



LIFE12 NAT/LV/000118 „Lielā dumpja biotopu atjaunošana divos piekrastes ezeros Latvijā” – ūdens kvalitātes rādītāji Papes un Engures ezeros.



ILGA KOKORĪTE
RĪGA, 2015

SATURS

Engures un Papes ezeru ūdens kvalitāte 2010. – 2014. gadā.....	3
Engures un Papes ezeru ūdens kvalitāte 2015. gadā	8

Engures un Papes ezera ūdens kvalitāte 2010. – 2014. gadā

Engures un Papes ezera ūdeņu kvalitātes vērtējums veikts, balstoties uz LVĢMC veiktā monitoringa datiem (1.tab.). Novērojumu biežums Engures ezerā svārstās no 3 līdz 9 reizēm gadā. Papes ezerā monitoringa tika veikts 2007. gadā (4 paraugi) un 2009. gadā (2 paraugi). Paraugi abos ezeros ir ņemti to vidusdaļā.

1. tabula. Pieejamie LVĢMC veiktā virszemes ūdeņu kvalitātes monitoringa dati.

Ezers	Gads	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Engures	2007	+			+			+			+		
Engures	2010							+	+	+	+		
Engures	2011					+			+		+		
Engures	2014				+	+	+	+	+	+	+	+	+
Engures	2015	+		+	+								
Papes	2007	+			+			+			+		
Papes	2009		+		+								

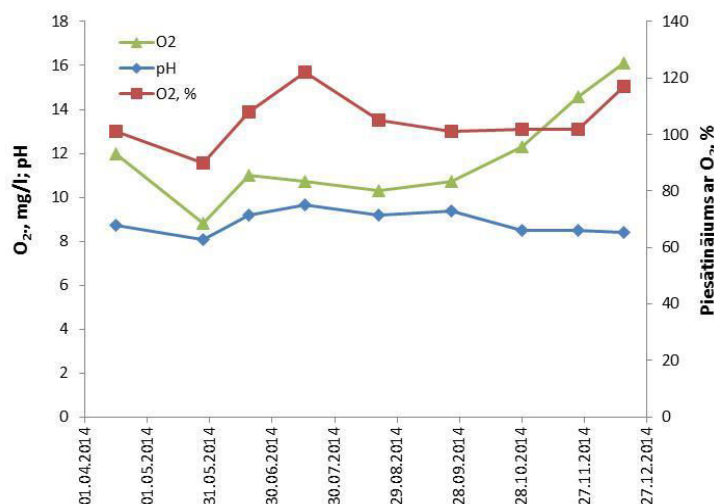
Fizikāli-ķīmisko parametru vidējās, maksimālās un minimālās vērtības Engures un Papes ezeros ir apkopotas 2. tabulā.

Izšķīdušā skābekļa daudzums Engures ezerā ir salīdzinoši augstāks nekā Papes ezerā, lai gan abos ezeros tas ir vērtējams kā pietiekams. Engures ezerā vasarā ir vērojams ūdens pārsātinājums ar skābekli. Maksimālais piesātinājums ar skābekli konstatēts 13.07.2010., kad tas sasniedza 152 %. Arī LU Bioloģijas institūta (LUBI) Hidrobioloģijas laboratorijas veiktie apsekojumi rāda, ka jūnija beigās un jūlija sākumā pārsātinājums ar skābekli var sasniegt pat 166 %. Tam par iemeslu ir seklos, makrofitu dzidrūdēns ezeros intensīvi norītošie fotosintēzes procesi (Kokorīte u.c., 2013). Uz intensīviem fotosintēzes procesiem norāda arī ļoti augstās pH vērtības vasarā (maksimālais pH = 9,9; 1.att.). LVĢMC dati rāda, ka 2014.gadā izšķīdušā skābekļa saturs mainījās no 8,8 līdz 16,1 mg/l, bet piesātinājums – no 90 līdz 122 %. Augstākais ūdens piesātinājums ar izšķīdušo skābekli 2014.g. ir bijis jūlijā un decembrī (1.att.). Augsto piesātinājuma līmeni gan ir noteikuši atšķirīgi procesi: vasarā – fotosintēze, bet ziemā – vēja brāzmu radītas viļņošanās rezultātā.

2. tabula. Engures un Papes ezera ūdeņu fizikāli-ķīmisko parametru mainība 2007.-2015.gadā (LVĢMC dati).

	Engures ez.			Papes ez.		
	max	<i>vid.</i>	min	max	<i>vid.</i>	min
O ₂ , mg/l	16,1	11,1	7,6	10,6	8,5	6,8
O ₂ , %	152	102	78	82	70	50
Elektrovadītspēja, μS/cm	381	293	204	680	453	325
suspend. vielas, mg/l	14,1	2,4	0,6	16,6	4,9	0,6
pH	9,9	8,6	7,5	7,7	7,2	6,2
N-NO ₃ ⁻ , mg/l	0,30	0,04	0,006	0,41	0,17	0,03
N-NH ₄ ⁺ , mg/l	0,15	0,05	0,01	0,35	0,11	0,02
N-NO ₂ ⁻ , mg/l	0,004	0,002	0,000	0,007	0,005	0,003
N _{kop.} , mg/l	1,28	0,87	0,30	5,59	2,09	1,14
P-PO ₄ ³⁻ , mg/l	0,021	0,004	0,001	0,014	0,006	0,003
P _{kop.} , mg/l	0,046	0,021	0,006	0,08	0,043	0,02

BSP ₅ , mg/l	2,50	1,44	0,52	1,91	1,36	0,87
Chl <i>a</i> , mg/l	9,50	3,89	0,80	2,8	1,80	0,79
Caurredzamība, m	2,6	1,7	1,2	1,4	1,3	1,1
Krāsainība, mg Pt/Co	115	53	23	319	250	211
TOC, mg/l	25,8	16,6	12,3	26,0	22,7	19,7
DOC, mg/l	16,9	15,2	12,1			
Sārmainība, mmol/l	3,61	2,70	1,68			
SO ₄ ²⁻ , mg/l	28,7	21,9	13,5			
Na ⁺ , mg/l	6,0	5,0	3,9			
Mg ²⁺ , mg/l	18,0	14,3	10,3			
K ⁺ , mg/l	3,0	2,4	1,8			
Ca ²⁺ , mg/l	59,0	37,3	16,0			
Cl ⁻ , mg/l	7,4	5,3	3,5			
HCO ₃ ⁻ , mg/l	220,2	164,5	102,4			

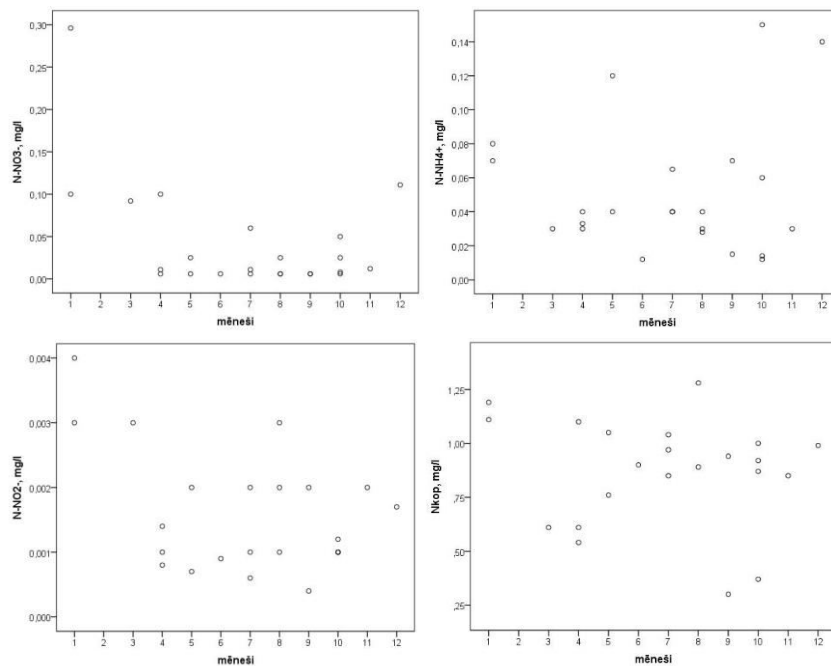


1. attēls. Izšķīdušā skābekļa saturs un pH mainība Engures ezerā 2014. gadā (LVGMC dati).

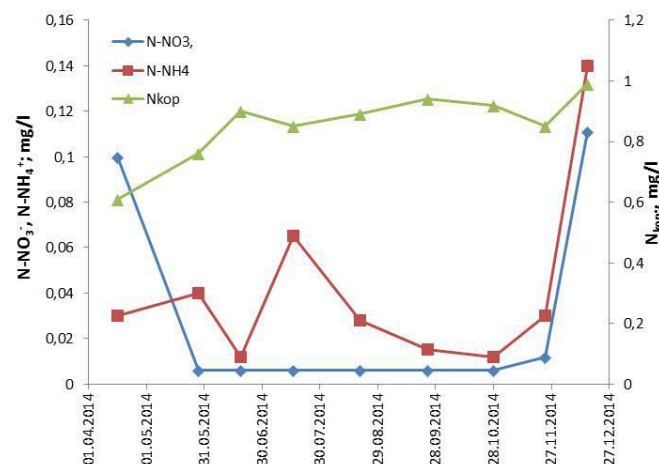
Viens no vissvarīgākajiem ūdeņu kvalitātes rādītājiem ir biogēno elementu jeb slāpekļa un fosfora savienojumu saturs. Tā kā šie savienojumi kalpo kā barības vielas aļģēm un augstākajiem ūdensaugiem, tad paaugstinātas šo savienojumu koncentrācijas norāda uz ezera eutrofikācijas procesu attīstību (Klavins et al., 2002). Engures ezerā gan slāpekļa, gan fosfora koncentrācijas kopumā ir vērtējamas kā ļoti zemas (2.-5. att.). Vasaras sezonā nitrātu un fosfātu koncentrācija ir jau tuvu detekcijas robežai, jo šos savienojumus tiek patērēti augu biomasas veidošanai. Ziemā nitrātu un fosfātu saturs ūdenī pieaug, jo tie ūdenī nonāk gan no sateces baseina, gan sadaloties atmirušajiem ūdensaugiem, bet to patēriņš vairs nenotiek (Klavins et al., 2002). Amonija jonu, kopējā slāpekļa un fosfora saturam nav ļoti izteikta sezonālā mainība, un augsta to koncentrācija var tikt konstatēta arī vasaras mēnešos (2.-5. att.). LU Bioloģijas institūta veikto apsekojumu dati liecina, ka Engures ezerā atsevišķos novērojumu punktos ir novērotas augstas biogēno elementu vērtības. Piemēram, 2014. gadā apsekojumu vietās pie 1. laivu bāzes, pie Dzedrupes grīvas un Mērsraga kanāla fosfātu saturs bija zem noteikšanas robežas (0,001 mg P/l), kopējā fosfora saturs – no 0,015 līdz 0,020 mg/l, bet kormorānu kolonijas

tuvumā $P\text{-PO}_4^{3-}$ saturs sasniedza 0,114 mg/l un $P_{\text{kop.}}$ – 0,158 mg/l. Arī amonija jonu saturs novērojumu vietā pie kormorānu kolonijas bija apmēram 4 reizes augstāks nekā pārējās novērojumu vietās un sasniedza 0,44 mg N/l.

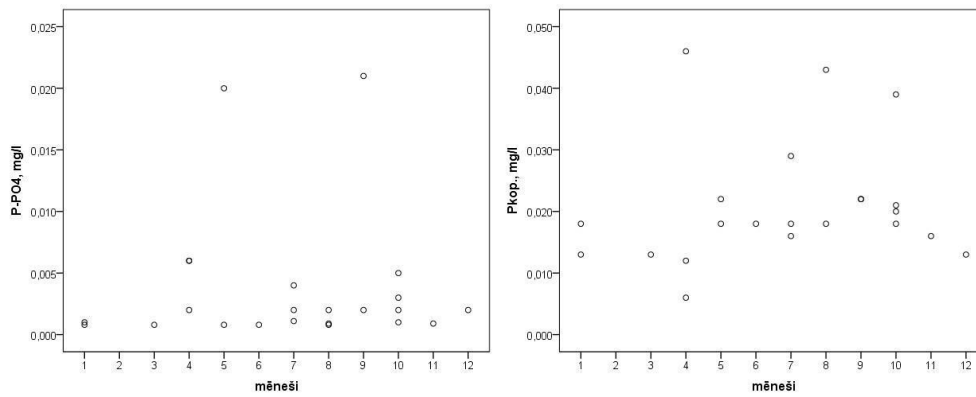
Papes ezerā kopējā slāpekļa saturs ir nedaudz augstāks kā Engures ezerā, un tas variē no 1,14 līdz 1,72 mg/l. Izņēmums ir 16.10.2007. ņemtais paraugs, kad noteikta maksimālā kopējā slāpekļa vērtība 5,59 mg/l, lai gan tajā pašā laikā analizēto neorganisko slāpekļa savienojumu saturs paraugā ir ļoti zems ($N\text{-NO}_3^- = 0,04$ mg/l; $N\text{-NO}_2^- = 0,003$ mg/l; $N\text{-NH}_4^+ = 0,02$ mg/l), arī kopējā fosfora saturs ir zems (0,02 mg/l). Jāatzīmē, ka gan Papes, gan Engures ezerā neorganiskie slāpekļa savienojumi veido tikai 1-34 % no kopējā slāpekļa koncentrācijas. Pārējais slāpekļis ir saistīts organisku savienojumu veidā.



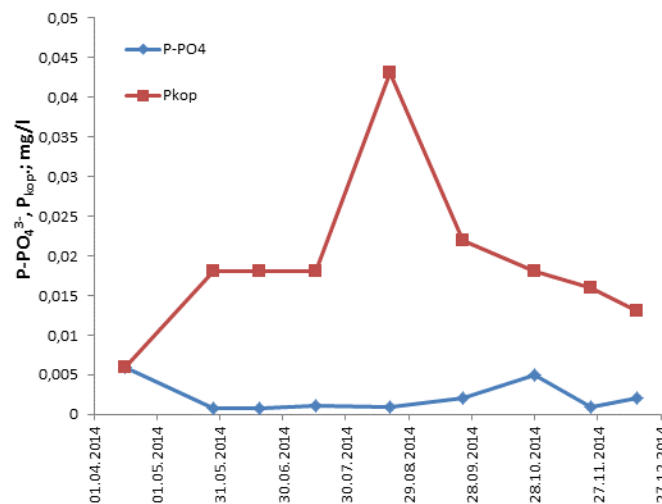
2. attēls. Slāpekļa savienojumu satura mainība Engures ezera vidusdaļā, 2007.-2015.g. (LVĢMC dati).



3. attēls. Slāpekļa savienojumu mainība Engures ezerā 2014.gadā (LVĢMC dati).



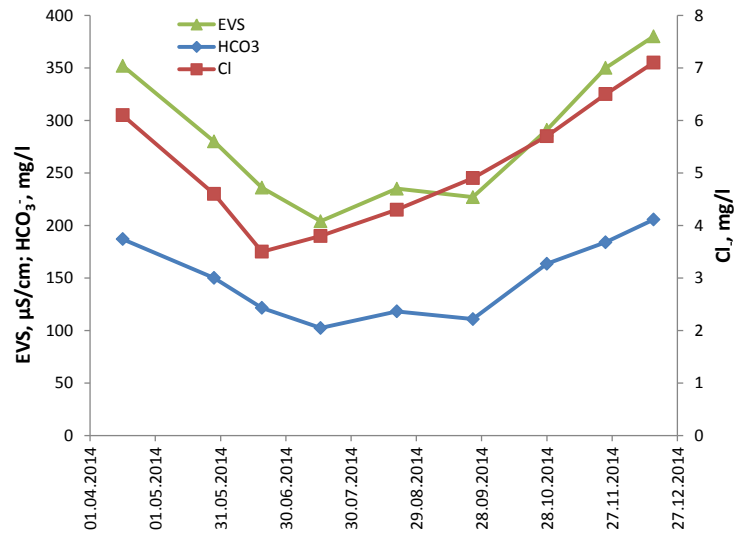
4. attēls. Fosfātjonu fosfora un kopējā fosfora satura mainība Engures ezera vidusdaļā, 2007.-2015.g. (LVGMC dati).



5. attēls. Fosfora savienojumu mainība Engures ezerā 2014.gadā (LVGMC dati).

Elektrovadītspēja (EVS) raksturo ūdenī izšķīdušo vielu daudzumu. Engures ezera vidusdaļā EVS ir 204 – 381 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (vid. 293 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Dominējošie izšķīdušie joni ezerā ir hidroģēnkarbonāti, kalciji, sulfāti, magnijs un hlorīdi (2. tab.). Šie joni arī nosaka elektrovadītspējas izmaiņas (6.att.). 2014.gada dati liecina, ka zemākais izšķīdušo vielu saturs vērojams vasarā, bet, sākoties rudenim, tas pakāpeniski pieaug un augstākās koncentrācijas sasniedz ziemā (6. att.). LUBI veiktie novērojumi liecina par regulāru jūras ūdeņu ieplūdi Engures ezerā caur Mērsraga kanālu. Šajos gadījumos ezerā pie Mērsraga kanāla konstatētas ļoti augstas EVS vērtības: 8080 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 2000. gada jūlija sākumā, 6850 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 2003. gada jūlija sākumā, 5965 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 2007.gada jūnija beigās. Šajos gadījumos dominējošie kļūst sulfātu, nātrija un hlorīdu joni. Par regulāro iesāļūdens ieplūdi liecina arī tādas bentisko bezmugurkaulnieku sabiedrības, kas raksturīgas vāji vai vidēji sāļai videi (Kokorīte u.c., 2014).

Papes ezerā elektrovadītspēja ir mērīta tikai 3 reizes (2009.g. un 2007.g. okt.), un tā mainās 325 – 680 $\mu\text{S}/\text{cm}$ robežās. Ūdenī izšķīdušo galveno jonu satura analīzes šim ezeram nav veiktas.



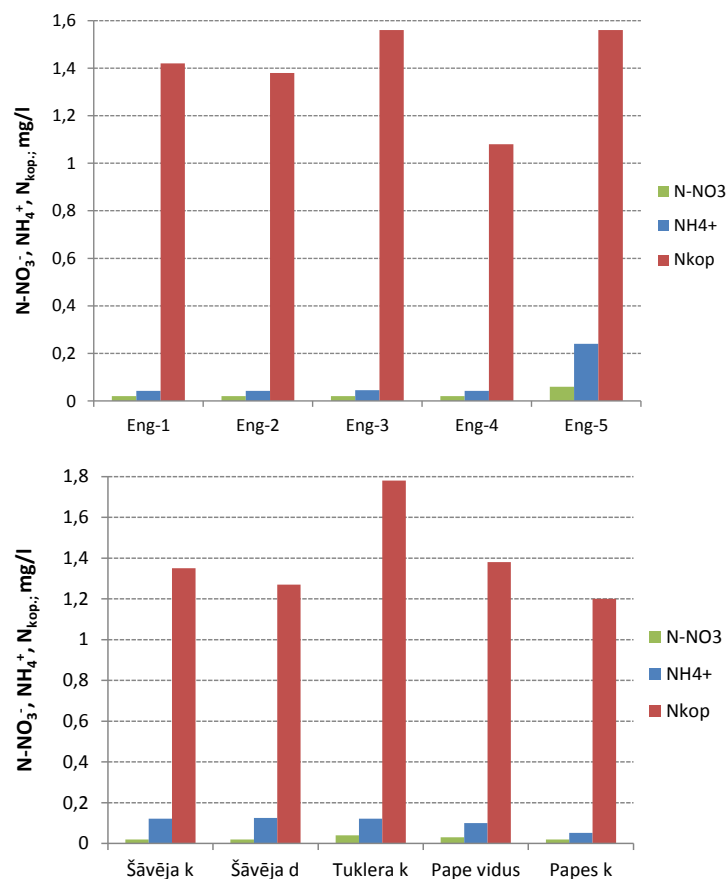
6. attēls. Elektrovadītspējas, hidroģēnkarbonātu un hlorīdjonu koncentrācijas mainība 2014. gadā (LVĢMC dati).

Ūdens krāsainība, kopējā organiskā oglekļa saturs (TOC), izšķīdušā organiskā oglekļa saturs (DOC) un ķīmiskais skābekļa patēriņš (ĶSP) raksturo organisko vielu saturu. Papes ezerā ir augstāka ūdens krāsainība un TOC nekā Engures ezerā. To var skaidrot ar organisko vielu pieplūdi Papes ezerā no tuvumā esošiem purviem, kā arī šādas organiskās vielas ar augstu krāsainību var veidoties, sadaloties detritam.

Engures un Papes ezeru ūdens kvalitāte 2015. gadā

Ūdens paraugi Engures ezerā tika ievākti 13.05.2015., bet Papes ezerā – 27.05.2015.

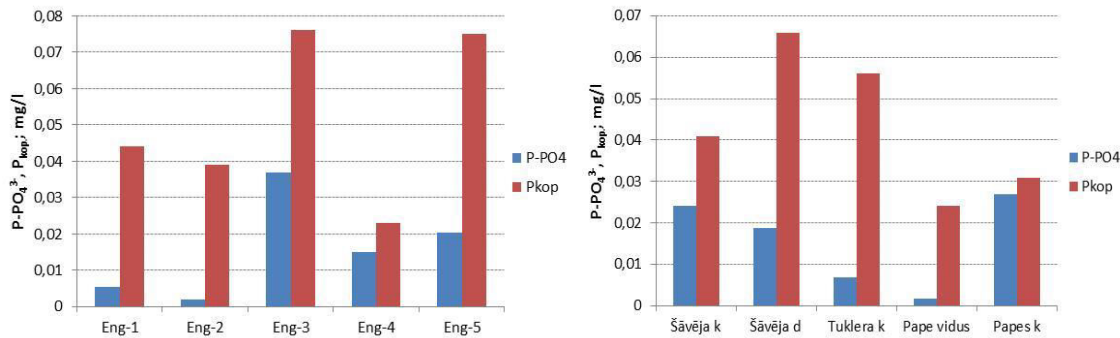
Kopējā slāpekļa saturs gan Engures, gan Papes ezerā kopumā vērtējams kā zems (7. att.). Kopējā slāpekļa koncentrācija vairumā apsekoto punktu Engures un Papes ezeros atbilst labai ekoloģiskai kvalitātei (Ekoloģiskās kvalitātes klašu robežvērtības pēc kopējā N un P satura ļoti seklos cietūdens ezeros ir sniegtas 3. tab.). Nedaudz augstāka koncentrācija (1.56 mg/l) konstatēta Engures ezera 3. un 5. paraugu ņemšanas vietā, kā arī Papes ezera Tuklera kanālā (1.78 mg/l). Jāatzīmē, ka Engures ezera 5. punktā noteikta arī visaugstākā amonija jonu koncentrācija (0.24 mg/l). Šāda koncentrācija pārsniedz MK noteikumos Nr 118 minēto mērķlielumu (0.16 mg/l) prioritārajiem karpveidīgo zivju ūdeņiem. Pārējās mērījumu vietās šis mērķlielums netiek pārsniegts. Nitrātjonu slāpekļa saturs visos Engures ezera punktos ir ļoti zems. 1. – 4. paraugu ņemšanas vietā tas ir zem noteikšanas robežas (<0.02 mg/l), un 5. punktā – 0.06 mg/l. Līdzīga aina ir arī Papes ezerā, kur N-NO₃⁻ saturs zem noteikšanas robežas ir Šāvēja kanālā un dīķī, kā arī Papes kanālā, savukārt Papes vidusdaļā tas ir 0.03 mg/l, bet Tuklera kanālā – 0.04 mg/l. Nitrātjonu slāpekļa koncentrācijas pētītajos ezeros arī ir ļoti zemas – 0.001 – 0.008 mg/l.



7. attēls. Slāpekļa savienojumu koncentrācija Engures un Papes ezeros 2015. gada maijā.

Kopējā fosfora saturs Engures ezerā ir no 0.023 līdz 0.076 mg/l (8. att.). Augstākā koncentrācija noteikta 3. un 5. paraugu ņemšanas vietā. Jāatzīmē, ka šajos paraugu ņemšanas punktos ir arī

augstākā kopējā slāpekļa koncentrācija. Tas var liecināt par kādu lokālu piesārņojuma avotu (piemēram, upes ieteka vai ūdensputnu uzturēšanās vieta). Papes ezerā kopējā fosfora saturs ir robežās no 0.024 līdz 0.066 mg/l (8. att.). Augstākā koncentrācija konstatēta Šāvēja dīķī un Tuklera kanālā. Jāatzīmē, ka Engures ezera 4. un 3. punktā, kā arī Papes kanālā un Šāvēja kanālā lielāko daļu no kopējā P veido fosfātjonu fosfors. Šī frakcija ir tieši pieejama aļģu un augstāko ūdensaugu attīstībai. Abos ezeros konstatētā kopējā P koncentrācija nepārsniedz MK noteikumos Nr 118 karpveidīgo zivju ūdeņiem noteikto mērķlielumu (0.1 mg P/l).



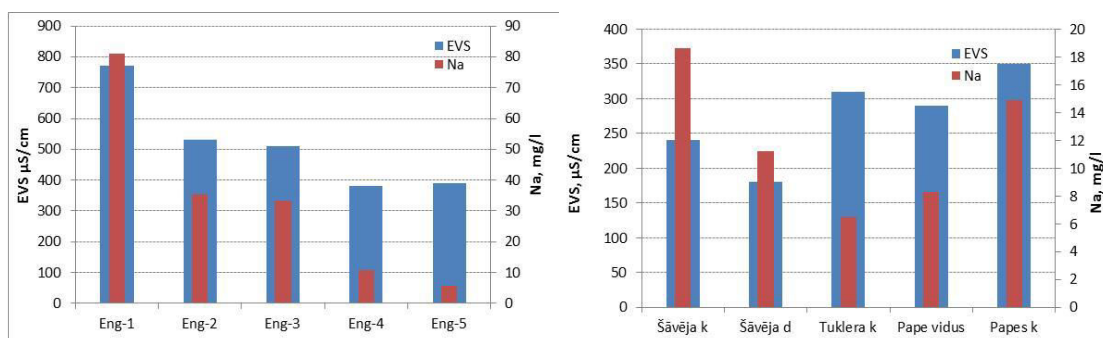
8. attēls. Fosfora savienojumu saturs Engures un Papes ezeros 2015. gada maijā.

3. tabula. Ekoloģiskās kvalitātes klašu robežas ļoti seklos cietūdens ezeros (1. tips – dzidrūdens ezeri, Engures ez.; 2. tips – ezeri ar krāsainību >80 °Pt/Co, Papes ez. (LVGMC, 2015)).

Parametrs	Tips	Augsta	Laba	Vidēja	Slikta	Ļoti slikta
P_{kop} , mg/l	1. un 2.	<0.025	0.025-0.050	0.050-0.075	0.075-0.100	>0.100
N_{kop} , mg/l	1. un 2.	<1.0	1.0-1.5	1.5-2.0	2.0-2.5	>2.5

EVS Engures ezerā mainās no 380 līdz 770 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (9. att.). Augsto EVS vērtību 1. punktā ir noteikusi jūras ūdeņu ieplūde. Šī ietekme jūtama arī 2. un 3. paraugu ņemšanas vietā, savukārt 4. un 5. punktā izšķīdušo vielu daudzums ir atbilstošs paša ezera ūdeņiem. To apstiprina arī nātrija saturs: vislielākais tas ir 1. punktā (81 mg/l), bet vismazākais – 5. punktā (5.8 mg/l).

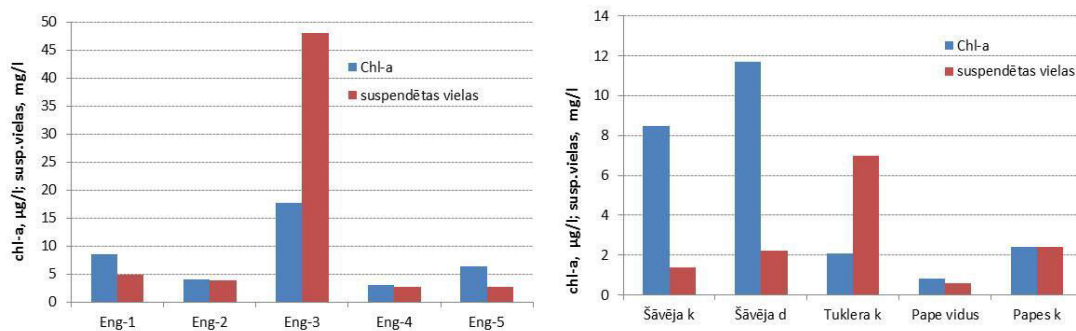
Papes ezerā EVS mainās mazākā amplitūdā – no 180 līdz 350 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (9. att.). Nātrija saturs Papes ezerā ir robežās no 6.5 līdz 18.6 mg/l.



9. attēls. Elektrovadītspēja un Na jonu saturs Engures un Papes ezeros 2015. gada maijā.

Suspendēto vielu saturs pētītajos ezeros ir vērtējams kā ļoti zems (10. att.). Izņēmums ir Engures ezera 3. punkts, kur suspendēto vielu koncentrācija sasniedz 48 mg/l. Šī vērtība ir lielāka, salīdzinot ar agrāk veiktā monitoringa datiem (1. tab.) un pārsniedz MK noteikumus Nr 118 noteikto mērķlielumu karpveidīgo zivju ūdeņiem (25 mg/l).

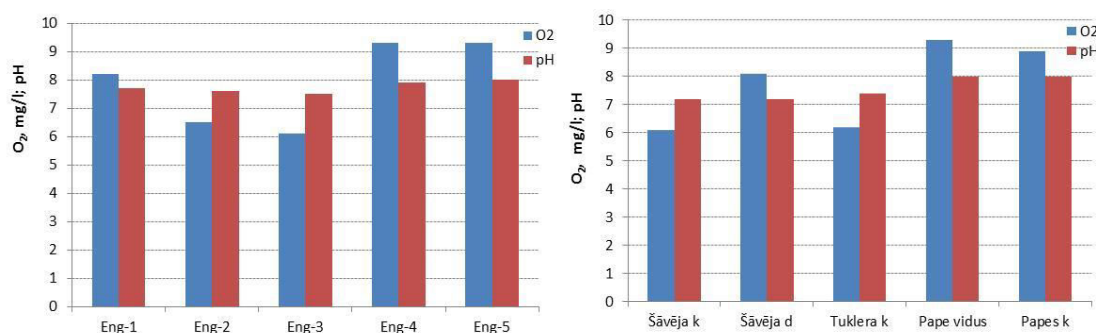
Chl a koncentrācija kopumā abos ezeros vērtējama kā zema. Salīdzinot ar LVĢMC iepriekš veiktajiem monitoringa datiem (1. tab.), paaugstināts hlorofila a saturs (17.8 mg/l) noteikts Engures ezera 3. novērojumu punktā. Papes ezerā augstākās hlorofila vērtības konstatētas Šāvēja dīķī (11.7 mg/l) un Šāvēja kanālā (8.5 mg/l). Parasti augstākais hlorofila saturs tiek konstatēts no jūlija līdz septembrim, kad iespējamās maksimālās fitoplanktona biomasas.



10. attēls. Hlorofila a un suspendēto vielu saturs Engures un Papes ezeros 2015. gada maijā.

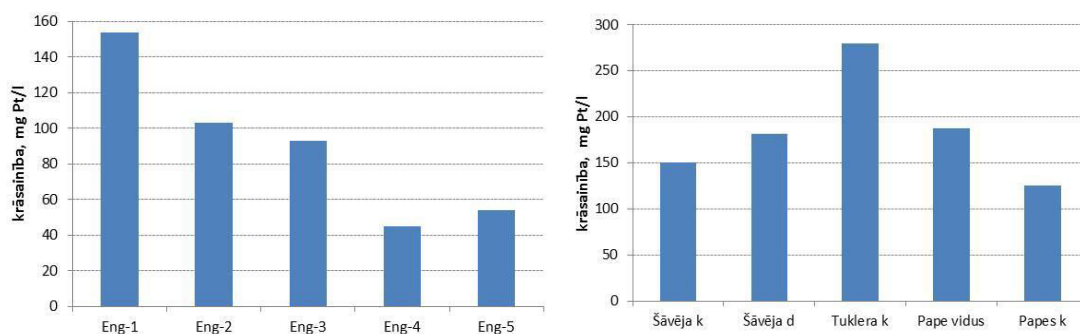
pH vērtības abos ezeros ir robežās no 7.2 līdz 8.0. Tās ir tipiskas vērtības Latvijas virszemes ūdeņiem (Kļaviņš et al., 2002).

Izšķīdušā skābekļa saturs abos ezeros ir no 6.1 līdz 9.3 mg/l (11 att.). Tas ir pietiekams un atbilst arī prioritārajiem karpveidīgo zivju ūdeņiem noteiktajam mērķlielumam.



11. attēls. Izšķīdušā skābekļa koncentrācija un pH vērtības Engures un Papes ezeros 2015. gada maijā.

Engures ezerā krāsainības vērtības mainās no 45 līdz 154 mg Pt/l (12. att.). Augstākā krāsainības vērtība konstatēta 1. punktā, kur bija vērojama jūras ūdeņu ieplūde. Papes ezerā krāsainības vērtības ir augstākas nekā Engures ezerā – no 126 mgPt/l Papes kanālā līdz 280 mg Pt/l Tuklera kanālā.



12. attēls. Ūdens krāsainības vērtības Engures un Papes ezeros 2015. gada maijā.

Paralēli ūdens paraugu ievākšanai tika veikti ūdens temperatūras, pH, oksidēšanās reducēšanās potenciāla, elektrovadītspējas, izšķīdušā skābekļa satura un duļķainības mērījumi 12 Engures ezera vietās. Mērījumu rezultāti apkopoti 4. tabulā.

Ja salīdzina ar zondi veikto *in-situ* mērījumu rezultātus ar LVĢMC laboratorijā iegūtajiem datiem, tad EVS rezultāti abos gadījumos ir līdzīgi. pH mērījumiem ir tikai divi kopīgi datu pāri, tamdēļ ir grūti novērtēt atšķirību amplitūdu starp *in-situ* un laboratorijas mērījumiem. Jāatzīmē, ka ūdens sastāvs var mainīties parauga transportēšanas un uzglabāšanas laikā līdz ķīmisko analīžu veikšanai dažādu bioķīmisku procesu rezultātā. Mērījumu rezultātu ietekmē arī ūdens (parauga) temperatūra, kas lauka apstākļos var atšķirties no laboratorijas temperatūras. Ar HANNA zondi iegūtie izšķīdušā skābekļa rādītāji nav salīdzināmi ar laboratorijas rezultātiem. Ar HANNA zondi veiktie skābekļa mērījumi ir gandrīz divas reizes zemāki nekā LVĢMC veiktie mērījumi (4. tab.).

4. tabula. Ar HANNA zondi noteiktās fizikāli ķīmisko parametru vērtības Engures ezera 12 novērojumu vietās un to salīdzinājums ar LVĢMC laboratoriju analīžu rezultātiem (* - LVĢMC veikto analīžu rezultāti).

Punkts	Temp. [°C]	pH	pH(*)	ORP [mV]	EVS [μS/cm]	EVS(*) [μS/cm]	O2 [%]	O2 [mg/l]	O2(*) [mg/l]	Duļķain [FNU]
1	13,67	8,09	7,70	160,4	783	770	40,2	4,2	8,2	4,48
2	13,76	8,14		140,5	802		41,8	4,3		4,01
3	10,92	7,68		107,4	627		33,0	3,7		1,47
4	12,77	7,73		123,8	631		32,5	3,5		3,92
5	10,67	7,73	7,60	55,5	551	530	30,5	3,4	6,5	3,93
6	11,92		7,50	180,8		510	30,0	3,3	6,1	1,21
7	15,12			197,9	932		39,8	4,0		0,82
8	14,77		7,90	205,6	382	380	46,1	4,7	9,3	1,19
9	15,23			207,3	358		51,0	5,1		0,57
10	14,52			218,9	358		47,4	4,8		0,84
11	14,60		8,00	219,0	393	390	46,9	4,8	9,3	2,05
12	14,55			200,3	318		59,9	6,1		0,29

Engures un Papes ezeru apsekojuma rezultāti pierāda, ka seklu un ar makrofitiem aizaugušu lagūnas ezeru ūdeņu ķīmiskais sastāvs ir ļoti heterogēns. To nosaka tādi lokāli faktori kā jūras

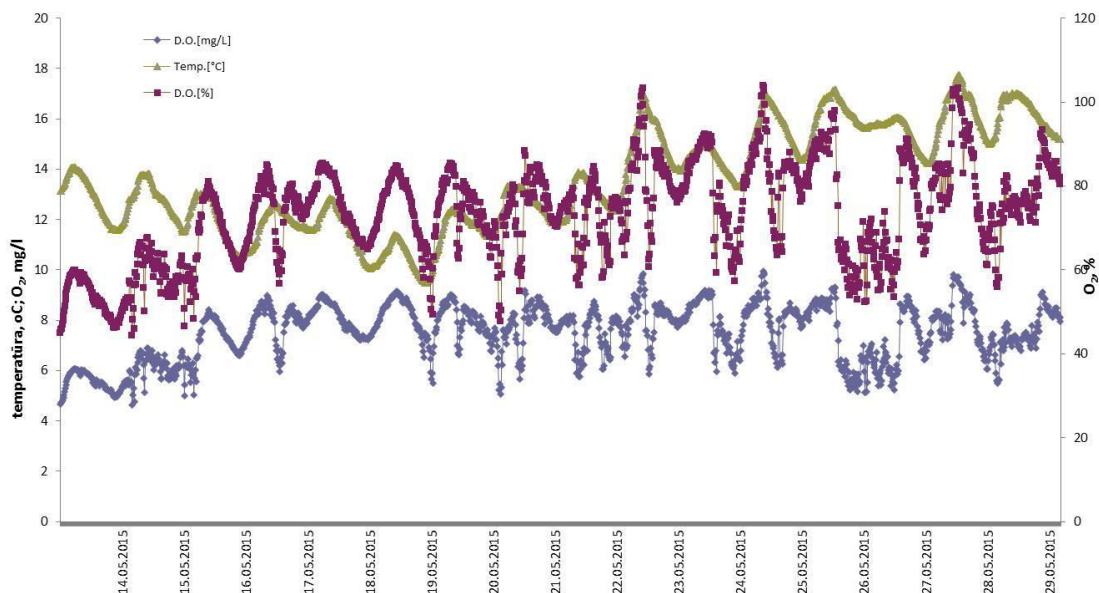
ūdens pieplūde, ieteškošo upju vai kanālu ķīmiskais sastāvs, putnu uzturēšanās vietu tuvums, nogulumu uzduļķošanās u.c. Turklāt blīvās ūdensaugu audzes neļauj ūdens masām pilnībā sajaukties, kā arī ūdens cirkulācija notiek galvenokārt pa spraugām niedru audzēs (Brižs, 2011). Šādos ezeros, lai varētu novērtēt ezera vispārējo kvalitāti pēc fizikāli-ķīmiskajiem parametriem, nepieciešams ievākt paraugus no vairākām ezera daļām.

Lai novērtētu fizikāli-ķīmisko parametru mainību laikā, no 13. līdz 29. maijam Engures ezerā netālu no LU Bioloģijas institūta Ornitoloģijas laboratorijas bāzes tika uzstādīti sensori, kas nepārtraukti ar 15 minūšu intervālu veic mērījumus. Rezultātā ir iegūti unikāli dati, kas parāda ūdeņu kvalitātes īstermiņa mainību.

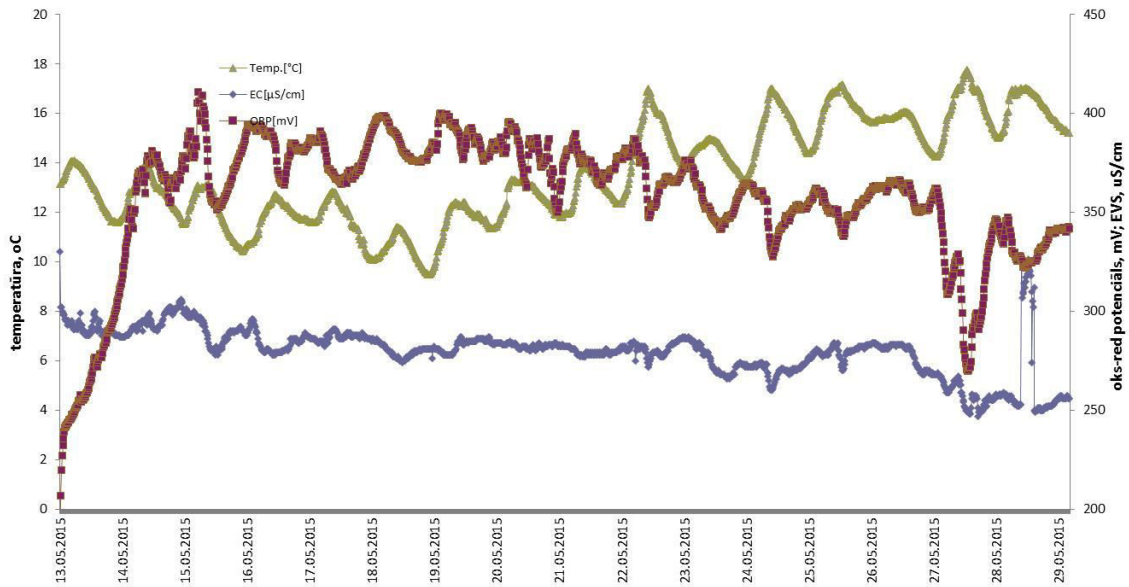
Temperatūras mērījumi labi parāda izteiktu diennakts ciklu. Arī izšķīdušā skābekļa saturam un oksidēšanās-reducēšanās potenciālam vērojama zināma diennakts mainība, bet tā nav tik izteikta un ir vērojamas lielākas svārstības (13.-14. att.). Elektrovadītspējai (EVS) un duļķainībai nav vērojama regulāra mainība (15.-15.att.). Duļķainības vērtībām raksturīga arī liela izkliede (līdz pat 240 FNU (formazīna nefelometriskās vienības)).

Apskatot EVS un oks-red potenciāla izmaiņas, redzama neliela lejupejoša tendence. Tās iemesls var būt gan ezerā noritošie procesi, gan arī pašu sensoru darbības īpatnības. Vairumam sensoru, arī komerciāli pieejamajiem, rādījumi ilgtermiņā nav stabili (mērījumu drifts), tamdēļ tos ir nepieciešams kalibrēt.

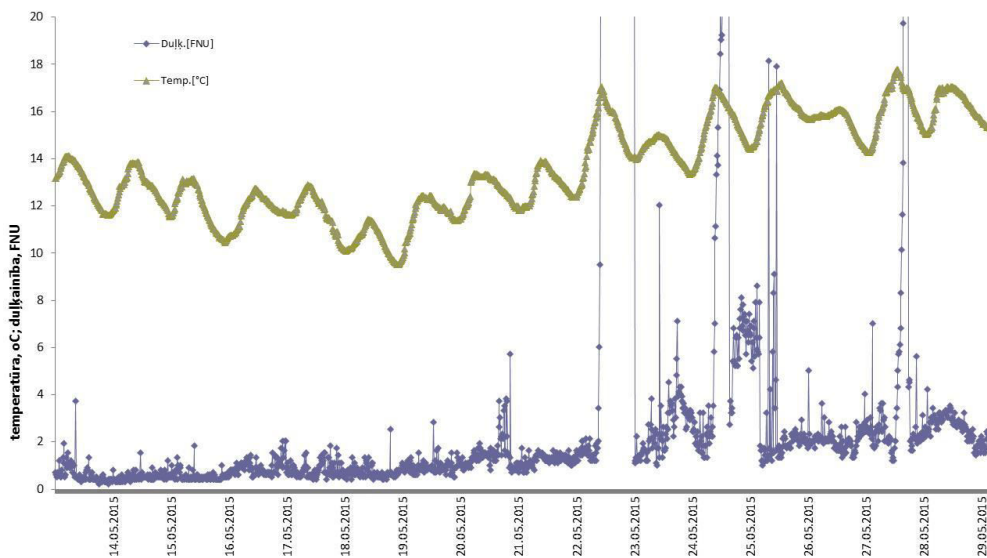
!!! uzsākot sensoru kalibrēšanu, tos ievieto attiecīgā standartšķīdumā un pieraksta mērījumu (opcija READ). Starpību, kas iegūta no patiesās standartšķīduma vērtības un elektroda mērījuma (pirms kalibrēšanas), izmanto, lai mērījumu rindai varētu veikt lineārā drifta korekciju. Tālāk veic sensora kalibrēšanu pēc protokola!!!



13.attēls. Ūdens temperatūras un izšķīdušā skābekļa mainība Engures ezerā (13.-29.05.2015.).



14. attēls. Ūdens temperatūras, elektrovadītspējas un oksidēšanās-reducēšanās potenciāla mainība Engures ezerā (13.-29.05.2015.).



15. attēls. Ūdens temperatūras un duļķainības mainība Engures ezerā (13.-29.05.2015.).

Grafiki, kas ataino meteostacijas atsevišķu parametru mērījumus, ir ievietoti šīs atskaites pielikumā.

Projekta teritoriju ūdens kvalitātes monitoringa metodika

Izstrādātā ūdens kvalitātes monitoringa metodika balstīta uz ūdens fizikālo parametru (ūdens temperatūra, pH līmenis, elektrovadītspēja, mineralizācijas pakāpe, ūdenī izšķīdušā skābekļa daudzums, skābekļa piesātinājuma pakāpe, oksidēšanās-reducēšanās potenciāls, duļķainība un nitrāti) mērījumu datiem.

Tā kā analīžu rezultāti apstiprināja, ka gan Engures, gan Papes ezera ūdeņu ķīmiskais sastāvs ir stipri mainīgs, tad, lai varētu objektīvi novērtēt šo ezeru kvalitāti pēc fizikāli-ķīmiskajiem faktoriem, nepieciešams izvēlēties vairākus punktus, kas raksturotu dažādas ietekmes.

13.05.2015. tika veikts **Engures ezera Ziemeļu daļas** apsekojums 12 vietās. Apsekojums aptvēra gan tās teritorijas, kur bija izņemta ezera grunts, gan arī pieguļošās platības. Lai novērtētu projektā veikto padziļināšanas darbu ietekmi ezera turpmāko attīstības gaitu un iespējamām ekoloģiskās kvalitātes vai eutrofikācijas procesu izmaiņām, ieteicams monitoringu turpināt vairākos **punktos**:

1. „Puķītes” sākums tuvāk Līdaku bedrei.
2. „Puķītes” ziemeļu galā, tikai zonde.
3. Kanālā, kas nāk no meža (pret Čāpa māju) – vieta raksturo ezera pašā ziemeļu daļā esošā grāvja ietekmi uz ezeru.
4. „Arhipelāgā” pie ZR malas kanāla (5. punkts 15.03.2015. veiktajos mērījumos) – raksturo ūdens apmaiņu starp pārveidoto un nepārveidoto ezera daļu.
5. Arhipelāga D vai DR daļa (7. punkts 15.03.2015. veiktajos mērījumos).
6. Mērsraga kanālā pie iztekas no ezera (8. punkts 15.03.2015. veiktajos mērījumos) – raksturo ezera summāro ietekmi un ūdens apmaiņu starp ezeru un Rīgas līci.
7. Ezerā pie ieejas Mērsraga kanālā – pretī (uz D) Laides spicei (9. punkts 15.03.2015. veiktajos mērījumos) – raksturo ezera summāro ietekmi un ūdens apmaiņu starp ezeru un Rīgas līci
8. Ezera klajums uz D no Lielās salas (10. punkts 15.03.2015. veiktajos mērījumos).
9. Pie kormorānu kolonijas. (11. punkts 15.03.2015. veiktajos mērījumos) – tiek novērota lokāla ezera piesārņojuma avota ietekme uz eutrofikācijas procesu.
10. Klajumā starp Lielrovi un Kazrovi (12. punkts 15.03.2015. veiktajos mērījumos) – raksturo ezera vidusdaļu.

(13.05.2015. mērījumu vietas Nr. 4 un 6, iespējams, ir pārāk seklas reprezentatīvu mērījumu veikšanai. Iespējams, ka arī kāda cita vieta ir par seklu. Iemeslus skatīt zemāk!)

Papes ezerā monitoringam ieteicamie punkti būtu:

1. Papes ezera centrālā daļa (ieteicams netālu no LVGMC veiktā monitoringa paraugu ņemšanas vietas) – sniedz vispārīgu priekšstatu par kvalitātes parametru mainību galvenajā ezera daļā; iespējama sasaiste ar LVGMC veiktā monitoringa datiem.
2. Šāvēja dīķis kā lielāka atklātā ūdens platība.
3. Tukleru kanāls – ietekme uz Papes ezera Z daļu.

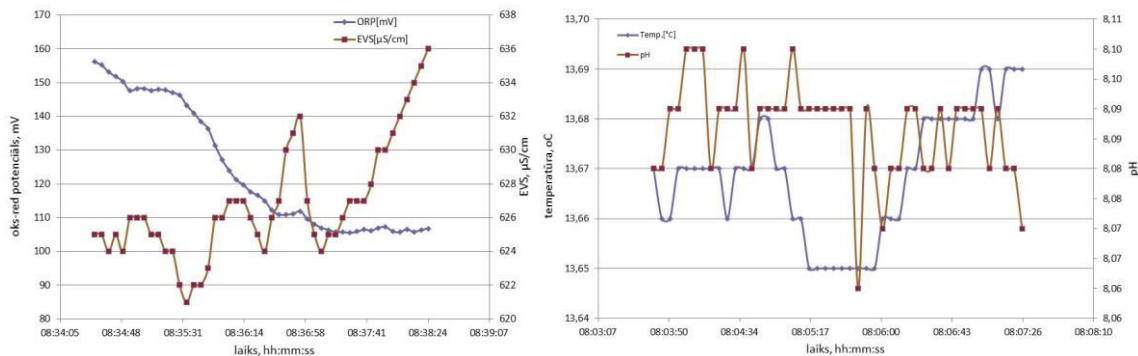
4. COASTLAKE projektā padziļinātās ezera daļas (~2-3 vietas) – lai novērtētu šo vietu attīstības gaitu pēc niedru un grunts izņemšanas.
5. Papes kanāls – lai novērtētu ezera summāro ietekmi.
6. Ezera D daļa (Līgupes-Paurupes kanāls vai tā atzari) – Papes tīreļa ietekme uz ezeru, ja tāda ir.

Mērījumu skaita biežums:

1. Minimālais – 6 reizes veģetācijas periodā laika posmā no aprīļa līdz septembrim un trīs reizes pārējā laikā tā lai vismaz vienu reizi tiktu veikti mērījumi no ledus, ar vienādiem intervāliem starp mērījumu reizēm;
2. Maksimālais – katru otro nedēļu; ar pēc iespējas vienādiem intervāliem starp mērījumu reizēm.

Mērījumus seklos ezeros, kur vasarā neveidojas stratifikācija, *veic* tikai virsējā ūdens horizontā; standarts – 0,5 m dziļums. Jāuzmanās, lai sensori nenokļūst dūņās, jo ūdens/sedimentu robežā notiek intensīva organisko vielu mineralizācija un ļoti strauji samazinās izšķīdušā skābekļa saturs, samazinās oksidēšanās-reducēšanās potenciāls, kā arī mainās pārējo parametru vērtības. Līdz ar to šādi mērījumi neatspoguļo paša ūdens slāņa kvalitāti. Ieteicams vismaz aptuveni novērtēt ūdens dziļumu mērījumu vietā.

Pirmie mērījumi ar zondi rāda (16. att.), ka katrā punktā ieteicams mērījumu veikt vismaz 5 minūtes (ar 5 sekunžu intervālu) vai kamēr sensora rādījumi nostabilizējas. Piemēram, karstā vasarā temperatūras sensoram nepieciešams laiks, lai tas atdzistu līdz ūdens temperatūrai. Līdzīgi ir arī ar citiem sensoriem. Veicot mērījumus vismaz 5 minūtes, ir iespējams izrēķināt vidējās vērtības vai nu no visa mērījumu laika, vai arī no perioda, kad mērījums sācis stabilizēties.



16. attēls. Zondes mērījumu mainība 5 minūšu intervālā 3.mērījumu punktā (grafikā pa kreisi) un 1. mērījumu punktā (grafikā pa labi).

Veicot lauka mērījumus nepieciešams atzīmēt, ja ir kādi neierasti apstākļi, piem., ļoti zems vai augsts ūdenslīmenis, ir bijušas intensīvas lietavas, vētra utml. Šie apstākļi var palīdzēt interpretēt rezultātus. Vai dominējošās straumes plūst no ezera uz jūru vai arī jūras ūdeņi nāk ezerā?

Stacionārie mērījumi ar zondi veicami arī aptuveni 50 cm vai nedaudz lielākā dziļumā. Pašlaik ieteikums ir mērīt ar intervālu 1 mērījums 15 minūtēs, lai iegūtu unikālus datus arī par fizikāli-

ķīmisko parametru īstermiņa izmaiņām seklos makrofitu ezeros. Ja nav iespējams veikt mērījumus ar šādu intervālu, tad var arī retāk (1x 30-60 min).

Sensorus vismaz reizi 2 nedēļās vajag kalibrēt un notīrīt to virsmas. Ja pieredze rāda, ka sensori darbojas stabili un nav apauguši ar algēm, tad to tīrīšanu var veikt retāk.

Jāsaglabā visi kalibrācijas rezultāti!

!!! uzsākot sensoru kalibrēšanu, tos ievieto attiecīgā standartķīdumā un vispirms pieraksta sensora mērījumu (opcija READ). Tālāk veic sensora kalibrēšanu pēc protokola. Starpību, kas iegūta no patiesās standartšķīduma vērtības (kalibrēšanas rezultāts) un sensora mērījuma (pirms kalibrēšanas), izmanto, lai mērījumu rindai varētu veikt lineārā drifta korekciju.!!!

Jāveic pieraksti, kad veikta kalibrācija, kādi ir kalibrācijas rezultāti, kad ir veikta sensoru virsmas tīrīšana, kad mainītas baterijas (jāpievērš uzmanība, cik ilgam laikam pietiks bateriju un cik ilgam laikam pietiks sensoru iekšējās atmiņas).

Pēc lejupielādēšanas datus vēlams datus regulāri apskatīt, piemēra, izveidot Excel grafikus. Tas ļauj pārlicināties, vai visi sensori darbojas stabili (nav notikušas lielas „lēcienuveida” izmaiņas vai netipiski straujš lineārs drifts).

Ar zondi iegūto parametru nozīme un interpretācija

Elektrovadītspēja (EVS) raksturo kopējo izšķīdušo vielu saturu ūdenī. EVS vērtības nosaka dominējošo neorganisko jonu koncentrācija (Ca^{2+} , Na^+ , Mg^{2+} , K^+ , HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-}). Engures ezers ir cietūdens ezers, tā vidusdaļā ilggadējās EVS vērtības ir robežās no 200 līdz 400 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (2.tab.). Augstākas EVS vērtības liecina par jūras ūdeņu ietekmi ezerā. Tiešas jūras ūdeņu ieplūdes gadījumā EVS vērtības var sasniegt vairākus tūkstošus $\mu\text{S}/\text{cm}$. Šajos gadījumos dominējošie būs Na^+ , Cl^- , SO_4^{2-} joni.

Izšķīdušais skābeklis ir nepieciešams zivīm, bentiskajiem organismiem, daudzu mikrobiālo un bioķīmisko procesu norisei. LR MK noteikumos Nr.118 minēts, ka prioritāros karpveidīgo zivju ūdeņos izšķīdušā skābekļa saturam jābūt vismaz 5 mg/l (50% gadījumu tam jāsasniedz 8 mg/l). Zviedrijas Vides aģentūras kritērijos (Swedish EPA, 2000) teikts, ka ūdenstilpei/ūdenstecei ir labs skābekļa nodrošinājums, ja tā saturs ir virs 7 mg/l, vidēji nodrošināta, ja O_2 ir 5 – 7 mg/l, vidējs O_2 deficīts, ja O_2 ir 3 – 5 mg/l, skābekļa deficīts, ja O_2 ir 1 – 3 mg/l. Augsts izšķīdušā skābekļa saturs (pārsātinājums virs 100%) kopā ar *paaugstinātu pH* (ap pH 9 un vairāk) vasaras sezonā var liecināt par intensīvu fotosintēzes norisi un iespējamu eutrofikāciju. Jāatzīmē, ka Engures ezerā galvenie pirmprodukcijas veidotāji ir augstākie ūdensaugi un hāras, nevis fitoplanktons.

Oksidēšanās-reducēšanās potenciāla (ORP) vērtība lielā mērā ir atkarīga no skābekļa satura, bet to var ietekmēt arī citu oksidēšanās-reducēšanās reakcijās iesaistīties spējīgu savienojumu klātbūtne (piem., Fe, Mn, N, S u.c. savienojumi, kā arī organisko vielu saturs). Kopumā lielākas ORP vērtības (~200-400 mV) norāda uz oksidējošu vidi, savukārt ORP zem 100-200 mV liecina par iespējamu skābekļa deficītu.

Duļķainība raksturo ūdenī suspendēto daļiņu saturu. Suspendētās daļiņas var būt gan minerālās daļiņas (piem., māli), organiskas vielas (detrits, humusvielas saturošas daļiņas), kā arī fitoplanktona

šūnas. Duļķainības vērtību paaugstināšanās ezerā vasaras laikā (ja nav stipra vēja radīta ūdens saduļķošanās) var tikt saistīta ar fitoplanktona attīstību (korelācija ar hlorofilu a) un var liecināt par eitrofikācijas risku. Latvijā nav izstrādātas vadlīnijas virszemes ūdeņu kvalitātes vērtēšanai pēc duļķainības. Zviedrijas Vides aizsardzības aģentūras vadlīnijās teikts, ka duļķainības vērtības, kas mazākas par 0,5 FNU liecina par dzidru ūdeni, 0,5-1,0 FNU – viegli duļķains ūdens, 1,0-2,5 FNU – vidēji duļķains, 2,5-7,0 – ievērojami duļķains, un virs 7,0 ļoti duļķains ūdens (Swedish EPA, 2000). Novērtēšanai izmanto vidējo vērtību no ikmēneša (maijs-oktobris) mērījumiem 0,5m dziļumā viena gada laikā.

Literatūra

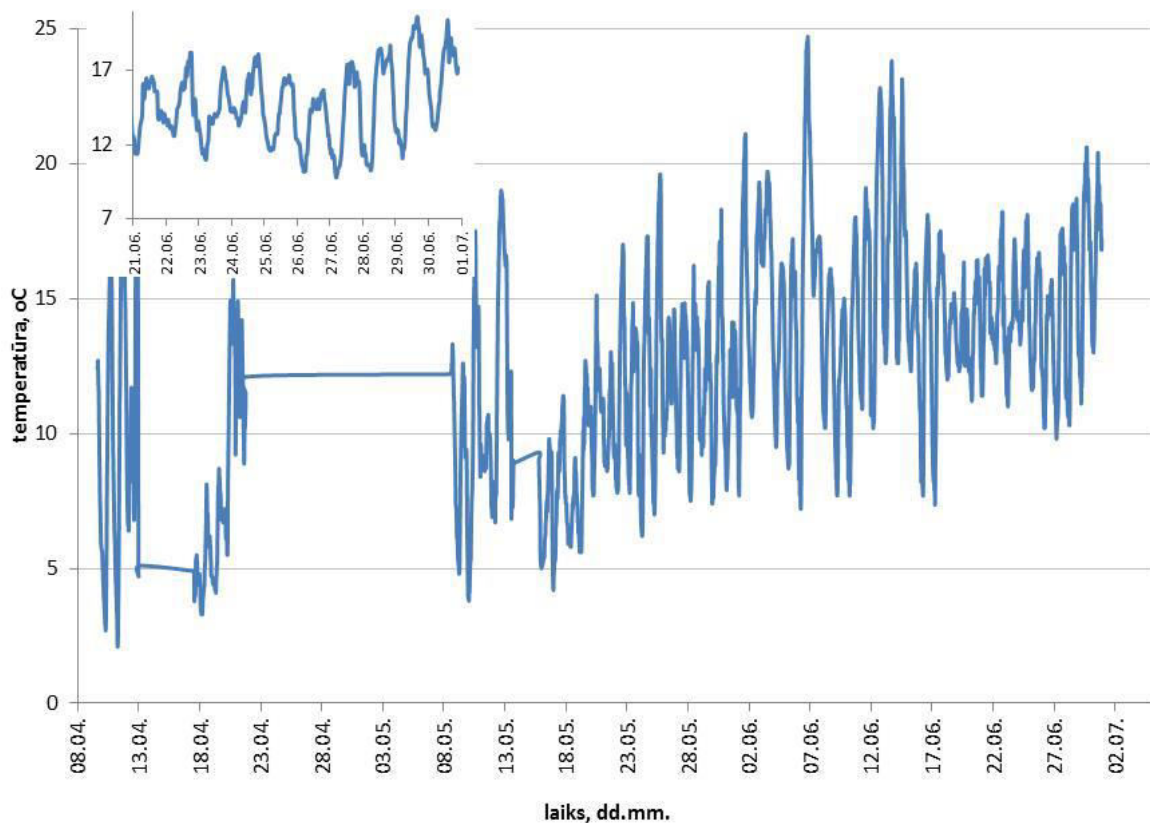
- Kokorīte I., Sprinģe G., Briede A., Druvietis I., Grīnberga L., Konošonoka I., Parele E., Rodinovs V., Skuja A., Zviedre E. (2013) Engures ezera hidroekosistēmas attīstība un to ietekmējošie faktori. Cilvēks un daba: Engures ekoreģions, LU Akadēmiskais apgāds, 121-134.
- Kļaviņš M., Rodinovs V., Kokorīte I. (2002) Chemistry of Surface Waters in Latvia. Rīga:LU, 286 pp.
- LVGMC (2015) Virszemes ūdensobjektu, virszemes un pazemes aizsargājamo teritoriju vispārīgs raksturojums Ventas upju baseinu apsaimniekošanas plānam 2016.-2021.gadam. 3.0versija sabiedriskajai apspriešanai.
- MK noteikumi Nr. 118. Noteikumi par virszemes un pazemes ūdeņu kvalitāti. Izdoti 12.03.2002. (groz. 01.01.2010.).
- Brižs J. (2011) Dynamics of emergent macrophytes for 50 years in the coastal Lake Engure, Latvia. Proc.Latv.Acad.Sci. Part B. 65(5-6): 170-177.
- Swedish EPA (2000) Enviromental quality criteria. Lakes Watercourses. Report 5050

1. PIELIKUMS

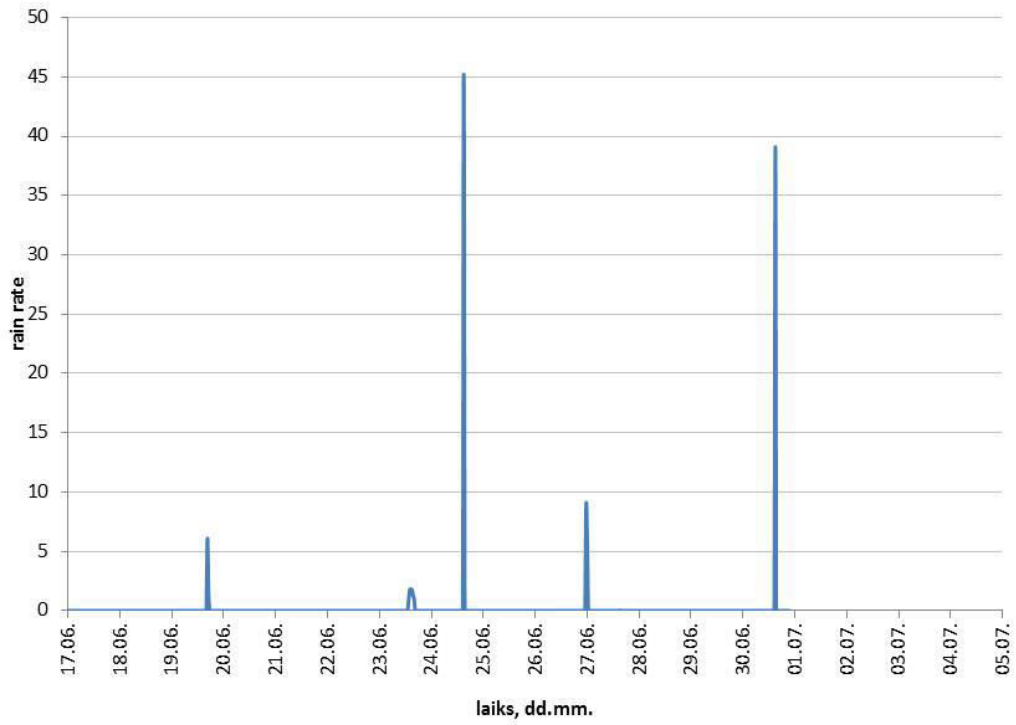
Meteostacijas datu vizuāla analīze (09.04.2015.-30.06.2015)

1. Temperatūras izmaiņas

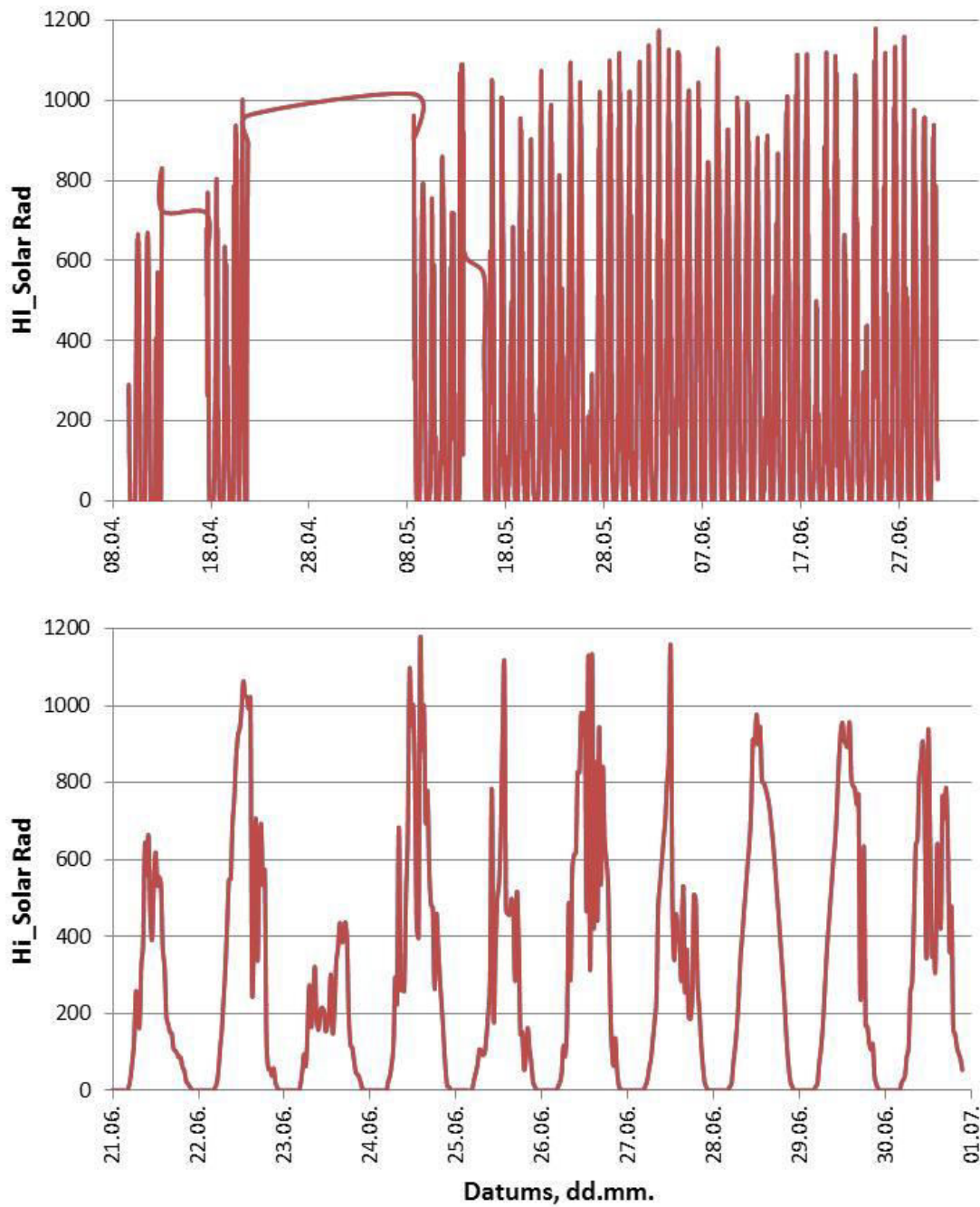
Temperatūras mērījumi dotajā laika periodā ir notikuši ar pārtraukumiem. Lielākie datu rindu pārrāvumi ir no 13. līdz 17. aprīlim un no 21. aprīļa līdz 8. maijam. Mazāki pārrāvumi (trūkst pāris stundu mērījumu) ir konstatēti arī citos laikos. Vidējā mērījumu rindas temperatūra ir 12.5 °C, minimālā temperatūra ir 2.1 °C, bet maksimālā – +24.7 °C. Temperatūras datu rindās labi izšķirami temperatūras mainības diennakts cikli (skatīt ieslēgumā izmaiņas no 21.06. līdz 30.06.).



2. Nokrišņi („rain rate”) analizētajā periodā ir konstatēti tikai 5 dienās jūnija otrajā pusē.



3. *Saules radiācijas* („HI_Solar Rad”)mērījumi – līdzīgi kā temperatūras dati, arī saules radiācijas mērījumi uzrāda izteiktu diennakts ciklu. Nulles vērtības nakts laikā ir loģiskas un pēc tām var pārbaudīt, vai mērierīce darbojas pareizi.



2. PIELIKUMS