



OCHRANA PODZEMNÍCH VOD

obecná úplná rovnice analytického řešení ve 3-D systému a plošném zdroji

$$\frac{C(x, y, z, t)}{C_0} = \frac{1}{8} \operatorname{erfc} \left[\frac{x - vt}{2(\alpha_x vt)^{\frac{1}{2}}} \right] \left\{ \operatorname{erf} \left[\frac{(y + Y/2)}{2(\alpha_y x)^{\frac{1}{2}}} \right] - \operatorname{erf} \left[\frac{(y - Y/2)}{2(\alpha_y x)^{\frac{1}{2}}} \right] \right\} \left\{ \operatorname{erf} \left[\frac{(z + Z)}{2(\alpha_z x)^{\frac{1}{2}}} \right] - \operatorname{erf} \left[\frac{(z - Z)}{2(\alpha_z x)^{\frac{1}{2}}} \right] \right\}$$

pro linii symetrie

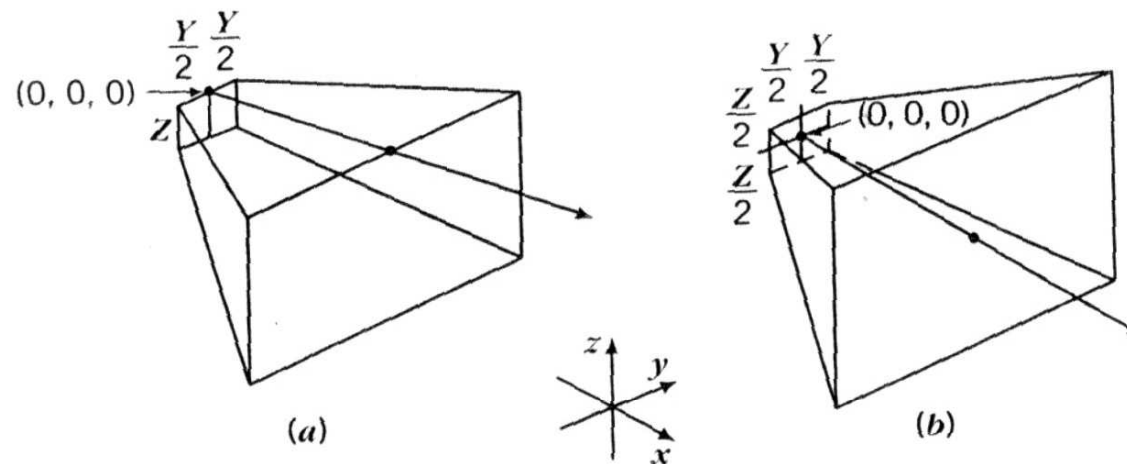
$$\frac{C(x, 0, 0, t)}{C_0} = \frac{1}{2} \operatorname{erfc} \left[\frac{x - vt}{2(\alpha_x vt)^{\frac{1}{2}}} \right] \left\{ \operatorname{erf} \left[\frac{Y}{4(\alpha_y x)^{\frac{1}{2}}} \right] \operatorname{erf} \left[\frac{Z}{2(\alpha_z x)^{\frac{1}{2}}} \right] \right\}$$

obecná úplná rovnice analytického řešení ve 3-D systému a plošném zdroji

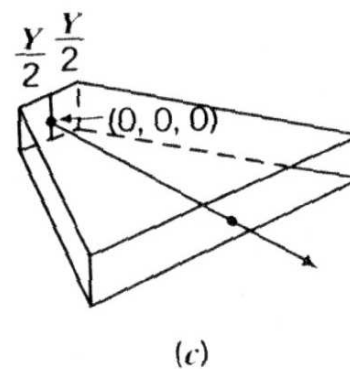
- úprava rovnice podle geometrie zdroje a možnosti šíření kontaminantu

- úplný tvar – šíření ve směru z jen jedním směrem,
ve směru osy y oběma směry

- šíření v obou směrech y a z



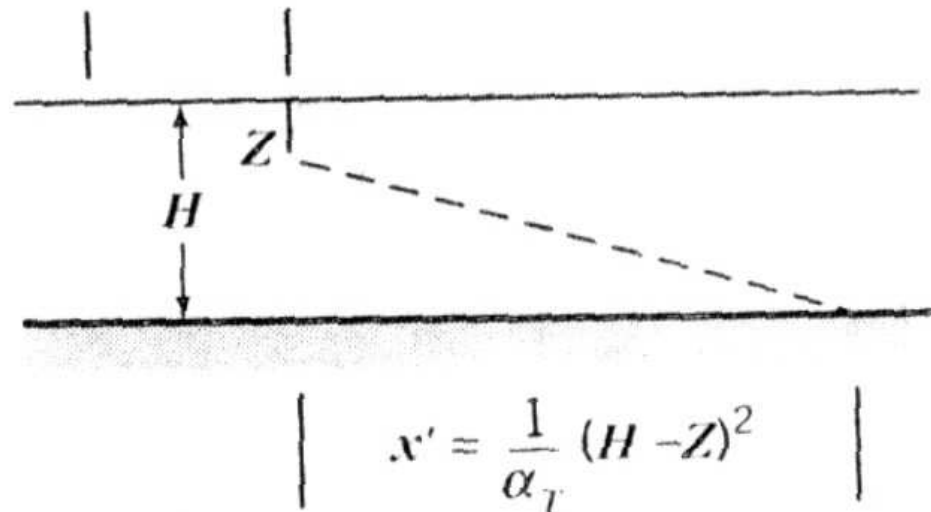
- šíření pouze v obou směrech y
– odpadá člen pro Z



malé mocnosti zvodněných kolektorů

- po určité vzdálenosti vyplní kontaminační mrak zvoďeň v celém profilu Z
- zanedbání dalšího významu příčné disperzivity ve směru Z na šíření kontaminantu

$$x' = \frac{(H - Z)^2}{\alpha_z}$$



- pokud vzdálenost x ve vzorci přesáhne x' , ve vzorci použijeme hodnotu x'

Zavedení koeficientu retardace do rovnic

- hodnotu rychlosti advekce v nahrazuje hodnota rychlosti pohybu retardovaného kontaminantu

ROZPAD LÁTEK

- přispívá k celkovému poklesu koncentrace látky transportované médiem
- zaměnitelné s procesy hydrodynamické disperze a retardace
- vzájemné odlišení a kvantifikace možné jen při sledování látek vznikajících při rozpadu
- celá řada procesů
 - biodegradace
 - rozpad radioaktivních látek
 - rozpad (transformace) anorganických látek

Klasický koncept rozpadu

- platí jen u organických a radioaktivních látek
- nevratná přeměna – vznik dceřinných produktů (např. CO₂ z organických látek, stabilní izotopy radioaktivních látek, apod.)

KINETIKA REAKCÍ

- kinetiky reakcí 0., 1. a 2. řádu
- podle exponentu závislé proměnné

KINETIKA 0. ŘÁDU

- rychlost rozpadu je konstantní a nezávisí na koncentraci původní látky

- obecně
$$-\frac{dC}{dt} = k$$

- po integrování časem obdržíme
$$C_t = C_o - kt$$

- konstantní hodnota rozpadové konstanty
- v praxi velmi vzácné

KINETIKA 1. ŘÁDU

- rychlost rozpadu závisí na koncentraci původní látky

- obecně
$$-\frac{dC}{dt} = kC$$

- po integrování
$$C_t = C_o e^{-kt}$$

- konstantní hodnota rozpadové konstanty

- běžně se vyskytující radioaktivní izotopy, některé organické látky (BTX)

- organické látky – rychlost reakce závisí na dalších faktorech

(pH, množství bakteriální hmoty) souvisejících s lokálními podmínkami

nejedná se o klasickou konstantu – lokálně proměnlivá, rozpětí dat v literatuře

- radioaktivní látky – konstanta platí ve všech podmínkách

- poločas rozpadu
$$t_{1/2} = 0,693/k$$

KINETIKA 2. ŘÁDU

- exponent závislé proměnné je 2

- např. oxidace Fe^{2+}
$$-\frac{dm_{Fe^{2+}}}{dt} = k \cdot m_{Fe^{2+}} (OH^-)^2 \cdot P_{O_2}$$

- podobně existují i reakce dalších řádů

BIODEGRADACE ORGANICKÝCH LÁTEK

rychlost reakcí lze přesněji popsat jako funkci množství bakteriální hmoty (event. množství primárního substrátu)

- Michaelis – Mentenova kinetika
- Monodova kinetika
(kinetiky 0., 1. a smíšeného řádu)

$$v = \frac{v_{\max} \cdot S}{(K_m + S)}$$

v rychlost reakce (event. rychlost růstu)

v_{\max} maximální rychlost reakce (event. rychlost růstu)

S koncentrace substrátu limitujícího produkci bakteriální hmoty

K_m poloviční koncentrace substrátu ve srovnání s maximální rychlostí reakce (event. rychlostí růstu)

- je-li $S \gg K_m$, pak $K_m + C$ je téměř rovno C a reakce má charakter kinetiky 0. řádu,

kde $v = v_{max}$ a v_{max} je limitujícím faktorem rychlosti reakce

- je-li $S \ll K_m$,

pak po úpravě získáme vztah
$$v = \frac{v_{max}}{K_m} S$$

kde poměr v_{max}/K_m je roven rozpadové konstantě a reakce má charakter kinetiky 1. Řádu

Monodova kinetika

$$\Delta C = M_t v_{max} \frac{S}{K_m + S} \Delta t$$

M_t

celková koncentrace
mikrobiální hmoty

v_{max}

maximální utilizace kontaminantu
na jednotkovou hmotnost
mikrobiální hmoty

Monodova kinetika

- pokud uvažujeme, že proces rozkladu organické látky je aerobní – oxidace organické látky
- kyslík a organická látka jsou jedinými faktory podmiňujícími růst bakteriální hmoty

- změna koncentrace kontaminantu

$$\Delta C = M_t v_{\max} \frac{S}{K_m + S} \frac{O}{K_o + O} \Delta t$$

O koncentrace rozpuštěného kyslíku

F poměr mezi spotřebovaným kyslíkem a kontaminantem

- změna koncentrace kyslíku

$$\Delta O = M_t v_{\max} F \frac{S}{K_m + S} \frac{O}{K_o + O} \Delta t$$

K_o konstanta udávající rychlost reakce při polovičním nasycení kyslíkem