



2004-2006 m. Bendrojo programavimo dokumento 2 prioriteto „Žmogiškųjų išteklių plėtra“ 4 priemonė „Mokymosi visą gyvenimą sąlygų plėtra“

Projekto sutarties numeris: **ESF/2004/2.4.0-K01-160/SUT-261**

Projekto pavadinimas: **Inovatyvūs mokymosi metodai ir naujausios technologijos gamtos mokslų bakalauro rengimui**

APL 211. APLINKA IR VYSTYMASIS

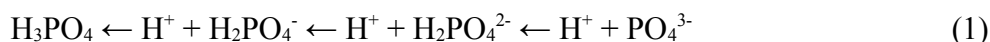
Laboratorinis darbas

**PAVIRŠINIŲ VANDENS TELKINIŲ UŽTERŠTUMO
FOSFORO JUNGINIAIS NUSTATYMAS**

Fosforas (P), kaip ir azotas (N) priskiriamas prie svarbiausių biogeninių elementų. Fosforas dažnai apibūdina augalų ir autotrofinių gyvūnų, mintančių neorganinėmis medžiagomis, produktyvumą vandenyje. Jis ypač svarbus biologinio metabolizmo procesams, tačiau jo kiekis hidrosferoje dažniausiai yra nedidelis ir limituoja vandens ekosistemų biologinį produktyvumą net ir tada, kai kitų maisto medžiagų pakanka.

Į paviršinius vandenis fosforas patenka iš dirvožemio, išskiriamas kaip vandens organizmų gyvybinės veiklos bei irimo produktas, su pramoninėmis, buitinėmis ir žemės ūkio nuotekomis. Fosfatai žemės ūkyje naudojami kaip trąšos ir jų likučiai iš dirvos su krituliais ar paviršiniu nuotėkiu patenka į vandens telkinius, kur stimuliuoja mikro- ir makroorganizmų augimą, dumblių dauginimąsi, sukelia eutrofikaciją, blogina vandens kokybę. Fosforo junginiai įeina į skalbimo ir valymo priemonių, vandenį minkštinančių medžiagų sudėtį. Į vandens telkinius patenkančio fosforo kiekis priklauso nuo žemės naudojimo paskirties, baseino geologijos ir morfologijos, dirvožemio produktyvumo ir dėl žmogaus veiklos patenkančio fosforo junginių kiekio.

Paviršiniame vandenyje fosforo junginiai gali būti ištirpę, koloidų ir skendinčių dalelių pavidalo. Fosforas gali būti organinių ir neorganinių (ortofosfatų, polifosfatų) junginių formose. Gamtinėse ekosistemose vyrauja mineralinis fosforas:



Neorganinių fosforo junginių formos priklauso nuo vandens pH. Esant pH daugiau kaip 6,5, fosfatai daugiausia yra HPO_4^{2-} pavidalo.

Biogeninių elementų koncentracija ir jos kaita priklauso nuo vandenyje vykstančių biologinių ir biocheminių procesų. Fosforo junginių koncentracijai būdinga sezoninė kaita. Mažiausia koncentracija paprastai būna vegetacijos sezono metu, kai vyksta intensyvi fotosintezė, o didžiausia šaltuoju metu, kai vyksta organinių medžiagų mineralizacija.

Pasaulio vandenynuose ir jūrose fosfatų koncentracija kinta nuo 0 iki 100 mg/l. Sausumos paviršinio vandens telkiniuose fosfatų koncentracija sudaro tik dešimtosios ar net tūkstantosios minėtų kiekių dalys, tačiau užterštuose telkiniuose ji gali siekti ir keletą miligramų litre. Suminio fosforo koncentracija neužterštame gėlame vandenyje dažniausiai kinta nuo 10 $\mu\text{g P/l}$ iki 50 $\mu\text{g P/l}$.

Gėluose ežeruose vyraujanti fosforo forma yra organiniai fosfatai, kuriuos vandenyje adsorbuoja mineralinės ir organinės dalelės. Tirpiajai mineralinio fosforo formai – ortofosfatams (PO_4^{3-}) tenka mažiau nei 10 % suminio fosforo.

Kadangi būtent fosforas dažniausiai limituoja paviršinių vandens ekosistemų biologinį produktyvumą, jo koncentracija vandenyje neblogai apibūdina trofinę būseną. 1 lentelėje pateikiama ežerų ir upelių klasifikacija pagal trofinę būklę. Tačiau pabrėžiama, kad upeliuose ir upėse biologinį produktyvumą limituoja ne vien tik fosforas, bet ir azotas. Didelė fosforo junginių koncentracija sukelia vandens telkinių eutrofikaciją¹, blogina vandens kokybę. Vandens telkinyje suveši vandens augalija, dumbliai, tai turi įtakos ir vandens faunos sudėčiai, jos gausėjimui.

1 lentelė. Vidutinė bendrojo fosforo koncentracija ($\mu\text{g/l}$) skirtingos trofinės būklės ežeruose ir upeliuose

Trofinė būklė	Ežerai	Upeliai
Oligotrofinė	<10	<25
Mezotrofinė	10 – 30	25 – 75
Eutrofinė	30 – 100	>75
Hipertrofinė	>100	

¹ vandens praturtinimas maisto medžiagomis (azoto ir fosforo junginiais), kuris pagreitina dumblių bei aukštesniųjų augalų augimą ir sukelia nepageidautiną organizmų vandenyje pusiausvyros sutrikimą ir vandens kokybės pablogėjimą.

Lietuvos ežerai pagal bendrojo fosforo kiekį skirstomi į 3 grupes: mezotrofinius su oligotrofiškumo bruožais (< 50 µg/l), mezotrofinius su eutrofiškumo bruožais (50 – 100 µg/l), eutrofinius ir hipertrofinius (>120 µg/l).

Fosfatų didžiausia leistina koncentracija (DLK) paviršiniuose vandens telkiniuose, atitinkančiuose žuvininkystei keliamus reikalavimus – 0,08 mg/l, bendrojo fosforo – 0,2 mg/l. Pagal fosfatų koncentraciją dauguma Lietuvos upių priskiriamos prie švarių ir mažai bei vidutiniškai užterštų. Stebimas upių vandens užterštumo fosfatinėmis medžiagomis mažėjimas. Fosforo koncentracija nukrito žemiau pavojingo eutrofikacijos požiūriu lygio – 0,05 mg/l. Ežeruose bendrojo fosforo koncentracija beveik niekada neviršija nustatytos DLK ir dažniausiai svyruoja 0,010 – 0,072 mg/l ribose.

Fosfatų nustatymas

Fosforo junginių koncentracija nustatoma vizualiniu – kolorimetriniu metodu su „Visocolor“ rinkiniu vandens analizei. Vizualinis – kolorimetrinis metodas tinka fosfatų jonų koncentracijos nustatymui paviršiniame, geriamajame vandenyje ir nuotekose. Su „Visocolor“ rinkiniu vandens analizei vandens kokybės tyrimai gali būti vykdomi lauko darbų metu ir laboratorijoje.

Fosfatų jonų koncentracijos nustatymo kolorimetriniu metodu esmė yra ta, kad fosfato jonai reaguoja su amonio molibdatu ir sudaro fosfomolibdato rūgštį. Rūgštis redukuojasi į intensyvios mėlynos spalvos molibdeną (kompleksą). Atsiradusios spalvos intensyvumas priklauso nuo fosfatų koncentracijos tirpale ir gali būti nustatytas vizualiai ar fotokolorimetru. Aptikimo riba 0,2 – 5 mg P/l.

Fosforo junginių analizė turi būti atliekama iš karto po vandens ėminio paėmimo arba ne vėliau kaip per 24 h nuo paėmimo mėginius saugant 2 -5 °C temperatūroje.

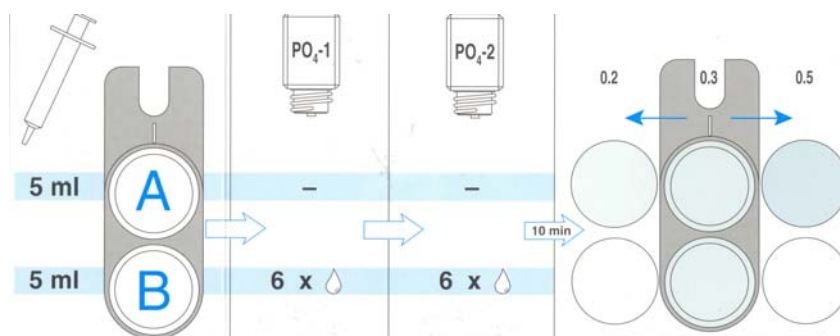
Prietaisai ir indai „Visocolor“ rinkinys
5 ml švirkštai (arba 5 ml pipetės)
stiklinės su kamščiais
komparatorius ir PO₄³⁻ koncentracijos nustatymo spalvų skalė

Cheminiai reagentai PO₄ – 1
PO₄ – 2

Darbo eiga

Fosfatų koncentracijos nustatymas

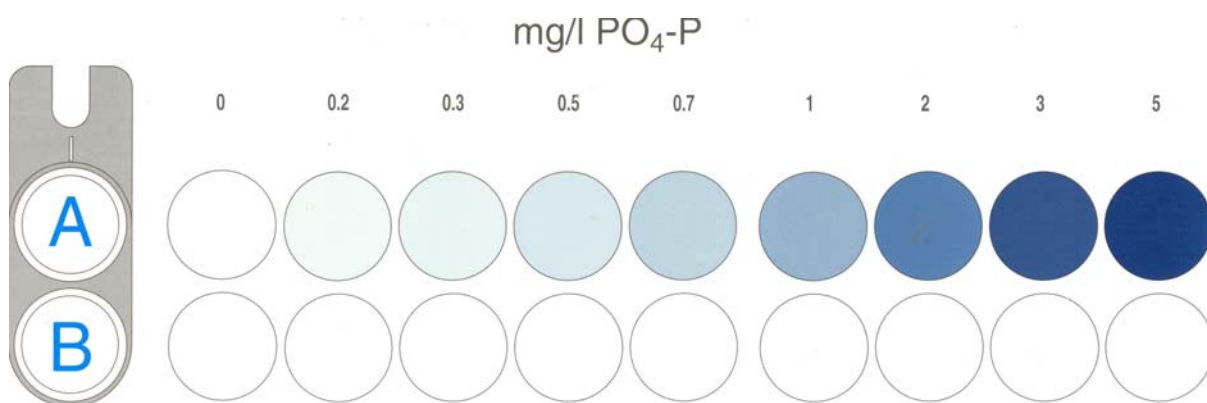
Bandymo schema pavaizduota 1 paveiksle.



1 pav. Fosfatų koncentracijos nustatymo schema

Į dvi matavimo stiklines su kamšteliu įpilti po 5 ml tiriamojo mėginio. Vandenį paimti matavimo švirkštu arba pipete. Vieną stiklinę įdėti į komparatoriaus poziciją A.

Kitus reagentus pilti tik į antrą stiklinę. Pirmiausia įlašinti 6 lašus $\text{PO}_4 - 1$ reagento. Uždengus gerai išmaišyti. Po to įlašinti dar 6 lašus $\text{PO}_4 - 2$ reagento ir uždengus vėl gerai išmaišyti. Palaukti 10 minučių. Tada atidengtą stiklinę įdėti į komparatoriaus poziciją B. Stumti komparatorių spalvų skalę kol sutaps vandens mėginių spalva su spalvų skalėje nurodytomis spalvomis (2 pav.).



2 pav. Fosfatų koncentracijos nustatymo spalvų skalė

Užsirašyti nurodytą fosfatų jonų koncentraciją.

Baigus darbą švariai išplauti indus ir sudėti į „Visocolor“ lagaminėlį.

Trukdantys veiksniai:

Vandenilio sulfido (H_2S) koncentracija iki 2 mg/l S yra leistina. Didesnė koncentracija gali būti sumažinta iki leistino lygio parūgštinus tiriamą mėginį.

Silikato koncentracija iki 20 mg/l netrukdo nustatymui. Tačiau didesnė koncentracija turi nedidelę įtaką nustatymo tikslumui.

Didesnė kaip 10 mg/l sunkiųjų metalų koncentracija sumažina spalvos intensyvumą, išskyrus vanadij, kuris didina spalvos intensyvumą.

Duomenų tvarkymas

Nustatyta fosfatų jonų koncentracija pasirinktuose vandens telkiniuose turi būti perskaičiuota į fosforo koncentraciją (c_P) pagal 2 lentelę.

2 lentelė. Fosforo koncentracijos perskaičiavimas

PO ₄ -P, mg/l	PO ₄ ³⁻ , mg/l	P ₂ O ₅ , mg/l
0,2	0,6	0,5
0,3	0,9	0,7
0,5	1,5	1,1
0,7	2,1	1,6
1	3	2
2	6	5
3	9	7
5	15	12

Remiantis gautais rezultatais atliekama pasirinktų vandens telkinių užterštumo fosfatais analizė. Gauti rezultatai turi būti palyginti su Lietuvos gėlųjų vandenų būkle ir teršiančių medžiagų DLK_{vid}.

Klausimai savarankiškam darbui

Kokios yra pagrindinės fosforo junginių formos gamtiniuose vandenyse?

Pagrindiniai fosforo junginių gamtiniuose vandenyse šaltiniai.

Vandens telkinių skirstymas pagal trofinę būklę.

Literatūra

1. Juknys, R. Aplinkotyra: bendrasis vadovėlis / Kaunas: VDU leidykla, 2005. – 334 p.
2. Kilkus K. Ežerotyra: vadovėlis aukštosioms mokykloms / Vilnius: Vilniaus universiteto leidykla, 2005. – 272 p.
3. Lietuvos upių vandens kokybės 2000 m. metraštis. Vilnius, 2002. 69 p. Aplinkos ministerija.
4. Smith V.H., Tilman, G.D., Nekola, J.C. 1999. Eutrofication: impacts of excess nutrient inputs on freshwater, marine, and terrestrial ecosystems // Environmental Pollution, V. 100, p. 179-196.
5. Tilickis, B., 2000. Vandens cheminė sudėtis kaita Lietuvos baseinuose . KU leidykla, Klaipėda, p. 199.

6. Tumas R. Vandens ekologija: vadovėlis aukštųjų mokyklų studentams / Kaunas: Naujasis lankas, 2003. – 352 p.