

# **Metody hydrogeologického výzkumu**

**V.**

# STANOVENÍ PROPUSTNOSTI NESATUROVANÉ ZÓNY PRO PŮDNÍ VZDUCH

ekvivalent hydrodynamických zkoušek v saturované zóně

Jacobova aproximace (zjednodušení základní Theisovy rovnice)

$$T = \frac{2,303 \cdot Q}{4 \cdot \pi \cdot \Delta s} \quad \text{stanovení transmisivity}$$

$$S_p = \frac{2,246 \cdot T \cdot t_0}{r^2} \quad \text{stanovení koeficientu pružné zásobnosti}$$

### stanovení hydraulické vodivosti prostředí pro plyn

$$K = \frac{2,303Q}{4\pi m \Delta s}$$

|            |                                 |
|------------|---------------------------------|
| $Q$        | vydatnost odsávaného vrtu       |
| $m$        | mocnost nesaturované zóny       |
| $\Delta s$ | snížení v jednom log cyklu času |

hodnota hydraulické vodivosti – ovlivněna vlastností fluida i prostředí

vlastnosti fluida ovlivňující jeho pohyb – **hustota, viskozita** (vliv  $T$  a  $P$ )

### stanovení propustnosti prostředí

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

|        |                     |
|--------|---------------------|
| $\rho$ | hustota par         |
| $\mu$  | dynamická viskozita |

## PŘÍKLAD

Určete propustnost prostředí. Mocnost nenasycené zóny je 25 m, pozorovací vrt je vzdálený od čerpaného 38 m, vydatnost odsávaného vrtu byla 105 l/s, hustota par vzduchu je 0,001 g/cm<sup>3</sup>, součinitel dynamické viskozity je 1,45·10<sup>-4</sup>. Hodnoty změřeného tlaku (jako ekvivalentní výška vodního sloupce) v čase jsou:

| t (min) | snížení (cm vody) |
|---------|-------------------|
| 2       | 0,0               |
| 3       | 0,02              |
| 5       | 0,15              |
| 6       | 0,25              |
| 7       | 0,43              |
| 9       | 0,74              |
| 11      | 1,04              |
| 14      | 1,52              |
| 18      | 2,16              |
| 21      | 2,60              |
| 26      | 3,22              |
| 31      | 3,81              |
| 41      | 4,82              |
| 46      | 5,23              |
| 61      | 6,35              |
| 101     | 8,00              |
| 166     | 9,14              |
| 306     | 10,16             |

- atmosféry – 1 atm
- pascaly – 1 Pa (kPa)
- centimetry vodního sloupce – h (cm)

$$1 \text{ atm} = 1000 \text{ cm vodního sloupce} = 10^5 \text{ Pa}$$

# PROBLEMATIKA ODVODŇOVÁNÍ A EXPLOATACE

NEUSTÁLENÉ PROUDĚNÍ PODZEMNÍ VODY

$$s = \frac{Q}{4 \cdot \pi \cdot T} \cdot W(u)$$

základní tvar Theisovy rovnice

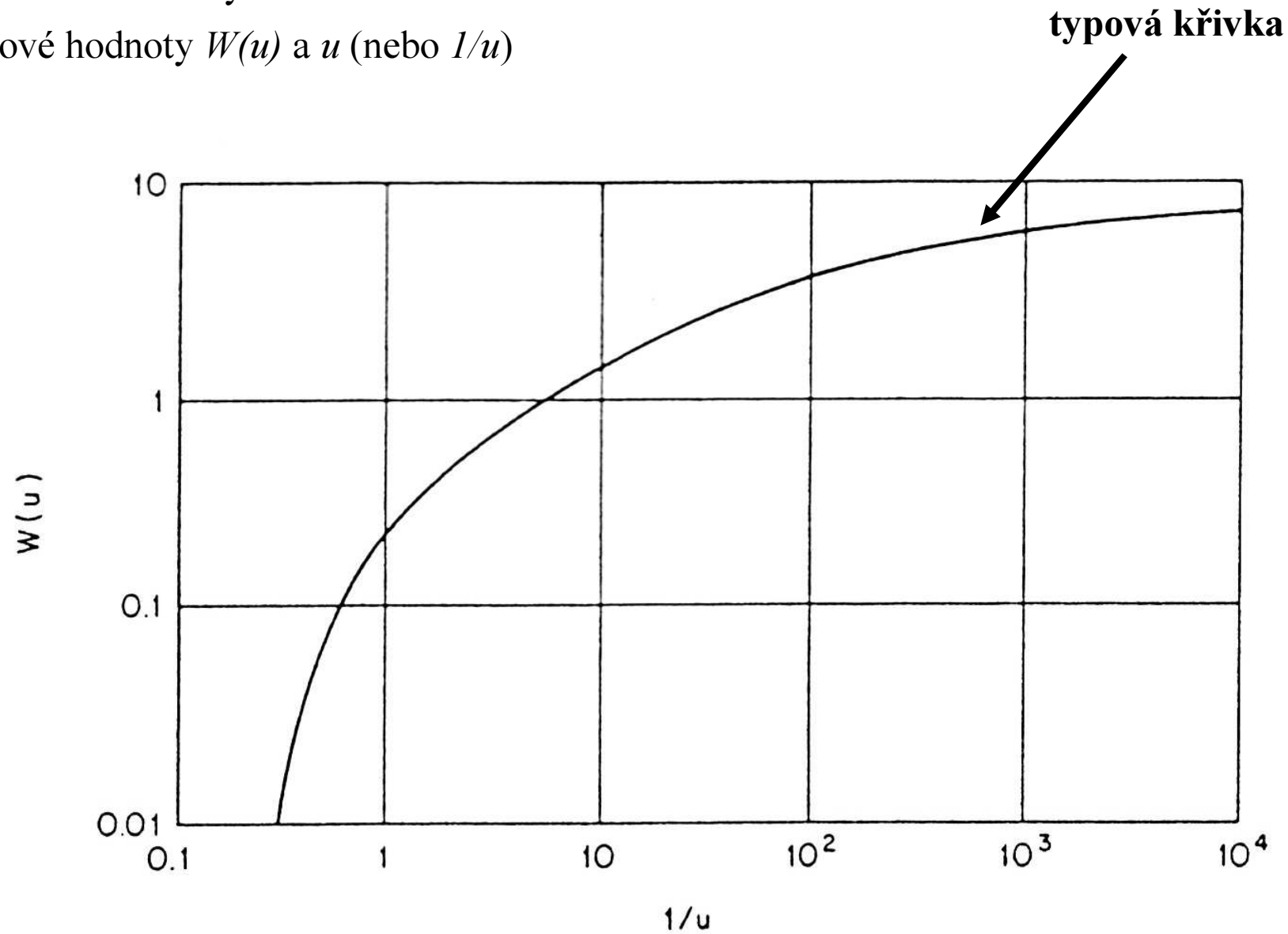
studňová funkce charakterizuje závislost bezrozměrného snížení  
na bezrozměrném čase

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

nebo

$$\frac{1}{u} = \frac{4 \cdot T}{S} \cdot \frac{t}{r^2}$$

tabelované hodnoty studňové funkce  
-párové hodnoty  $W(u)$  a  $u$  (nebo  $1/u$ )



$W(u)$  – charakterizuje odpor prostředí (snížení)

$1/u$  – charakterizuje čas (bezrozměrný čas)

## **výpočet snížení**

- výpočet z Theisovy rovnice  $s = \frac{Q}{4 \cdot \pi \cdot T} \cdot W(u)$

- při známých parametrech  $T$  a  $S$  zjistíme hodnotu argumentu  $u$   $u = \frac{r^2 \cdot S}{4 \cdot T \cdot t}$

- následně zjistíme hodnotu odpovídající hodnotu argumentu  $W(u)$   
(z tabulky hodnot Theisovy funkce nebo z grafu typové křivky)  $s = \frac{Q}{4 \cdot \pi \cdot T} \cdot W(u)$

# ZÁKON SUPERPOZICE A ŘEŠENÍ ČERPACÍCH ZKOUŠEK OVLIVNĚNÝCH OKRAJOVÝMI PODMÍNKAMI

**celkové snížení je rovno součtu všech snížení vyvolaných jednotlivými vlivy**

neexistuje nekonečná zvodněná vrstva

## **Teorie zrcadlového zobrazení (imaginárních, fiktivních vrtů)**

- vliv okrajové podmínky lze vyjádřit imaginárními (zrcadlově zobrazenými vrty)
- podle druhu okrajové podmínky má imaginární vrt čerpané množství +Q nebo -Q
- superponováním snížení (+s nebo -s) vyvolané imaginárním vrtem na snížení vyvolané čerpáním z reálného vrtu lze kalkulovat skutečné snížení v libovolné vzdálenosti od čerpaného vrtu
- platí, že imaginární vrt leží za okrajovou podmínkou, jejíž osa probíhá kolmo na spojnici imaginárního a reálného vrtu a leží uprostřed této vzdálenosti

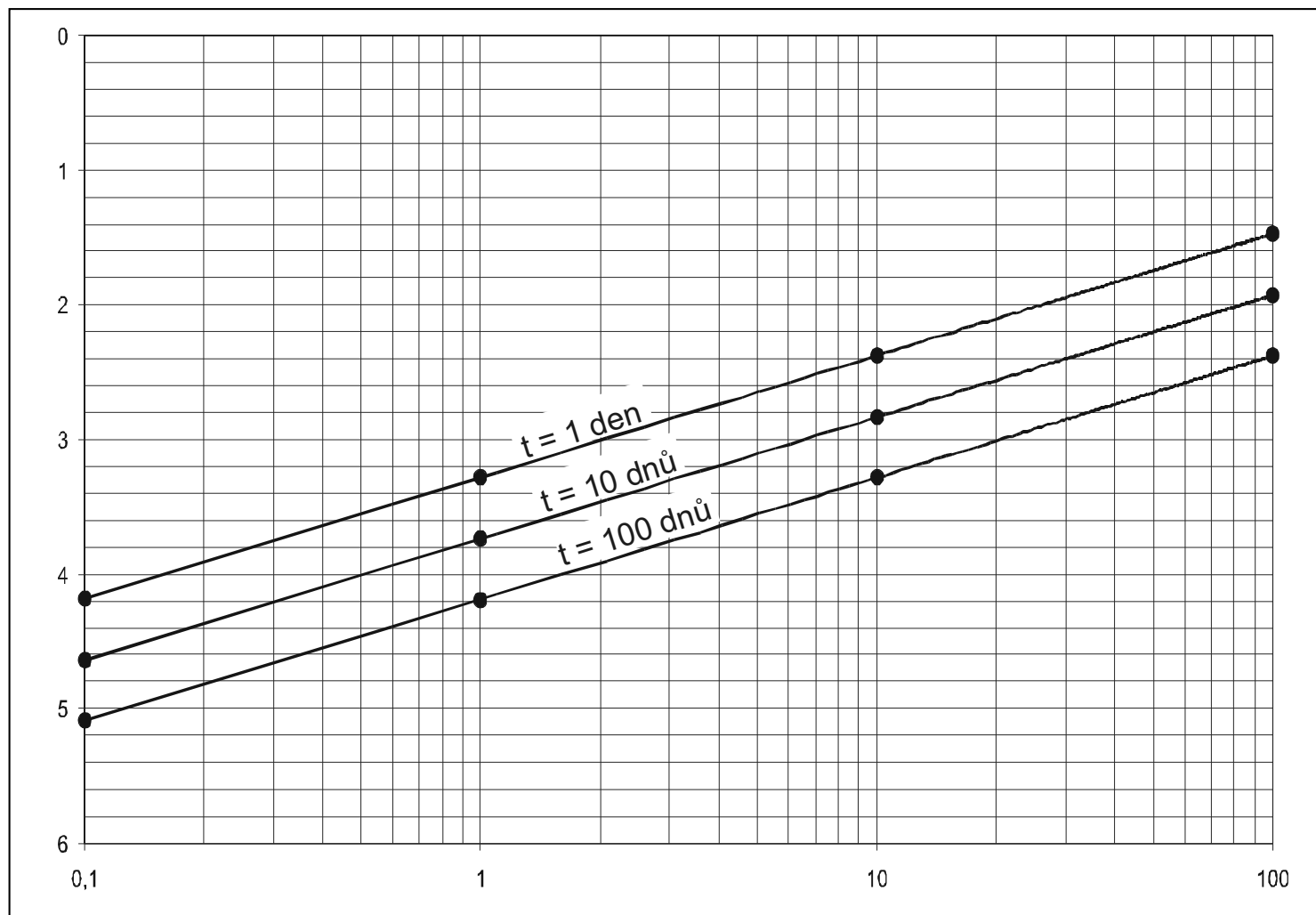
$$s = s_r \pm s_i = \frac{Q}{4 \cdot \pi \cdot T} \cdot [W(u)_r \pm W(u)_i] = \frac{Q}{4 \cdot \pi \cdot T} \sum W(u)$$



## APLIKACE ZÁKONA SUPERPOZICE V PRAXI

při známých hydraulických parametrech ( $T$  a  $S$ ) zkonstruujeme jednoduchý graf (matematický model) závislosti snížení na čase a vzdálenosti od čerpaného objektu – pro konstantní  $Q$

uvažujeme zjednodušení – jinak nutné řešit numericky



## SKUTEČNÉ SNÍŽENÍ

větší o tzv. souborné studňové ztráty – parametr  $C$  (konstanta studňových ztrát)  
způsobeny vlivem filtrační části pažnice, obsypem, apod.

v čase nemusí být konstantní – mechanické a hydrochemické vlivy – nárůst  $C$  v čase

### základní určení parametru $C$

při známých hydraulických parametrech  $T$  a  $S$  se určí teoretické snížení a srovná se se skutečným  
skutečné snížení je vždy větší o tzv. studňové ztráty

určí se účinnost čerpaného vrtu (studny) – poměr teoretického a skutečného snížení – v %

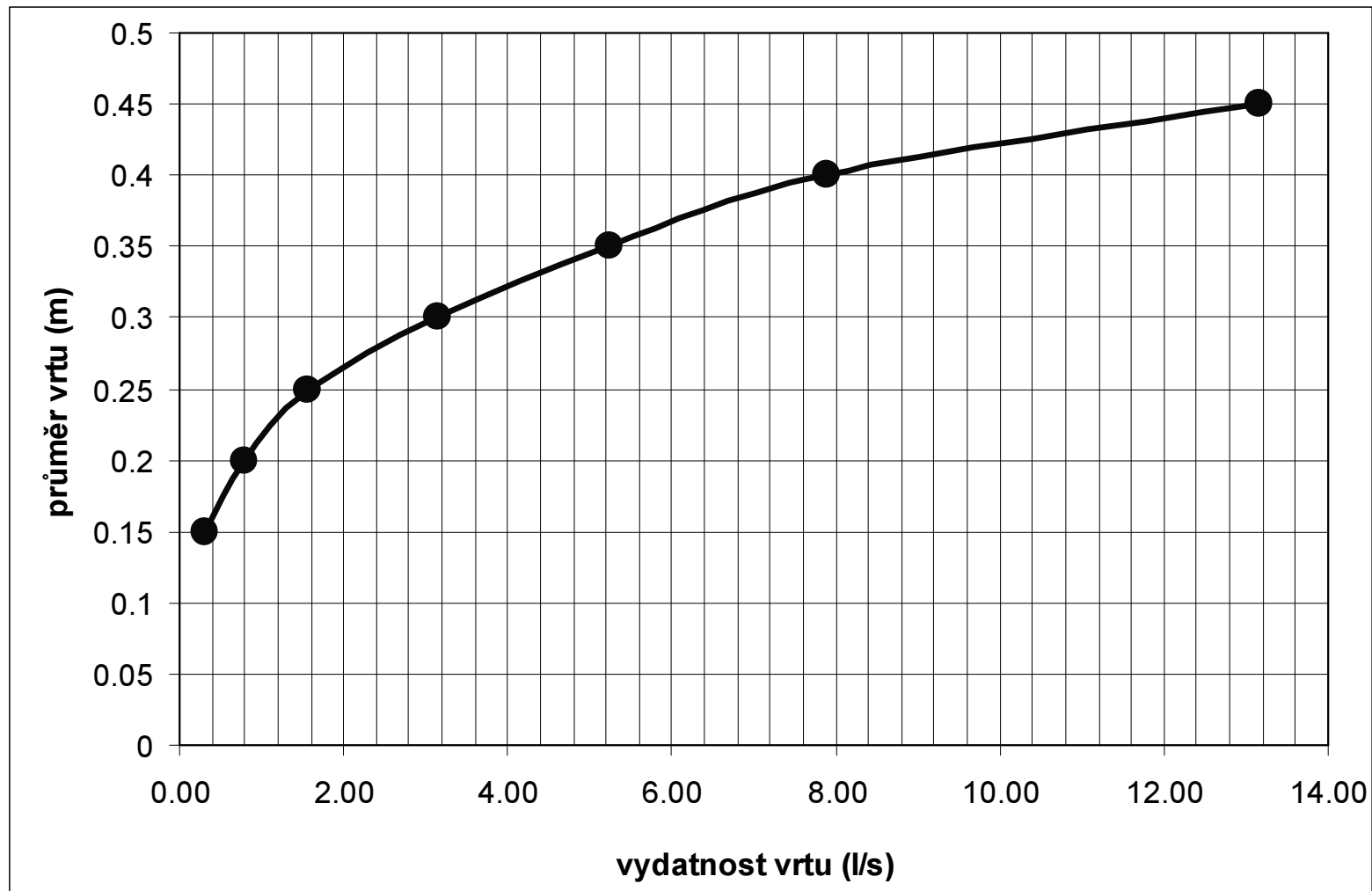
určení parametru  $C$  podle vztahu

$$C = \frac{S_w}{Q^2}$$

takto určená konstanta studňových ztrát je platná pouze pro dané  $Q$

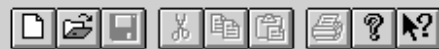
nejvhodnější metoda – vyhodnocení stupňovité čerpací zkoušky – určení průměrné hodnoty  $C$   
nebo studňových ztrát, současně jsou k dispozici hodnoty pro více  $Q$

## DOPORUČENÉ PRŮMĚRY VRTU PŘI RŮZNÝCH VYDATNOSTECH



### Využití

- např. vrt o průměru 0,25 m nebude ve skutečnosti dávat vydatnost 1,58 l/s (kontrolováno *T*)
- ten stejný vrt není schopen dávat vydatnost např. 3 l/s



**Input Menu For WELLz** [Close]

JOB\_TITLE

**1. Unit Parameters**

Length  Feet  Meters

Time  Minutes  Days

T  Ft<sup>2</sup>/day  M<sup>2</sup>/day

K  Ft/day  M/day

Gal./Min  Ft<sup>3</sup>/day  M<sup>3</sup>/day

**2. Region Dimension**

Xmin  Xmax  Ymin  Ymax

No. of Grids in X Direction (<60)  No. of Grids in Y Direction (<60)

**3. Aquifer Types**  Theis-confined  Theis-unconfined  Leaky-confined

**4. Pumping-time**



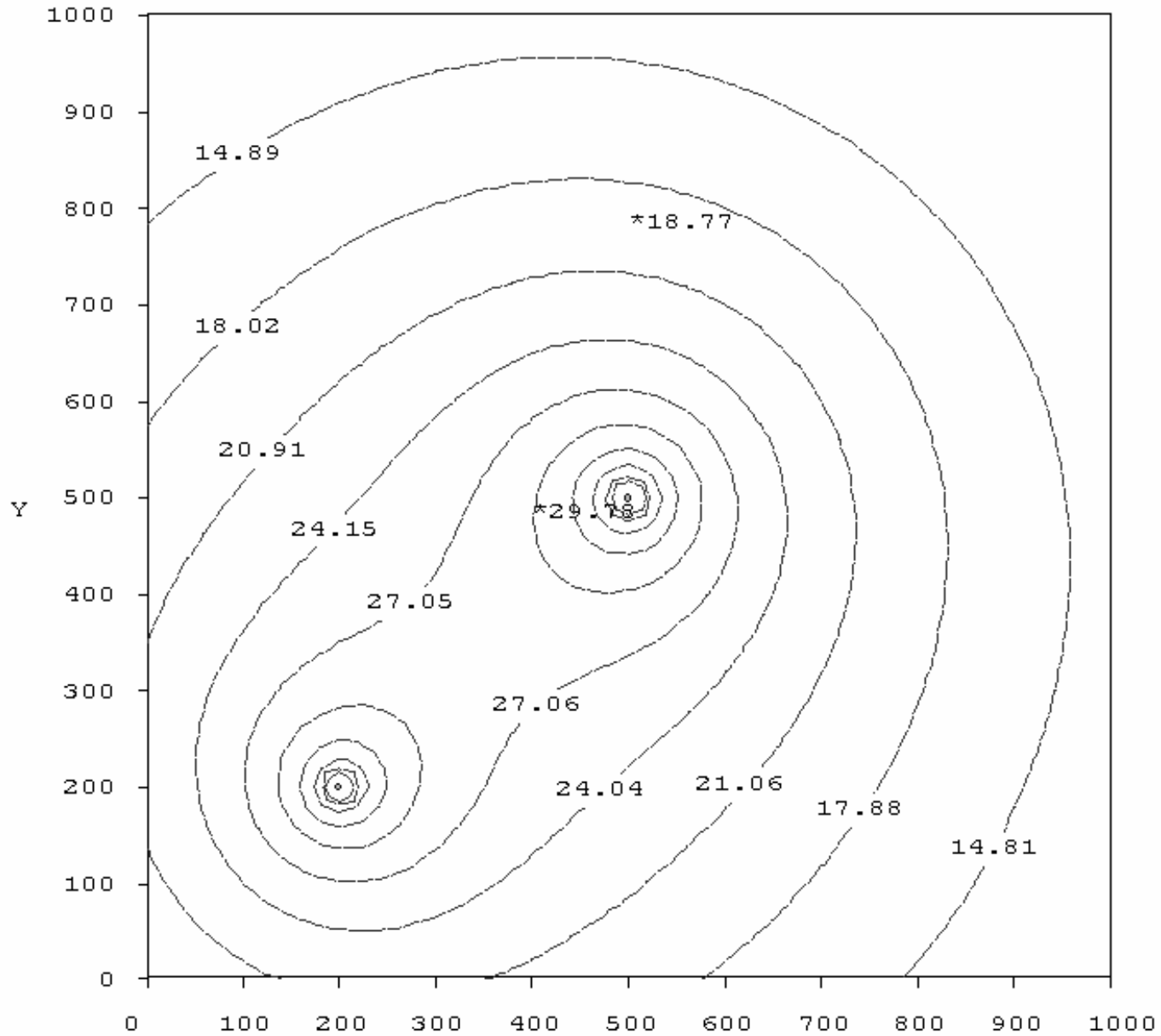
**A Theis-unconfined Aquifer** [X]

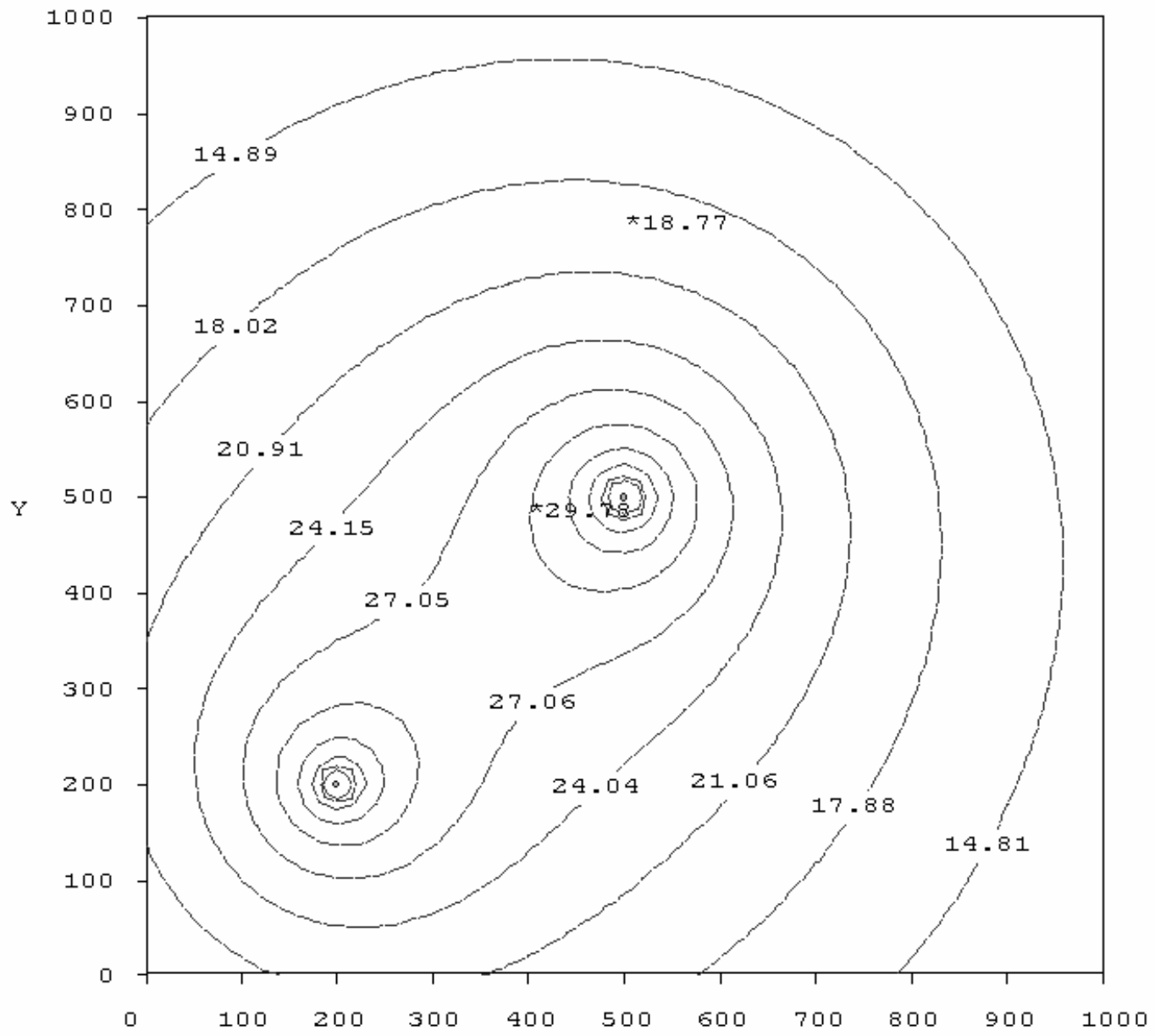
|                        |  |
|------------------------|--|
| Hydraulic conductivity | <input type="text" value="50.00"/>     |
| Thickness              | <input type="text" value="20.000000"/> |
| Specific Yield         | <input type="text" value="0.000100"/>  |



**Wells (No. of Wells <50)** [X]

| Well No. | X      | Y      | Pumping Rate |
|----------|--------|--------|--------------|
| #1       | 500.00 | 500.00 | 220.00       |







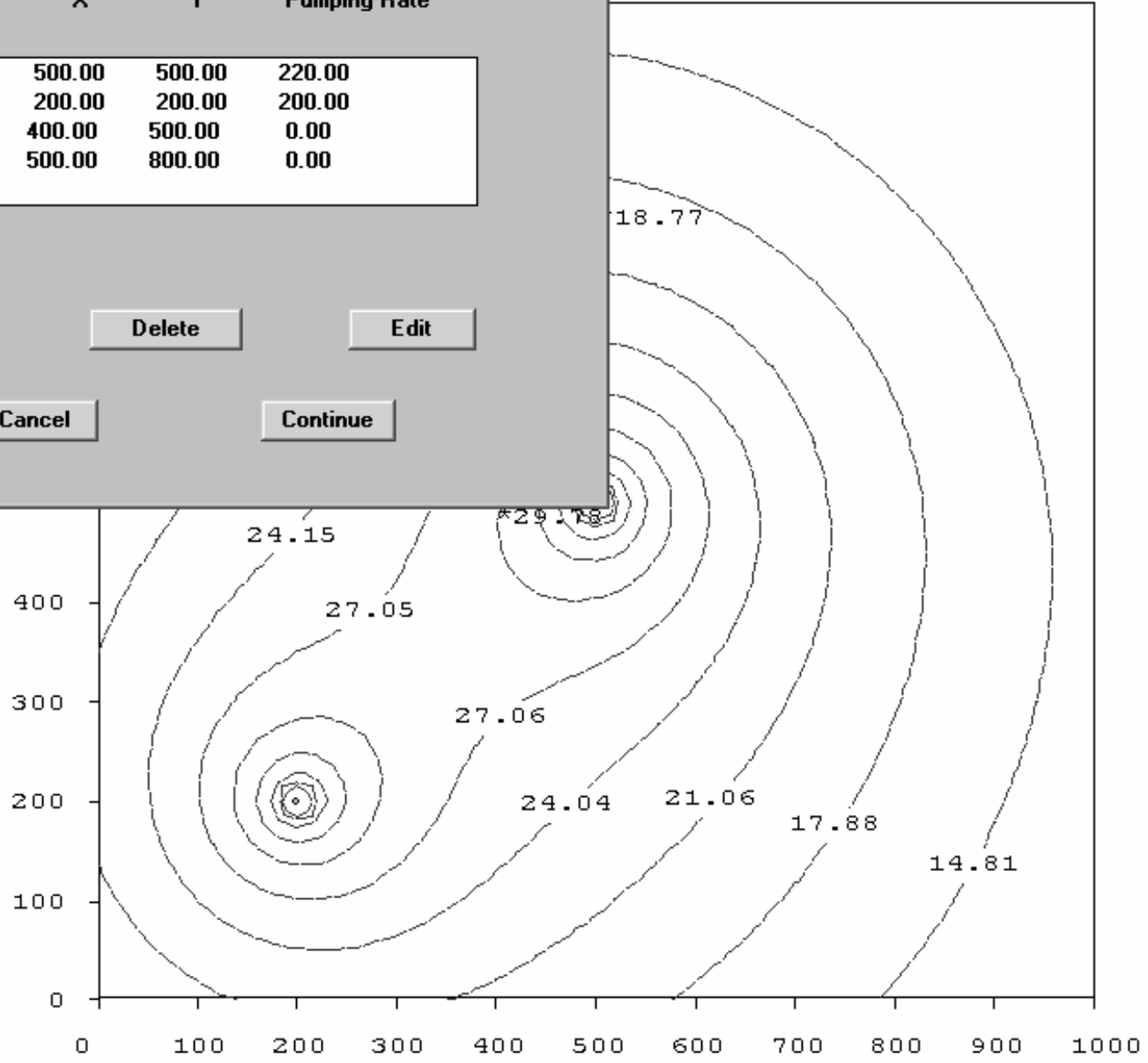


**Wells (No. of Wells <50)** [X]

| Well No. | X      | Y      | Pumping Rate |
|----------|--------|--------|--------------|
| #1       | 500.00 | 500.00 | 220.00       |
| #2       | 200.00 | 200.00 | 200.00       |
| 3        | 400.00 | 500.00 | 0.00         |
| 4        | 500.00 | 800.00 | 0.00         |

Add Delete Edit

Cancel Continue



File Editing Options View Help

Label-drawdown-values  
Contour-values

