



SIA „Getliņi EKO” pētniecības un attīstības  
pakalpojuma “Metanola aizstāšana”

Gala atskaite

Ūdens sistēmu un biotehnoloģiju institūts

Rīga, Latvija

2024

Noslēguma atskaite sagatavota saskaņā ar līgumu Nr. 0B000-3.1.2.2-e/40 (GEKO P-142/2024), kurš ir noslēgts starp Rīgas Tehniskās universitātes Ūdens sistēmu un biotehnoloģiju institūtu un SIA "Getliņi EKO" 2024. gada 2. augustā

Autori: Linda Mežule, Mārtiņš Strods

## Saturs

Darba uzdevums: .....	4
Metodoloģija .....	5
Pētījuma secinājumi .....	6
Metanols.....	7
Etilēnglikols .....	9
Etilēnglikols (ar koncentrācijas maiņu) .....	11
Nezināma sastāva spirts (iegūts no industriālās ražošanas procesa) .....	14
Metanols un lidostas deicing šķidrums.....	18

## Darba uzdevums:

Noskaidrot vai var aizstāt infiltrāta priekšattīrīšanas procesā izmantoto metanolu ar citām izejvielām – etilēnglikolu (dabai draudzīgāks, mazāks patēriņš un lētāks), lidostas atledošanas notekūdeņi (atkritumu aprites kontekstā un racionālai resursu izmantošanai) un industriālās destilācijas atkritumi.

Darba uzdevums veicams šādos posmos:

1. Fāze: Replicēt SIA "Getliņi EKO" industriālās attīrīšanas procesu laboratorijas mērogā, lai iegūtu tādus pašu piesārņojuma samazinājumu ĶSP (ķīmiskā skābekļa patēriņš) un kopējam slāpeklim, kā arī procesa tendences pH, izšķīdušā skābekļa un oks-red potenciāla mērījumos;
2. Fāze: Alternatīvo substrātu testēšana - aizstāt industriālo metanolu ar:
  - lidostas "de-icing" procesa notekūdeņiem, kuri satur dietilēnglikolu;
  - industriālās destilācijas ražošanas blakusproduktiem, kas satur metanolu, esteru un aldehīdu maisījumu;
  - tehnoloģisko etilēnglikolu.

## Metodoloģija

Lai replicētu, Getliņi EKO notekūdeņu attīrīšanas iekārtas darbību, eksperimenti tika veikti laboratorijas mēroga stikla bioreaktorā EDF-5.5 ar vadības paneli BIO4 un bioreaktora darba tilpumu 4 litri (Bioreactors.NET, Latvija). Neattīrītās frakcijas dozācijai bioreaktorā tika izmantots peristaltiskais sūknis Masterflex, savukārt metanola un aizstājējvielu dozācijai bioreaktorā izmantots šļirču sūknis DK Infusetek (1.attēlā).

24 stundu cikliska bioķīmiska attīrīšanas procesa fāzes tika ievērotas atbilstoši tehniskajai specifikācijai (1. tabula), kā arī tika sekots līdz mērīto parametru tendencēm, lai veiktu režīma izmaiņas. Attīrīšanas apjomi un metanola dozācija, laboratorijas mērogā, tika samazināti proporcionāli pret Getliņi EKO reaktoru.

Reaktorā on-line režīmā tika mērīti parametri - pH, red-oks potenciāls, izšķīdušais skābeklis un temperatūra, dati tika fiksēti ik pēc 30 sekundēm. Katra eksperimenta beigās no fiksētajiem datiem tika iegūti katra parametra tendences grafiki.

Paraugi ŅSP un kopējā slāpekļa noteikšanai, eksperimenta gaitā, tika ievākti ik pēc 24 stundām gan attīrītajai, gan neattīrītajai frakcijai, dekantēšanas fāzes laikā. ŅSP un kopējais slāpeklis tika mērīts ar HACH analizatoru DR890 atbilstoši ražotāja metodikai (ŅSP metode Nr. 8000; kopējais N metode Nr. 10072). Visas analīzes veiktas 48 h laikā pēc paraugu ievākšanas.



1.attēls. Laboratorijas mēroga bioreaktora sistēma SIA "Getliņi EKO" industriālās attīrīšanas procesa replicēšanai.

1. Tabula. Pētījumā izmantotās attīrīšanas fāzes

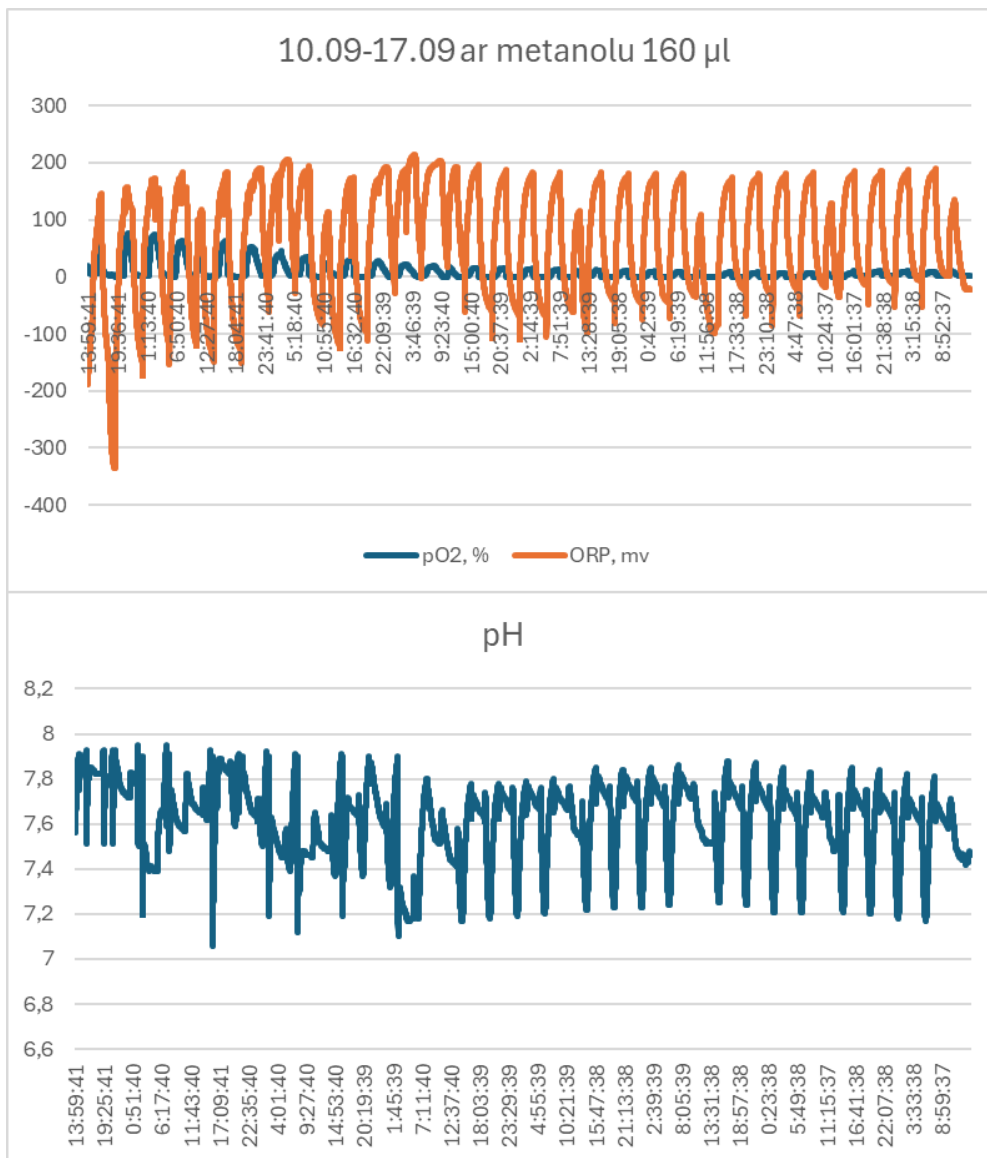
Veids	Dozācijas parametrs	Laiks
Aerobā fāze	25 m <sup>3</sup> ražošanas notekūdeņu	150 min
Anaerobā fāze	Pievieno 135 L metanola Samazina pH dozējot 31% HCl (neļauj uzkāpt virs 7,8 pH)	160 min
Papildus aerācija		20 min
Sedimentācija		145 min
Dekantēšana		30 min
Dīkstāve		5 min

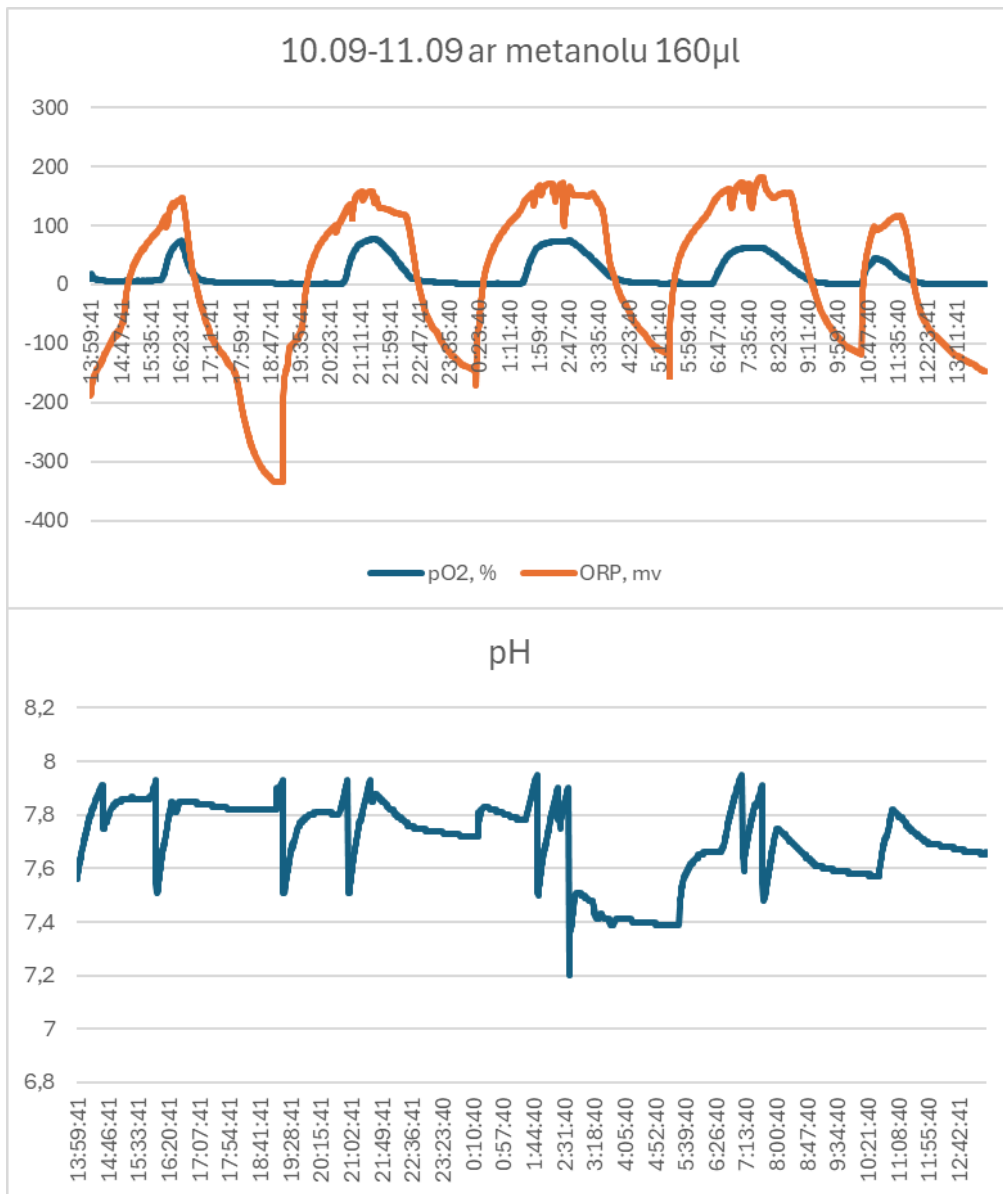
Aerobo un anaerobo fāzi atkārtoti kopumā 4 reizes, līdz reaktorā ir uzpildīti un attīrīti 100 m<sup>3</sup> ražošanas notekūdeņi

## Pētījuma secinājumi

1. Laboratorijas apstākļos ir iespējams replicēt SIA "Getliņi EKO" industriālo notekūdeņu attīrīšanas procesu, tādējādi nodrošinot procesa optimizāciju un validāciju pirms pilna mēroga izmaiņu ieviešanas.
2. Tehnoloģiskais etilēnglikols un nezināma sastāva spirts no industriālās ražošanas uzrādīja labu attīrīšanas efektivitāti, saglabājot pamatprasības attiecībā uz ĶSP un N samazinājumu. Tomēr abām izejvielām nepieciešams veikt piemērotākās dozācijas koncentrācijas atlasī.
3. Lidostas "de-icing" procesa notekūdeņi, kuri satur dietilēnglikolu, nav piemēroti SIA "Getliņi EKO" industriālo notekūdeņu attīrīšanai kā metanola aizstājējs. Procesā validācijas laikā netika sasniegts nepieciešamais ĶSP un N samazinājums, kā arī tiešsaistes parametri nenodrošināja vajadzīgos rādījumus.
4. Izvērtējot kopējos pētījuma rezultātus, pastāv iespēja aizvietot metanolu ar citu oglekļa avotu, tomēr nepieciešama stingra procesa kontrole un dozācijas parametru atlase.

# Metanols



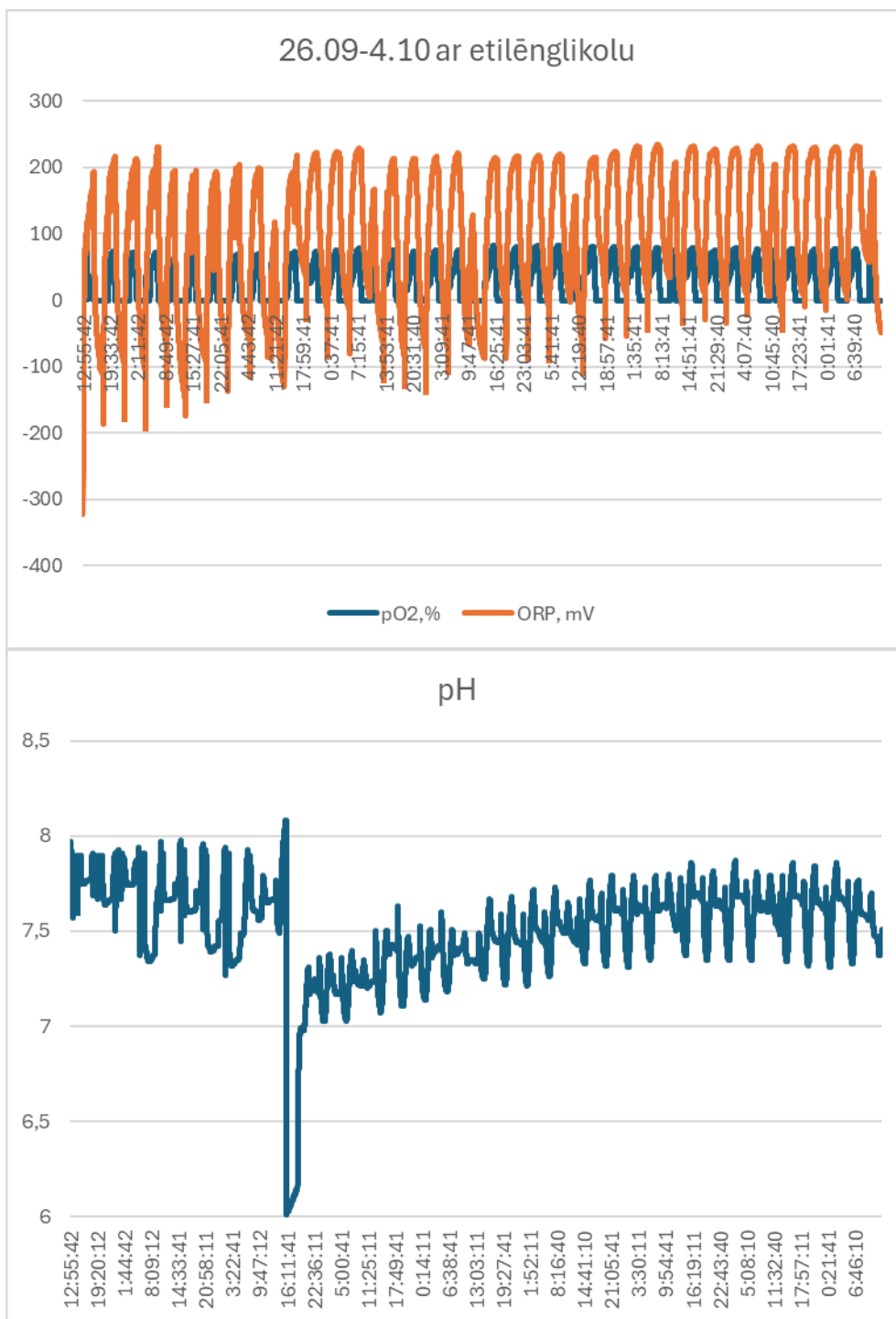


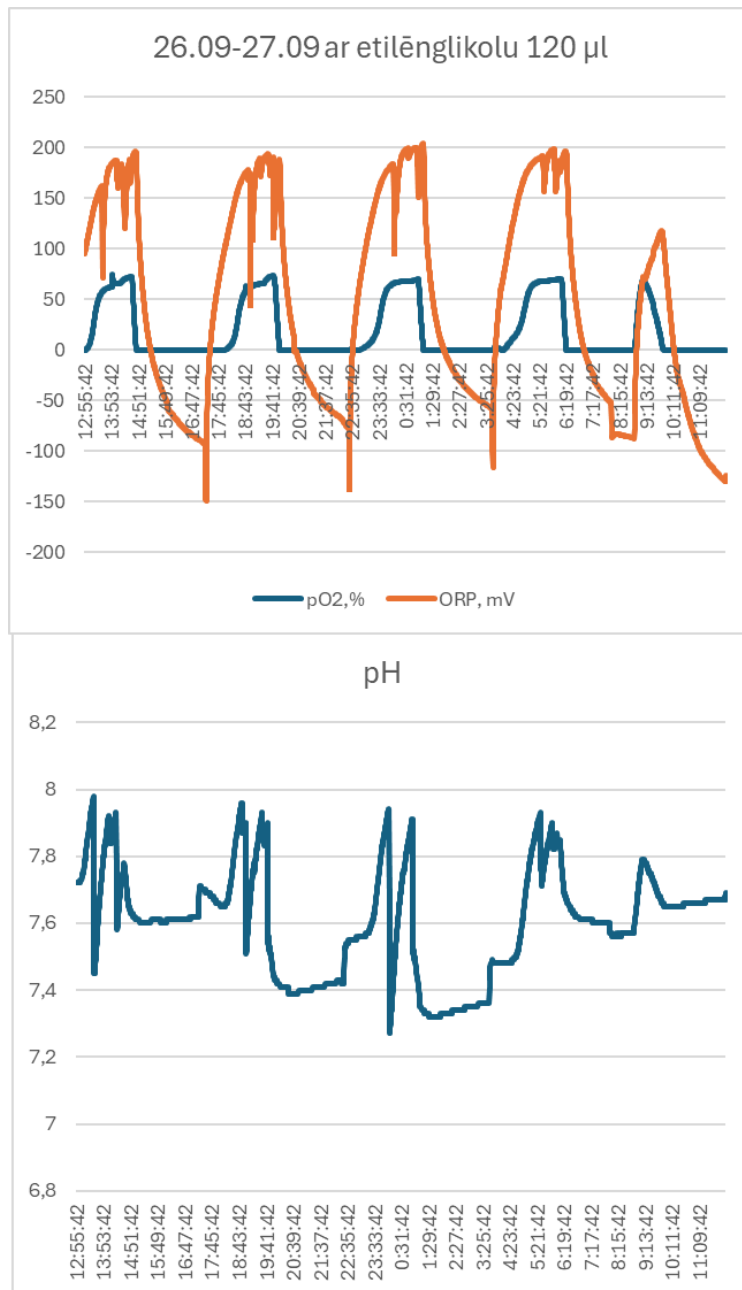
2.tabula.  $\zeta$ SP un kopējā N samazinājums laboratorijas bioreaktorā ar metanola dozāciju

$\zeta$ SP, mg/L	10.09.	11.09.	12.09.	13.09.	14.09.	15.09.	16.09.	17.09.
Neattīrīts	6250						5500	5550
Pēc		2800	2720		2700	2620	2610	2580
Samazinājums		<b>55,2</b>	<b>56,48</b>		<b>56,8</b>	<b>58,08</b>	<b>52,55</b>	<b>53,51</b>
N kopējais, mg/L	10.09.	11.09.	12.09.	13.09.	14.09.	15.09.	16.09.	17.09.
Neattīrīts	1365						1430	1500
Pēc	143	102	92	165	114	129	145	165
Samazinājums	<b>89,5</b>	<b>92,5</b>	<b>93,3</b>	<b>87,9</b>	<b>91,6</b>	<b>90,5</b>	<b>89,9</b>	<b>89,0</b>



# Etilēnglikols

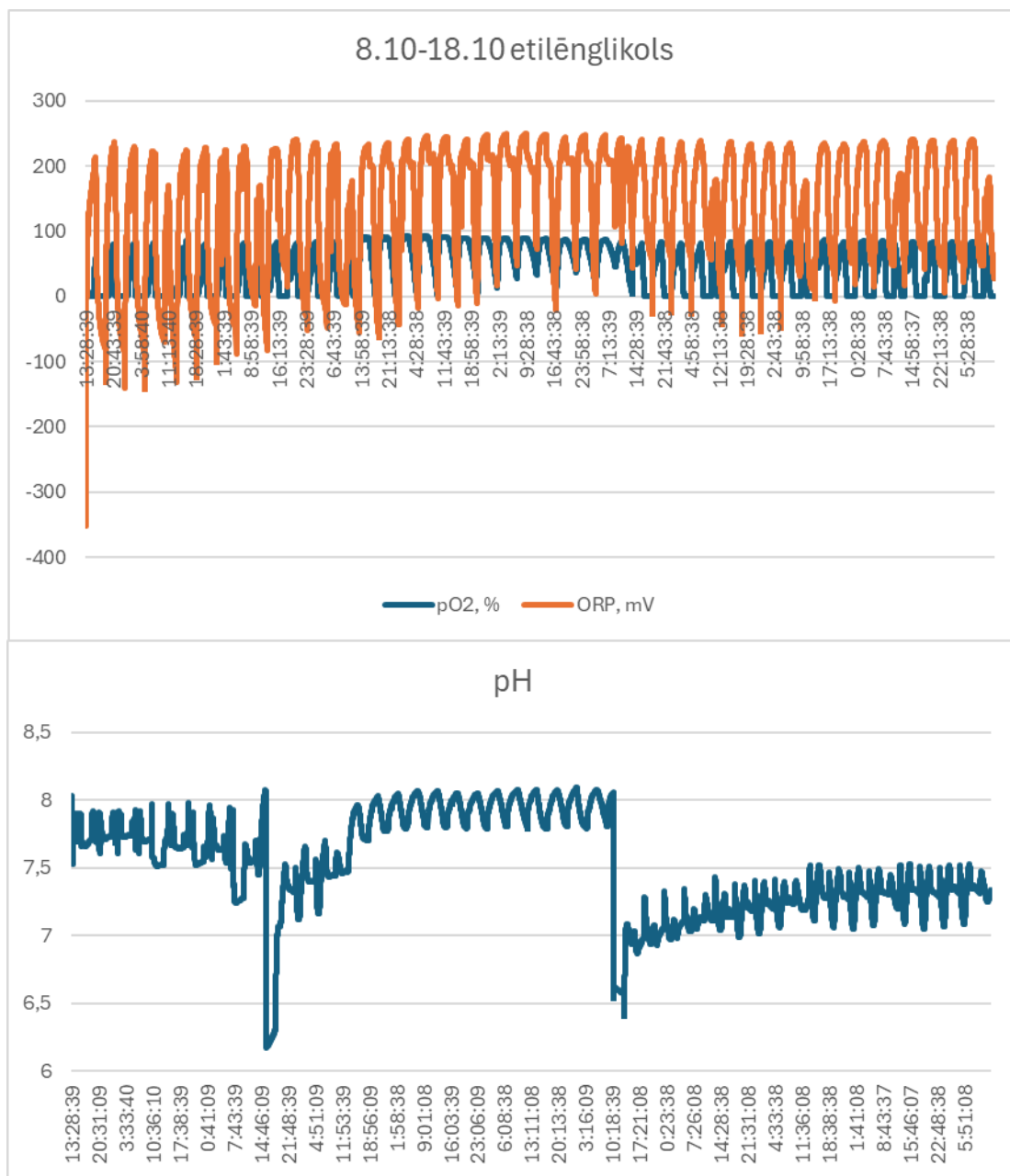


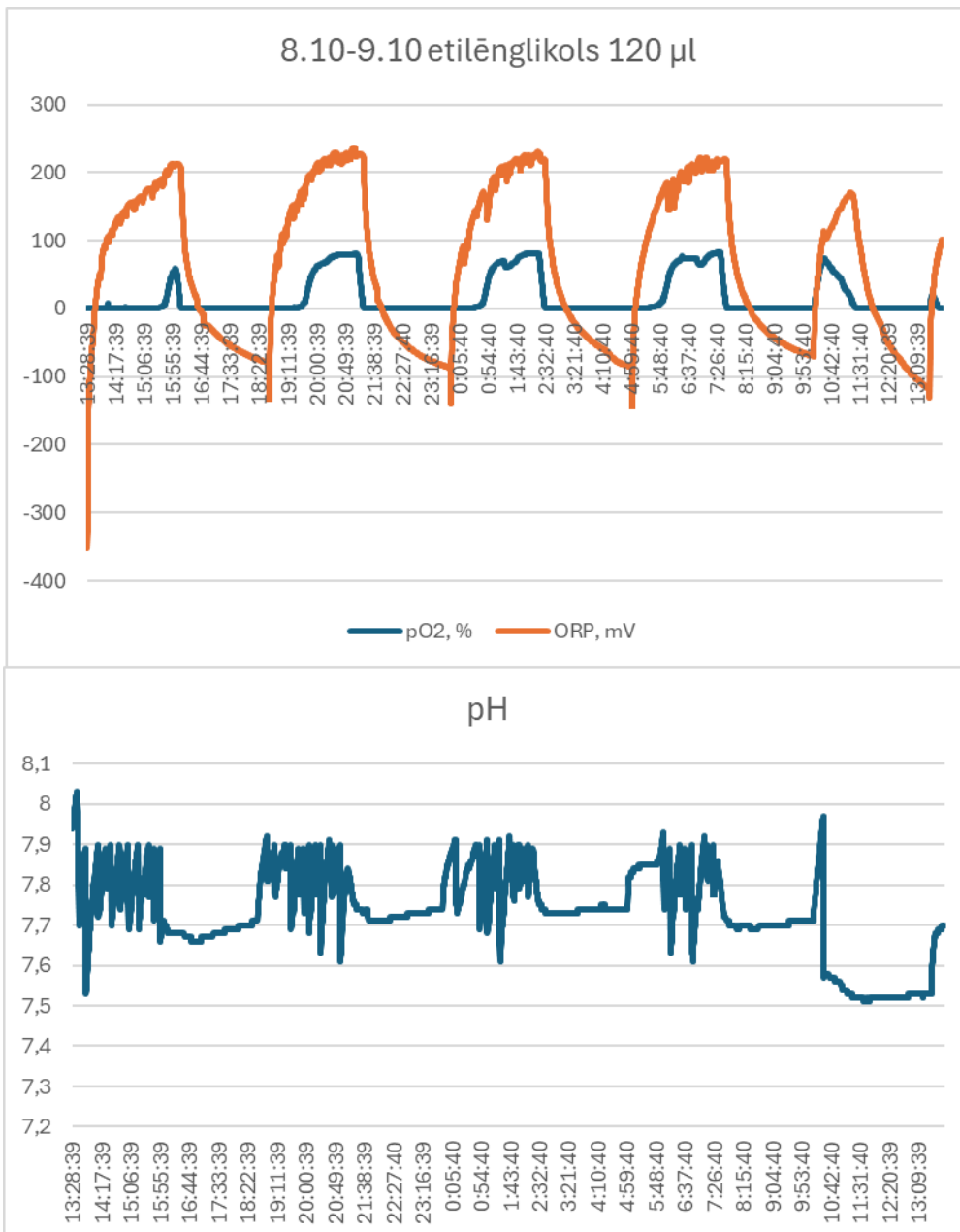


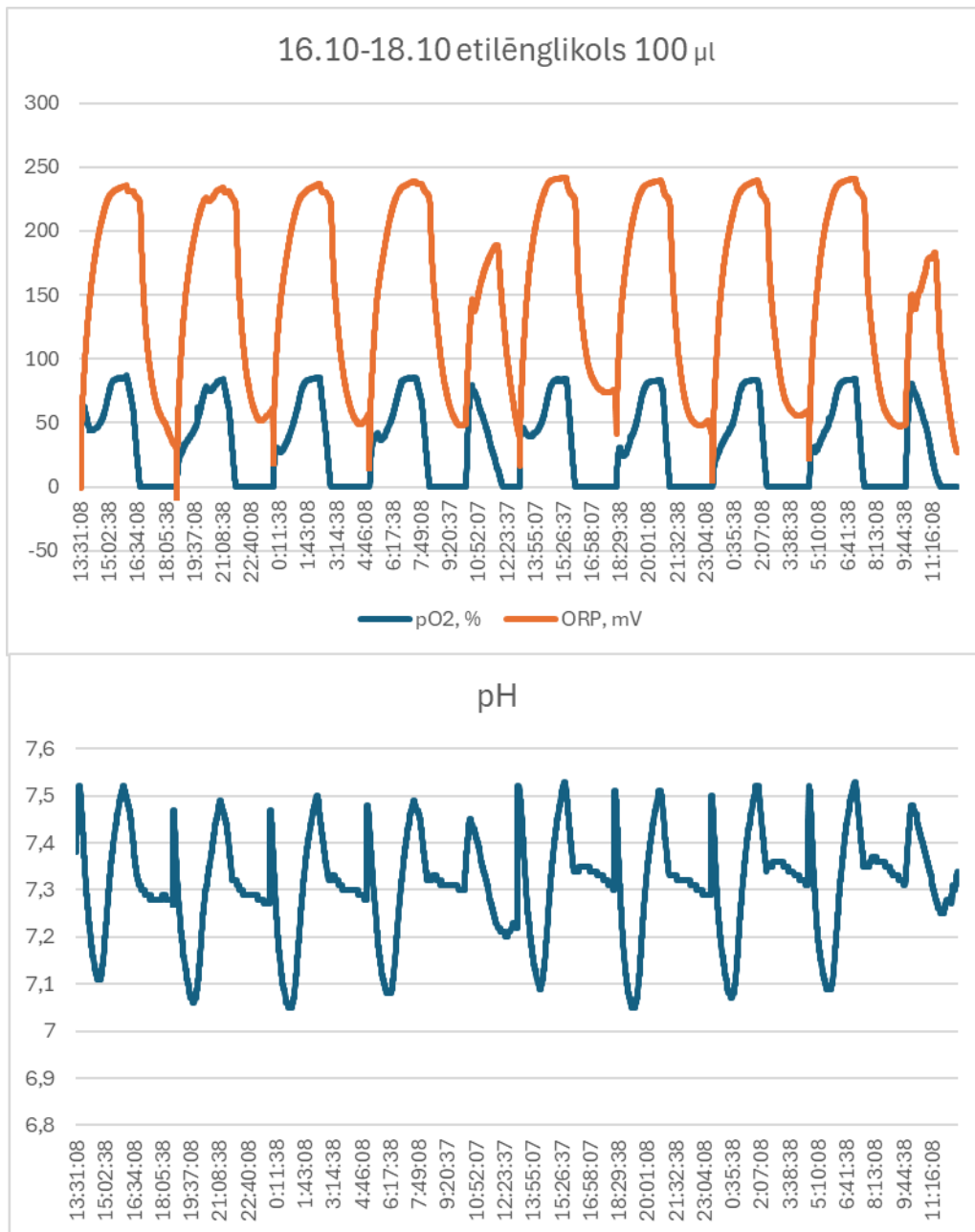
2.tabula. ĶSP un kopējā N samazinājums laboratorijas bioreaktorā ar etilēnglikola dozāciju

ĶSP, mg/L	27.09.	28.09.	29.09.	30.09.	01.10.	02.10.	03.10.
Neattīrīts	4400	3680	3580	3240	3420	2780	2380
Pēc	2020	2010	1900	1740	1590	1640	1480
Samazinājums	<b>54,09</b>	<b>45,38</b>	<b>46,93</b>	<b>46,30</b>	<b>53,51</b>	<b>41,01</b>	<b>37,82</b>
N kopējais, mg/L	27.09.	28.09.	29.09.	30.09.	01.10.	02.10.	03.10.
Neattīrīts	1440	1480	1420	1510	1360	1360	1520
Pēc	104	118	130	141	198	174	190
Samazinājums	<b>92,78</b>	<b>92,03</b>	<b>90,85</b>	<b>90,66</b>	<b>85,44</b>	<b>87,21</b>	<b>87,50</b>

## Etilēnglikols (ar koncentrācijas maiņu)



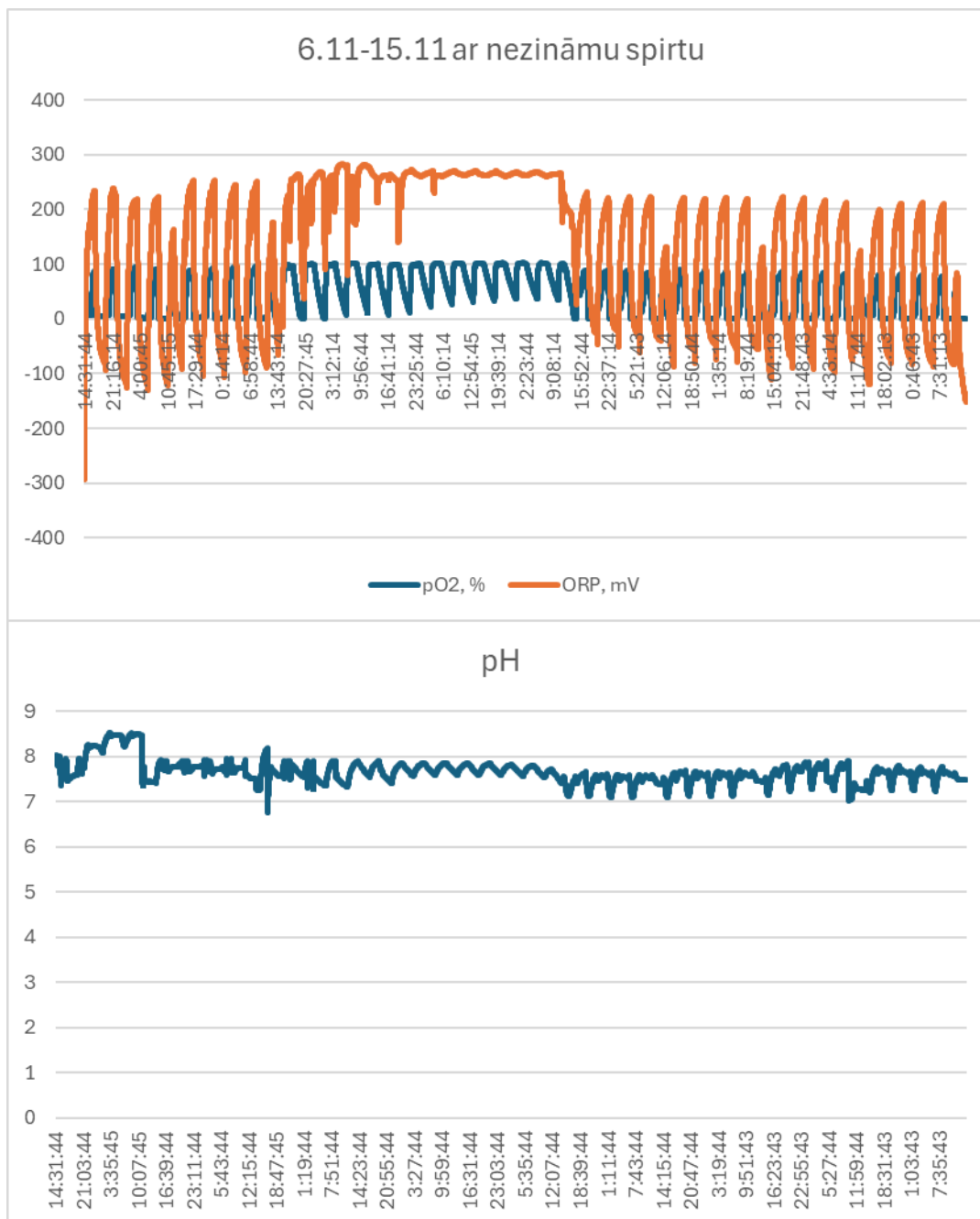


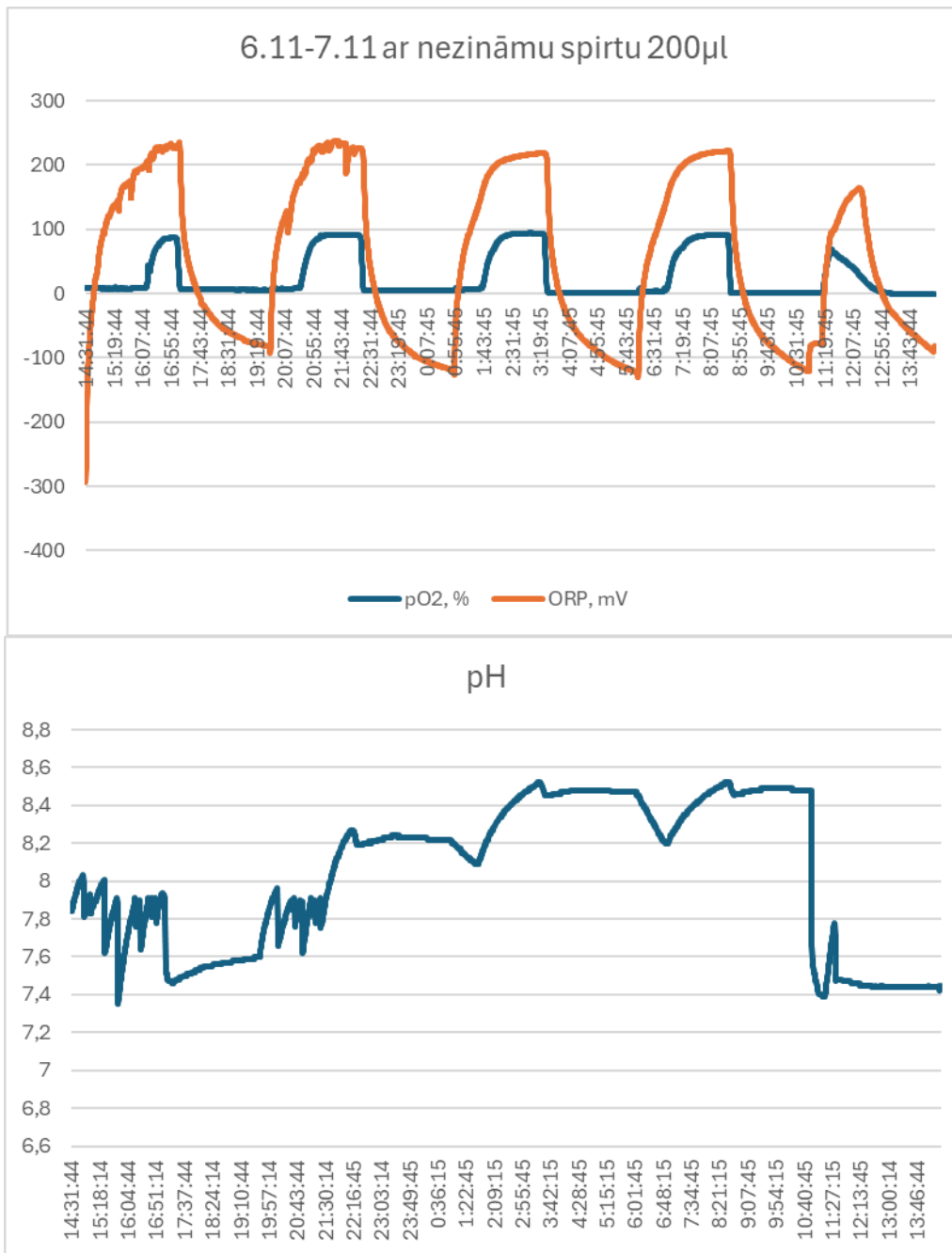


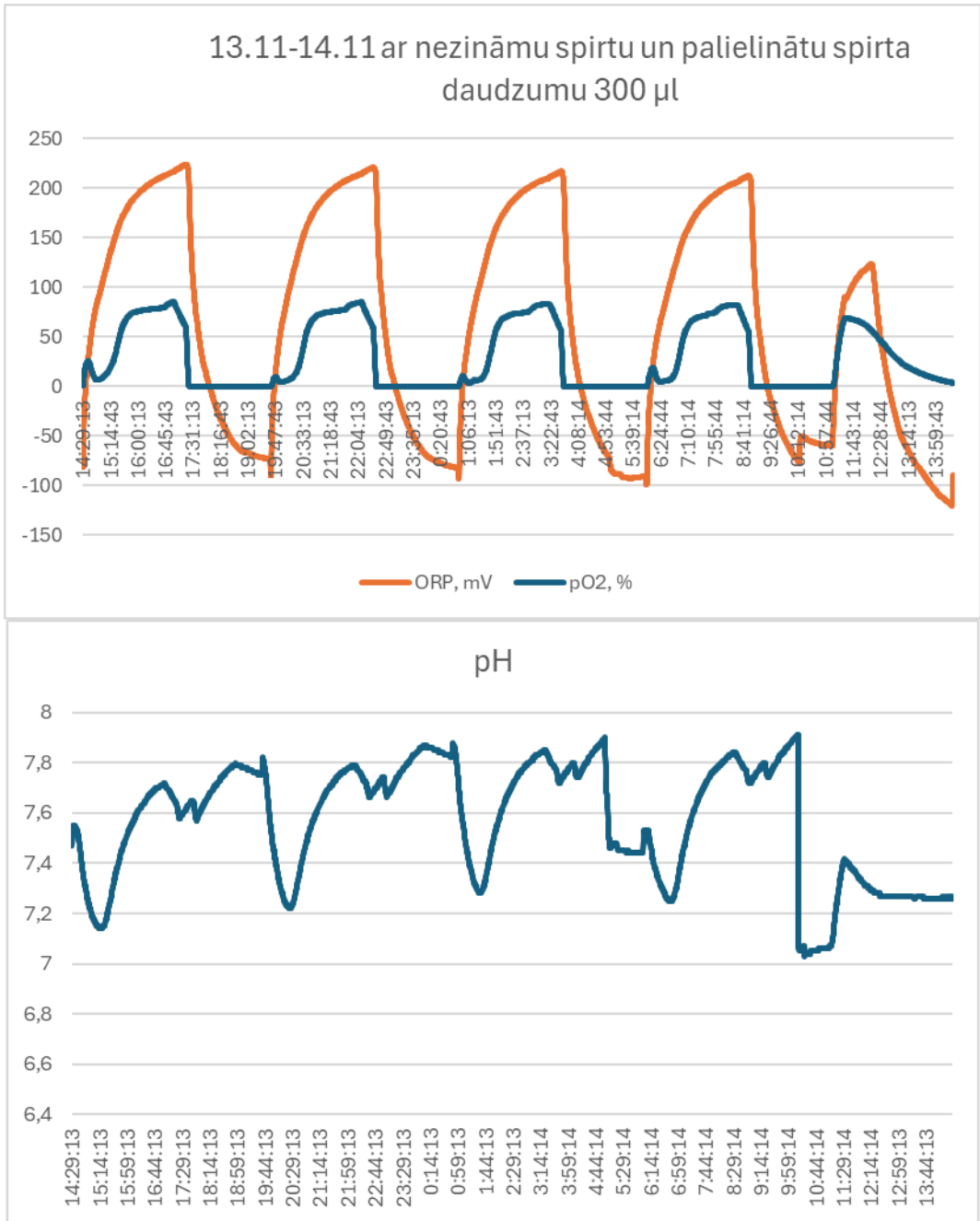
3.tabula.  $\text{KSP}$  un kopējā N samazinājums laboratorijas bioreaktorā ar dažādu koncentrāciju etilēnglikola dozāciju

$\text{KSP}$ , mg/L	09.10.	10.10.	11.10.	15.10.	16.10.	17.10.	18.10.
Neattīrīts	6100	5900	6120	6580	6620	6180	6400
Pēc	2610	2570	2960	2870	2800	2730	2600
Samazinājums	<b>57,21</b>	<b>56,44</b>	<b>51,63</b>	<b>56,38</b>	<b>57,70</b>	<b>55,83</b>	<b>59,38</b>
N kopējais, mg/L	09.10.	10.10.	11.10.	15.10.	16.10.	17.10.	18.10.
Neattīrīts	1560	1540	1620	1660	1700	1860	1860
Pēc	118	134	164	174	200	238	252
Samazinājums	<b>92,44</b>	<b>91,30</b>	<b>89,88</b>	<b>89,52</b>	<b>88,24</b>	<b>87,20</b>	<b>86,45</b>

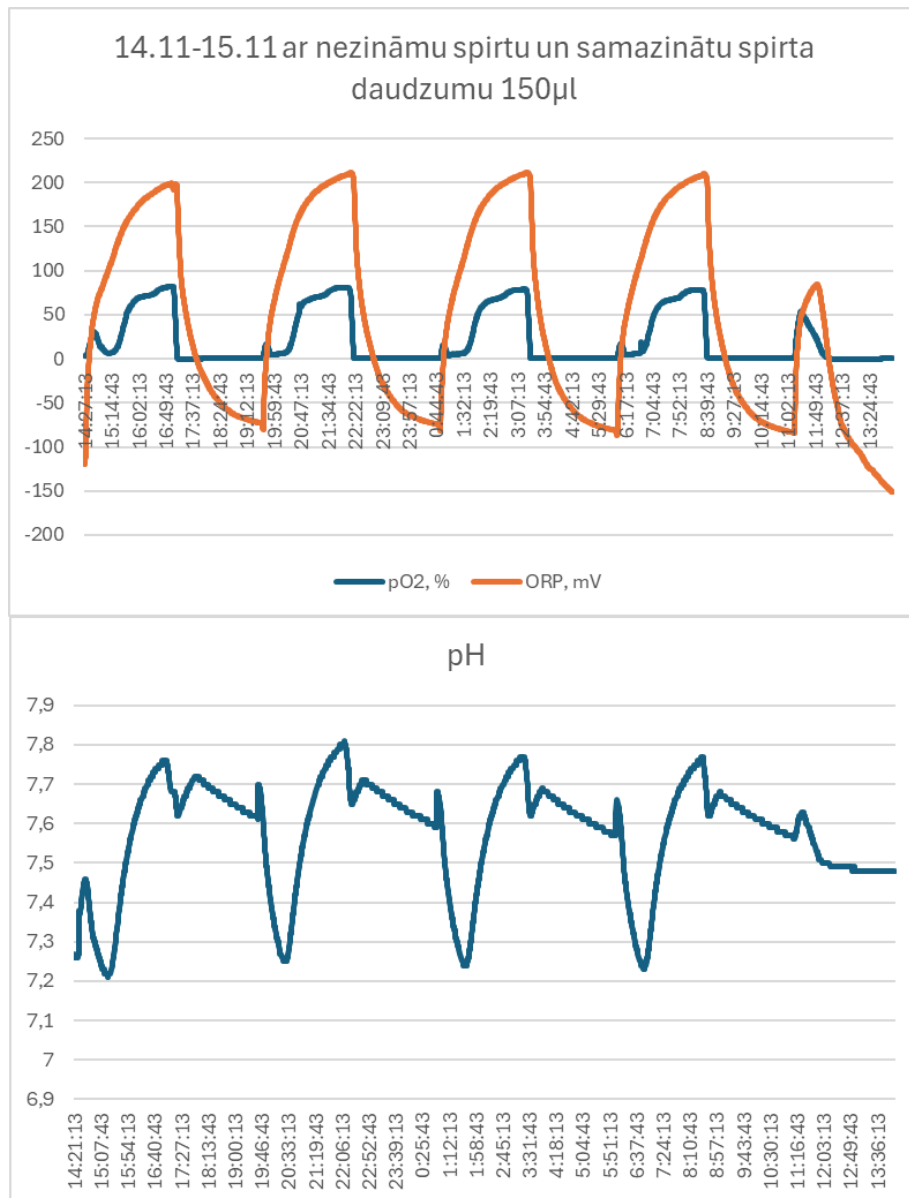
## Nezināma sastāva spirts (iegūts no industriālās ražošanas procesa)









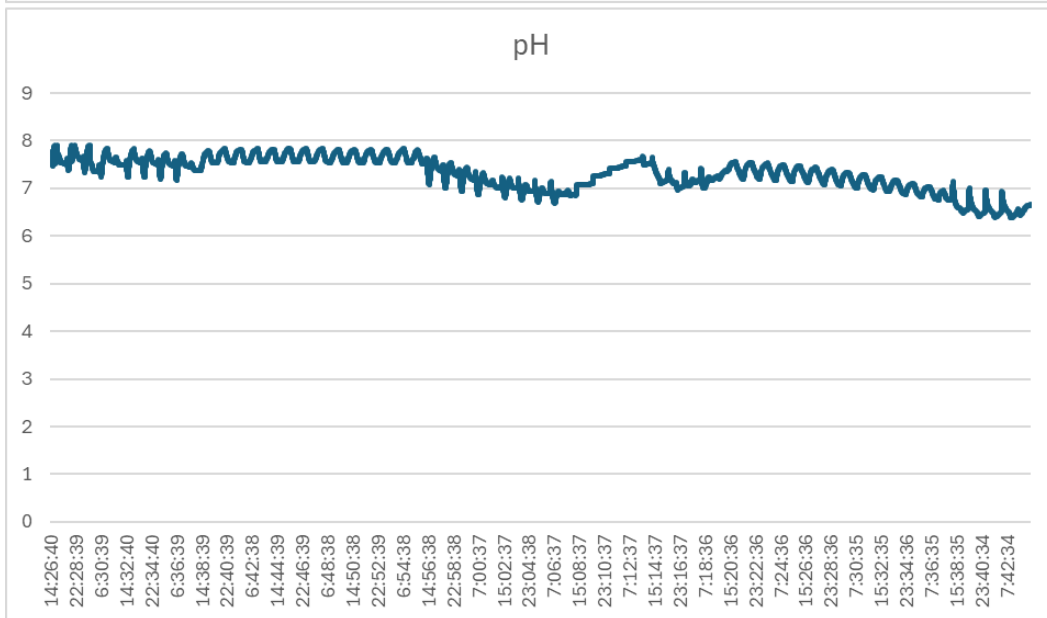
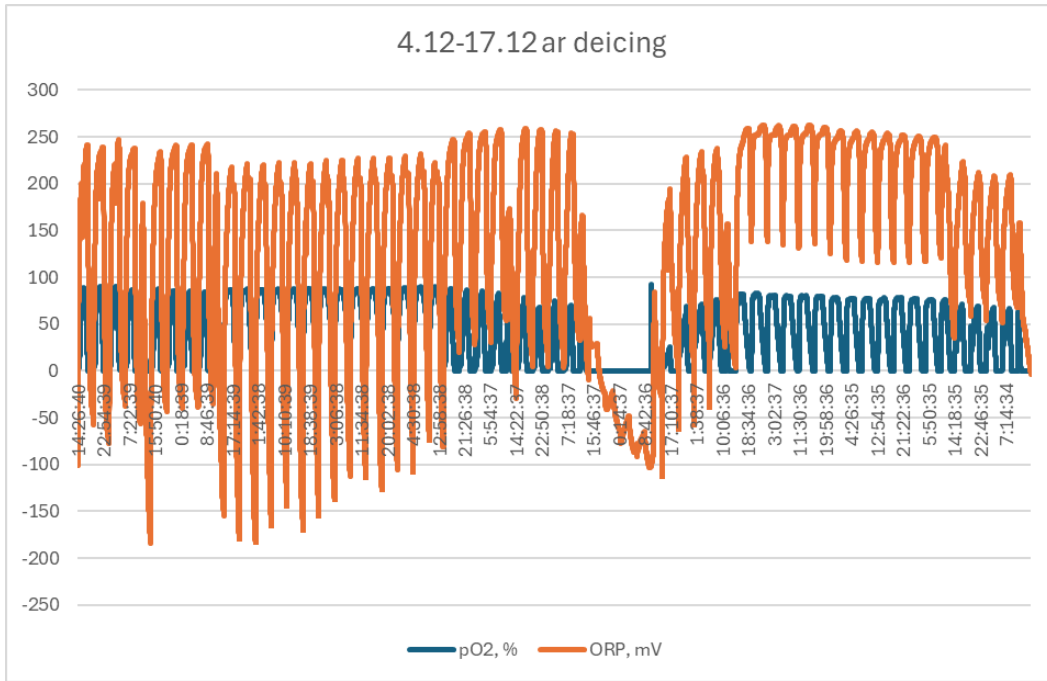


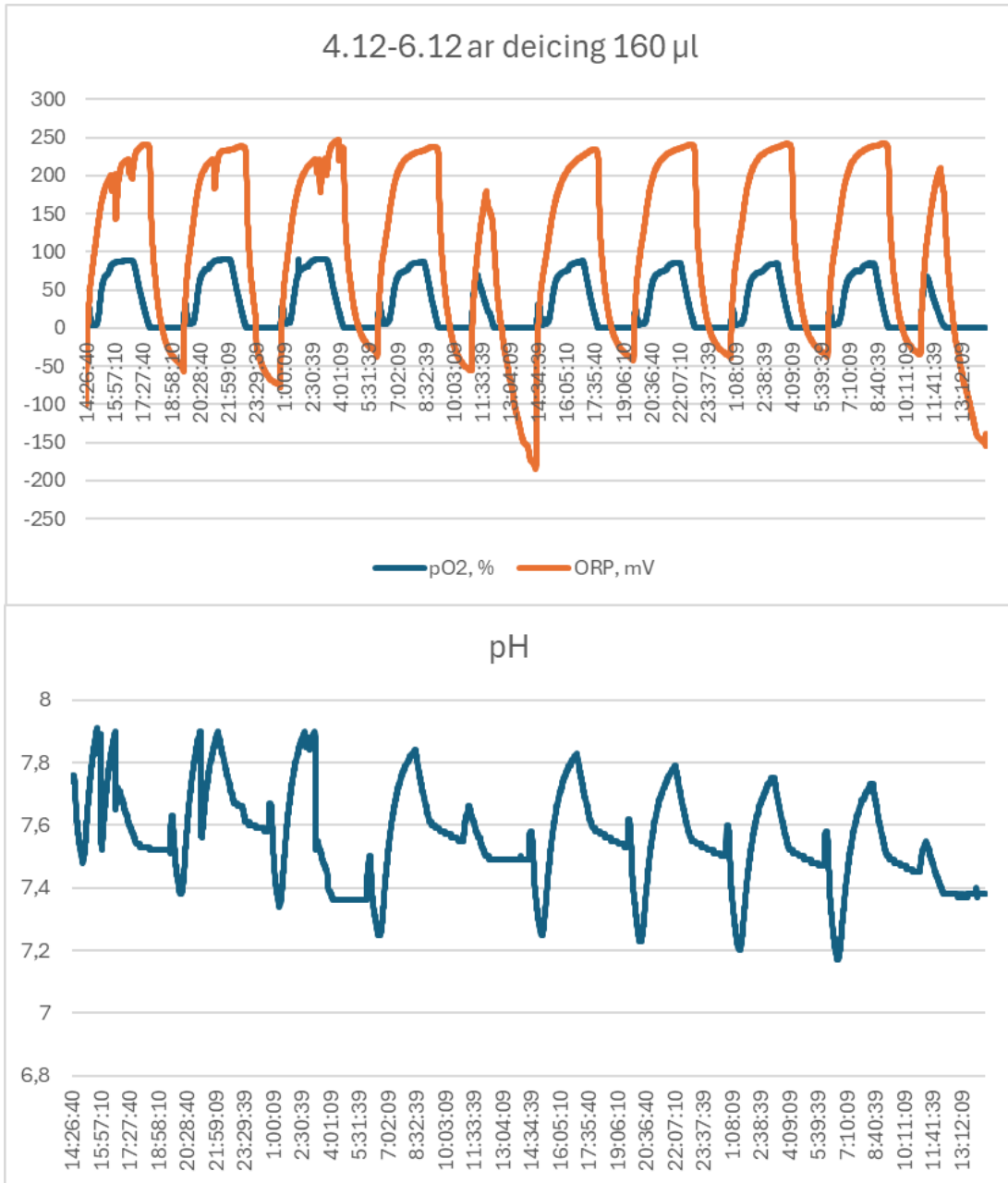
4.tabula.  $\zeta$ S<sub>P</sub> un kopējā N samazinājums laboratorijas bioreaktorā ar nezināma sastāva spirta dozāciju

<b><math>\zeta</math>S<sub>P</sub>, mg/L</b>	07.11.	08.11.	12.11.	13.11.	14.11.	15.11.
Neattīrīts	6120	5800	5780	5580	5750	5640
Pēc	3220	3040	3270	2830	2950	3168
Samazinājums	47,39	47,59	43,43	49,28	48,70	43,84
<b>N kopējais, mg/L</b>	07.11.	08.11.	12.11.	13.11.	14.11.	15.11.
Neattīrīts	1500	1540	1800	1940	1300	1420
Pēc	114	120	128	146	160	168
Samazinājums	92,4	92,21	92,89	92,47	87,69	88,17

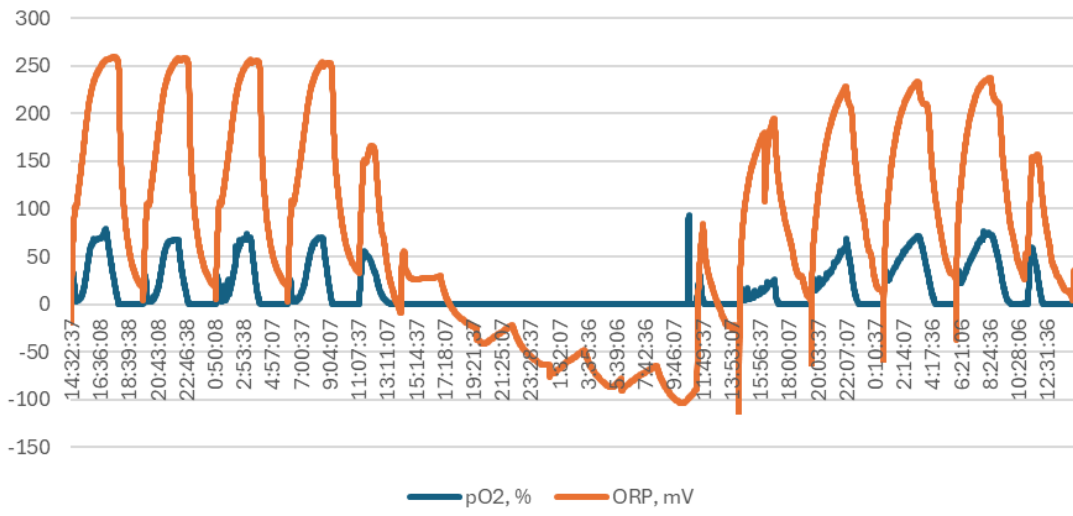
# Metanols un lidostas "de-icing" šķidrums



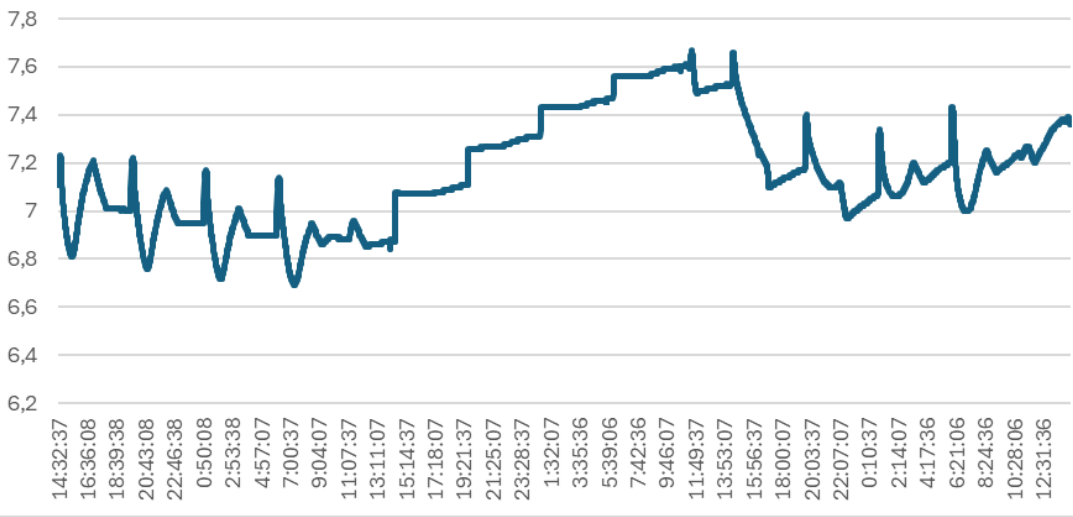


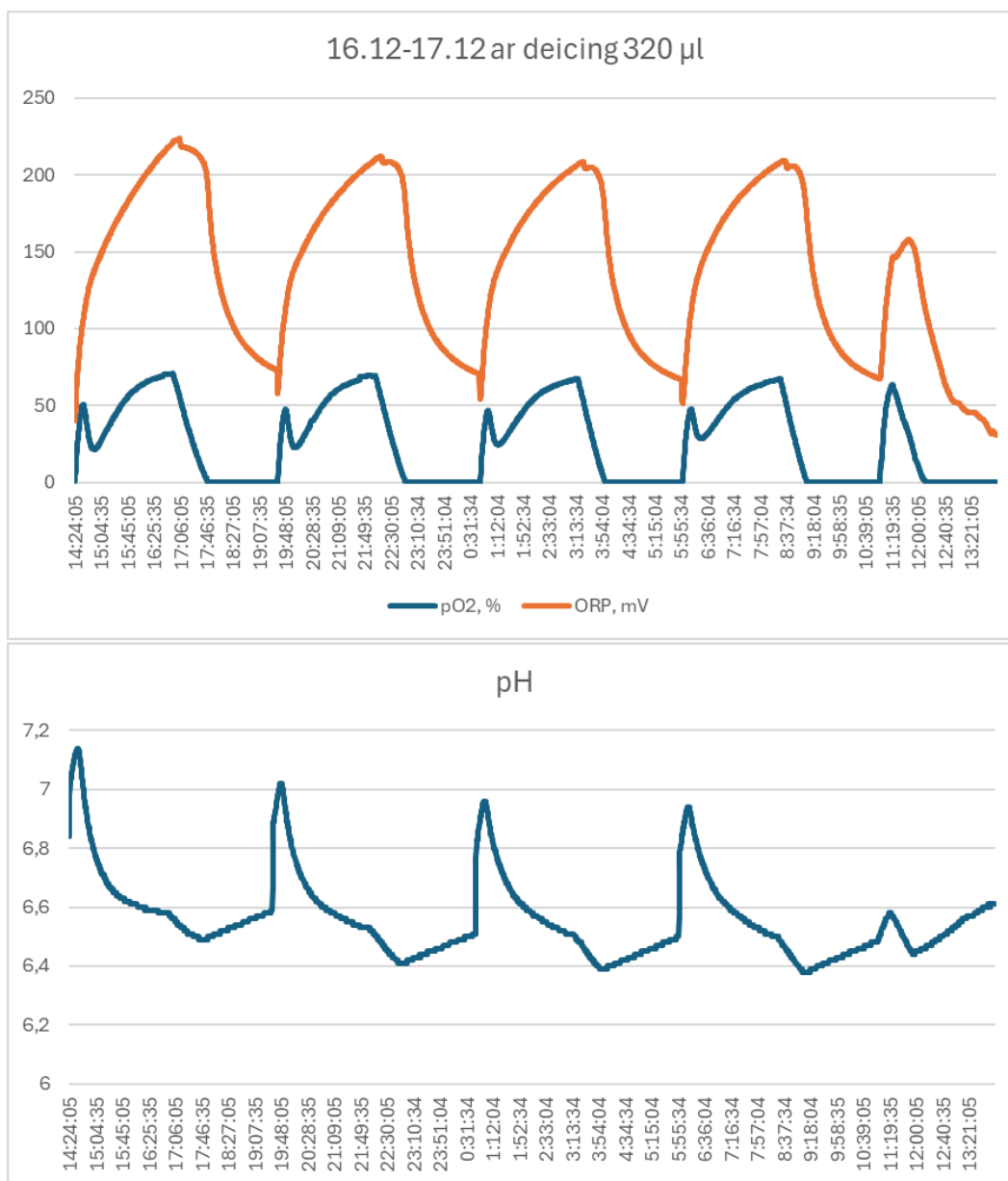


10.12-13.12 ar deicing 320  $\mu$ l (11.12-12.12 bez aerācijas, tikai maisīšana)



pH





5.tabula. ŒSP un kopējā N samazinājums laboratorijas bioreaktorā ar metanola un sekojošu lidostas “de-icing” šķidruma dozāciju

<b>ŒSP, mg/L</b>	3.12.	4.12.	5.12.	6.12.	10.dec	11.12.	12.12.	13.12.	17.12.
Neattīrīts	4530	4250	4070	3480	4760	3740	4180	4360	4235
Pēc	2680	2615	2410	2360	2380	2580	2180	2770	2710
Samazinājums	40,84	38,47	40,79	32,18	50,00	31,02	47,85	36,47	36,01
<b>N kopējais, mg/L</b>	3.12.	4.12.	5.12.	6.12.	10.12.	11.dec	12.12.	13.12.	17.12.
Neattīrīts	1350	1480	1320	1020	1260	1380	1400	1360	1200
Pēc	110	110	110	126	155	185	235	222	268
Samazinājums	91,852	92,57	91,67	87,65	87,70	86,59	83,21	83,68	77,67