

TEMŲ GRUPĖ (PAKETAS): VANDENS KOKYBĖ

Problema. Vertindami vandens telkinio – upelio ar ežero – vandenį, dažnai sakome: „švarus vanduo“, „užterštas vanduo“, nesusimąstydami, kaip tą „švarumą“ pamatuoti. Paprastai „švarus“ mums atrodo skaidrus, bespalvis vanduo, o „užterštas vanduo“ kelia asociacijų su drumstomis, putojančiomis nuotekomis, srūvančiomis iš kanalizacijos vamzdžio ar vandenyje plūduriuojančiomis šiukšlėmis. Šie požymiai gali mus suklaidinti, nes pačios nuodingiausios medžiagos puikiai tirpsta vandenyje, neturi kvapo ar spalvos, o visiškai skaidrus ežeras gali būti be jokios gyvybės.

Norėdami įvertinti vandens kokybę, stebėti jos kitimą, aplinkos apsaugos specialistai atlieka *monitoringą*: matuoja įvairius vandens kokybės *parametrus*, kurie yra vandens kokybės rodikliai. Pagal juos sprendžiame apie vandens ekosistemų egzistavimo sąlygas.

Mokėdami įvertinti vandens kokybę, jūs galėsite ištirti savo vietovės vandens telkinius ir apie gautus rezultatus papasakoti savo draugams, tėveliams ir aplinkosaugininkams.

Parametras [gr. *parametron* – atmatuojantis] – dydis, apibūdinantis sistamos, proceso, reiškinio savybes.

Monitoringas, arba stebėseną [lot. *monitor* – išpėjėjas], – būklės stebėjimas, jos kitimo tendencijų vertinimas ir prognozavimas.

Dalykai: biologija, chemija.

Klasė: VII–VIII

Tikslai:

- aiškinantis organizmų įvairovę suprasti pagrindinius gyvybinius procesus, atpažinti pagrindines organizmų grupes ir jų prisitaikymo prie aplinkos reikšmę gyvybei išlikti;
- taikyti įgytas gamtos mokslų žinias ir gebėjimus sprendžiant įvairias kasdienio gyvenimo, aplinkotyros, aplinkosaugos ir darnios plėros problemas.

Uždaviniai:

- žinoti svarbiausius fizinius ir cheminius vandens kokybės rodiklius ir jų reikšmę vandens ekosistemos gyvybingumui;
- atpažinti pagrindinius vandens dugno bestuburius gyvūnėlius, sieti jų gyvenimo sąlygas su vandens kokybe;
- aiškintis vandens kokybės parametrų kitimo priežastis, susieti jas su žmogaus poveikiu aplinkai.

Numatomi mokinių gebėjimai:

- žinos svarbiausius fizinius ir cheminius vandens kokybės parametrus, gebės susieti juos su vandens kokybe;
- pažins pagrindinius vandens telkinio dugno bestuburius gyvūnėlius;
- gebės įvertinti vandens telkinio būklę pagal dugno bestuburių gyvūnėlių rūšinę sudėtį;
- aiškindamiesi naftos produktais užteršto vandens poveikį paukščiams, suvoks atsakomybę už gamtos išsaugojimą.

TEMA FIZINIAI IR CHEMINIAI VANDENS KOKYBĖS RODIKLIAI

Svarbiausi fiziniai ir cheminiai vandens kokybės rodikliai pateikti PRIEDE; susipažinkite su jais prieš pradėdami tyrimą.

Priemonės (mokinių grupei): termometras, 2 kolbos, distiliuotas vanduo, plonos guminės pirštinės, nešiojamoji vandens tyrimų laboratorija.

Trukmė: 1,5–2 val.

Eiga

1. Tiriant vandenį svarbu teisingai pasemti *mėginius*, kurie atspindėtų vandens telkinio būklę. Tyrimų rezultatai gali priklausyti nuo gylio (pavyzdžiui, arčiau dugno ištirpusio deguonies bus daugiau negu paviršiuje), todėl pasemkite vandens iš kelių skirtingų gylių.

2. Vandens *temperatūrai* pamatuoti termometrą reikia įtvirtinti kokiame nors indelyje, pavyzdžiui, plastmasės butelyje, su pririta virve (tuomet galėsite panardinti termometrą į norimą gylį). Termometrą vandenyje laikykite

apie 5 minutes. Ištraukus termometrą iš vandens, indelyje esantis vanduo padės išlaikyti nepasikeitusius termometro parodymus.

3. Nustatant vandens spalvą reikia ją lyginti su tokiu pat kiekiu distiliuoto vandens, supylus juos į vienodus indus. Vandens spalva apibūdinama palyginant abu indus balto popieriaus fone. Vandenyje esančios smulkios dalelės gali turėti įtakos spalvai suvokti, todėl vandenį perfiltruokite. Dažniausiai vanduo būna bespalvis, gelsvas, pilkas, rusvas, žalsvas.

4. Kitų vandens parametrų – vandenilio rodiklio (pH), ištirpusio deguonies, azoto ir fosforo junginių – tyrimai koncentracijai vertinti atliekami panaudojant nešiojamos vandens tyrimo laboratorijos priemones. Prieš matuodami, atidžiai išstudijuokite instrukciją.

5. *Vandens prisotinimas deguonies*

Cheminių reagentų dėka yra nustatoma absoliuti deguonies koncentracija. Norint įvertinti prisotinimą deguonies, duomenis reikia perskaičiuoti, atsižvelgus į vandens temperatūrą.

Lentelėje kiekvienai temperatūros vertei pateikiama ištirpusi deguonies koncentracija tomis sąlygomis, kai vanduo yra visiškai (100 proc.) prisotintas deguonies (lentelė paimta iš knygos: K. Matiukas, A. Kontautas. *Upės šalia mūsų* (Klaipėda, 1996).

Nustatę ištirpusio deguonies koncentraciją bandinyje, galite pagal lentelę apskaičiuoti, kiek vanduo yra prisotintas deguonies.

Pavyzdys

Tarkime, kad 12° C temperatūros vandenyje nustatėte 8,3 mg/l deguonies koncentraciją. Iš lentelės matome, kad kai prisotinimas yra 100 proc., deguonies koncentracija turėtų būti 10,43 mg/l.

Realus vandens prisotinimas deguonies apskaičiuojamas:

$$8,3 \times 100 \text{ proc.} / 10,43 = 79,6 \text{ proc.}$$

Deguonies vandenyje mažoka!

6. Išmatuotų vandens parametrų duomenis surašykite į *Fizinių ir cheminių vandens kokybės rodiklių lentelę*.

7. Pasiaiškinkite, kokią vandens telkinio būklę rodo gauti duomenys.

Ištirpusio deguonies koncentracija, kai yra visiškas prisotinimas (100 proc.):

Temperatūra (° C)	Ištirpusio deguonies (100 proc.) koncentracija (mg/l)	Temperatūra (° C)	Ištirpusio deguonies (100 proc.) koncentracija (mg/l)	Temperatūra (° C)	Ištirpusio deguonies (100 proc.) koncentracija (mg/l)
0	14,16	8	11,47	16	9,56
1	13,77	9	11,19	17	9,37
2	13,40	10	10,92	18	9,18
3	13,05	11	10,67	19	9,01
4	12,70	12	10,43	20	8,84
5	12,37	13	10,20	21	8,68
6	12,06	14	9,98	22	8,53
7	11,76	15	9,78	23	8,38

TEMA BIOLOGINIAI VANDENS KOKYBĖS RODIKLIAI

Vandens telkinio dugno bestuburiai gyvūnėliai (zoo-bentosas) yra palyginti „sėslūs“, todėl gali suteikti informacijos apie vandens kokybę.

Kiekvienos rūšies dugno gyvūnėliai turi savo pamėgtą vietą ir gerai jaučiasi esant tam tikroms vandens fiziniams ir cheminėms savybėms. Vieni jų gali gyventi palyginti įvairiomis sąlygomis, kiti yra jautrūs, reaguojantys į aplinkos pokyčius. Pastarieji gali būti vandens biologinės kokybės rodikliai.

Kuo švaresnis vanduo, tuo įvairesni gyvūnėliai jame gyvena. Gyvūnų įvairovės matas – aptiktų skirtingų rūšių skaičius. Svarbu, kiek kiekvienos rūšies gyvūnėlių rasite – ar jų daug, ar tik atsitiktiniai individai. Blogėjant vandens kokybei, išlieka tik atspariausios rūšys. Patys jautriausi dugno gyvūnėliai – ankstyvės ir lašalo lervos; šiek tiek atsparesni – šoniplauka ir apsiuvos lerva. Jeigu pakrantėje rasite šių gyvūnėlių, galite daryti išvadą, kad tarša čia nekelia problemų.

Vidutinio švarumo vandenyje rūšių skaičius paprastai esti mažesnis, o užterštame vandenyje tegali gyventi musės lervos ir tubifekasai.

Vandens kokybę įvertinti padės *Biologinių vandens kokybės rodiklių lentelė*.

Priemonės (mokinių grupei): graibštas vandens gyvūnėliams gaudyti, vonelė gyvūnėliams surinkti, 8–10 mažesnių indelių gyvūnėliams išrūšiuoti ir apžiūrėti, pincetas, švelnus šepetėlis, lupa, plonos guminės pirštinės, guminiai batai.

Trukmė: 1,5–2 val.

Eiga

Kiekvienos rūšies gyvūnėliai turi savo pamėgtas vietas, todėl norėdami surinkti kuo daugiau rūšių, kad galėtumėte įvertinti jų įvairovę, apžiūrėkite įvairias vietas: prie pat kranto žolių ir šiek tiek toliau nuo kranto, saulės apšviestoje vietoje ir medžių ar krūmų šešėlyje. Pasemkite grabštuku dugno sąnašų ir dumblo – nuplovę pro tinklėlį tekančiu vandeniu, rasite ten esančius gyvūnėlius.

1. Pasirinktoje vandens telkinio pakrantės vietoje surinkite 5 cm ir didesnius akmenis, medžio gabalus, šakas (vėliau juos padėkite į ankstesnę vietą). Atsargiai švelniu šepetėliu arba pincetu nurinkite nuo jų vandens gyvūnėlius, paleiskite juos į vonelę su vandeniu.

2. Padėkite graibštą ant dugno. Tarsi semdami ištraukite graibštą, šiek tiek pavilkdami jį dugnu; netraukite jo per daug greitai, nes vanduo pradės tekėti per viršų ir gyvūnėliai išslys iš graibšto. Iškratykite iš graibšto gyvūnėlius į vonelę su vandeniu.

3. Apžiūrėkite pro lupą sugautus vandens gyvūnėlius, išrūšiuokite juos, atsargiai pincetu perdėdami į atskirus indelius.

4. Pasinaudodami dugno bestuburių gyvūnėlių apibūdinimo schema, išsiaiškinkite jų rūšis ir užpildykite *Biologinių vandens kokybės rodiklių lentelę*.

5. Pasiaiškinkite, kokią vandens telkinio būklę rodo gauti duomenys.

TEMA AR NAFTA PAVOJINGA PAUKŠČIAMS?

Problema. Vandenyje netirpstantys naftos produktai (benzinas, tepalai, mazutas), pasklidę vandens telkinio paviršiuje, yra pražūtingi vandens paukščiams. Paukščių plunksnos, susitepę nafta, praranda savo termoizoliacines savybes: tarp pūkų nebelieka oro tarpų, kurie gerai sulaiko šilumą. Esant šaltam orui, paukštis gali sušalti, jeigu ant jo plunksnų patenka naftos tiek, kiek sudaro 2–3 kv. cm naftos dėmę. Įkvepiant smulkius naftos produktų lašelius, pažeidžiami paukščių plaučiai. Juos paukščiai praryja, bandydami nusivalyti plunksnas, todėl nukenčia paukščių vidaus organai.

Priemonės (mokinių grupei): įvairios paukščių plunksnos, negilus indas su vandeniu, aliejus (naftos produktų imitacija), pipetė, lupa, indų ploviklis.

Trukmė: 1–1,5 val.

Eiga

1. Paukščių plunksnos pritaikytos įvairioms funkcijoms: tvirtos sparnų ir uodegos plunksnos padeda skristi ir

vairuoti, dengiamosios ir kontūrinės plunksnos suteikia paukščio kūnui aptakią formą, o pūkai, tarp kurių daug oro tarpų, gerai sulaiko šilumą.

Apžiūrėkite pro lupą įvairias paukščių plunksnas, atkreipdami dėmesį į jų struktūrą. Palyginkite įvairias plunksnas.

2. Nusipieškite padidintą (žiūrint pro lupą) pasirinktos paukščio plunksnos vaizdą, išryškindami jos struktūrą. Sušlapinkite plunksną švariame vandenyje ir vėl ją apžiūrėkite; nusipieškite šlapios plunksnos padidintą vaizdą.

Kaip pasikeitė šlapios plunksnos struktūra?

3. Pipete įlašinkite į indą šiek tiek aliejaus. Atsargiai panardinkite plunksną į vandenį, imituokite paukščio judesius. Ištraukę iš vandens, apžiūrėkite pro lupą paukščio plunksną ir nusipieškite jos padidintą vaizdą. Ar skiriasi švariame vandenyje ir vandenyje su aliejumi sušlapintos plunksnos struktūra?

4. Atsargiai nuplaukite plunksną vandeniu su indų plovikliu ir leiskite išdžiūti. Dar kartą apžiūrėkite pro lupą: ar ji atgavo pirmąją struktūrą – tokią, kokia buvo prieš suvilgant vandeniu su aliejumi?

5. Aptarkite savo stebėjimus grupelėje. Kokią išvadą galėtumėte suformuluoti?

6. Visi kartu aptarkite, kaip naftos produktų galėtų patekti į vandens telkinius? Ar patys esate matę spalvotą (vaivorykštės spalvų) dėmių vandenyje? Kokių atsargumo priemonių reiktų imtis, kad naftos produktai nepakliūtų į vandenį?

Užduoties plėtojimas (namų užduotis):

1. Ištyrinkite, kokią poveikį naftos produktai daro vandens augalams. Tam prireiks 2 didelių indų (pavyzdžiui, 3 litrų talpos stiklainių), į kuriuos pasodinkite kelis vandens augalus. Įsitikinkite, kad augalai prigijo, ir pradėkite eksperimentą.

Į vieną iš indų įpilkite kokio nors naftos produkto arba aliejaus. Stebėkite ir lyginkite abiejų indų augalų būklę. Aptarkite, kaip naftos produktai veikia augalus.

2. Ar skaitėte spaudoje, internete, matėte per televiziją pranešimų apie avarijas, kurių metu į vandens telkinį (ežerą, upę, jūrą) išsiliejo naftos produktai? Kaip tuo metu buvo gelbėjami vandens paukščiai? Atsineškite žiniasklaidos informacijos pavyzdžių į klasę ir surenkite parodėlę. Pakvieskite kitų klasių vaikus ir pabūkite gidais, pasidalykite savo žiniomis.

3. Pasiteiraukite pažįstamų aplinkos apsaugos specialistų, ar jiems teko šalinti naftos produktų išsiliejimo padarinius. Kokias priemones jie panaudojo? Kokių kilo problemų?

PRIEDAI

FIZINIAI IR CHEMINIAI VANDENS KOKYBĖS RODIKLIAI TEMPERATŪRA

Temperatūra turi įtakos daugeliui vandenyje vykstančių cheminių ir biologinių procesų (pavyzdžiui, dujų – deguonies, anglies dioksido – tirpimas vandenyje, fotosintezės sparta ir kt.). Esant apie 10° C temperatūrai, atgyja vandens gyvūnija.

SKAIDRUMAS IR SPALVA

Skaidrumą lemia vandenyje plaukiojančių dalelių koncentracija. Skaidrumas sumažėja, jeigu vandenyje yra molio, dumblo, buitinių ar pramonės nutekamųjų vandenų dalelių, planktono.

Drumstas vanduo labiau sugeria šiluminius saulės spindulius, todėl greičiau sušyla. Šylant vandeniui, mažėja jame ištirpusio deguonies. Kadangi į drumstą vandenį patenka mažiau šviesos, čia silpniau vyksta fotosintezė ir dar labiau mažėja deguonies.

Vandenyje gali būti ištirpusių medžiagų, kurios jam suteikia spalvą – tai gali būti iš dirvožemio išplautos organinės medžiagos, geležies junginiai ir kt.

VANDENILIO RODIKLIS (pH)

Vandens (arba kito tirpalo) rūgštingumas apibūdinamas pagal vandenilio rodiklį pH. Kuo rūgštesnis tirpalas – tuo mažesnis jo pH.

Neutralių tirpalų pH = 7, rūgščių tirpalų pH < 7, šarminių tirpalų pH > 7.

Vandens rūgštingumas kinta dėl įvairių priežasčių. Pavyzdžiui, dieną augalai fotosintezės metu naudoja vandenyje ištirpusį anglies dvideginį, todėl pH padidėja. Palijus „rūgščiam“ lietuvi, kuriame yra ištirpusių orą teršiančių dujų, vandens pH mažėja – jis darosi „rūgštesnis“.

Nuo vandens pH priklauso vandens augalų ir gyvūnų būklė, nes jie yra prisitaikę gyventi esant tam tikram pH dydžių intervalui. Įvairių cheminių reakcijų greitis taip pat priklauso nuo pH.

Vandens telkiniuose pH dydis būna nuo 6,5 iki 8,5, šiek tiek skiriasi žiemą (6,8–8,5) ir vasarą (7,4–8,2).

IŠTIRPĘS DEGUONIS

Deguonies reikia daugeliui vandens gyvūnų ir augalų. Jo koncentracija gali keistis nuo 0 iki 14 mg/l, atsižvelgiant į tai, kokia yra temperatūra ir apšvietimas bei vandenyje vykstantys biocheminiai procesai.

Apšvietimas lemia vandens augalų fotosintezės intensyvumą, todėl dieną, esant geram apšvietimui, deguonies koncentracija vandenyje didesnė. Tamsoje fotosintezė nevyksta, tačiau augalai ir gyvūnai „kvėpuoja“, naudodami deguonį, ir jo vis mažėja.

Deguonies koncentracijai vandenyje turi įtakos temperatūra. Kaip ir kitos dujos, deguonis geriau tirpsta šaltesniame vandenyje – tuomet jo koncentracija, skaičiuojant mg/l, yra didesnė.

Vertinant ekosistemos būklę, svarbi ne absoliuti deguonies koncentracija, o tai, kiek vanduo yra prisotintas deguonies, tai išreiškus procentais. Kai vandens prisotinimas deguonies mažesnis už 90 proc., galima įtarti, kad vanduo užterštas organinėmis medžiagomis, kurias skaidydamos bakterijos naudoja deguonį.

BIOCHEMINIS DEGUONIES SUNAUDOJIMAS (BDS)

Biocheminis deguonies sunaudojimas (sutrumpintai – BDS) parodo, kaip sparčiai deguonį naudoja bakterijos, skaidydamos vandenyje esančias organines medžiagas. BDS didesnis tada, kai vanduo užterštas organinėmis medžiagomis.

Paprastai matuojamas BDS₅, t. y. kiek deguonies bakterijos sunaudoja per 5 paras, esant 20 °C temperatūrai, kurioje geriausiai skaidomos organinės medžiagos. Kol BDS₅ neviršija 4 mg/l, vandens telkinio ekosistema gali pati apsivalyti.

AZOTO JUNGINIAI

Vandens augalai azotą paprastai įsisavina nitratų (NO₃) ir amonio (NH₄) jonų pavidalu.

Nitratai gali pakliūti į vandenį su nutekamaisiais buitinių vandenimis arba gali būti išplaunami iš dirvožemio, ypač jeigu jis gausiai patręštas azoto turinčiomis trąšomis.

Amonio jonai į vandenį patenka skaidantis žuvusiems augalams ir gyvūnams. Gamtiniuose vandenyse jo koncentracija pavasarį yra mažesnė, vasarą – pradeda didėti. Dalyvaujant specialioms bakterijoms amonio jonai prisijungia deguonį ir virsta iš pradžių nitritais, o po to – nitratais.

FOSFORO JUNGINIAI

Fosforas gamtiniuose vandenyse paprastai įeina į fosfatų (jie turi PO₄ jonų) sudėtį. Fosfatai gali patekti į

gamtinius vandenį su buities nuotekomis, kuriose yra maisto atliekų, skalbimo priemonių su fosfatais, jie gali būti išplaunami iš gausiai fosforo turinčiomis trąšomis patręšto dirvožemio.

Vandens organizmų pusiausvyros nepažeidžianti fosfatų koncentracija – 0,1 mg/l, dalį jo greitai sunaudoja augalai ir dumbliai.

DUGNO BESTUBURIAI GYVŪNĖLIAI – VANDENS KOKYBĖS RODIKLIAI

ANKSTYVĖS LERVA

Klasė – *vabzdžiai*, iki 30 mm ilgio.

Randama tarp akmenų, kur yra pakankamai vandenyje ištirpusio deguonies.

LAŠALO LERVA

Klasė – *vabzdžiai*, iki 40 mm ilgio.

Randama po akmenimis, prisitvirtinusi prie augalų arba išsirausia urvelius.

APSIUVOS LERVA

Klasė – *vabzdžiai*, iki 50 mm ilgio.

Randama savo „namelyje“, sulipdytame iš šakelių, kriauklių nuolaužų, smėlio ar smulkių akmenukų.

ŠONIPLAUKA

Klasė – *vėžiagyviai*, iki 20 mm ilgio.

Randama ant smėlio, po akmenimis, tarp augalų, plaukioja įvairiame gylyje.

VANDENS ASILIUKAS

Klasė – *vėžiagyviai*, iki 12 mm ilgio.

Randamas po akmenimis, tarp pūvančių lapų.

DĖLĖ

Klasė – *dėlės*, iki 70 mm ilgio.

Randama dugne ir siurbtuku prisitvirtinusi prie augalų; gali gyventi ten, kur mažai deguonies.

MUSĖS LERVA

Klasė – *vabzdžiai*, iki 50 mm ilgio.

Randama labai užterštuose vandenyse.

TUBIFEKSAS

Klasė – *mažašerės*, iki 40 mm ilgio, rudai raudonos spalvos.

Gyvena vamzdeliuose, kuriuos pasidaro iš dumblo ir gleivių. Randama labai užterštuose vandenyse.

VANDENS KOKYBĖS VERTINIMAS
Fiziniai ir cheminiai vandens kokybės rodikliai

Data_____

Matavimus atliko:_____

mokykla

Parametras	Išmatuotas dydis

Išvados (panaudokite *Fizinių ir cheminių vandens kokybės rodiklių lentelę*):

VANDENS KOKYBĖS VERTINIMAS
Biologiniai vandens kokybės rodikliai

Data _____

Matavimus atliko: _____

_____mokykla

Bestuburiai dugno gyvūnėliai	Rastų individų skaičius
Ankstyvės lerva	
Lašalo lerva	
Apsiuvos lerva	
Šoniplauka	
Vandens asiliukas	
Dėlė	
Musės lerva	
Tubifeksas	

Išvados (panaudokite *Biologinių vandens kokybės rodiklių lentelę*):

DĖMESIO !

Atsparūs dugno bestuburiai gyvūnėliai gali gyventi ir užterštame, ir švariame vandenyje, o jautrūs gyvūnėliai – tik švariame. Vandens telkinio būklė nustatoma pagal rastus jautriausius gyvūnėlius. Pavyzdžiui, jeigu radote apsiuvos lervą ir vandens asiliuką, bet neradote nei ankstyvės, nei lašalo lervų, vandens būklė yra GERA.