

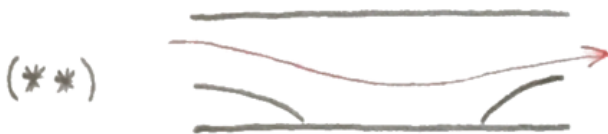
17/4-18

Föreläsning 4

Upphållstidsfördelningsfunktion
(Residence time distribution)

ex. på icke-ideala reaktorer

tub: kanalbildning, stagnant zon/dödvolum
(*) (**)



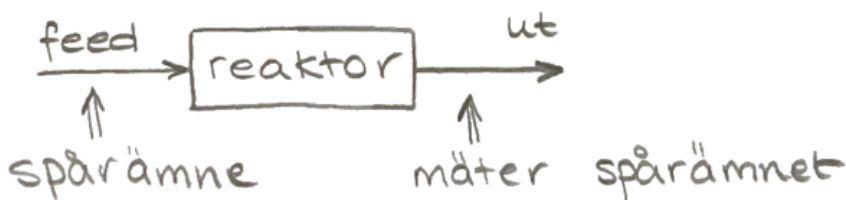
tank: bypassing, stagnant zon/dödvolum
(*) (**)



(vanligt problem att vätskan blir dåligt omrörd uti hörnen)

Två metoder:

- puls
- steg



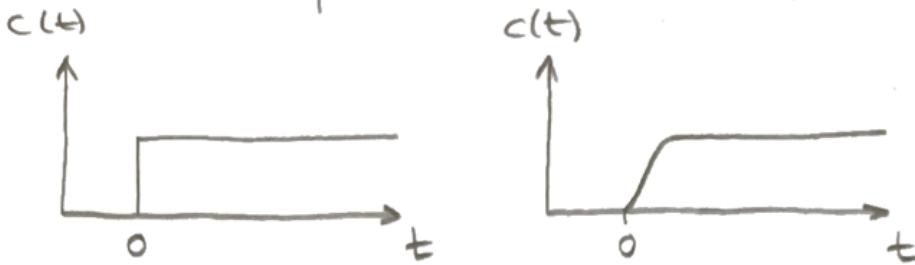
Puls:



Input

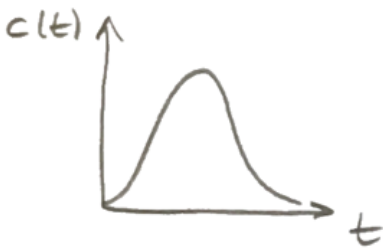
respons

Steg:



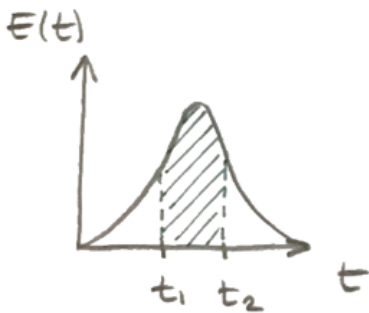
om det är idealt kommer "steget" gå snabbt medan om det är icke-idealt går det långsamt som på bilden.

Pulsmetod



$E(t)$ - uppehållstidsfördelningsfunktion

$$E(t) = \frac{c(t)}{\int_0^{\infty} c(t) dt}$$



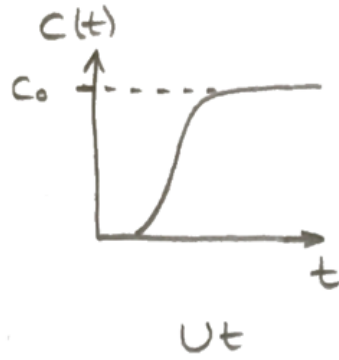
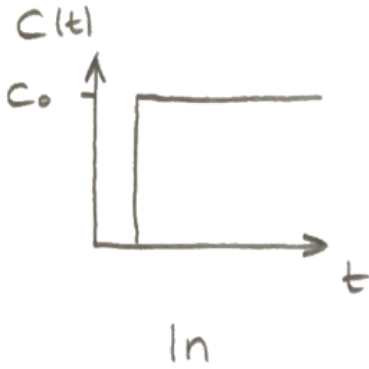
$\int_{t_1}^{t_2} E(t) dt$ - andelen material som har lämnat reaktorn mellan tiden t_1 och t_2 .

$$\int_0^{\infty} E(t) dt = 1$$

(om man $\rightarrow \infty$ har allt material åkt ut)

$$1 = 100\% \text{ osv. } \left(0 \leq \int_0^{\infty} E(t) dt \leq 1 \right)$$

Steg framåt :

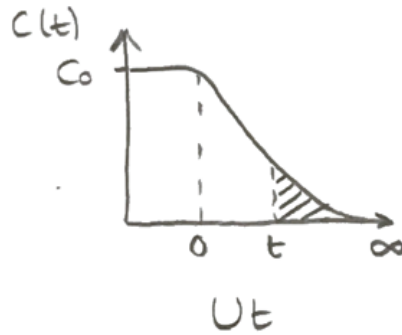
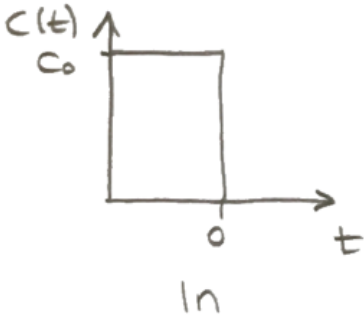


$\frac{C(t)}{C_0}$ andel av strömmen som har varit i reaktorn fram till t .

$$\int_0^t E(t) dt = \left(\frac{C(t)}{C_0} \right)_{\text{framåt steg}}$$

$$E(t) = \frac{d}{dt} \left(\frac{C(t)}{C_0} \right)_{\text{framåt steg}}$$

Bakåt steg :



$$\int_t^{\infty} E(t) dt = \left(\frac{C(t)}{C_0} \right)_{\text{bakåt steg}}$$

$\frac{C(t)}{C_0}$ är andelen som varit längre än tiden t i reaktorn.

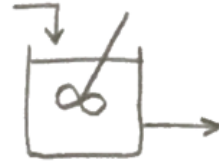
$$E(t) = - \frac{d}{dt} \left(\frac{C(t)}{C_0} \right) \text{ bakåt steg}$$

ex, puls

tub: ideal



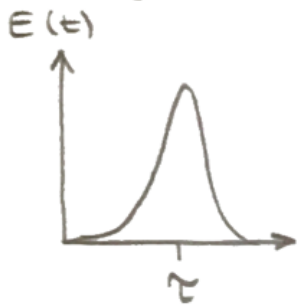
tank: ideal



τ - medeluppehållstiden

tub:

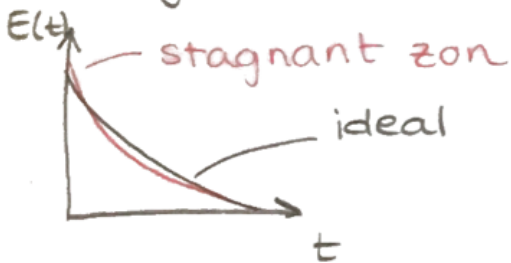
stagnant zon (åker långsamt)



(liten död zon)

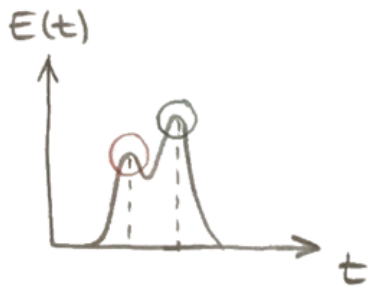
tank:

stagnant zon

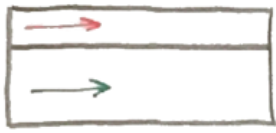


Kurvan för stagnant zon börjar högre upp eftersom volymen blir mindre och då blir konc. större.

Tub, kanalbildning



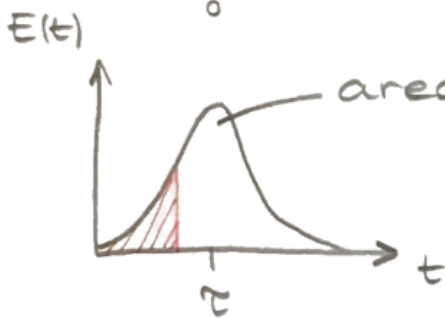
två "toppar", den minsta går fortast.



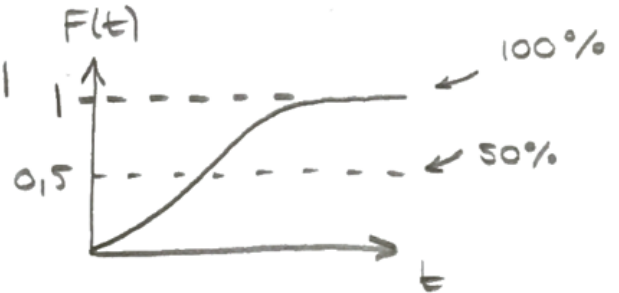
snabb (mindre mängd)
långsam (större mängd)

Kumulativ RTD funktion, $F(t)$

$$F(t) = \int_0^t E(t) dt = \left(\begin{array}{l} \text{andel som varit i reaktorn} \\ \text{från 0 till tiden } t \end{array} \right)$$



arean av hela = 1



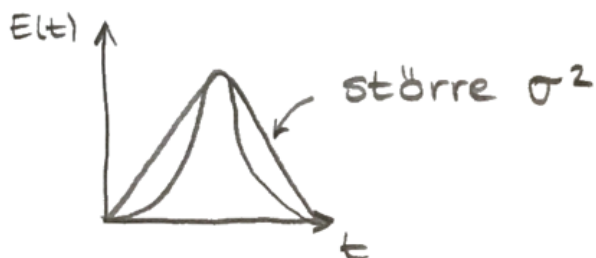
$$E(t) = \int_t^{\infty} E(t) dt = 1 - F$$

Medeluppehållstiden, t_m

$$t_m = \frac{\int_0^{\infty} t E(t) dt}{\int_0^{\infty} E(t) dt} = \int_0^{\infty} t E(t) dt, \quad t_m = \tau$$

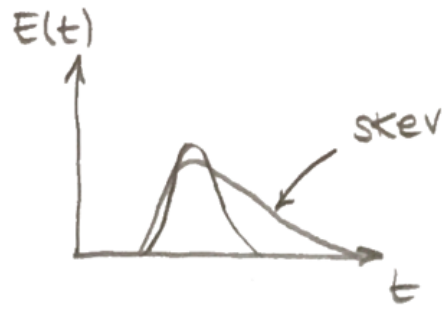
Varians, spridning

$$\sigma^2 = \int_0^{\infty} (t - \tau)^2 E(t) dt$$



Skevhet

$$S^3 = \int_0^{\infty} (t - \tau)^3 E(t) dt$$



Normalisera, $E(\theta)$

Dimensionslös tid $\theta = \frac{t}{\tau}$

$$d\theta = \frac{dt}{\tau} \Rightarrow \tau = \frac{dt}{d\theta}$$

$$d\theta E(\theta) = dt E(t)$$

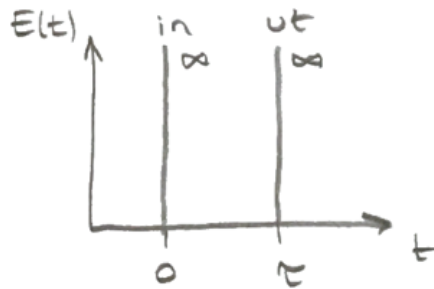
$$E(\theta) = E(t) \frac{dt}{d\theta} = \tau E(t)$$

$$E(\theta) = \tau E(t)$$

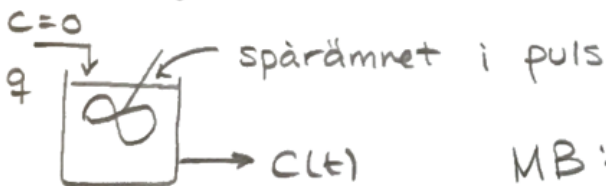
Tube, RTD för ideal.

$$E(t) = \delta(t - \tau)$$

Dirac-funktion



RTD, ideal tank



spärämnet

MB: In - ut ± reagerat = bildat

$$0 - qc \pm 0 = v \frac{dc}{dt}$$

$$-qc = v \frac{dc}{dt}$$

$$-q dt = v \frac{dc}{c} \quad \left(\tau = \frac{v}{q} \right)$$

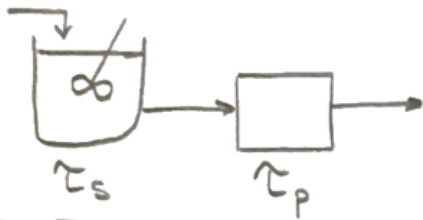
$$\Rightarrow c(t) = c_0 e^{-t/\tau}$$

$$E(t) = \frac{C(t)}{\int_0^{\infty} C(t) dt} = \frac{C_0 e^{-t/\tau}}{\int_0^{\infty} C_0 e^{-t/\tau} dt}$$

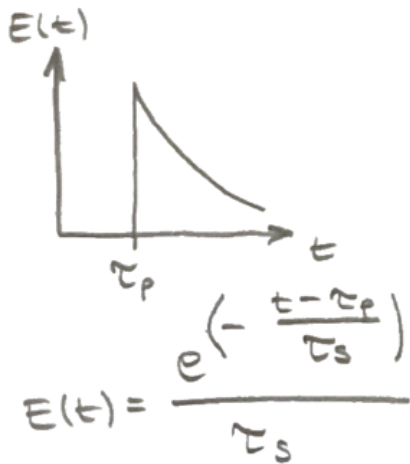
$$\int_0^{\infty} e^{-t/\tau} dt = \left[-\tau e^{-t/\tau} \right]_0^{\infty} = -\tau(0 - 1) = \tau$$

$$E(t) = e^{-t/\tau} \cdot \frac{1}{\tau} \quad (\text{RTD, ideal tank})$$

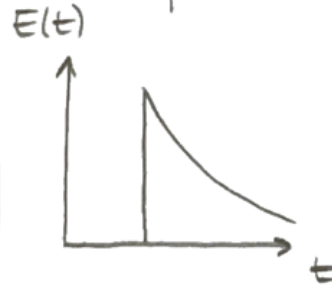
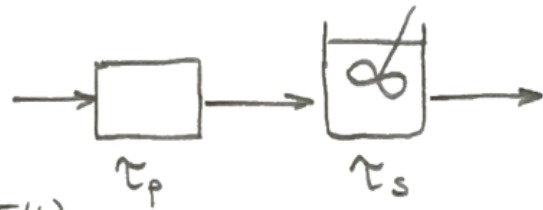
Tank + Tub



(bara tank), (bara tub)



Tub + Tank



RTD för icke-ideala reaktor modeller

RTD är INGEN fullständig beskrivning av reaktorsystemet. RTD är unik för en viss reaktor, men ett reaktorsystem är inte unikt för en viss RTD.