ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΕΛΕΓΧΟΥ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΕΡΙΣΜΟΥ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ ΜΕΣΩ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ

Εκπόνηση διπλωματικής εργασίας: Μαρία Μεγαγιάννη

Επιβλέπων καθηγητής : Κωνσταντίνος Νουτσόπουλος

Μάρτιος, 2020

ΣΤΟΧΟΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Βελτιστοποίηση συστήματος ελέγχου αερισμού ως προς:

- Ποιότητα εκροής
- Ενεργειακή κατανάλωση
- Εκπομπές N2O

Ανάλυση **διαφορετικών**:

- Μεθόδων ρύθμισης της ταχύτητας μεταφοράς οξυγόνου KLA
- Συγκεντρώσεων ελέγχου διαλυμένου οξυγόνου
- Παραμέτρων ελέγχου (διαλυμένο οξυγόνο, αμμωνιακό άζωτο)

Διερεύνηση υπό **συνθήκες**:

- Υψηλών χρόνων παραμονής στερεών ⟶ **SRT=10d**
- Χαμηλών χρόνων παραμονής στερεών ⟶ **SRT=5d**

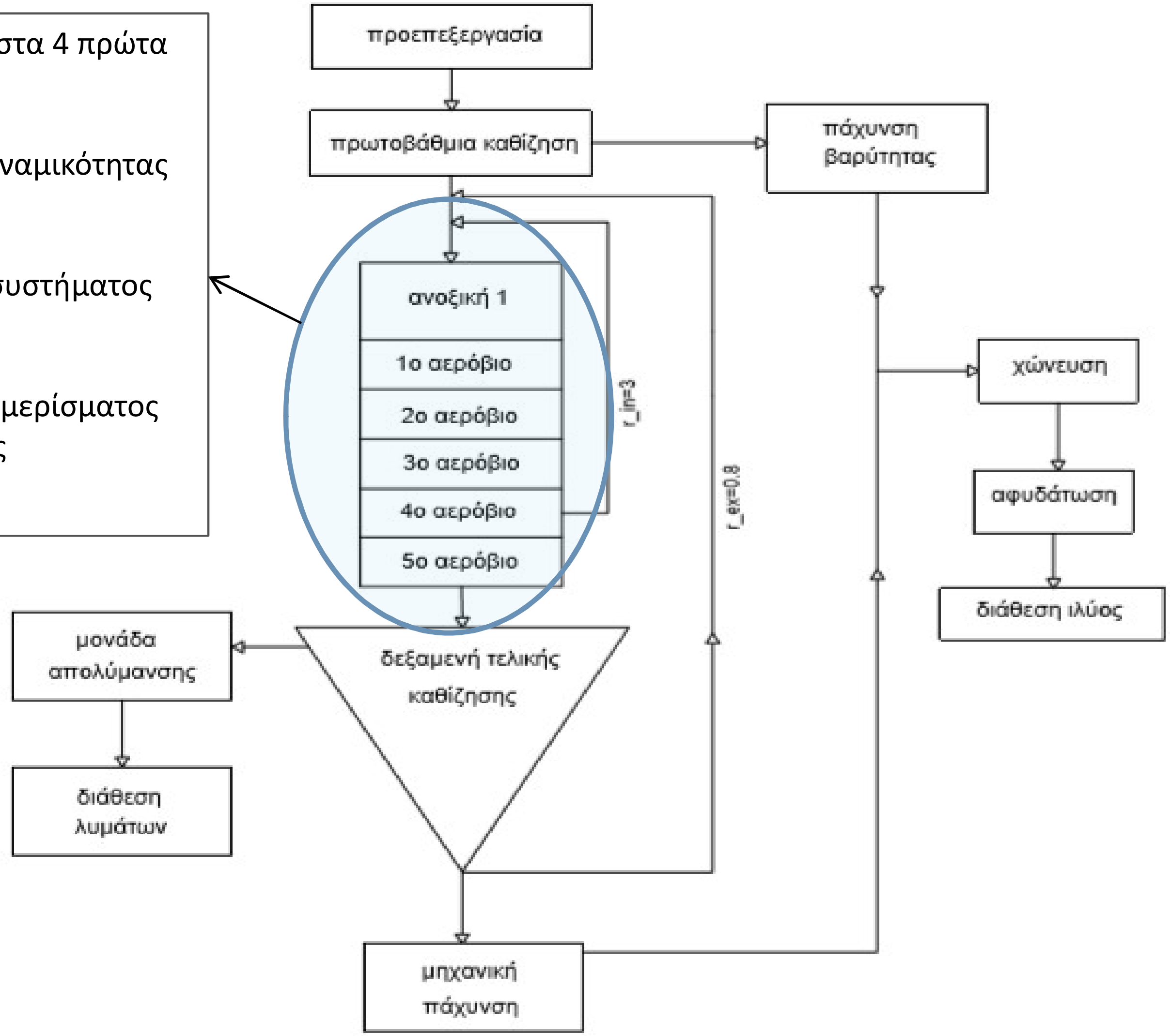
ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΜΕΝΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

•παροχέτευση οξυγόνου στα 4 πρώτα αερόβια διαμερίσματα

• χρήση 4 αεριστήρων δυναμικότητας 3,8 (1/h) έκαστος

• μέγιστη δυναμικότητα συστήματος KLAmax= 15 (1/h)

• χρήση 5^{ου} αερόβιου διαμερίσματος ως δεξαμενή απαερίωσης



ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΕΙΣΟΔΟΥ – ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΞΟΔΟΥ

Δυναμική φόρτιση εγκατάστασης σύμφωνα με το υδρογράφημα εισόδου

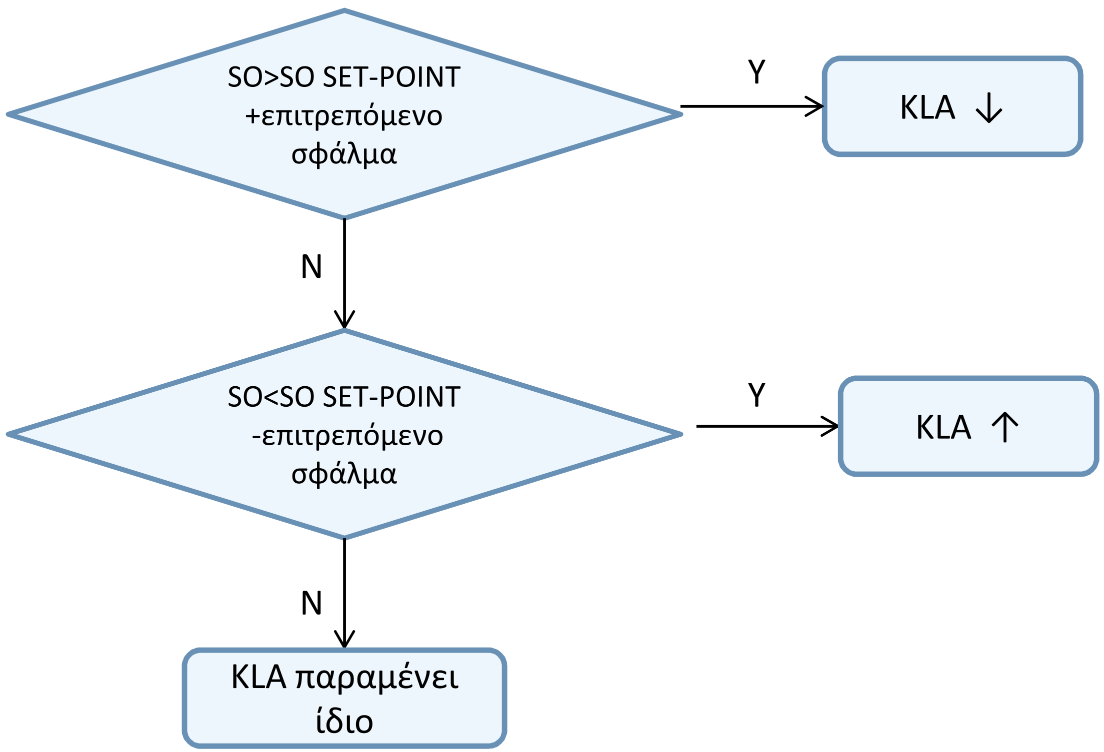
Κριτήρια αξιολόγησης εξόδου:

➡ Ποιότητα εκροής
- Δείκτης EQI (kg/h)
- Συγκέντρωση αμμωνιακού αζώτου
- Συγκέντρωση συνολικού αζώτου

➡ Ενεργειακή κατανάλωση για τον έλεγχο του αερισμού (kWh/d)

➡ Εκπομπές υποξειδίου του αζώτου N_2O (kg/d)

ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΟΞΥΓΟΝΟΥ ΒΑΣΕΙ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ ΕΛΕΓΧΟΥ ΔΙΑΛΥΜΕΝΟΥ ΟΞΥΓΟΝΟΥ



ΒΡΟΧΟΣ ΡΥΘΜΙΣΗΣ ΔΙΑΛΥΜΕΝΟΥ ΟΞΥΓΟΝΟΥ

- SO(j+1) = SO(j) + DSO(j+1) + OTR(j) * (χρονικό βήμα/Vk)

- KLA(j+1)

On/off	KLA(j+1) =KLAmax ή KLA(j+1)=0
Step	KLA(j+1) = KLA(j) ± KLAmin
Proportional	KLA(j+1) = KLA(j) + KLAset * [SOsetpoint-SO(j+1)] / SOsetpoint

- OTR (j+1) = KLA(j+1) * [Cs20 - SO(j+1)] * Vk * (kg / μονάδα χρόνου)

- SOTR(j+1) = OTR (j+1) * Cs20/ [aF * (1.024^(T-20)) *(0.95 * Cs20 – SOset-point) (kg / μονάδα χρόνου)

SO: συγκέντρωση διαλυμένου οξυγόνου στο σύστημα

KLA: ταχύτητα μεταφοράς οξυγόνου

OTR: ρυθμός μεταφοράς οξυγόνου

SOTR: ρυθμός μεταφοράς οξυγόνου σε πρότυπες συνθήκες

Υπολογισμός συγκέντρωσης διαλυμένου οξυγόνου στο σύστημα (SO)

Υπολογισμός ταχύτητας μεταφοράς οξυγόνου (KLA)

Υπολογισμός ρυθμού μεταφοράς οξυγόνου (OTR)

ΜΕΘΟΔΟΙ ΡΥΘΜΙΣΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΟΞΥΓΟΝΟΥ (KLA)

- Διακοπτόμενη λειτουργία (**On/Off control**)
- Βηματικός έλεγχος (**Step control**)
- Αναλογικός έλεγχος (**Proportional control**)

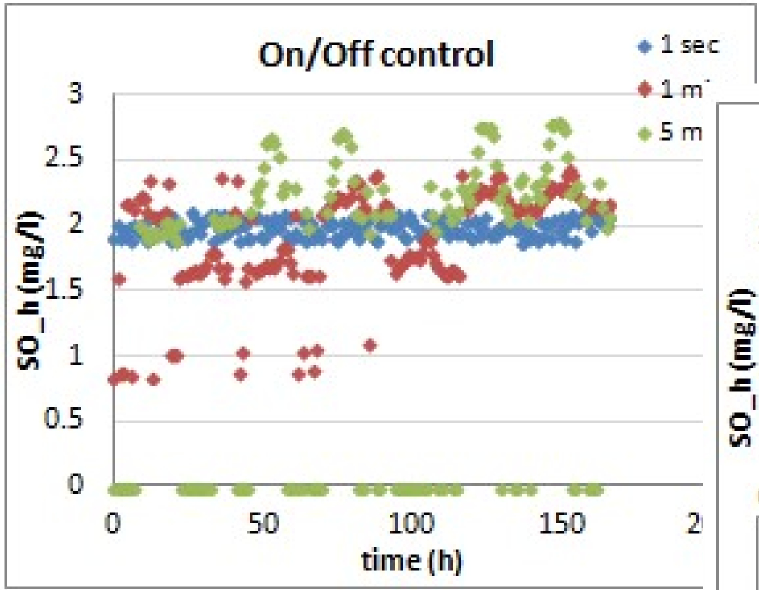
Για SRT=10d

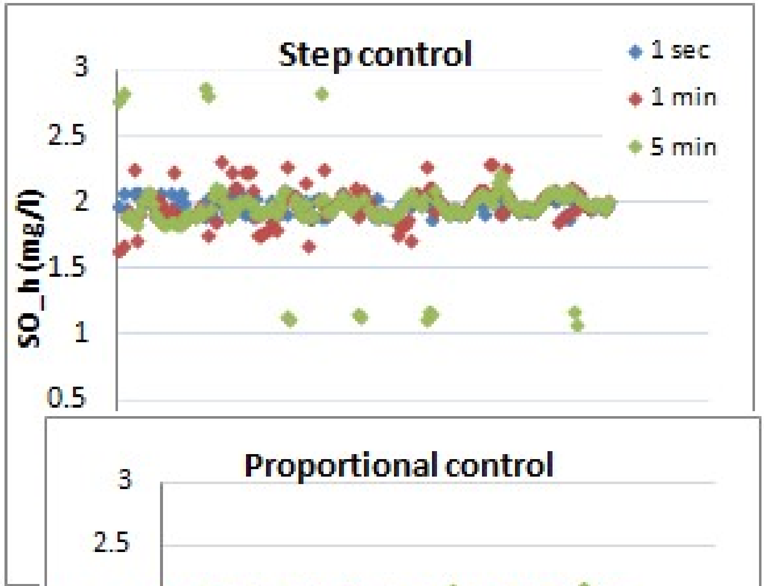
ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ

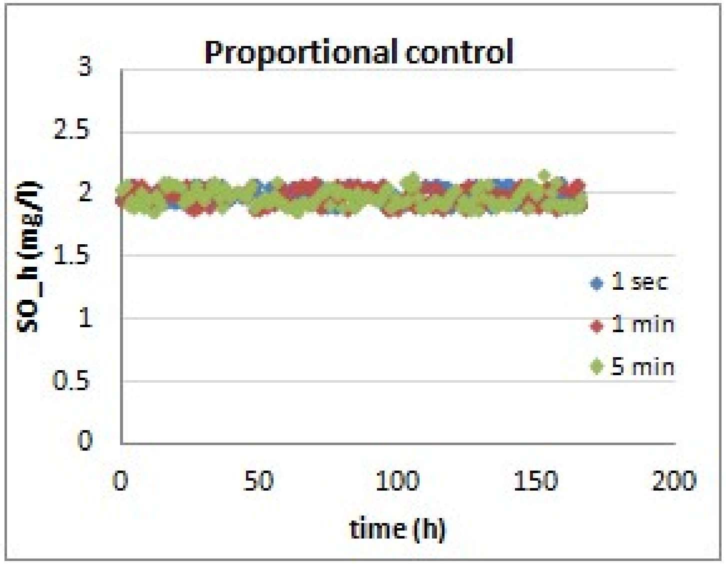
- Επίδραση χρονικού βήματος ελέγχου
- Επίδραση καθορισμένου επιτρεπόμενου σφάλματος
- Βελτιστοποίηση της μεθόδου **On/Off control** με εισαγωγή πολλαπλών επιπέδων ελέγχου διαλυμένου οξυγόνου **Multi set-point On/Off control**
- Βελτιστοποίηση της μεθόδου **Step control** με ρύθμιση των επιπέδων δυναμικότητας του συστήματος αερισμού

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΧΡΟΝΙΚΟΥ ΒΗΜΑΤΟΣ ΕΛΕΓΧΟΥ

1ο αεριζόμενο διαμέρισμα βιολογικού αντιδραστήρα

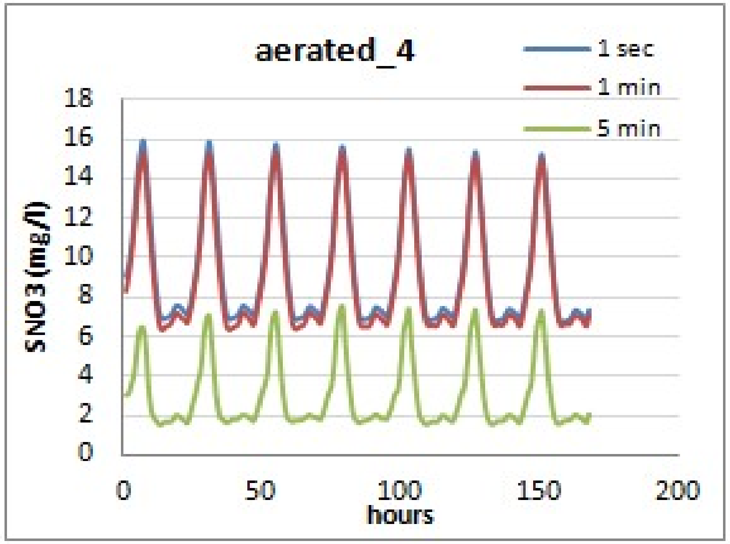


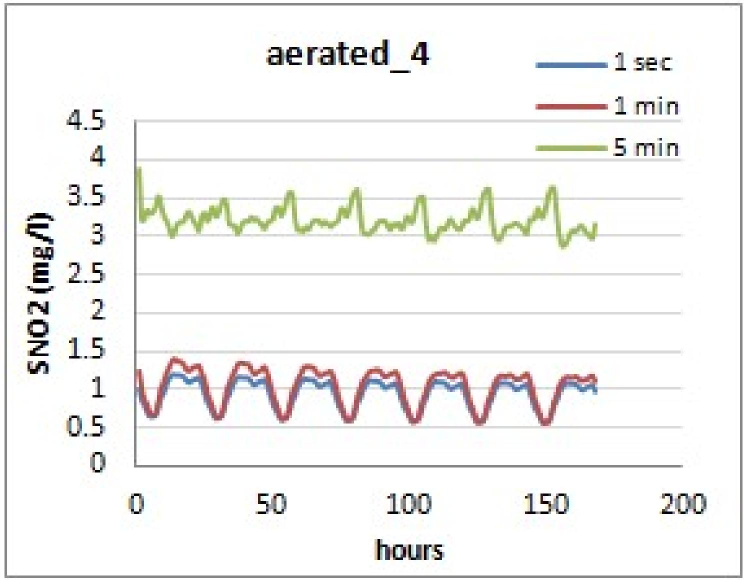




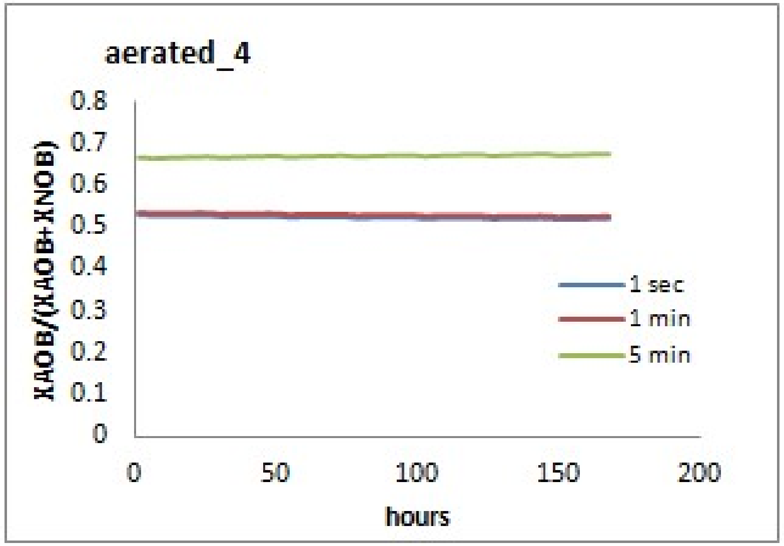
Ποσοστό ικανοποίησης των ορίων που έχουν τεθεί για το DO συνολικά για όλα τα διαμερίσματα	1 sec	1 min	5 min
On/Off	93%	14%	6%
Step	96%	49%	28%
Proportional	100%	85%	72%

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΧΡΟΝΙΚΟΥ ΒΗΜΑΤΟΣ ΣΤΗ ΜΕΘΟΔΟ ON/OFF

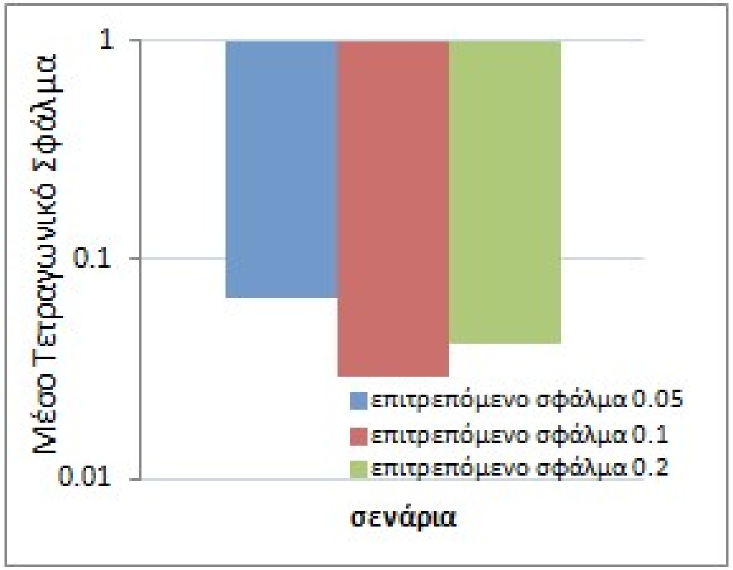


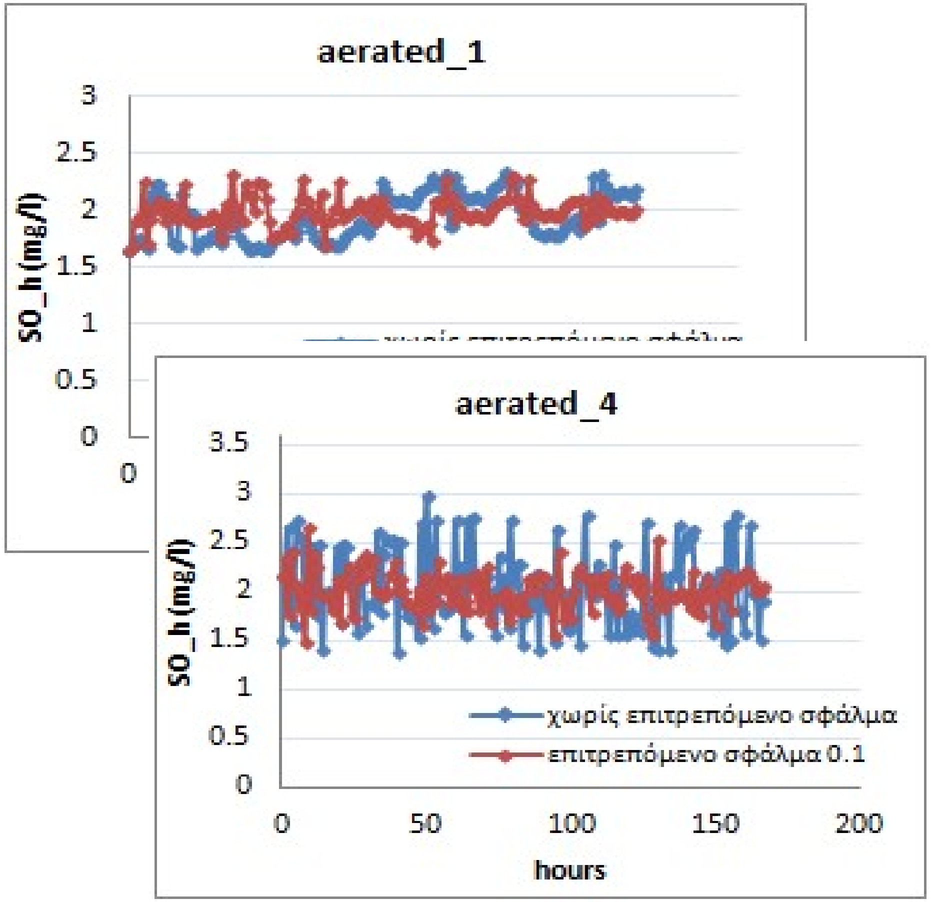


Συσχέτιση λόγου των υπεύθυνων για την οξείδωση της αμμωνίας βακτηρίων προς αυτοτροφικά βακτηρίδια XAOB/ (XAOB+XNOB) με την αναχαίτιση του 2^{ου} σταδίου της νιτροποίησης



ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΚΑΘΟΡΙΣΜΕΝΟΥ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΟΥ ΣΦΑΛΜΑΤΟΣ (STEP CONTROL)

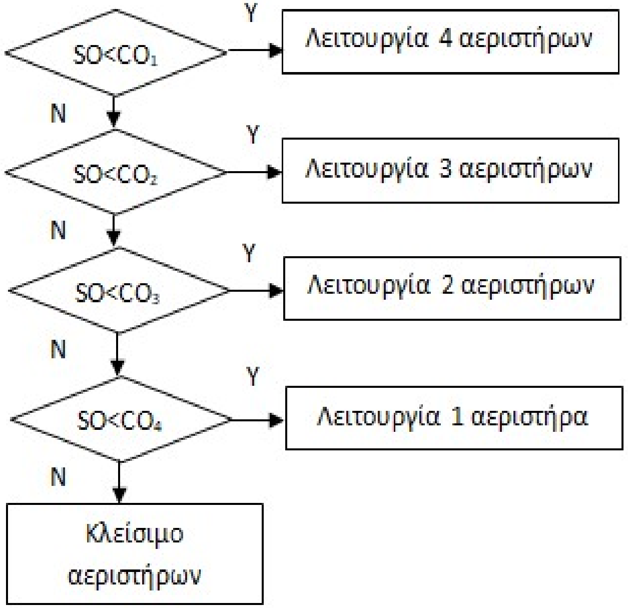




CV (συντελεστής μεταβλητότητας)	1η αεριζόμενη	2η αεριζόμενη	3η αεριζόμενη	4η αεριζόμενη
Χωρίς επιτρεπόμενο σφάλμα	0.09	0.16	0.21	0.20
Με επιτρεπόμενο σφάλμα 0.1mg/L	0.04	0.08	0.10	0.09

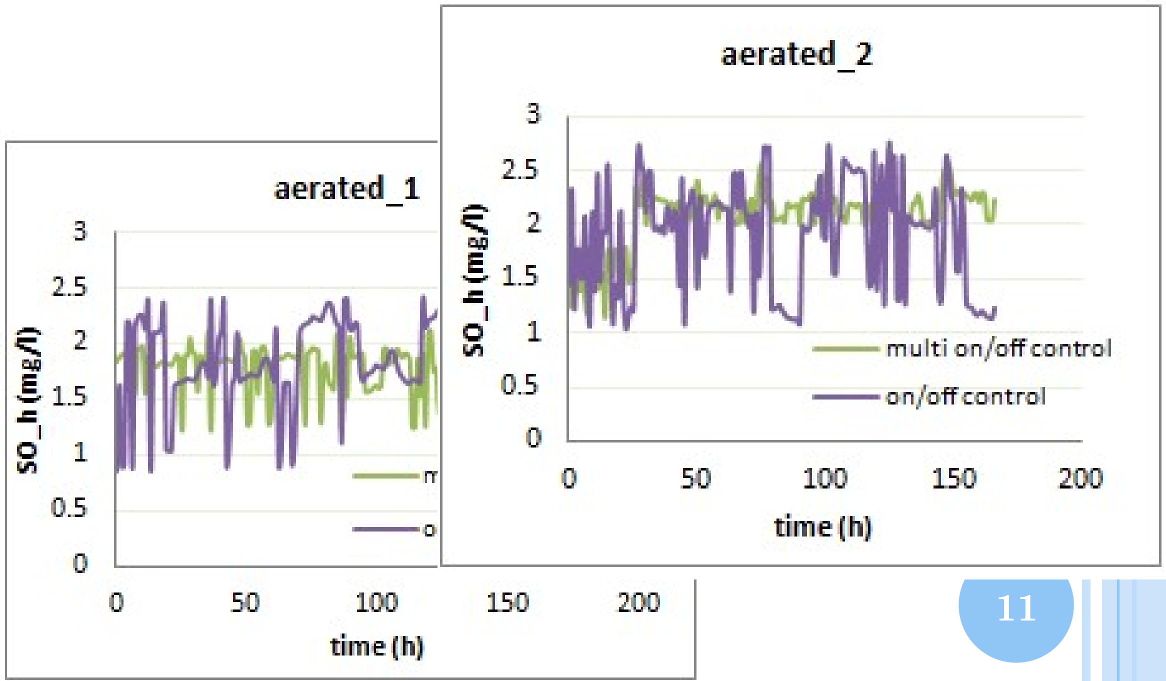
ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ON/OFF CONTROL – ΜΕΘΟΔΟΣ MULTI SET-POINT ON/OFF CONTROL

Ροϊκό διάγραμμα λειτουργίας του συστήματος αερισμού με χρήση πολλαπλών συγκεντρώσεων ελέγχου του διαλυμένου οξυγόνου



Επιλογή συγκεντρώσεων ελέγχου

	CO_1	CO_2	CO_3	CO_4
Σενάριο 1	1.8	1.9	2.0	2.1
Σενάριο 2	1.7	1.9	2.1	2.3
Σενάριο 3	1.6	1.9	2.0	2.2

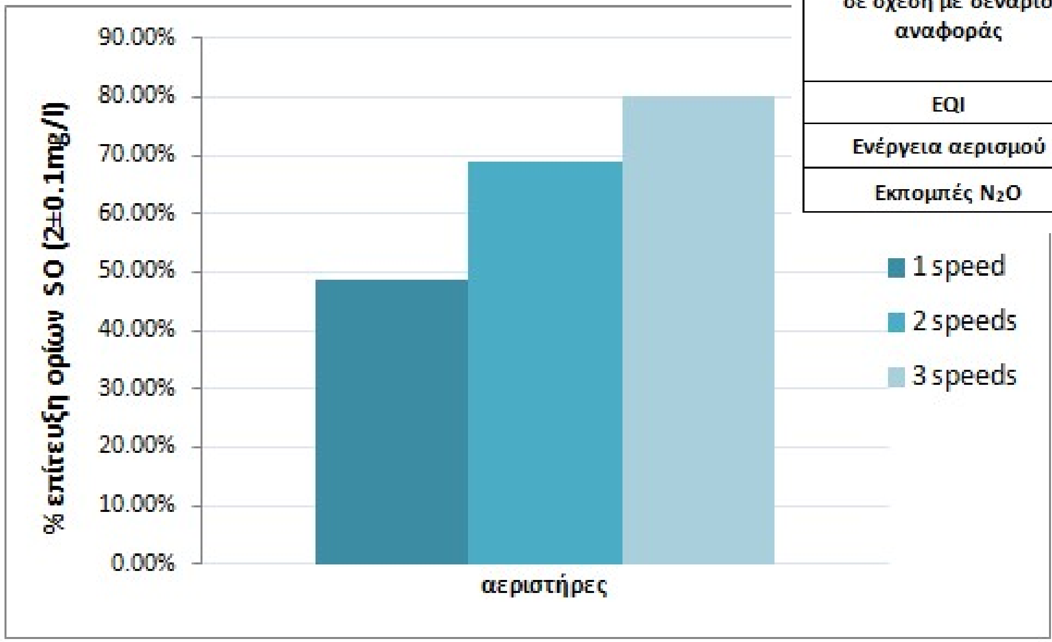


ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ STEP CONTROL – ΔΙΑΒΑΘΜΙΣΕΙΣ ΔΥΝΑΜΙΚΟΤΗΤΑΣ ΑΕΡΙΣΤΗΡΩΝ

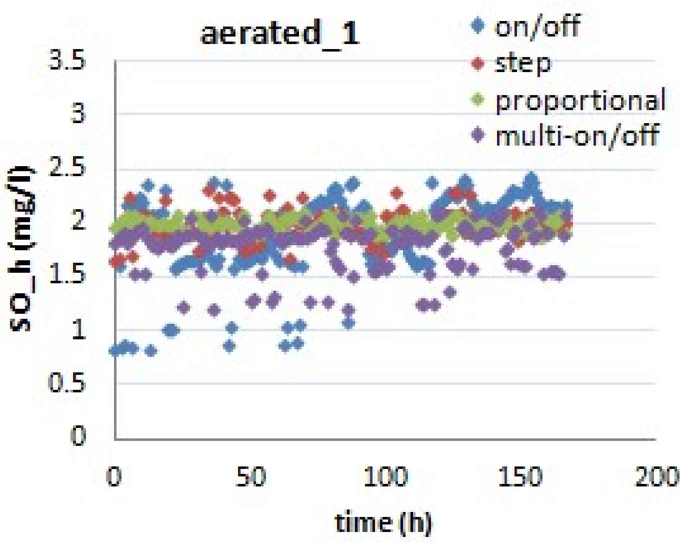
SRT=10d

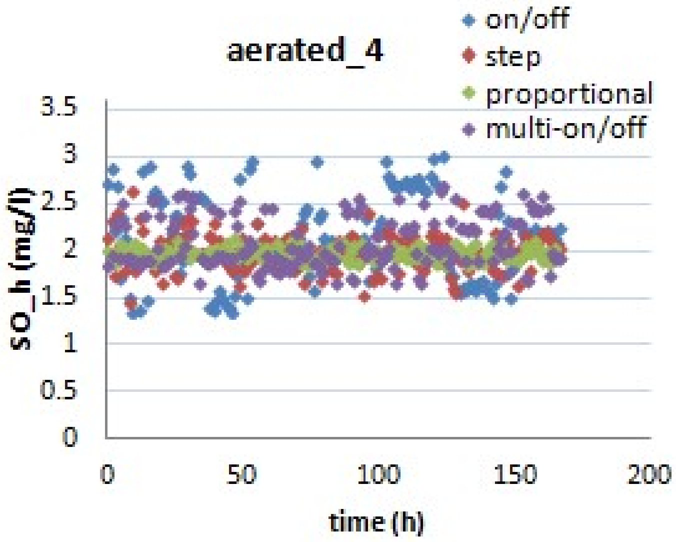
Αεριστήρες
- 1 ταχύτητας με ελάχιστη δυναμικότητα KLAmin = KLAmax/4
- 2 ταχυτήτων με ελάχιστη δυναμικότητα KLAmin = KLAmax/8
- 3 ταχυτήτων με ελάχιστη δυναμικότητα KLAmin = KLAmax/12 (**θεωρητική προσέγγιση**)

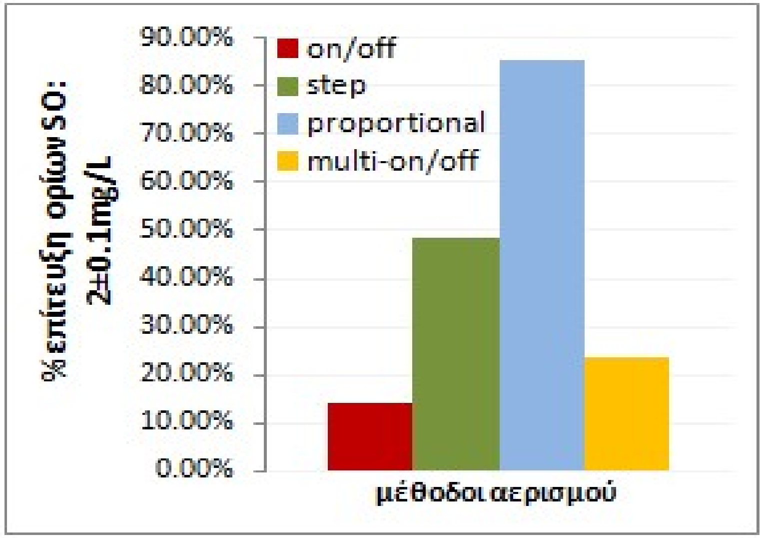
Μεταβολή παραμέτρων σε σχέση με σενάριο αναφοράς	1 ταχύτητα (σενάριο ααναφοράς)	2 ταχύτητες	3 ταχύτητες
EQI	Αμελητέες διαφορές		
Ενέργεια αερισμού	Αμελητέες διαφορές		
Εκπομπές N_2O	0	+2,7%	+1,6%



ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΑΕΡΙΣΜΟΥ







- αμελητέες διαφορές μεταξύ των μεθόδων ως προς την ποιότητα εκροής και την ενεργειακή κατανάλωση για SRT=10d

- Υψηλό ποσοστό της τάξης του 85% για την ικανοποίηση των επιτρεπόμενων ορίων με τη μέθοδο του **proportional control** ⟹ μεγάλο περιθώριο ασφαλείας για συνθήκες αιχμής

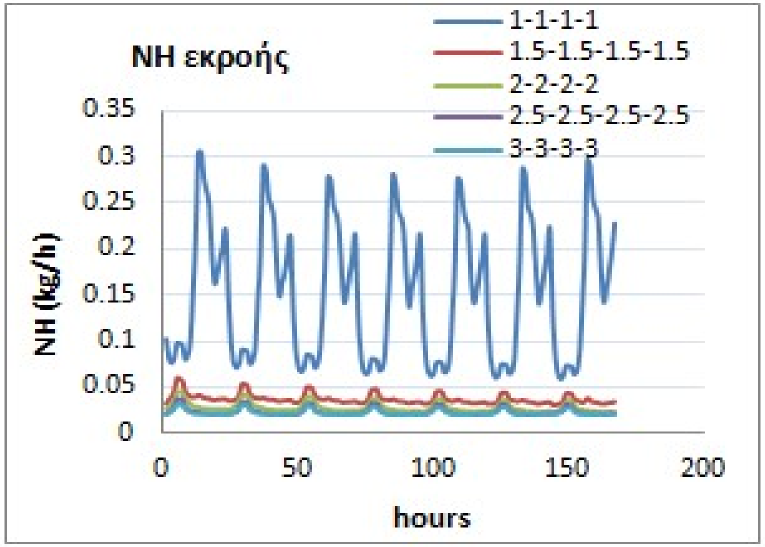
ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΕΠΙΘΥΜΗΤΩΝ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΩΝ ΕΛΕΓΧΟΥ ΔΙΑΛΥΜΕΝΟΥ ΟΞΥΓΟΝΟΥ (ΚΟΙΝΕΣ ΤΙΜΕΣ)

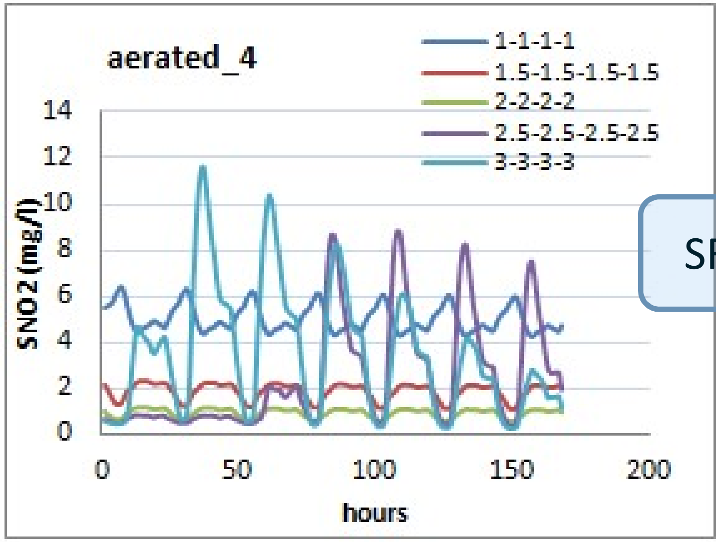
SRT=10d

Συγκέντρωση ελέγχου διαλυμένου οξυγόνου (mg/L)	1ο αεριζόμενο διαμέρισμα	2ο αεριζόμενο διαμέρισμα	3ο αεριζόμενο διαμέρισμα	4ο αεριζόμενο διαμέρισμα
Σενάριο 1	1	1	1	1
Σενάριο 2	1.5	1.5	1.5	1.5
Σενάριο 3	2	2	2	2
Σενάριο 4	2.5	2.5	2.5	2.5
Σενάριο 5	3	3	3	3

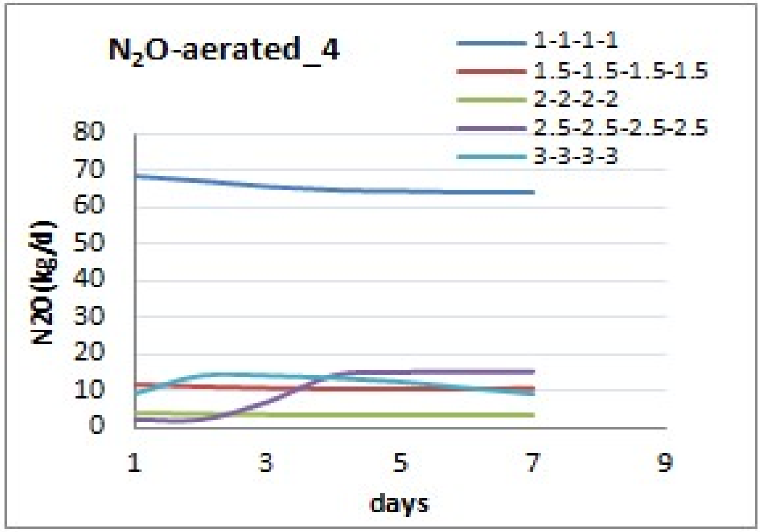
% μεταβολή σε σχέση με το αρχικό σενάριο (Σενάριο 3)	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3	Σενάριο 4	Σενάριο 5
KLA	-17.3	-8.4	0.0	14.6	32.0
SOTR	-18.2	-8.9	0.0	15.7	34.0
EQI	-12.8	-6.6	0.0	26.9	60.0
aeration Energy	-28.4	-15.0	0.0	24.4	56.1
N2O	154.0	24.4	0.0	968.3	1202.0
ποσοστό % ικανοποίησης επιτρεπόμενων ορίων εξόδου					
TNe	100	100	87.5	0	0
συγκέντρωση εξόδου					
NHe (mg/l)	0.12	0.03	0.03	0.02	0.02

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΕΠΙΘΥΜΗΤΩΝ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΩΝ ΕΛΕΓΧΟΥ ΔΙΑΛΥΜΕΝΟΥ ΟΞΥΓΟΝΟΥ (ΚΟΙΝΕΣ ΤΙΜΕΣ)





SRT=10d



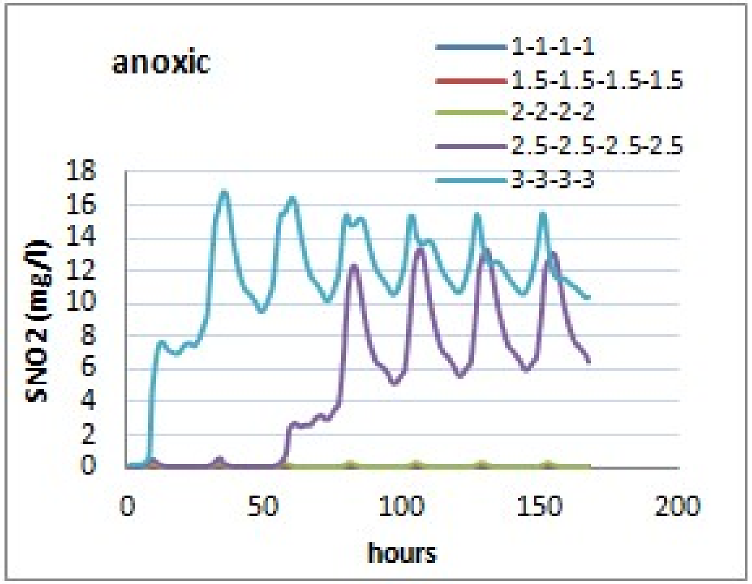
Για συγκέντρωση διαλυμένου οξυγόνου ίση με 1mg/L σε όλα τα αεριζόμενα διαμερίσματα:

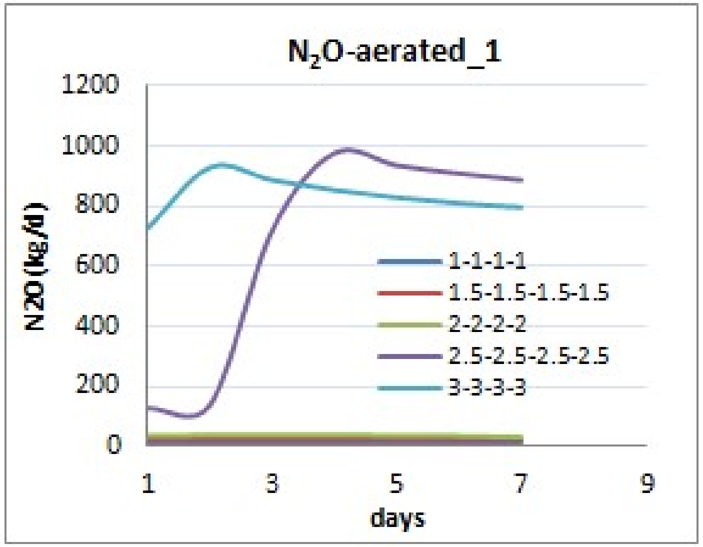
- συγκέντρωση NH εξόδου κάτω από το μέγιστο επιτρεπόμενο όριο
- υψηλή συγκέντρωση NO_2 και N_2O στο 4ο αεριζόμενο διαμέρισμα

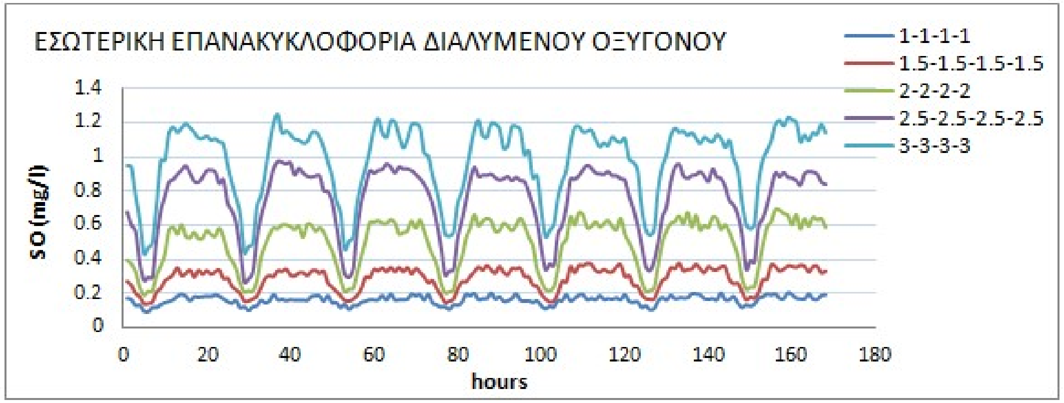
⟹ επιθυμητές συγκεντρώσεις μεταξύ 1.5 και 2 mg/L, όχι χαμηλότερες από 1.5 mg/L

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΕΠΙΘΥΜΗΤΩΝ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΩΝ ΕΛΕΓΧΟΥ ΔΙΑΛΥΜΕΝΟΥ ΟΞΥΓΟΝΟΥ (ΚΟΙΝΕΣ ΤΙΜΕΣ)

SRT=10d







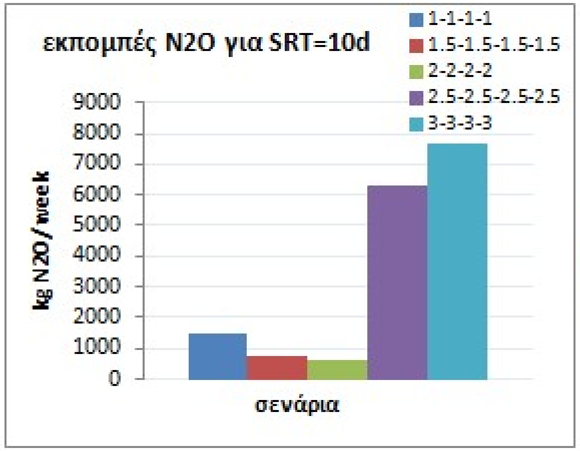
Συγκεντρώσεις υψηλότερες από 2mg/L:
- επανακυκλοφορία διαλυμένου οξυγόνου στην ανοξική δεξαμενή
- μερική αναχαίτιση απονιτροποίησης
- επανακυκλοφορία νιτρωδών στο σύστημα
- αυξημένες εκπομπές N_2O λόγω αυτοτροφικής απονιτροποίησης στο 1ο κυρίως διαμέρισμα

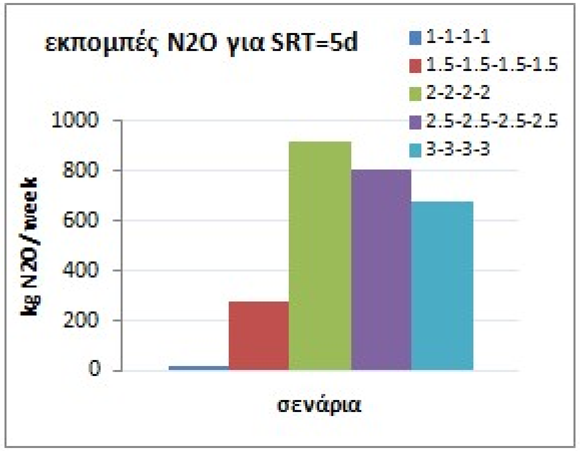
ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΕΠΙΘΥΜΗΤΩΝ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΩΝ ΕΛΕΓΧΟΥ ΔΙΑΛΥΜΕΝΟΥ ΟΞΥΓΟΝΟΥ (ΚΟΙΝΕΣ ΤΙΜΕΣ)

% μεταβολή σε σχέση με το αρχικό σενάριο (Σενάριο 3)	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3	Σενάριο 4	Σενάριο 5
KLA	-38.4	-21.6	0.0	10.4	21.6
SOTR	-37.7	-21.3	0.0	11.1	23.2
EQI	445.0	232.2	0.0	-13.9	-15.5
aeration Energy	45.4	26.5	0.0	19.7	43.7
N2O	-97.8	-70.2	0.0	-12.1	-25.9
ποσοστό % ικανοποίησης επιτρεπόμενων ορίων εξόδου					
TNe	0	0	100	100	100
συγκέντρωση εξόδου					
NHe (mg/L)	45.46	24.82	1	0.09	0.04

SRT=5d

Για κατάσταση κινητικής πίεσης του συστήματος, εξασφάλιση ικανοποιητικής ποιότητας εκροής με το σενάριο 4 ⟹ ενεργειακή επιβάρυνση 20%





ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΕΠΙΘΥΜΗΤΩΝ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΩΝ ΕΛΕΓΧΟΥ ΔΙΑΛΥΜΕΝΟΥ ΟΞΥΓΟΝΟΥ (ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ ΤΙΜΕΣ)

Σενάρια	**SO set-point (mg/l) 1ο αεριζόμενο**	**SO set-point (mg/l) 2ο αεριζόμενο**	**SO set-point (mg/l) 3ο αεριζόμενο**	**SO set-point (mg/l) 4ο αεριζόμενο**
1	2	1.8	1.6	1.4
2	2	1.8	1.4	1.2
3	2	1.8	1.2	1
4	2.5	2	2	2
5	2.5	2	1	1
6	2.5	2	1.5	1
7	3	2	2	2
8	3	2	1.5	1.5
9	3	2	1	1
10	3	2	1.5	1

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΕΠΙΘΥΜΗΤΩΝ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΩΝ ΕΛΕΓΧΟΥ ΔΙΑΛΥΜΕΝΟΥ ΟΞΥΓΟΝΟΥ (ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ ΤΙΜΕΣ)

SRT=10d

Αριθμός σεναρίου	αναφοράς	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Συγκεντρώσεις ελέγχου διαλυμένου οξυγόνου	2-2-2-2	2-1.8-1.6-1.4	2-1.8-1.4-1.2	2-1.8-1.2-1	2.5-2-2-2	2.5-2-1-1	2.5-2-1.5-1	3-2-2-2	3-2-1.5-1.5	3-2-1-1	3-2-1.5-1
%μεταβολή σε σχέση με το αρχικό σενάριο											
KLA	0	-4.2	-5.5	-6.7	3.2	-2.8	-1.2	7.0	4.1	1.4	2.8
SOTR	0	-3.8	-4.9	-5.9	4.0	-1.1	0.3	8.8	6.3	4.1	5.4
EQI	0	-4.8	-6.8	-8.9	1.1	-8.7	-6.5	1.9	-2.2	-8.2	-5.9
aeration Energy	0	-6.4	-8.0	-9.5	7.5	-0.2	1.9	17.4	13.4	10.4	12.2
N2O	0	-2.2	5.5	17.1	14.2	4.4	-9.2	29.3	-15.0	-4.1	-15.5
ποσοστό επιτυχίας ορίων (%)											
TNe	87.5	100	100	100	84.4	100	100	83.3	92.7	100	100
συγκέντρωση εξόδου											
NH(mg/L)	0.026	0.026	0.030	0.035	0.025	0.032	0.029	0.024	0.024	0.031	0.027

<u>Σενάριο 1</u>: βέλτιστο ως προς κάθε παράμετρο

<u>Σενάριο 5</u>: βελτίωση της ποιότητας εκροής κατά 8,7%, χωρίς ενεργειακή επιβάρυνση αλλά με αύξηση των εκπομπών N_2O

<u>Σενάριο 6</u>:βελτίωση της ποιότητας εκροής κατά 6,5% και μείωση των εκπομπών N2O κατά 9,2% με μικρή ενεργειακή επιβάρυνση της τάξης του 2%

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΕΠΙΘΥΜΗΤΩΝ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΩΝ ΕΛΕΓΧΟΥ ΔΙΑΛΥΜΕΝΟΥ ΟΞΥΓΟΝΟΥ (ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ ΤΙΜΕΣ)

SRT=5d

Αριθμός Σεναρίου	αναφοράς	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Συγκεντρώσεις ελέγχου διαλυμένου οξυγόνου	2-2-2-2	2-1.8-1.6-1.4	2-1.8-1.4-1.2	2-1.8-1.2-1	2.5-2-2-2	2.5-2-1-1	2.5-2-1.5-1	3-2-2-2	3-2-1.5-1.5	3-2-1-1	3-2-1.5-1
%μεταβολή σε σχέση με το αρχικό σενάριο											
KLA	0	-11.0	-17.9	-24.3	3.6	-19.9	-12.6	7.6	1.9	-14.1	-7.0
SOTR	0	-10.4	-16.7	-22.6	4.3	-17.5	-10.5	9.3	3.9	-11.1	-4.2
EQI	0	113.1	210.0	305.5	-6.1	288.9	177.9	-9.1	27.7	256.4	148.6
aeration Energy	0	-12.7	-19.2	-25.1	8.0	-16.0	-9.0	17.9	10.8	-4.5	2.4
N2O	0	-38.6	-68.2	-80.0	0.8	-78.9	-60.9	0.5	1.1	-76.5	-51.5
ποσοστό επιτυχίας ορίων %											
TNe	100	0	0	0	100	0	0	100	39.583333	0	0
συγκέντρωση εξόδου											
NH (mg/L)	1.00	14.18	22.92	31.56	0.46	30.00	19.95	0.30	5.58	27.07	17.40

Αύξηση της συγκέντρωσης διαλυμένου οξυγόνου κατά 0,5 στο 1^{ο} αεριζόμενο διαμέρισμα

- μείωση της συγκέντρωσης αμμωνιακού αζώτου στην έξοδο κατά 50%
- βελτίωση της ποιότητας εκροής κατά 6,2%
- αύξηση της ενεργειακής κατανάλωσης κατά 8%
- αμελητέα αύξηση των εκπομπών N_2O

ΡΥΘΜΙΣΗ ΤΟΥ KLA ΜΕΣΩ ΕΠΙΒΟΛΗΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΩΝ ΕΛΕΓΧΟΥ ΑΜΜΩΝΙΑΚΟΥ ΑΖΩΤΟΥ

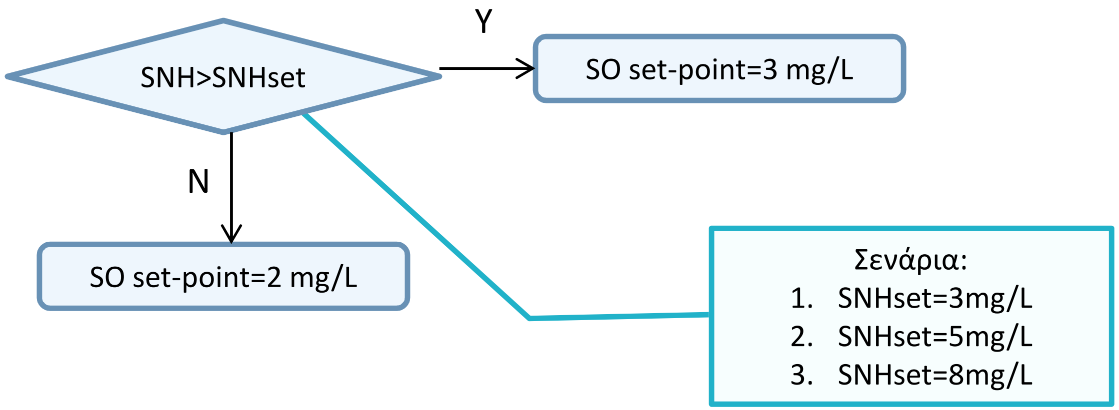
SRT=5d

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΕΛΕΓΧΟΥ ΔΙΑΛΥΜΕΝΟΥ ΟΞΥΓΟΝΟΥ ΣΤΟ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟ ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΑ

1	2	3	4	5
Έλεγχος βάσει NH	Σταθερή τιμή	Σταθερή τιμή	Σταθερή τιμή	

Έλεγχος συγκέντρωσης αμμωνιακού αζώτου
στο 1ο αεριζόμενο διαμέρισμα

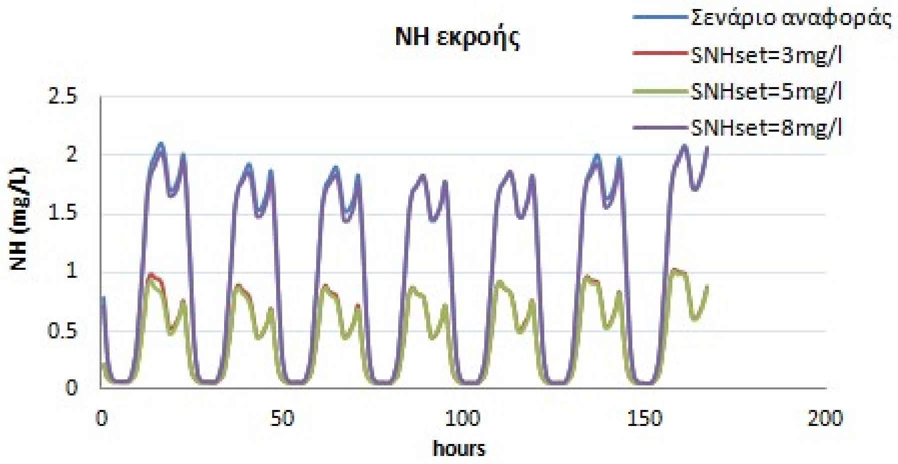
Συγκέντρωση ελέγχου διαλυμένου οξυγόνου SO set-point =2mg/L στα υπόλοιπα αεριζόμενα διαμερίσματα



ΡΥΘΜΙΣΗ ΤΟΥ KLA ΜΕΣΩ ΕΠΙΒΟΛΗΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΩΝ ΕΛΕΓΧΟΥ ΑΜΜΩΝΙΑΚΟΥ ΑΖΩΤΟΥ

SRT=5d

Σενάρια	Σενάριο αναφοράς	SNHset=3 mg/l	SNHset=5 mg/l	SNHset=8 mg/l
% μεταβολή σε σχέση με το Σενάριο αναφοράς				
KLA	0	7.5	7.4	0.0
SOTR	0	1.2	1.2	0.0
EQI	0	-9.0	-9.1	-0.3
aeration Energy	0	8.5	8.4	0.1
N2O	0	0.5	0.7	0.0
ποσοστό επιτυχίας ορίων %				
TNe	100	100	100	100
συγκέντρωση εξόδου				
NH (mg/L)	1.004	0.306	0.306	0.922

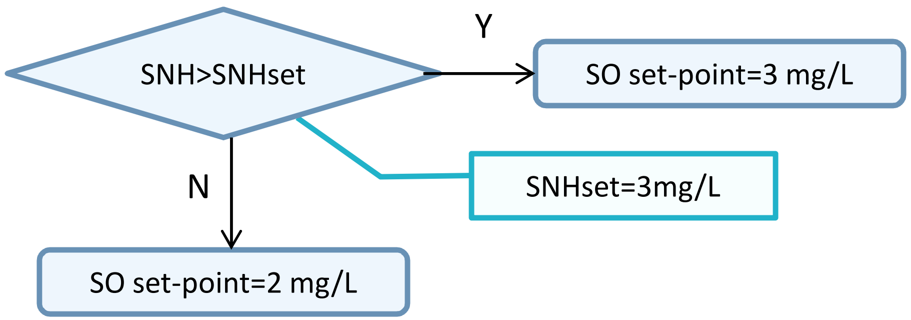


Για συγκέντρωση ελέγχου του αμμωνιακού αζώτου ίση με 3mg/L:

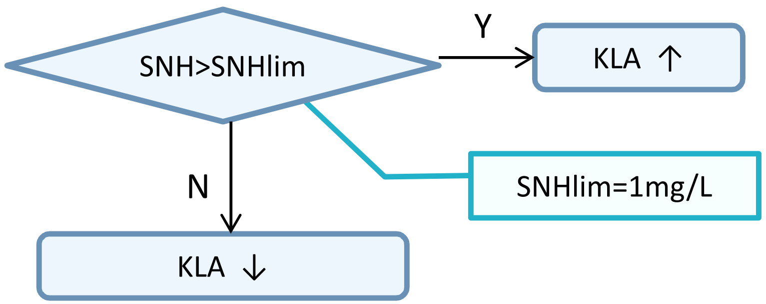
- ικανοποίηση ορίων εξόδου για το αμμωνιακό άζωτο, ακόμα και για καταστάσεις αιχμής
- βελτίωση ποιότητας εκροής κατά 9%
- αυξημένη κατανάλωση ενέργειας για τον αερισμό κατά 8,5%
- Αμελητέα αύξηση εκπομπών N_2O (κάτω από 1%)

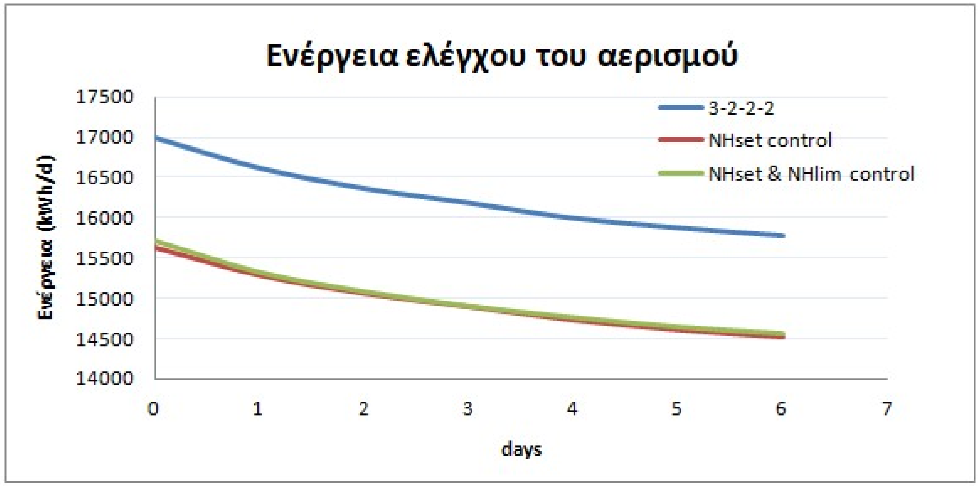
ΡΥΘΜΙΣΗ ΤΟΥ KLA ΜΕΣΩ ΕΠΙΒΟΛΗΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΩΝ ΕΛΕΓΧΟΥ ΑΜΜΩΝΙΑΚΟΥ ΑΖΩΤΟΥ

Έλεγχος συγκέντρωσης αμμωνιακού αζώτου **στο 1ο αεριζόμενο διαμέρισμα**



Έλεγχος συγκέντρωσης αμμωνιακού αζώτου **στο 5ο αερόβιο διαμέρισμα (δεξαμενή απαερίωσης)**





- Μείωση ενεργειακής κατανάλωσης της τάξης του 8% για καθένα από αυτά τα 2 σενάρια σε σχέση με το σενάριο όπου το SO set –point είναι 3mg/L στο 1ο διαμέρισμα

- Τα 2 αυτά σενάρια δεν παρουσιάζουν αξιοσημείωτες διαφορές μεταξύ τους

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- Η επίδραση του χρονικού βήματος ρύθμισης του KLA είναι σημαντική. Μεγάλα χρονικά βήματα αναστέλλουν τις λειτουργίες του συστήματος. Η επιλογή **χρονικού βήματος 1min** είναι αρκετά ικανοποιητική

- Ο ορισμός **επιτρεπόμενου σφάλματος της τάξεως του 0.1 mg/L** κατά τον έλεγχο του DO είναι αναγκαίος για την αποφυγή μεγάλων διακυμάνσεων στην τιμή του διαλυμένου οξυγόνου

- Η χρήση πολλαπλών συγκεντρώσεων ελέγχου βελτιώνει αισθητά τη μέθοδο on/off (μέθοδος **multi set-point on/off controller**)

- Η μέθοδος **proportional control** λόγω της λειτουργίας του ρυθμιστή στροφών ή ταχύτητας επιτυγχάνει την καλύτερη προσέγγιση στο set-point του διαλυμένου οξυγόνου

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- Για μεγάλους χρόνους παραμονής στερεών στο σύστημα (SRT=10d) η συγκέντρωση διαλυμένου οξυγόνου μεταξύ 1,5 mg/L και 2 mg/L είναι επαρκής , ενώ αντίθετα οι συγκεντρώσεις άνω των 2mg/L λειτουργούν ανασταλτικά για τις βιοχημικές διεργασίες του συστήματος

- Για μικρούς χρόνους παραμονής στερεών στο σύστημα (SRT=5d) απαιτείται συγκέντρωση διαλυμένου οξυγόνου μεταξύ 2 mg/L και 2,5 mg/L

- Με την επιλογή **διαφορετικού set- point** για το διαλυμένο οξυγόνο σε κάθε αεριζόμενο διαμέρισμα υπάρχουν σημαντικά περιθώρια βελτίωσηςτου συστήματος ελέγχου αερισμού ως προς την ποιότητα εκροής, την ενεργειακή κατανάλωση και τις εκπομπές N_2O

- Με την εφαρμογή **ελέγχου για το αμμωνιακό άζωτο** σε καταστάσεις αιχμής, βελτιώνεται η ποιότητα εκροής


Ευχαριστώ για το χρόνο σας
και την προσοχή σας