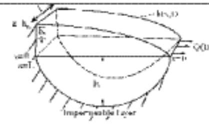
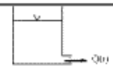
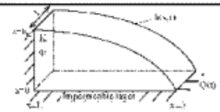
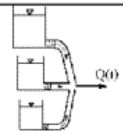
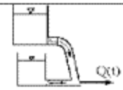
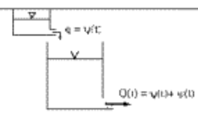
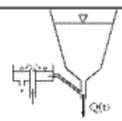
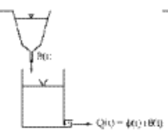
Metody hydrogeologického výzkumu IV.

Analýza hydrogramu: doplňování podzemních vod

Method	Model	Formula	Exact solution	Approximate solution	Mathematical fit	Interpretation
Boussinesq (1877)		$Q_t = Q_0 e^{-\alpha t}$ $Q_0 = (\pi/2)KHl(h_m/L)$, $\alpha = \pi^2 KH/4\varphi L^2$				
Maillet (1905)		$Q_t = Q_0 e^{-\alpha t}$				
Boussinesq (1903)		$Q_t = Q_0/(1+\alpha t)^2$ $Q_0 = 1.724 K h_m^2 l/L$, $\alpha = 1.115 K h_m/\varphi L^2$				
Schoeller (1948); Barnes (1939)		$Q_t = \sum_{i=1}^{n} Q_{0i} e^{-\alpha_i t}$			×	Entire recession (including influenced stage)
Horton (1933)		$Q_t = Q_0 e^{-\alpha t^m}$			×	Entire recession (including influenced stage)
Coutagne (1948)		$Q_t = Q_0[1+(n-1)\alpha_0 t]^{n/(1-n)}$ $\alpha_t = \alpha_0[1+(n-1)\alpha_0 t]^{-1}$			×	Entire recession (including influenced stage)
Drogue (1972)		$Q_t = Q_0/(1+\alpha t)^n$			×	Entire recession (including influenced stage)
Mangin (1975)		$\psi(t) = q_0(1-\eta t/1+\varepsilon t)$ $\varphi(t) = q_{r0} e^{-\alpha t}$		×	×	Entire recession: influenced stage+aquifer recession
Padilla et al. (1994)		$Q_t = (Q_0 - Q_c)[1+(n-1)\alpha_0 t]^{n/(1-n)} + Q_c$			×	Entire recession (including influenced stage)
Samani and Ebrahimi (1996)		$\theta_t = (Q_0 - q_0)[1+(n-1)\alpha_0 t]^{n/(1-n)}$ $\phi_t = q_0 e^{-\alpha t}$		×	×	Entire recession: influenced stage+aquifer recession

Maillet aproximace analytického řešení Boussinesquovy rovnice (linearizace) použitím analogového modelu rezervoáru vyprazdňujícího se přes pórovou výplň

(Dewandel et al. 2003)

Mailletova rovnice

Maillet (1905) ukazuje, že recese vydatnosti pramenů a průtoku v tocích může být reprezentována exponenciální rovnicí, kde vztah mezi vydatností pramenů a hladinou je lineární

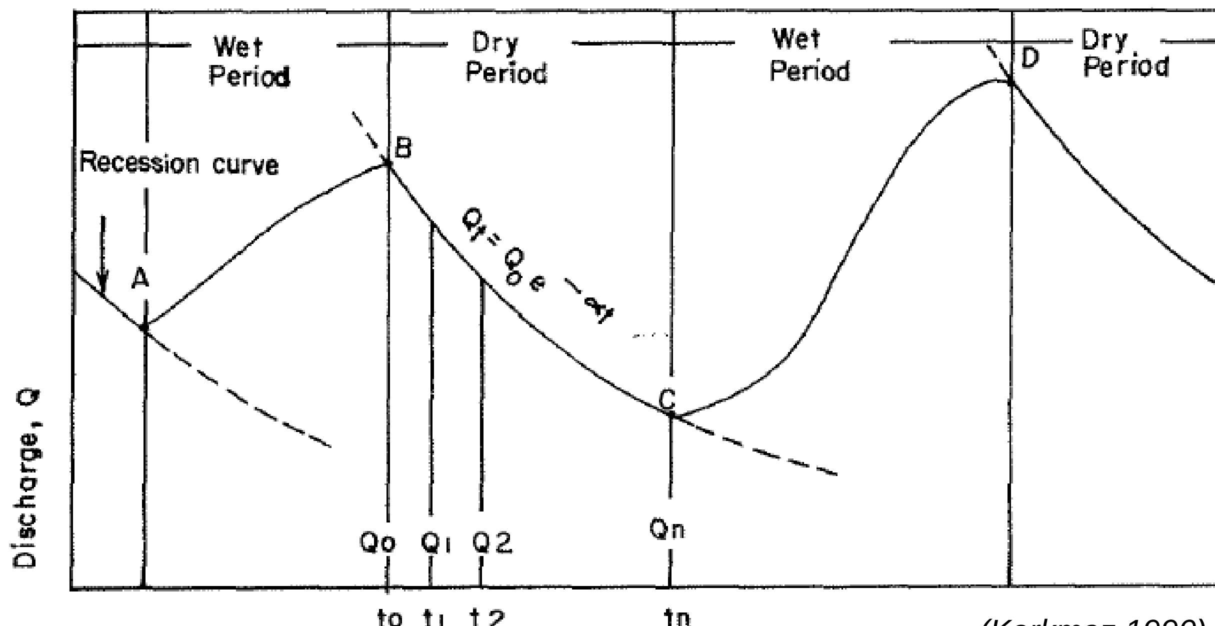
$$Q_t = Q_0 e^{(-\alpha t)}$$

Q_t - vydatnost v recesním období v čase *t*

Q_0 - vydatnost v čase *t=0*

α - Mailletův recesní koeficient (vyprazdňovací koeficient)

t - čas



(Korkmaz 1990)

Mailletova rovnice

$$Q_t = Q_0 e^{(-\alpha t)}$$

kde Q_t je průtok v čase, Q_0 je počáteční průtok, e je Eulerovo číslo, α je recesní (drenážní, vyprazdňovací) koeficient

Mailletův recesní koeficient *α*

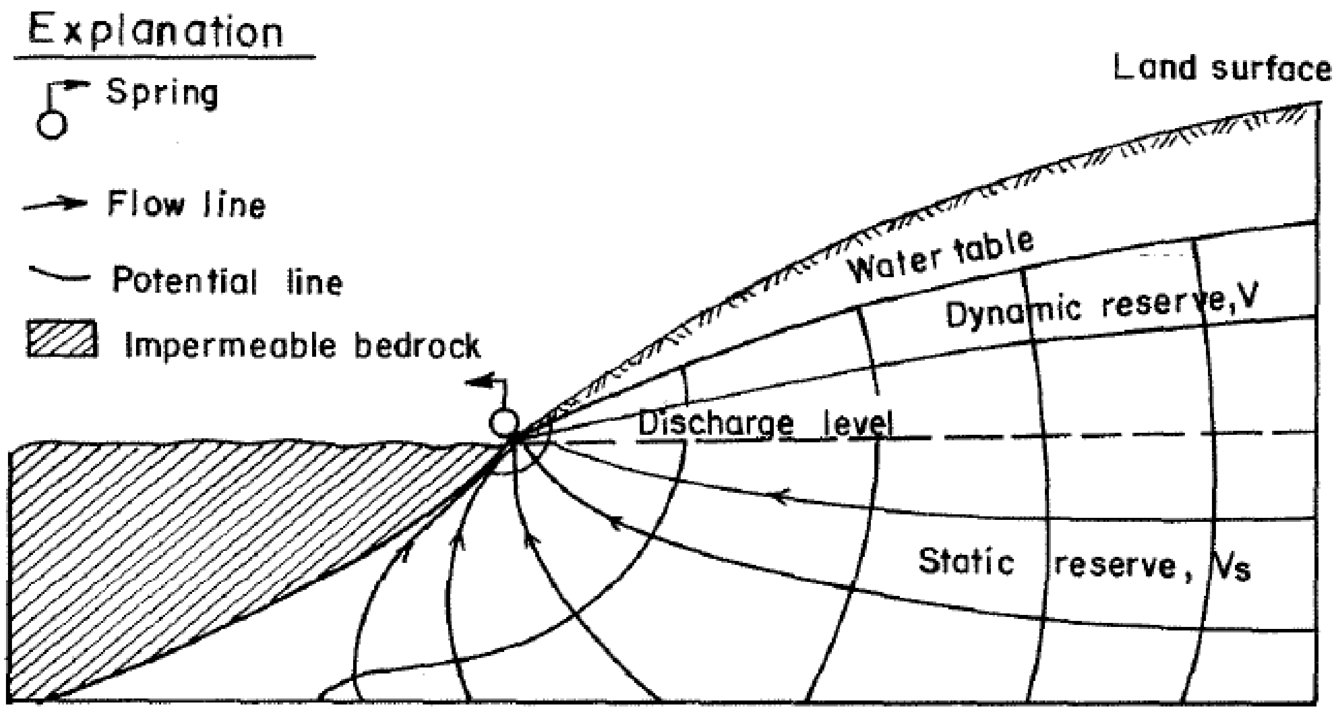
- je funkcí hydraulických parametrů zvodně a její geometrie
- odpovídá sklonu recesní části hydrogramu v semilogaritmíckém grafu
- velké hodnoty indikují strmý sklon recesní křivky, voda se tedy v blízkosti pramene pohybuje relativně rychle skrz propustnější materiál

Hodnoty Mailletova koeficientu

- 10^{-3} drenáž podzemních vod laminárním prouděním přes malé póry čí úzké pukliny
- 10^{-2} až 10^{-1} drenáž podzemních vod turbulentním prouděním přes široké pukliny a ropzuštěné kanály

Mailletova rovnice

- popisuje závislost průtoku v určitém čase recese na průtoku v jejím začátku
- umožňuje výpočet dostupných zásob vody v určitém čase
- z recese vydatnosti pramene lze určit efektivní infiltraci ➔ přírodní zdroje



(Korkmaz 1990)

Stanovení efektivní infiltrace (EI)

Z Boussinesquovy rovnice vychází Maillet (1905) $Q_t = Q_{\max} e^{(-\alpha t)}$

Recesní koeficient je vypočten z rovnice $\alpha = \dfrac{\ln Q_{\max} - \ln Q_{\min}}{t}$ [čas^{-1}]

Q_{max} - maximální průtok

Q_{min} - minimální průtok

Podzemní odtok je přímo úměrný zásobě vody $Q = \alpha V$

Objem vody ve zvodni je tedy $V = \dfrac{Q}{\alpha}$

Rozdíl dynamické zásoby v čase + objem vody který odtekl pramenem = **EI**

Změna dynamické zásoby $\Delta V = Vs - Vp$

Objem podzemní vody drénované pramenem $Q_{total} = \sum_{i=1}^{n} Q_i$

$$EI = \Delta V + Q_{total}$$

Vp – dynamická zásoba na konci předcházející periody

Vs – dynamická zásoba na konci následující periody

Stanovení efektivní infiltrace (EI)

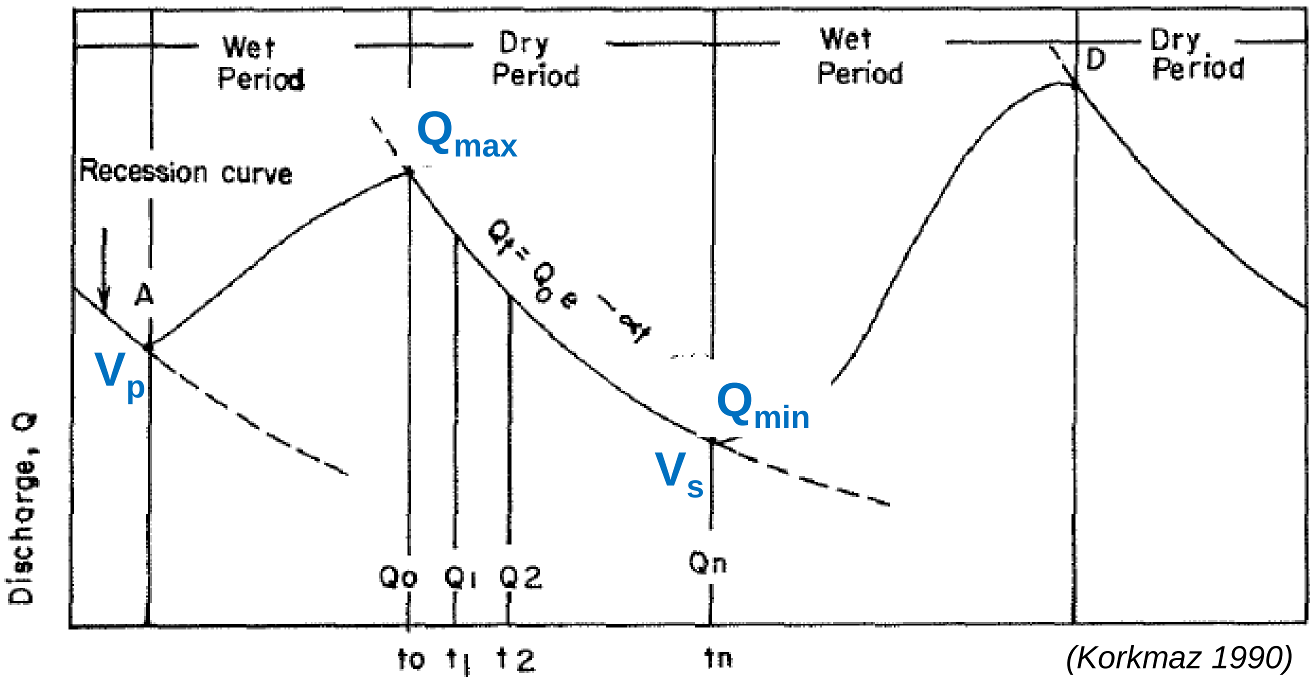
Z Boussinesquovy rovnice vychází Maillet (1905) $Q_t = Q_{\max} e^{(-\alpha t)}$

Recesní koeficient je vypočten z rovnice $\alpha = \dfrac{\ln Q_{\max} - \ln Q_{\min}}{t}$ [čas^{-1}]

Q_{max} - maximální průtok

Q_{min} - minimální průtok

Podzemní odtok je přímo úměrný zásobě vody $Q = \alpha V$



(Korkmaz 1990)

menem = **EI**

Vp – dynamická zásoba na konci předcházející periody

Vs – dynamická zásoba na konci následující periody