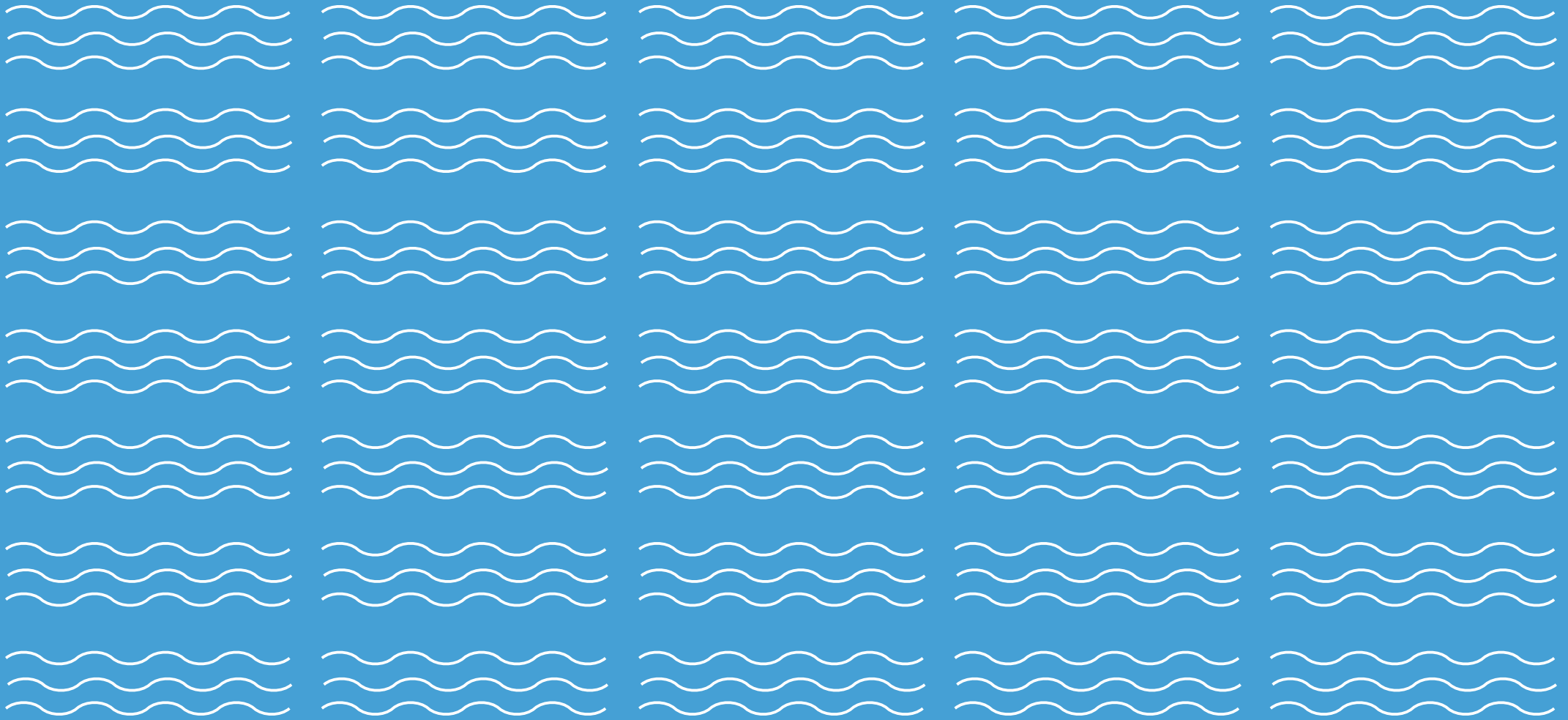




UNESCO ühendkoolide võrgustiku Läänemere Projekti (*The Baltic Sea Project*)

Tiigi- ja järvevaatluse programmi juhendmaterjal

UNESCO ühendkoolide võrgustiku Läänemere Projekti (*The Baltic Sea Project*) tiigi- ja järvevaatluste programmi juhendmaterjal

Väljaandja: Tartu loodusmaja, 2022

Koostajad: Pille-Riin Pärnsalu, Annelie Ehlvest

Keeletoimetaja: Leelo Laurits

Kujundus: Kati Kekkonen

Pildid: Pille-Riin Pärnsalu

Juhendmaterjal on valminud SA Keskkonnainvesteeringute Keskuse rahastatava projekti „Kestliku arengu eesmäärke toetavad UNESCO ühendkoolide võrgustiku ja Läänemere Projekti riiklikud ning rahvusvahelised tegevused 2020/2022” raames. Materjal ei pruugi väljendada Keskkonnainvesteeringute Keskuse vaateid.

Materjal on allalaetav veebist:

- ♦ [Tartu loodusmaja Läänemere Projekti kodulehelt,](#)
- ♦ [UNESCO Eesti Rahvusliku Komisjoni kodulehelt,](#)
- ♦ [Maailmakooli kodulehelt.](#)



Sisukord

Sissejuhatus

Panus harrastusteadusesse ja programmi aruandlus	1
Tiigi- ja järvevaatluse programmi ülesehitus ja vaatluste korraldus	2
Vaatluste sisu	3
Kus vaatlusi teha?	3
Vajalikud eeltööd enne vaatluse tegemist	3
Andmete sisestamine	5
Teised rakendused ja õpiäpid	6



Tiigi- ja järvevaatluse ülesanded, tööjuhised, vahendid ja abimaterjalid koos soovitustega eri vanuseastmetele

Tuulekiirus	7
Veekogu põhi	8
Sogasus/hägusus	8
Veetemperatuur	9
Vee värvus	9
Vee lõhn	9
Vesinikeksponent	9
Lahustunud hapnik	10
Elektrijuhtivus	10
Fosfaadid	11
Nitraadid	11
Ammoonium	11
Vee selgroogsete vaatlemine	12
Vee selgrootute vaatlemine	12

1. I KOOLIASTE	13
1.1. Seosed riikliku õppekavaga	13
1.2. Tiigi- ja järvevaatlusele eelnevad tegevused	13
2. II KOOLIASTE	15
2.1. Seosed riikliku õppekavaga	15
2.2. Tiigi- ja järvevaatlusele eelnevad tegevused	15
3. III kooliaste	17
3.1. Seosed riikliku õppekavaga	17
3.2. Tiigi- ja järvevaatlusele eelnevad tegevused	17
4. Gümnaasium	20
4.1. Seosed riikliku õppekavaga	20
4.2. Tiigi- ja järvevaatlusele eelnevad tegevused	20

JUHENDID	23
1. Juhend vee selgrootute vaatlemiseks	23
2. Juhend Secchi kettaga vee läbipaistvuse mõõtmiseks	23
3. Vernieri andurite kasutamise juhendid ja videod	24
4. EcoLabBoxi keskkonnaseisundi uuringute kohvri kasutamise juhend	24
Maailmahariduslikud meetodid	25
Soovitatavad abimaterjalid	27



Sissejuhatus

Eesti on järvederikas riik, mille territooriumist umbes 5% moodustavad looduslikud järved ja tehisveekogud. Kokku on Eestis järvi ligikaudu 1200, siia lisanduvad veel järvede nimestikust välja jäävad teised, väiksemad seisuveekogud ehk tiigid. Suurimad järved on Peipsi ja Võrtsjärv, mille olemus tulenevalt nende mastaabist on erinev väiksemate järvede iseloomust. Järved paiknevad üle riigi ebaühtlaselt, rohkete järvedega piirkonnad on näiteks Kagu- ja Lõuna-Eesti, kuid Lääne- ja Kesk-Eestis võib leida suuri alasid, kus silmapiiril ei ole ühtegi veekogu.

Käesolev materjal lihtsustab eri vanuses õpilaste kaasamist seisuveekogude – tiikide ja järvede – uurimisse, õpetades neid märkama elurikkust ja analüüsima vaatlustulemusi ning toetab õpetajaid riikliku õppekava oskuste ja pädevuste arendamisel.

Materjal sisaldab metoodilisi juhendeid tiigi- ja järvevaatluste tegemiseks, viiteid erialakirjandusele ja alternatiivseid võimalusi uuringute läbiviimiseks ning õppeainete omavaheliseks lõimimiseks.

Materjal on välja toodud erinevate vanuseastmete vaatlusletede kirjeldused ja erinevused, seega on võimalus tiigi- ja järvevaatlust läbi viia esimesest kuni neljanda kooliastmeni, olenemata eelnevast ettevalmistusest veeuuringute alal. Ülesannete juures on välja toodud enne selle läbiviimist korratavad mõisted või eeltööd ning võimalused, kuidas tulemusi hiljem rakendada või nendega edasi töötada, näiteks uurimistöö koostamiseks.



Panus harrastusteadusesse ja programmi aruandlus

Vaatlusperioodi lõpus palume teil täita lühikese veebivormi (saadetakse võrgustiku liikmetele), kus tuleb märkida üldandmed vaatleja(te), vaatlusaja ja vaatluskoha kohta, et meil oleks ülevaade sellest, kui palju õpilasi ja koole on programmi oma õppetöös rakendanud.

Tiigi- ja järvevaatluste programmi kaudu saate panustada ka harrastusteadusse. Harrastusteadus (inglise keeles citizen science) on inimeste vabatahtlik panus teadusesse, nagu vaatluste tegemine, andmete talletamine ja analüüsimine või muu abistav tegevus. Harrastusteadlaste panus laiendab elurikkuse uurimise haaret, aidates andmeid koguda ka paikadest, kuhu teadlased ei jõua. Seega on vaatlustulemuste sisestamine avalikesse loodusvaatluste andmebaasidesse väga oluline.

Kui te teete tiigi- ja järvevaatlusi ning määrate koos õpilastega liigid, eriti III ja IV õppeastmes, palume määratud liigid sisestada eElurikkuse andmebaasi, kus nad on hiljem kättesaadavad kõigile teadlastele. Vaatlusi saavad sisestada nii õpetaja kui õpilased. Juhiseid leiate alajaotusest [Andmete sisestamine](#).

Käesoleva juhendmaterjali tööversiooni tutvustati KIKi poolt rahastatava projekti „Kestliku arengu eesmäärke toetavad UNESCO ühendkoolide võrgustiku ja Läänemere Projekti riiklikud ning rahvusvahelised tegevused 2020/2022” raames korraldatud tiigi- ja järvevaatluse programmi õppepäeval Viljandis 28.04.2022, misjärel seda täiendati vastavalt osalejate tagasisidele. Õppepäeval osales 16 õpetajat ja keskkonnahariduse spetsialisti ning 2 õpilast. Õppepäeva juhendajateks olid BSP tiigi- ja järvevaatluse programmijuht Pille-Riin Pärnsalu, jõe-vaatluse programmijuht Annelie Ehlvest, Tartu loodusmaja õpetajad Aire Orula ja Mai-Liis Vähi.



Tiigi- ja järvevaatluse programmi ülesehitus ja vaatluste korraldus

VAATLUSTE SISU

Tiigi- ja järvevaatlus annab võimaluse tutvuda koolilähedase seisuveekoguga, uurides nii tema füüsikalis-keemilisi kui ka bioloogilisi tegureid. Vaatlus koosneb neljast osast:

1. uurimisala kirjeldus,
2. vee füüsikalis-keemilised näitajad,
3. loomade vaatlus,
4. taimeruut.

Kõiki vaatlusi saab teostada eraldi, kuid uuritava veekogu üldpildi loomiseks on soovitatav viia läbi kõik vaatluse peatükid. Vaatlusi võib teha eraldi käikudena veekogu juurde, käsitledes ühel korral selgrootuid ning teisel korral taimi. Siinkohal on rangelt soovituslik mõlema organismigrupi uurimisel täita ära uurimisala kirjelduse ning vee füüsikalis-keemiliste näitajate osa, kuna see võib mõjutada vaatlustulemusi. Õpilased vajavad õpetajapoolset juhendamist ning eelnevat teema

sissejuhatust. Mitmed vaatlusvahendid on võimalik ise tunnis meisterdada või leida köögikappidest ja lauasahtlitest.

KUS VAATLUSI TEHA?

Koolidel, kus tiik või järv on lähedal, on tiigi- ja järvevaatluste tegemisel eelised – väiksem ajakulu ja ümbruse tundmine, õpilaste juba olemasolev isiklik side oma veekoguga jne. Kuid kui planeeritakse veidi kaugemal asuva veekogu juurde minekut, siis see eeldab tõsisemat planeerimist: transpordi organiseerimine, ka toidu- ja joogimoona kaasavõtmine jm. Samas võimaldab see rohkem „kaugekspeditsiooni” imitatsiooni ja vastavat planeerimist, millesse on väga soovitatav kaasata ka õpilased ise.

VAJALIKUD EELTÖÖD ENNE VAATLUSE TEGEMIST

1. Valitakse ca 50-meetrine kaldalõik, kuhu on olemas juurdepääs ja õpilaste vanust arvestades tagatud ka ohutus. Kui veekogu kallas on vaatlusala ulatuses varieeruv, näiteks erinev kaldamaterjal või taimestik, siis on soovituslik jagada õpilased väikesteks gruppideks, kes uurivad erinevaid osi. Hiljem on

soovitav saadud tulemusi võrrelda ning tuua välja kalda iseloomust või taimestikust tulenevad erinevused, nii leitud organismide gruppide kui ka veekeskkonnas tehtud mõõtmiste, nt temperatuuri kohta.

2. Valitakse, millised vaatlused veekogu ääres läbi viiakse sõltuvalt õpilaste vanusest ja täpsematest õppe-eesmärkidest ning prinditakse töölehed (vaatluslehed). Vaatluste töölehed on võimalik enne välitöid alla laadida kas tervikuna või erinevate vaatlusblokkide kaupa. Igale kooliastmele on koostatud eraldi vaatlusleht, vastavalt riiklikus õppekavas läbitavatele teemadele.

3. Prinditakse (ja võimalusel lamineeritakse) töörühmadele abimaterjalid elustiku määramiseks ([kaldaveetaimede määraja](#), [veetaimede määraja](#), [selgrootute määraja](#)); valitud ülesannetega töölehed gruppidele.

4. Pannakse valmis vajalikud vahendid kõigile töörühmadele, arvestades valitud vaatluse osi, õpilaste arvu ja töökorraldust. Vajalikud ja ka soovitatavad vahendid on nimetatud allpool erinevate konkreetsete kooliastmete juures tabelina.

5. Valmistatakse õpilased ette välitööks: tehakse sobivad valitud teemasse häälestavad eeltegevused, püstitatakse õpilastega koos vaatluste eesmärk, ootused, uurimisküsimused.

6. Tutvutakse valitud teemadega, mis vaatluseks on valitud ja nende vaatluste metoodika ning vahendite kasutamisega – tegevuste aja planeerimisel tuleks arvestada, kas õpilased näiteks oskavad juba termomeetrit kasutada või õpivad seda alles kohapeal, kas keemilisteks uuringuteks valitud vahendid on juba olnud kasutusel või mitte jne.

7. Räägitakse sobilikust riietusest ja jalanõudest välitöödel (nooremate õpilastega põhjalikumalt, vanematega meeldetuletusena).

NB! Vaatlusi tehes tuleb nii vahendite kui töölehtede puhul arvestada seda, et enamus asju saab tahes-tahtmata märjaks ja hiljem tuleb asjad ka kuivatada (sageli enne veel üle pesta). Ka seda on võimalik teha (kui ei saja) ülesandeid jagades vaatluste lõpus koos, kuid siis peaks olema kaasas kuivatusvahendid (käterätid või majapidamispaber). Asjade kuivatamise vajadus võimaldab arutleda õpilastega ka pindpinevuse ja märgumise teemat, nii et ka seda tegevust on võimalik õppetöös sisukalt ära kasutada. Kuid siis peab selleks eraldi planeerima ka veidi aega.

NB! Kui paberile prinditud vaatluslehed **mati laminaadiga** kiletada ja tulemusi neile kanda **hariliku pliiatsiga**, siis on neid võimalik korduvalt kasutada, kustutades pliiatsiga kirjutatud andmed peale andmete digitaliseerimist (*Google Drive* vaatlusvormi sisestamist). Lamineeritud vaatluslehtede eeliseks on ka see, et välitöödel töölehed ei märgu ja sel juhul ei ole ka vaja kirjutusaluseid.

ANDMETE SISESTAMINE

Peale vaatlusi saate järeltööna andmed sisestada tiigi- ja järvevaatluse *Google Drive* keskkonda vaatlusprotokolli [lisa link](#).

Neile, kes on oma andmed sisestanud, antakse ligipääs teiste programmis osalejate sisestatud andmetele Excel'i tabeli vormingus, mis võimaldab oma andmeid teistega võrrelda ja kasutada uurimistöös.

Et panustada harrastusteadusesse, palume määratud liigid sisestada eElurikkuse andmebaasi, kus nad on hiljem kättesaadavad kõigile teadlastele. Vaatlusi saab sisestada erinevate rakenduste kaudu, kuid eelistame Eesti rakendusi PlutoF ja Legulus, mille abil sisestatud vaatlused koondatakse eElurikkuse [BSP võrgustiku harrastusteaduse projekti alt](#).

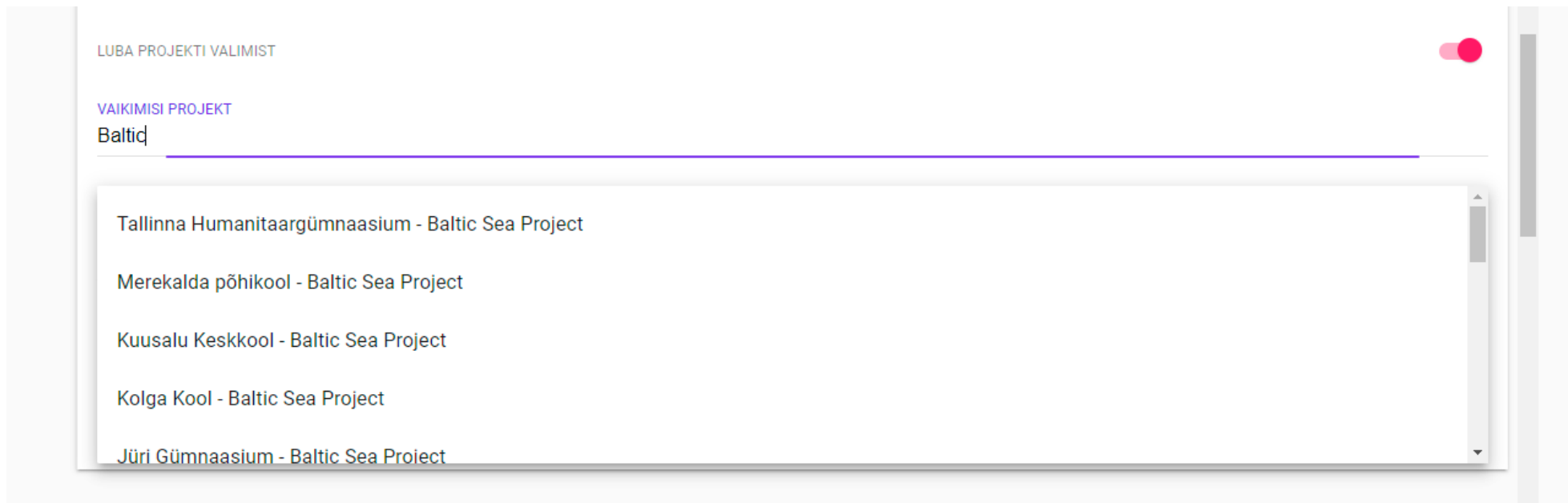
Esimese sammuna tuleb ennast registreerida [PlutoF platvormi kasutajaks](#). Sama kasutajatunnus kehtib nii Leguluse kui PlutoF platvormil.

PlutoF töölaud annab võimaluse mitu vaatlust korraga sisestada ning samuti määrata asukohta täpsemalt, kui seda võimaldab Legulus. Vaata PlutoF kohta lähemalt sellest videojuhendist.

Legulus on veebirakendus, mida saab kasutada nutiseadmes, et hõlpsalt üksikuid vaatlusi sisestada ka välitingimustes. Leguluse kasutamishandiku leiad siit, samuti on olemas ka videojuhend.

Selleks, et teha vaatlusi BSP projekti alt, tuleb seadetes valida BSP ja oma kooli nimega* projekt:

** Kui teie kooli nimi puudub süsteemis, võtke ühendust Läänemere Projekti koordinaatoriga.*



TEISED RAKENDUSED JA ÕPIÄPID

Liike aitavad tuvastada ja tundma õppida rakendused iNaturalist ja Seek. Erinevalt rakendusest iNaturalist, ei nõua rakendus Seek registreerumist ja sellepärast sobib ka alla 13-aastastele; samas see rakendus ei kogu isikuandmeid ega tuvasta täpset

asukohta. Rakenduse Seek ingliskeelsed juhised õpetajale on kättesaadavad [siit](#).

iNaturalisti ingliskeelsed õpetajate juhendid on kättesaadavad [siin](#) ja videojuhendid [siin](#).

Tiigi- ja järvevaatluse ülesanded, tööjuhised, vahendid ja abimaterjalid koos soovitustega eri vanuseastmetele

Järgnevalt tutvustatakse kõiki tiigi- ja järvevaatluse ülesandeid selles järjekorras, nagu nad on vaatluse programmi töölehtedes ja digitaalses sisestusvormis *Google Drive*. Iga ülesande juures on lühidalt kirjas:

- 1. ülesande taust** (olulisus veekogu kirjeldamise ja ökoloogia seisukohast ja seosed teiste vaadeldavate-möödetavate näitajatega),
- 2. mõõtmise/vaatlemise meetodid ja vahendid,**
- 3. osade tulemuste tõlgendamise alused,**
- 4. abimaterjalid.**

Lisaks on välja toodud iga kooliastme eripärad, nt enne vaatluste tegemist meeldetuletatavad mõisted, just sellele kooliastmele vajalike vahendite nimekirjad ning kuidas on vaatlused seotud riikliku õppekava kasvatuseesmärkidega. Soovitav on juhendmaterjali kõrvale avada vastava kooliastme vaatlusleht.



1. ÜLESANDE TAUST

TUULEKIIRUS

Tuulekiiruse mõõtmiseks kasuta anemomeetrit, selle puudumisel proovi kiirust määrata lähedalolevate objektide põhjal.

Tuulekiirus (m/s)	Nimetus	Tuule kiiruse määramine erinevate objektide põhjal
0–0,2	tuulevaikus	suits tõuseb vertikaalselt üles
0,3–1,5	vaikne tuul	suits kaldub kõrvale
1,6–3,3	kerge tuul	puulehed värisevad
3,4–5,4	nõrk tuul	väiksed oksad võnguvad
5,5–7,9	mõõdukas tuul	liiguvad keskmise jämedusega oksad
8,0–10,7	üsna tugev tuul	liiguvad peenikeste tüvedega puud
10,8–13,8	tugev tuul	painduvad keskmiste tüvedega puud
13,9–17,1	vali tuul	painduvad tugevamate tüvedega puud

17,2–20,7	tormine tuul	puuoksad murduvad puu küljest
20,8–24,4	torm	majade katused purunevad
24,5–28,4	tugev torm	puud murduvad
28,5–32,6	maru	suured purustused
suurem kui 32,7	orkaan	katastroofilised purustused

VEEKOGU PÕHI

Põhja iseloom on väga oluline nii taimedele kui loomadele. Liivasel, kivisel ja mudasel põhjal on üsna erinev elustik. Näiteks on teatud liigid spetsialiseerunud eluks kindla põhjaga veekogudes, kus selle iseloom dikteerib nii nende toitumist kui ka väljanägemist (näiteks puruvanade kestad). Lisaks loomadele võib veekogu põhja järgi teha järeldusi seal leiduvate taimede kohta, sest mõned liigid eelistavad liivast põhja ning nende kinnitustingimused ja toitainevajadused on väiksemad, teised eelistavad aga mudast põhja jne.

SOGASUS/HÄGUSUS

Hägusus on vee läbipaistvuse näitaja, mida mõjutab vee heljumi-, hõljumi- või võõrisesisaldus. Veekogudes, kus on sogane vesi, ei jõua päikesevalgus väga sügavale ja mõjutab seeläbi veealuste taimede kasvu, aga ka temperatuuri, mis omakorda mõjutab vee-elustikku. Näiteks võib suur hägusus mõjutada kalade hapniku omastamist lõpuste kaudu.

Sogasust mõõdetakse mõne järgneva vahendiga: elektrooniliselt Vernier anduriga (NTU), Secchi kettaga (ühikuks m), hägususe toruga (ühikuks cm).

Mõõtetulemuste hinnang elektroonilise Vernier anduriga mõõtes: väga tugevalt hägune (ka reovesi) 120–200 NTU; tugevalt hägune 70–120 NTU; kergelt hägune 51–70 NTU; selge vesi 11–50 NTU, kaevuvesi 0,05–10 NTU; joogivesi 0,05–1,5 NTU.

VEETEMPERATUUR (°C)

Temperatuur vees sõltub eelkõige aastaajast ja ilmastikust, kuid ka veekogu allikalisusest, vee värvusest, põhja iseloomust jm. Temperatuur veekogu erinevates sügavustes ja eri osades võib olla üsna erinev. Temperatuurist omakorda sõltub

vee-elustiku aktiivsus ja mitmed keemilised näitajad (näiteks mida kõrgem veetemperatuur, seda vähem lahustub seal hapnikku).

VEE VÄRVUS

Looduslik vesi sisaldab mitmesuguseid aineid, mis annavad veele värvuse. Värvuse hindamiseks on hea kasutada läbipaistva põhjaga luubitopsi, purki või pudelit ja vaadata vett selles valgel taustal (näiteks tööjuhendi peal). Ka valge Secchi ketas sobib vee värvuse vaatamiseks või valge plastlusikas.

VEE LÕHN

Normaalne vesi võiks olla praktiliselt lõhnatu. Benssiini, mädama vms selge lõhn viitab probleemidele vees.

VESINIKEKSPONENT (pH)

Vee happelisus sõltub pinnasest, vees lahustunud ühenditest ja mitmetest teistest teguritest. Liiga happelises või aluselises veekeskkonnas elustiku mitmekesisus väheneb. Looduslike

veekogude vee pH väärtused olenevad peamiselt vee süsinikdioksiidi ehk süsihappegaasi sisaldusest ja muutuvad üldjoontes sarnaselt CO₂ kontsentratsiooni muutustega.

LAHUSTUNUD HAPNIK (mg/l või %)

Lahustunud O₂ hulk vees sõltub veetemperatuurist, õhurõhust, vee voolukiirusest (kärestikel vesi rikastub hapnikuga), lagunevate ainete hulgast vees, veetaimede aktiivsusest jm. Hapnik on oluline kõigile lõpustega ja naha kaudu hingajatele – paljudele selgrootutele, kaladele, kahepaiksetele. Mõõdetakse elektroonilise mõõtevahendiga **lahustunud hapniku hulk vees** (mg/l) ja/või **suhtelist küllastusastet** (%).

Mõõtetulemuste hinnang (NB! Täpse hinnangu saad anda 20 °C proovi korral)

- ◆ Lahustunud hapniku hulk vees (mg/l): suurepärane >10 mg/l 20 °C juures, väga halb <6 mg/l
- ◆ Suhteline O₂ küllastusaste (%): suurepärane kui >35%, väga halb kui <10%

ELEKTRIJUHTIVUS

Puhas vesi on halb elektri juht, aga elektrit võivad juhtida vees esinevad lisandid, näiteks lahustunud soolad. Mida rohkem on vees lahustunud tahkeid osakesi, seda suurem on tema elektri juhtivus. Kõrgemal temperatuuril on lahustunud tahkeid osakesi vees rohkem. Iga 1-kraadise (°C) temperatuuri tõusuga kasvab elektri juhtivus 2–3%. Mõõdetakse elektrooniliselt anduriga.

Mõõtetulemuste hinnang

- ◆ Ühikuks PSU ehk Practical Salinity Unit: suurepärane kuni 15 PSU, halb >15 PSU
- ◆ Ühikuks µS/cm: suurepärane 100–2000 µS/cm; väga halb >2000 µS/cm (madal tase 0,1–1 µS/cm (0,05 mg/l), keskmine tase 1–8 µS/cm (0,5 mg/l TDS), kõrge tase 8,1–10 µS/cm (5 mg/l TDS))
- ◆ µS – mikrosiimens; TDS (total dissolved solids) – vees lahustunud orgaanilised ja anorgaanilised ained ioonsel, molekulaarsel või kolloidsel kujul

FOSFAADID (PO_4^{3-} , mgP/l)

Lämmastiku- ja fosforiühendid, aga ka raua-, magneesiumi ja kaaliumiühendid on vajalikud toitained bakterite ja taimede kasvuks. Kõrge fosforisisaldus soodustab veekogude eutrofeerumist. Üldfosfori kontsentratsioonid üle 0,05 mg/l võivad vee-elustikku mõjutada, aga kontsentratsioonid üle 0,16 mg/l mõjutavad jõe elustikku juba kindlasti.

Mõõtetulemuste hinnang: 0–1 mg/l suurepärane, 1,1–4 mg/l hea, 4,1–10 mg/l kehv, üle 10 mg/l väga halb.

NITRAADID (NO_3^- , mgN/l)

Elusolendite elu jooksul ja nende surma järgselt vabaneb ammooniumi (NH_4^+), mille bakterid oksüdeerivad nitritiks (NO_2^-) ja seejärel nitraadiks (NO_3^-). Tsüanobakterid muudavad õhulämmastiku (N_2) otse nitraadiks (NO_3^-). Looduslikus vees on nitraatide tase tavaliselt 1 mg/l lähedal. Kontsentratsioonid üle 10 mg/l mõjutavad vee-elustiku olukorra kehvaks. Näiteks on lõhed tundlikud juba kontsentratsioonidele >0,06 mg/l. Hapnikupuudus vees aeglustab nitraaditsükli.

Mõõtetulemuste hinnang: väga hea 0–25 mg/l, hea 25–40 mg/l, halb 40–50 mg/l, väga halb üle 50 mg/l. Joogivees lubatud norm on 50 mg/l.

AMMOONIUM (NH_4^+ , mgN/l)

Ammoonium ja ammoniaak tekib vette nii looduslikes laguneprotsessides kui ka loomade väljaheidete lagunemisel. Ammoonium ja selle veega reageerimisel tekkiv ammoniaak on mürgised ühendid, mille kõrged kontsentratsioonid viitavad vee reostusele ja on elustikule ohtlikud. Ammooniumisisaldus väga hea kvaliteediga jõgedes on < 0,1 mgN/l, väga halva kvaliteediga jõgedes >0,6 mgN/l.

Mõõtetulemuste hinnang: väga hea 0,05–0,1 mg/l, hea 0,1–0,3 mg/l, keskine 0,3–0,45 mg/l, halb 0,46–0,6 mg/l, väga halb üle 0,6 mg/l. Joogivees ja kalamajanduses lubatud norm on 0,5 mg/l.

VEE SELGROOGSETE VAATLEMINE

Veeliste ja poolveeliste loomade seotus veekoguga võib olla väga tugev (elavad kogu aeg või osa oma elutsüklist vees), üsna tugev (elavad maismaal, kuid saavad toidu veekogust või veekogu kaldapiirkonnast) või ka nõrgem (näiteks loomad käivad veekogus joomas).

VEE SELGROOTUTE VAATLEMINE

Veekogude selgrootute mitmekesisus, liikide ja rühmade esinemine ning arvukus sõltub paljudest veekogu teguritest. Erinevad liigid on kohastunud erinevate tingimustega. Neid mõjutab veekogu voolukiirus, põhja iseloom, taimed, vee keemia. On hapnikunõudlikke liike ja orgaanilist reostust, eutrofeerumist ning kehvasid hapnikuolusid hästi taluvaid selgrootuid. Paljudele liikidele (eriti kodasid ehitavatele loomadele) on üsna oluline ka vee karedus ja vee happelisus. Veekogu erinevates mikroelupaikades (pinnal, kaldavee taimede vahel, sügavamal põhjale kinnitunult või setetesse kaevunult) toimetavad eri liigid ja rühmad.



1. I KOOLIASTE

1.1. SEOSD RIIKLIKU ÕPPEKAVAGA

Vaatlus toetab järgmiste riikliku õppekava I kooliastme loodusõpetuse ainekava õppe- ja kasvatuseesmärkide saavutamist:

- ◆ tunneb huvi looduse ja selle uurimise vastu ning kasutab julgelt loovust ja fantaasiat;
- ◆ liigub looduses turvaliselt, kahjustamata loodusväärtusi ja iseennast;
- ◆ teeb lihtsamaid loodusvaatlusi ning uurimuslikke tegevusi;
- ◆ teeb lihtsate vahenditega praktilisi töid, järgides juhendeid ja ohutusnõudeid;
- ◆ vormistab vaatlusinfo, teeb järeldusi ning esitleb neid;
- ◆ käitub loodushoidlikult ning järgib koostegutsemise reegleid.

1.2. TIIGI- JA JÄRVEVAATLUSELE EELNEVAD TEGEVUSED

Enne vaatlusele asumist tasub üle korrata järgmised mõisted: ilm, tuulesuund ja tuulekiirus, anemomeeter, temperatuur ja termomeeter, ilmakaared, selgroogsed, selgrootud, kudu, kullas, imetajad, linnud, kalad, kahepaiksed, kahv, luup, õis.

Lisaks mõistetele tuletage meelde mõningate vahendite kasutamise juhendid, näiteks luubiga vaatlemine, kahvaga kahlamine, termomeetri ja anemomeetriga mõõtmine, kompassiga ilmakaare määramine, joonlauaga mõõtmine ja sõlme sidumine.

Vaatlemiseks võiks õpilased jagada (olenevalt klassi suuruselt) kolmesteks või neljasteks gruppideks. Enne vaatlusega alustamist kontrollige üle vahendite olemasolu ning leppige kokku vahendite kasutamise tingimused (kõik, mis veekogu juurde tuuakse, viiakse ka peale vaatlust tagasi, iga grupp vastutab oma vahendite heaolu eest) ja korrake üle vee ääres tegutsemise ohutusreeglid.

[I kooliastme vaatlusleht](#)

Igal grupil on veekogu uurimiseks vaja järgmisi vahendeid:

- 💧 prinditud töölehed (vaatluslehed)
- 💧 kirjutusalus
- 💧 kirjutusvahend (niiske ilmaga on võimalik kirjutada hariliku pliiatsiga paberile või matt-laminaadiga kaetud töölehele)

Vastava vaatlusbloki teostamise juures vajaminevad vahendid:

1. Üldandmed	💧 anemomeeter 💧 kompass
2. Füüsikalise-keemilised vaatlused	💧 tühi läbipaistev veepudel või purk 💧 termomeeter (l kooliastme puhul n-ö basseinitermomeeter)
3. Loomade vaatlused	💧 selgrootute määramise leht 💧 valge kauss või muu hele anum, kuhu kahva sisu koos lisaveega mahuks 💧 kahv või sõel 💧 igale õpilasele üks supilusikas 💧 5–6 väiksemat topsti (näiteks luubitopsid või salatikarbid) 💧 luup (<i>suurema grupi puhul mitu grupi peale</i>)

4. Taimeruut	joonlaud 4,5 m nöör 4 grilltikku
--------------	--

Uurimiskomplekti on võimalik panna kokku ka kodustest vahenditest.



Uurimisvahendid võib varem tunnis [ise valmis meisterdada](#).

2. II KOOLIASTE

2.1. SEOSSED RIIKLIKU ÕPPEKAVAGA

Vaatlus toetab järgmiste riikliku õppekava II kooliastme loodusõpetuse ainekava õppe- ja kasvatuseesmärkide saavutamist:

- ◆ tunneb huvi loodusteaduste õppimise vastu;
- ◆ väärtustab uurimistegevust looduse tundmaõppimisel;
- ◆ arutleb loodusteadusliku uurimuse ja praktiliste tööde juhendite üle;
- ◆ analüüsib andmeid, teeb järeldusi ja esitab uuringu tulemusi;
- ◆ kirjeldab ja võrdleb organismide, ainete või protsesside sarnasusi ning erinevusi;
- ◆ hindab veekogu seisundit vaatlustulemuste põhjal.

2.2. TIIGI- JA JÄRVEVAATLUSELE EELNEVAD TEGEVUSED

Enne vaatlusele asumist tasub üle korrata järgmised mõisted: ilm, tuulesuund ja tuulekiirus, anemomeeter, temperatuur, termomeeter, ilmakaared, Secchi ketas, vee sogasus/hägasus, selgroogsed, selgrootud, kudu, kulles, imetajad, linnud, kalad, kahepaiksed, kahv, luup, kaldataimed, kaldaveetaimed, ujulehtedega taimed, põhjataimed, ujutaimed, veesisesed taimed, looduskaitsekategooria.

Lisaks mõistetele tuletage meelde mõningate vahendite kasutamise juhendid, näiteks luubiga vaatlemine, kahvaga kahlamine, termomeeter ja anemomeeter mõõtmine, kompassiga ilmakaare määramine, joonlauaga mõõtmine, keskmise väärtuse arvutamine ja sõlme sidumine.

Vaatlemiseks võiks õpilased jagada (olenevalt klassi suurusest) kolmesteks või neljasteks gruppideks. Igale grupile määrake oma roll, näiteks on üks grupp botaanikud, teine zooloogid ja kolmas keemikud/füüsikud. Rollide jagamiseks võib kasutada nimelisi kaelakaarte, vt [siit](#). Enne vaatluse alustamist arutlege õpilastega, millega vastavad erialainimesed igapäevatöös tegelevad.

Enne vaatlusega alustamist kontrollige üle vahendite olemasolu ning leppige kokku vahendite kasutamise tingimused (kõik, mis veekogu juurde tuuakse, viiakse ka peale vaatlust tagasi, iga grupp vastutab oma vahendite heaolu eest) ja korrake üle vee ääres tegutsemise ohutusreeglid.

[II kooliastme vaatlusleht](#)

Igal grupil on veekogu uurimiseks vaja järgmisi vahendeid:

- 💧 Prinditud töölehed (vaatluslehed)
- 💧 kirjutusalus
- 💧 kirjutusvahend (niiske ilmaga on võimalik kirjutada hariliku pliatsiga paberile või matt-laminaadiga kaetud töölehele)

Vastava vaatlusbloki teostamise juures vajaminevad vahendid:

1. Üldandmed	💧 anemomeeter 💧 kompass
2. Füüsikalise-keemilised vaatlused	💧 tühi läbipaistev veepudel või purk 💧 termomeeter (II kooliastme puhul n-ö basseinitermomeeter) 💧 Secchi ketas 💧 Vernieri andmelugeja (Vernieri eestikeelsed juhendid ja videod)
3. Loomade vaatlused	💧 selgrootute määramise leht 💧 valge kauss või muu hele anum, kuhu kahva sisu koos lisaveega mahuks 💧 kahv või sõel 💧 igale õpilasele üks supilusikas 💧 5–6 väiksemat topsti (näiteks luubitopsid või salatikarbid) 💧 luup (suurema grupi puhul mitu grupi peale)
4. Taimeruut	💧 kaldaveetaimede määramise leht 💧 veetaimede määramise leht 💧 joonlaud 💧 4,5 m nöör 💧 4 grilltikku

3. III kooliaste

3.1. SEOSSED RIIKLIKU ÕPPEKAVAGA

Vaatlus toetab järgmiste riikliku õppekava III kooliastme loodusteaduste ainekavade õppe- ja kasvatuseesmärkide saavutamist:

- ♦ väärtustab uurimistegevust loodusnähtuste tundmaõppimisel, kasutab julgelt loovust;
- ♦ oskab vaadelda ja esitada loodusteaduslikke küsimusi;
- ♦ oskab planeerida ja koostöös teiste õpilastega läbi viia uurimust;
- ♦ analüüsib andmete usaldusväärsust, mõistab korduskatsete vajadust;
- ♦ esitab tulemusi tabelitena;
- ♦ teeb kogutud andmete põhjal järeldusi;

- ♦ rakendab matemaatilisi teadmisi/oskusi loodusteaduslikke probleeme lahendades;
- ♦ hindab inimtegevuse positiivset ja negatiivset mõju populatsioonide ja ökosüsteemide muutumisele ning võimalusi lahendada keskkonnaprobleeme;
- ♦ määrab etteantud koha geograafilised koordinaadid.

3.2. TIIGI- JA JÄRVEVAATLUSELE EELNEVAD TEGEVUSED

Enne vaatlusele asumist tasub üle korrata järgmised mõisted: ilm, tuulesuund ja tuulekiirus, anemomeeter, temperatuur, termomeeter, ilmakaared, Secchi ketas, vee sogasus/hägasus, pH, vees lahustunud hapnik, selgroogsed, selgrootud, kudu, kulles, imetajad, linnud, kalad, kahepaiksed, kahv, luup, kalda- taimed, kaldaveetaimed, ujulehtedega taimed, põhjataimed, ujutaimed, veesisesed taimed, looduskaitsekategooria.

Lisaks mõistetele tuletage meelde mõningate vahendite kasutamise juhendid, näiteks luubiga vaatlemine, kahvaga kahlamine, termomeetri ja anemomeetriga mõõtmine, kompassiga ilmakaare määramine, joonlauuga mõõtmine, keskmise väärtuse arvutamine ja sõlme sidumine.

Vaatlemiseks võiks õpilased jagada (olenevalt klassi suuruselt) kolmesteks või neljasteks gruppideks. Igale grupile määrake oma roll, näiteks on üks grupp botaanikud, teine zooloogid ja kolmas keemikud/füüsikud. Rollide jagamiseks võib kasutada nimelisi kaelakaarte, vt [siit](#). Enne vaatluse alustamist arutlege õpilastega, millega vastavad erialainimesed igapäevatoos tegelevad.

Enne vaatlusega alustamist kontrollige üle vahendite olemasolu ning leppige kokku vahendite kasutamise tingimused (kõik, mis veekogu juurde tuuakse, viiakse ka peale vaatlust tagasi, iga grupp vastutab oma vahendite heaolu eest) ja korrake üle vee ääres tegutsemise ohutusreeglid.

[III kooliastme vaatlusleht](#)

Igal grupil on veekogu uurimiseks vaja järgmisi vahendeid:

- prinditud töölehed (vaatluslehed)
- kirjutusalus
- kirjutusvahend (niiske ilmaga on võimalik kirjutada hariliku pliiatsiga paberile või matt-laminaadiga kaetud töölehele)

Vastava vaatlusbloki teostamise juures vajaminevad vahendid:

1. Üldandmed	• anemomeeter • kompass
2. Füüsikalise-keemilised vaatlused	• tühi läbipaistev veepudel või purk • termomeeter (<i>1 kooliastme puhul n-ö basseinitermomeeter</i>) • Secchi ketas (<i>juhendi Secchi ketaga mõõtmise kohta leiab kogu juhendi lõpust</i>) • Vernieri andmelugeja (Vernieri eestikeelsed juhendid ja videod) • Vernieri sensorid: lahustunud hapnik, pH • pH mõõtmiseks vastav Vernieri sensor, lakmuspaber või indikaatorvedelik
3. Loomade vaatlused	• selgrootute määramise leht • valge kauss või muu hele anum, kuhu kahva sisu koos lisaveega mahuks • kahv või sõel • igale õpilasele üks supilusikas • 5–6 väiksemat topsi (<i>näiteks luubitopsid või salatikarbid</i>) • luup (<i>suurema grupi puhul mitu grupi peale</i>)

4. Taimeruut	• kaldaveetaimede määramise leht • veetaimede määramise leht • joonlaud • 4,5 m nöör • 4 grilltikku
--------------	---



4. Gümnaasium

4.1. SEOSSED RIIKLIKU ÕPPEKAVAGA

Vaatlus toetab järgmiste riikliku õppekava gümnaasiumiklasside loodusteaduste ainekavade õppe- ja kasvatus-eesmärkide saavutamist:

- ◆ arendab loodusteaduste- ja tehnoloogiaalast kirjaoskust, loovust ning süsteemset mõtlemist;
- ◆ saab süsteemse ülevaate elusloodusest ja selle tähtsamatest protsessidest ning kasutab korrektset bioloogia, keemia ja füüsika sõnavara;
- ◆ suhtub vastutustundlikult elukeskkonnasse, väärtustab bioloogilist mitmekesisust ning vastutustundlikku ja säästvat eluviisi, rakendab uurimistegevust loodusnähtuste tundmaõppimisel, kasutab julgelt loovust;
- ◆ kasutab bioloogia-, keemia- ja füüsikainfo leidmiseks erinevaid, sh elektroonilisi teabeallikaid, ning hindab kriitiliselt neis sisalduvat teavet;

- ◆ rakendab bioloogia, keemia ja füüsika probleemülesandeid lahendades loodusteaduslikku meetodit.

4.2. TIIGI- JA JÄRVEVAATLUSELE EELNEVAD TEGEVUSED

Enne vaatlusele asumist tasub üle korrata järgmised mõisted: ilm, tuulesuund ja tuulekiirus, anemomeeter, temperatuur, termomeeter, ilmakaared, Secchi ketas, vee sogasus/hägasus, pH, vees lahustunud hapnik, selgroogsed, selgrootud, kudu, kulles, imetajad, linnud, kalad, kahepaiksed, kahv, luup, kalda- taimed, kaldaveetaimed, ujulehtedega taimed, põhjataimed, ujutaimed, veesisesed taimed, looduskaitsekategooria.

Vaatlemiseks võiks õpilased jagada (olenevalt klassi suurusest) kolmesteks või neljasteks gruppideks. Igale grupile määrake oma roll, näiteks on üks grupp botaanikud, teine zooloogid ja kolmas keemikud/füüsikud. Rollide jagamiseks võib kasutada nimelisi kaelakaarte, vt [siit](#). Enne vaatluse alustamist arutlege õpilastega, millega vastavad erialainimesed igapäevatoos tegelevad.

Enne vaatlusega alustamist kontrollige üle vahendite olemasolu ning leppige kokku vahendite kasutamise tingimused (kõik, mis veekogu juurde tuuakse, viiakse ka peale vaatlust tagasi,

iga grupp vastutab oma vahendite heaolu eest) ja korrake üle vee ääres tegutsemise ohutusreeglid.

Gümnaasiumi vaatlusleht

Igal grupil on veekogu uurimiseks vaja järgmisi vahendeid:

- 💧 prinditud töölehed (vaatluslehed)
- 💧 kirjutusalus
- 💧 kirjutusvahend (niiske ilmaga on võimalik kirjutada hariliku pliiatsiga paberile või matt-laminaadiga kaetud töölehele)



Vastava vaatlusbloki teostamise juures vajaminevad vahendid:

1. Üldandmed	💧 anemomeeter 💧 kompass
2. Füüsikalis-keemilised vaatlused	💧 tühi läbipaistev veepudel või purk 💧 termomeeter (I kooliastme puhul n-ö basseinitermomeeter) 💧 Secchi ketas (juhendi Secchi ketaga mõõtmise kohta leiab kogu juhendi lõpust) 💧 Vernieri andmelugeja (Vernieri eestikeelsed juhendid ja videod) 💧 Vernieri sensorid (Vernieri eestikeelsed juhendid ja videod): pH, lahustunud hapnik, hägusus, temperatuur, elektrijuhtivus 💧 vee keemiliste keskkonnaseisundi uuringute kohver või muud vahendid fosfaatide, nitraatide ja ammooniumi sisalduse mõõtmiseks (nt EcoLabBox keskkonnaseisundi uuringute kohver) 💧 pH mõõtmiseks vastav Vernieri sensor, lakmuspaber või indikaatorvedelik

3. Loomade vaatlused	selgrootute määramise leht valge kauss või muu hele anum, kuhu kahva sisu koos lisaveega mahuks kahv või sõel igale õpilasele üks supilusikas 5–6 väiksemat topsi (näiteks luubi- topsid või salatikarbid) luup (suurema grupi puhul mitu grupi peale)
4. Taimeruut	kaldaveetaimede määramise leht veetaimede määramise leht joonlaud 4,5 m nõör 4 grilltikku



JUHENDID

1. JUHEND VEE SELGROOTUTE VAATLEMISEKS

- ◆ Täida valge anum poolest saadik veega.
- ◆ Kogu kahva või sõelaga veekogu põhjast proov. Selleks tõm-
ba kahva mööda veekogu põhja. Kalla kahva sisu valgesse
anumasse. Kui kahva sisse sattus liiga palju pinnast, siis on
soovitav seda vees loputada, et hiljem kausis olev vesi
oleks selgem ning sealne elustik paremini nähtav. Loputa
kahv peale proovivõttu veekogus, et sinna jäänud organis-
mid ei saaks hukka.
- ◆ Täitke luubitopsid või muud väiksemad anumad veega.
Tõstke lusikatega organismid erinevatesse anumatesse.
NB! Pane tähele, et looduslik valik jätkub ka proovikausis!
Seega tasub erinevad organismid paigutada erinevatesse
anumatesse. Näiteks ei tasu teiste organismidega kokku
panna erinevaid kaane ja ujureid.
- ◆ Võrdle oma tulemusi teiste gruppide tulemustega.

- ◆ Transpordi kindlasti peale proovide läbitöötamist kõik orga-
nismid ettevaatlikult tagasi nende algmesse elukohta. Vaja-
dusel loputa selleks proovikausse ja kogumistopse.

2. JUHEND SECCHI KETTAGA VEE LÄBI- PAISTVUSE MÕÕTMISEKS

Secchi ketast kasutatakse vee läbipaistvuse mõõtmiseks. Selle
nähtavus sõltub hõljuvate ja vees lahustunud ainete hulgast.

Secchi kettaga mõõtmiseks:

1. lase ketas aeglaselt vette, kuni ketta valgeid osi ei ole enam
näha,
2. märgi nööri asukoht, kus see puudutas veepinda,
3. tõmba ketas veest välja ning mõõda, kui pikk osa nöörist
oli vee all,
4. tee mitu mõõtmist, arvuta nende keskmine tulemus.

Mõõtmise meetodeid on teisigi. Siit leiab [Meremuuseumi õpe-
tuse](#), kuidas Secchi kettaga vee läbipaistvust mõõta.



Secchi ketas

Kui vaatlejal Secchi ketast ei ole, saab selle ise valmistada. Juhendeid leiab [siit](#).

3. VERNIERI ANDURITE KASUTAMISE JUHENDID JA VIDEOD

4. ECOLABBOXI KESKKONNASEISUNDI UURINGUTE KOHVRI KASUTAMISE JUHEND (EESTI- JA VENEKEELSED JUHENDID JA VIDEO)



Maailmahariduslikud meetodid

TUNNIKAVA: KUIDAS MÕJUTAB MÕNE VEEKOGU KADUMINE IGAPÄEVAELU (ARAALI MERE NÄIDE)?

Vanus: 13–18

Ainete lõiming: inglise keel, geograafia, bioloogia, füüsika

Iseloom: grupitöö (3–4 õpilast grupis)

Sissejuhatus (10 min): Araali mere paiknemine ja iseloom

1. Õpilased uurivad interneti abil Araali merd. Koostavad plakati, millele kannavad järgneva info:

- ▶ paiknemine kaardil (pindala, kuju; võimalusel kasutada eelnevalt väljaprintitud kaarti)
- ▶ veekogu sisse- ja väljavoolud

▶ ala taimestik

▶ ala kliima

Araali merega seotud keskkonnaprobleemid (20 min)

Õpilased loevad läbi ühe allolevatest artiklitest (*soovitav on kasutada erinevaid artikleid ning hiljem neid omavahel võrrelda*). Artiklist saadud info kantakse plakatile.

[Artikkel 1](#)

[Artikkel 2](#) (kõige pikem, jagada osadeks)

[Artikkel 3](#)

- ▶ Millised keskkonnaprobleemid valitsevad Araali merel ja selle lähialadel?
- ▶ Millised keskkonnaprobleemid võivad Araali mere piirkonnas süveneda?
- ▶ Kuidas mõjutavad Araali merega seotud keskkonnaprobleemid sind isiklikult?

Kokkuvõte (15 min)

Koostatakse nimekiri Araali mere keskkonnaprobleemidest ja nende lahendamise viisidest.

Järgmise tunni teemana on soovituslik käsitleda puuvilla tootmisega seotud keskkonnaprobleeme. [Abimaterjaliks](#).



Soovitavad abimaterjalid

- ◆ „Euroopa magevee elustik“, Malcolm Greenhalgh ja Danyš Ovenden, 2007
- ◆ [Peipsi järve õpimapp](#)
- ◆ [Metoodikavihik õpetajatele. Keskkonnahariduslikud projektid õpilastele.](#)
- ◆ [Vesi. Säätva arengu teemaline õpimapp.](#)
- ◆ [I ja II looduskaitsekategooriasse kuuluvad liigid](#)
- ◆ [III looduskaitsekategooriasse kuuluvad liigid](#)
- ◆ [EcoLabBoxi keskkonnaseisundi uuringute kohver \(eesti- ja venekeelsed juhendid ja video\)](#)

KALAD

- ◆ [KalaAju](#)
- ◆ [Kalafoor](#)
- ◆ [Eesti kalad](#)
- ◆ [Mageveekalade määraja](#)
- ◆ [Eesti mageveekalade määraja \(värviline\)](#). Sama trükis on leitav ka [vene ja inglise keeles](#).
- ◆ Rakendus „[Eesti kalad](#)“

KAHEPAIKSED

- ◆ [Eesti kahepaiksete välimääraja](#)
- ◆ [Kahepaiksete määramisabi](#)

SELGROOGSED

- ◆ [„Imetajad. Õppekogumik“](#), Külli Kalamees-Pani, Aivo Tamm, Veljo Runnel, 2011
- ◆ „Kes siin oli? Loomade ja lindude jäljed“, Preben Bang ja Preben Dahlstrom, 2007

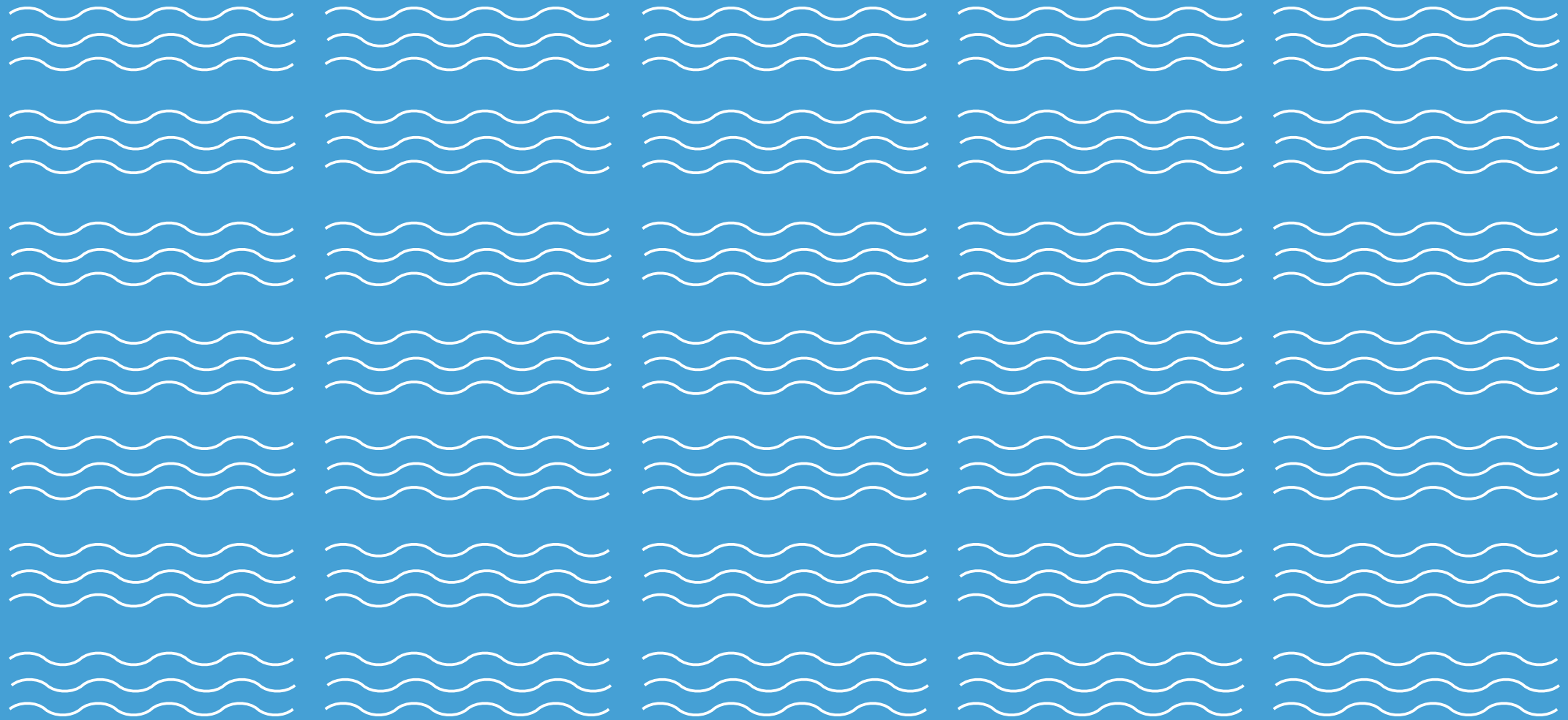
SELGROOTUD

- ◆ [Eesti kiilide määraja](#)
- ◆ [Eesti sisevete suurselgrootute määraja](#)
- ◆ [Selgrootute määraja Peipsi järve näitel](#)
- ◆ [Aktiivõppematerjal II „Teod ja karbid õpetavad“](#), Annelie Ehlvest
- ◆ [Vee-elustiku mapp](#)
- ◆ [Pisiloomi magevees ja selle piiril](#)



TAIMED

- ◆ [Veetaimede määraja Peipsi järve näitel](#)
- ◆ [Kaldaveetaimede määraja Peipsi järve näitel](#)
- ◆ [Eesti eFlora](#)
- ◆ „Eesti taimede määraja“, 2010
- ◆ „Eesti taimede kukeaabits“, Toomas Kukk, 2009



Tartu loodusmaja, 2022

