

LATVIJAS UNIVERSITĀTE  
ĶĪMIJAS FAKULTĀTE

**ĶĪMISKO PARAMETRU NOTEIKŠANA  
ŠLOKENBEKAS DZIRNAVU EZERA UN PAZEMES  
AVOTA ŪDEŅOS**

BAKALaura DARBS

Autors: **Milana Smirnova**

Studenta apliecības Nr.: ms13068

Darba vadītājs: Doc., Dr. ķīm. Agnese Osīte

RĪGA

2016

## ANOTĀCIJA

**Ķīmisko parametru noteikšana Šlokenbekas Dzirnavu ezera un pazemes avota ūdeņos.** Smirnova M., zinātniskais vadītājs Doc., Dr. ķīm. Agnese Osīte. Bakalaura darbs, 38 lappuses, 15 attēli, 4 tabulas, 38 literatūras avoti, 2 pielikumi. Latviešu valodā.

Darbā ir apkopota literatūra par ūdens piesārņojumiem, ūdens kvalitātes parametriem un to analīzes metodēm. Veiktas piecu ūdens kvalitātes parametru kvantitatīvas analīzes Šlokenbekas Dzirnavu ezera un pazemes avota ūdeņos, rezultāti ir salīdzināti ar pagājušajā gada rezultātiem (Valsts Vides Dienests), pēc piesārņojuma epizodes. Darbā izmantota nogulsnešanas gravimetrija, titrimetrija (jodometriskā un permanganatometriskā titrēšana) un fotometrija metodes, atkarībā no analizējamā ūdens kvalitātes parametra.

ŪDENS PIESĀRŅOJUMS, IZŠĶĪDUŠAIS SKĀBEKLIS, ĶĪMISKAIS SKĀBEKĻA PATĒRIŅŠ, BIOĶĪMISKAIS SKĀBEKĻA PATĒRIŅŠ, KOPĒJAIS FOSFORS.

## ABSTRACT

**Slokenbekas Dzirnavu Lake and the underground source water determination of chemical parameters.** Smirnova M., supervisor Doc., Dr. chem. Osite A. Bachelor's thesis, 38 pages, 15 figure, 4 tables, 38 literature references. The work is written in Latvian.

During the research the literature about water pollution, parameters of water quality and its analysis methods have been studied. Chemical oxygen consumption as well as methods of oxygen consumption analysis has been investigated. Five water quality parameters of Lake Slokenbekas Dzirnavu and underground water source have been tested. Results were compared with last year's results taken by the State Environmental Service after pollution episodes. Depending on the analyzed water quality parameter, the gravimetric, titrimetric (iodometric and permanganatometric titration), photometric methods were used to quantitatively determine it.

WATER POLLUTION, DISSOLVED OXYGEN, CHEMICAL OXYGEN DEMAND, BIOCHEMICAL OXYGEN DEMAND, TOTAL PHOSPHORUS.

## SATURS

IEVADS .....	5
1. LITERATŪRAS APSKATS .....	6
1.1. Virszemes ūdeņi.....	6
1.2. Virszemes un pazemes ūdeņu sastāvs.....	6
1.3. Virszemes un pazemes ūdeņu piesārņojums .....	7
1.4. Virszemes ūdeņu kvalitātes raksturojums.....	11
1.5. Izšķīdušais skābeklis.....	12
1.6. Bioķīmiskais skābekļa patēriņš.....	14
1.7. Ķīmiskais skābekļa patēriņš.....	15
1.8. Kopējais fosfors.....	17
1.9. Suspendētās vielas.....	18
2. EKSPERIMENTĀLĀ DAĻA.....	20
2.1. Darbā izmantotā aparatūra.....	20
2.2. Reaģenti.....	21
2.3. Ūdens paraugu raksturojums.....	22
2.4. Izšķīdušā skābekļa noteikšana.....	23
2.5. Bioķīmiskā skābekļa patēriņa noteikšana.....	24
2.6. Ķīmiskā skābekļa patēriņa noteikšana.....	24
2.7. Kopējā fosfora noteikšana.....	25
2.8. Suspendēto vielu noteikšana.....	27
3. REZULTĀTU IZVĒRTĒJUMS.....	28
3.1. Izšķīdušais skābeklis.....	28
3.2. Bioķīmiskais skābekļa patēriņš.....	29
3.3. Ķīmiskais skābekļa patēriņš.....	31
3.4. Kopējais fosfors.....	32
3.5. Suspendētās vielas.....	33
SECINĀJUMI.....	34
IZMANTOTĀ LITERATŪRA.....	35
PIELIKUMI.....	38
1. pielikums	
2. pielikums	

## IEVADS

Mūsdienās vides piesārņojums ir pasaules mēroga problēma. Ūdens un gaisa, kā arī pārtikas kvalitāte nosaka cilvēka dzīves kvalitāti un tā ilgumu. Mūsdienās cilvēku veselības aizsardzība kļūst par aktuālu problēmu, jo 20. gadsimta straujā ražošanas attīstība noveda pie nopietnām apkārtējās vides izmaiņām, zemes ūdeņu un gaisa piesārņojuma.

Viens no svarīgākajiem un vitāli nepieciešamiem resursiem gan cilvēkiem, gan dabai, gan saimnieciskajai darbībai ir ūdens. Tam ir būtiska nozīme ne tikai dzīvības procesu uzturēšanā un vielmaiņas procesos, kas veido dzīvības pamatu, bet arī ražošanā, pārtikā u.c. Tāpēc ūdens kvalitātes kontrole ir galvenā prioritāte visā pasaulē. Sakarā ar intensīvu lauksaimniecības attīstību un rūpnieciskās darbības pieaugumu, kas savus atkritumus novada upēs, ezeros un okeānos, notiek ūdenstilpju piesārņojums.

Latvija ir bagāta ar ūdeņiem: ezeru kopskaits ir apmēram pieci tūkstoši, no tiem 2256 ezeri ir lielāki par vienu hektāru. Viens no tādiem ezeriem ir Šlokenbekas Dzirnavu ezers Tukuma novadā, kurš kļuva vairāk pazīstams ar piesārņošanas traģisko gadījumu, kad pagājušajā gadā Šlokenbekas Dzirnavu ezerā bija novērojama zivju bojāeja un nelāga smaka. Zivīm ir nepieciešams skābeklis un, ja attīrīšanas iekārtas nespēj attīrīt notekūdeņus, kuri tiek novadīti ezerā, tad skābeklis neitralizē ķīmiskas vielas, un zivīm tā vairs nepietiek.

Lai saprastu, kāds ir stāvoklis ūdenstilpē, eksistē daudz ūdens kvalitātes novērtējuma rādītāju. Vieni no vissvarīgākajiem ūdens sastāvu raksturojošiem parametriem, kurus pārbauda galvenokārt ir: bioķīmiskais skābekļa patēriņš, izšķīdušais skābeklis, kopējais fosfors, kopējais slāpeklis, ķīmiskais skābekļa patēriņš un suspendētās vielas.

**Darba mērķis:** izvērtēt dažus ķīmiskos parametrus (BPK, KSP,  $O_{izšķ.}$ ,  $P_{kop.}$ , SV) Šlokenbekas Dzirnavu ezerā gadu pēc piesārņojuma epizodes.

**Darba uzdevumi:**

1. Iepazīties ar dabas ūdeņu analīzes metodēm, izpētīt attiecīgo literatūru.
2. Savākt ūdens paraugus un analizēt tos.
3. Apstrādāt un izvērtēt iegūtos rezultātus.

# 1. LITERATŪRAS APSKATS

## 1.1. Virszemes ūdeņi

Ūdens ir svarīgākais un visizplatītākais ķīmiskais savienojums pasaulē. Kopā ar gaisu, ogļhidrātiem, taukiem un olbaltumvielām, ūdenim, ar savu tā unikālo īpašību, ir galvenā loma bioķīmiskos procesos augu un dzīvnieku organismos. Ūdens nozīme dabā ir milzīga. Mitrums un nokrišņu daudzums ir būtiski faktori, kas nosaka laika apstākļus un klimatu.

Ūdens klāj aptuveni 70% no Zemes virsmas, no tā kopējā daudzuma gandrīz puse nav pieejama lietošanai, jo tas atrodas ķīmiski saistītā veidā iežos. Pieejamais daudzums ir: 1,2% polārajos ledājos, bet 94 – 98% – pasaules jūrās un okeānos. Pavisam maza daļa – mazāk kā 0,5%, saldūdens upēs, ezeros un purvos. Šī attiecība nemainās, jo vienmēr norisinās ūdens cikls [1].

Turklāt, ūdenim ir liela loma arī ražošanā un rūpniecībā. Šis ir vissvarīgākais enerģijas avots (hidroelektrostacijas, tvaika turbīnas, vējdzirnavas utt.). Ūdens ir vajadzīgs gandrīz katrā ražošanas procesā: dzesēšanas iekārtām, šķīdināšanai, filtrācijai, mazgāšanai, mērcēšanai, miecēšanai utt. Ūdens ir neaizstājama daļa dažādos ķīmiskos procesos.

## 1.2. Virszemes un pazemes ūdeņu sastāvs

Dabas ūdeņu sastāvs ir atkarīgs no daudziem faktoriem: no fizikāli ģeogrāfiskiem un ģeoloģiskiem nosacījumiem, proti, no reljefa, klimata, iežu veidošanās un dēdēšanas, no augsnes segas un augu valsts. Reljefs ir atbildīgs par pazemes un virszemes noteci un par nokrišņu sadalījumu, tas arī ietekmē sāļu apriti augsnēs un pārpurvošanas sliecību. Klimats ir viens no nozīmīgākajiem faktoriem, jo tas nosaka temperatūru un hidroloģisku ciklu, nokrišņu daudzumu un režīmu [2, 185. lpp.; 3, 14. lpp.; 4, 18. lpp.].

Svarīgi ir saprast, ka ārējie apstākļi, litosfēru un atmosfēru veidojošo vielu spēja izšķīst ūdenī, kā arī cilvēku saimnieciska un rūpnieciska darbība ietekmē ūdens sastāva dabisko mainību. Protams, sastāvu ietekmē arī vide, kurā ūdeņi atrodas, jo virszemes un pazemes ūdeņu, okeānu un jūru, kā arī nokrišņu ūdeņu sastāvs nav analogisks [2, 185. lpp.; 3, 14. lpp.; 4, 18. lpp.].

Virszemes ūdeņi ir iekšējie ūdeņi, izņemot gruntsūdeņus, pārejas ūdeņi un piekrastes ūdeņi, bet attiecībā uz to ķīmisko stāvokli — arī teritoriālie ūdeņi. Labs virszemes ūdeņu

stāvoklis ir stāvoklis, kādu virszemes ūdens objekts sasniedz tad, kad gan tā ekoloģiskās kvalitātes rādītāji, gan ķīmiskās kvalitātes rādītāji ir vismaz labi [5].

Saldūdeņi nevar būt pilnīgi tīri, jo tie satur lielu daudzumu izšķīdinātu komponentu: sāļi jonu veidā (nātrijs, kālijs, magnijs, kalcija joni un hlora, sulfāta, karbonāta, hidroģēnkarbonāta joni), gāzes (slāpekļis, oglekļa dioksīds, skābeklis, sērūdeņradis), organiskas vielas, biogēnie elementi (fosfors, slāpekļis), atkritumi no rūpniecības uzņēmumiem un minerālu un organiskas izcelsmes nešķīstošas daļiņas [6].

Vistīrākais ūdens no virszemes ūdeņiem ir lietus ūdens, bet tas arī satur nelielu daudzumu dažādu piemaisījumu, kuru saņem no gaisa. Piemēram, tās ir tādas izšķīdinātas gāzes, kā skābeklis, oglekļa dioksīds; arī nokrišņi var saturēt izšķīdinātu nitrāta un sulfāta oksīdus rūpniecības izplūdes gāzes dēļ [7].

### **1.3. Virszemes un pazemes ūdeņu piesārņojums**

Par piesārņotu ūdeni sauc ūdeni, kura sastāvs vai fizikālie parametri slikti ietekmē ekosistēmas funkcionēšanu vai ierobežo ūdens lietošanu kādā konkrētā darbības jomā. Ūdens piesārņojums ir tādas ūdens sastāva izmaiņas, kuru rezultātā ūdenī esošo vielu saturs ievērojami atšķiras no tāda vielu satura, kas bija pirms kādas iedarbības. Izšķir punktveida un difūzā piesārņojuma avotus [8, 126. lpp.].

Difūzā piesārņojuma avoti ir bīstamāki nekā punktveida, tos ir grūti novērtēt un identificēt, jo tie ir izkļaidēti. Galvenie difūzā piesārņojuma avoti:

- virszemes notece no piesārņotām (ar minerālmēslojumiem un dabīgo mēslojumu, pesticīdiem vai sāļiem ūdeņiem) lauksaimniecības zemēm;
- būvniecības teritorijām;
- izdegušiem mežiem;
- lietus ūdeņu notece no urbanizētām teritorijām;
- notece no pamestām un ekspluatācijā esošām raktuvēm, karjeriem;
- vielu izkrišana ar nokrišņiem (hlororganiskie savienojumi, sēra, slāpekļa, metālu savienojumi);
- pazemes un virszemes ūdens noplūdes no atkritumu izgāztuvēm [2, 190. lpp.; 3, 134. lpp.; 4, 115. lpp.; 8, 126. lpp.].

Turpinājumā pa punktiem ir uzskaitīti tipiskie punktveida piesārņojuma avoti:

- lauksaimniecības notekūdeņi;
- pilsētas vai rūpnīcas attīrīti vai neattīrīti notekūdeņi, kuri tiek ievadīti virszemes ūdeņos (jūrās, upēs un ezeros);

- naftas un eļļas produktu noplūde no cauruļvadiem [3, 135.lpp; 4, 115. lpp.; 8, 126. lpp.].

Galvenie ūdens punktveida piesārņojuma avoti ir komunālie-sadzīves notekūdeņi, rūpnieciskie notekūdeņi un lauksaimnieciskais piesārņojums.

Ūdens piesārņojumu izšķir arī pēc to veida: ķīmiskais, fizikālais un bioloģiskais piesārņojums. Fizikālais piesārņojums izraisa vides fizisko parametru izmaiņas, piemēram, temperatūras-enerģētiskais (siltuma) piesārņojums, viļņu (gaismas, trokšņa, elektromagnētiskais) piesārņojums, radioaktīvais piesārņojums utt. [2, 134. lpp.; 9].

Bioloģisko piesārņojumu izraisa netipiski dzīvie organismi, kuru nokļūšana un vairošanās ir nevēlama, jo apdraud ekosistēmu kopumā. Dzīvo organismu izplatīšanās galvenokārt ir dabiskā veidā, bet dažos gadījumos cilvēku darbības rezultātā [10].

Ķīmisko piesārņojumu rada ķīmisko vielu nokļūšana un atrašanās ūdeņos. Atkarība no piesārņojošo vielu īpašībām, tās iedala neorganiskajās un organiskajās. Neorganiskās piesārņojošas vielas ir dažādas:

- neorganiskie sāļi,
- toksiskie mikroelementi,
- radionuklīdi,
- biogēnie elementi [2, 134. lpp.].

Mūsdienu sadzīves notekūdeņu sastāvā ir paaugstināts dažādu ķīmisko vielu saturs, kas tālāk nokļūst virszemes ūdeņos. Rūpniecības notekūdeņi satur lielu biogēno elementu daudzumu. Biogēnie elementi ir dzīvu organismu ievērojamos daudzumos esošie elementi, kuriem ir liela nozīme dzīvības procesos un to uzturēšanā ūdenskrātuvēs. Tie ir dzīvības procesu norises produkti un būvmateriāls dzīviem organismiem. Svarīgākie biogēnie elementi ūdeņos ir:

- slāpekļis neorganiskajos jonos ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_2^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ) un slāpekļis organiskajos savienojumos, ko var apzīmēt arī kā kopējo slāpekli;
- fosfors neorganiskajos jonos ( $\text{PO}_4^{3+}$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ) un organiskajos savienojumos, ko var apzīmēt arī kā kopējo fosforu;
- dzelzs un silīcijs to dažādajās oksidēšanas pakāpēs un atrašanās formās [2, 191.lpp; 3, 49. lpp.; 4, 58. lpp.; 11, 12].

Mikroorganismu darbība ir viens no galvenajiem slāpekļa organisko savienojumu avotiem, jo šajā ciklā norit slāpekļa saistīšanas process, kuru sauc par fotosintēzi jeb asimilāciju. Tāpēc pavasarī un vasarā amonija sāļi, kuri veidojas no slāpekļa organiskajiem

savienojumiem un tālāk pārvēršas par nitrātiem un nitrītiem, sasniedz lielāku koncentrāciju [2, 191.lpp; 3, 49. lpp.; 4, 58. lpp.;,12].

Amonija katjoni ir dzīvnieku un augu izcelsmes olbaltumvielas mikrobioloģiskas noārdīšanās produkts, tāpēc to klātbūtne parasti nelielā koncentrācijā ir jebkurā ūdenskrātuvē. Sezonālie procesi arī ietekmē amonija katjonu koncentrāciju, tāpēc ziemā tā daudzums ir lielāks. Amonjaka satura paaugstināšanās virszemes ūdeņos nozīmē, ka ūdens ir piesārņots ar vircu, notekūdeņiem, ekskrementiem un sadzīves vai rūpnieciskiem atkritumiem. Arī tad, kad organiskas vielas sadalās, kā starpprodukts veidojas daudz dažādu slāpekļa savienojumu, bet tie nekrājas ūdeņos zemas bioloģiskas stabilitātes dēļ. Bioloģiskā stabilitāte ir ūdens vai materiāla, kas saskaras ar ūdeni, nespēja uzturēt mikrobioloģisko augšanu dezinfekcijas iztrūkumā. Amonija joni ir kaitīgi un toksiski īpaši zivīm. Amonija joni sorbējas uz suspendētām daļiņām un saistīšanās ar organiskām vielām samazina amonija jonu bioloģisko pieejamību [2, 191. lpp.; 3, 49.-51. lpp.; 4, 58.-60. lpp.; 9,12, 14].

Slāpekļa gāzes pārsātinājums ir liela problēma, jo tas izraisa zivīm „gāzes burbuļu” slimību jeb gāzveida emboliju, kad burbuļi sasniedz sirdi vai smadzenes un zivis iet bojā bez redzamām ārējām pazīmēm [15].

Slāpekļa un fosfora savienojumi rodas ūdenskrātuvēs galvenokārt no minerālmēsliem, kas izskalojas no augsnes cilvēka saimnieciskās darbības dēļ, un tas amonija jonu piesārņojuma saturu īpaši paaugstina dārzkopības un lauksaimniecības sezona laikā [14].

Organisko piesārņojošo vielu arī ir daudz, un tām ir ļoti sarežģīts raksturs. Tāda veida piesārņojums aktīvi mijiedarbojas ar dažādām dabiskās izcelsmes vielu grupām un aktīvi ietekmē baktērijas un dažādus dzīvus organismus. Tagad eksistē vielu grupa, kurai pievērsta lielāka uzmanība, tie ir:

- naftas produkti,
- hlororganiskie savienojumi,
- virsmas aktīvas vielas,
- fenoli,
- pesticīdi, herbicīdi un insekticīdi,
- ogļhidrāti, aminoskābes un olbaltumvielas [3, 135. lpp; 4, 116. lpp., 8, 127. lpp].

Ja organisko vielu daudzums ūdenī ir paaugstināts, tas īpaši ietekmē zivis un vēžus, jo tādas vielas sabrukšanas procesā patērē skābekli, kas, kā zināms, ir nepieciešams ūdens iemītniekiem, tādēļ skābeklis tiek patērēts lielos daudzumos un gala rezultātā skābekļa koncentrācija samazinās. Lai noteiktu organisko vielu koncentrāciju virszemes ūdeņos parasti izmanto divus parametrus: BSP<sub>5</sub> un KSP, kas attiecīgi parāda skābekļa daudzumu, kurš ir

nepieciešams kādu aerobās baktērijas organisko vielu oksidēšanai piecās dienās un organisko vielu oksidēšanai bez baktērijām [16, 17].

Protams, viens no organisko vielu piesārņojumu avotiem ir komunālie notekūdeņi, bet tajos esošas organiskas vielas diezgan viegli sabrūk, tas ietekmē skābekļa samazināšanos ūdenstilpnēs ķīmiskā un bioloģiskā skābekļa patēriņa pieauguma rezultātā [3, 136. lpp.; 4, 118. lpp., 8, 128. lpp.].

Visbīstamākais piesārņojums ir nafta, jo tas ir ļoti sarežģīts maisījums, kas galvenokārt sastāv no alifātiskajiem un aromātiskajiem ogleņūdeņražiem un heterocikliem. Nafta satur arī lineārus ogleņūdeņražus – parafīnus, cikloalkānus, aromātiskās karbonskābes un sērorganiskus savienojumus. Naftas produkti nenovēršami nokļūst vidē un piesārņo virszemes ūdenstilpes, īpaši ražošanas vai noliktavu telpu tuvumā, kā arī nejauša noplūde var notikt apstrādes, transportēšanas vai pārstrādes laikā [3, 136. lpp.; 4, 118. lpp.; 8, 128. lpp.; 14].

Pēdējā laikā, kopā ar naftas produktiem, par kaitīgu piesārņojumu uzskata arī sintētiskos mazgāšanas līdzekļus, jo arī tie satur lielu vielu daudzumu, kas ūdenskrātuvēm ir bīstamas:

- putu stabilizatori, piemēram, magnija silikāti,
- dažādi balinātāji – oksidētāji, piemēram, perborāti,
- baktericīdi (ceturtējā amonija savienojumi zemā koncentrācijā),
- enzīmi jeb fermenti, piemēram, lipāze,
- smaržas – aromatizējošas vielas,
- krāsvielas,
- korozijas inhibitori, piemēram, nātrija silikāti,
- pildinātāji – inertas vielas, piemēram, nātrija sulfāti [3, 137.-138. lpp., 4, 120. lpp.; 8, 128.-129. lpp.; 19].

Sintētisko mazgāšanas līdzekļu galvenās sastāvdaļas ir virsmaktīvās vielas, tās sauc par ūdens mīkstināšanas līdzekļiem (parasti izmanto polifosfātus un nātrija tripolifosfātus), kas samazina ūdens cietību. Tādas vielas saista kalcija un magnija jonus stabilos kompleksos. Šo vielu atrāšanās ūdenstilpēs izraisa eitrofikāciju.

**Virszemes eitrofikācija.** Līdz šim bakalaura darbā bija aprakstīti primārie piesārņojumi, kas nokļūst ūdeņos no dažādiem avotiem. Savukārt eitrofikācija ir sekundārais piesārņojums jeb primāro piesārņojumu rezultāts. Eitrofikācija ir ūdeņu bagātināšanās ar biogēnām un organiskām vielām, ko aļģes un ūdensaugi fotosintēzes procesā ražo no ūdenī izšķīdināta oglekļa dioksīda, izmantojot gaismu kā enerģijas avotu. Šīs uzturvielas ir galvenais ierobežojošais faktors aļģu augšanā daudzās ūdenstilpēs. Fitoplanktona un citu

strauji augošu aļģu, kas dzīvo ūdenstilpnēs, kur barības vielas ir pārākumā, augšana ietekmē citu ūdensaugu augšanu, kas veic svarīgas funkcijas, piemēram, nodrošina dzīvojamo vidi citām sugām. Dažos gadījumos, piemēram, ja gaisma un temperatūra ir pietiekami augsta, aļģu pieauguma temps palielinās tādā līmenī, ka aļģes sāk ziedēt. Tā rezultātā eitrofikācija izraisa hipoksiju izšķīdušā skābekļa patēriņa pārākuma dēļ. Tāds efekts kā biezs planktona slānis ūdens virsmā, kurš nelaiž cauri gaismu citiem ūdens augiem, rezultātā noved pie pilnīgas ūdens kopienas iznīcināšanas [20].

#### **1.4. Virszemes ūdeņu kvalitātes raksturojums**

Ūdeņu kvalitātes kontrole ir nepieciešama ne tikai cilvēka veselības un labklājības nodrošināšanai un aizsardzībai, bet arī arējās vides saglabāšanai, sauszemes dzīvnieku, ūdensdzīvnieku un zivju aizsargāšanai. Jāatzīmē, ka ūdens kvalitātes novērtēšanas metodes nerisina apdraudēto sugu aizsardzību un vairāku vielu iedarbības kaitīgās sekas [3, 147. lpp.].

Ūdeņu kvalitātes nodrošināšana ir garantija, ka analizējamais ūdens ir drošs un atbilst konkrētiem standartiem. Dažu piemaisījumu klātbūtne ūdenī nosaka tā kvalitāti. Tātad, dabas ūdens kvalitāte ir tas īpašību kopums, kas ir saistīts ar ūdenī esošo vielu būtību un to koncentrāciju. Virszemes ūdeņus raksturo ūdeņu kvalitātes lielas svārstības un piesārņojuma daudzums dažādos gada periodos, jo upju un ezeru ūdeņu kvalitāte lielā mērā ir atkarīga no atmosfēras nokrišņu intensitātes, sniega kušanas, kā arī no virszemes noteces un pilsētu un rūpniecības uzņēmumu notekūdeņu piesārņojuma [3, 146. lpp., 21].

Ūdeņu kvalitātes noteikšanai ir trīs galvenās pieejas:

- noteikt maksimāli pieļaujamo vielas vai dzīvā organisma daudzumu (MPK jeb maksimāli pieļaujamās koncentrācijas), kas ir fizikāla parametra, ķīmiskās vielas vai bioloģiskas izcelsmes raksturojošā valence, kura nedrīkst būt pārsniegta konkrētā vietā, lai izvairītos no nevēlamas ietekmes lietojamam ūdenim vai neradītu sliktu ietekmi uz ūdeņu dzīvajiem organismiem;
- salīdzināt ūdeņu paraugu ar domājami neietekmēta sastāva ūdens paraugu;
- izmantot integrālu ūdeņu kvalitātes indikatoru [3, 146. lpp.].

Ūdens kvalitāti novērtē ar fizikāliem, ķīmiskiem un sanitāri – bakterioloģiskiem parametriem. Fizikālie parametri ietver: temperatūru, suspendētu cietu vielu jeb duļķainību, krāsu, smaržu un garšu. Ūdens ķīmisko sastāvu raksturo ar jonu sastāvu, cietību, sārmainību, oksidāciju, ūdeņraža jonu aktīvu koncentrāciju (pH), kopējo sāls saturu, izšķīdušā skābekļa saturu, brīvo oglekļa dioksīdu, sērūdeņradi, aktīvo hloru u.c. [22,23].

Bakterioloģiskā piesārņojuma pakāpi raksturo koli titrs un koli indekss, kā arī kopējais baktēriju daudzums. Koli titrs un koli indekss ir kvantitatīvie rādītāji fekāliju piesārņojumam ūdenī, augsnē, pārtikā un citos vides objektos. Par fekālā piesārņojuma rādītāju izmanto cilvēku zarnu pastāvīgu iemītnieku - zarnu nūjiņu jeb *E. coli*, jo to var viegli audzēt parastos apstākļos vienkāršās barotnēs. Šo baktēriju kvantitatīvās noteikšanas rezultāti ļauj spriest par analizējamā objekta fekālā piesārņojuma pakāpi. Koli titrs - mazākais materiāla daudzums (ūdens tilpums), kurā ir konstatēta viena zarnu nūjiņa. Koli indekss – zarnu nūjiņu skaits, kas konstatēts izpētāmā objekta vienā litrā; tas tiek noteikts uzskaitot zarnu nūjiņu kolonijas, kas izaugušas uz blīvas barojošas vides iedēstot noteiktu izpētāmā materiāla daudzumu, ar tam sekojošu uzskaiti uz 1 litru (kg) [24].

Lai saprastu ūdenstilpnes kopējo stāvokli, galvenokārt analizē sekojošus parametrus: izšķīdušais skābeklis, ķīmiskais skābekļa patēriņš, bioloģiskais skābekļa patēriņš, kopējais fosfors, kopējais slāpeklis, kopējās suspendētās vielas.

### 1.5. Izšķīdušais skābeklis

Skābeklis ir svarīga sastāvdaļa jebkurā ūdenstilpē, kas nodrošina bioloģiskos, bioķīmiskos un ķīmiskos procesus ūdenī. Kad skābekļa saturs ūdenī pazeminās, sāk mainīties ūdenskrātuves biocenoze jeb dzīvo organismu kopuma struktūra, kā rezultātā zivis sāk mirt. Galvenais avots skābeklim ūdenī ir atmosfēra un skābekļa izšķīšana. Skābekļa koncentrācija var paaugstināties fotosintēzes procesā, kā arī to var ietekmēt lietus un sniega ūdeņu pienākšana, kuri parasti ir pārsātināti ar skābekli. Skābekļa absorbcija no atmosfēras noris ūdenstilpnes virsmā, tās ātrums paaugstinās ar temperatūras pazemināšanos, ar spiediena paaugstināšanos un mineralizācijas pazemināšanos [3, 38. lpp.; 4, 51. lpp.; 25, 71. lpp.].

Skābekļa šķīdība ir atkarīga no tādiem aspektiem kā  $O_2$  koncentrācija gaisā, ūdens temperatūras un sāļu satura ūdenī. Skābekļa dinamika un sadalījums ūdeņos ir nozīmīgs faktors ūdens organismu attīstībai. Skābekļa saturs spēj ietekmēt arī neorganisko vielu saturu ūdeņos. Jo ūdens temperatūra augstāka, jo skābekļa šķīdība ūdenī ir zemāka. Siltu notekūdeņu ievadišana, pat tad, ja tie nav piesārņoti, var radīt skābekļa satura pazemināšanos ūdeņos. Sāļu satura pieaugums arī var pazemināt skābekļa šķīdību ūdenī (skat. 1.1. tabulu) [3, 38. lpp.; 4, 51. lpp.].

*1.1 tabula*

**Ūdeni izšķīdušā skābekļa līdzsvara koncentrācija, ja spiediens  $10^5$  Pa [3, 38. lpp.].**

Šķīdība	Ūdens temperatūra, °C					
	0	7	12	17	22	27
$O_2$ , mg/L	14,16	11,76	10,43	9,18	8,53	7,86

Minimālā izšķīdušā skābekļa koncentrācija ūdenī, kas ir nepieciešama dzīvības procesu uzturēšanai ūdenī, ir atkarīga no ūdens dzīvnieku sugām. Zivis nevar eksistēt, ja skābekļa koncentrācija ūdenī ir mazāka nekā 0,004 g uz 1000 g ūdens. Citos literatūras avotos mazākā pieļaujamā koncentrācijas vērtība ir 5 mg/L. Samazinot izšķīdušā skābekļa koncentrāciju, tās zivju sugas, kurām ir nepieciešams vairāk skābekļa, dosies uz citiem ūdens rajoniem vai ies bojā. Zivīm bija novērojami endokrīnās sistēmas traucējumi jeb hipoksija skābekļa trūkuma dēļ. Izšķīdušā skābekļa (turpmāk  $O_{izšķ.}$ ) koncentrācijas pazemināšana līdz 2 mg/L izraisa zivju masu bojāeju [24, 72. lpp.; 26, 27].

Skābekļa saturu pazemina organisko vielu oksidēšanās – organismu elpošana, bioķīmiska un ķīmiska oksidēšana ( $Fe^{2+}$ ,  $Mn^{2+}$ ,  $NO_3^-$ ,  $NH_4^+$ ,  $CH_4$ ,  $H_2S$  oksidēšana). Skābekļa koncentrācija nosaka redokspotenciāla vērtību un lielā mērā organisko un neorganisko savienojumu ķīmisko un bioķīmisko procesu oksidācijas virzienu un ātrumu. Skābekļa saturs virszemes ūdeņos ir netiešs kvalitātes vērtējuma raksturojums virszemes ūdeņiem. Attiecībā uz šo rādītāju, virszemes ūdeņus var iedalīt šādās klasēs (skat. 1.2. tablu) [25, 72. lpp.; 28, 5. lpp.].

1.2 tabula

**Ūdens piesārņojuma līmenis un kvalitātes klase atkarībā no izšķīdušā skābekļa satura [29].**

Ūdens piesārņojuma līmenis	Kvalitātes klase	Izšķīdušā skābekļa saturs		
		Vasara, mg/dm <sup>3</sup>	Ziema, mg/dm <sup>3</sup>	Piesātināšanas pakāpe, %
Ļoti tīrie	I klase	9	14 - 13	95
Tīrie	II klase	8	12 - 11	80
Piesārņotie ar mēru	III klase	7 - 6	10 - 9	70
Piesārņotie	IV klase	5 - 4	5 - 4	60
Netīrie	V klase	3 - 2	5 - 2	30
Ļoti netīrie	VI klase	0	0	0

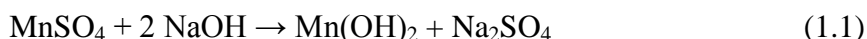
Strauja  $O_{izšķ.}$  satura samazināšanās ūdenī norāda uz tā ķīmisko un / vai bioloģisko piesārņojumu. Nosakot kaitīgas ietekmes smagumu, izšķīdušā skābekļa izturēšanai ir kritiska nozīme ūdens organismiem [25, 72. lpp.; 27].

Pēc 2002. gada 22. janvāra Latvijas Republikas Ministru Kabineta noteikumiem Nr.118 "Noteikumi par virszemes un pazemes ūdeņu kvalitāti" ūdens kvalitātes normatīviem dzeramā ūdens ieguvei izmantojamiem virszemes ūdeņiem noteiktais  $O_{izšķ.}$  mērķlielums ir > 30 %  $O_2$  [30].

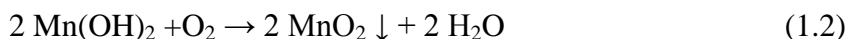
**Izšķīdušā skābekļa noteikšanas metode.** Eksistē daudz uz dažādiem principiem bāzētas skābekļa satura ūdenī noteikšanas metodes: jodometriskās, kolorimetriskās un fotometriskās; elektrometriskās (ampero-, voltamperometriskās, polārogrāfiskās,

kulonometriskās, konduktometriskās) un citas metodes (radiometriskās, hromotgrāfiskās, masspekrometriskās). Visizplātītākā virszemes ūdeņu analīzes metode ir jodometriskā metode dažādās variācijās [28, 6. lpp.].

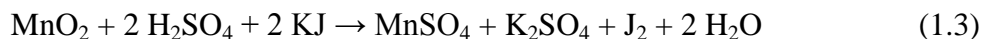
Jodometriskās jeb Vinklera metodes pamatā ir izšķīduša skābekļa izmantošana, kas ir noteiktā ūdens tilpumā, mangāna (II) hidroksīda oksidēšanai līdz mangāna (IV) oksīdam sārmainā vidē. Analizējamā ūdenī pievieno mangāna hlorīdu vai sulfātu un nātrija hidroksīdu, lai iegūtu viegli oksidējamās mangāna (II) hidroksīda nogulsnes (skat. 1.1. reakcijas vienādojumu):



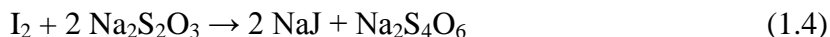
Mangāna (II) hidroksīds oksidējas ar skābekli līdz mangāna (IV) oksīdam (skat. 1.2. vienādojumu):



Mangāna (IV) oksīds skābā vidē oksidē kālija jodīdu, veidojot brīvo jodu tādā daudzumā, kas ir ekvivalents skābeklim (vienādojums 1.3):



Izdalījušos jodu titrē ar nātrija tiosulfāta šķīdumu cietes klātbūtnē:



Izšķīduša skābekļa noteikšanas robeža ir 0,05 mg/L [25, 72.-73. lpp.; 28, 7. lpp.].

***Traucējošas vielas.*** Ūdens analīžu precīzai noteikšanai traucē organiskās suspendētās vielas, nitrīti, dzelzs un citi oksidētāji un reducētāji. To ietekmi novēro analīžu gaitā, ja ūdens ir pietiekami tīrs. Divvērtīgais dzelzs var traucēt mangānam skābekļa fiksācijas stadijā (1.3. vienādojums). Reaģējot ar skābekli veidojas dzelzs (III) hidroksīds, tāpēc, ja dzelzs koncentrācija ir augstāk nekā 5 mg/L, to saista ar kālija fluorīdu. Nitrītu lielos daudzumos (vairāk, nekā 0,1 mg/L) neitralizē ar nātrija azīdu. Reducētājus oksidē ar nātrija hipohlorītu, no kura pārākuma atbrīvojas ar rodanīdu. Ja suspendēto vielu saturs ir pārāk liels, to nogulsnē ar alumīnija hidroksīdu. Parasti, traucējošo vielu koncentrācija ir maza un tās netraucē ūdens analīzei [25, 72.-73. lpp.; 28, 6. lpp.].

## 1.6. Bioķīmiskais skābekļa patēriņš

Bioķīmiskais jeb bioloģiskais skābekļa patēriņš ir izšķīdušā skābekļa daudzums ūdenī, ko patērē mikroorganismi organisko un organisko vielu bioķīmiskai oksidēšanai noteiktā laikā. Bioķīmisko skābekļa patēriņu parasti izmanto, lai noteiktu kvalitāti ar bioloģiski noārdāmiem organiskiem savienojumiem piesārņotam ūdenim. Patērētais skābekļa daudzums aptuveni attēlo, cik daudz ir organisko vielu ūdenī. Dažādu vielu bioķīmiskā

oksidējamība noris ar dažādu ātrumu. Ja skābekļa daudzums, kas bija izmantots, lai organismi oksidētu organisko savienojumu, samazinās pēc ūdeņu apstrādes, var uzskatīt, ka organisko vielu saturs arī samazinās [25, 120. lpp.; 31, 105. lpp., 32].

Laboratorijā nosaka pilnu bioķīmisko skābekļa patēriņu, un bioķīmisko skābekļa patēriņu pēc piecām diennaktīm. Pilnais BSP<sub>p</sub> ir oglekļa un slāpekļa BSP, tas ir skābekļa daudzums, kas ir nepieciešams, lai oksidētu organiskus piemaisījumus līdz nitrifikācijas procesu sākšanai. Virszemes ūdeņos parasti nosaka BPK<sub>5</sub>, lai novērtētu bioķīmiski viegli oksidējamu organisko savienojumu saturu, hidrobiontu dzīves apstākļus un ņem vērā kā ūdens piesārņojuma integrālu radītāju [25, 120. lpp.; 31, 105. lpp.].

Pēc 2002. gada 22. janvāra Latvijas Republikas Ministru Kabineta noteikumiem Nr.118 "Noteikumi par virszemes un pazemes ūdeņu kvalitāti" ūdens kvalitātes normatīviem prioritārajiem zivju ūdeņiem vismazākais mērķlielums BSP<sub>5</sub>, kas var būt lašveidīgo zivju ūdeņos ir  $\leq 2 \text{ mg O}_2/\text{L}$  un karpveidīgo zivju ūdeņos  $\leq 4 \text{ mg O}_2/\text{L}$  [30].

***Bioķīmiskā skābekļa patēriņa noteikšanas metode.*** Metodes pamatā ir ūdenī izšķīdušā skābekļa koncentrācijas noteikšana pēc piecām diennaktīm anaerobos apstākļos 20°C temperatūrā. BSP<sub>5</sub> noteikšana ir bāzēta uz Vinklera metodi (*skat. 1.2. nodaļu*).

## **1.7. Ķīmiskais skābekļa patēriņš**

Viens no nozīmīgākiem ūdens tīrības pakāpes parametriem, kas parāda organisko un neorganisko vielu saturu, ir oksidējamība jeb ķīmiskais skābekļa patēriņš. Ķīmiskais skābekļa patēriņš (ĶSP) raksturo skābekļa (jeb oksidētāja) daudzumu, kāds nepieciešams vielu pilnīgai oksidēšanai, kurā ogleklis, ūdeņradis, sērs, fosfors un citi elementi (izņemot slāpekli), ja tie ir klāt organiskā vielā, oksidējas līdz CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, SO<sub>3</sub>. Slāpeklis pārvēršas par amonija sāļiem. Skābeklis, kurš bija oksidēto organisko vielu sastāvā, ir pamatmateriāls un veido oksidācijas produktus, bet to savienojumā ūdeņradis pārvēršas par H<sub>2</sub>O vai veido amonija sāļus. ĶSP izsaka mg/L [25, 111. lpp.; 33, 83. lpp.; 34].

Oksidējamība izšķiroši ir atkarīga no sezonālās oscilācijas. Ūdenskrātuvēs tā ir atkarīga no antropogēnas ietekmes un šis parametrs labi atspoguļo notekūdeņu ietekas režīmu. Tādā veidā oksidējamība jeb ĶSP raksturo kopējo reducētāju (organisko un neorganisko) daudzumu ūdenī, kuri reaģē ar stipriem oksidētājiem. Kā stiprus oksidētājus parasti lieto dihromāt- un permanganāt-jonus, un par galvenajām metodēm attiecīgi izvēlas ĶSP noteikšanas metodes. Jāatzīmē, ka viena un tā paša ūdens oksidējamības noteikšanas rezultāti ar dažādiem oksidētājiem parasti savā starpā atšķiras, jo oksidēšanas pakāpe ūdenī katrai vielai ir atšķirīga. Rezultāti ir atkarīgi no oksidētāja īpašībām, tās koncentrācijas,

temperatūras, pH, oksidēšanas ilguma un citiem ietekmējošiem faktoriem. Jo grūtāk oksidējas organiska viela, jo reakcija ir nepilnīgāka, kas noveda pie rezultātu samazināšanas. Tajā pašā laikā neorganisko reducētāju klātbūtnē, kuri arī patērē skābekli pašoksidēšanās procesam, rezultāts sanāk paaugstināts [25, 111. lpp.; 33, 84.-86. lpp.; 34].

**Faktori, kas ietekmē ķīmisko skābekļa patēriņu.** Kā jau tika minēts, viens no vissvarīgākajiem faktoriem ir bioķīmiskie procesi, kas notiek ūdenskrātuvē. To rezultātā vielas mijiedarbojas un veido citas jaunas vielas. Tādas vielas var nākt no ārienes, piemēram, ar sadzīves notekūdeņiem, ar pazemes un virszemes notecēm, ar nokrišņiem.

Šīs vielas, pēc sava ķīmiskā sastāva un struktūras, ir daudzveidīgas, dažas no tām var būt stabilākas un izturīgākas pret dažādām oksidētāju īpašībām. Saskaņā ar šo faktoru, jāizvēlas efektīvs oksidētājs visām klātesošām ķīmiskām vielām ūdenī.

Organiskās vielas virszemes ūdeņos ir suspendētā, izšķīdinātā un koloidālā stāvoklī. Dabas ūdeņi satur mazāk dabiskas izcelsmes organisko piesārņojumu, kas nāk no kūdras purviem, purviem, un citiem. Virszemes ūdenim, salīdzinot ar pazemes ūdeni (izņemot naftas atradnes ūdeni), ir augstāka oksidācija. Dīķu un ūdensceļu oksidējamība ir atkarībā no cilvēku saimnieciskās darbības, no notekūdeņu piesārņojuma rakstura, kas ieplūst tieši tā ūdenskrātuvē.

Pēc 2002. gada 22. janvāra Latvijas Republikas Ministru Kabineta noteikumiem Nr.118 "Noteikumi par virszemes un pazemes ūdeņu kvalitāti" ūdens kvalitātes normatīviem dzeramā ūdens ieguvei izmantojamiem virszemes ūdeņiem ĶSP, mērķlielums ir 30 mg O<sub>2</sub>/L [30].

**Ķīmiskā skābekļa patēriņa noteikšanas metode.** Ņemot vērā iepriekš minēto, eksistē divas titrēšanas pamatmetodes, kuras regulāri pielieto. Izmanto arī fotometriskās metodes, bet tās pamatā ir stipru oksidētāju izmantošana.

Klasiskā ĶSP analīzes metode pamatojas uz dihromāta pārākumu titrēšanu skābā vidē, kā katalizatoru izmantojot amonija un dzelzs sulfātu. Organisko vielu saturu aprēķina no skābekļa patēriņa, kas ir vienāda ar dihromāta saturu daudzumu, kas ir nepieciešams visu organisko vielu oksidācijai. Tomēr šai metodei ir vairāki trūkumi: zema jutība, tā ir laikietilpīga (2-4 stundas) un dārga (piemēram, Ag<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), kodīga (piemēram, koncentrēta H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) un augsti toksiska reaģentu (piemēram, Hg (II) un Cr (VI)) izmantošana [35].

Kubeļa metodes pamatā ar permanganātajoniem ir vielu oksidēšana ar kālija permanganātu, karsēšanu sērskābes šķīdumā 10 minūtes (skat. 1.5. vienādojumu):



Metodi var izmantot tikai tad, ja Cl<sup>-</sup> jonu koncentrācija ir mazāka par 300 mg/L. Neatšķaidītiem šķīdumiem permanganāta oksidējamības vērtības diapazons ir no 0,5 mg/L

līdz 10 mg/L. Maksimāli paraugu var atšķaidīt 10 reizes, tad metodi var izmantot ūdenim, kura oksidējamība ir līdz 100 mg/L [25, 113. lpp.; 33, 92. lpp.].

Kubeļa metode, kuru jau sen izmanto ķīmiskā skābekļa patēriņa ūdens analīzei, nav piemērota notekūdeņu analīzei, jo permanganāts nav pietiekami stiprs oksidētājs, to izmanto tikai dabīgas ūdens analīzei. Organisko vielu oksidācija norisinās nepilnīgi un daudzas no tām vispār neoksidējas. Turklāt, vārot šķīdumus, kas satur permanganāta pārākumu, tas sadalīsies un veidos mangāna dioksīdu un skābekli. Šī sadalīšanās notiek gan skābā, gan sārmainā vidē. Mangāna dioksīda nogulsnes, kas ir atkarīgas no parauga sastāva un no apstākļiem, katalītiski paātrina procesu [33, 86. lpp.].

## 1.8. Kopējais fosfors

Kopējais fosfors ir kopējais fosfora saturs, kas ūdeņos atrodas ortofosfātu, polifosfātu un organisko savienojumu formā [17].

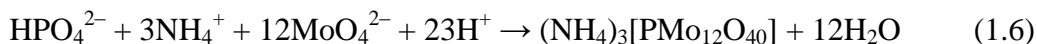
Fosfora savienojumi ir sastopami dažādos veidos, tie veidojas no zemes garozas minerālu veidā; fosfors ir arī enerģijas nesējs dzīvajos organismos, piemēram, adenozintrifosfāta (ATF) un DNS veidā. Fosfors var nokļūt ūdens sateces baseinā šādu dabisko procesu rezultātā: minerālu dēdēšana, atmosfēras nokrišņi, augšņu erozija, dzīvnieku un citi fosforu saturoši virszemes atkritumi un vielmaiņas produkti, atbrīvošanās no ezeru nogulumiem [36].

Virszemes ūdeņos fosforu var atrast kā fosfātjonus, kura galvenais izcelsmes avots ir cilvēku saimnieciskā darbība. Kā polifosfāti tie nokļūst antropogēna piesārņojuma dēļ. To pielieto ūdens mīkstināšanai, šķiedras attaukošanai, kā veļas mazgāšanas pulvera un ziepju sastāvdaļu, korozijas inhibitoru, katalizatoru, kā arī izmanto pārtikas rūpniecībā. Tāpēc polifosfāti ar notekūdeņiem viegli nokļūst ūdenstilpnēs. Organiskos savienojumos un suspendētās vielās fosforu var atrast visvairāk, jo pirmie atrodas nukleīnskābēs, olbaltumvielās, to degradācijas produktos, vitamīnos, ATF un ADF veidā, ogļhidrātos, fosforskābes esteros un fosfolipīdos. Neorganiskie savienojumi galvenokārt atrodas nogulsnēs kā hidroksiapatīti, karbonātu un dzelzs hidroksīdu daļiņas, arī tie sorbējas uz māla [2, 193. lpp.; 3, 52.-52. lpp.; 4, 60.-61. lpp.; 37; 38].

Fosfātu mērķlielums ir 0,3 mg/L pēc „ūdens kvalitātes normatīviem dzeramā ūdens ieguvei izmantojamiem virszemes ūdeņiem” atbilstoši 2002. gada 22. janvāra Latvijas Republikas Ministru Kabineta noteikumiem Nr.118 " Noteikumi par virszemes un pazemes ūdeņu kvalitāti" [30].

**Kopējā fosfora noteikšanas metode.** Lai noteiktu kopējo fosforu, jāpielieto trīs fotometriskas metodes: pirmā analizē ortofosfātus, otrā – polifosfātus un trešā – fosforu saturošus organiskos savienojumus.

Pirmajā metodē ortofosfāti reaģē ar amonija molibdātu skābā vidē (skat. vienādojumu 1.6):

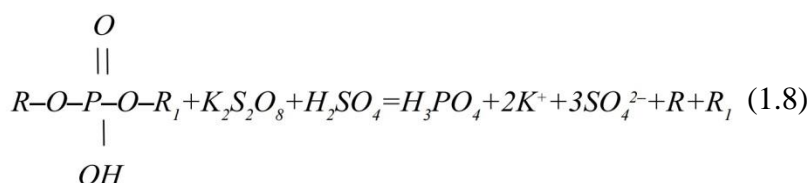


Reakcijā veidojas komplekss dzeltenā krāsā, kas tālāk reducējas ar askorbīnskābi antimona - kālija oksitartrāta klātbūtnē līdz fosformolibdēna kompleksam gaiši zilā krāsā ( $\lambda_{\text{max}} = 700 \text{ nm}$ ). Lai noteiktu polifosfātus, vispirms to vajag pārveidot par ortofosfātiem, hidrolizējot tos skābā vidē sērskābes klātbūtnē (skat. 1.7. vienādojumu):



Daži fosforskābes esteri arī var būt noteikti pēc hidrolīzes, tādos pašos apstākļos, kā polifosfāti [25, 99.lpp; 33, 126. lpp.].

Fosforu saturošus organiskos savienojumus var noteikt tikai pēc mineralizācijas, karsējot paraugus ar stipru oksidētāju – persulfātu vai ūdeņraža peroksīda klātbūtnē (skat. 1.8. vienādojumu):



Ar mineralizāciju ortofosfātos var pārveidot visas fosfātu formas, tātad var noteikt kopējo fosforu jebkurā ūdenī, bet parasti analizējot dabas ūdeņus tas nav nepieciešams, jo tie gandrīz vai vispār nesatur slikti hidrolizējošus fosfātus cietā fāzē [33, 126.-127. lpp.].

Parasti dabas ūdeņos nav tik lielas traucējošu vielu koncentrācijas un daži tiek novēroti darba gaitā. Rezultātus var ietekmēt nitrīti (līdz 25 mg/L), silikāti (vairāk nekā 50 mg/L), sulfīdi (vairāk nekā 3 mg/L) un dzelzs savienojumi (vairāk nekā 1 mg/L), ka arī hlorīdi, hromāti, tanīni un arsenāti lielās koncentrācijās. Ortofosfātu koncentrācijas noteikšanas diapazons ar fotometrisko metodi ir no 0,05 mg/L līdz 1 mg/L [25, 99.lpp.; 33, 127. lpp.].

## 1.9. Suspendētas vielas

Suspendētas vielas ir viens no fizikāliem ūdens kvalitātes parametriem. Tās ir lieldispērsas piemaisījumi, kas iekļuvuši ūdenī neizšķīdušā veidā. Neorganiskās un organiskās vielas, kuru šķīdība ūdens vidē ir zema, var mijiedarboties ar suspendētām vielām. Kopējo suspendēto vielu parametrs ir īpaši aktuāls ļoti piesārņotām ūdenskrātuvēm un notekūdeņiem.

Tādu radītāju nosaka gravimetriski pēc paraugu filtrēšanas un uz filtra uzkrāto suspendēto daļiņu izžāvēšanas, nosakot masas pieaugumu [17; 33, 58. lpp.].

Pēc 2002. gada 22. janvāra Latvijas Republikas Ministru Kabineta noteikumiem Nr. 118 "Noteikumi par virszemes un pazemes ūdeņu kvalitāti", pēc ūdens kvalitātes normatīviem prioritārajiem zivju ūdeņiem vislielākais mērķlielums SV, kas var būt lašveidīgo zivju ūdeņos un karpveidīgo zivju ūdeņos ir 25 mg/L. Šī suspendēto vielu vidējā koncentrācija nav piemērojama, ja suspendēto vielu sastāvā ietilpst bīstamas ķīmiskās vielas [30].

## 2. EKSPERIMENTĀLĀ DAĻA

### 2.1. Darbā izmantotā aparatūra

- Biretes,  $(25,00 \pm 0,05)$  mL; A klase
- Mora pipete, 50,00 mL, B klase
- Mora pipete, 25,00 mL B klase
- Mora pipete,  $(10,00 \pm 0,02)$  mL AS klase
- Mora pipete, 5,00 mL, B klase
- Mērpipete,  $(1,000 \pm 0,006)$  mL, AS klase
- Mērpipete,  $(2,00 \pm 0,02)$  mL, AS klase
- Mērpipete  $(5,00 \pm 0,05)$  mL, AS klase
- Mērpipete,  $(10,0 \pm 0,1)$  mL, AS klase
- Mērkolbas,  $(50,00 \pm 0,06)$  mL, A klase
- Mērkolbas,  $(100,0 \pm 0,1)$  mL, A klase
- Mērkolbas,  $(250,00 \pm 0,25)$  mL, B klase
- Mērkolbas,  $(500,00 \pm 0,50)$  mL, B klase
- Mērkolbas,  $(1000,00 \pm 0,80)$  mL, B klase
- Koniskas kolbas 300 mL
- Koniskas kolbas 500 mL
- Piltuves
- Vārglāzes, 100 mL
- Mērcilindrs,  $(50,0 \text{ mL} \pm 0,5)$  mL, B klase
- Mērcilindrs,  $(100,0 \pm 1,0)$  mL, B klase
- Mērcilindrs,  $(250,0 \pm 2,0)$  mL, B klase
- Sverglāzes ar šlifu
- Analītiskie svāri Precisa XB 220A, Max 220 g e = 0,001 g, Min 0,01g d = 0,0001 g
- Laboratorijas svāri KERN 440 – 33N, Max 200 g, d = 0,01 g, Ser.No.: WC057
- Elektriska plītiņa SENCOR
- Spektrofotometrs Jenway 6300, Serial No 10282
- Filtrpapīri zilā lenta, Schleicher & Schuell, 55 mm

## 2.2. Reāģenti

- Mangāna (II) sulfāta šķīdums: nosvēra uz laboratorijas svāriem 260,00 g mangāna sulfāta pentahidrāta, izšķīdināja 350 mL dejonizētā ūdenī, filtrēja 500 mL mērkolbā, uzpildīja līdz atzīmei un samaisīja.
- Bāzisks kālija jodīda šķīdums: nosvēra uz laboratorijas svāriem 15,00 g un izšķīdināja 20 mL dejonizētā ūdenī, nosvēra uz laboratorijas svāriem 50 g nātrija hidroksīda un izšķīdināja 50 mL dejonizētā ūdenī; iegūtos šķīdumus sajauca kopā 100 mL mērkolbā un uzpildīja līdz atzīmei ar dejonizēto ūdeni, samaisīja.
- 20% sērskābes šķīdums: paņēma 500 mL mērkolbu un uzpildīja līdz pusei ar dejonizēto ūdeni, palēnām pievienoja 100 mL 95-98%  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ar 100 mL mērcilindru, uzpildīja ar dejonizēto ūdeni līdz atzīmei un samaisīja.
- 25% sērskābes šķīdums: paņēma 500 mL mērkolbu un uzpildīja līdz pusei ar dejonizēto ūdeni, palēnām pievienoja 125 mL 95-98%  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ar mērcilindru, uzpildīja ar dejonizēto ūdeni līdz atzīmei un samaisīja.
- 1% cietes šķīdums: nosvēra uz laboratorijas svāriem 0,50 gramus cietes un to rūpīgi saberza, pievienojot nelielu tilpumu auksta dejonizēta ūdens. Pēc viskozā koloīdā šķīduma iegūšanas ielēja 100 mL verdoša ūdens, šķīdumu vēl nedaudz vārīja. Tad šķīdumu filtrēja.
- 0,01 M nātrija tiosulfāta standartšķīdums: gatavoja no fiksānāla  $c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 0,1 \text{ mol/L}$  1000 mL mērkolbā ar dejonizēto ūdeni. Ar 100 mL Mora pipeti paņēma iegūto šķīdumu un atšķaidīja 1000 mL mērkolbā ar dejonizēto ūdeni.
- 0,025 M joda standartšķīdums: uz laboratorijas svāriem nosvēra 8,30 g kālija jodīdu (lai tas būtu pārākumā) un uz analītiskajiem svāriem nosvēra 3,1726 g jodu. Kālija jodīdu pārnesa 1000 mL mērkolbā un šķīdināja nelielā tilpumā dejonizēta ūdens, pēc tām jodu kvantitatīvi pārnesa un atšķaidīja līdz atzīmei.
- 0,005 M kālija permanganāta šķīdums: uz laboratorijas svāriem nosvēra 0,79 g sausu vielu un izšķīdināja 1000 mL mērkolbā ar dejonizēto ūdeni.
- 0,01 M skābenškābes standartšķīdums: nosvēra uz analītiskiem svāriem 1,2607 g  $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$ , kvantitatīvi pārnesa 1000 mL mērkolbā un atšķaidīja ar dejonizēto ūdeni līdz atzīmei.
- Amonija molibdāta šķīdums: nosvēra uz laboratorijas svāriem 4,00 g  $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  un izšķīdināja ar 100 mL dejonizēto ūdeni.
- Askorbīnskābes šķīdums: nosvēra uz laboratorijas svāriem 2,60 g  $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$  un izšķīdināja ar 150 mL dejonizēto ūdeni.

- Antimona – kālija oksitartrāta šķīdums: nosvēra uz laboratorijas svāriem 0,54 g  $K(SbO)C_4H_4O_6 \cdot 2H_2O$  un izšķīdināja ar 200 mL dejonizēto ūdeni.
- Reaģents fosfora noteikšanai: sajauc 250 mL 25% sērskābes šķīdumu, 30 mL amonija molibdāta šķīdumu un 60 mL askorbīnskābes šķīdumu, samaisīja iegūto šķīdumu. Pievieno tam 10 mL antimona – kālija oksitartrāta šķīdumu un vēlreiz samaisīja.
- 1 mg/L ortofosfātu ( $PO_4^{3-}$ ) standartšķīdums: nosvēra uz analītiskiem svāriem 0,1834 g  $K_2HPO_4$ , kvantitatīvi pārnese 1000 mL mērkolbā un atšķaidīja ar dejonizēto ūdeni līdz atzīmei. Paņēma ar Mora pipeti 10 mL no iegūtā šķīduma, pārnese 1000 mL mērkolbā un atšķaidīja ar dejonizēto ūdeni līdz atzīmei.
- Fenolftaleīna šķīdums: nosvēra uz laboratorijas svāriem 0,5 g sausu fenolftaleīnu un izšķīdināja 100 mL etanolā un 100 mL dejonizētā ūdenī.
- 20% nātrija hidroksīda šķīdums: izšķīdināja 20 g NaOH 100 mL dejonizētā ūdenī.

### 2.3. Ūdens paraugu raksturojums

Ūdens paraugi bija paņemti no četrām vietām Šlokenbekas Dzirnavu ezerā Tukuma novadā. Pirmais ūdens paraugs (tālāk apzīmēts ar numuru 1) bija paņemts no Slocenes ietekas ezerā (*skat. 2.1. att. un 1. pielikumu*). Otrais ūdens paraugs (tālāk apzīmēts ar numuru 2) bija paņemts no pazemes avotiņa pie Slocenes ietekas ezerā (*skat. 2.1. att. un 2. pielikumu*). Trešais ūdens paraugs (tālāk apzīmēts ar numuru 3) bija paņemts pie neliela novadgrāvja ietekas ezerā (*skat. 2.2. att. un 3. un 4. pielikumu*). Ceturtais ūdens paraugs (tālāk apzīmēts ar numuru 4) bija paņemts pie ezera slūžām (*skat. 2.3. att. un 5. pielikumu*).



2.1. att. Pirmā un otrā parauga ņemšanas vietas ģeogrāfiskais izvietojums



2.2. att. Trešā parauga ņemšanas vietas ģeogrāfiskais izvietojums



2.3. att. Ceturtā parauga ņemšanas vietas ģeogrāfiskais izvietojums

Visus ūdens paraugus ņēma vienā dienā laika posmā ap plkst. 12:00 1,5 L un 5 L plastmasas traukos. Diemžēl parauga transportēšana aukstuma kastēs nebija nodrošināta. Ūdens uzglabāts ledusskapī  $\sim 5^{\circ}\text{C}$  temperatūrā.

## 2.4. Izšķīdusā skābekļa noteikšana

Tukšas kolbas ar korķi novietoja uz laboratorijas svāriem, pēc tam piepildīja ar dejonizētu ūdeni un atkal nosvēra. Kolbas tilpumu nosaka pēc ūdens masas. Kalibrētas kolbas pilnībā aizpildīja ar analizējamo ūdeni, ar pipeti apakšējā kolbas daļā pievienoja 2 mL  $\text{MnSO}_4$  un augšējā daļā 2 mL KJ, tā lai no kolbas izlīst 4 mL parauga. Samaisot šķīdumu rodas nogulsnes. Pirms titrēšanas šķīdumam pievienoja 4 mL 20%  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , tā, lai izlīst vēl 4 mL parauga. Šķīdumu samaisīja līdz visas  $\text{MnO}_2$  nogulsnes izšķīst. No iegūtā šķīduma paņēma 20

mL, pievieno 1% cietes šķīdumu un titrē ar iepriekš standartizētu nātrija tiosulfāta šķīdumu līdz zilā krāsa izzūd.

Lai standartizētu nātrija tiosulfāta šķīdumu, paņēma ar Mora pipeti 10,00 mL joda standartšķīduma un pārnesa to koniskā kolbā, tam pievienoja 5 mL atšķaidītas etiķskābes un 20 mL dejonizētas ūdens. Titrēja šķīdumu, enerģiski maisot, ar standartizējamo nātrija tiosulfāta šķīdumu līdz gaiši dzeltenai krāsai, pievieno ~ 1 mL cietes šķīdumu un turpināja titrēt līdz šķīdums atkrāsojas.

Izšķīdušā skābekļa satura aprēķina formula ir dota 2.1. vienādojumā:

$$O_{izšķ.} = \frac{V_{Na_2S_2O_3} \cdot C_{Na_2S_2O_3} \cdot 8}{V_{Parauga} - V_1} \cdot 1000, \quad (2.1)$$

kur 8 – skābekļa ekvivalences faktors;

$V_{Parauga}$  – izmantotā parauga tilpums, mL;

$V_1$  – reaģentu tilpums, kas pievienots līdz  $Mn(OH)_2$  veidošanās, mL;

1000 – tilpuma korekcijas faktors;

$V_{Na_2S_2O_3}$  – nātrija tiosulfāta tilpums, izlietots parauga titrēšanai, mL;

$C_{Na_2S_2O_3}$  - nātrija tiosulfāta molārā koncentrācija, mol/L.

## 2.5. Bioķīmiskā skābekļa patēriņa noteikšana

Paraugu atstāja istabas temperatūrā uz 5 dienām. Kolbu piepildīja ar paraugu līdz 2/3 no kolbas tilpuma un intensīvi maisīja 1 minūti. Tālāk  $BSP_5$  vērtību noteica pēc Vinklera metodes, tāpat kā izšķīdušo skābekli.

Bioķīmiskā skābekļa patēriņa satura aprēķina formula ir dota 2.2. vienādojumā:

$$BSP_5 = O_{izšķ.1} - O_{izšķ.2}, \quad (2.2)$$

kur  $O_{izšķ.1}$  – izšķīdušā skābekļa koncentrācija paraugā atskaitē laika sākumā, mg/L;

$O_{izšķ.2}$  – izšķīdušā skābekļa koncentrācija paraugā pēc 5 dienām, mg/L.

## 2.6. Ķīmiskā skābekļa patēriņa noteikšana

100 mL mērkolbā pielēja 10 mL analizējamā ūdens un atšķaidīja līdz atzīmei, šķīdumu pārleja koniskā kolbā un pievieno 5 mL 25%  $H_2SO_4$  šķīdumu. Kolbu ievietoja uz plītiņas un pēc tam pievienoja 10 mL 0,01 M kālija permanganāta laikā, kad aizsākusies šķīduma vārīšanās, pievienoja varķermeņus un atstāja karsēties 10 minūtes. Kolbu noslēdza ar piltuvi (izmanto kā dzesinātāju) lai šķīdums neiztvaiko. Pēc karsēšanas karstam šķīdumam

pievienoja 15 mL 0,01 M C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>O<sub>4</sub> un titrēja ar 0,005 M KMnO<sub>4</sub> šķīdumu līdz paradās vāji rozā krāsa. Vienlaicīgi ar paraugiem veica „tukšo” paraugu ar 100 mL dejonizētu ūdeni.

Kālija permanganāta šķīdumu standartizē vienlaicīgi ar paraugu analīzi. Karsētā kolbā (temperatūra apmēram 50 – 60 °C) atkal pievienoja 15 mL 0,01 M C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>O<sub>4</sub> un titrē ar 0,005 M KMnO<sub>4</sub> šķīdumu līdz paradās vāji rozā krāsa.

Ķīmiskā skābekļa patēriņa satura aprēķina formula ir dota 2.3. vienādojumā:

$$KSP = \frac{(V_1 - V_2) \cdot C \cdot 8 \cdot 1000}{V_{Parauga}} \quad (2.3)$$

, kur 8 – skābekļa ekvivalences faktors;

V<sub>Parauga</sub> – izmantotā parauga tilpums, mL;

V<sub>1</sub> – kālija permanganāta šķīduma tilpums, izlietots parauga titrēšanai, mL;

V<sub>2</sub> – kālija permanganāta šķīduma tilpums, izlietots „tukšā” parauga titrēšanai, mL;

1000 – tilpuma korekcijas faktors;

V<sub>Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub></sub> – nātrija tiosulfāta tilpums, izlietots parauga titrēšanai, mL;

C – kālija permanganāta šķīduma molārā koncentrācija, mol/L.

## 2.7. Kopējā fosfora noteikšana

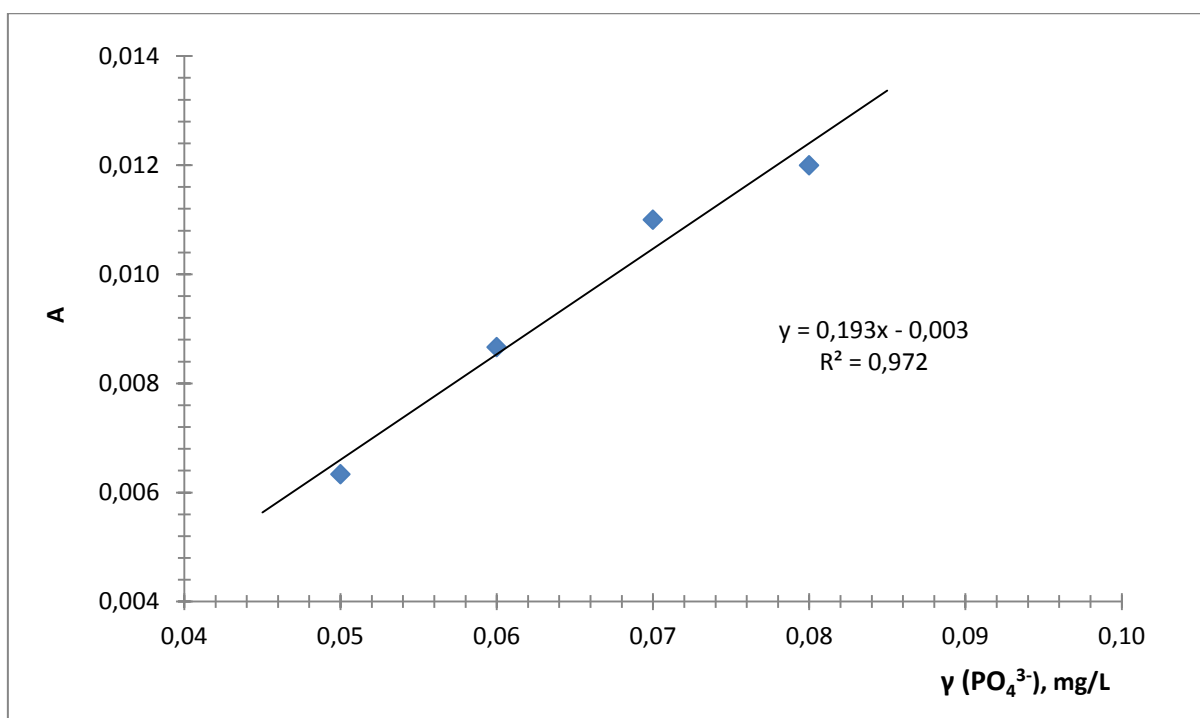
**Ortofosfātu noteikšana.** Nofiltrētu ūdens paraugu, neņemot pirmos 10 mL, ielēja 50 mL mērkolbā un pievienoja 8 mL reaģentu. Atstāja uz 10 minūtēm un veica absorbcijas mērījumu 700 nm viļņu garumā.

No iepriekš sagatavota ortofosfāta standartšķīduma ar koncentrāciju 1 mg/L pagatavoja šķīdumus, ar koncentrācijām 0,05 – 0,08 mg/L, kalibrēšanai. 50 mL mērkolbās ielēja noteikto ortofosfāta standartšķīduma tilpumu, pievienoja 8 mL reaģentu un atšķaidīja līdz atzīmei. Šķīdumus atstāja uz 10 minūtēm un veica absorbcijas mērījumu 700 nm viļņu garumā. Fotometra korekcijai izmantoja „tukšo” paraugu, kur standartšķīduma vietā izmantoja dejonizēto ūdeni. No iegūtajiem datiem konstruēja kalibrēšanas taisni, kur uz ordinātu ass atlika gaismas absorbciju A, uz abscisu – ortofosfātu koncentrāciju mg/L. Dati kalibrēšanas taisnes konstruēšanai un izmērītās gaismas absorbcijai ir attēloti 2.1. tabulā:

2.1. tabula

**Dati kalibrēšanas taisnes konstruēšanai un izmērītās gaismas absorbcijai**

Nr.p.k.	$\gamma$ (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ), mg/L	A	Parauga Nr.	A	Sn
1.	0,05	0,006	1.	0,001	0
2.	0,06	0,009	2.	0	0
3.	0,07	0,011	3.	0,005	0,001
4.	0,08	0,012	4.	0,004	0,001



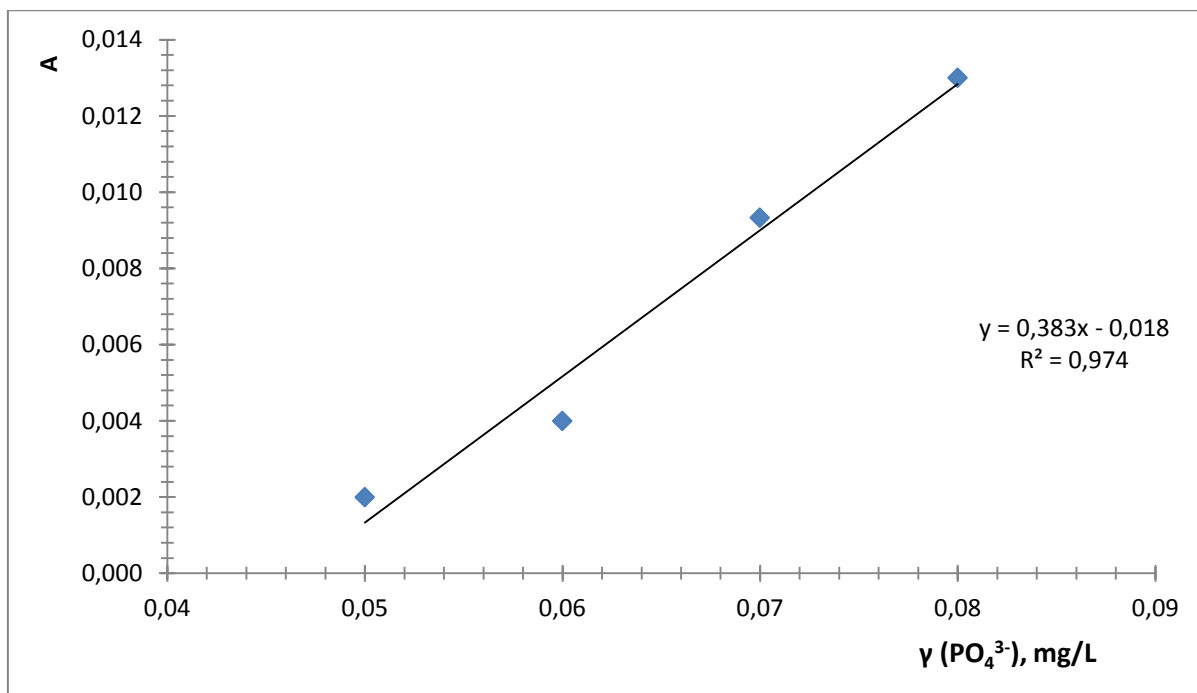
2.4. att. Kalibrēšanas grafiks ortofosfātu noteikšanai

**Polifosfātu noteikšana.** Koniskās kolbās, kas pildīti ar standartšķīdumu kā iepriekšējā metodē ne vairāk par 40 mL, pievieno 1 mL koncentrētas sērskābes un atstāja vārīties uz plītiņas 5 minūtes. Pēc karsēšanas šķīdumus atstāja dzesēties gaisā. Atdzisušos šķīdumus neitralizēja ar 20% nātrija hidroksīda šķīdumu, kā indikatoru izmantoja fenolftaleīna šķīdumu. Šķīdumus pārleja 50 mL mērkolbās, pievienoja 8 mL reaģentu un uzpildīja līdz atzīmei. Kalibrēšana un mērīšana ir veikta pēc ortofosfāta metodes. „Tukšo” paraugu taisīja tāpat, standartšķīduma vietā izmantojot dejonizētu ūdeni. No iegūtajiem datiem konstruē kalibrēšanas taisni, kur uz ordinātu ass atlika gaismas absorbciju A, uz abscisu – ortofosfātu koncentrāciju mg/L. Filtrēto ūdens paraugu sagatavoja tāpat kā kalibrēšanas grafika šķīdumu, paņemot 40 mL. Dati kalibrēšanas taisnes konstruēšanai un izmērītās gaismas absorbcijas ir attēloti 2.2. tabulā:

2.2. tabula

**Dati kalibrēšanas taisnes konstruēšanai un izmērītās gaismas absorbcijas**

Nr.p.k.	$\gamma$ (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ), mg/L	A	Parauga Nr.	A	Sn
1.	0,05	0,002	1.	0,002	0,001
2.	0,06	0,004	2.	0	0
3.	0,07	0,009	3.	0,003	0,001
4.	0,08	0,013	4.	0,004	0,001



2.5. att. Kalibrēšanas grafiks polifosfātu noteikšanai

## 2.8. Suspendēto vielu noteikšana

Vispirms filtrus skaloja ar 100-150 mL dejonizēta ūdens un ievietoja sverglāzēs. Sverglāzes ar izskalotiem filtriem žāvē žāvēšanas skapī 105 C temperatūrā 1 stundu. Pēc tam izžāvētas sverglāzes dzesē eksikatorā un svēra (kopā ar korķi) uz analītiskiem svāriem, līdz ar to masa nemainījās vairāk par 0,0005g. Nosvērtus filtrus ievietoja piltuvē un lēja cauri 0,5 L analizējamā ūdens. Tad filtrus ar palikušajām nogulsnēm uz tā virsmas skaloja ar 10 mL dejonizētu ūdeni 3 reizes, izņēma no piltuves, ievietoja atpakaļ sverglāzē un žāvēja žāvēšanas skapī 105°C temperatūra, dzesēja eksikatorā. Sverglāzes (kopā ar korķi) svēra uz analītiskiem svāriem. Procedūru atkārtoja, ja masas starpība bija vairāk nekā 0,5 mg. Suspendēto vielu satūra aprēķina formula ir dota 2.3. vienādojumā:

$$SV = m_1 - m_2 \quad (2.4)$$

, kur  $m_1$  – sverglāzes masa ar tukšu filtru, g;

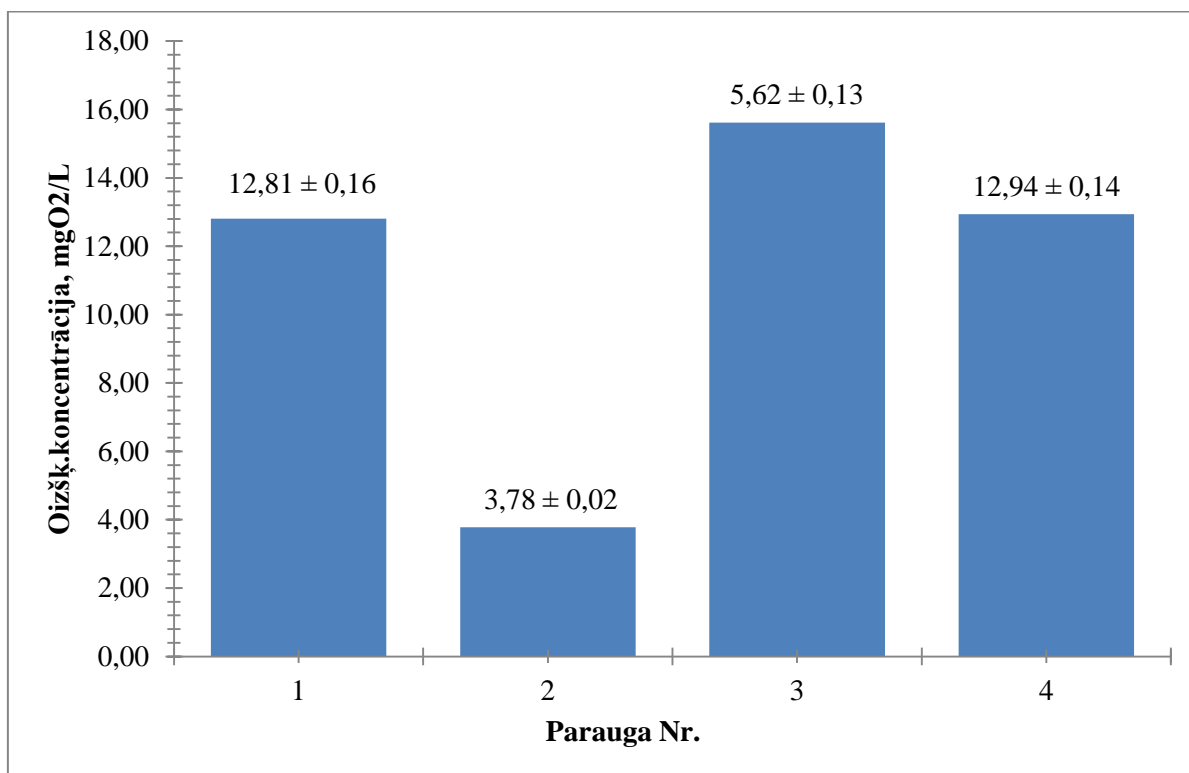
$m_2$  – sverglāzes masa ar izmantoto filtru, g.

### 3. REZULTĀTU IZVERTĒJUMS

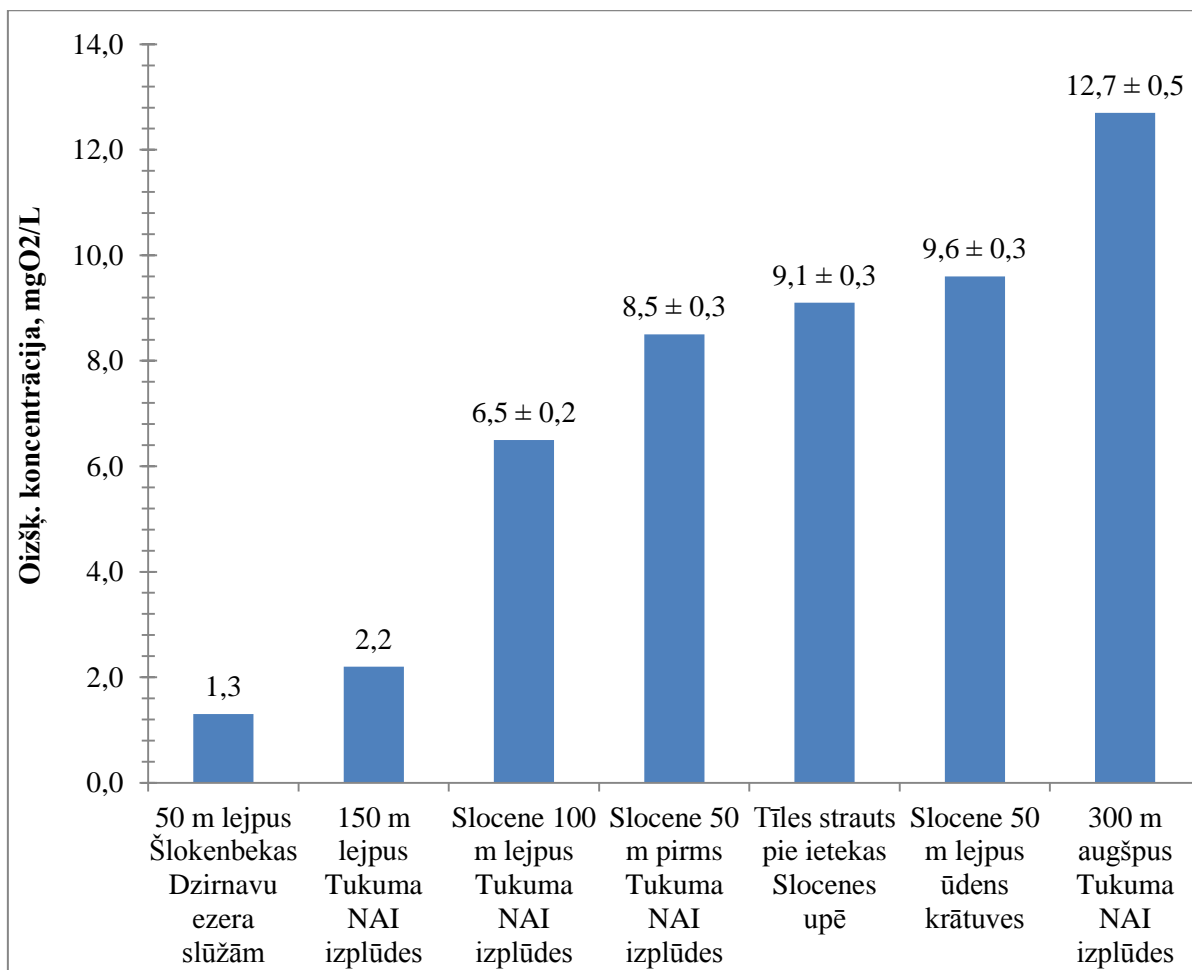
Visus pagājušā gada testēšanas pārskatus no VSIA Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centra var atrast 2. pielikumā.

#### 3.1. Izšķīdušais skābeklis

Izšķīdušam skābeklim ir liela nozīme biocenozei virszemes ūdeņos. Jo tās saturs ir lielāks, jo tīrāka ir ūdenstilpne. Parasti vasarā  $O_{izšķ.}$  koncentrācija ir mazāka nekā ziemā. No iegūtiem rezultātiem (skat. 3.1. att.) var secināt, ka Šlokenbekas Dzirnavu ezera ūdeņi ir piesātināti ar skābekli. Salīdzinot ar pagājušā gada rezultātiem,  $O_{izšķ.}$  saturs ir palielinājies, kas nozīmē, ka, ņemot vērā tajā izšķīdušo skābekli, situācija ezerā ir kļuvusi labāka. Pagājušajā gadā izšķīdušā skābekļa noteikšanas rezultāti ir attēloti 3.2. attēlā.



3.2. att. Izšķīdušā skābekļa koncentrācija atkarībā no ūdens parauga

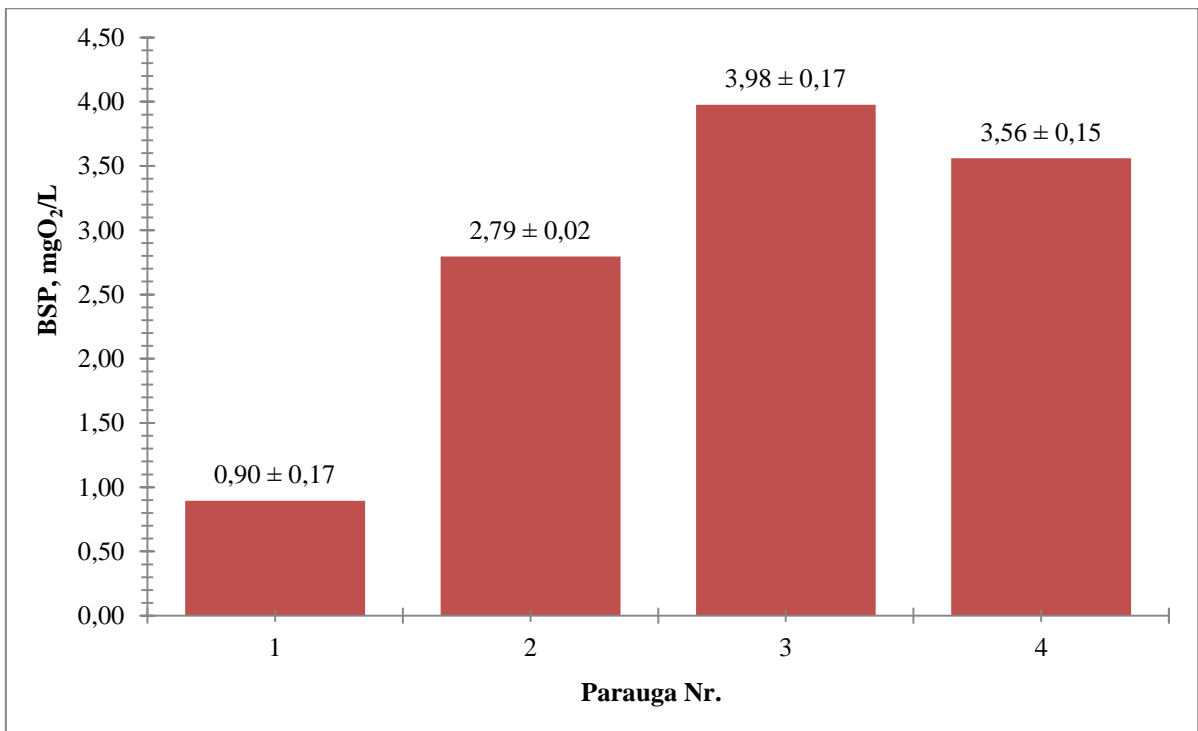


3.2. att. Izšķīdušā skābekļa koncentrācija atkarībā no pagājušajā gadā ūdens parauga ņemšanas vietas

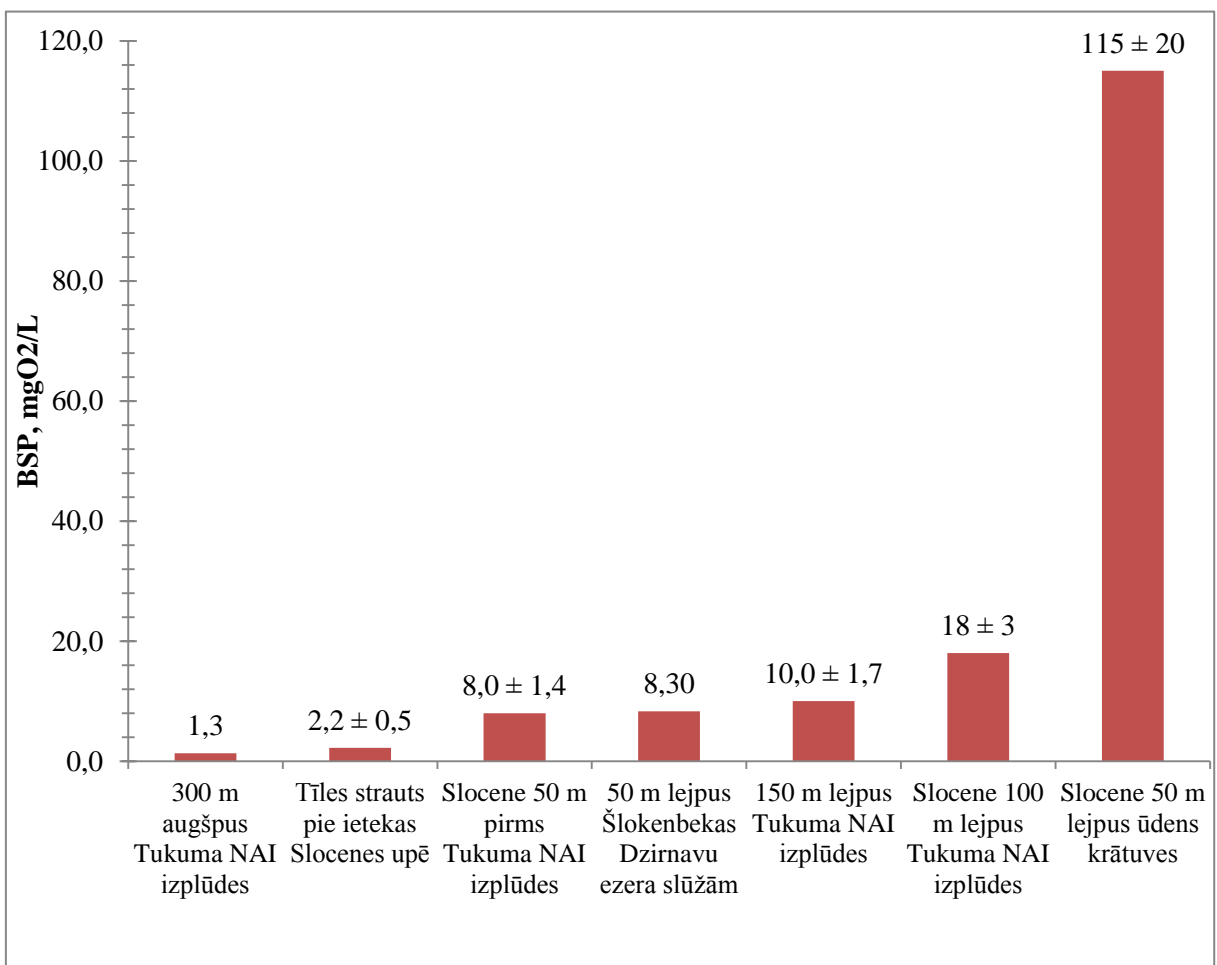
### 3.2. Bioķīmiskais skābekļa patēriņš

Bioķīmiskais skābekļa patēriņš parāda izšķīdušā skābekļa saturu anaerobos apstākļos pēc noteikta laika. O<sub>izšķ</sub> saturs pēc piecām dienām samazinās, jo to izmanto visi aerobie mikroorganismi, tas ir nepieciešams organisko vielu bioķīmiskai oksidēšanai. Šlokenbekas Dzirnavu ezera ūdeņos bija noteikti sekojošie rezultāti (skat. 3.3. att.). Iegūtās vērtības ir ļoti labas, tas nozīmē, ka ūdens ir tīrs un tajā nav ļoti daudz organisko vielu.

Salīdzinot ar pagājušā gada rezultātiem (skat. 3.4. att.), BSP<sub>5</sub> izmainījās nedaudz (neņemot vērā pēdējo parametru „Slocene 50 m lejpus ūdens krātuves”). Diemžēl, ūdens paraugu ņemšana no tādiem pašiem avotiem, kur ņēma VSIA Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centrs, nebija nodrošināta, tas apgrūtināja salīdzināšanu.



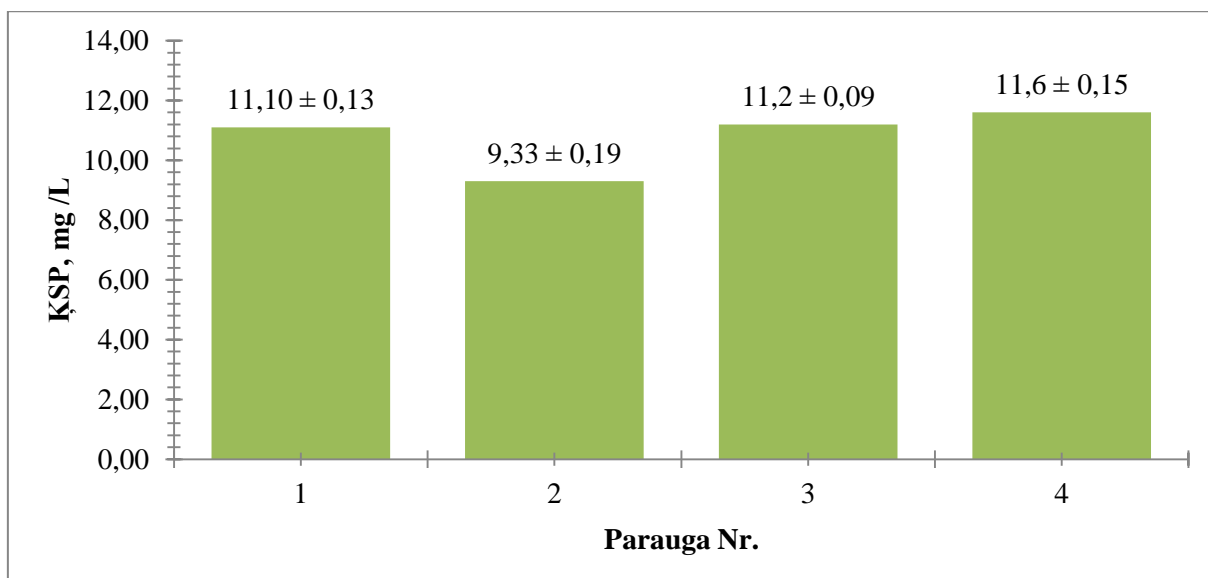
3.3. att. Bioķīmiskā skābekļa patēriņa koncentrācija atkarībā no ūdens parauga



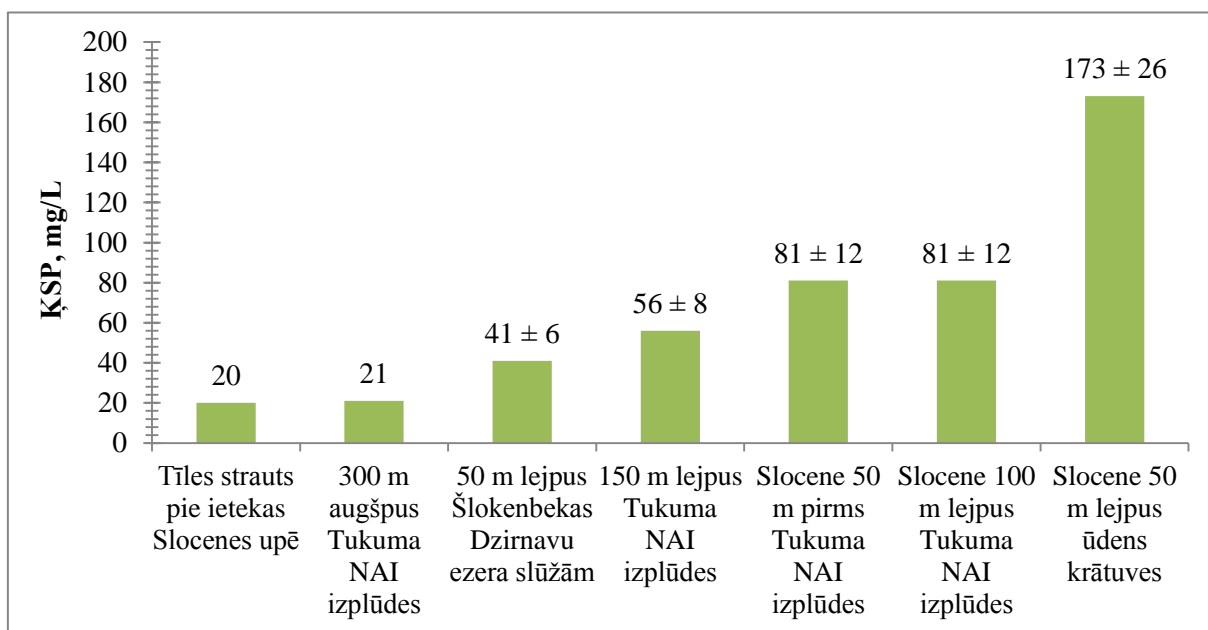
3.4. att. Bioķīmiskā skābekļa patēriņa koncentrācija atkarībā no pagājušajā gadā ūdens parauga ņemšanas vietas

### 3.3. Ķīmiskais skābekļa patēriņš

ĶSP parāda organisko un neorganisko vielu saturu ūdeņos. Jo lielāks ir ķīmiskais skābekļa patēriņš, jo lielāks ir kopējais vielu daudzums, kuru oksidē stiprs oksidētājs. Pēc iegūtajiem datiem (skat. 3.5. att.) var secināt, ka ĶSP visos paraugos ir normā, jo tās vērtības nepārsniedz 30 mg/L. Tas nozīmē, ka neorganisko un organisko vielu saturs Šlokenbekas Dzirnavu ezerā ir mazs. Iegūtos rezultātus varēja ietekmēt tas, ka analīzes netika veiktas tādā pašā diennaktī. Salīdzinot ar pagājušā gada rezultātiem (skat. 3.6. att.), tie ļoti atšķiras, kas nozīmē, ka tagad neorganisko un organisko vielu ir daudz mazāk nekā bija pagājušā gadā.



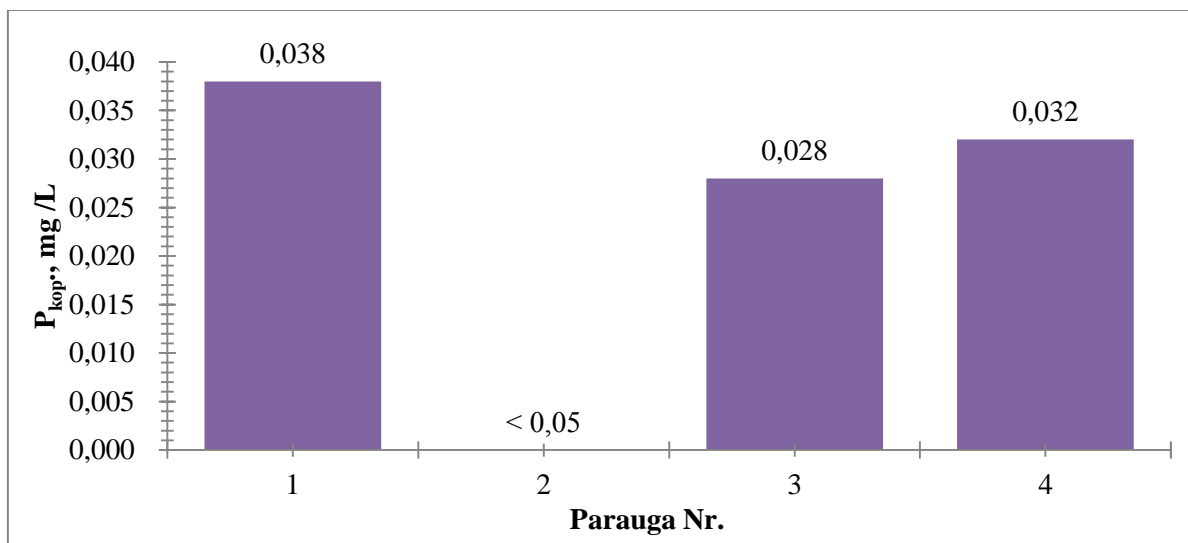
3.5. att. Ķīmiskā skābekļa patēriņa koncentrācija atkarībā no ūdens parauga



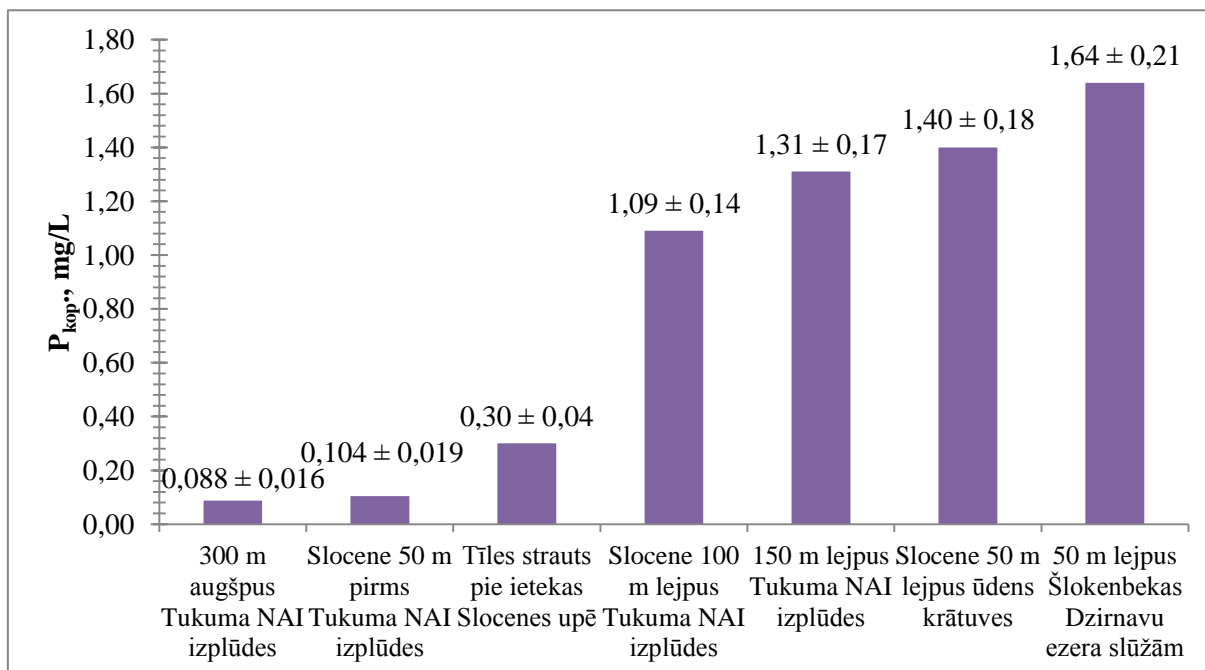
3.6. att. Bioķīmiskā skābekļa patēriņa koncentrācija atkarībā no pagājušajā gadā ūdens parauga ņemšanas vietas

### 3.4. Kopējais fosfors

Kopējais fosfors ir kopējais fosfora saturs, kas ūdeņos atrodas ortofosfātu, polifosfātu un organisko savienojumu formā. Ja fosfora koncentrācija ūdenī ir lielāka par 0,01 mg/L, notiek ūdens ziedēšana ar aļģes palīdzību. Fosfora ( $P_2O_5$ ) koncentrācija diapazonā no 0,09 līdz 1,8 mg/L ir optimāla aļģu un ūdens organismu augšanai. Pēc iegūtajiem rezultātiem (skat. 3.7. att.) var secināt, ka Šlokenbekas Dzirnava ezera ūdeņos ir ļoti maz fosfora savienojumu. Salīdzinot ar pagājušā gada rezultātiem (skat. 3.6. att.), tie būtiski atšķiras (līdz 50 reizēm).



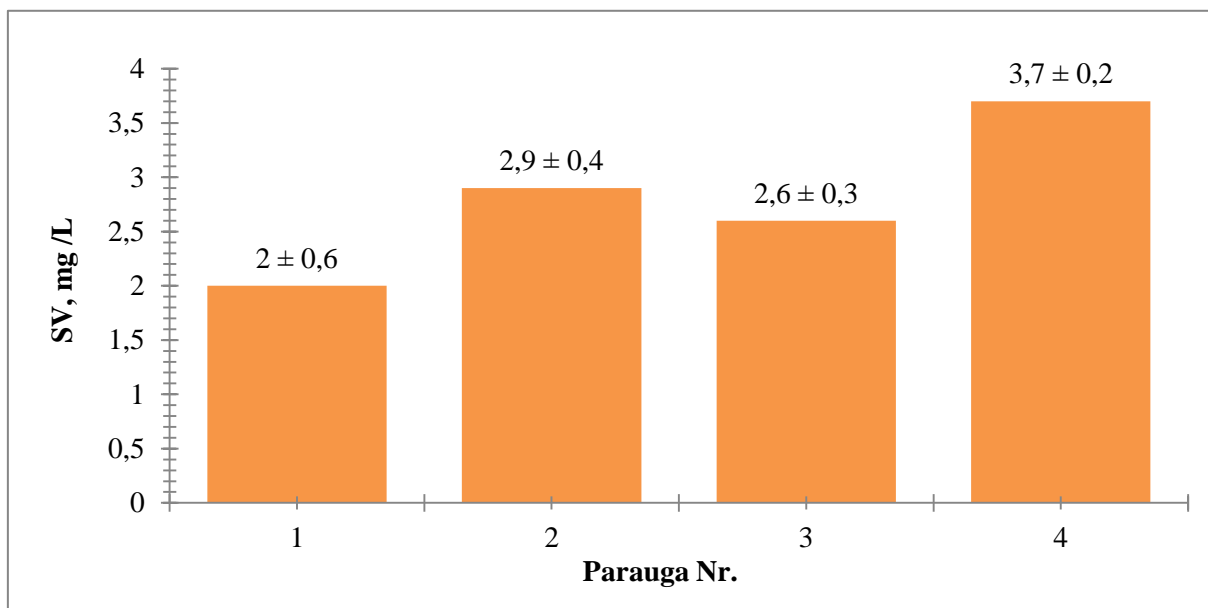
3.7. att. Kopējā fosfora koncentrācija atkarībā no ūdens parauga



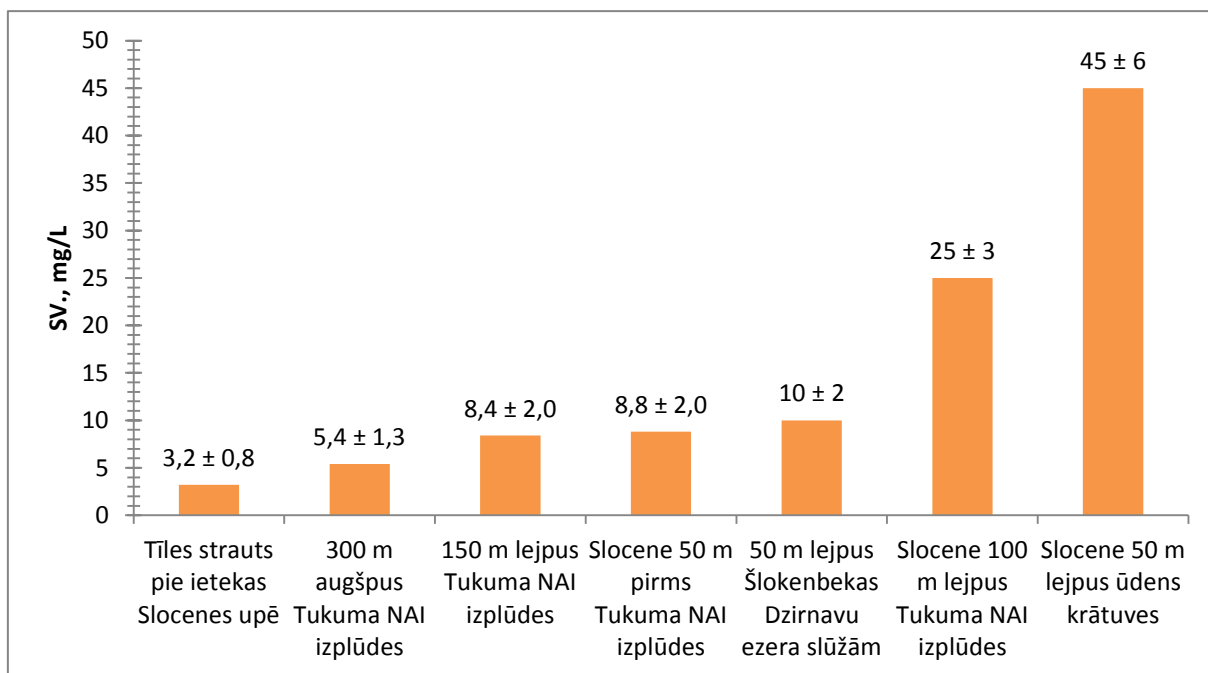
3.8. att. Kopējā fosfora koncentrācija atkarībā no pagājušajā gadā ūdens parauga ņemšanas vietas

### 3.5. Suspendētās vielas

Suspendētās vielas ir lieldispērsas piemaisījumi, kas iekļuvuši ūdenī neizšķīdušā veidā. Šis parametrs īpaši aktuāls ļoti piesārņotām ūdenskrātuvēm un notekūdeņiem. Suspendēto vielu koncentrācija nepārsniedz 25 mg/L, to var secināt pēc iegūtajiem rezultātiem (skat. 3.9. att.). Pagājušā gadā tā vērtība bija paaugstināta divos avotos (skat. 3.10. att.), tagad tie ir normā.



3.9. att. Suspendēto vielu koncentrācija atkarībā no ūdens parauga



3.10. att. Suspendēto vielu koncentrācija atkarībā no pagājušajā gadā ūdens parauga ņemšanas vietas

## SECINĀJUMI

1. Darbā tika apkopota literatūra par virszemes un pazemes ūdeņu piesārņojumiem, izšķīdušo skābekli, bioķīmiskā skābekļa patēriņu, ķīmiskā skābekļa patēriņu, kopējo fosforu un suspendētām vielām, tika aprakstītas analīzes metodes katram kvalitātes parametram.
2. Izšķīdušā skābekļa noteikšana parāda, ka vislielākā skābekļa koncentrācija ir trešajam paraugam - 15,62 mgO<sub>2</sub>/L, tam ir arī vislielākā bioķīmiskā skābekļa patēriņa vērtība – 3,98 mgO<sub>2</sub>/L. Ceturtajā paraugā ir vislielākā ķīmiskā skābekļa patēriņa un suspendēto vielu koncentrācijas – attiecīgi 11,6 mg/L un 3,7 mg/L. Vislielākā kopējā fosfora koncentrācija ir pirmajam paraugam.
3. Salīdzinot iegūtos rezultātus ar iepriekšējā gada rezultātiem, var secināt ka Šlokenbekas Dzirnavu ezera piesārņojuma sekas bija novērstas.

## IZMANTOTĀ LITERATŪRA

1. Логинова Е. В., Лопух П. С., Учебное пособие *Гидроэкология*; Минск, БГУ, 2011, 17 стр.
2. Kļaviņš M., Nikodemus O., Segliņš V., Melecis V., Virčavs M., Āboliņa K. *Vides zinātne*. Māra Kļaviņas redakcijā, Rīga, 2008, 134., 185., 190., 191., 193. lpp.
3. Kļaviņš M., Cimdiņš P., *Ūdeņu kvalitāte un tās aizsardzība*, LU, 2004, 14., 38., 49., 134-136. lpp.
4. Kļaviņš M., Zicmanis A., *Ūdeņu ķīmija*, Rīga, 1998, 18., 58, 115. lpp.
5. Eiropas parlamenta un padomes direktīva 2000/60/EK. Pieejams internētā: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/LV/TXT/PDF/?uri=CELEX:32000L0060&from=EN> [skatīts 28.05.2016].
6. Mežaraups G., *Ūdeņi un to ķīmiskā kontrole*, Rīga, 1995, 8. lpp
7. EJ Lean M. *Fox and Cameron's Food Science, Nutrition & Health*, 7th Edition. CRC Press 174 p.
8. Kļaviņš M., Zaļoksnis J.; *Ekotoksikoloģija*; LU: Rīga, 2005; 126.-129. lpp.
9. Экологический энциклопедический словарь. Глав. ред. Монин А.С.. М.: Издательский дом «Ноосфера», 1999. с. 710.
10. Данилов-Данильян В. И., Лосев К. С. *Экологическая энциклопедия*. Энциклопедия, 2008, 174 с.
11. Kondratyev S. A.; Alyabina G. A.; Sorokin I. N. Assessing the natural component of the external load due to organic matter and biogenic elements on the water bodies in Northwestern Russia. *Geography and Natural Resources*, 2010, vol. 31, 390–395.
12. Studydoc, home page <http://studydoc.ru/> [skatīts 28.05.2016].
13. Van der Kooij D. Biological stability: a multidimensional quality aspect of treated water. *Water, Air, and Soil Pollut. N 1-4*, 2000, vol. 123, 25-34.
14. Latvijas republikas veselības ministrija, Veselības inspekcija, mājas lapa. <http://www.vi.gov.lv/lv> [skatīts 27.05.2016].
15. Latvijas Zivju resursu aģentūra, mājas lapa <http://promiwa.bior.gov.lv/index.php> [skatīts 29.05.2016].
16. Makšķerēšana Latvijā, mājas lapa <http://www.fishing.lv/> [skatīts 31.05.2016].
17. Hidro Standarts, mājas lapa <http://www.hidrostandarts.lv/index.php?l=1> [skatīts 29.05.2016]

18. Falkova M.; Vakh C.; Shishov A.; Zubakina E.; Moskvina A.; Moskvina L.; Bulatov A. Automated IR determination of petroleum products in water based on sequential injection analysis. *Talanta*, 2016, vol. 148, 661–665.
19. Cai Z.; Hakkinen P.J. Detergent. *Encyclopedia of Toxicology (Third Edition)*, 2014, 10-13.
20. Tarazona J.V. Pollution, *Water Encyclopedia of Toxicology (Third Edition)*, 2014, 1024–1027.
21. Алексенов В. И., Ушакова Л. И., Ничкова И.И., *Химия воды*, Екатеринбург, 2014, 8 стр.
22. Guidelines for Drinking-water Quality: Recommendations. 107 p.
23. Information Modelling and Knowledge Bases XXVII33 p.
24. Библиотека природы, домашняя старница <http://www.golkom.ru/> [skatīts 21.05.2016].
25. Пименова Е. В. *Химические метода анализа в мониторинге водных объектов*, Пермь, 2011.
26. Американское химическое общество. *Химия и общество*. Пер. с англ. М. Ю. Гололобова, ред. Н. Г. Гольдфельда. Москва: издательство «Мир», 1995, стр. 59.
27. Best M. A.; Wither A. W.; Coates S. Dissolved oxygen as a physico-chemical supporting element in the Water Framework Directive. *Marine Pollution Bulletin*, 2007, **55**, 53-64.
28. Кузьмина И.А., Содержание растворенного кислорода в воде, Новгород, 2007, 5 стр.
29. WATER.RU, mājas lapa <http://www.water.ru/> [skatīts 27.05.2016].
30. Noteikumi par virszemes un pazemes ūdeņu kvalitāti. MK noteikumi Nr.118, 12.03.2002, Ministru kabinets, Rīga. <http://www.likumi.lv> [skatīts 31.05.2016].
31. Pepper and I.L.; Gerba C.P. *Environmental Microbiology. A Laboratory Manual*, 2004 [http://site.iugaza.edu.ps/tbashiti/files/2010/02/Environmental\\_Microbiology.pdf](http://site.iugaza.edu.ps/tbashiti/files/2010/02/Environmental_Microbiology.pdf) [skatīts 30.05.2016].
32. Liu C.; Li Z.; Jiang D.; Jia J.; Zhang Y.; Chai Y.; Cheng X.; Dong S. Demonstration study of biofilm reactor based rapid biochemical oxygen demand determination of surface water. *Sensing and Bio-Sensing Research*, 2016, vol. 8, 8-13
33. Dr. Muravyov A.G. *Handbook for measuring the parameters of water quality by field methods*. Saint-Petersburg: Christmas+, 2004, 83-95 p.

34. Zhang Z.; Chang X.; Chen A. Determination of chemical oxygen demand based on photoelectrocatalysis of nanoporous TiO<sub>2</sub> electrodes. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 2016, vol. 223, 664-670.
35. Esteves C. R.; Oliveira R. O.; Souza Jr. E. C.; Bomfeti C. A.; Gonçalves A. M.; Oliveira C. A.; Barbosa Jr. F.; Pereira M. C.; Rodrigues J. L. A fast and environment-friendly method for determination of chemical oxygen demand by using the heterogeneous Fenton-like process (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/Fe<sup>3+</sup>-xCo<sup>x</sup>O<sub>4</sub> nanoparticles) as an oxidant. *Talanta*, 2015, vol. 135, 75-80.
36. Jankēvica M. Fosfors Latvijas ezeros – mīts vai realitāte? *Vides Vēstis*, Nr.3 (140), 2012, 32-48.
37. Water Test, Inc. Home page <http://www.watertestinc.com/index.html> [skatīts 29.05.2016].
38. Мировые Водные Технологии. Домашняя страница <http://wwtec.ru/> [skatīts 29.05.2016].

# PIELIKUMI

*1. pielikums*



**1. att. Pirmā un otrā parauga ņemšanas vieta**



**2. att. Pirmā parauga ņemšanas vieta**



**3. att. Otrā parauga ņemšanas vieta**



**4. att. Trešā parauga ņemšanas vieta**



**5. att. Neliela novadgrāvja ieteka ezerā pie 3. parauga ņemšanas vietas**



**6. att. Ceturtnā parauga ņemšanas vieta**

## Testēšanas pārskati no VSIA Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centra



VSIA Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centrs  
**LABORATORIJA**  
 Adrese: Ošu iela 5, Jūrmala, LV-2015; telefons: 67751409; fakss: 67764162  
 e-pasts: laboratorija@lvgmc.lv

**TESTĒŠANAS PĀRSKATS Nr. 15A01599**

Datums: 23.07.2015

**Klients:** Valsts Vides dienests  
 Adrese: Rūpniecības iela 23, Rīga, LV-1045  
 Telefons: ; Fakss: ; E-Pasts: inese.kurmahere@vvd.gov.lv

**Objekts:** Sloceņu upe

**Parauga ņemšanas mērķis:** kvalitātes kontrole

**Parauga ņemšanas plāns:** rav attiecināms

**Informācija par testēšanas paraugu:**

Saņemšanas datums	Ņemšanas datums, laiks	Parauga veids	Klienta parauga identifikācija	Tilpums/ masa/ trauka veids	Lab. ident. Nr.
14.07.2015	14.07.2015, 13:00	virszemes ūdens	Tīres strauts pie ietekas Sloceņu upē	2 l /plastmasas pudele	15A01599-001

**Paraugu ņemšana un lauka mērījumi:** atbildīgais par paraugu ņemšanu: LVGMC Laboratorijas hidroloģijas tehniķis U.Millers  
 protokola numurs Nr.: 15/1080  
 ņemšanas metodika: LVS ISO 5667-6:2005

**Paraugs transportēts:** aukstuma kastē

**Paraugs piegādāts:** Laboratorijas traukos

**Parauga konservēšana:** nav

**Piezīmes:**

**Testēšanas rezultāti: Tīres strauts pie ietekas Sloceņu upē**

Nosakāmais rādītājs, mērvienība	Rezultāts ar nenoteiktību	Testēšanas metodika	Analīzes izpildes datums
Bioķīmiskais skābekļa patēriņš (BSP5), mgO <sub>2</sub> /l	2.2 ± 0.5	LVS EN 1899-2:1998	15.07.2015-20.07.2015
Izšķīdušais skābeklis, mgO <sub>2</sub> /l	9.1 ± 0.3	LVS EN ISO 5814:2013	15.07.2015-15.07.2015
Kopējais fosfors (Pkop), mg P/l	0.30 ± 0.04	LVS EN ISO 6878:2005, 7.nod.	15.07.2015-15.07.2015
Kopējais slāpeklis (Nkop), mg N/l	1.35 ± 0.16	LVS EN ISO 11905-1:1998	15.07.2015-15.07.2015
Ķīmiskais skābekļa patēriņš (ĶSP), mg/l	20	LVS ISO 6060:1989	15.07.2015-15.07.2015
Suspendētās vielas, mg/l	3.2 ± 0.8	LVS EN 872:2005	15.07.2015-15.07.2015

**Informācija par testēšanas metodikām:**

Nosakāmais rādītājs	Metodika	Metodes princips	MDL	QL
Bioķīmiskais skābekļa patēriņš (BSP5)	LVS EN 1899-2:1998	Elektroķīmiskās zondes metode neatšķaidītiem paraugiem	0.6 mgO <sub>2</sub> /l	0.9 mgO <sub>2</sub> /l
Izšķīdušais skābeklis	LVS EN ISO 5814:2013	Elektroķīmiskās zondes metode	0.7 mgO <sub>2</sub> /l	2.3 mgO <sub>2</sub> /l
Kopējais fosfors (Pkop)	LVS EN ISO 6878:2005, 7.nod.	Mineralizācija ar persulfātu, spektrofotometrija, amonija molibdāta metode	0.0014 mg P/l	0.0043 mg P/l

VL51001.10/02/2015

TP\_15A01599  
Lpp.1(2)

Nosākamais rādītājs	Metodika	Metodes princips	MDL	QL
Kopējais slāpekļis (Nkop)	LVS EN ISO 11905-1:1998	Mineralizācija ar persulfātu, segmentētas plūsmas spektrofotometrija, Cd kolonnas metode	0.02 mg N/l	0.06 mg N/l
Suspendētās vielas	LVS EN 872:2005	Gravimetrija	0.6 mg/l	2.1 mg/l
Ķīmiskais skābekļa patēriņš (KSP)	LVS ISO 6060:1989	Titrimetrija	7 mg/l	25 mg/l

Piezīmes:

1. Lietotie saīsinājumi:

MDL - metodes detektēšanas robeža;

QL - kvantitatīvi nosakāmā koncentrācija

2. Rezultāti, kas mazāki par MDL, uzdoti ar zīmi „<”. Rezultāta nenoteiktība tiek uzdots tad, ja rezultāts ir lielāks vai vienāds ar QL. Uzdotā nenoteiktība ir paplašinātā nenoteiktība, kas aprēķināta, izmantojot pārklāšanās koeficientu 2, kurš nodrošina apmēram 95% ticamības līmeni. Nenoteiktību novērtējumu var saņemt, nosūtot pieprasījumu uz e-pastu: laboratorija@lvgmc.lv;

3. Neakreditētās metodikas atzīmētas ar „\*\*”

4. Elastīgās sēšanas metodikas atzīmētas ar „e”

5. Suspendēto vielu noteikšanai izmantoti Frisenette ApS stiklašķiedras filtri GA, poru izmērs 1.6 μm

6. pH

Tiles strauts pie ietekas Sloceņes upē  $7.9 \pm 0.1$

*Testēšanas rezultāti attiecas tikai uz konkrēto testēšanas paraugu.*

*Bez LVGMC Laboratorijas rakstiskas piekrišanas nav atļauta testēšanas pārskata reproducēšana nepilnā apjomā.*

*Testēšanas pārskats sagatavots elektroniski un derīgs bez paraksta*

### TESTĒŠANAS PĀRSKATS Nr. 15A01600

Datums: 23.07.2015

**Klients:** Valsts Vides dienests  
 Adrese: Rūpniecības iela 23, Rīga, LV-1045  
 Telefons: ; Fakss: ; E-Pasts: inese.kurmahere@vvd.gov.lv

**Objekts:** Slocone upe

**Parauga ņemšanas mērķis:** kvalitātes kontrole

**Parauga ņemšanas plāns:** nav attiecināms

**Informācija par testēšanas paraugu:**

Saņemšanas datums	Ņemšanas datums, laiks	Parauga veids	Klienta parauga identifikācija	Tilpums/ masa/ trauka veids	Lab. ident. Nr.
14.07.2015	14.07.2015, 12:00	virszemes ūdens	150 m lejpus Tukuma NAI izplūdes	2 l /plastmasas pudele	15A01600-001
14.07.2015	14.07.2015, 12:30	virszemes ūdens	50 m lejpus Šlokenbekas dzirnavu ezera slūžām	2 l /plastmasas pudele	15A01600-002
14.07.2015	14.07.2015, 12:45	virszemes ūdens	300 m augšpus Tukuma NAI izplūdes	2 l /plastmasas pudele	15A01600-003

**Paraugu ņemšana un lauka mērījumi:** atbildīgais par paraugu ņemšanu: LVGMC Laboratorijas hidroloģijas tehniķis U.Millers  
 protokola numurs Nr.: 15/1081  
 ņemšanas metodika: LVS ISO 5667-6:2005

**Paraugs transportēts:** aukstuma kastē

**Paraugs piegādāts:** Laboratorijas traukos

**Parauga konservēšana:** nav

**Piezīmes:**

**Testēšanas rezultāti: 150 m lejpus Tukuma NAI izplūdes**

Nosakāmais rādītājs, mērvienība	Rezultāts ar nenoteiktību	Testēšanas metodika	Analīzes izpildes datums
Bioķīmiskais skābekļa patēriņš (BSP5), mgO <sub>2</sub> /l	10.0 ± 1.7	DIN EN 1899-2, H55:1998	15.07.2015-20.07.2015
Izšķīdušais skābeklis, mgO <sub>2</sub> /l	2.2	LVS EN ISO 5814:2013	15.07.2015-15.07.2015
Kopējais fosfors (P <sub>kop</sub> ), mg P/l	1.31 ± 0.17	LVS EN ISO 6878:2005, 7.nod.	15.07.2015-15.07.2015
Kopējais slāpeklis (N <sub>kop</sub> ), mg N/l	8.6 ± 1.0	LVS EN ISO 11905-1:1998	15.07.2015-15.07.2015
Ķīmiskais skābekļa patēriņš (ĶSP), mg/l	56 ± 8	LVS ISO 6060:1989	15.07.2015-15.07.2015
Suspendētās vielas, mg/l	8.4 ± 2.0	LVS EN 872:2005	15.07.2015-15.07.2015

**Testēšanas rezultāti: 50 m lejpus Šlokenbekas dzirnavu ezera slūžām**

Nosakāmais rādītājs, mērvienība	Rezultāts ar nenoteiktību	Testēšanas metodika	Analīzes izpildes datums
---------------------------------	---------------------------	---------------------	--------------------------

**Testēšanas rezultāti: 50 m lejpus Šlokenbekas dzirnavu ezera slūžām**

Nosakāmais rādītājs, mērvienība	Rezultāts ar nenoteiktību	Testēšanas metodika	Analīzes izpildes datums
Bioķīmiskais skābekļa patēriņš (BSP5), mgO <sub>2</sub> /l	8.3	LVS EN 1899-2:1998	15.07.2015-20.07.2015
Izšķīdušais skābeklis, mgO <sub>2</sub> /l	1.3	LVS EN ISO 5814:2013	15.07.2015-15.07.2015
Kopējais fosfors (P <sub>kop</sub> ), mg P/l	1.64 ± 0.21	LVS EN ISO 6878:2005, 7.nod.	15.07.2015-15.07.2015
Kopējais slāpeklis (N <sub>kop</sub> ), mg N/l	6.3 ± 0.7	LVS EN ISO 11905-1:1998	15.07.2015-15.07.2015
Ķīmiskais skābekļa patēriņš (ĶSP), mg/l	41 ± 6	LVS ISO 6060:1989	15.07.2015-15.07.2015
Suspendētās vielas, mg/l	10 ± 2	LVS EN 872:2005	15.07.2015-15.07.2015

**Testēšanas rezultāti: 300 m augšpus Tukuma NAI izplūdes**

Nosakāmais rādītājs, mērvienība	Rezultāts ar nenoteiktību	Testēšanas metodika	Analīzes izpildes datums
Bioķīmiskais skābekļa patēriņš (BSP5), mgO <sub>2</sub> /l	1.3 ± 0.3	LVS EN 1899-2:1998	15.07.2015-20.07.2015
Izšķīdušais skābeklis, mgO <sub>2</sub> /l	12.7 ± 0.5	LVS EN ISO 5814:2013	15.07.2015-15.07.2015
Kopējais fosfors (P <sub>kop</sub> ), mg P/l	0.088 ± 0.016	LVS EN ISO 6878:2005, 7.nod.	15.07.2015-15.07.2015
Kopējais slāpeklis (N <sub>kop</sub> ), mg N/l	1.88 ± 0.23	LVS EN ISO 11905-1:1998	15.07.2015-15.07.2015
Ķīmiskais skābekļa patēriņš (ĶSP), mg/l	21	LVS ISO 6060:1989	15.07.2015-15.07.2015
Suspendētās vielas, mg/l	5.4 ± 1.3	LVS EN 872:2005	15.07.2015-15.07.2015

**Informācija par testēšanas metodikām:**

Nosakāmais rādītājs	Metodika	Metodes princips	MDL	QL
Bioķīmiskais skābekļa patēriņš (BSP5)	LVS EN 1899-2:1998	Elektroķīmiskās zondes metode neatšķaidītiem paraugiem	0.6 mgO <sub>2</sub> /l	0.9 mgO <sub>2</sub> /l
Bioķīmiskais skābekļa patēriņš (BSP5)	DIN EN 1899-2, H55:1998	Spiediena mērījumi	3.4 mgO <sub>2</sub> /l	6.0 mgO <sub>2</sub> /l
Izšķīdušais skābeklis	LVS EN ISO 5814:2013	Elektroķīmiskās zondes metode	0.7 mgO <sub>2</sub> /l	2.3 mgO <sub>2</sub> /l
Kopējais fosfors (P <sub>kop</sub> )	LVS EN ISO 6878:2005, 7.nod.	Mineralizācija ar persulfātu, spektrofotometrija, amonija molibdāta metode	0.0014 mg P/l	0.0043 mg P/l
Kopējais slāpeklis (N <sub>kop</sub> )	LVS EN ISO 11905-1:1998	Mineralizācija ar persulfātu, segmentētas plūsmas spektrofotometrija, Cd kolonnas metode	0.02 mg N/l	0.06 mg N/l
Suspendētās vielas	LVS EN 872:2005	Gravimetrija	0.6 mg/l	2.1 mg/l
Ķīmiskais skābekļa patēriņš (ĶSP)	LVS ISO 6060:1989	Titrimetrija	7 mg/l	25 mg/l

**Piezīmes:**

- Lietotie saīsinājumi:  
MDL - metodes detektēšanas robeža,  
QL - kvantitatīvi nosakāmā koncentrācija
- Rezultāti, kas mazāki par MDL, uzdoti ar zīmi „<”. Rezultāta nenoteiktība tiek uzdots tad, ja rezultāts ir lielāks vai vienāds ar QL. Uzdotā nenoteiktība ir paplašinātā nenoteiktība, kas aprēķināta, izmantojot pārklšanās koeficientu 2, kurš nodrošina apmēram 95% ticamības līmeni. Nenoteiktību novērtējumu var saņemt, nosūtot pieprasījumu uz e-pastu: laboratorija@lvgmc.lv;
- Neakreditētās metodikas atzīmētas ar „\*\*”
- Elastīgās sfēras metodikas atzīmētas ar „e”
- Suspendēto vielu noteikšanai izmantoti Frisenette ApS stiklašķiedras filtri GA, poru izmērs 1.6 μm
- Paraugā (50 m lejpus Šlokenbekas dzirnavu ezera slūžām) alģes

7. pH

150 m lejpus Tukuma NAI izplūdes  $7.9 \pm 0.1$

50 m lejpus Šlokenbekas dzirnavu ezera slūžam  $7.9 \pm 0.1$

300 m augšpus Tukuma NAI izplūdes  $8.2 \pm 0.1$

*Testēšanas rezultāti attiecas tikai uz konkrēto testēšanas paraugu.  
Bez LVĢMC Laboratorijas rakstiskas piekrišanas nav atļauta  
testēšanas pārskata reproducēšana nepilnā apjomā.*

*Testēšanas pārskats sagatavots elektroniski un derīgs bez paraksta*



### TESTĒŠANAS PĀRSKATS Nr. 15A01623

Datums: 23.07.2015

**Klients:** Valsts Vides dienests  
Adrese: Rūpniecības iela 23, Rīga, LV-1045  
Telefons: ; Fakss: ; E-Pasts: inese.kurmahere@vvd.gov.lv

**Parauga ņemšanas mērķis:** kvalitātes kontrole  
**Parauga ņemšanas plāns:** nav attiecināms

**Informācija par testēšanas paraugu:**

Saņemšanas datums	Ņemšanas datums, laiks	Parauga veids	Klienta parauga identifikācija	Tilpums/ masa/ trauka veids	Lab. ident. Nr.
17.07.2015	17.07.2015; 11:00	notekūdens	Tukuma NAI ieplūde	1.5 l /plastmasas pudele	15A01623-001
17.07.2015	17.07.2015; 11:08	notekūdens	Tukuma NAI izplūde	1.5 l /plastmasas pudele	15A01623-002
17.07.2015	17.07.2015; 11:40	virszemes ūdens	Slocene 50 m pirms Tukuma NAI izplūdes	1.5 l /plastmasas pudele	15A01623-003
17.07.2015	17.07.2015; 11:55	virszemes ūdens	Slocene 100 m lejpus Tukuma NAI izplūdes	1.5 l /plastmasas pudele	15A01623-004
17.07.2015	17.07.2015; 11:15	virszemes ūdens	Slocene 50 m lejpus ūdens krātuves	1.5 l /plastmasas pudele	15A01623-005

**Paraugu ņemšana un** atbildīgais par paraugu ņemšanu: atbild klienti  
**lauka mērījumi:**

**Paraugs transportēts:** paraugs nav transportēts aukstuma kastē  
**Paraugs piegādāts:** klienta traukos  
**Parauga konservēšana:** nav  
**Piezīmes:**

**Testēšanas rezultāti: Tukuma NAI ieplūde**

Nosakāmais rādītājs, mērvienība	Rezultāts ar nenoteiktību	Testēšanas metodika	Analīzes izpildes datums
Bioķīmiskais skābekļa patēriņš (BSP5), mgO <sub>2</sub> /l	1000 ± 170	DIN EN 1899-2, H55:1998	17.07.2015-22.07.2015
Izšķīdušais skābeklis, mgO <sub>2</sub> /l	0.72	LVS EN ISO 5814:2013	17.07.2015-17.07.2015
Kopējais fosfors (P <sub>kop</sub> ), mg P/l	16.8 ± 2.2	LVS EN ISO 6878:2005, 7.nod.	21.07.2015-21.07.2015
Kopējais slāpeklis (N <sub>kop</sub> ), mg N/l	117 ± 14	LVS EN ISO 11905-1:1998	20.07.2015-20.07.2015
Ķīmiskais skābekļa patēriņš (KSP), mg/l	1270 ± 190	LVS ISO 6060:1989	17.07.2015-17.07.2015
pH, pH vien.	6.5 ± 0.1	LVS EN ISO 10523:2012	20.07.2015-20.07.2015
Suspendētās vielas, mg/l	570 ± 80	LVS EN 872:2005	20.07.2015-20.07.2015

VL51001.10/02/2015

TP\_15A01623  
Lpp.1(3)

**Testēšanas rezultāti: Tukuma NAI izplūde**

Nosakāmais rādītājs, mērvienība	Rezultāts ar nenoteiktību	Testēšanas metodika	Analīzes izpildes datums
Bioķīmiskais skābekļa patēriņš (BSP5), mgO2/l	85 ± 14	DIN EN 1899-2, H55:1998	17.07.2015-22.07.2015
Izšķīdūšais skābeklis, mgO2/l	1.34	LVS EN ISO 5814:2013	17.07.2015-17.07.2015
Kopējais fosfors (Pkop), mg P/l	7.0 ± 0.9	LVS EN ISO 6878:2005, 7.nod.	21.07.2015-21.07.2015
Kopējais slāpeklis (Nkop), mg N/l	35 ± 4	LVS EN ISO 11905-1:1998	20.07.2015-20.07.2015
Ķīmiskais skābekļa patēriņš (KSP), mg/l	290 ± 40	LVS ISO 6060:1989	17.07.2015-17.07.2015
pH, pH vien.	6.5 ± 0.1	LVS EN ISO 10523:2012	20.07.2015-20.07.2015
Suspendētās vielas, mg/l	74 ± 10	LVS EN 872:2005	20.07.2015-20.07.2015

**Testēšanas rezultāti: Slocene 50 m pirms Tukuma NAI izplūdes**

Nosakāmais rādītājs, mērvienība	Rezultāts ar nenoteiktību	Testēšanas metodika	Analīzes izpildes datums
Bioķīmiskais skābekļa patēriņš (BSP5), mgO2/l	8.0 ± 1.4	DIN EN 1899-2, H55:1998	17.07.2015-22.07.2015
Izšķīdūšais skābeklis, mgO2/l	8.5 ± 0.3	LVS EN ISO 5814:2013	17.07.2015-17.07.2015
Kopējais fosfors (Pkop), mg P/l	0.104 ± 0.019	LVS EN ISO 6878:2005, 7.nod.	21.07.2015-21.07.2015
Kopējais slāpeklis (Nkop), mg N/l	1.93 ± 0.23	LVS EN ISO 11905-1:1998	20.07.2015-20.07.2015
Ķīmiskais skābekļa patēriņš (KSP), mg/l	81 ± 12	LVS ISO 6060:1989	17.07.2015-17.07.2015
pH, pH vien.	7.5 ± 0.1	LVS EN ISO 10523:2012	20.07.2015-20.07.2015
Suspendētās vielas, mg/l	8.8 ± 2.1	LVS EN 872:2005	20.07.2015-20.07.2015

**Testēšanas rezultāti: Slocene 100 m lejpus Tukuma NAI izplūdes**

Nosakāmais rādītājs, mērvienība	Rezultāts ar nenoteiktību	Testēšanas metodika	Analīzes izpildes datums
Bioķīmiskais skābekļa patēriņš (BSP5), mgO2/l	18 ± 3	DIN EN 1899-2, H55:1998	17.07.2015-22.07.2015
Izšķīdūšais skābeklis, mgO2/l	6.5 ± 0.2	LVS EN ISO 5814:2013	17.07.2015-17.07.2015
Kopējais fosfors (Pkop), mg P/l	1.09 ± 0.14	LVS EN ISO 6878:2005, 7.nod.	21.07.2015-21.07.2015
Kopējais slāpeklis (Nkop), mg N/l	6.5 ± 0.8	LVS EN ISO 11905-1:1998	20.07.2015-20.07.2015
Ķīmiskais skābekļa patēriņš (KSP), mg/l	81 ± 12	LVS ISO 6060:1989	17.07.2015-17.07.2015
pH, pH vien.	7.5 ± 0.1	LVS EN ISO 10523:2012	20.07.2015-20.07.2015
Suspendētās vielas, mg/l	25 ± 3	LVS EN 872:2005	20.07.2015-20.07.2015

**Testēšanas rezultāti: Slocene 50 m lejpus ūdens krātuves**

Nosakāmais rādītājs, mērvienība	Rezultāts ar nenoteiktību	Testēšanas metodika	Analīzes izpildes datums
Bioķīmiskais skābekļa patēriņš (BSP5), mgO2/l	115 ± 20	DIN EN 1899-2, H55:1998	17.07.2015-22.07.2015
Izšķīdūšais skābeklis, mgO2/l	9.6 ± 0.3	LVS EN ISO 5814:2013	17.07.2015-17.07.2015
Kopējais fosfors (Pkop), mg P/l	1.40 ± 0.18	LVS EN ISO 6878:2005, 7.nod.	21.07.2015-21.07.2015
Kopējais slāpeklis (Nkop), mg N/l	5.3 ± 0.6	LVS EN ISO 11905-1:1998	20.07.2015-20.07.2015
Ķīmiskais skābekļa patēriņš (KSP), mg/l	173 ± 26	LVS ISO 6060:1989	17.07.2015-17.07.2015
pH, pH vien.	7.2 ± 0.1	LVS EN ISO 10523:2012	20.07.2015-20.07.2015
Suspendētās vielas, mg/l	45 ± 6	LVS EN 872:2005	20.07.2015-20.07.2015

**Informācija par testēšanas metodikām:**

Nosākamais rādītājs	Metodika	Metodes princips	MDL	QL
Bioķīmiskais skābekļa patēriņš (BSP5)	DIN EN 1899-2, H55:1998	Spiediena mērījumi	3.4 mgO <sub>2</sub> /l	6.0 mgO <sub>2</sub> /l
Izšķīdūšais skābeklis	LVS EN ISO 5814:2013	Elektroķīmiskās zondes metode	0.7 mgO <sub>2</sub> /l	2.3 mgO <sub>2</sub> /l
Kopējais fosfors (Pkop)	LVS EN ISO 6878:2005, 7.nod.	Mineralizācija ar persulfātu, spektrofotometrija, amonija molibdāta metode	0.0014 mg P/l	0.0043 mg P/l
Kopējais slāpeklis (Nkop)	LVS EN ISO 11905-1:1998	Mineralizācija ar persulfātu, segmentētas plūsmas spektrofotometrija, Cd kolonnas metode	0.02 mg N/l	0.06 mg N/l
Suspendētās vielas	LVS EN 872:2005	Gravimetrija	0.6 mg/l	2.1 mg/l
pH	LVS EN ISO 10523:2012	Elektrometrija		
Ķīmiskais skābekļa patēriņš (KSP)	LVS ISO 6060:1989	Titrimetrija	7 mg/l	25 mg/l

**Piezīmes:**

## 1. Lietotie saīsinājumi:

MDL - metodes detektēšanas robeža;

QL - kvantitatīvi nosakāmā koncentrācija

## 2. Rezultāti, kas mazāki par MDL, uzdoti ar zīmi „&lt;”. Rezultāta nenoteiktība tiek uzdota tad, ja rezultāts ir lielāks vai vienāds ar QL. Uzdotā nenoteiktība ir paplašinātā nenoteiktība, kas aprēķināta, izmantojot pārklāšanās koeficientu 2, kurš nodrošina apmēram 95% ticamības līmeni. Nenoteiktību novērtējumu var saņemt, nosūtot pieprasījumu uz e-pastu: laboratorija@lvgmc.lv;

## 3. Neakreditētās metodikas atzīmētas ar „\*\*”.

## 4. Elastīgās sfēras metodikas atzīmētas ar „e”.

## 5. Suspendēto vielu noteikšanai izmantoti Frisenette ApS stiklašķiedras filtri GA, poru izmērs 1.6 μm

## 6. Paraugā (Slocene 50 m lejpus ūdens krātuves) alģes

*Testēšanas rezultāti attiecas tikai uz konkrēto testēšanas paraugu.**Bez LVGMC Laboratorijas rakstiskas piekrišanas nav atļauta**testēšanas pārskata reproducēšana nepilnā apjomā.**Testēšanas pārskats sagatavots elektroniski un derīgs bez paraksta*