

# Műszerezés és szabályozás az eleveniszapos szennyvíztisztításban

Pulai Judit

Pannon Egyetem

# Az eleveniszapos rendszerek főbb típusai

Folyamatos betáplálású térben ciklizált (anaerob, anoxikus, aerob) rendszerek

Folyamatos betáplálású időben ciklizált rendszerek

- 1 medencés
- 2 medencés

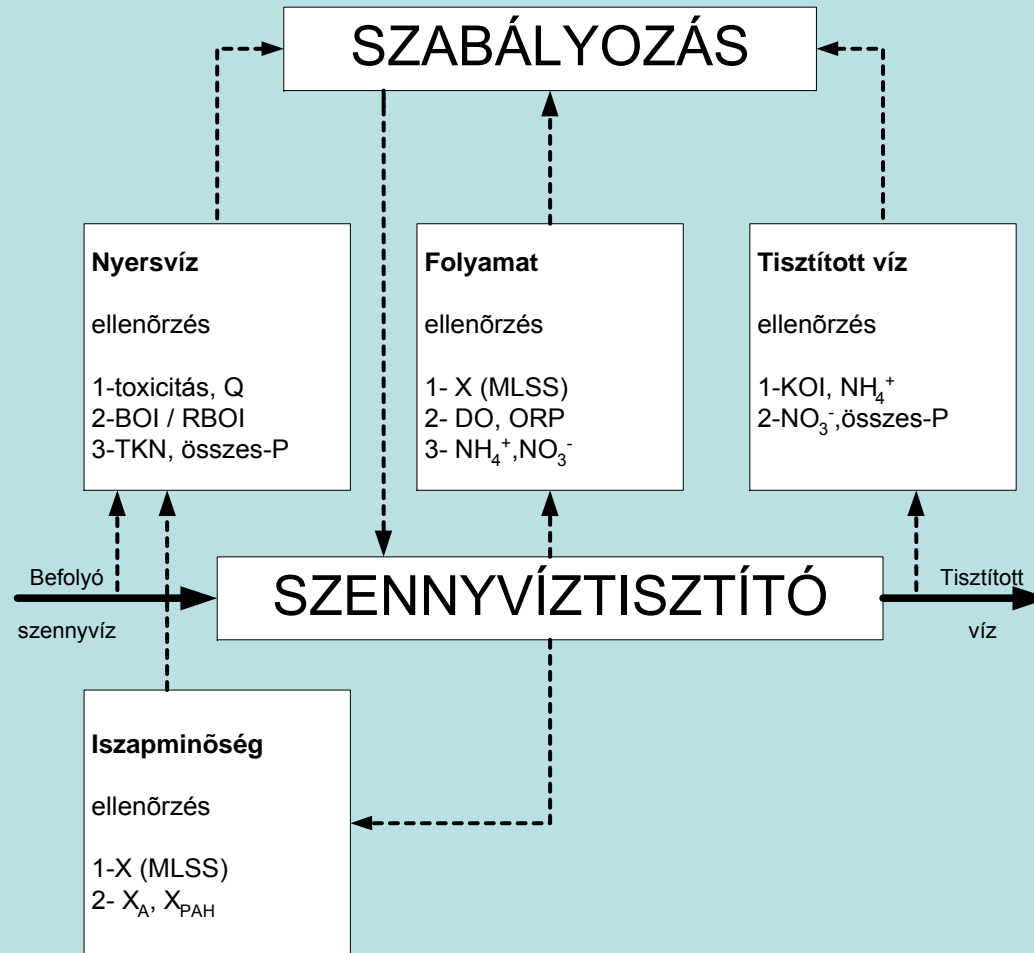
Szakaszos betáplálású időben ciklizált rendszerek

- tisztítótérfogat csak reaktorként funkcionál
- tisztítótérfogat ülepítőként is funkcionál

A tápanyagok eltávolítását befolyásoló legfontosabb tényezők, technológiai jellemzők

- KOI/BOI5 eltávolítás:  $\eta_{\text{KOI}} = f(S_0^{\text{BOI5}}, S_{\text{inert}}, \text{DO}, \text{iszapkor}, \text{tartózkodási idő})$
- nitrifikáció:  $\eta_{\text{nitrif}} = f(S_0^{\text{NH4}}, \text{toxicitás}, S_0^{\text{BOI5}}, \text{DO}_{\text{ox}}, T, \text{iszapkor}, \text{tartózkodási idő}_{\text{oxikus}})$
- denitrifikáció:  $\eta_{\text{denitr}} = f(S_0^{\text{NH4}}, \text{toxicitás}, S_0^{\text{BOI}}, \text{DO}_{\text{ox}}, S_{\text{NO3}}, T, \text{HRT}_{\text{anox}}, R_b, S_0^{\text{BOIst}})$
- foszforeltávolítás:  $\eta_{\text{P}} = f(P_0, S_0^{\text{BOI5}}, \text{DO}_{\text{ox}}, \text{tartózkodási idő}, \text{DO}^{\text{Ri}}, \text{NO}_3^{\text{Ri}}, \text{iszapkor}, S_0^{\text{BOIst}})$

# Eleveniszapos szennyvíztisztítás üzemviteli ellenőrzésének célszerű kialakítása.



# On-line szabályozáshoz felhasználható paraméterek mérése

Mért jellemző	Hol	Számítógép	Szabályozás / folyamat
Toxicitás	közcsatorna /befolyó víz/	Szabályozás Jelfeldolgozás	toxikus víz elkülönítése
BOI (előülepítő)	Előülepített szennyvíz		segédtápanyag adagolása, S (acetát), O <sub>2</sub>
ORP, pH	ana/anoxmedencék		segédtápanyag, semlegesítés
ORP, pH	oxikus medencék		levegőztetés ciklizálása
DO	oxikus medencék		levegőztetés intenzitása
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	oxikus medencék		levegőztetés intenzitása
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> és NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	oxikus medencék		levegőztetés intenzitása / ciklizálása, belső recirkuláció mértéke
ortofoszfát	Oxikus medencék		acetát / segédtáp. / vegyszer
X iszapkonc.	Oxikus medencék		iszapelvétel szabályozása
X iszapkonc.	recirk. iszap		iszap recirk. iszapelvétel
H (iszapszint)	utóülepítő	dekanter üzemeltetése	
X iszapvíz szabályozása	iszapvíztelenítő	segédvegyszer adagolása, flokkuláló idő	
X elfolyó víz	utóülepítő	iszapelúszás megszüntetése, üzemavar elhárítás	
Üzemleállás	műveleti egység/berendezés	meghibásodás jelzése, riasztás üzemzavar elhárítás	

# A szennyvíztelepen alkalmazható on-line műszerek csoportosítása

	Válaszadási Ideje (perc)	Mérés Ideje (perc)	Mérés elve	Példa
A	1	0	Ion-szenzitív, optikai elv, szűrés nélkül	iszapkoncentráció (g/l), zavarosság (FNU), $S_{NH_4}$ (ion-szenzitív), $S_{NO_x}$ (ion-szenzitív), $S_{NO_x}$ (UV), $C_{KOI}$ , $S_{KOI}$ (UV/Vis), áramlási sebesség ( $m^3/d$ ), vízszint (m), hőmérséklet ( $^{\circ}C$ ), pH, oldott oxigén (mg/l), iszapszint (m)
B <sub>0</sub>	10	0	Gáz-szenzitív +gyorsszűrés	$S_{NH_4}$ , $S_{NO_x}$ (UV+gyors szűrés)
B <sub>1</sub>	10	5	Fotometria+ gyors szűrés	$S_{NH_4}$ , $S_{NO_3}$ , $S_{NO_2}$ , $S_{PO_4}$
C <sub>0</sub>	20	0	Gáz-szenzitív+ lassú szűrés	$S_{NH_4}$ (gáz-szenzitív+ lassú szűrés), $S_{NO_x}$ (UV+ lassú szűrés)
C <sub>1</sub>	20	5	Potenciometriai+ lassú szűrés, ülepítés	$S_{NH_4}$ , $S_{NO_3}$ , $S_{NO_2}$ , $S_{PO_4}$
D	30	30	Potenciometria, titrimetria összes komponensre	$C_{KOI}$ (termikus kémiai oxidáció+ potenciometria) TOC (termikus oxidáció+IR detektor) $C_N$ (termikus oxidáció+ IR detektor vagy kemilumineszcensz detektor) $C_P$ (termikus kémiai oxidáció + potenciometria) Respirométer, Titrimetria, bioszenzorok

Az „A” osztályba sorolt műszerek szabályozási célból szinte ideálisnak tekinthetők. Az 1 perces válaszadási idő lehetővé teszi a műszer azonnali jeladását.

A „B” osztályba tartozó műszerek a klasszikus berendezéseket jelentik, gyors szűréssel és rövid mérési idővel.

A „C” osztály berendezési lassú szűrést vagy ülepítő berendezés használatát igénylik.

A „D” osztály az összes szakaszosan működő berendezést tartalmazza pl: respirométer.

A mérési intervallum 5 perc, ami a fotometriás mérésekre jellemző. Hosszabb mérési idő nem alkalmas szabályozási célokra.

Az osztályozás alapján az A, B<sub>0</sub>, C<sub>0</sub> osztályokba tartozó mérőműszerek folyamatosan, míg a B<sub>1</sub>, C<sub>1</sub>, D szakaszosan, diszkrét időpontokban szolgáltatnak jelet

# Szabályozáshoz felhasználható komponensek on-line mérése

## **Szerves komponensek on-line mérése**

KOI, BOI TOC és a lebegő anyag időigényes meghatározása helyett szükségessé vált a szabályozás szempontjából a gyors jelet szolgáltató módszerek kidolgozására. Tapasztalatok szerint meghatározott hullámhosszon (254 nm és 280 nm) történő fényelnyelés jól korrelál a KOI, BOI és TOC értékekkel

## **Szervetlen komponensek on-line mérése**

Foszfát

- Vanado-molibdén-foszforsavas eljárás: A reagens elkészítéséhez vanádiumot ammónium molibdáttal keverik össze, ami foszfor hatására sárga színt ad. A mérési tartomány 0,1-20 mg/l, válaszadási ideje 12 perc.
- Molibdén kék eljárás aszkorbinsavas redukcióval: Aszkorbinsav hatására molibdénkék képződik ami fotometriásan mérhető. A mérési tartomány 0,01-5 mg/l, válaszadási ideje 12 perc

# Szabályozáshoz felhasználható komponensek on-line

## Ammónium

## mérése

Az ammónium ion-szelektív elektróddal (gáz elektróddal) történő mérésekor a minta pH-ját először 11-re állítják, hogy az összes ammónium iont ammóniává alakítsák

A kolorimetriás mérésnél a szín intenzitásából következtetnek a koncentrációra. Az ammónium ammóniává történő átalakulása eredményeként az oldat színe sárga lesz (Nessler-módszer), amit kolorimetriásan lehet mérni.

## Nitrát/nitrit

- A nitrát ion szelektív elektróddal történő mérését illetően előny a kis vegyszerigény és az, hogy nincs szükség különösebb minta előkészítésre. Bár a műszer érzékeny az elektróda elszennyeződésére, a jel kúszására és HCO<sub>3</sub>-ion zavarására. Az elektróda jelének kúszását meg lehet akadályozni automata in situ kalibrációval.

- A nitrát elektróddal történő méréséhez közvetlenül rendelkezésre állnak nitrát elektródok, de használható arra ammónia szelektív elektród is. Az utóbbi esetben a nitrátot először ammóniává kell redukálni.

- Közvetlen fotometria: ez reagens hozzáadása nélkül UV fény elnyelésen alapul. A nitrát abszorbanciáját 220 nm-en mérik, ha a szerves anyag tartalom kicsi. A mérés alapja az UV spektrofotometria. A mérési tartomány 0,1-100 mg/l, válaszadás ideje kisebb mint 5 perc

# Biológiai folyamatok sebességének mérése

## 1. Titrimetria

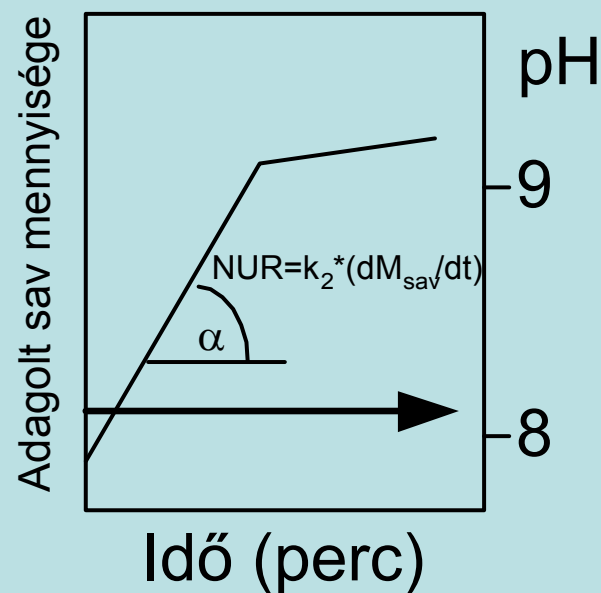
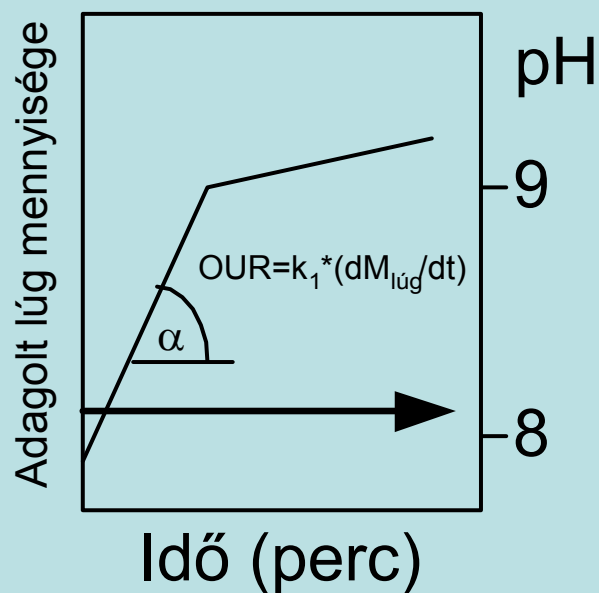
A mérés elve, hogy az oxidált ammónium és a keletkező proton közötti összefüggést a pH ellenőrzésével lehet mérni a mintához adagolt vegyszer (bázis) mennyisége alapján, ami a keletkezett protonok semlegesítésére fordítódik. A vegyszer fogyásának sebessége a nitrifikáció sebességével arányos, az elfogyasztott vegyszer mennyisége pedig a rendszerben levő ammóniuméval.

Denitrifikációnál a keletkező  $\text{OH}^-$  semlegesítésére adagolt vegyszer (sav) mennyisége arányos a denitrifikáció sebességével, a felhasznált sav mennyisége a nitrát mennyiségével.

Meghatározása egyensúlyi titrálással lehetséges, ami rögzített pH tartását, s az ahhoz szükséges sav/lúg mennyiségének a mérését jelenti.



# Sav termelése és fogyasztása a nitrifikáció és denitrifikáció titriméteres ellenőrzésénél



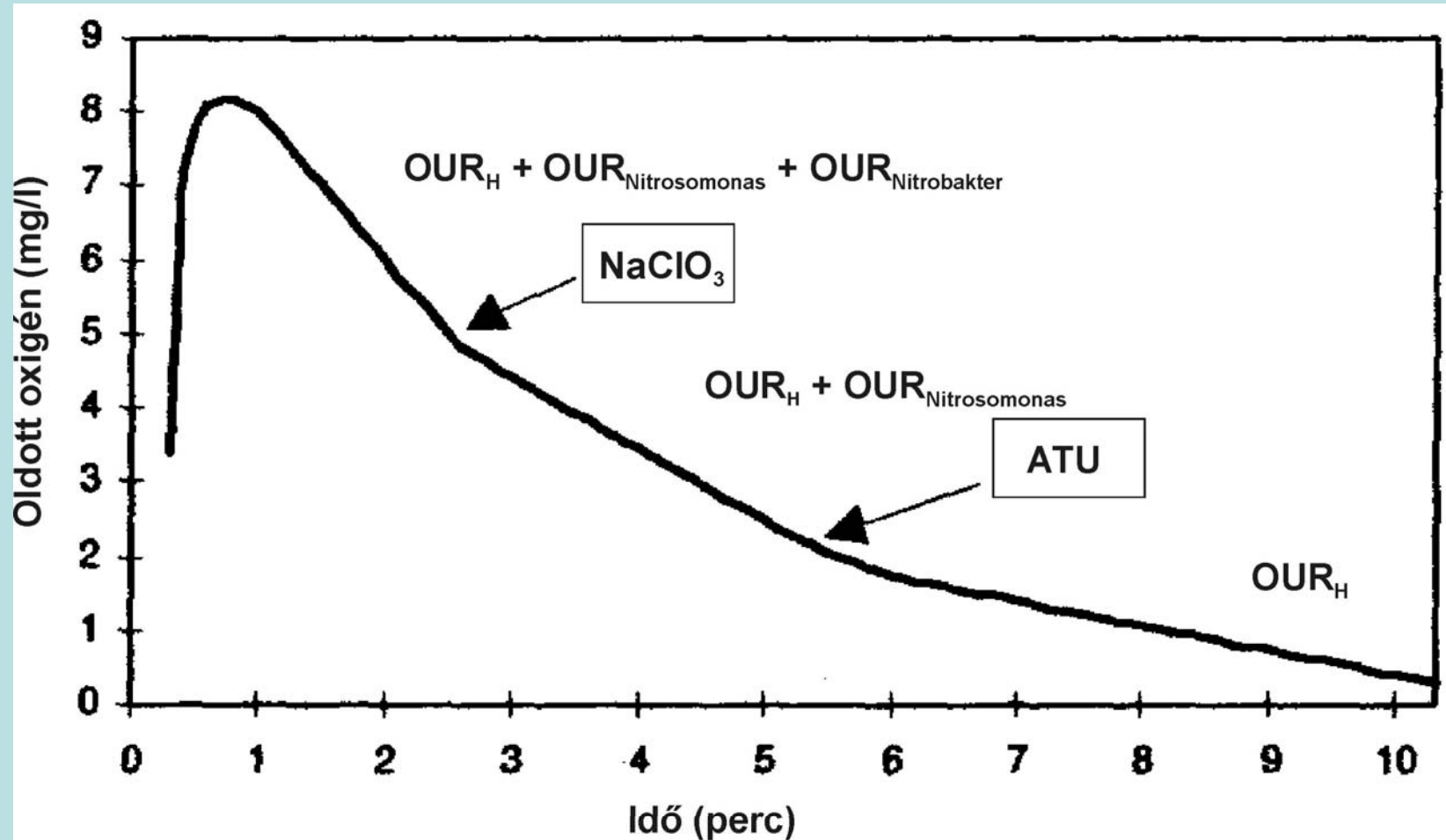
# Biológiai folyamatok sebességének mérése

## 2. Respirometria

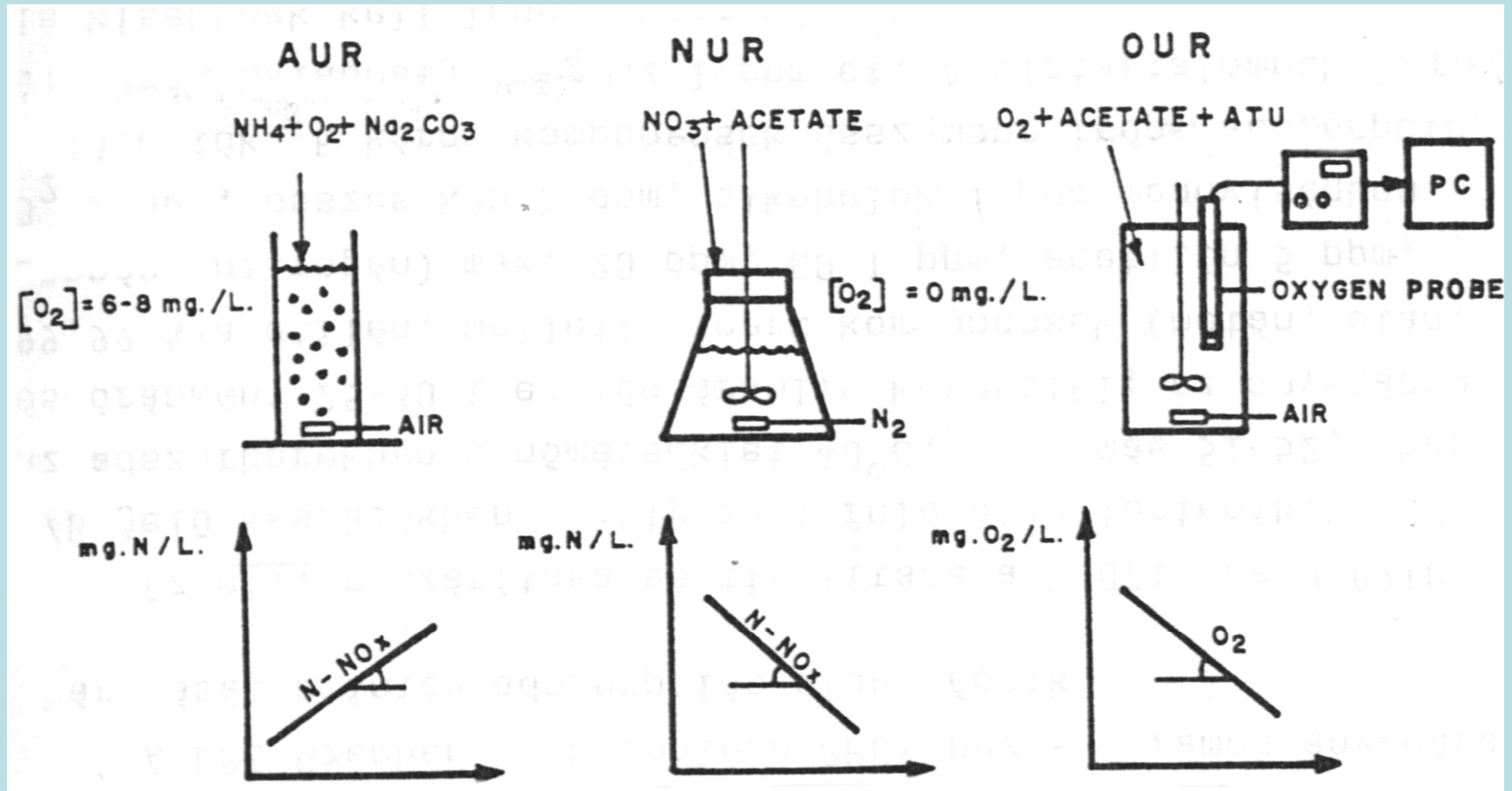
On-line kiépítéssel, nagy érzékenységgel és rövid válaszüddel jelzi a toxicitást. A mérés alapelve a nitrifikálók oxigénfelvételének mérése ( $OUR_{Aut}$ ). Ez nem más, mint a heterotrófokból és nitrifikálókból álló kultúra teljes oxigénfelvételének ( $OUR_{tot.}$ ) és a heterotrófok oxigénfelvételének ( $OUR_H.$ ) a különbsége. A szelekció érdekében a vizsgálat során a nitrifikálók oxigénfogyasztását lemérgezéssel, allil-tiourea hozzáadásával blokkolni kell. A toxikus anyagok jelenlétére a  $OUR_{Aut} = OUR_{tot.} - OUR_H.$  érzékeny változásából lehet következtetni. A mérés egyszerű edényben kialakítható, amiben a lemérgezést vagy a mérés előrehaladtával, vagy párhuzamos mintával kell végezni. Mindkét változatnál a folyadékfázis oxigénkoncentrációjának csökkenését kell mérni az eltelt idő függvényében.

Mérése közvetlenül (oldott oxigén koncentrációjának változása) vagy közvetetten (ammónium és nitrát koncentráció változásával) lehetséges.

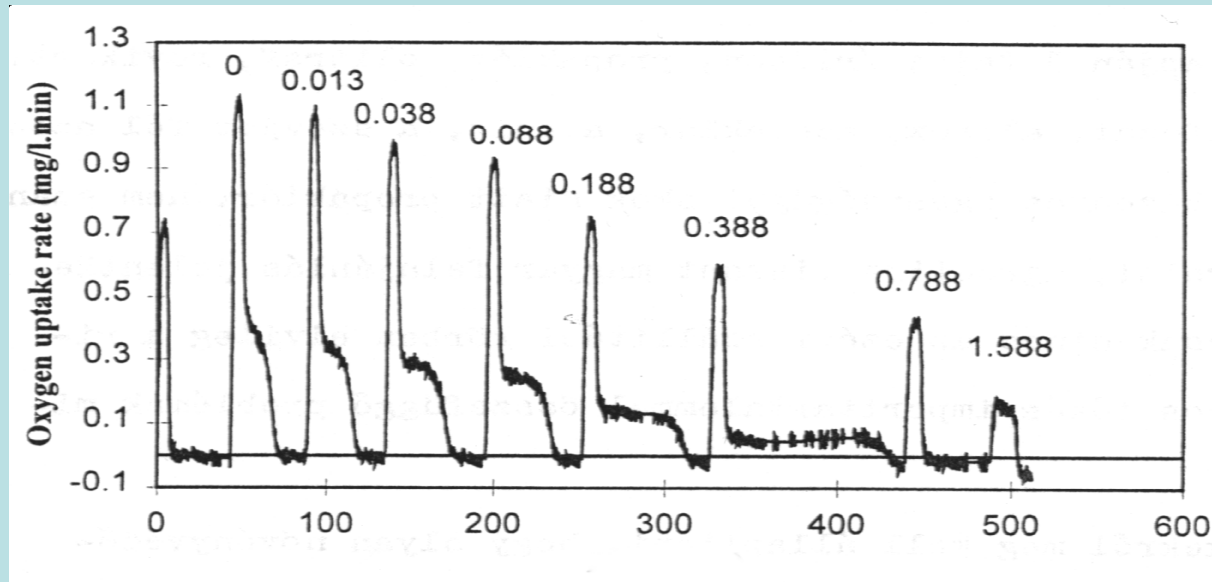
Jellegzetes respirometria görbe (közvetlen mérés) két szelektív inhibítor hozzáadása esetén



# Respiráció közvetett mérése



## Toxicitás vizsgálata respiráció mérésével



Oxigén felvételi sebesség mérésével történő toxicitás vizsgálat acetát – ammónium tápanyag (20 és 2 mg/dm<sup>3</sup> adagolása minden egyes injektálásnál) fogyasztásának mérésekor különböző cianid dózisonál

## Egyszerűbb és olcsóbb szabályozás lehetőségei DO, ORP és pH mérésével

Mivel

Hogyan

DO alapján-kívánt DO szintre

két DO koncentráció között működtetve a levegőztetés ki/be kapcsolással, szükség szerint a DO elfogyása után megfelelő levegőztetés késleltetés anoxikus szakaszt is biztosít

ORP alapján nitrát elfogyásra

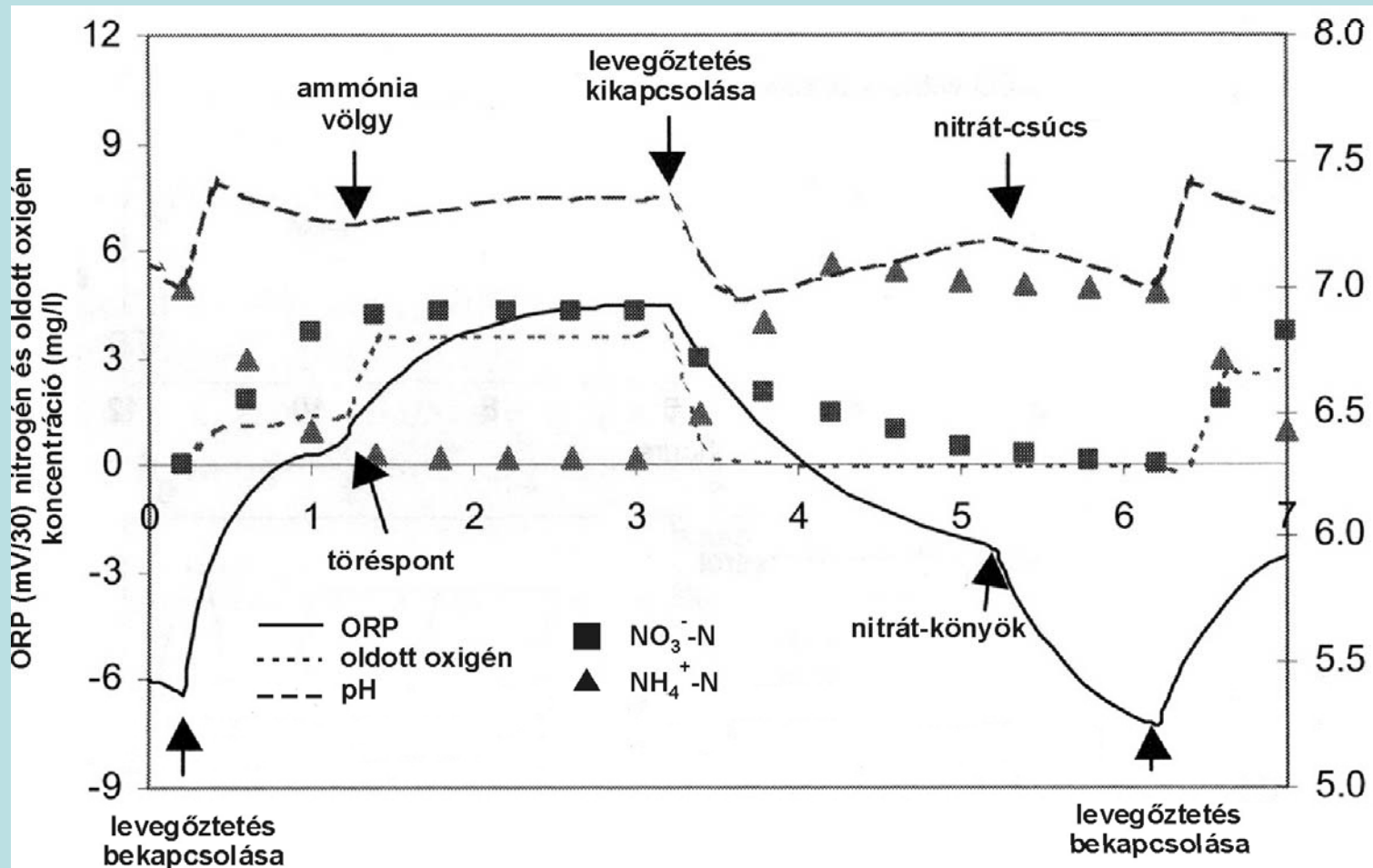
nitrát elfogyásakor (sarokponton) indítva a levegőztetést  $d \text{ ORP}/dt$  vagy  $d \text{ ORP}/d \text{ DO}$  jelre a szabályozás érzékenyebb

DO/ORP/pH alapján

a  $d \text{ pH}/dt$  jellel mind a nitrát mind az ammónium elfogyása érzékelhető

Hiányosság: ORP és pH csak a végpontról ad információt

# A levegőztetés hosszának szabályozása DO/ ORP/ pH mérés alapján



# A tisztítás szabályozása részletes on-line monitoring segítségével

Milyen jellemzővel

DO alapján-kívánt oxigénszintre

Hogyan

két DO koncentráció között működtetve a levegőztetést, vagy NH<sub>4</sub> alapján változtatva a beállított értéket

NH<sub>4</sub>-N alapján

az oxigénszint igény szerinti állításával, szükség szerint levegőztetés nélküli időszakok beiktatásával

NH<sub>4</sub>-N és NO<sub>3</sub>-N alapján

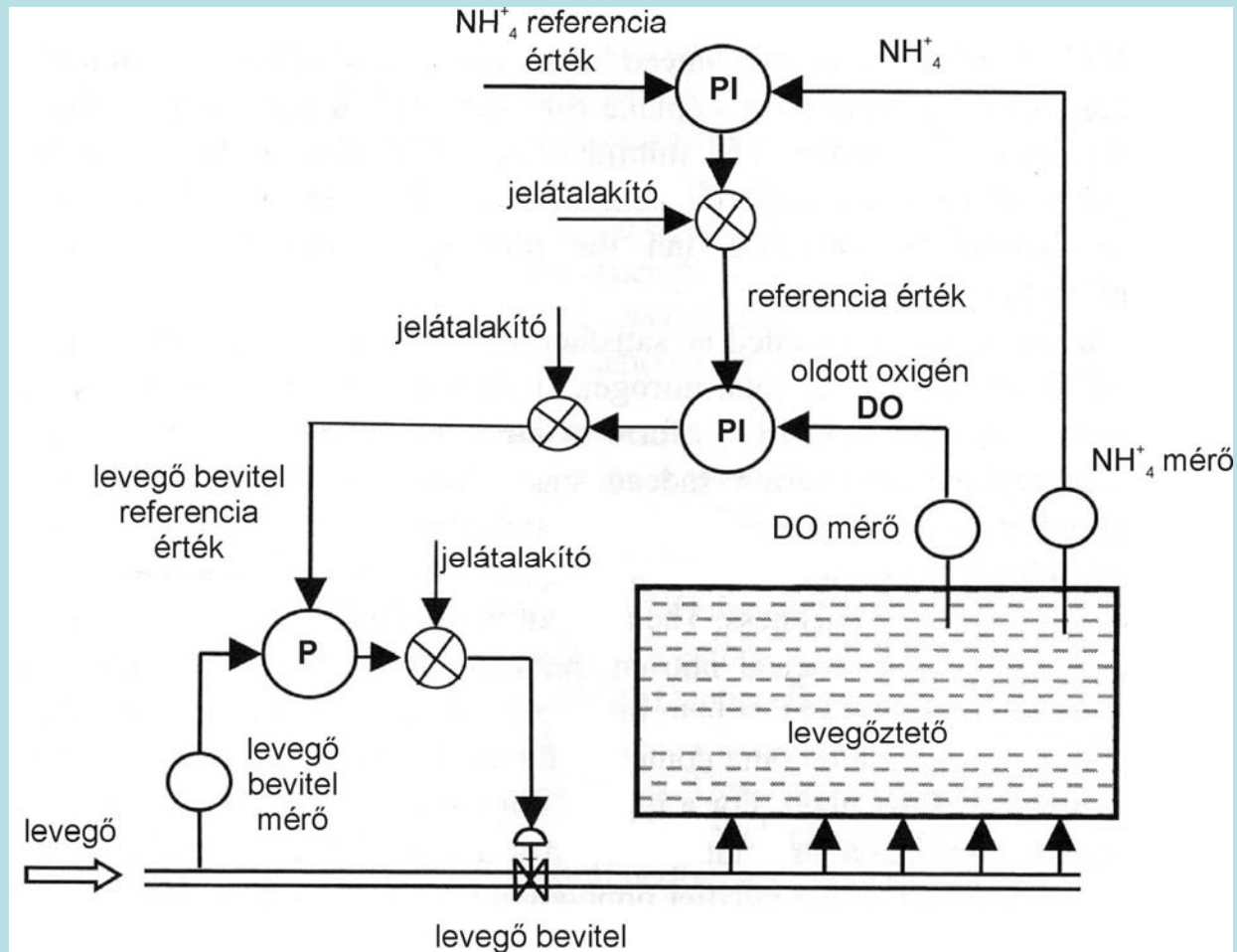
mind az oxigénszint állításával mind a levegőztetés kikapcsolásával, mind a recirkuláció mértékével szabályozva a folyamatot

PO<sub>4</sub> alapján

kicsapó vegyszer dóziséét szabályozza

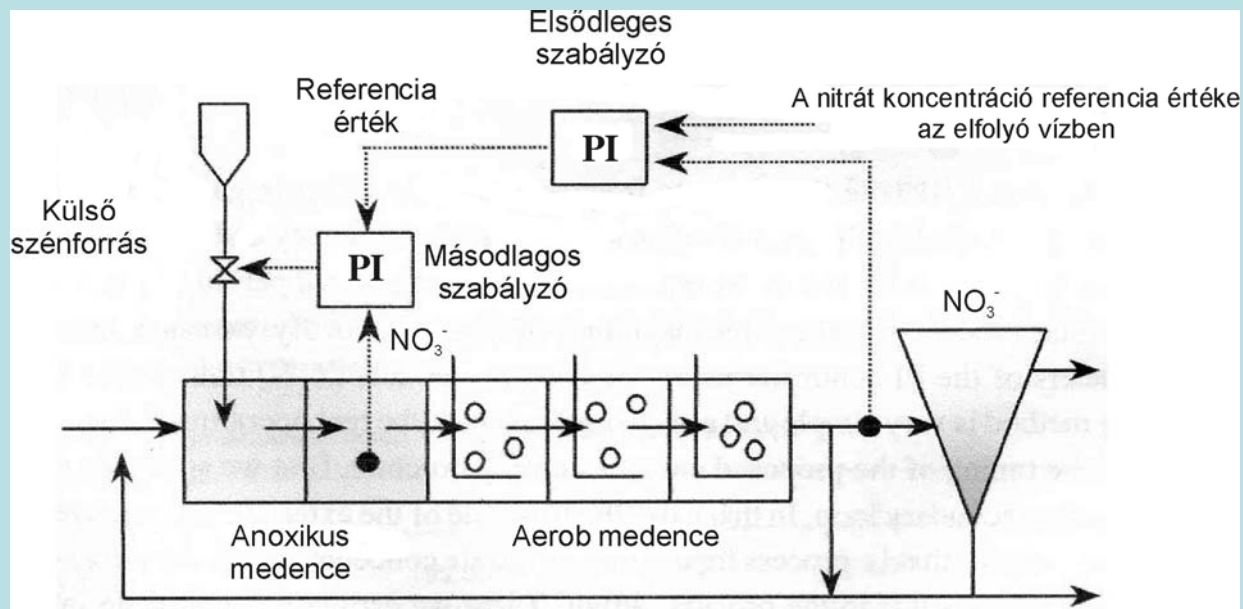


# DO és ammónium mérésen alapuló szabályozás



# Denitrifikáció szabályozása

/külső szénforrás adagolás szabályozásának módja/



Köszönöm a figyelmüket