

IZŠĶĪDUŠĀ SKĀBEKĻA DAUDZUMS ŪDENĪ SKRIPSTU HES UZPLUDINĀJUMĀ DISSOLVED OKSYGEN LEVEL IN THE SKRIPSTI HPP DAM

Autors: **Māra Pružinska**, e-pasts: mara.p@inbox.lv
Zinātniskā darba vadītāja: **Ināra Laizāne, Mg. paed. lektore**
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, Inženieru fakultāte, Atbrīvošanas alejas 115, Rēzekne

Abstract. *The aim of research was to explore the dissolved oxygen concentration on the Skripsti dam. The research was made in the vegetation period on the year of 2016. For the determination of the oxygen level in the dam was used the oximeter. Tests were made in the start of summer, in the end of summer and in the late autumn.*

Keywords: *dam water, dissolved oxygen, water column stratification*

Ievads

Uz upes uzcelts aizsprosts iespaido ūdens kvalitāti tajā un raksturīgos upes ūdens rādītājus tādus kā izšķīdušā skābekļa koncentrāciju un ūdens temperatūru, jo aizsprosta dambis augšbjefā rada plašu ūdens spoguļvirsmu, kas akumulē saules enerģiju un ūdens virsma plašajā ūdenskrātuves teritorijā uzsilst un ir neraksturīga upes dabiskajai temperatūrai. Šie ūdens rādītāji ir svarīgi upē mītošo dzīvo organismu eksistencei un izmaiņas tajos var novest pie atsevišķu sugu indivīdu skaita samazināšanos vai pat iznīkšanu, jo tiek radīti mākslīgi stresa apstākļi, kas organismiem ar šauru ekoloģisko valenci var būt to eksistencei nelabvēlīgi. šādu uzsilušu ūdens masu, laižot pāri slūžām, var izraisīt stresa apstākļu radīšanu arī lejasbjefā, jo, iztekot cauri aizvaram, ūdens netiek atdzesēts un bagātināts ar skābekli, tādēļ aizsprosta uzpludinājuma ietekme var izraisīt sekas vēl vairākus kilometrus aiz aizsprosta, kamēr ūdens masa atdziest līdz upes raksturīgajai temperatūrai un papildinās ar skābekli dabiskos procesos. [1, 23] Uzpludinājumā izšķīdušā skābekļa koncentrācija ir ļoti svarīgs faktors zivju sugu eksistencei un daudzveidībai tajā un zivju resursu saglabāšanā ūdenskrātuves teritorijā.

Pavasārī ūdens temperatūra ūdenskrātuvju tilpnēs ir gandrīz vienāda jebkurā ūdenskrātuves dziļumā, tā rezultātā ūdenī izšķīdušās gāzes ir vienmērīgi sajauktas, bet, iesilstot apkārtējai vides temperatūrai, var veidoties ūdens stratifikācija, tas ir, ūdens virskārta kļūst vieglāka un siltāka, bet vēsākais ūdens, kas ir blīvāks, izveido stabili apakšējo slāni, tādēļ vasarā apakšējā slāņa cirkulācija ūdenskrātuvē var tikt traucēta un izšķīdušā skābekļa līmenis apakšējā slānī samazināties, jo samazinās kontakts ar gaisu un fotosintēze norit traucēti. Atkritumu produktu oksidēšanās un sadalīšanās var vēl vairāk samazināt skābekļa līmeni apakšējā slānī. Šāda ūdens stratifikācija var ilgt vairāku nedēļu garumā un šādi nelabvēlīgi apstākļi, kā arī pēkšņas lietusgāzes, kuras atvēsinās augšējā slāņa ūdeni, izraisot apakšējā slāņa un augšējā slāņa sajaukšanos, tādējādi samazināsies kopējais izšķīdušā skābekļa līmenis, var izraisīt masveida zivju slāpšanu. [2, 1] Šāds process, kad augšējais slānis kļūst vēsāks un izraisa ūdens slāņu sajaukšanos, novērojams arī rudens sezonās. Ja ūdenskrātuve ir aizsalstoša ziemas sezonā, tad skābekļa šķīšana starp gaisu un ūdens virsmu tiek pārtraukta, rezultātā ūdenskrātuvē bīstami var samazināties izšķīdušā skābekļa koncentrācija, kas var novest pie zivju slāpšanas. [3, 4]

Ja izšķīdušā skābekļa koncentrācija ir zem pieļaujamajām minimālajām vērtībām, strauji pieaug zivju mirstība, arī reprodukcijas līmenis, piemēram, ja izšķīdušā skābekļa koncentrācija ir zemāka kā 6 mg/l, laši nav spējīgi nārstot, bet, ja koncentrācija ir zemāka kā 2 mg/l, izzūd bezmugurkaulnieku fauna, bet, ja koncentrācija ir zemāka kā 1 mg/l, tad strauji samazinās bentosā mītošo organismu skaits. [4, 3]

Vasaras periodā novērotā koncentrācija izplūstošajos ūdeņos var būt sliktāka kā ūdenskrātuves virsējam slānim ūdens noslāņošanās dēļ, bet ziemas, pavasara un rudens

periodos ūdens masa ūdenskrātuvē ir samaisījusies un novērotās izšķīdušā skābekļa koncentrācijas ir līdzīgas. Anomāla skābekļa koncentrāciju palielināšanās apakšējos slāņos var tikt novērota rudens sākumā, kad apakšējā slāņa ūdens masa sāk izsīkt, bet patstāvīgi ūdenskrātuvē ieplūst auksta ūdens masa, rodoties ūdens starpslānim, kur temperatūras gradients mainās straujāk. [3, 5]

Materiāli un metodes

Skipstu hidroelektrostacija celta uz Vijas upes piecpadsmitā kilometra un atrodas Vijciema pagasta teritorijā, kur izveidota Jaunlezdiņu ūdenskrātuve. Ūdenstilpe tiek izmantota HES turbīnu darbināšanai. Pie aizvāriem ūdenskrātuves dziļums sasniedz 3 metrus. Ūdenskrātuves spoguļvirsmas platība pie normālā ūdens uzstādījuma līmeņa ir 8,8 ha, bet 5,5 ha no ūdenskrātuves teritorijas ir seklūdens zona, kur ūdens dziļums nepārsniedz 0,8 metrus.

Lai noteiktu ūdenskrātuves ietekmi uz dzīvo organismu nepieciešamo izšķīdušā skābekļa koncentrāciju, ūdenskrātuves teritorijā un lejasbjefā tika veikti šī parametra mērījumi. Izšķīdušā skābekļa mērījumi Vijas upes Jaunlezdiņu ūdenskrātuvē tika veikti 2016. gada 21. maijā plkst. 15.00, 18. septembrī plkst. 15.00, 6. oktobrī plkst. 14.00. Vienā mērījuma veikšanas dienā tika izdarīti četri mērījumi augšbjefā pie aizsprosta slūžām ik pa dziļuma metram un divi mērījumi ūdenskrātuves seklūdens zonā, kā arī viens mērījums tika veikts lejasbjefā 7 km pa upi uz leju no aizsprosta. Mērījumi tika veikti ar Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmijas mobilo izšķīdušā skābekļa mēriekārtu (oksimetru) ūdeņos LDO101, diapazonā no 0 līdz 10 mg/l mēraparāta precizitāte $\pm 0,1$ mg/l. Mērījumu izdarīšanas brīdī maijā un septembrī aizsprosta turbīna nedarbojas un cauri aizsprostam plūst ūdens ar minimālo garantēto caurplūdumu, oktobrī, veicot mērījumus, uzstādītā hidroturbīna darbojas.

Rezultāti un to izvērtējums

Vasaras sākumā ūdenskrātuvē pie slūžām virsējā slānī izšķīdušā skābekļa koncentrācija ir tikai par 0,16 mg/l mazāka, kā tā ir lejasbjefā, kas skaidrojams ar intensīvāku skābekļa iztvaikošanu no ūdens virsmas un ūdens masas lielāku temperatūru (17,4 °C) kā lejasbjefā (13,3 °C). Ūdenskrātuves seklūdens zonā koncentrācija ir zemāka par 1 mg/l kā tā ir pretī slūžām, kas izskaidrojams ar apaugumu seklūdens zonā un ūdens masas relatīvu nekustīgumu, jo ūdenskrātuvē pretī slūžām ūdens apmaiņa noris intensīvāk.

Septembra vidū ūdenskrātuvē izšķīdušā skābekļa koncentrācija (4,58 mg/l pie slūžām un 4,86 mg/l seklūdens zonā) ir tuvu kritiskajai robežai zivīm nepieciešamai minimālai skābekļa koncentrācijai, kas ir 4 mg/l, ko varētu izskaidrot ar veģetācijas perioda beigu posmu, vasaras sezonas beigām, kurā bija novērojamas augstas gaisa temperatūras, kā arī ūdenskrātuves ūdens masas nekustīgumu, jo mērījuma dienā ūdenskrātuvē turbīna nedarbojas un ūdens lejasbjefā plūst tikai mazūdens garantētā caurplūduma apmērā.

Oktobra sākumā ūdenskrātuvē izšķīdušā skābekļa koncentrācija, salīdzinot ar skābekļa koncentrāciju lejasbjefā, atšķiras zemāka par 1,7 mg/l, tomēr izšķīdušā skābekļa koncentrācija ir tuvu optimālajai skarveidīgajām zivīm nepieciešamajai koncentrācijai (~ 7 mg/l). Skābekļa koncentrācijas palielināšanos ūdenskrātuvē, salīdzinot ar septembra novērojumiem var izskaidrot ar ūdens masas ātrāku apmaiņu, jo mērījumu izdarīšanas brīdī darbojas aizsprostā uzstādītā turbīna, kā arī ar ūdens masas ūdenskrātuvē atdzišanu.

Izšķīdušā skābekļa mērījumi 2016. gada 21. maijā, 18. septembrī un 6. oktobrī apkopoti un doti 1. tabulā.

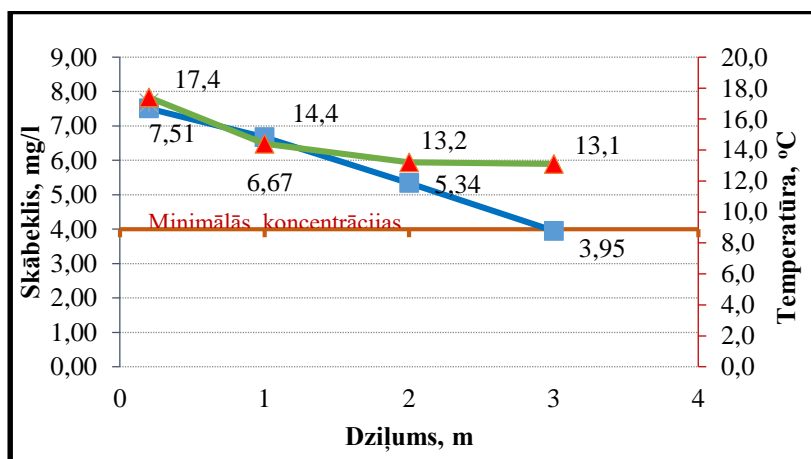
1.tabula

Izšķīdušā skābekļa mērījumu rezultāti Jaunlezdīņu ūdenskrātuves augšbjefā un lejasbjefā

Datums	Dziļums,m	Augšbjefā pie slūžām		Augšbjefā, seklūdens zona		Lejasbjefā	
		Skābeklis O ₂ , mg/l (±0,1 mg/l)	Temperatūra °C	Skābeklis O ₂ , mg/l (±0,1 mg/l)	Temperatūra °C	Skābeklis O ₂ , mg/l (±0,1 mg/l)	Temperatūra °C
21.05.	0,2	7,51	17,4	6,52	16,3	7,67	13,3
	1	6,67	14,4	6,42	14,9	-	-
	2	5,34	13,2	-	-	-	-
	3	3,95	13,1	-	-	-	-
18.09.	0,2	4,58	13,9	4,86	13,9	7,91	12,5
	1	4,99	13,2	4,91	13,4	-	-
	2	5,32	12,8	-	-	-	-
	3	5,21	12,7	-	-	-	-
06.10.	0,2	7,08	9,1	6,88	8,7	8,77	8,5
	1	8,16	8,4	6,51	8,5	-	-
	2	8,23	8,3	-	-	-	-
	3	8,20	8,2	-	-	-	-

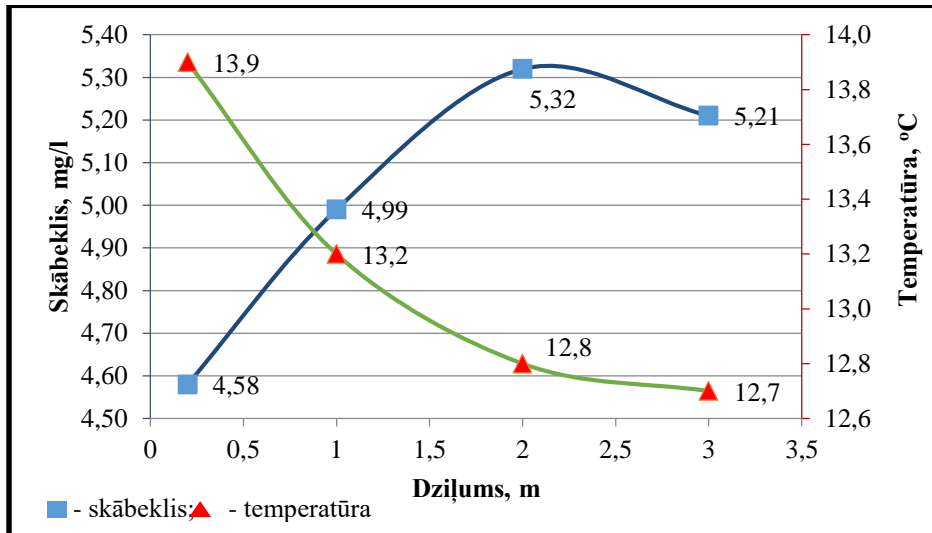
Lejasbjefā novērotās izšķīdušā skābekļa koncentrācijas ir augšbjefa maz ietekmētas, ko var izskaidrot ar Vijas upes avotainību un lielo attālumu no hidrotehniskās būves līdz mērījumu vietai lejasbjefā (7 km). Maijā novērotā koncentrācija salīdzinoši bija vismazākā (7,67 mg/l), bet pakāpeniski pieauga (septembrī 7,91 mg/l un oktobrī 8,77 mg/l), ko varētu izskaidrot ar upes ūdensaugu fotosintēzi veģetācijas periodā.

Lai uzskatāmāk parādītu izšķīdušā skābekļa koncentrācijas atkarību no ūdens dziļuma un ūdens temperatūras, izšķīdušā skābekļa un temperatūras salīdzinājums Jaunlezdīņu ūdenskrātuvē pie slūžām ir apkopots 1., 2., 3. attēlos.



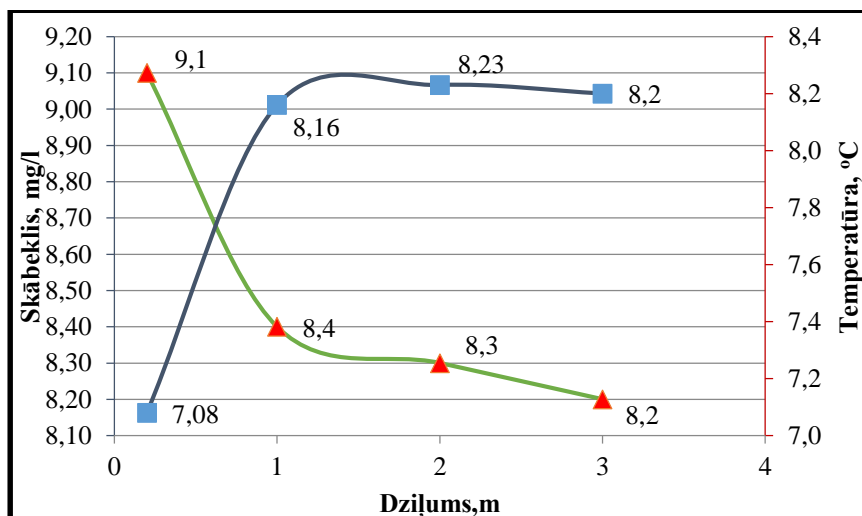
1. attēls Izšķīdušā skābekļa un temperatūras atkarība no ūdens dziļuma ūdenskrātuvē 21.05.

21. maija novērojumos (skatīt 1. attēlu) vērojama ūdenskrātuves ūdens stratifikācija, tas ir, noslāņošanās – temperatūra un izšķīdušā skābekļa koncentrācijas pazeminās, palielinoties ūdens dziļumam. Apakšējā ūdens slānī skābekļa koncentrācija (3,95 mg/l) ir zem zivju eksistences minimālajai izšķīdušā skābekļa koncentrācijas robežai (4 mg/l), kas var būt bīstami ūdenskrātuves uzkrāšanas perioda turpināšanās gaisa temperatūras palielināšanās gadījumā, jo skābekļa koncentrācija šādos apstākļos var samazināties arī augšējos slāņos.



2. attēls Izšķīdušā skābekļa un temperatūras atkarība no ūdens dziļuma ūdenskrātuvē 18.09.

Septembra vidū veiktie mērījumi parāda (skatīt 2. attēlu), ka izšķīdušā skābekļa koncentrācija ir visaugstākā 2 metru dziļumā (5,32 mg/l), bet zemākā – ūdens virsmā (4,58), ko varētu izskaidrot ar ūdenskrātuves plašo seklūdens zonu ar apaugumu, kur notiek intensīvi veģetācijas procesi – augi ne tikai fotosintēzē, bet arī patērē saražoto skābekli, šajā gadījumā vairāk kā saražo, kā arī lielā virsmā ir lielākā kontaktā ar gaisu, tādēļ notiek pastiprināta skābekļa oksidēšanās, kamēr zemākajos ūdens slāņos notiek ūdens masas bagātināšanās ar pietekošo ūdeni. Visā ūdenskrātuves dziļumā izšķīdušā skābekļa koncentrācijas ir tuvu kritiskajai 4 mg/l koncentrācijai, ko var izskaidrot ar ūdenskrātuves darbošanos uzkrāšanas režīmā, tas ir, lejasbjefā plūst tikai minimālais garantētais caurplūdums.



3. attēls Izšķīdušā skābekļa un temperatūras atkarība no ūdens dziļuma ūdenskrātuvē 06.10.

Arī oktobrī vērojama līdzīga situācija septembrī ūdenskrātuvē novērotajai (skatīt 3. attēlu) – vismazākā skābekļa koncentrācija novērota pie ūdens virsmas – 7,08 mg/l, bet visaugstākā – 2 metru dziļumā. Kopumā vērtējot ūdenskrātuvē novērotās izšķīdušā skābekļa koncentrācijas, tās ir dzīvo organismu izdzīvošanai nepieciešamo optimālo koncentrāciju robežās, tas ir, no 7 – 8 mg/l robežās.

Secinājumi

1. Izvērtējot iegūtos mērījumus, Vijas upē novērotās izšķīdušā skābekļa koncentrācijas ir atkarīgas no veģetācijas perioda posma un ūdens temperatūras, ūdens slāņa dziļuma, kā arī ūdenskrātuves darbošanās režīma.
2. Veģetācijas perioda sākumā ūdenskrātuvē, tai esot uzkrāšanas režīmā, ir izteikta ūdens slāņu stratifikācija, jo augšējais slānis ir ar palielinātu kontaktvirsmu ar gaisu, bet, palielinoties ūdens dziļumam, skābekļa koncentrācija izsīkst un ir nepietiekama 3 metru dziļumā.
3. Vasaras beigās ūdenskrātuves eitrofikācijas dēļ aizsprosta uzkrāšanas režīmā ūdenī skābekļa koncentrācija visos slāņos ir tuvu kritiskajai (4 mg/l), jo seklūdens zonā pastiprināti noris augu vielmaiņas procesi, kuros skābeklis tiek patērēts vairāk kā saražots.
4. Vēlā rudenī pie turbīnu palaišanas ūdenskrātuvē īsā laika periodā izšķīdušā skābekļa koncentrācijas palielinās tuvu upes dabiskajā vidē novērotajām koncentrācijām.
5. Veģetācijas perioda otrajā pusē ūdenskrātuvē nav novērojama ūdens slāņu stratifikācija, jo notiek pastiprināti augu dzīvības procesi ūdenskrātuves augšējā slānī, tādējādi tur skābekļa koncentrācija samazinās, bet apakšējā slānī notiek bagātināšanās ar pietekošajiem upes skābekli bagātajiem un vēsajiem ūdeņiem, tādēļ aptuveni 2 metru dziļumā izšķīdušā skābekļa koncentrācija ir visaugstākā ūdenskrātuves šķērsgriezumā.

Summary

Evaluating the dissolved oxygen concentrations of the Skripsti dam, the concentrations are dependent on the stage of the vegetation season and water temperature as well as operating mode in the reservoir. In the start of the summer in the reservoir can watch the water depth levels stratification where in the top water levels dissolved oxygen concentrations and water temperature are more, but in the bottom in the reservoir the dissolved oxygen concentrations is almost critical (≤ 4 mg/l) for fish existence and water temperature is low. In the autumn the dissolved oxygen concentration of the upper level is lower than in the bottom. The cause of this is the plant consumption of the oxygen more than production of the photosynthesis process as well as a large surface area is in contact with air increasing the oxygen oxidation, while the lower layers of the water enrich with inflowing water in the reservoir.

The project has practical importance because it shows dissolved oxygen concentration fluctuations in the dam of Skripsti and from that may predict the dam impact on the fish resources in the dam water.

Literatūra

1. Tooma, A. Iesprostotā ūdens spēks. *Vides Vēstis*. 2006. Nr.1(86). 20 - 24. lpp.
2. Latvijas Zivju resursu aģentūra. Ūdens kvalitātes rādītāji. Sk. Internetā (02.06.2016.) <http://promiwa.bior.gov.lv/index.php?id=343&top=0>
3. Bevelhimer, M. S., & Coutant C., C. *Assessment of dissolved oxygen mitigation at hydropower dams using an integrated hydrodynamic/ water quality/ fish growth model*. Tenesy,USA: Oak Ridge National Laboratory. 2006. 59 p.
4. Fondriest Environmental. *Monitoring oxygen at hydropower facilities A guide to understanding and establishing dissolved oxygen as real - time monitoring solution*. Fairborn, USA: Fondriest Environmental. 2015. 12 p.