

UKLANJANJE FOSFORA IZ OTPADNIH VODA

KARAKTERISTIKE I SASTAV OTPADNIH VODA

KOMUNALNE OTPADNE VODE

Pokazatelj	Vrijednost	MDK	
Protok, Q,	m ³ /h		
Susp. tvar	mg/L	220	35
Taloživa tvar,	mL/L	10	
BPK ₅ , O ₂	mg/L	220	25
KPK, O ₂	mg/L	500	125
Ukupni N	mg/L	40	10
Org-N	mg/L	15	
NH ₃ -N	mg/L	25	
NO ₂ -N	mg/L	0	
NO ₃ -N	mg/L	0	
Ukupni P	mg/L	8	2
Org-P	mg/L	3	
Anorg-P	mg/L	5	
Kloridi, Cl ⁻	mg/L	50	
Alk., CaCO ₃	mg/L	100	
Masnoće	mg/L	100	

INDUSTRIJSKE OTPADNE VODE

KPK, O ₂	mg/L	500-10000
---------------------	------	-----------

OPTEREĆENJE OTPADNIH VODA

EKVIVALENTI STANOVNIKA (ES):

Q	250	L/(ES*d)
BPK ₅	60	g/(ES*d)
KPK	120	g/(ES*d)
ST	70	g/(ES*d)
N	12	g/(ES*d)
P	3	g/(ES*d)

Procjena koncentracije fosfora u otpadnim vodama na temelju ES:

$$\begin{aligned}\gamma(P) &= m(P) \text{ mg}^*(\text{ES}^*\text{d})^{-1} / (Q \text{ L}^*(\text{ES}^*\text{d})^{-1}) \\ &= 3000 \text{ mg}^*(\text{ES}^*\text{d})^{-1} / (250 \text{ L}^*(\text{ES}^*\text{d})^{-1}) \\ \gamma(P) &= 12 \text{ mg}^*\text{L}^{-1}\end{aligned}$$

POSTUPCI UKLANJANJA FOSFORA TEMELJE SE NA:

a) Biološkim procesima, ugradnjom fosfora u biomasu.

Fosfor se ugrađuje kao esencijalni element u biomasu.

Udio fosfora, u odnosu na suhu tvar aktivne biomase, približno je:

$$w(P) = 3 \%$$

Udio fosfora u inaktivnom dijelu mulja, približno je:

$$w(P) = 1.5 \%$$

Računa se da se pri omjeru $BPK_5 : P = 100 : 1$, sav se fosfor ugrađuje u biomasu.

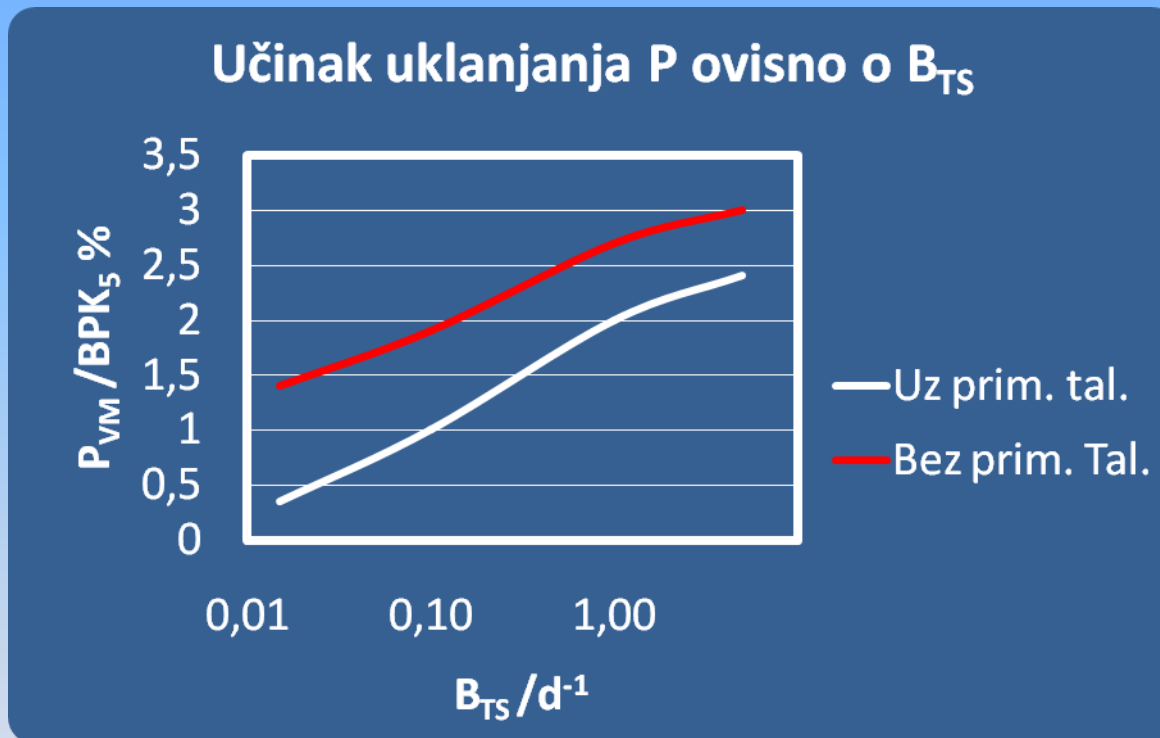
b) Kemijskim procesima, taloženjem fosfata kemijskim sredstvima.

Fosfati se u pravilu talože u obliku teško topljivih fosfata kalcija, željeza ili aluminija

U oba slučaja fosfor se nalazi u aktivnom mulju i uklanja se kao sastavni dio viška mulja .

BIOLOŠKI POSTUPCI UKLANJANJA FOSFORA

Učinak uklanjanja fosfora biološkim postupkom ovisi o mnogim čimbenicima, kao što su: muljno opterećenje, B_{TS} ; omjer BPK_5/P ; omjer ST/S_0 , a i drugih.



Učinak uklanjanja fosfora izražen je u % na temelju sadržaja P u višku mulja (P_{VM}) u odnosu na uklonjeni BPK_5 .

Uz primarni taložnik: $ST_0/S_0 = 0,50$

Bez primarnog taložnika $ST_0/S_0 = 1,25$

Mogući mehanizmi uklanjanja fosfora

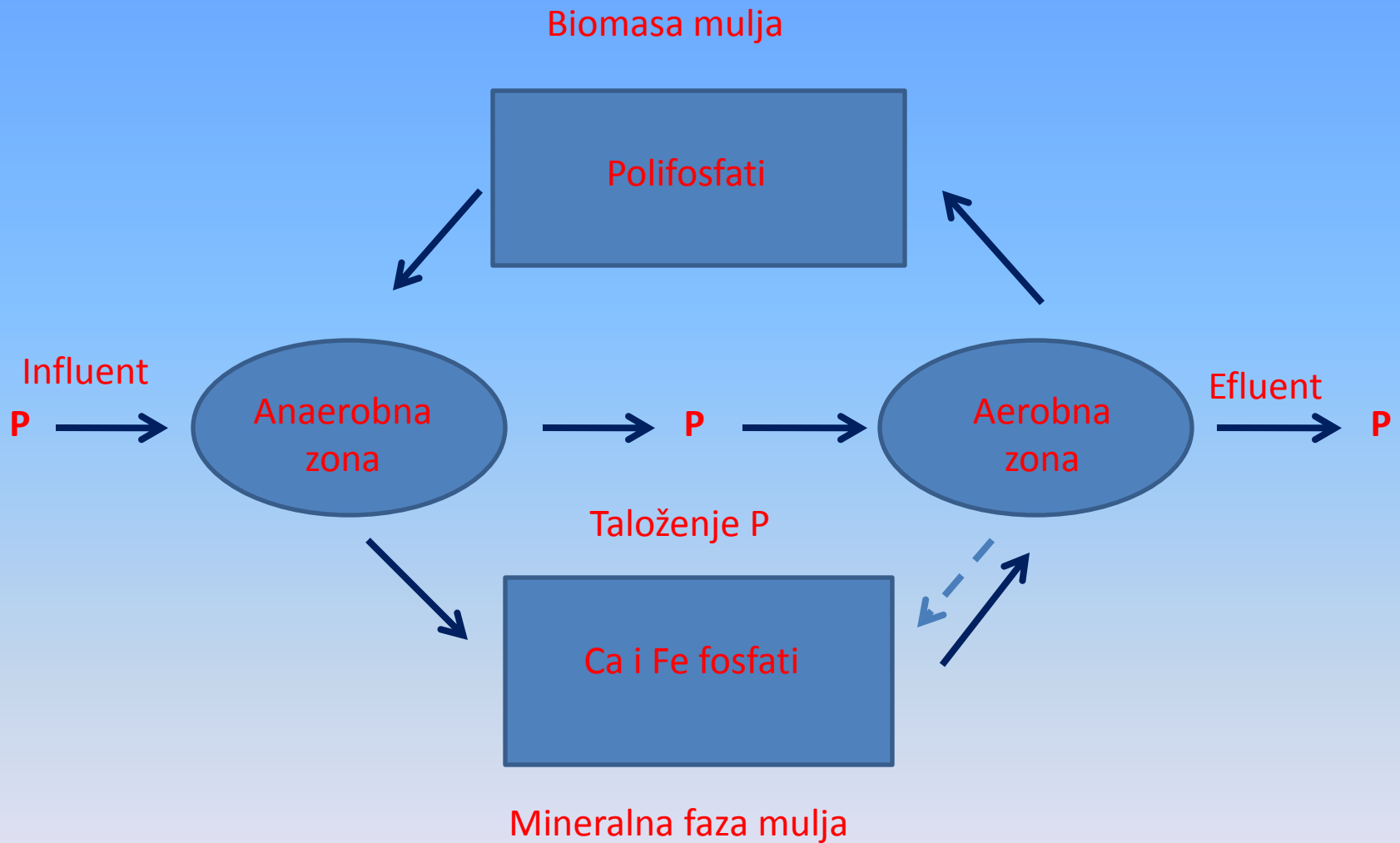
1. Fizikalno-kemijski mehanizam

Procesi denitrifikacije vode do povećanja vrijednosti pH otopine, time se smanjuje topljivost Ca, Mg, Fe i Al fosfata, što uzrokuje njihovo taloženje.

2. Biološki inducirano kemijsko taloženje

Mikroorganizmi u aerobnom uvjetima akumuliraju fosfor u obliku polifosfata. U anaerobnim uvjetima ih, zatim, otpuštaju, koji se, pri dovoljno visokim vrijednostima pH talože.

2. Biološki inducirano kemijsko taloženje - nastavak



3. Povećana akumulacija fosfora u biomasu

Određeni mikroorganizmi u stanju su akumulirati fosfor:

a) Polifosfatnim zasićenjem, induciranog nedostatkom fosfora, ili

b) Povećanom akumulacijom, u prisutnosti dovoljnih količina fosfata, ali u nedostatku kisika što ograničava normalan rast i razvoj mikroorganizama.

Acinetobacter, na primjer, u stanju je akumulirati i 20 puta više fosfora od normalnih potreba.

Pojmovi: aerobno - prisutan O_2 , NO_2^- i NO_3^-

anaerobno - nije prisutan O_2 , NO_2^- i NO_3^-

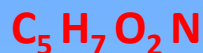
anoksično - nije prisutan O_2 , ali su prisutni NO_2^- i NO_3^-

Meahnizam bioakumulacije fosfora

- Preduvjet povećane akumulacije fosfora je prethodno otpuštanje fosfora u anaerobnim, za rast ograničavajućim, uvjetima.
- Kod aerobnih bakterija blokira se izmjena tvari pri tim uvjetima.
- Bakterija tada za preživljavanje koriste polifosfate kao izvor energije.
- Dokazano je da *acinetobacter* (na primjer) u stanju je u anaerobnim uvjetima regenerirati ATP iz polifosfata.-
- Nakon što se ATP potroši, otpušta se fosfat.
- Kao substrat pri ovim procesima koriste se niže organske masne kiseline, a i octena kiselina.
- Kako u anaerobnim uvjetima nema mogućnosti za razvoj *acinetobacter-a*, supstrat se koristi za sintezu posebnih rezervnih supstancija (PHB).
- Neke fakultativne aerobne bakterija, kao što su *Aeromonas* sp, pretvaraju onečišćenja iz otpadne vode u niže masne kiseline, te time pomažu oslobađanje fosfata.
- Na koncu, u aerobnim, odnosno anoksičnim uvjetima, *acinetobakter* iskorištava rezervnu supstanciju (PHB) za svoj brzi rast, a time i akumulaciju novih količina polifosfata u svoju biomasu.

SASTAV BIOMASE

Pojednostavljena opća formula biomase:



Komplekstna opća formula biomase:



Prema tome, maseni omjeri pojedinih elemenata biomase su:

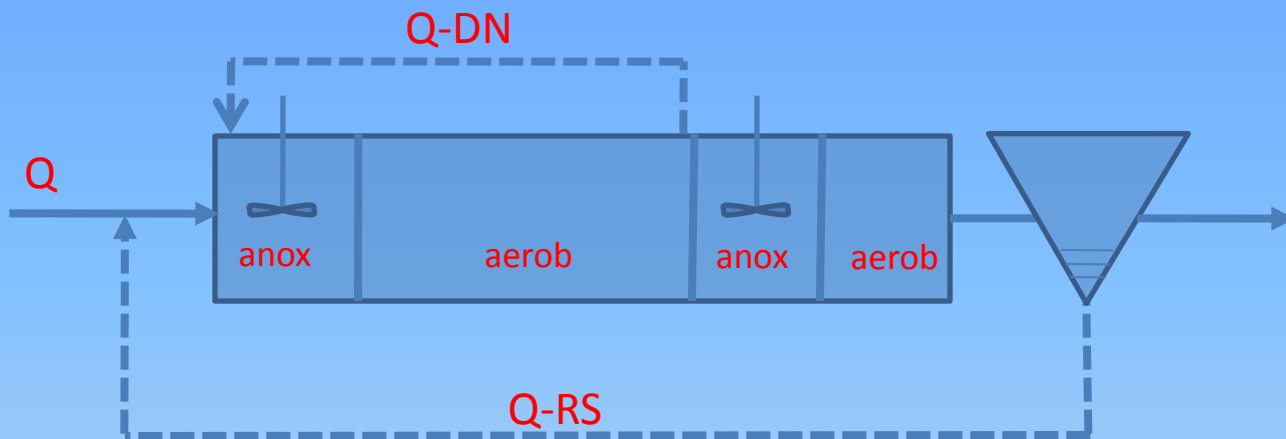
Element:	C	:	H	:	O	:	N	:	P	:	S
Omjer masa:	100	:	19	:	39	:	25	:	6	:	1
Udio masa (%):	51,5;		10,5;		21,1;		13,2;		3,2;		0,5

Slijedi da biomasa prosječno sadrži 13,2 % N i 3,2 % P.

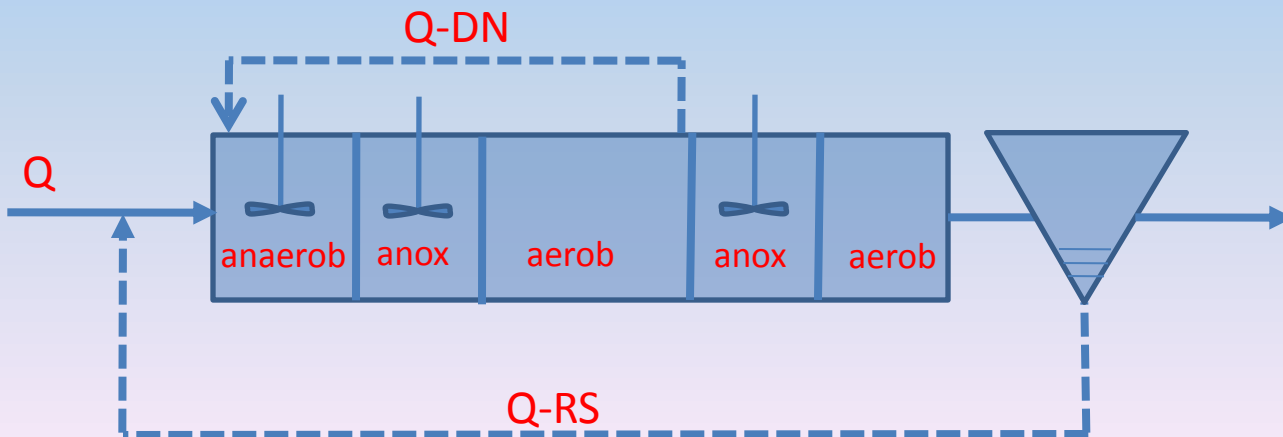
Bioakumulacijom fosfora udio fosfora u biomasi doseže vrijednosti i do 15 %.

POSTUPCI UKLANJANJA FOSFORA U GLAVNOM TOKU

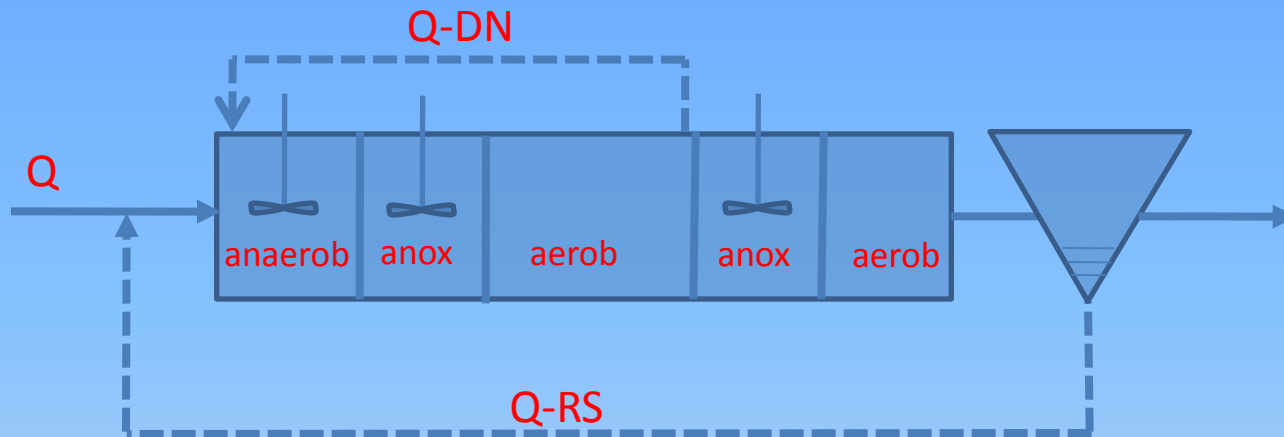
a) "Bardenpho"



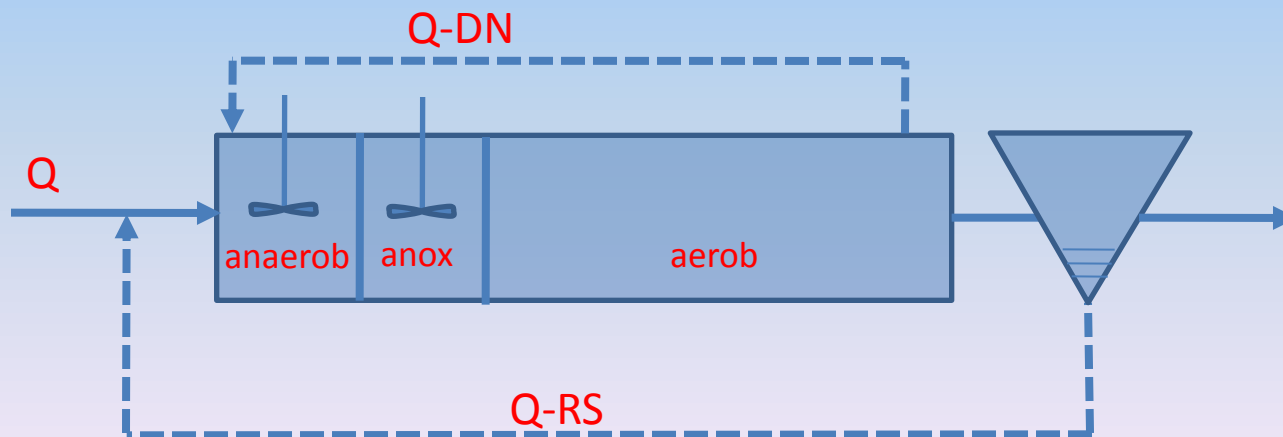
b) Modificirani "Bardenpho", odnosno "Phoredox"



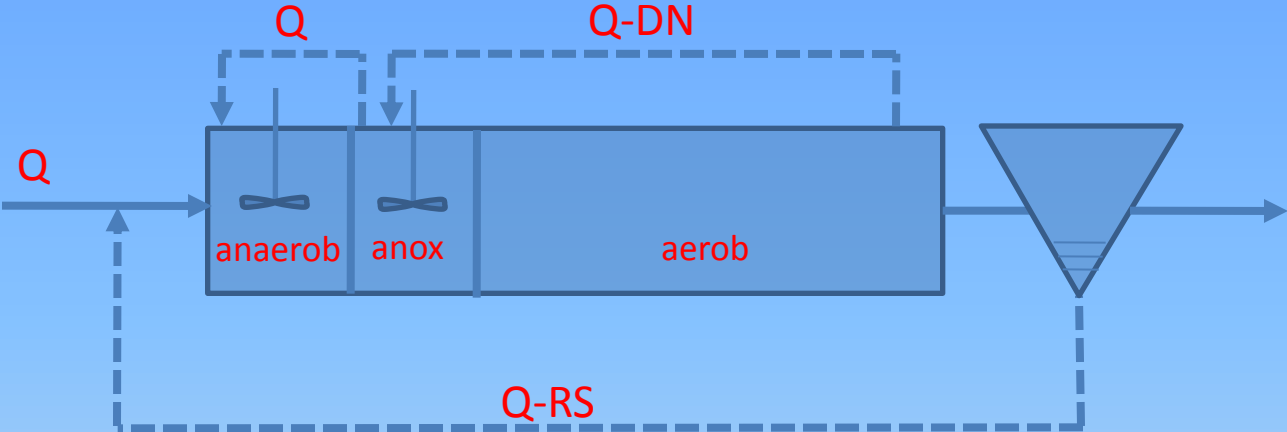
b) Modificirani "Bardenpho", odnosno "Phoredox"



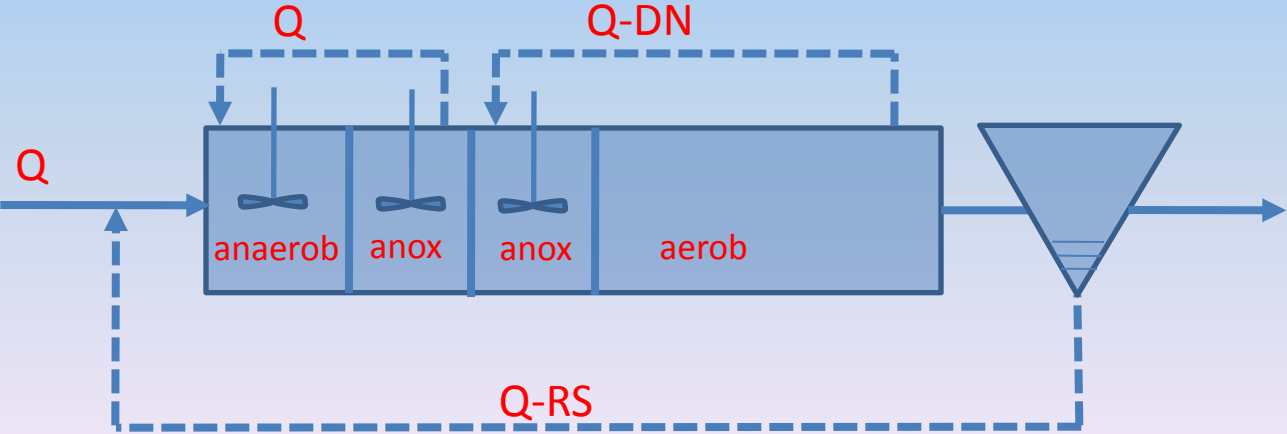
c) Modificirani "Phoredox"



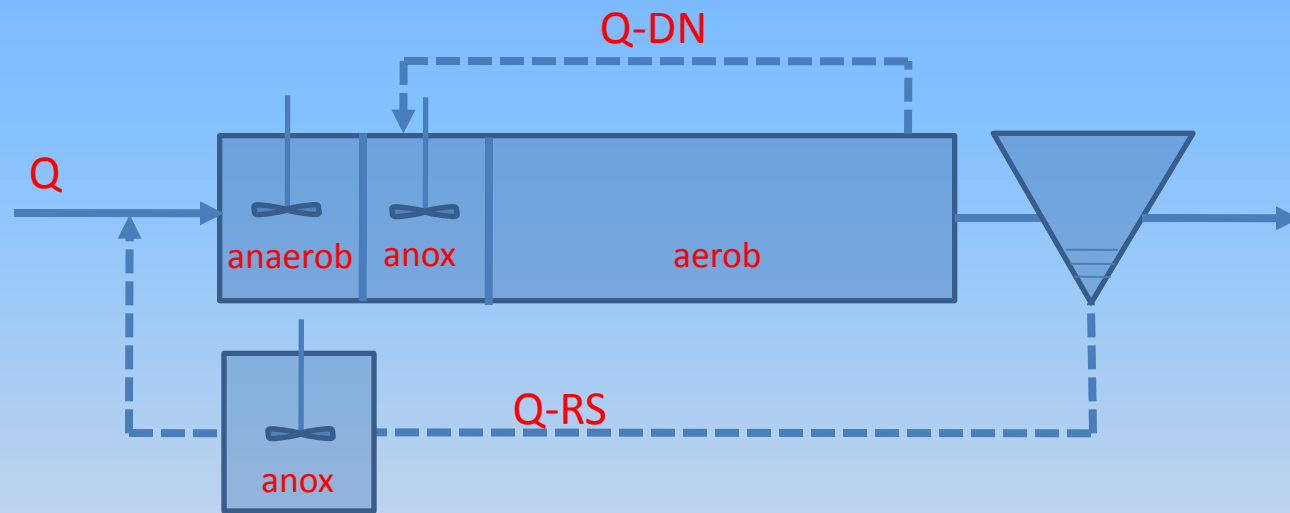
d) UCT



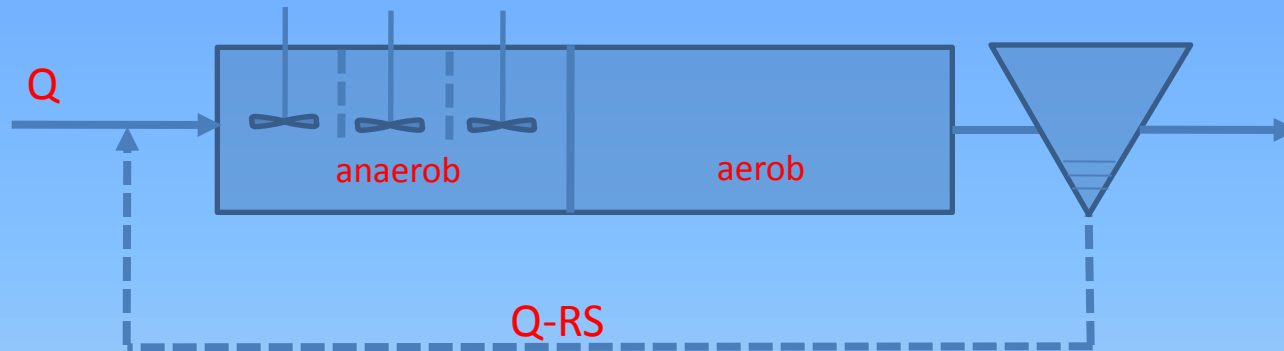
e) Modificirani UCT



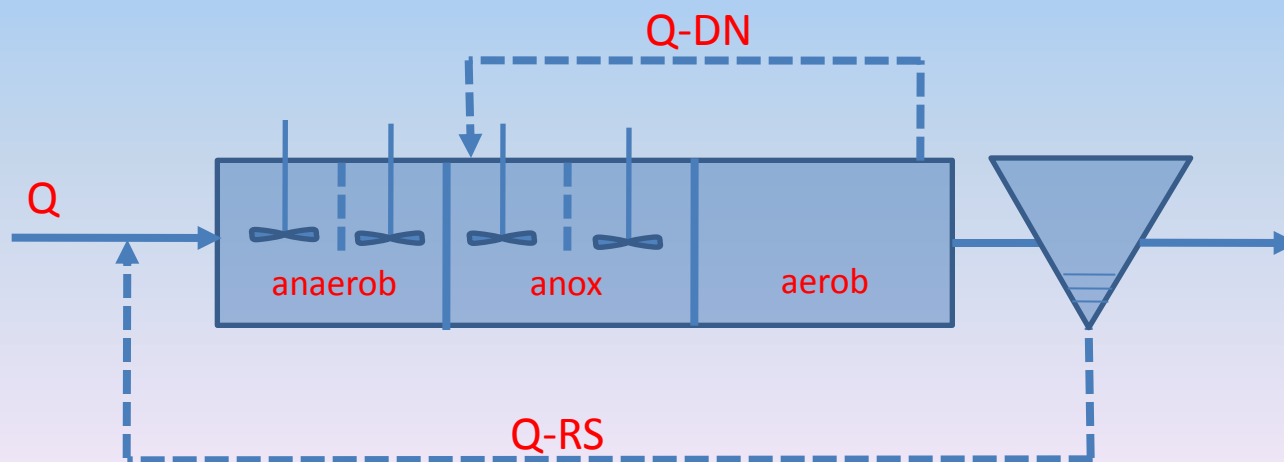
f) JHB



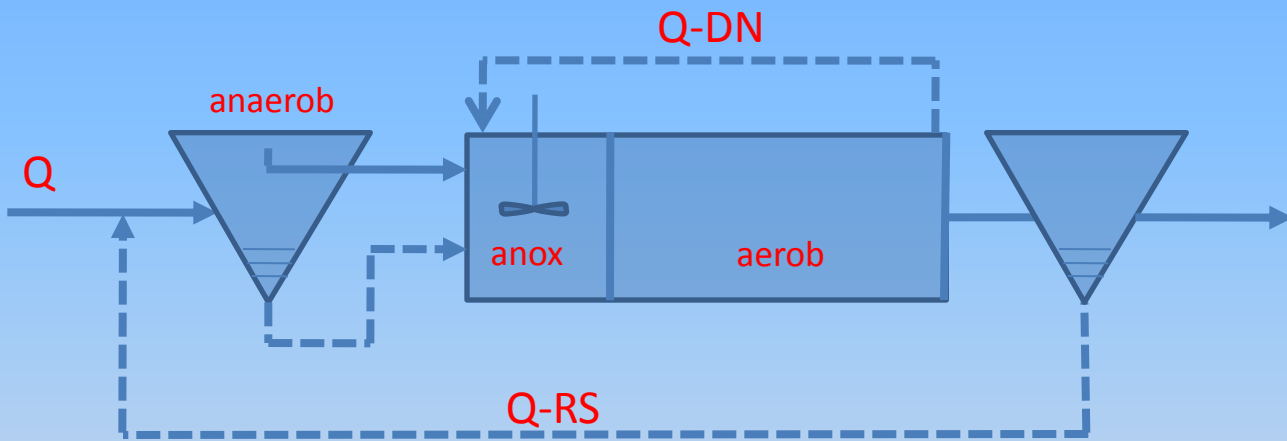
g) A/O postupak



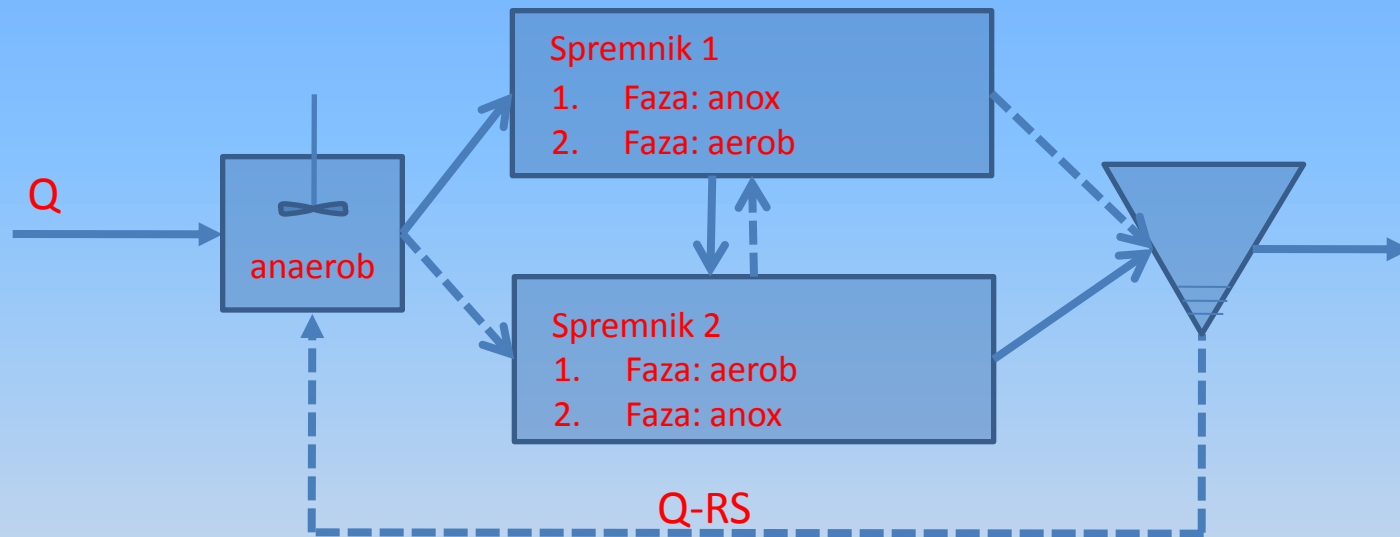
g) A²/O postupak



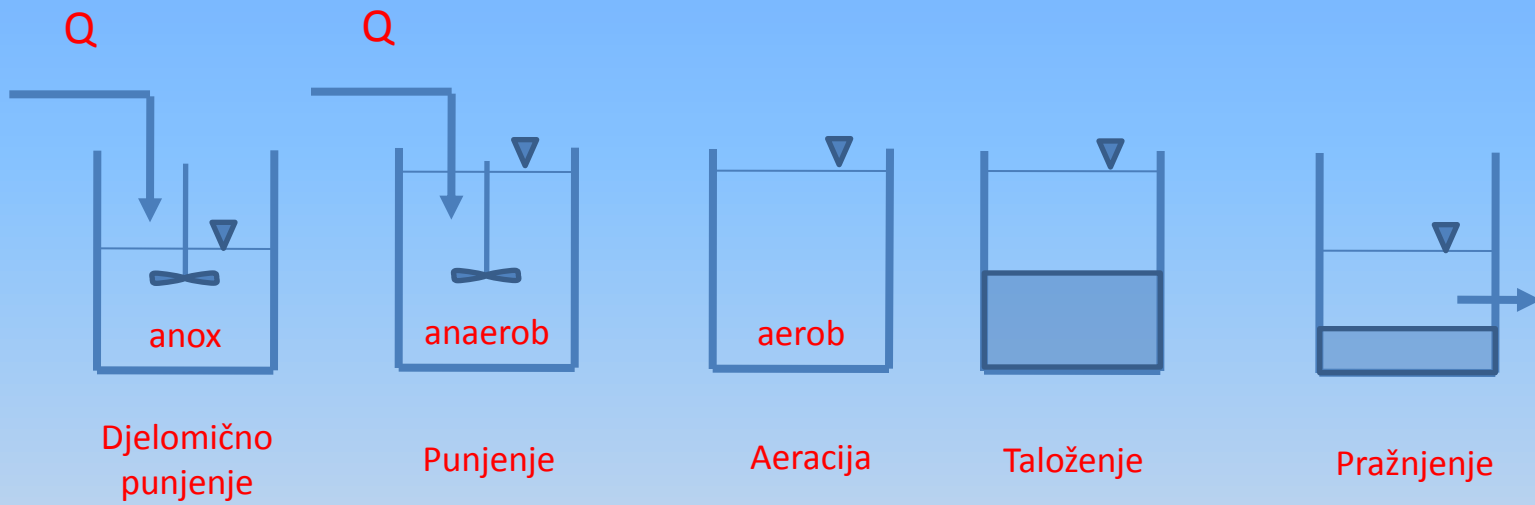
i) EASC



j) Biotdenipho

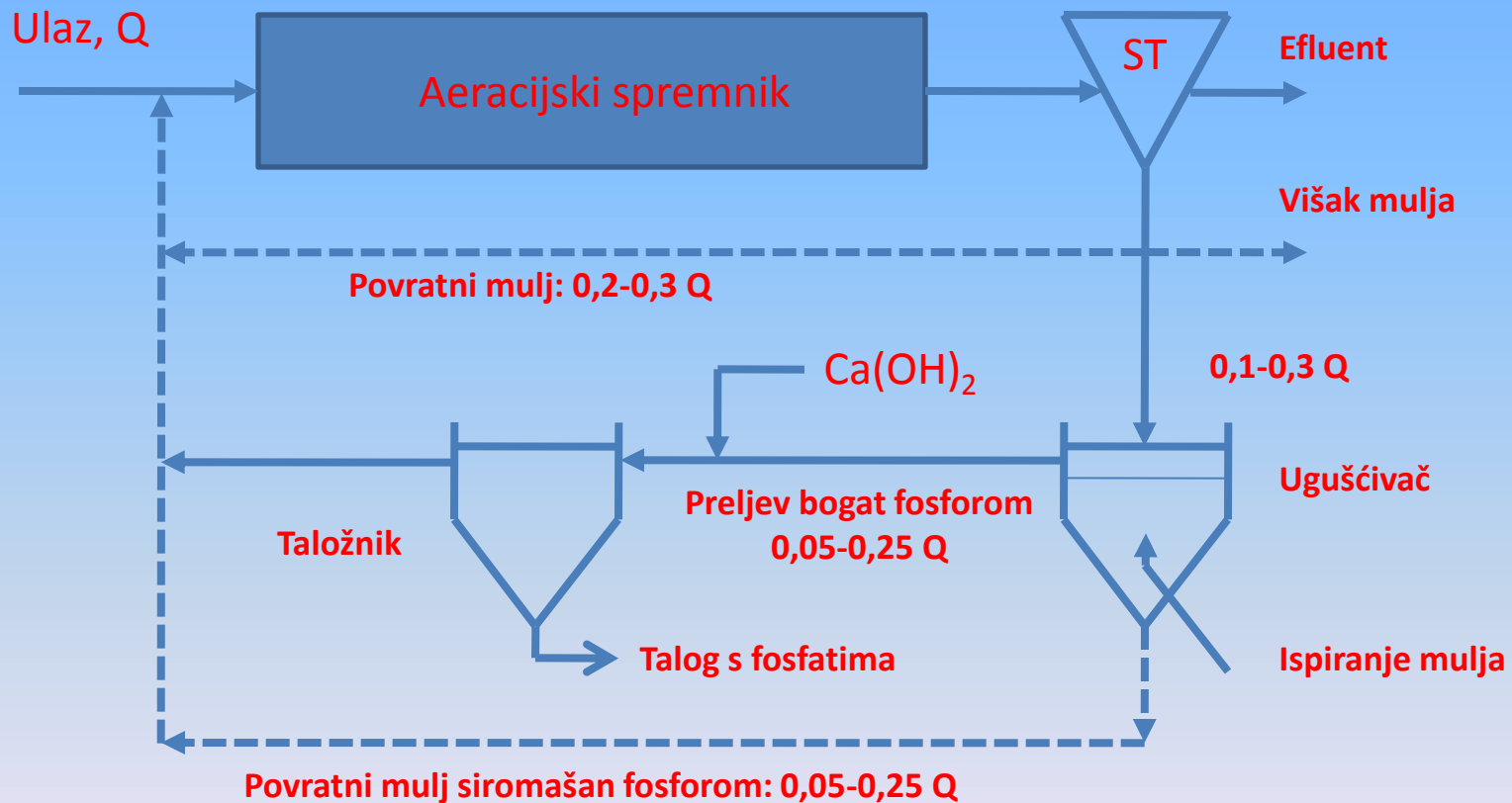


k) SBR



POSTUPCI UKLANJANJA FOSFORA U SPOREDNOM TOKU

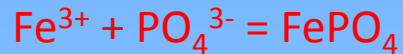
“PHOSTRIP” POSTUPAK



KEMIJSKI POSTUPCI UKLANJANJA FOSFORA

TALOŽNE REAKCIJE PRI UKLANJANJU FOSFATA

Fe³⁺: Dodaje se najčešće u obliku FeCl₃



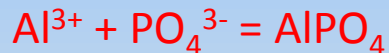
Paralelna reakcija:



Fe²⁺ : Dodaje se kao FeSO₄ , FeCl₂ ili direktno anodnim otapanjem Fe⁰



Al³⁺ : Dodaje se najčešće u obliku Al₂(SO₄)₃ ili anodnim otapanjem Al⁰



Ca²⁺ : Dodaje se kao CaO ili Ca(OH)₂

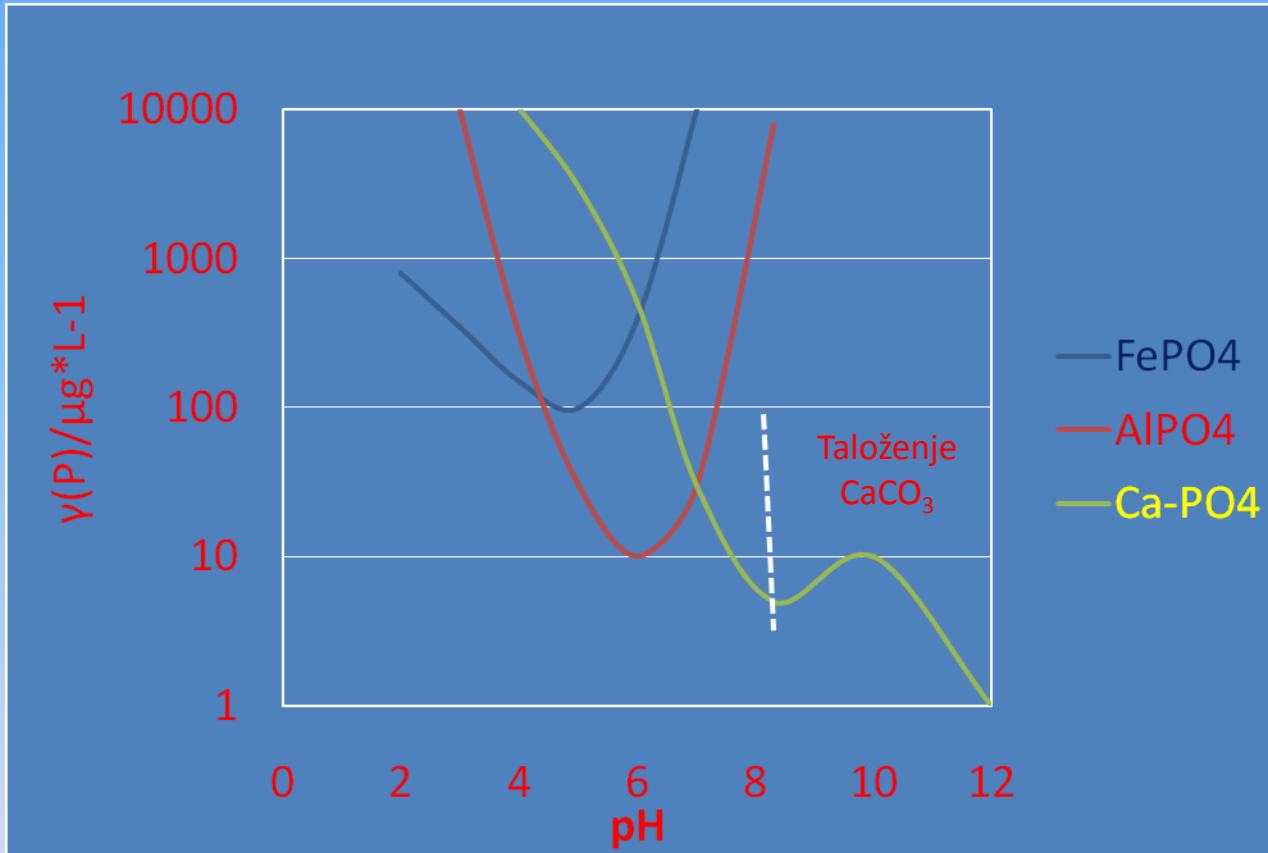
pH < 9



pH > 10



Krivulje topljivosti Fe, Al i Ca fosfata ovisno o pH



DOZIRANJE KEMIKALIJA

Prethodno taloženje

Izlaz iz pjeskolova i mastolova

Ulaz u primarni taložnik

Simultano taloženje

Izlaz iz primarne taložnice

Ulaz u aeracijski spremnik

Povratni mulj

Izlaz iz aeracijskog spremnika

Naknadno taloženje

Sustav za naknadno taloženje

Sustav za kontaknu filtraciju

Stehiometrijski odnosi

1 g P ↔ 1,8 g Fe ↔ 0,87 g Al

Kemikalije se doziraju u suvišku:

Simultano taloženje: 120 – 200 %

Naknadno taloženje: ≥ 300 %

K R A J

