37825	1-46135	0-78880	1-79	0-14777	0-18512	1-97645	1-30464
1-30	0-27825	0-37255	1-46928	0-79733	1-80	0-14593	0-18262	1-98962	1-31717
1-31	0-27455	0-36695	1-47720	0-80592	1-81	0-14412	0-18017	2-00279	1-32980
1-32	0-27091	0-36145	1-48540	0-81457	1-82	0-14233	0-17775	2-01616	1-34252
1-33	0-26732	0-35605	1-49359	0-82329	1-83	0-14056	0-17537	2-02965	1-35537
1-34	0-26379	0-35075	1-50186	0-83206	1-84	0-13882	0-17302	2-04326	1-36831
1-35	0-26031	0-34554	1-51023	0-84090	1-85	0-13710	0-17071	2-05701	1-38136
1-36	0-25688	0-34043	1-51868	0-84981	1-86	0-13541	0-16843	2-07089	1-39452
1-37	0-25350	0-33540	1-52722	0-85878	1-87	0-13373	0-16619	2-08490	1-40778
1-38	0-25017	0-33046	1-53586	0-86782	1-88	0-13208	0-16398	2-09905	1-42116
1-39	0-24689	0-32561	1-54458	0-87692	1-89	0-13045	0-16180	2-11333	1-43465
1-40	0-24365	0-32084	1-55340	0-88609	1-90	0-12885	0-15966	2-12774	1-44824
1-41	0-24047	0-31615	1-56230	0-89533	1-91	0-12726	0-15755	2-14229	1-46196
1-42	0-23733	0-31154	1-57131	0-90464	1-92	0-12569	0-15547	2-15698	1-47578
1-43	0-23423	0-30701	1-58040	0-91402	1-93	0-12415	0-15341	2-17181	1-48972
1-44	0-23119	0-30256	1-58958	0-92346	1-94	0-12263	0-15139	2-18677	1-50378
1-45	0-22819	0-29819	1-59886	0-93298	1-95	0-12112	0-14940	2-20188	1-51796
1-46	0-22523	0-29389	1-60824	0-94257	1-96	0-11964	0-14744	2-21713	1-53225
1-47	0-22231	0-28966	1-61772	0-95223	1-97	0-11817	0-14550	2-23253	1-54666
1-48	0-21945	0-28550	1-62729	0-96197	1-98	0-11673	0-14360	2-24807	1-56120
1-49	0-21660	0-28141	1-63696	0-97178	1-99	0-11530	0-14172	2-26375	1-57586
1-50	0-21381	0-27739	1-64672	0-98167	2-00	0-11389	0-13987	2-27959	1-59064

x	$K_0(x)$	$K_1(x)$	$I_0(x)$	$I_1(x)$	x	$K_0(x)$	$K_1(x)$	$I_0(x)$	$I_1(x)$
2-00	0-11389	0-13987	2-27959	1-59064	2-50	0-06235	0-07389	3-28984	2-51672
2-01	0-11250	0-13804	2-29557	1-60554	2-51	0-06161	0-07298	3-31512	2-53965
2-02	0-11113	0-13624	2-31170	1-62057	2-52	0-06089	0-07208	3-34063	2-56278
2-03	0-10978	0-13447	2-32798	1-63573	2-53	0-06017	0-07119	3-36638	2-58612
2-04	0-10844	0-13272	2-34441	1-65102	2-54	0-05946	0-07031	3-39236	2-60967
2-05	0-10712	0-13100	2-36100	1-66643	2-55	0-05877	0-06945	3-41857	2-63342
2-06	0-10582	0-12930	2-37774	1-68198	2-56	0-05808	0-06859	3-44503	2-65739
2-07	0-10454	0-12763	2-39464	1-69766	2-57	0-05739	0-06775	3-47172	2-68156
2-08	0-10327	0-12598	2-41169	1-71347	2-58	0-05672	0-06692	3-49866	2-70595
2-09	0-10202	0-12435	2-42891	1-72942	2-59	0-05606	0-06609	3-52584	2-73056
2-10	0-10078	0-12275	2-44628	1-74550	2-60	0-05540	0-06528	3-55327	2-75538
2-11	0-09956	0-12117	2-46382	1-76172	2-61	0-05475	0-06448	3-58095	2-78043
2-12	0-09836	0-11961	2-48152	1-77808	2-62	0-05411	0-06369	3-60888	2-80570
2-13	0-09717	0-11807	2-49938	1-79458	2-63	0-05348	0-06292	3-63706	2-83119
2-14	0-09600	0-11655	2-51741	1-81122	2-64	0-05285	0-06215	3-66550	2-85691
2-15	0-09484	0-11506	2-53561	1-82800	2-65	0-05223	0-06139	3-69420	2-88286
2-16	0-09370	0-11359	2-55397	1-84492	2-66	0-05162	0-06064	3-72316	2-90904
2-17	0-09257	0-11213	2-57250	1-86199	2-67	0-05102	0-05990	3-75238	2-93545
2-18	0-09145	0-11070	2-59121	1-87921	2-68	0-05042	0-05917	3-78187	2-96210
2-19	0-09035	0-10929	2-61009	1-89658	2-69	0-04984	0-05845	3-81163	2-98898
2-20	0-08927	0-10790	2-62914	1-82800	2-70	0-04926	0-05774	3-84165	3-01611
2-21	0-08820	0-10652	2-64837	1-93176	2-71	0-04868	0-05704	3-87195	3-04347
2-22	0-08714	0-10517	2-66778	1-94958	2-72	0-04811	0-05634	3-90252	3-07109
2-23	0-08609	0-10383	2-68736	1-96755	2-73	0-04755	0-05566	3-93337	3-09894
2-24	0-08506	0-10252	2-70713	1-98568	2-74	0-04700	0-05498	3-96450	3-12705
2-25	0-08404	0-10122	2-72708	2-00397	2-75	0-04645	0-05432	3-99591	3-15541
2-26	0-08304	0-09993	2-74721	2-02241	2-76	0-04592	0-05366	4-02761	3-18402
2-27	0-08204	0-09867	2-76753	2-04101	2-77	0-04538	0-05301	4-05959	3-21289
2-28	0-08106	0-09742	2-78803	2-05978	2-78	0-04485	0-05237	4-09187	3-24202
2-29	0-08010	0-09620	2-80872	2-07871	2-79	0-04433	0-05174	4-12444	3-27140
2-30	0-07914	0-09498	2-82961	2-09780	2-80	0-04382	0-05111	4-15730	3-30105
2-31	0-07820	0-09379	2-85068	2-11706	2-81	0-04331	0-05050	4-19046	3-33097
2-32	0-07726	0-09261	2-87195	2-13648	2-82	0-04281	0-04989	4-22392	3-36116
2-33	0-07634	0-09144	2-89341	2-15608	2-83	0-04231	0-04929	4-25768	3-39161
2-34	0-07544	0-09029	2-91507	2-17585	2-84	0-04182	0-04869	4-29175	3-42234
2-35	0-07454	0-08916	2-93693	2-19578	2-85	0-04134	0-04811	4-32613	3-45335
2-36	0-07365	0-08804	2-95899	2-21590	2-86	0-04086	0-04753	4-36082	3-48463
2-37	0-07278	0-08694	2-98125	2-23619	2-87	0-04039	0-04696	4-39582	3-51620
2-38	0-07191	0-08586	3-00371	2-25665	2-88	0-03992	0-04639	4-43114	3-54805
2-39	0-07106	0-08478	3-02638	2-27730	2-89	0-03946	0-04584	4-46678	3-58018
2-40	0-07022	0-08372	3-04926	2-29812	2-90	0-03901	0-04529	4-50275	3-61261
2-41	0-06939	0-08268	3-07234	2-31913	2-91	0-03856	0-04474	4-53904	3-64532
2-42	0-06856	0-08165	3-09564	2-34033	2-92	0-03811	0-04421	4-57566	3-67834
2-43	0-06775	0-08063	3-11915	2-36170	2-93	0-03767	0-04368	4-61261	3-71164
2-44	0-06695	0-07963	3-14287	2-38327	2-94	0-03724	0-04316	4-64989	3-74523
2-45	0-06616	0-07864	3-16682	2-40503	2-95	0-03681	0-04264	4-68751	3-77916
2-46	0-06538	0-07767	3-19098	2-42698	2-96	0-03638	0-04213	4-72547	3-81338
2-47	0-06461	0-07670	3-21536	2-44912	2-97	0-03597	0-04163	4-76378	3-84791
2-48	0-06384	0-07575	3-23996	2-47145	2-98	0-03555	0-04113	4-80243	3-88275
2-49	0-06309	0-07482	3-26479	2-49398	2-99	0-03514	0-04064	4-84144	3-91790
2-50	0-06235	0-07389	3-28984	2-51672	3-00	0-03474	0-04016	4-88079	3-95337

x	$K_0(x)$	$K_1(x)$	$I_0(x)$	$I_1(x)$	x	$K_0(x)$	$K_1(x)$	$I_0(x)$	$I_1(x)$
3-00	0-03474	0-04016	4-88079	3-95137	3-50	0-01960	0-02224	7-37820	6-20583
3-01	0-05434	0-03968	4-92050	3-98916	3-51	0-01932	0-02198	7-44014	6-26214
3-02	0-03395	0-03921	4-96038	4-02828	3-52	0-01916	0-02173	7-50345	6-31897
3-03	0-03356	0-03874	5-00101	4-06172	3-53	0-01894	0-02147	7-56692	6-37631
3-04	0-03317	0-03828	5-04181	4-09849	3-54	0-01873	0-02123	7-63098	6-43418
3-05	0-03279	0-03782	5-08298	4-13559	3-55	0-01852	0-02098	7-69561	6-49258
3-06	0-03241	0-03738	5-12453	4-17303	3-56	0-01831	0-02074	7-76083	6-55152
3-07	0-03204	0-03693	5-16644	4-21031	3-57	0-01810	0-02050	7-82664	6-61099
3-08	0-03168	0-03649	5-20874	4-24893	3-58	0-01790	0-02026	7-89385	6-67101
3-09	0-03131	0-03606	5-25142	4-28739	3-59	0-01770	0-02003	7-96006	6-73159
3-10	0-03095	0-03563	5-29449	4-32621	3-60	0-01750	0-01979	8-02768	6-79271
3-11	0-03060	0-03521	5-33795	4-36537	3-61	0-01730	0-01957	8-09592	6-85443
3-12	0-03025	0-03480	5-38180	4-40489	3-62	0-01711	0-01934	8-16477	6-91666
3-13	0-02990	0-03438	5-42605	4-44477	3-63	0-01692	0-01912	8-23425	6-97949
3-14	0-02956	0-03398	5-47070	4-48501	3-64	0-01673	0-01890	8-30437	7-04289
3-15	0-02922	0-03358	5-51575	4-52562	3-65	0-01654	0-01868	8-37511	7-10688
3-16	0-02889	0-03318	5-56121	4-56560	3-66	0-01635	0-01846	8-44651	7-17143
3-17	0-02856	0-03279	5-60708	4-60794	3-67	0-01617	0-01825	8-51855	7-23662
3-18	0-02824	0-03240	5-65337	4-64967	3-68	0-01599	0-01804	8-59124	7-30239
3-19	0-02791	0-03202	5-70008	4-69177	3-69	0-01581	0-01783	8-66460	7-36876
3-20	0-02759	0-03164	5-74721	4-73425	3-70	0-01563	0-01763	8-73862	7-43575
3-21	0-02728	0-03127	5-79476	4-77113	3-71	0-01546	0-01743	8-81331	7-50334
3-22	0-02697	0-03090	5-84275	4-82039	3-72	0-01528	0-01722	8-88869	7-57156
3-23	0-02666	0-03054	5-89117	4-86404	3-73	0-01511	0-01703	8-96475	7-64041
3-24	0-02636	0-03018	5-94003	4-90809	3-74	0-01494	0-01683	9-04150	7-70969
3-25	0-02606	0-02983	5-98934	4-95255	3-75	0-01477	0-01664	9-11895	7-78002
3-26	0-02576	0-02948	6-03909	4-99740	3-76	0-01461	0-01645	9-19710	7-85078
3-27	0-02547	0-02913	6-08929	5-04267	3-77	0-01445	0-01626	9-27596	7-92220
3-28	0-02518	0-02879	6-13994	5-08835	3-78	0-01428	0-01607	9-35555	7-99428
3-29	0-02489	0-02845	6-19105	5-13444	3-79	0-01412	0-01589	9-43585	8-06701
3-30	0-02461	0-02812	6-24263	5-18096	3-80	0-01397	0-01571	9-51689	8-14042
3-31	0-02433	0-02779	6-29467	5-22790	3-81	0-01381	0-01553	9-59866	8-21451
3-32	0-02405	0-02746	6-34719	5-27527	3-82	0-01365	0-01535	9-68113	8-28928
3-33	0-02378	0-02714	6-40018	5-32306	3-83	0-01350	0-01517	9-76445	8-36474
3-34	0-02351	0-02682	6-45365	5-37130	3-84	0-01333	0-01500	9-84848	8-44089
3-35	0-02325	0-02651	6-50761	5-41998	3-85	0-01320	0-01483	9-93327	8-51775
3-36	0-02298	0-02620	6-56205	5-46910	3-86	0-01306	0-01466	10-01883	8-59531
3-37	0-02272	0-02589	6-61699	5-51866	3-87	0-01291	0-01449	10-10518	8-67359
3-38	0-02246	0-02559	6-67243	5-56868	3-88	0-01277	0-01432	10-19251	8-75259
3-39	0-02221	0-02529	6-72837	5-61916	3-89	0-01262	0-01416	10-28024	8-83232
3-40	0-02196	0-02500	6-78481	5-67010	3-90	0-01248	0-01400	10-36895	8-91279
3-41	0-02171	0-02471	6-84177	5-72151	3-91	0-01234	0-01384	10-45849	8-99400
3-42	0-02146	0-02442	6-89924	5-77338	3-92	0-01221	0-01368	10-54884	9-07595
3-43	0-02122	0-02414	6-95724	5-82573	3-93	0-01207	0-01353	10-64001	9-15867
3-44	0-02098	0-02385	7-01576	5-87856	3-94	0-01194	0-01337	10-73202	9-24215
3-45	0-02074	0-02358	7-07481	5-93187	3-95	0-01180	0-01322	10-82486	9-32640
3-46	0-02051	0-02330	7-13440	5-98567	3-96	0-01167	0-01307	10-91855	9-41143
3-47	0-02028	0-02303	7-19453	6-03996	3-97	0-01154	0-01292	11-01309	9-49724
3-48	0-02005	0-02276	7-25520	6-09475	3-98	0-01141	0-01277	11-10839	9-58334
3-49	0-01982	0-02250	7-31642	6-15004	3-99	0-01129	0-01263	11-20477	9-67125
3-50	0-01960	0-02224	7-37820	6-20583	4-00	0-01116	0-01248	11-30192	9-75947

x	$K_0(x)$	$K_1(x)$	$I_0(x)$	$I_1(x)$	x	$K_0(x)$	$K_1(x)$	$I_0(x)$	$I_1(x)$
4-00	0-01116	0-01248	11-30192	9-75947	4-50	0-00640	0-00708	17-43117	15-38922
4-01	0-01104	0-01234	11-39996	9-83849	4-51	0-00633	0-00700	17-63577	15-53049
4-02	0-01091	0-01220	11-49889	9-93835	4-52	0-00626	0-00692	17-79179	15-67307
4-03	0-01079	0-01206	11-59873	10-03903	4-53	0-00619	0-00684	17-94924	15-81698
4-04	0-01067	0-01193	11-69948	10-12055	4-54	0-00612	0-00677	18-10813	15-96223
4-05	0-01055	0-01179	11-80114	10-21292	4-55	0-00606	0-00669	18-26848	16-10883
4-06	0-01044	0-01166	11-90374	10-30614	4-56	0-00599	0-00662	18-43031	16-25679
4-07	0-01032	0-01152	12-00727	10-40023	4-57	0-00592	0-00654	18-59362	16-40014
4-08	0-01021	0-01139	12-11175	10-49519	4-58	0-00586	0-00647	18-75844	16-55887
4-09	0-01009	0-01126	12-21718	10-59102	4-59	0-00579	0-00640	18-92477	16-70901
4-10	0-00998	0-01114	12-32357	10-68774	4-60	0-00573	0-00633	19-09262	16-86256
4-11	0-00987	0-01101	12-43093	10-78536	4-61	0-00567	0-00625	19-26202	17-01755
4-12	0-00976	0-01089	12-53928	10-88388	4-62	0-00561	0-00618	19-43298	17-17398
4-13	0-00965	0-01076	12-64862	10-98331	4-63	0-00554	0-00612	19-60551	17-33187
4-14	0-00954	0-01064	12-75895	11-08367	4-64	0-00548	0-00605	19-77962	17-49123
4-15	0-00944	0-01052	12-87029	11-18495	4-65	0-00542	0-00598	19-95534	17-65207
4-16	0-00933	0-01040	12-98265	11-28717	4-66	0-00536	0-00591	20-13267	17-81442
4-17	0-00923	0-01028	13-09604	11-39034	4-67	0-00530	0-00585	20-31163	17-97827
4-18	0-00913	0-01017	13-21046	11-49447	4-68	0-00525	0-00578	20-49224	18-14366
4-19	0-00903	0-01005	13-32593	11-59966	4-69	0-00519	0-00572	20-67451	18-31059
4-20	0-00893	0-00994	13-44246	11-70562	4-70	0-00513	0-00565	20-85846	18-47907
4-21	0-00883	0-00983	13-56005	11-81267	4-71	0-00508	0-00559	21-04410	18-64913
4-22	0-00873	0-00971	13-67871	11-92071	4-72	0-00502	0-00553	21-23144	18-82077
4-23	0-00863	0-00961	13-79846	12-02975	4-73	0-00497	0-00547	21-42052	18-99401
4-24	0-00854	0-00950	13-91931	12-13980	4-74	0-00491	0-00541	21-61133	19-16887
4-25	0-00844	0-00939	14-04126	12-25087	4-75	0-00486	0-00535	21-80390	19-34536
4-26	0-00835	0-00928	14-16433	12-36298	4-76	0-00480	0-00529	21-99824	19-52350
4-27	0-00826	0-00918	14-28853	12-47612	4-77	0-00475	0-00523	22-19457	19-70330
4-28	0-00817	0-00908	14-41386	12-59032	4-78	0-00470	0-00517	22-39231	19-88478
4-29	0-00808	0-00897	14-54034	12-70557	4-79	0-00465	0-00511	22-59208	20-06795
4-30	0-00799	0-00887	14-66797	12-82189	4-80	0-00460	0-00506	22-79368	20-25283
4-31	0-00790	0-00877	14-79678	12-93930	4-81	0-00455	0-00500	22-99714	20-43944
4-32	0-00781	0-00867	14-92676	13-05779	4-82	0-00450	0-00494	23-20247	20-62780
4-33	0-00773	0-00856	15-05794	13-17738	4-83	0-00445	0-00489	23-40970	20-81791
4-34	0-00764	0-00845	15-19031	13-29809	4-84	0-00440	0-00483	23-61884	21-00979
4-35	0-00756	0-00838	15-32390	13-41991	4-85	0-00435	0-00478	23-82990	21-20347
4-36	0-00747	0-00829	15-45872	13-54287	4-86	0-00430	0-00473	24-04291	21-39896
4-37	0-00739	0-00820	15-59476	13-66696	4-87	0-00425	0-00468	24-25789	21-59627
4-38	0-00731	0-00810	15-73206	13-79222	4-88	0-00421	0-00462	24-47484	21-79543
4-39	0-00723	0-00801	15-87061	13-91863	4-89	0-00416	0-00457	24-69380	21-99645
4-40	0-00715	0-00792	16-01044	14-04622	4-90	0-00412	0-00452	24-91478	22-19935
4-41	0-00707	0-00783	16-15154	14-17500	4-91	0-00407	0-00447	25-13779	22-40414
4-42	0-00699	0-00775	16-29394	14-30497	4-92	0-00403	0-00442	25-36287	22-61685
4-43	0-00692	0-00766	16-43764	14-43615	4-93	0-00399	0-00437	25-59002	22-83949
4-44	0-00684	0-00757	16-58267	14-56855	4-94	0-00394	0-00432	25-81926	23-06308
4-45	0-00676	0-00749	16-72902	14-70218	4-95	0-00390	0-00428	26-05063	23-24264
4-46	0-00669	0-00740	16-87671	14-83706	4-96	0-00386	0-00423	26-28412	23-45719
4-47	0-00662	0-00732	17-02576	14-97319	4-97	0-00381	0-00418	26-51978	23-67375
4-48	0-00654	0-00724	17-17618	15-11058	4-98	0-00377	0-00414	26-75761	23-89233
4-49	0-00647	0-00716	17-32798	15-24926	4-99	0-00373	0-00409	26-99763	24-11295
4-50	0-00640	0-00708	17-48117	15-38922	5-00	0-00369	0-00404	27-23987	24-33364

x	$K_0(x)$	$K_1(x)$	$I_0(x)$	$I_1(x)$
5-0	0-003691	0-004045	27-239872	24-355642
5-1	0-003308	0-003619	29-738855	26-680436
5-2	0-002966	0-003239	32-583593	29-254310
5-3	0-002659	0-002900	35-648105	32-079892
5-4	0-002385	0-002597	39-008788	35-182059
5-5	0-002139	0-002326	42-694645	38-588165
5-6	0-001918	0-002083	46-737553	42-328288
5-7	0-001721	0-001866	51-172536	46-435504
5-8	0-001544	0-001673	56-038097	50-946185
5-9	0-001386	0-001499	61-376550	55-900332
6-0	0-001244	0-001344	67-234407	61-341937
6-1	0-001117	0-001205	73-662794	67-319385
6-2	0-001003	0-001081	80-717913	73-885894
6-3	0-000900	0-000969	88-461553	81-100002
6-4	0-000908	0-000869	96-961640	89-026097
6-5	0-000726	0-000780	106-292858	97-735011
6-6	0-000652	0-000700	116-537324	107-304661
6-7	0-000586	0-000628	127-785330	117-820769
6-8	0-000526	0-000564	140-136160	129-377639
6-9	0-000473	0-000506	153-698996	142-079028
7-0	0-000425	0-000454	168-593909	156-039093
7-1	0-000382	0-000408	184-952944	171-383438
7-2	0-000343	0-000366	202-921330	188-250271
7-3	0-000308	0-000329	222-658800	206-791670
7-4	0-000277	0-000295	244-341043	227-174982
7-5	0-000249	0-000265	268-161312	249-584365
7-6	0-000224	0-000238	294-332384	274-222480
7-7	0-000201	0-000214	323-087508	301-312360
7-8	0-000181	0-000192	354-684535	331-069464
7-9	0-000163	0-000173	389-406285	363-853944
8-0	0-000146	0-000155	427-564136	399-873137
8-1	0-000132	0-000140	469-500607	439-484309
8-2	0-000118	0-000126	515-592677	483-047683
8-3	0-000107	0-000113	566-255056	530-959766
8-4	0-000096	0-000101	621-944087	583-657620
8-5	0-000086	0-000091	683-161927	641-619903
8-6	0-000078	0-000082	750-461160	705-377315
8-7	0-000070	0-000074	824-449884	775-511507
8-8	0-000062	0-000066	905-797315	852-663473
8-9	0-000057	0-000060	995-239948	937-538901
9-0	0-000051	0-000054	1093-588355	1030-914723
9-1	0-000046	0-000048	1201-734657	1133-646332
9-2	0-000041	0-000043	1320-660768	1246-675533
9-3	0-000037	0-000039	1451-447466	1371-039225
9-4	0-000033	0-000035	1595-284378	1507-879402
9-5	0-000030	0-000032	1753-480291	1658-453078
9-6	0-000027	0-000028	1927-478769	1824-144695
9-7	0-000024	0-000026	2118-864504	2006-478672
9-8	0-000022	0-000023	2329-385016	2207-133683
9-9	0-000020	0-000021	2560-963353	2427-958313
10-0	0-000018	0-000019	2815-716629	2670-988304

KOMPLETTERANDE TABELL
 BESSELFUNKTIONEN $K_0(x)$

x	$K_0(x)$	x	$K_0(x)$
$1 \cdot 10^{-20}$	46,1676	$1 \cdot 10^{-6}$	13,9314
$5 \cdot 10^{-20}$	44,5582	$5 \cdot 10^{-6}$	12,3220
$1 \cdot 10^{-19}$	43,8650	$1 \cdot 10^{-5}$	11,6289
$5 \cdot 10^{-19}$	42,2556	$5 \cdot 10^{-5}$	10,0194
$1 \cdot 10^{-18}$	41,5625	$1 \cdot 10^{-4}$	9,3263
$5 \cdot 10^{-18}$	39,9530	$5 \cdot 10^{-4}$	7,7168
$1 \cdot 10^{-17}$	39,2599	$1 \cdot 10^{-3}$	7,0237
$5 \cdot 10^{-17}$	37,6504	$5 \cdot 10^{-3}$	5,4143
$1 \cdot 10^{-16}$	36,9573	$1 \cdot 10^{-2}$	4,7212
$5 \cdot 10^{-16}$	35,3479	$5 \cdot 10^{-2}$	3,1142
$1 \cdot 10^{-15}$	34,6547		
$5 \cdot 10^{-15}$	33,0453		
$1 \cdot 10^{-14}$	32,3521		
$5 \cdot 10^{-14}$	30,7427		
$1 \cdot 10^{-13}$	30,0495		
$5 \cdot 10^{-13}$	28,4401		
$1 \cdot 10^{-12}$	27,7470		
$5 \cdot 10^{-12}$	26,1375		
$1 \cdot 10^{-11}$	25,4444		
$5 \cdot 10^{-11}$	23,8349		
$1 \cdot 10^{-10}$	23,1418		
$5 \cdot 10^{-10}$	21,5323		
$1 \cdot 10^{-9}$	20,8392		
$5 \cdot 10^{-9}$	19,2298		
$1 \cdot 10^{-8}$	18,5366		
$5 \cdot 10^{-8}$	16,9272		
$1 \cdot 10^{-7}$	16,2340		

BILAGA 7

Sambandet mellan ϵ_1 och $W(\epsilon_1, \frac{r_w}{B})$ för olika värden på parametern $\frac{r_w}{B}$.

$$\epsilon_1 = \frac{T \cdot r}{r_w^2 \cdot S}$$

$$\frac{r_w}{B} = \sqrt{\frac{T \cdot m'}{k'}}$$

r_w = pumpbrunnens effektiva radie

S = magasinskoefficient

T = transmissivitet ($k \cdot H$)

k = permeabilitet

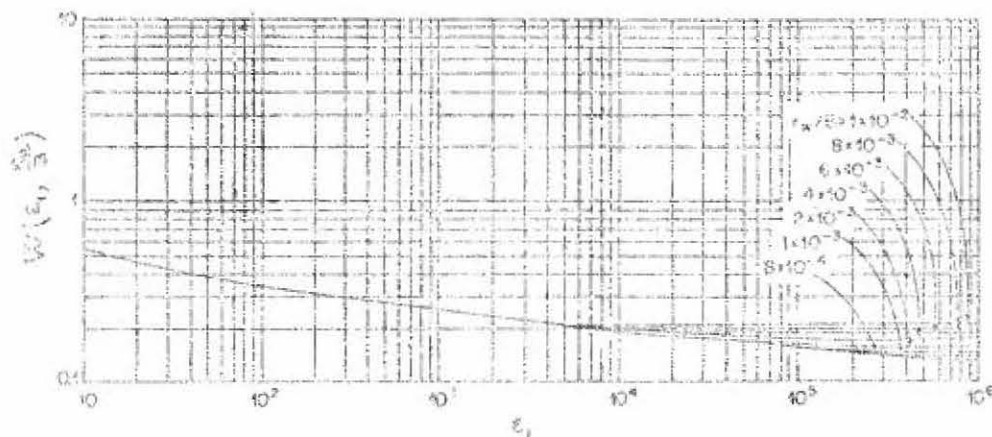
H = vattenförande sektionens mäktighet

m' = det semipermeabla lagrets mäktighet

k' = det semipermeabla lagrets vertikala permeabilitet

Litt: Hantush 1959

Walton 1970



Sambandet mellan ϵ_1 och $W(\epsilon_1)$ för olika värden på parametern $\frac{r_w}{B}$.

Efter Walton 1970.

ϵ_1	μ/B	0	1×10^{-4}	2×10^{-4}	4×10^{-4}	6×10^{-4}	8×10^{-4}	10^{-3}	2×10^{-3}	4×10^{-3}	6×10^{-3}	8×10^{-3}	10^{-2}	2×10^{-2}	4×10^{-2}	6×10^{-2}	8×10^{-2}	10^{-1}	
1×10^2		0.346																	0.346
5×10^2		0.274												0.274	0.274	0.275	0.275	0.276	0.276
1×10^3		0.251												0.251	0.252	0.252	0.254	0.255	0.255
5×10^3		0.210												0.210	0.212	0.215	0.218	0.221	0.221
1×10^4		0.196												0.196	0.197	0.200	0.204	0.209	0.216
5×10^4		0.179												0.179	0.173	0.181	0.192		
1×10^5		0.161												0.161	0.167	0.178			
5×10^5		0.143												0.143	0.143	0.144	0.145	0.148	0.161
1×10^6		0.135												0.136	0.137	0.138	0.139	0.141	0.144
5×10^6		0.123												0.123	0.124	0.128	0.133		
1×10^7		0.118												0.118	0.120	0.127			
5×10^7		0.108																	
1×10^8		0.104																	
5×10^8		0.0954	0.0958	0.104	0.104	0.105	0.106	0.108											
1×10^9		0.0927	0.0930	0.0943	0.0989														
5×10^9		0.0864	0.0859	0.0916															
1×10^{10}		0.0838	0.0867	0.0914															
5×10^{10}		0.0785																	
10×10^{10}		0.0764	0.0860	0.0914	0.0976	0.102	0.105	0.107	0.116	0.126	0.133	0.138	0.142	0.158	0.177	0.194	0.202	0.212	

BILAGA 8

Sambandet mellan u och $H(u, \psi)$ för olika värden på parametern ψ .

$$u = \frac{r^2 \cdot S}{4T \cdot t}$$

$$\psi = \frac{r}{4} \sqrt{\frac{S' \cdot k'}{T \cdot S \cdot m'}}$$

r = avstånd från pumpbrunnens centrumlinje

S = magasinskoefficient

T = transmissivitet ($k \cdot H$)

k = permeabilitet

H = vattenförande sektionens mäktighet

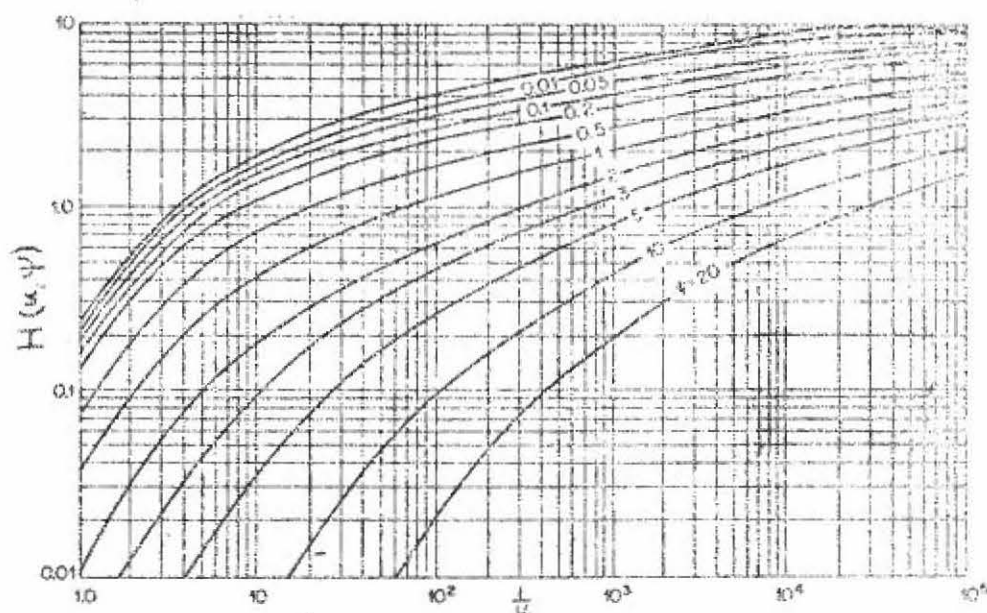
m' = det semipermeabla lagrets mäktighet

k' = det semipermeabla lagrets vertikala permeabilitet

S' = det semipermeabla lagrets magasinskoefficient

Litt: Hantush 1964

Walton 1970



Sambandet mellan $\frac{1}{u}$ och $H(u, \psi)$ för olika värden på parametern

Efter Walton 1970.

u \ Ψ	(-3)			(-2)			(-1)		
	1	2	5	1	2	5	1	2	5
1(-6)	11.9842	11.4237	10.5908	9.9259	9.2469	8.3395	7.6497	6.9390	6.0463
5(-6)	10.8958	10.4566	9.7174	9.0866	8.1751	7.5284	6.8427	6.1548	5.2459
1(-5)	10.5739	9.9987	9.3203	8.7142	8.0657	7.1771	6.4944	5.8085	4.9024
5(-5)	9.0422	8.8128	8.3171	7.8031	7.2072	6.3523	5.6821	5.0045	4.1090
1(-4)	8.4258	8.2487	7.8386	7.3803	6.8208	5.9906	5.3297	4.6581	3.7700
5(-4)	6.9273	6.8375	6.6024	6.2934	5.8561	5.1223	4.4996	3.8527	2.9933
1(-3)	6.2624	6.1969	6.0193	5.7727	5.4001	4.7290	4.1337	3.5045	2.6650
5(-3)	4.6951	4.6649	4.5786	4.4474	4.2231	3.7415	3.2483	2.6891	1.9250
1(-2)	4.0163	3.9950	3.9334	3.8374	3.6669	3.2752	2.8443	2.3325	1.6193
5(-2)	2.4590	2.4502	2.4243	2.3826	2.3040	2.1007	1.8401	1.4872	0.9540
1(-1)	1.8172	1.8116	1.7949	1.7677	1.7157	1.5768	1.3893	1.1207	0.6947
5(-1)	0.5584	0.5570	0.5530	0.5463	0.5333	0.4969	0.4436	0.3591	0.2083
1(0)	0.2189	0.2184	0.2165	0.2144	0.2097	0.1961	0.1758	0.1427	0.11(-4)
5(0)	115(-5)	114(-5)	114(-5)	112(-5)	110(-5)	104(-5)	934(-6)	763(-6)	423(-6)
10(0)	413(-8)	414(-8)	411(-8)	407(-8)	399(-8)	373(-8)	339(-8)	277(-8)	153(-8)

*The numbers in parenthesis are powers of 10 by which the other numbers are multiplied, e.g.,

u \ Ψ	(0)			(1)			(2)		
	1	2	5	1	2	5	1	2	5
1(-6)	5.3575	4.6721	3.7756	3.1110	2.4671	1.6710	1.1361	0.6879	0.2698
5(-6)	4.5617	3.8836	3.0055	2.3661	1.7633	1.0574	0.6256	0.3091	787(-4)
1(-5)	4.2212	3.5481	2.6822	2.0590	1.4816	0.8285	0.4519	0.1978	338(-4)
5(-5)	3.4394	2.7848	1.9622	1.3543	0.8994	0.4024	0.1685	494(-4)	405(-5)
1(-4)	3.1082	2.4658	1.6704	1.1359	0.6878	0.2698	963(-4)	222(-4)	107(-5)
5(-4)	2.3601	1.7604	1.0564	0.6252	0.3089	787(-4)	166(-4)	169(-5)	129(-7)
1(-3)	2.0596	1.4776	0.8271	0.4513	0.1976	388(-4)	590(-5)	361(-6)	
5(-3)	1.3767	0.8915	0.4701	0.1677	493(-4)	403(-5)	203(-6)	228(-8)	
1(-2)	1.1122	0.6775	0.2670	955(-4)	221(-4)	105(-5)	274(-7)		
5(-2)	0.5812	0.2923	755(-4)	160(-4)	164(-5)	126(-7)			
1(-1)	0.3970	0.1789	359(-4)	552(-5)	340(-6)				
5(-1)	0.1006	375(-4)	288(-5)	151(-6)	171(-8)				
1(0)	365(-4)	993(-5)	547(-6)	151(-7)					
5(0)	167(-6)	309(-7)							
10(0)									

488(-4) = 0.0488.

Institutionen för VA-teknik

Publikationsserie A

Förteckning över publikationer

- 61:1 Beräkning av den uttagbara vattenmängden från ytvattentäkter
- 61:2 Undersökning av några ringkanaler i södra Sverige.
- 61:3 Försök med ringkanaler.
- 67:1 Lukt- och smakförbättring av kemiskt fällt och snabbfiltrerat vatten medelst behandling av klor, klor-klordioxid och klordioxid.
- 67:2 Inaktivering av poliovirus med klordioxid
- 68:1 Närsaltreduktion.
- 68:2 Göteborgsregionens vattenförsörjning.
- 70:1 Om användning av spårämnesteknik vid pumpförsök.
- 70:2 Försök att med hjälp av utspädningsteknik bestämma grundvattnets skenbara medelströmhastighet.
- 70:3 Spårämnena som hjälpmedel vid grundvattenundersökningar.

Förteckning över publikationer

- 62:1 Undersökning av syreindrivnings- och strömbildningsapparat för ringkanaler, propellerluftare och valsluftare. (utgången)
- 63:1 Undersökning av syreindrivnings- och strömbildningsapparat för ringkanaler. Mammutluftare typ AIB.
- 63:2 Försök med ringkanaler. Försöksserie 3. (utgången)
- 63:3 Koagulering, sedimentering och filtrering. Försök med lamellsedimentering.
- 63:4 Försök med kemisk rening av råvatten från Göta Älv med Degrémonts pulsator.
- 63:5 Undersökning av syreindrivnings- och strömbildningsapparat för ringkanaler. Slangluftare.
- 64:1 Undersökning av olika metoder för smak- och luftförbättring.
- 64:2 Undersökning av biologiska dammar. Undersökning 1.
- 64:3 Undersökning av dygnsluftare. Syreindrivnings- och strömbildningsapparat. Rörluftare och paddelverk.
- 64:4 Undersökning av dygnsluftare. Syreindrivnings- och strömbildningsapparat. Lådluftare typ INKA.
- 64:5 Kostnader för höggradiga avloppsreningsverk.
- 64:6 Avsaltning av havsvatten.
- 64:7 Intags- och utloppsledningars konstruktiva utformning. Inventering.
- 64:8 Intags- och utloppsledningars konstruktiva utformning. Utredning.
- 65:1 Lamellsedimentering av avloppsvatten från pappersmaskiner.
- 65:2 Dimensionering av ringkanaler och långtidsluftare. I. Sammanställning av uppgifter angående användning och dimensionering av ringkanaler i Sverige.
- 66:1 Dimensionering av ringkanaler och långtidsluftare. II. Teori för behandlingsprocessen.
- 66:2 Dimensionering av ringkanaler och långtidsluftare. III. Sammanställning av resultat från i Sverige utförda undersökningar av ringkanaler. (utgången)
- 66:3 Dimensionering av ringkanaler och långtidsluftare. IV. Sammanställning av resultat från i Sverige utförda undersökningar av långtidsluftare. (utgången)
- 66:4 Koagulering, sedimentering och filtrering. Försök med lamellsedimentering. II.
- 67:1 Effekttillförselns inverkan på flockupbyggnaden. Sedimenteringsanalys som mätmetod för flockat vatten. (utgången)
- 67:2 Aluminiumsulfatåtervinning. (utgången)
- 67:3 Biodammars utformning och funktion.
- 68:1 Undersökning av dygnsluftare.
- 68:2 Hydrologisk studie av Lagans avrinningsområde.

Publikationsserie B forts.

- 69:2 Metoder för praktisk bestämning av Grundvattnets Strömhastighet.
Del I: Allmänna principer.
- 70:1 Metoder för praktisk bestämning av Grundvattnets Strömhastighet.
Del III: Fältförsök vid Gårdsryd, Nybro, Kalmar län.
Textdel och Figurbilaga.
- 71:1 Dimensionering och utformning av anläggningar för långtidsluftning.
- 71 2 Elektrolytisk dosering av aluminium vid kemisk rening av vatten.
- 72:1 Metoder för praktiskt bestämning av Grundvattnets Strömhastighet.
Del IV: Analys av icke stationär strömning vid provpumpning av icke artesisikt grundvatten. Litteraturstudie.
- 72:2 Jämförande studier av råvattenkvaliteten och reningskostnaderna i Sverige och Finland.
- 73:1 Användning av järnklorid vid renvattenframställning.
- 73:2 Grundvattenavsänkning. Del 1. Evaluering av akviferers geohydrologiska data med hjälp av provpumpningsdata.

Publikationsserie C

Förteckning över publikationer

- 67:1 Rapport beträffande undersökning av cirkulära sedimenteringsbassänger med olika periferidjup vid Nymölla bruk. (utgången)
- 67:2 Rapport beträffande olika organiska polymerers användbarhet som hjälpkoagulanter vid kemisk fällning av vatten.
- 68:1 Studium av inläckage i spillvattenledning tillhörande duplikatsystem, (Nolered-Röd), Göteborgs stad. (utgången)
- 68:2 Vattenundersökning i samband med nedläggning av sulfittfabriken i Edsvalla. (utgången)
- 68:3 Undersökning angående sulfit- sulfatluts inverkan på flockningsprocessen vid kemisk fällning för renvattenframställning.
- 68:4 Upprättandet av enhetshydrograf för ett bestämt och avgränsat nederbördsområde.
- 68:5 Primärfällning av avloppsvatten. (utgången)
- 69:1 Primärfällning av avloppsvatten. Laboratiestudium.
- 70:1 Spårämnesundersökning i markbädd vid Skredsvik, Göteborgs och Bohus län.
- 71:1 Studium av tungmetallreduktion med olika kemikalier vid avloppsvattenrening.
- 71:2 Lamellsedimentering av pappersfibrer i modellanläggning.
- 71:3 Efterfällning av avloppsvatten i pilot-plantanläggning. En jämförelse av några olika fällningskemikalier.
- 71:4 Transport, utspädning och fastläggning av föroreningar i grundvatten: Allmänna principer.
- 72:2 Årlig vattentillgång inom södra och mellersta Sverige. Frekvensberäkning av år med liten tillgång.
- 73:1 Studium av deponering av slam från Rya-verket.
- 73:2 Östra Sjukhuset, Göteborg. Inventering och sammanställning av bormningar och grundvattenundersökningar utförda av AB Jacobsson & Widmark, Göteborg, samt bedömning av lämpligt område för infiltration.