

# PARAMETRI ZA VREDNOTENJE ONESNAŽENJA

➤ **SPECIFIČNI PARAMETRI**  
*definirane kemijske snovi*

➤ **NESPECIFIČNI PARAMETRI**  
*sumarni parametri*

# SPECIFIČNI PARAMETRI ZA VREDNOTENJE ONESNAŽENJA

Organski dušik

Amonij

Nitrit, nitrat

Fosfat (*orto, poli*)

Organski fosfor

Sulfat

Sulfid

Cianid

Kovine

Fenol

Formaldehid

Pesticidi

Organska topila

# NESPECIFIČNI PARAMETRI ZA VREDNOTENJE ONESNAŽENJA

BPK (BPK<sub>5</sub>) - biokemijska potreba po kisiku

KPK - kemijska potreba po kisiku

TOC - celotni (totalni) organski ogljik

TOX - totalne org. spojine halogenov (X...Cl, Br, J)  
(AOX - org. spojine halogenov, ki se adsorbirajo)

Neraztopljene snovi

Razgradljivost

Strupenost

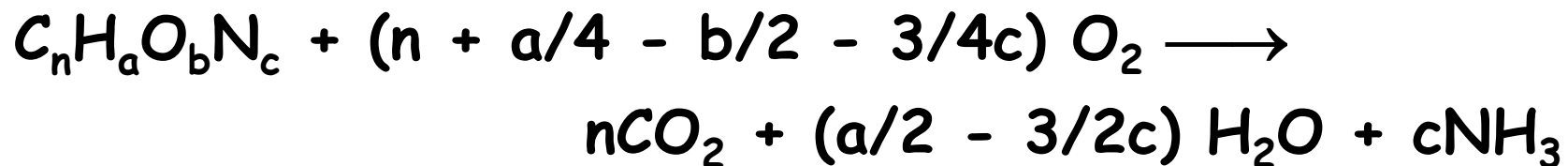
# BIOKEMIJSKA POTREBA PO KISIKU (BPK)

*Kaj je BPK?*

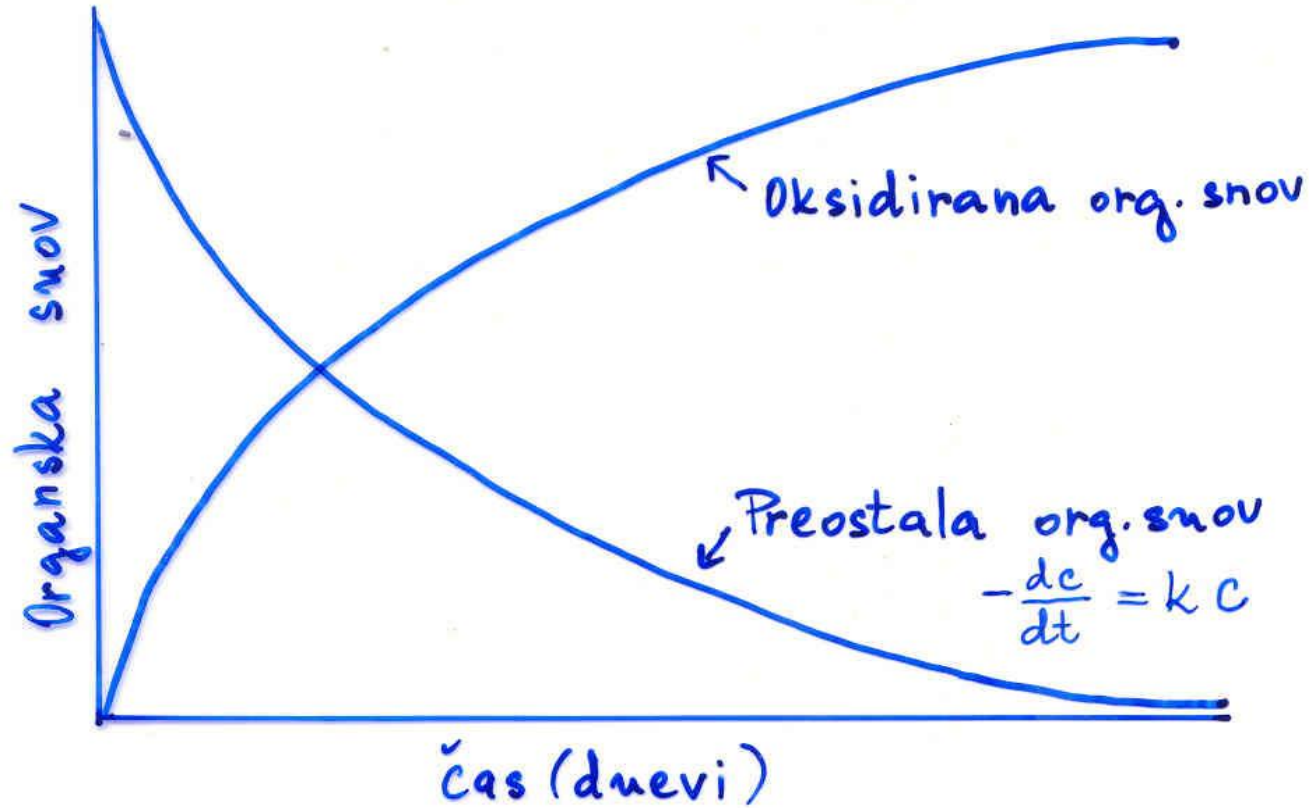
je množina kisika, ki je potrebna za oksidacijo razgradljivih organskih snovi s pomočjo mikroorganizmov, ki jih vzorec vsebuje.

*bakterije*

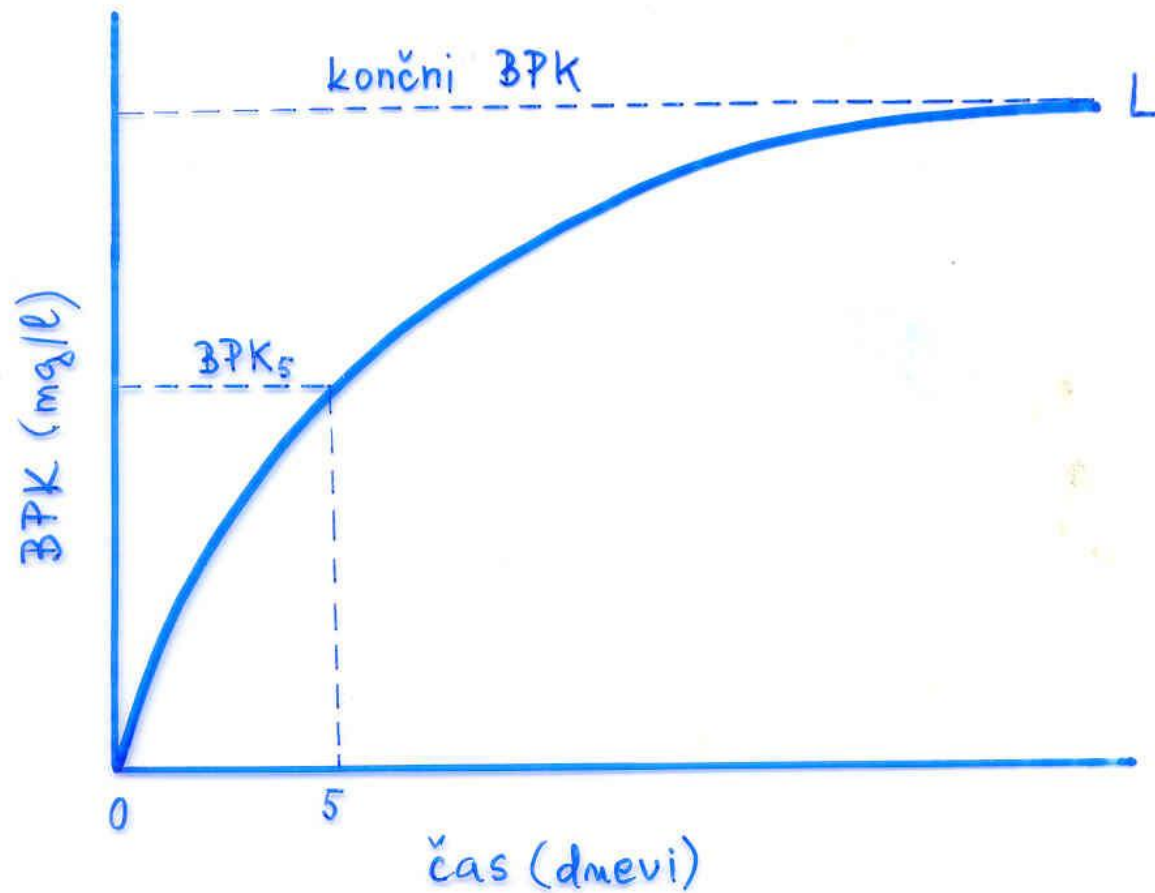
organske snovi +  $O_2$   $\longrightarrow$   $CO_2$  +  $H_2O$  + več bakterij



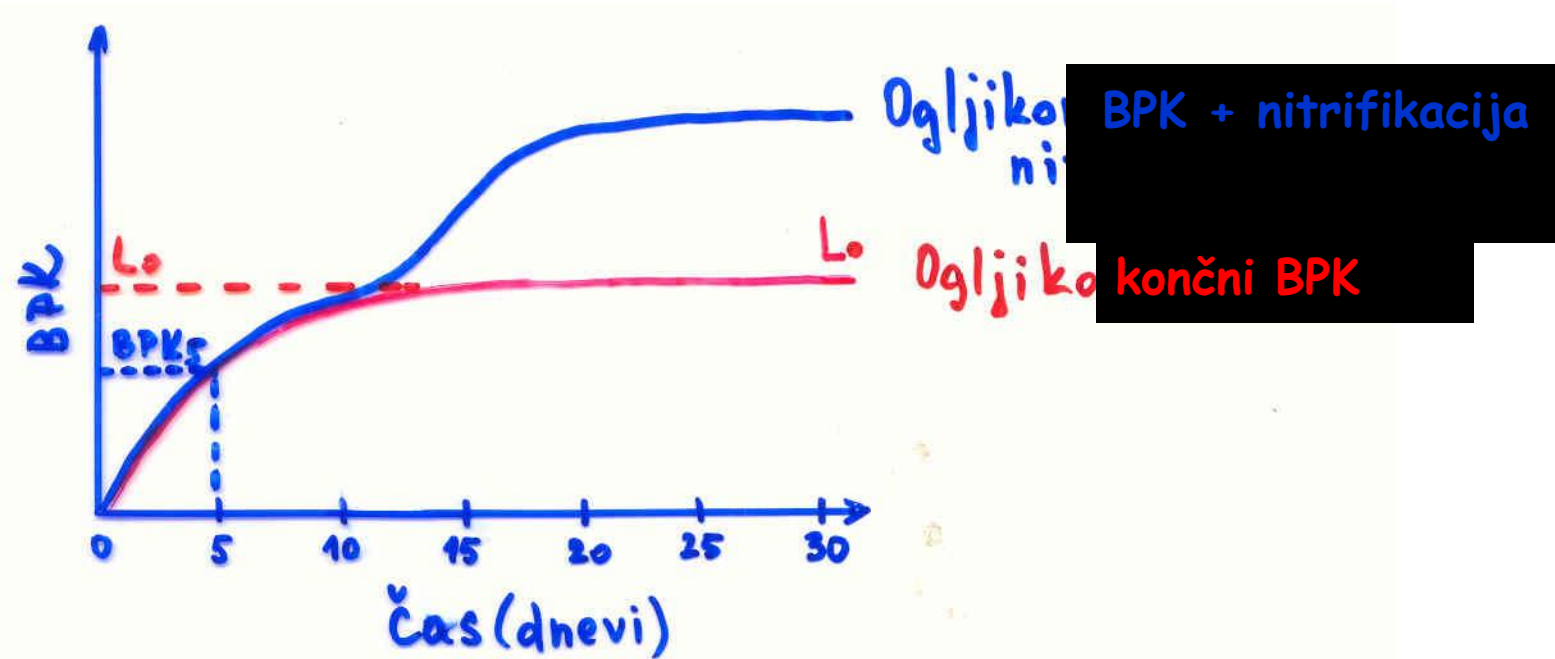
# KINETIKA BPK



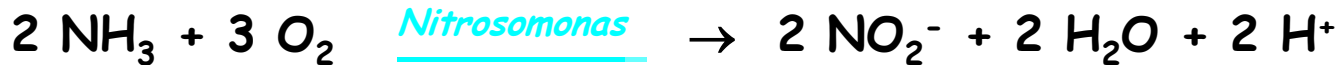
# KRIVULJA BPK



# BPK IN NITRIFIKACIJA

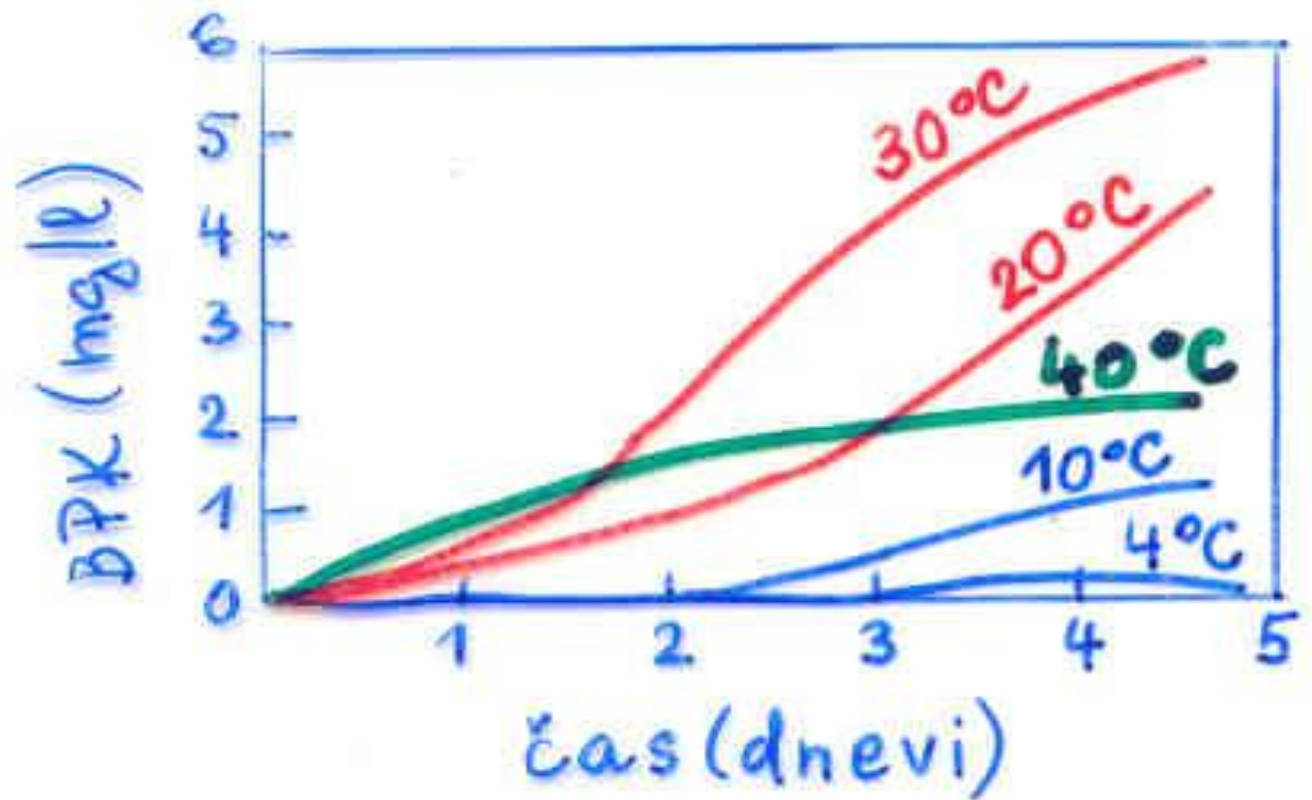


## Nitrifikacija:



# Vplivi na hitrost reakcije BPK

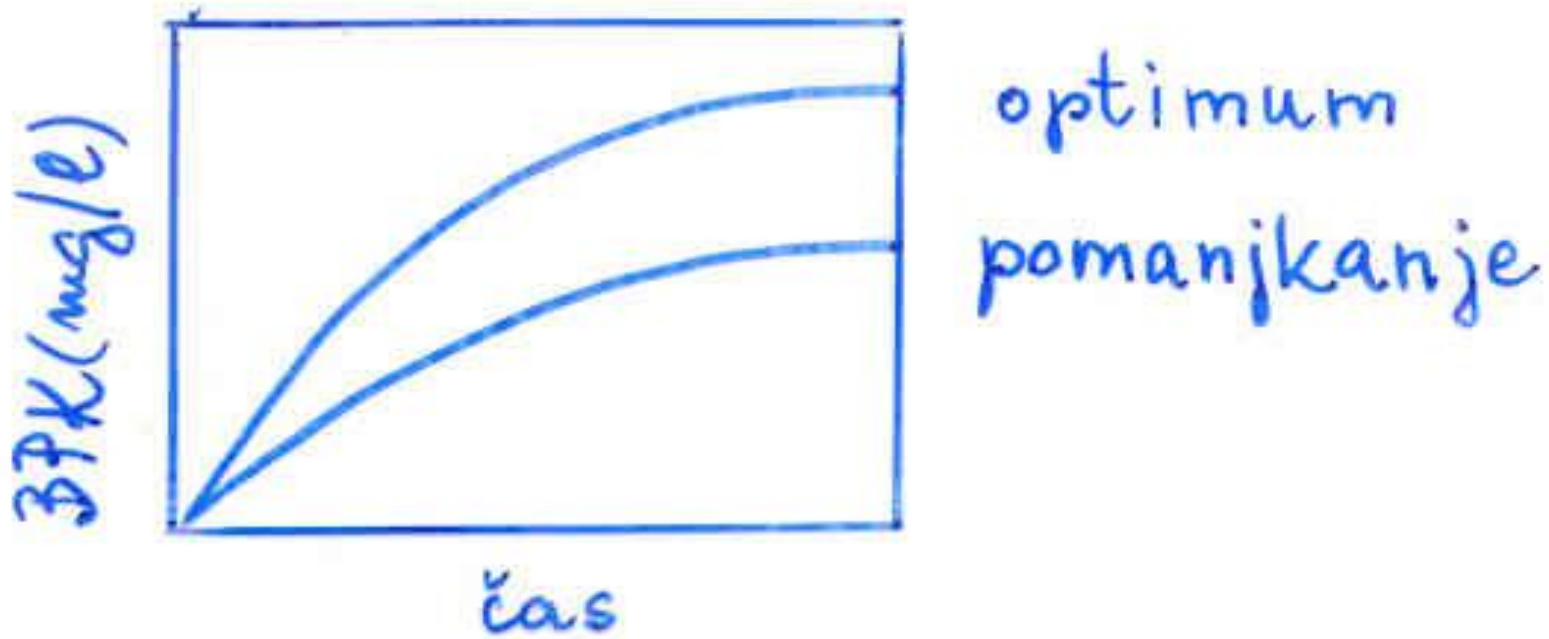
## Temperatura





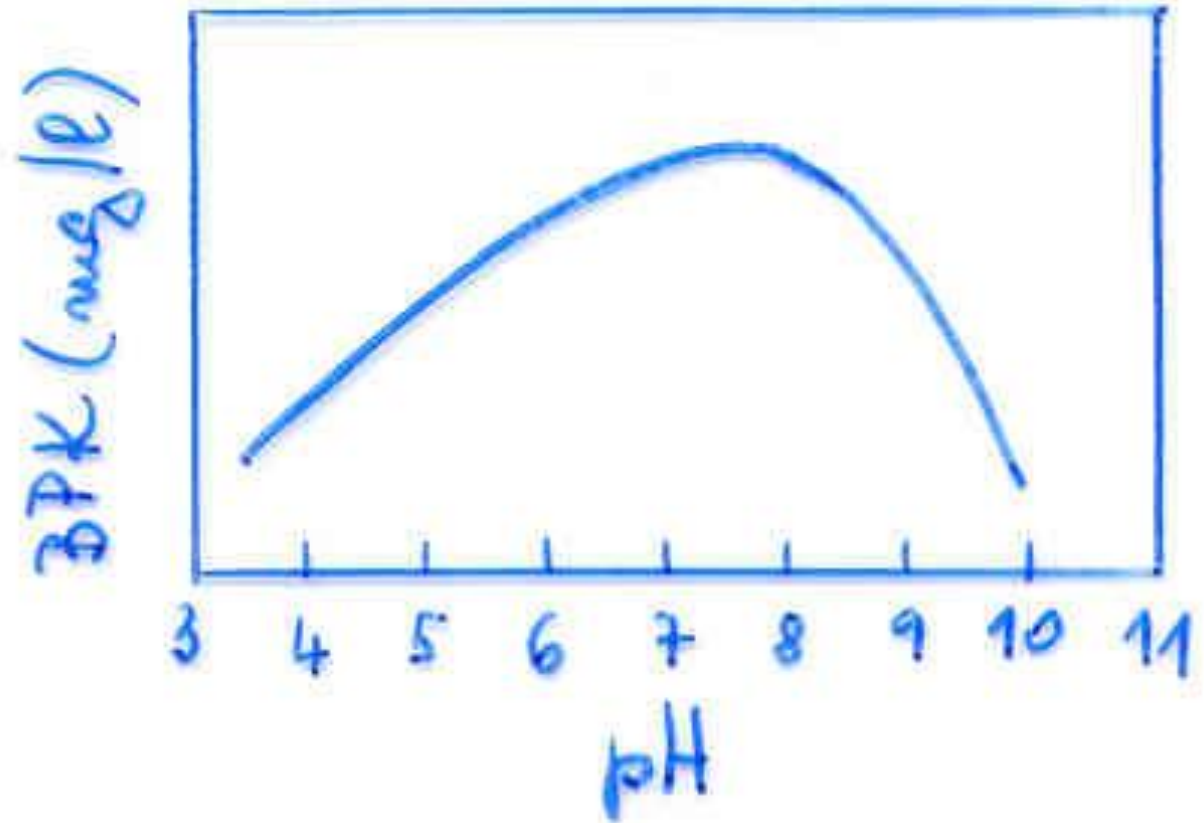
# Vplivi na hitrost reakcije BPK

## Hranila (N, P)



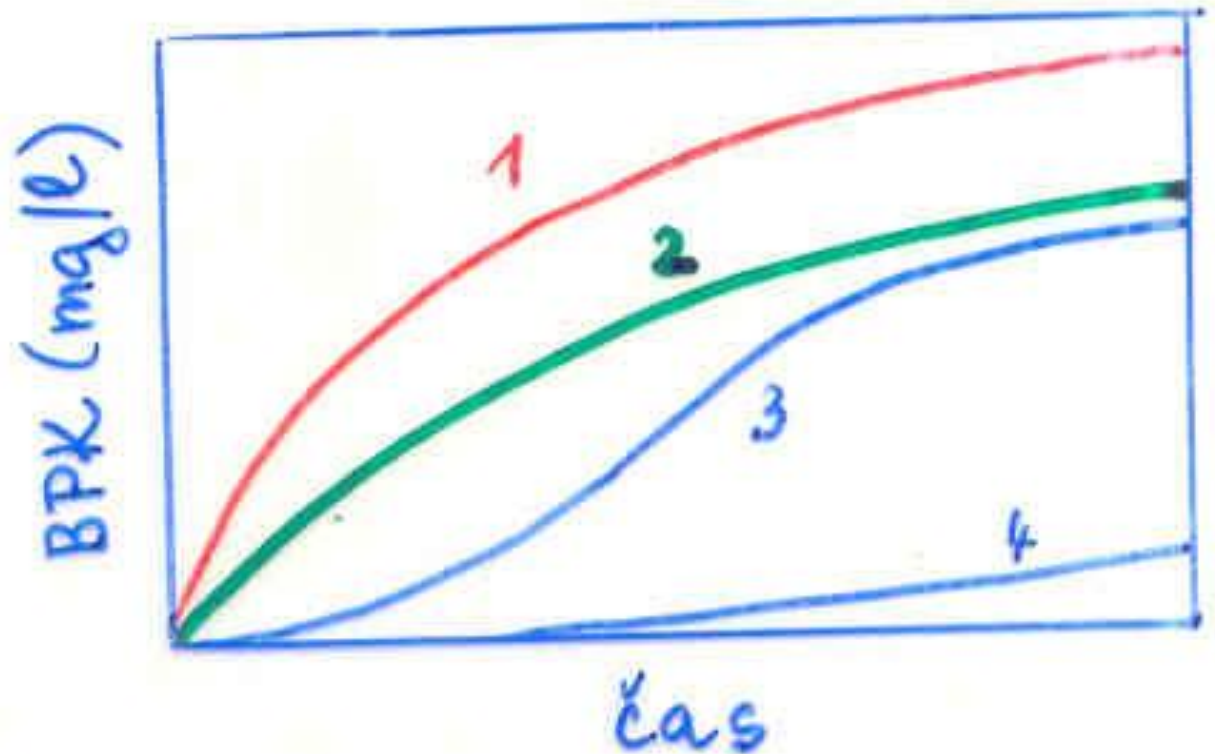
# Vplivi na hitrost reakcije BPK

## pH



# Vplivi na hitrost reakcije BPK

## Strupene snovi

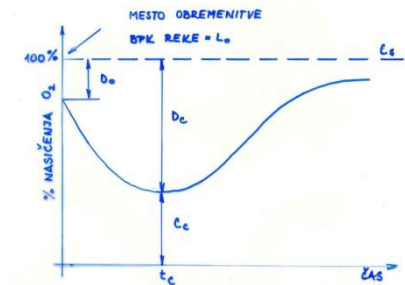


1 brez strupenih snovi

2,3,4 prisotne strupene snovi

# Pomen in uporaba BPK

➔ Vodotoki - onesnaženje z org. snovmi



➔ Čistilne naprave - načrtovanje, dimenzioniranje, kontrola

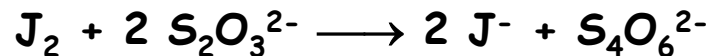
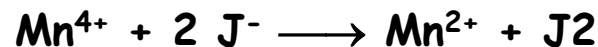
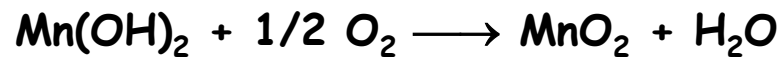
➔ Taksa za onesnaženje

# Metode določanja BPK

- **Razredčevalna metoda**
  - brez razredčenja
  - z razredčenjem
- **Manometrična metoda** (merjenje spremembe pritiska)
  - Warburg
  - Saproamat
  - Baromat

# DOLOČANJE RAZTOPLJENEGA KISIKA

a) kemijsko po Winklerju:



b) elektrometrično s kisikovo elektrodo

# Izračun BPK - razredčevalna metoda (brez razredčenja)

$$\text{BPK}_x \text{ (mg O}_2\text{/l)} = (C_1 - C_2)$$

$\text{BPK}_x$  = biokemijska potreba po kisiku v x dneh  
(pet dni -  $\text{BPK}_5$ )

$C_1$  = raztopljeni kisik neazredčenega vzorca takoj  
po pripravi, mg/l

$C_2$  = raztopljeni kisik nerazredčenega vzorca po 5  
dneh inkubacije pri 20°C, mg/l

# Izračun BPK - razredčevalna metoda (z razredčenjem)

$$\text{BPK}_x \text{ (mg O}_2\text{/l)} = \left[ (C_1 - C_2) - \frac{V_t - V_e}{V_t} (C_3 - C_4) \right] \frac{V_t}{V_e}$$

$\text{BPK}_x$  = biokemijska potreba po kisiku v x dneh (pet dni - BPK5)

$C_1$  = raztopljeni kisik razredčenega vzorca takoj po pripravi, mg/l

$C_2$  = raztopljeni kisik razredčenega vzorca po 5 dneh inkubacije, mg/l

$C_3$  = raztopljeni kisik v razredčevalni vodi pred inkubacijo v mg/l

$C_4$  = raztopljeni kisik v razredčevalni vodi po inkubaciji v mg/l

$V_e$  = volumnom vzorca, ki smo ga uporabili za pripravo testne raztopine (ml)

$V_t$  = skupni volumen testne raztopine (2000 ml)



# Manometrične metode

## Warburg

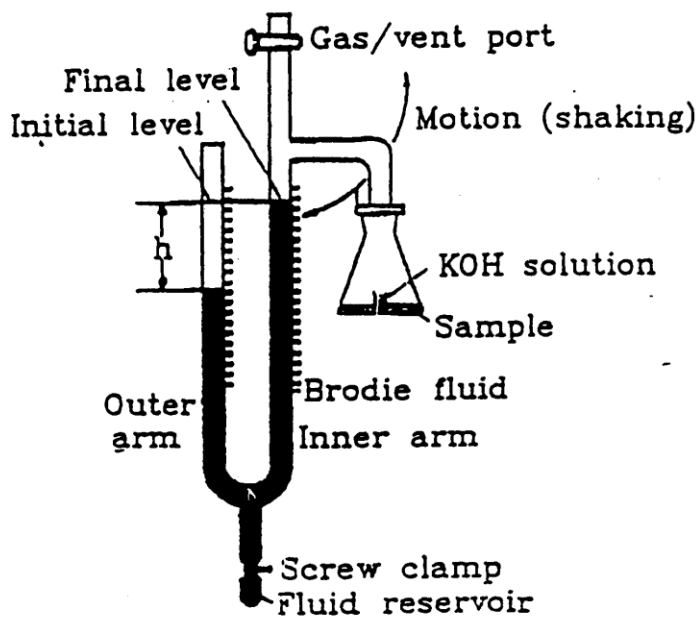


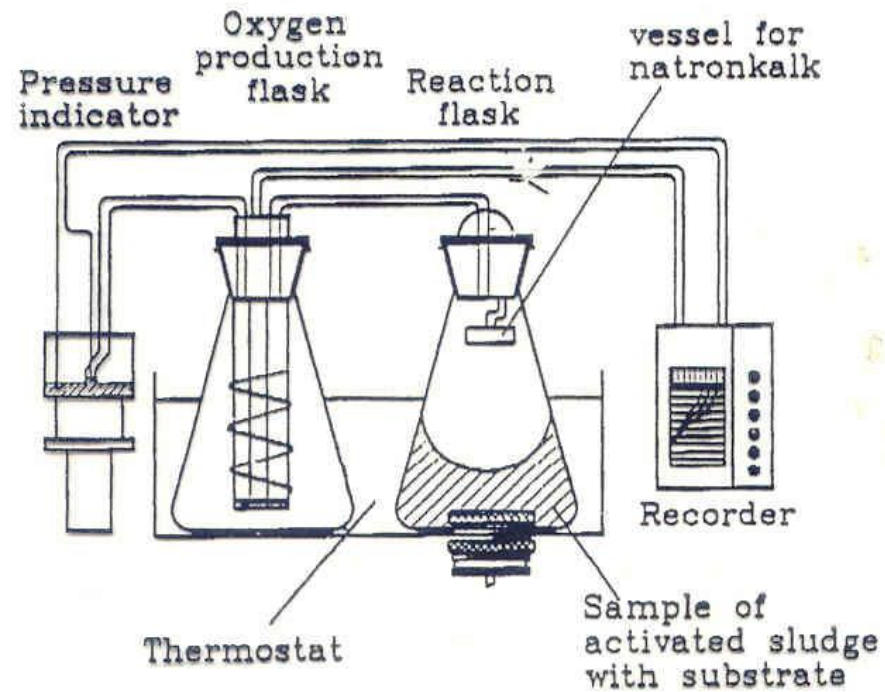
Figure 4.2 Schematic diagram of Warburg respirometer.

Warburg - shema

Merjenje spremembe pritiska

# Manometrične metode

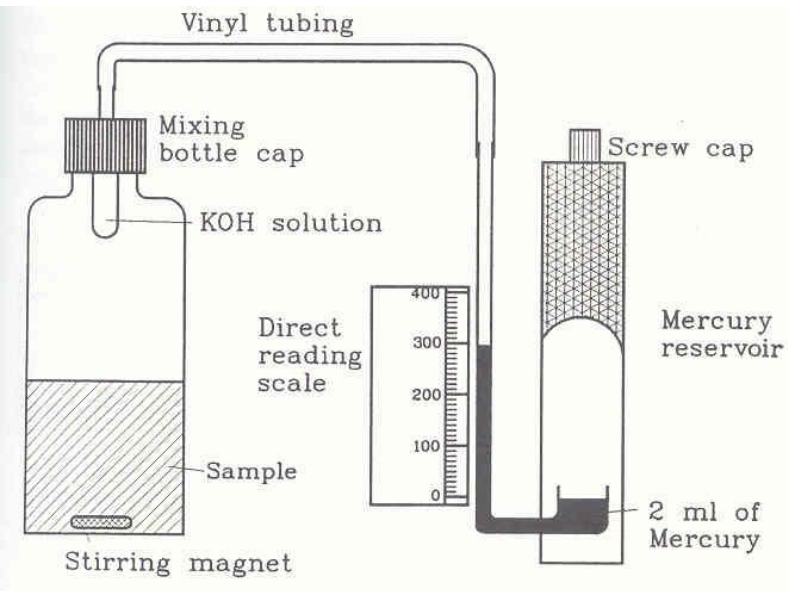
## Sapromat



Sapromat - shema

# Manometrične metode

## Baromat



Baromat - shema

Merjenje spremembe pritiska

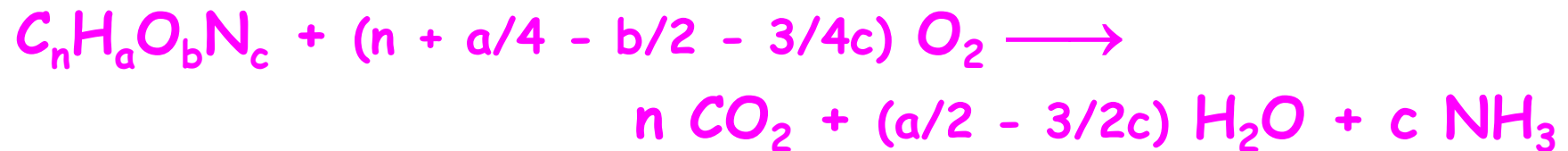


WTW OxyTop

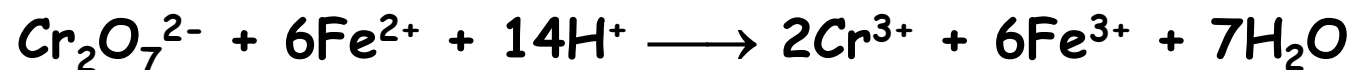
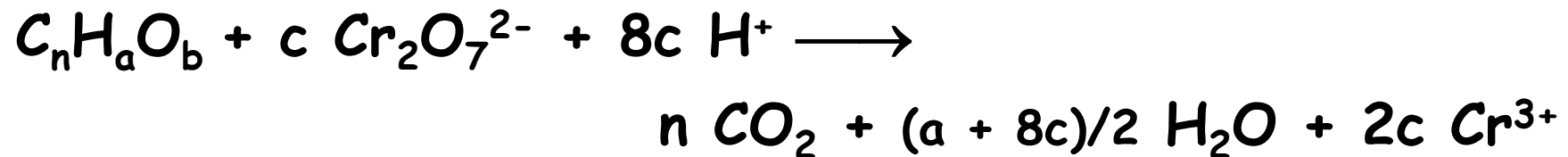
# KEMIJSKA POTREBA PO KISIKU (KPK)

*Kaj je KPK?*

je množina kisika, ki je potrebna za oksidacijo vseh organskih snovi s kemijskim oksidantom ( $K_2Cr_2O_7$ ).



*Oksidacija s kalijevim dikromatom:  $K_2Cr_2O_7$*



# Pomen in uporaba KPK

- V povezavi z BPK testom - indikacija toksičnih pogojev in prisotnosti biološko nerazgradljivih snovi
- Čistilne naprave - načrtovanje, dimenzioniranje, kontrola
- Vodotoki - onesnaženje z org. snovmi
- Taksa za onesnaženje

# Metode določanja KPK

➤ **Odperta refluksna metoda**

➤ **Zaprta refluksna metoda**

# Celotni organski ogljik (TOC)

## FRAKCIJE CELOTNEGA OGLJIKA

**TC** celotni ogljik

**IC** anorganski ogljik ( $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ , raztopljeni  $\text{CO}_2$ )

**TOC** celotni organski ogljik (ogljikovi atomi kovalentno vezani v org. molekulah)

$$\text{TOC} = \text{TC} - \text{IC}$$

# Metoda določanja TOC

## Suhi postopek

vzorec uparimo in sežgemo s kisikom, nastali  $\text{CO}_2$   
določimo spektrofotometrično v IR delu spektra



# Tipične vrednosti BPK, KPK in TOC v neobdelani komunalni odpadni vodi

| Parameter              | Koncentracija (mg/l) |            |            |
|------------------------|----------------------|------------|------------|
|                        | Velika               | Srednja    | Majhna     |
| <b>BPK<sub>5</sub></b> | <b>400</b>           | <b>220</b> | <b>110</b> |
| <b>KPK</b>             | <b>1000</b>          | <b>500</b> | <b>250</b> |
| <b>TOC</b>             | <b>290</b>           | <b>160</b> | <b>80</b>  |

# TOX (AOX)- totalne organske spojine halogenov

*indicira onesnaženje z dezinfekcijskimi stranskimi produkti in sintetičnimi kemikalijami:*

- trihalometani
- organska topila (kot so trikloroeten, tetrakloroeten in drugi halogenirani alkani in alkeni)
- klorirani in bromirani pesticidi
- poliklorirani bifenili (PCBs)
- klorirani aromati (kot so heksaklorobenzen, 2,4-diklorofenol)
- visoko molekularne delno klorirane vodne huminske snovi.