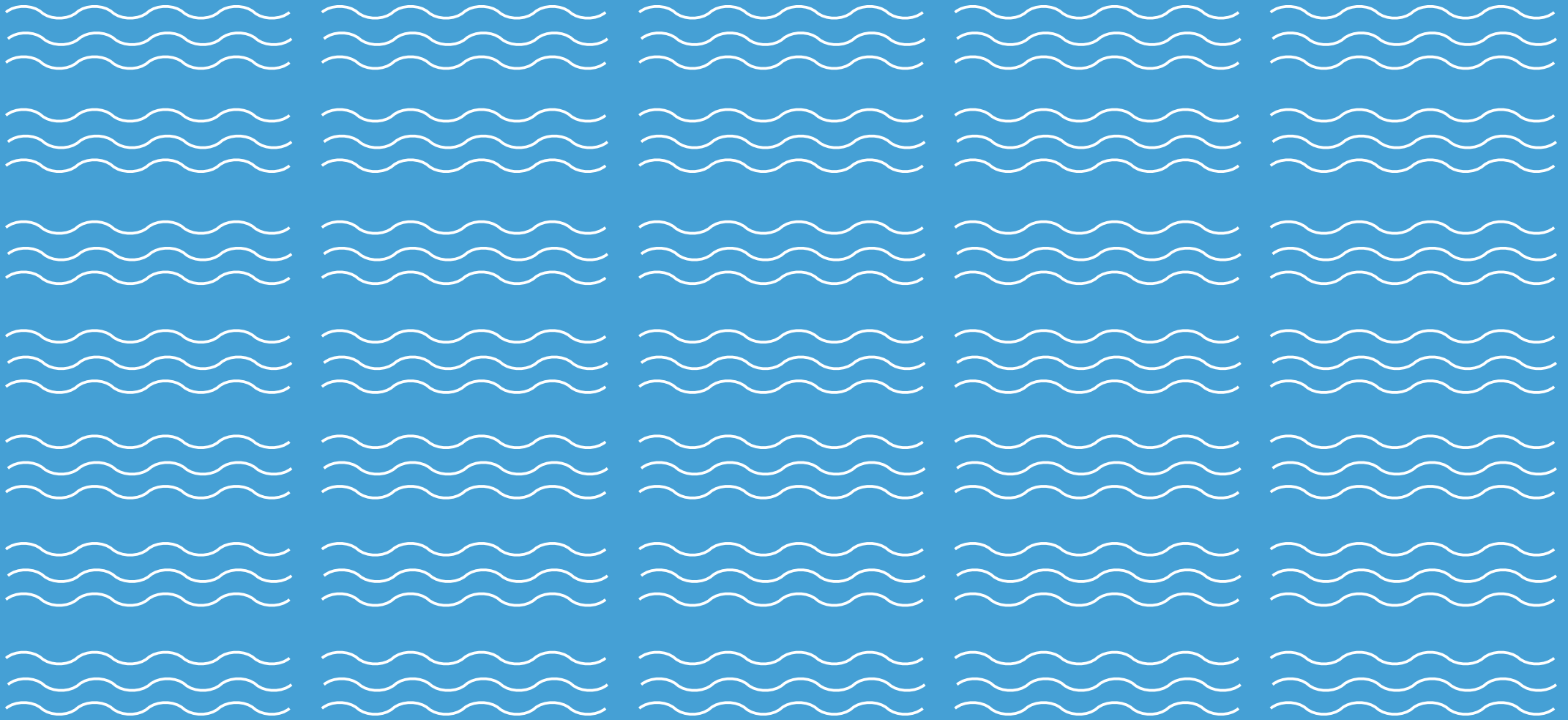




UNESCO ühendkoolide võrgustiku Läänemere Projekt (*The Baltic Sea Project*)

# Jõevaatluse programmi juhendmaterjal

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

**Väljaandja:** Tartu loodusmaja, 2022

**Koostajad:** Annelie Ehlvest, Henn Timm (vooluveekogu suurselgrootute konsultant), Sirje Vilbaste (vooluveekogu mikroelustiku konsultant), Pille-Riin Pärnsalu, Mai-Liis Vähi, Maria Ivanova

**Keeletoimetaja:** Leelo Laurits

**Kujundus:** Kati Kekkonen

**Pildid:** Heli Ilipe-Sootak, Maria Ivanova

Juhendmaterjal on valminud SA Keskkonnainvesteeringute Keskuse rahastatava projekti „Kestliku arengu eesmärgke 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,](#)
- ♦ [Keskkonnahariduse portaalist,](#)
- ♦ [Maailmakooli kodulehelt.](#)



# Sisukord

|                                                         |   |
|---------------------------------------------------------|---|
| Sissejuhatus                                            | 1 |
| Panus harrastusteadusesse ja programmi aruandlus        | 2 |
| Jõevaatluse programmi ülesehitus ja vaatluste korraldus | 3 |
| Vaatluste sisu                                          | 3 |
| Kus vaatlusi teha?                                      | 3 |
| Vajalikud eeltööd enne jõevaatluse tegemist             | 3 |
| Andmete sisestamine                                     | 6 |
| Teised rakendused ja õpiäpid                            | 7 |

|                                                                                                                   |          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| <b>Jõevaatluse ülesanded, tööjuhised, vahendid ja abimaterjalid koos soovitustega erinevatele vanuseastmetele</b> | <b>8</b> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|

|                                    |          |
|------------------------------------|----------|
| <b>A. Vaatlejad ja vaatluskoht</b> | <b>8</b> |
|------------------------------------|----------|

|                                            |          |
|--------------------------------------------|----------|
| <b>B. Ilm ja jõe füüsikalised näitajad</b> | <b>9</b> |
|--------------------------------------------|----------|

|                        |    |
|------------------------|----|
| 1. Ilm                 | 9  |
| 2. Jõevee temperatuur  | 9  |
| 3. Voolukiirus (m/s)   | 10 |
| 4. Jõesängi profiil    | 12 |
| 5. Jõe sügavus         | 12 |
| 6. Jõe laius           | 12 |
| 7. Jõe lookelisuus     | 13 |
| 8. Jõe põhja kirjeldus | 13 |

## C. Taimed

|                                        |    |
|----------------------------------------|----|
| 1. Vetikad kivil                       | 15 |
| 2. Perifüütoni uurimine (lisaülesanne) | 15 |
| 3. Vetikad veepinnal ja veesambas      | 17 |
| 4. Taimegrupid                         | 17 |
| 5. Taimede katvus veepeegli            | 17 |

## D. Loomad 17

|                       |    |
|-----------------------|----|
| 1. Selgroogsed loomad | 17 |
| 2. Suurselgrootud     | 19 |

## G. Vee keemilised näitajad 21

|                                            |    |
|--------------------------------------------|----|
| 1. Vee värvus                              | 22 |
| 2. Vee lõhn                                | 22 |
| 3. Vesinikueksponent (pH)                  | 22 |
| 4. Sogusus/hägusus                         | 23 |
| 5. Lahustunud hapnik (mg/l või %)          | 23 |
| 6. Elektrijuhtivus                         | 24 |
| 7. Fosfaadid ( $\text{PO}_4^{3-}$ , mgP/l) | 24 |
| 8. Nitraadid ( $\text{NO}_3^-$ , mgN/l)    | 24 |
| 9. Ammoonium ( $\text{NH}_4^+$ , mgN/l)    | 25 |

## Jõevaatluste kohandamise võimalused erinevatele vanuseastmetele 26

|                   |    |
|-------------------|----|
| I ja II kooliaste | 26 |
| III kooliaste     | 30 |
| IV kooliaste      | 33 |





# Sissejuhatus

UNESCO ühendkoolide võrgustiku Läänemere Projekt (*The Baltic Sea Project*, BSP) loodi 1989. aastal Soome UNESCO rahvusliku komisjoni poolt eesmärgiga ühendada Läänemere-äärsete riikide kooliõpetajaid ja õpilasi tegutsema ühise eesmärgi nimel: kasvatada järgnevate põlvkondade keskkonnateadlikkust, toetada keskkonnasäästlikke hoiakuid ning õpetada noortele vajalikke oskusi muutuste märkamiseks ja uurimiseks neid ümbritsevas keskkonnas (kasutades fookuseks Läänemere ökosüsteemi). Läänemere Projekti tegevusi Eestis toetavad Haridus- ja Teadusministeerium ning Keskkonnainvesteeringute Keskus.

Jõevaatluste programm on ühe võimaliku tegevusena Läänemere projektis kasutusel olnud üle 20 aasta ja läbinud selle aja jooksul ka mitmeid muutusi. Käesolev juhendmaterjal käsitleb hetkel kasutuses olevat varianti.

Vaatluse tegemiseks on vajalik vooluveekogu olemasolu. Eesti vooluveekogude kohta leiab infot Eesti Maaülikooli jõe-teemalisest õpematerjalist „[Jõgede geomorfoloogia](#)“.

Läänemere Projekti jõevaatluste programmis osalemine võimaldab läbi viia uurimuslikku õpet, käsitleb vooluveekogude eripära ja ökoloogiat.

Programm seostub Eesti riikliku õppekavaga ning toetab läbivate teemade omandamist ja õppeainete lõimimist: loodusaainete teemasid lõimitakse matemaatika, ühiskonnaõpetuse õpiväljunditega. Teemaga on võimalik siduda ka kunsti, koduloo ja keeleõppe teemasid. Juhendmaterjal abistab õpetajat välivaatluste korraldamisel, tegevuste reflekteerimisel ning seoste loomisel maailma tasemel.

Jõevaatlustega võib alustada õpetaja juhendamisel juba esimeses kooliastmes, kus õpilane saab teha lihtsamaid vaatlusi ning läbi erinevate tegevuste õppida. Vanematele õpilastele on võimalik planeerida pikemaajalisi õppeülesandeid, sh viia läbi uurimuslikke töid, pakkuda materjali loov- ja uurimistööde koostamiseks.

Koos eel- ja järeltegevustega on jõevaatluste tegemisel võimalik kasutada õppetöös mitmeid erinevaid meetodeid: arutelu, vaatlused, erinevad praktilised tööd (mõõtmised erinevate vahenditega, materjali kogumised, määramised, andmete tõlgendamine ja järelduste tegemine, rühmatöö, paaritöö, individuaalne töö, joonistamine, laulmine jm).

Siinse programmi juhendmaterjali tööversiooni tutvustati KIKi rahastatava projekti „Kestliku arengu eesmäärke toetavad UNESCO ühendkoolide võrgustiku ja Läänemere Projekti riiklikud ning rahvusvahelised tegevused 2020/2022“ raames korraldatud jõevaatluste õppepäeval Toilas 14.04.2022, misjärel seda täiendati vastavalt osalejate tagasisidele. Õppepäeval osales 11 õpetajat ja keskkonnahariduse spetsialisti ning 13 õpilast. Õppepäeva juhendajateks olid BSP jõevaatluste programmijuht Annelie Ehlvest, hüdrobioloog Sirje Vilbaste, Tartu loodusmaja spetsialistid Pille-Riin Pärnsalu ja Mai-Liis Vähi, kellega koostöös on käesoleva programmi juhendid ka valminud.

## Panus harrastusteadusesse ja programmi aruandlus

Vaatlusperioodi lõpus palume teil täita lühikese veebivormi, 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.

Jõevaatluste 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 haa-ret, aidates andmeid koguda ka paikadest, kuhu teadlased ei jõua. Seega on vaatlustulemuste sisestamine avalikesse loodusvaatluste andmebaasidesse väga oluline.

Kui te teete jõevaatlusi 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. Juhised leiate lingi alt [Andmete sisestamine](#).

# Jõevaatluse programmi ülesehitus ja vaatluste korraldus

## VAATLUSTE SISU

Jõevaatluse käigus on võimalik teha ilmavaatlusi, vaadelda/uurida jõe iseloomu (voolusängi kuju, lookelisust), vee füüsikalisi (voolukiirus, sügavus, põhja iseloom) ja keemilisi näitajaid ja jõe elustikku.

Jõevaatluses osalemiseks ei pea tegema kõiki vaatlusi/mõõtmisi, vaid valida võib neist sellised, mis vastavatele kooliastmetele sobivad ning õpetaja ja õppijate õppeesmärke kõige tõhusamalt toetavad.

## KUS VAATLUSI TEHA?

Koolidel, kus jõgi on lähedal, on jõevaatluste tegemises eelised – väiksem ajakulu ja ümbruse tundmine, õpilaste juba olemasolev isiklik side oma jõega jne. Kui planeeritakse veidi kaugemal asuva jõe juurde minekut, siis see eeldab tõsisemat

planeerimist: transpordi korraldamine, toidu- ja joogimoona kaasavõtmise kaalumine jms. Samas võimaldab see imiteerida „kaugekspeditsiooni“ ja sellele vastavat planeerimist, millesse on väga soovitatav kaasata ka õpilased ise.

## Vajalikud eeltööd enne jõe-vaatluse tegemist

**1.** Valitakse ca 100-meetrine jõelõik, kuhu on olemas juurdepääs ja kus on õpilaste vanust arvestades tagatud ka ohutus. Kui on valida aeglase ja kiirema vooluga kohti jõel, siis võiks eelistada võimalikult kiire vooluga lõiku ning kui klassi on võimalik jaotada, on huvitav teha vaatlus nii aeglasemal kui kiiremal lõigul. See võimaldab teha hiljem järeltööna ka erinevate lõikude võrdlust ja arutelu, kuidas näiteks voolukiirus, veekogu põhja iseloom ja elustik erinevates jõe osades sarnanevad/erinevad ja kuidas elustik keskkonnatingimustest sõltub.

**2.** Valitakse, millised vaatlused jõe ääres läbi viiakse sõltuvalt õpilaste vanusest ja täpsematest õppe-eesmärkidest ja prinditakse töölehed (vaatluslehed). Vaatluste töölehed on

võimalik enne välitöid alla laadida PDF-failidena kas tervikuna või erinevate vaatlusblokkide kaupa:

[Kõik koos;](#)

[Osa 1. füüsikalised parameetrid;](#)

[Osa 2. taimed;](#)

[Osa 3. loomad;](#)

[Osa 4. veekeemia](#)

või kohandada valikuliselt word-failis „[Jõe vaatluste protokoll ja juhendid koos tausta ja tõlgendusega](#)“, jättes vanusele mittemsobivad osad välja.

**3.** Järgmises peatükis „Jõe vaatluse ülesanded, tööjuhised, vahendid ja abimaterjalid koos soovitustega erinevatele vanuseastmetele“ käsitletakse kõiki jõe vaatluses kasutada olevaid ülesandeid: antakse nende kohta täpsemad selgitused, loetletakse vajalikud vahendid, antakse lühike ülevaade ülesande taustast ning jagatakse soovitusi, lähtudes sobivusest erinevatele kooliastmetele. Loodetavasti hõlbustab see ülesannete valimist jõe vaatluseks ettevalmistusi tehes.

**4.** Prinditakse (ja võimalusel lamineeritakse) tööruhmadele abimaterjalid elustiku määramiseks ([Jõe taimede määramisleht](#), [Vooluveekogude suurselgrootute määramise abivahend printimiseks](#)), valitud ülesannetega töölehed gruppidele.

**5.** Pannakse valmis vajalikud vahendid kõigile tööruhmadele, arvestades valitud vaatlusi, õpilaste arvu ja töökorraldust. Vajalikud ja ka soovitatavad vahendid on nimetatud allpool erinevate konkreetsete vaatlusülesannete juures.

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

**7.** 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 vahendeid on juba õppetöös kasutatud või mitte jne.

**8.** III ja IV kooliastmes võiks eeltööna kaasata õpilased ise planeerima ühistööna „Ekspeditsioon meie jõele“, kus lepitakse kokku eesmärkidest ja olemasolevatest vahenditest ning kasutada olevast ajast lähtuvalt, kui suured on tööruhmad, mida teevad kõik, mida osa rühmi, otsustatakse, millal ja kes digitaliseerivad leiuandmed ja kuidas muudmoodi tehakse kokkuvõtte ekspeditsiooni tulemustest (esitlused, plakatid, ühise dokumendina „Meie jõe hetkeseis ja avastused“) vms.

**9.** Lepitakse kokku „ekspeditsiooni“ logistika – kes mida kannab, milliste vahendite eest kes vastutab jms.

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

**NB!** Jõevaatlusi 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). Kui ei saja, võib ka selle töö teha ära juba vaatluste lõpus kõik 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 pärast andmete digitaliseerimist (skaneerimist või Google Drive'is olevasse 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 jõevaatluse Google Drive'i keskkonda [vaatlusprotokolli](#).

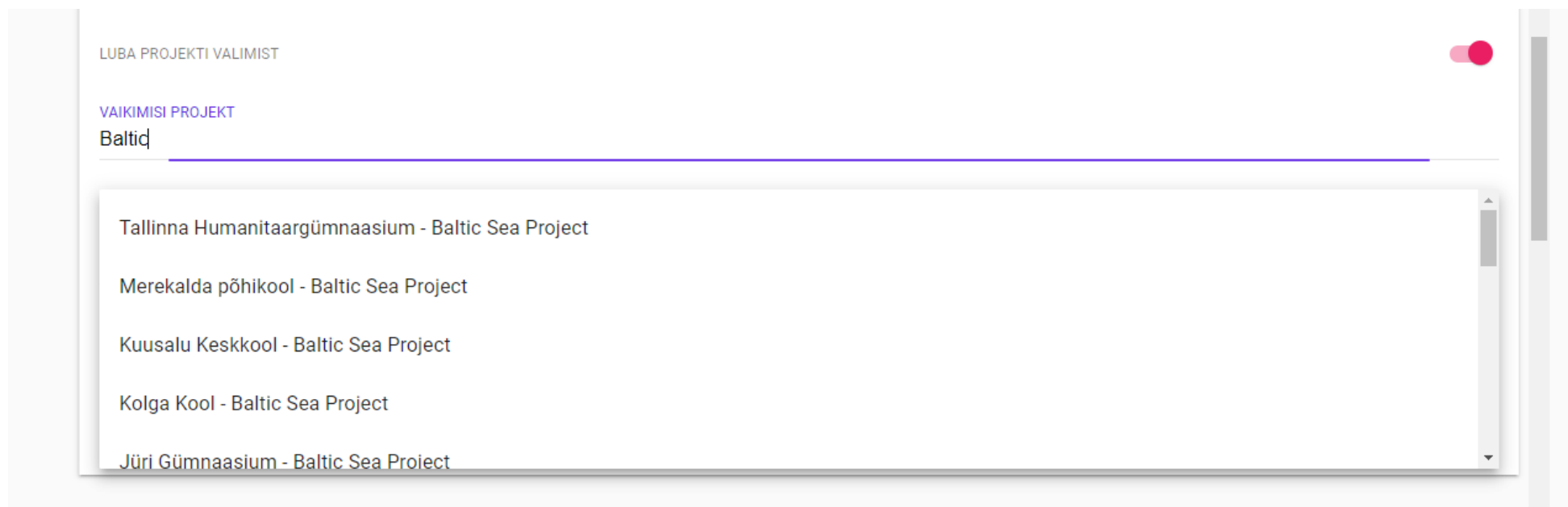
Neile, kes on oma andmed sisestanud, antakse ligipääs teiste programmis osalejate sisestatud andmetele (mis on Exceli tabeli vormingus), mis võimaldab oma andmeid teiste omadega võrrelda ja kasutada neid kõiki uurimistöös.

Et panustada harrastusteadusesse ja teha kogutud andmed teadlastele kättesaadavaks, palume määratud liigid sisestada PlutoF platvormi, mis võimaldab bioloogia ja sellega seotud

andmete veebipõhist sisestamist, toimetamist, jagamist ning publitseerimist.

PlutoF platvormi abil sisestatud vaatlused on avalikult nähtavad ka eElurikkuse andmebaasil [BSP võrgustiku harrastusteaduse projekti alt](#).

PlutoF platvormil on olemas [töölaua rakendus](#) kõigi platvormi funktsioonide kasutamiseks veebilehitsejas ning nutirakendus [PlutoF Go](#), mille abil saab hõlpsalt sisestada üksikuid vaatlusi välitingimustes.



Esimese sammuna tuleb [ennast registreerida](#) PlutoF platvormi kasutajaks. Sama kasutajatunnus kehtib nii PlutoF töölaual kui nutirakendusel PlutoF Go. Juhendid PlutoF platvormi kasutamiseks leiate [õppevideotest](#) (*inglise ja eesti keeles*). Soovitame tutvuda eelkõige õppevideoga „[Läänemere Projekti vaatlus- andmete mobiliseerimine, kasutades PlutoF töölauda](#)”. Küsimuste korral pöörduge Läänemere Projekti koordinaatori poole.

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.*

**NB! Jõetaimede ja -loomade vaatlusi sisestades tuleb rakendustes valida sisestusvorm “BSP vaikimisi” või sõltuvalt vaatlusest Plant, Animal, Mollusc jne.**

## 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. Seek'i ingliskeelsed juhised õpetajale on kättesaadavad [siit](#).

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



# Jõevaatluse ülesanded, töö- juhised, vahendid ja abima- terjalid koos soovitustega erinevatele vanuseastmetele

Järgnevalt tutvustame kõiki jõevaatluse ülesandeid selles järjekorras, nagu nad on jõevaatluse programmi digitaalses Google Drive'i sisestusvormis. Iga ülesande juures on lühidalt kirjas ülesande taust (olulisus jõe kirjeldamise ja ökoloogia seisukohast ja seosed teiste vaadeldavate-mõõdetavate näitajatega), mõõtmise/vaatlemise meetodid ja vahendid, osade tulemuste tõlgendamise alused ja abimaterjalid. Eraldi on välja toodud ülesannete sobivus ja lihtsustamisvõimalused vastavalt sellele, millise kooliastme õpilastega vaatlusi tegema hakatakse.

Iga ülesande juures on tärn, mis aitab õpetajal leida ülesandeid, mis sobivad teatud kooliastme õpilastele:

- \* alates I kooliastmest
- \*\* alates II kooliastmest
- \*\*\* alates III kooliastmest
- \*\*\*\* alates IV kooliastmest

Õpilastele mõeldud vaatlusprotokollid ja tööjuhendid koos tausta ja tulemuste tõlgendusabiga on *word*-failis „[Jõevaatluste protokoll ja juhendid koos tausta ja tõlgendusega](#)“, millest

saab enne välitööd teha valiku, kustutades ära kasutusest välja jäävad osad. Soovi korral võib sealt kärpida ka teemade-vaatluste tausta, kui selle taustamaterjaliga on eelnevalt juba tegeletud või kavatsetakse tegeleda andmete kokkuvõtmise ja järelduste tegemise ajal klassis.

## A. VAATLEJAD JA VAATLUSKOHT

Vaatlust tehes on oluline kirja panna nii **vaatlejad** (kool, klass, õpetaja, soovi korral ka õpilaste nimed), **vaatlusaeg** (kuupäev ja aasta) ja **vaatluskoha andmed** (uuritava jõe nimi, vaatluspaiga lähima asula nimetus ja vaatluspaiga geograafilised koordinaadid). Vaatluspaiga taustainfo, ka koordinaatide osa, võib teha ka eeltööna või järeltööna klassis arvutiga, tutvudes ühtlasi kaardimaterjaliga uuritava ala kohta.

Hea on vaatluspaigast teha lisaks ka **foto**, samuti foto oma vaatluse meeskonnast.



**Vajalikud vahendid:** koordinaatide leidmiseks võib kasutada erinevaid teile sobivaid meetodeid või vahendeid – GPS, arvutis Google Maps, fotoaparaat või kaamera telefon.



**Sobivus kooliastmetele:** I kooliastme vaatlustes piisab jõe nimest ja asula nimest ilma koordinaatideta.

## B. ILM JA JÕE FÜSIKALISED NÄITAJAD

### 1. Ilm \*

Jõevaatluse päeval kogutakse andmed pilvisuse, õhuperaku temperatuuri ja tuulekiiruse kohta.



**Vajalikud vahendid:** termomeeter või nutitelefonis kohapõhine päeva ilmateade; anemomeeter või [visuaalne tuulekiiruse tabel](#).

I kooliastmes võib ilmavaatluste osa olla suurema kaaluga ja võimaldada pärast termomeetri kasutama õppimist seda oskust rohkem praktiseerida ja lihvida.

II kooliastmes võib [tuulekiiruse hindamise skaala](#) alusel lasta õpilastel eeltööna joonistada tuulekiiruse hindamise visuaalse skaala.

**NB!** Tuulekiiruse mõõtühikuks vaatlusjuhendis on m/s, nii et kui telefoni ilmateates on antud tuule kiirus km/h, siis tuleks teha teisendus.

### 2. Jõevee temperatuur \*

**Taust.** Temperatuur vees sõltub eelkõige aastaajast ja ilmastikust, kuid ka veekogu allikalisusest, vee värvusest, põhja iseloomust, kas jõgi läbib ülesvoolu mõnd järve 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 vee temperatuur, seda vähem lahustub seal hapnikku).

Soovitav on teha kolm mõõtmist jõelõigu erinevates kohtades ja arvutada keskmine (v.a I kooliaste).



**Vajalikud vahendid:** veetermomeeter (tavaline või digitaalne mõõtevahend), keskmise arvutamiseks kalkulaator (näiteks nutitelefonis)

### 3. Voolukiirus (m/s) \*\*

**Taust.** Veevool jões on jõe üks iseloomulikumaid näitajaid. Voolukiirus sõltub jõe langust, lookelisusest, laiuselt ja sügavusest. Mida kiirem vool, seda hapnikurikkam on vesi. Voolukiirus on veidi erinev kalda lähedal ja keskosas. Aeglaselt ja kiire vooluga jõgedes/jõeosades elavad suures osas erinevad selgrootud loomad ja taimed.

Voolukiiruse mõõtmiseks võib kasutada digitaalset voolukiiruse mõõtjat, kui see on olemas, või mõõta ujuva objekti abil 10-meetrisel lõigul aega võttes ning arvutada, mitu m/s objekt liikus. Ujuva objekti puhul peaks tegema 3 mõõtmist ja siis arvutama keskmise.



**Vajalikud vahendid:** mõõdulint (või meetrised nöörid), sekundilugemise võimalusega vahend (stopper; olemas ka telefonides), ujuvad objektid (3 igale rühmale), kui ei otsita loodusest; või digitaalne voolukiiruse mõõtja.

II ja III kooliastmes võib igal rühmal lasta mõõtmise meetod ja arvutuskäik ise välja mõelda ja katsetada, tuginedes juba olemasolevatele teadmistele (mõisted: teepikkus, aeg, kiirus).

**Ülesande püstitus.** Mõõtke, kui kiiresti (mitu meetrit sekundis) jõevesi liigub. Iga rühm saab nüüd 3 tippsibulat vms (või otsib ümbrusest 3 veepinnal püsivat looduslikku umbes ühesuurust objekti) ja 1 meetri pikkuse nööri/mõõdulindi. Võite kasutada ka oma nutiseadet. Palun mõõtke jõe voolukiirust kolm korda.

Peale mõõtmist saab arvutada iga rühma kolme mõõtmise keskmise ja soovi korral ka kogu klassi kõigi mõõtmiste keskmise ning võrrelda, kui palju andmed erinevad. Iga rühm võib tutvustada ka oma töö käiku. Sellise lähenemise puhul tuleb ülesande tegemiseks kavandada ka rohkem aega. Lisaks võib mõõta voolukiirust ka digitaalse vahendiga ja võrrelda tulemusi nende tulemustega, mis saadi ujuva objekti meetodit kasutades.





*Temperatuuri mõõtmine*



*Veeproovi võtmine*



*Vernieri anduriga temperatuuri mõõtmine*

Lisaks voolukiirusele võiks jõe ääres tähelepanu juhtida ka voolusuunale ja sellele, kas vaatlusi tehakse vasakkaldal või paremkaldal.

Kui jõgi on väga lookeline, siis on huvitav võimaluse korral teha mõõtmisi nii jõe keskel, pörkeveeru lähedal kui ka laugveeru lähedal ning võrrelda ja ka mõtestada siis tulemusi.

#### 4. Jõesängi profiil \*\*

**Taust.** Jõesäng võib olla looduslik või inimese poolt kujundatud-süvendatud. On järsupervelisi ja laugete kallastega jõe-lõike. See sõltub eelkõige maastikust ja pinnasest, kuhu jõgi oma tee on rajanud. Jõesängi profiil mõjutab voolukiirust, üle-ujutuste iseloomu, taimede ja loomade elutingimusi. Ühtlasi mõjutab see profiil ka vaatluste tegemise mugavust ja ohutust.

Lisateavet leiab näiteks [siit](#).



**Vajalikud vahendid:** visuaalne vaatlus

#### 5. Jõe sügavus \*\*

**Taust.** Jõe sügavus sõltub veehulgast, jõesängi kujust ja laiusest ja pinnasest. Eri aastaaegadel ja jõe erinevates kohtades võib sügavus varieeruda suurtes piirides.

Kui jõgi on väga sügav, siis saab täpsema info uurimustööd tehes kirjandusest. Muul juhul soovitame mõõta kolmest kohast ja arvutada keskmine.



**Vajalikud vahendid:** Secchi ketas või jõe sügavusega sobiv tokk, mõõdulint, nõör raskuseks seotud kiviga. Madalas jões/ojas piisab ka kummiku kõrguse järgi mõõtmisest.

#### 6. Jõe laius \*\*

**Taust.** Jõe laius on seotud voolukiiruse, maastiku, jõesängi kujuga ning jões liikuva veehulgaga. Laias jões võib elustiku jaoks olla rohkem erinevaid elupaiku.





**Vajalikud vahendid:** pikem mõõdulint, laiema jõe puhul saab silla olemasolu korral jõe laiust mõõta sillalt; võimalusel laserkaugusmõõdja.

## 7. Jõe lookeliskus \*\*

**Taust.** Jõe lookeliskus ehk meandriliskus ehk kurviliskus on üks jõge iseloomustavaid näitajaid. Lookeliskus sõltub maastikust, pinnasest ja voolukiirusest. Jõevesi otsib maastikus kergemalt läbitavaid kohti ja aja jooksul jõgi ka muudab oma voolusängi. Mida suurem lookeliskus, seda suuremad on voolukiiruse, põhja iseloomu ja elutingimuste erinevused loogete sise- ja väliskülgedel (pörkeveerul ja laugveerul). Looduslikele jõgedele on lookeliskus väga iseloomulik, inimene armastab teha pigem sirgeid kraave ja on ka looduslikke jõgesid sirgendanud.

Loogete ehk meandrite kohta leiab lisateavet [siit](#).



**Vajalikud vahendid:** visuaalne vaatlus

## 8. Jõe põhja kirjeldus \*

**Taust.** Jõe põhja iseloom sõltub voolukiirusest, pinnasest ja jõe lookelisusest, samuti sellest, kui palju on vees toitaineid taimedele. Põhja iseloom on väga oluline nii taimedele kui loomadele.

Vaatlusel hinnatakse, kui palju on vaadeldavas kohas jõe põhjas muda, savi, liiva, kruusa, kive ja taimi.



**Vajalikud vahendid:** visuaalne vaatlus

## C. TAIMED

**Taust.** Vooluveekogu taimestikku mõjutavad eelkõige valgusolud, kuid ka voolukiirus, põhja iseloom ja vee toitainesisaldus. Puude poolt varjutatud jõelõikudel ja sildade all on oluliselt hämaram kui valgusele avatud jõelõikudel. Mida rohkem lämmastiku- ja fosforühendeid, seda lopsakam taimestik. Liigse toitainete sisalduse korral veekogu eutrofeerub, taimestik vohab. Veetaimedest osa kasvab kaldavees, osa

on veesisesed, osa vee pinnal, osa on ujulehtedega. Taimed pakuvad varjepaiku ja toitu paljudele loomadele nii vees kui ka veekogu ümbruses, näiteks mügri ehk vesiroti põhitoiduks on pilliroo, osjade ja kollase vesikupu mahlakad osad.

Paljud veetaimed õitsevad paraku suvel ja nende täpne määramine mais ja septembris võib olla keeruline. Samas on tavalisemate veetaimede määramine ikka võimalik. Ja erinevat tüüpi veetaimede võrdlust, loendust ja mitmekesisuse hindamist saab teha ka ilma liike määramata.



**Vajalikud vahendid:** veenõu (soovitavalt valge) taimede täpsemaks vaatamiseks vees; jõevaatluse [veetaimede määraja](#); määramisleht „[Valik Emajõe taimi](#)“, raamat „[Euroopa magevee elustik](#)“; lisalugemist jõe- ja kaldaveetaimedest [T. Trei ja S. Vilbaste artiklitest](#).



Kui tehakse ka lisaülesanne „Perifüütoni uurimine“, siis on vajalikud veel kasutatud hambaharjad ja väikesed kaanega topsikud, prepareerimisvahendid ja mikroskoobid (*soovitavalt 1000 x suurendusega, kuid saab ka kuni 400 x suurendusega juba midagi näha*); atsetooniprooviks on vaja kaanega väikest klaaspurki ja atsetooni (*küünelakieemaldajat*).

**Sobivus kooliastmetele:** taimed I–IV kooliaste, vetikad II–IV kooliaste

## 1. Vetikad kivil **\*\***

**Taust.** Jõevaatluse juhendis hinnatakse vetikate katvust kivil.

Jõgedes elab nii makrovetikaid kui üherakulisi mikrovetikaid (ränivetikad jt). Erinevalt järvedest ja tiikidest on jõgedes voolava vee tingimustes enamus mikrovetikaid peitunud põhjasetetesse (liivas) ja perifüütonisse, et vool neid allavoolu ei kannaks.



*Pealiskasv*

**Perifüüton** ehk **pealiskasv** on vees kivil, puuroigastel, taimedel jm elavad organismid: nii ühe- kui mitmerakulised vetikad, mikroskoopilised loomad (ainuraksed, loimurid, keriloomad jpt), käsnad, bakterid, seened. Perifüütoni mitmekesisus ja arvukus sõltub voolukiirusest, põhja iseloomust, vee hapnikuoludest, vee toitelisusest (fosfori- ja lämmastikuühendite rohkus) ja mitmetest teistest teguritest. Pealiskasv on ülioluline paljude kalade ja selgrootute loomade (veeteod, putukavastsed jt) toidulaud.

Mikroskoopilisi ränivetikaid kasutatakse veekogude seisundi hindamise seires.

Lisainfot ja veidi pilte [mikroorganismidest ja perifüütonist](#).

Veesisestele objektidele kinnituvad ka suured vetikad (näiteks niitjad rohevetikad).

## 2. Perifüütoni uurimine (lisaülesanne) **\*\***

Juhend ja tööleht on õpilastele mõeldud vaatlusprotokollis. Seda saab teha nii, et proovid kogutakse jõe ääres hambaharjaga topsi, kuid võib ka ämbriga võtta jõe põhjast koos väikese koguse veega kaasa mõned kivid ja teha nii proovide

võtmine, mikroskoobipreparaatide tegemine ning nende vaatamine kõik eraldi lisatööks klassis või laboris.

Enne tasub vaadata lühikesi õppevideoid ränivetikatest:

[ränivetikate kogumine](#)

[ränivetikate proovide puhastamine, preparaatide tegemine ja vaatamine](#)

[ränivetikad erineva puhtusastmega veekogudes.](#)

Lisavaatlusena võib jõe ääres teha ka atsetooniproovi. Selleks võetakse jõe põhjaliiva koos väheses veega (kaanega) klaaspurki. Lisatakse atsetooni, mis lahustab põhjaliivas elavatest ränivetikatest jt mikrovetikatest klorofüllid vette, segatakse. Vesi värvub roheliseks. Atsetooniga proovi ei tohi kallata jõkke tagasi, vaid see tuleb viia kooli ja käidelda nagu keemilist jääki.



*Proovi kogumine puuroika pealt hambaharjaga*



### 3. Vetikad veepinnal ja veesambas \*\*

**Taust.** Vetikate massiline vohamine jõe pinnal ja veesambas võib viidata liigsele toitainete sisaldusele.

Vaatlusel hinnatakse, kas vetikaid on palju, keskmiselt või vähe.

### 4. Taimegrupid \*

Taimegruppidest vaadeldakse kaldaveest väljaulatuvaid taimi, veesiseseid lühikesi ja pikki taimi, ujulehtedega taimi ja veepinnal hõljuvaid taimi. Hõljuvad taimed (lemled jt) saavad vooluveekogus olla vaid aeglastes jõelõikudes ja kaldavee aeglastes soppides, sageli teiste, kinnitunud taimede vahel. Kõigi vaadeldavate gruppide puhul jälgitakse ja loendatakse mitmekesisust (kui palju erinevaid liike suudetakse märgata) ja võimalusel määratakse ära ka taimeliigid ja perekonnad. Vaatlusprotokollis on iga rühma kohta antud ka enamlevinud tavalisemate liikide loend, kuhu saab märkida nende märkamist.

### 5. Taimede katvus veepeegli \*

**Taust.** Taimede liigne rohkus ja suure osa veepeegli kaetus taimedega võib viidata toitainete liigsele sisaldusele jões.

## D. LOOMAD

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

### 1. Selgroogsed loomad \*

**Taust.** Metsikute imetajate ja paljude lindude märkamine õpilastega veekogu äärde minnes on suur vedamine (ja vahel võimalik, kui vaatlusalale minnes püütakse hoida vaikust ja tähelepanelikult ümbrust jälgitakse). Samas tegevusjälgede märkamine on suurema tõenäosusega, vaja on vaid tähelepanelikke silmapaare, ning nende tõlgendamiseks võiks kasutada abimaterjale (kopra, saarma, mingi, ondatra, mägri, haigru, partide kohta leiab jäljeabi [„Jäljeaabitsast“](#)).

Erinevate loomade, nende arengujärgkude olemasolu või puudumine sõltub ka vaatlusajast – kevadel ja sügisel on erinevused väga suured.



**Vajalikud vahendid:** võimaluse korral binoklid ja asjakohased määrajad, tegevusjälgede jäädvustamiseks kaameraga telefon (soovituslik, pilti saab hiljem kasutada kokkuvõtteid tehes lisamaterjalina)

**Kahepaiksete** puhul vaadeldakse nii kudu, kulleseid kui ka moonde läbinud isendeid. Kuigi vooluveekogud ei ole nende tüüpiline kudemise koht, võib aeglasemates jõelõikudes ja -soppides neid vahel siiski kohata.

#### [Kahepaiksete määramisabi.](#)

**Kalade** kohta uuritavas jões saab infot kirjandusest (eel- või järeltööna) ja kaldal tegutsevatelt õngitsejatelt, kui neid on. Vahel satub selgrootuid püüdes kahvaprootidesse ka mõni kala (enamasti kevadperioodil maimud). Selge vee puhul on tähelepanelikel vaatlejatel võimalik vahel näha kalu ka vees kaldalt või sillalt vette vaadates. Kui on õnne kala kinni püüda

ja sellest kausis pilti teha, võib proovida seda määrata rakendusega [KalaAju](#) kas kohapeal kaameraga nutiseadet kasutades või järeltööna klassis arvutis.

**Linnud** on kergesti märgatavad juba vaatluspaigale minnes ning nende suhtes tasub silmad lahti hoida ka jõe äärde jõudes. Vahel on vaatluse jooksul õnne märgata veega seotud linde ka tegutsemas.

**Imetajate** puhul jälgitakse nii tegevusjälgi kui ka loomi endid, kui peaks avanema võimalus. Lisaks poolveelistele imetajatele võiks ära märkida ka kariloomad, kui neid karjatatakse jõe ääres ja nad saavad seal joomas käia.

Kobras on poolveelistest imetajatest kõige suurema mõjuga jõe ökosüsteemile ja tema tegevusjäljed ei jää enamasti märkamata. Kobras oma ehitustegevuse ja tammide rajamisega võib oluliselt mõjutada jõgede elutingimusi, luues juurde elupaiku, kuid samas muutes ka osasid jõelõike kiirevoolulist jõge eelistavatele liikidele sobimatuks ning takistades kalade ja ka jõekarplaste rändamist jões.



*Loomade püüdmine kahvaga*

## 2. Suurselgrootud \*

**Taust.** 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, taimede olemasolu, vee keemia. On hapnikunõudlikke liike ja orgaanilist reostust, eutrofeerumist ning kehvaid hapnikuolusid



*Selgrootute määramine luubitopsi, määramistabeli ja telefonikaamera suurenduse abil.*

hästi taluvaid selgrootuid. Paljudele liikidele (eriti kodusid 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.

Määramistabelis on esindatud vooluvete tavalisi loomi ning mõnesid neist, kes asustavad nii voolu- kui ka seisuvesi. Voolu-

vete haruldasemaid loomi ning ainult seisuveekogusid asustavaid loomi siin ei ole.

Määramistabelis, töölehel ja ka Google Drive'i vaatlusvormis on selgrootud esitatud kolmes rühmas vastavalt sellele, kui tugevat looduslikku ja inimtekkelist stressi vooluveekogude liigid taluvad. Teatud mööndustega on võimalik leidude alusel hinnata veekogu ökoloogilist seisundit. Mida rohkem leitakse mudastumist ja stressi mittetaluvaid või mõõdukalt taluvaid rühmi/liike ja mida vähem nõudlikke rühmi/liike, seda tõenäolisemalt on veekogu heas seisundis. Mudastumist taluvad liigid ja rühmad elavad ka hea kvaliteediga veekogus, kuid ei ole seal enamasti massilised ja dominandid. Viletsa kvaliteediga veekogus nõudlikumad liigid ja rühmad puuduvad.

Selgrootute puhul hinnatakse vaatlustel nii elurikkust kui ka erinevate stressitaluvusega rühmade esinemist ja hulka. Kui sisestada andmed Google Drive'is olevasse vaatlusvormi, siis arvutab programm leidude alusel ka hinnangu veekogu kvaliteedile.



**Vajalikud vahendid:** püügijuhend on õpilaste töölehel, igale rühmale kahv (saab hakkama ka köögisõelaga), valge vann (fotovann), ämber, supilusikad (võivad olla plastlusikad), luubid/luubitopsid ja läbipaistvad plastist toidukarbid loomade kogumiseks ja vaatamiseks, veeseligrootute lamineeritud määramistabel [Vooluveekogude suurselgrootute määramise abivahend](#)

**Sobivus kooliastmetele:** I–II kooliastmes on rõhk vee-elustiku kohastumustel veekeskonnaga, elustiku mitmekesisusel ja omavahelistel suhetel (röövloomad, kõdutoidulised loomad, taimtoidulised loomad) ja kes neist omakorda toituvad (kalad, linnud). III kooliastmes saab täpsemalt käsitleda ka selgrootute süsteemi, liigirikkust, samuti selgrootute ja keskkonningimuste seoseid.

IV kooliastmes on põhirõhk keskkonnaseirel ja ka seostel veekogu keemiliste näitajatega.

I–II kooliastmes soovitame selgrootute leiud märkida hariliku pliiatsiga otse mattlaminaadiga kiletatud A3-formaadis selgrootute tabelisse ([Vooluveekogude suurselgrootute määramise abivahend](#)) ning enne järgmist kasutamiskorda need kustu-



tatakse. Sama võib teha ka III ja IV kooliastmes, kuid veekogu seisundile hinnangu andmiseks tuleks neil ikkagi kasutada ka vaatlusprotokolli, kuhu kantakse leidude arvulised näitajad.

## E. VEE KEEMILISED NÄITAJAD

Jõe seisundi hindamiseks vaadeldakse nii bioloogilisi, hüdro-morfoloogilisi kui ka füüsikalis-keemilisi näitajaid. Gruppidele valitakse uurimiseks need parameetrid, mille määramine koolil olemasolevate vahenditega võimalik on ja mis osalevate õpilaste vanusele sobivad.

Veekogu sügavus, voolukiirus, hapnikusisaldus ja teised vee keemilised omadused mõjutavad vastastikku üksteist ja veekogu elustikku. Elustik omakorda mõjutab veekogu, näiteks mida rohkem hõljumit ja lagunevaid taimeosi, seda hädasamaks võib muutuda vesi. See omakorda mõjutab veesiseste taimede valgustingimusi.

### **Vahendid**

Jõevaatluse keemiliste analüüside ja mõõtmistega saadud hetkeandmetele lisaks tuleb vaatlusprotokollis ära märkida ka meetod või vahend, millega tulemused on saadud – koolidel kasutada olevad vahendid võivad olla üsna erinevad.

Vernieri andmelugeja ja erinevate mõõtesensoritega saab välitöödel teha mitmesuguseid mõõtmisi. Valiku erinevaid Vernieri mõõtesensorite kasutamise eestikeelseid juhendeid leiate [siit](#).

Tartu loodusmaja kasutab BSP võrgustiku harrastusteaduse programmides vee-, pinnase- ja õhuproovide võtmiseks Eco-LabBoxi keskkonnateaduslikku kohvrikomplekti, mis võimaldab looduskeskkonna seisundit täpsemini analüüsida. Kohver on mõeldud õpilastele välitöödele ja praktikumidesse kaasavõtmiseks. Julgustame võrgustiku õpetajaid hankima Eco-LabBoxi ka enda koolidesse ning kasutama seda jõevaatluse, veekvaliteedi jm programmides. Kohvris olevate vahenditega tutvumiseks vaadake [õppevideo](#).

Keemiliste analüüside tegemine välistingimustes on üsna suur väljakutse. Võimalusel võiks sisse seada ajutise välilabori (näiteks pinkide olemasolul nende peale või kaasavõetava klapp-laua peale). Eelistatult võiks keemilised katsed teha hoopis sisetingsimustes koolis klassis või laboris kaasavõetud vee-proovidest. Eriti soovitatav on see siis, kui keemiliste analüüside tegemine ja ka erinevate mõõtmismeetodite võrdlus on suurema tähelepanu all. Katsete täpsus, tegemise mugavus ja tulemuste korrektsus on sisetingsimustes oluliselt suurem.

**NB!** Kuna keemiliste ja füüsikaliste näitajate mõõtevahendid ja meetodid võivad olla väga erinevad, siis õpilaste tööjuhendis nende tööde kohta juhendeid ei ole ja neid tuleks eelnevalt või töö käigus õpilastele eraldi tutvustada. Sellega peaks kaasnema ka ohutustehnika ja vahendite hooliva kasutuse instruktsioon.

## 1. Vee värvus \*

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



**Vajalikud vahendid:** läbipaistev purk, tops ja valge alus, valge plastlusikas vm

## 2. Vee lõhn \*

**Taust.** Normaalne vesi võiks olla praktiliselt lõhnatu. Bensiini, mädamuna vm selge lõhn viitab probleemidele vees.



**Vajalikud vahendid:** nuusutamine

## 3. Vesinikueksponent (pH) \*\*\*

**Taust.** 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 CO<sub>2</sub> kontsentratsiooni muutustega. Loodusliku jõevee pH jääb tavaliselt vahemikku 6–9.





**Vajalikud vahendid:** pH testriba või elektrooniline pH-meeter või indikaatorvedelik (koos vasta-va välilabori varustusega) ja nende kasutamise juhendid

#### 4. Sogusus/hägusus \*\*\*

**Taust.** Hägusus on vee läbipaistvuse näitaja, mida mõjutab vee heljumi-, hõljumi- või võõrisesisaldus. Jõgedes, 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.



**Vajalikud vahendid:** elektrooniline Vernieri andur (NTU), Secchi ketas (ühikuks m) või hägususe toru (ühikuks cm) ja nende kasutamise juhendid



*Secchi ketta kasutamine*

#### 5. Lahustunud hapnik (mg/l või %) \*\*\*\*

**Taust.** Lahustunud  $O_2$  hulk vees sõltub veetemperatuurist, õhurõhust, vee voolukiirusest (kärastikel vesi rikastub hapnikuga), lagunevate ainete hulgast vees, veetaimede aktiivsusest jm. Hapnik on oluline kõigile lõpustega ja naha kaudu hingajatele – paljudele selgrootutele, kaladele, kahepaiksetele.

[Lisainfot hapniku mõõtmisest.](#)

Mõõdetakse kas lahustunud hapniku hulka vees (mg/l) ja/või suhtelist O<sub>2</sub> küllastusastet (%).



**Vajalikud vahendid:** elektrooniline andur ja selle kasutamise juhend

## 6. Elektri juhtivus \*\*\*\*

**Taust.** Puhas vesi on halb elektri juht, aga elektrit võivad juhtida vees olevad 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°C temperatuuri tõusuga kasvab elektri juhtivus 2–3%.

[Elektri juhtivuse mõõtmisest täpsemalt.](#)



**Vajalikud vahendid:** elektrooniline andur PSU ja/või elektrooniline andur µS/cm

## 7. Fosfaadid (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, mgP/l) \*\*\*\*

**Taust.** 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.



**Vajalikud vahendid:** elektrooniline andur või keemilise analüüsi vahendid ja nende kasutamise juhendid

## 8. Nitraadid (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, mgN/l) \*\*\*\*

**Taust.** Elusolendi elu jooksul ja tema surma järgselt vabaneb ammooniumi (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), mille bakterid oksüdeerivad nitritiks (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) ja seejärel nitraadiks (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>). Tsüanobakterid muudavad õhulämmastiku (N<sub>2</sub>) otse nitraadiks (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>). 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 nitraaditsüklit.



**Vajalikud vahendid:** elektrooniline andur või keemilise analüüsi vahendid ja nende kasutamise juhendid

## 9. Ammoonium ( $\text{NH}_4^+$ , mgN/l) \*\*\*\*

**Taust.** Ammoonium ja ammoniaak tekivad vette nii looduslikes laguprotessides 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.



**Vajalikud vahendid:** elektrooniline andur või keemilise analüüsi vahendid ja nende kasutamise juhendid



# Jõevaatluste kohandamise võimalused erinevatele vanuseastmetele

I ja II kooliastmes saab kasutada lihtsustatud valikut ülesannetest, vaatlustest ja mõõtmistest. I kooliastmes on otstarbekas kasutada õpetaja poolt juhendatud vaatlust, nii et õpilased ei pea samaaegselt juhendeid lugema ja praktilisi töid tegema.

## I JA II KOOLIASTE

### *Seosed riikliku õppekavaga*

Jõevaatluste tegemine toetab paljusid ainealaseid ja üldpädevusi, sh alljärgnevaid eesmärgi.

### **Õpilane**

- tunneb huvi loodusteaduste õppimise vastu;
- väärtustab uurimistegevust looduse tundmaõppimisel;

- väärtustab bioloogilist ja maastikulist mitmekesisust ning säästvat eluviisi;
- märkab kodukoha ja Eesti keskkonnaprobleeme ning on motiveeritud osalema eakohastes keskkonnakaitseüritustes;
- oskab kasutada lihtsaid mõõtevahendeid (termomeeter, mõõdulint), veeselgrootute püüdmise vahendeid; rühmitada ja määrata välistunnuste alusel abimaterjali toel vee suurselgrootuid ja taimi; moodustada lihtsaid toiduahelaid veega seotud liikidega; teha lihtsamaid ilmavaatlusi; seostada vee omadusi (pindpinevus, soojusmahutavus, tihedus) veekogu omadustega; oskab teha koostööd paaris ja grupis;
- tunneb vähemalt nelja veetaime, kuut vees elavat selgrootut (taimtoidulisi, detriiiditoidulist, loomtoidulisi); mõnda kala ja kahepaikset ning veega seotud lindu ja imetajat;
- teab vee-eluga seotud kohastumusi taimedel ja loomadel; et paljudel veeloomadel on osa eluetappe seotud vee-keskkonnaga, osa maismaa ja õhukeskkonnaga; et veekogudes on tootjad ja erineva astme tarbijad;

- ◆ mõistab veekeskkonna eripära võrreldes maismaaga; et vesi on oluline kõigile elusolenditele Maal, kuid osadele on vesi ka elukeskkonnaks; et erinevad tingimused sobivad elamiseks erinevatele organismidele;
- ◆ väärtustab säästvat eluviisi, oskab esitada loodusteaduslikke küsimusi ja hankida loodusteaduslikku teavet, oskab looduses käituda, huvitub loodusest ja looduse uurimisest.

### **Sobilikud osad jõevaatluste programmis**

- ◆ I ja II kooliastmes saab kasutada lühendatud ja lihtsustatud jõevaatluse ülesannete valikut.
- ◆ Sobivad ilmavaatlused, jõe üldised füüsikalised omadused (voolukiirus, sügavus, laius, lookelisuus, kalda iseloom, põhja kirjeldus, vee temperatuur); veetaimede vaatlused, v.a vetikate osa; veeloomad; vee värvus ja lõhn.
- ◆ I kooliastmes on soovitatav teha õpetaja juhendatud vaatlusi ja tulemused kanda ühisesse vaatlusprotokolli.

### **Võimalikke eeltegevusi, järeltegevusi ja lisategevusi**

#### **Enne**

Eelhäälestuseks võiks enne jõevaatlusele minekut arutleda järgnevate küsimuste üle.

- ◆ Kas sa oled meie jõe ääres käinud?
- ◆ Kuidas jõgi sulle meeldib, mis sa jõe ääres teinud oled, mida märganud?
- ◆ Mida sa tahaksid jõe kohta veel teada saada? Kust meie juures voolav jõgi alguse saab, kuhu ta suubub? Millises suunas ta voolab? Kas ta on suur jõgi või väike jõgi? Kui pikk ta on? Kui mitu päeva peaks matkama, et tema algusest lõppu kõndida?
- ◆ Võiks vaadata koos kaardilt jõe teekonda ja millistest kohtadest ta läbi voolab.
- ◆ II kooliastmes võib eeltööna [tuulekiiruse hindmise skaala](#) alusel lasta õpilastel joonistada visuaalse tuulekiiruse hindamise skaala.

## Pärast

- ◆ Peale jõe ääres käiku võiks igaüks saada väljendada, mis jõe uurimisel kõige põnevam oli, mida uut nähti, mis oli raske. Kas mul oli piisavalt ja õiged riided seljas?
- ◆ Kokkuvõtteks võiks jõevaatlusepäevast joonisada iga rühm (või iga õpilane) plakati ja seda teistele tutvustada.
- ◆ Arutada võiks suure ja väikese veeringluse üle. Kuhu meie jõe vesi jõuab? Kas see võib sattuda ka kaelkirjaku sisse Aafrikas? Kui jah, siis kuidas ja mis teed pidi?

## Lisaks

Äraarvamismäng „**Kes ma olen?**”

**Ettevalmistus.** II kooliastme õpilased valivad ise ühe looma, tutvuvad sellega 10 minuti jooksul lähemalt. Küsides vajadusel õpetajalt abi või kasutades nutiseadet, kirjutavad nad oma looma nime paberitükile, seda teistele näitamata (vajadusel võiks õpetaja paluda, et talle seda nime siiski näidataks, et toetada last küsimustele vastamise ajal).

**Mängu käik.** Õpetaja (I kooliastmes) või õpilane (II kooliastmes) mõtleb mingi looma peale ja teised osalejad peavad esitama „kas”- küsimusi (Kas sa lendad? Kas sa oled punane?), et ära arvata, keda silmas peetakse. Küsimustele vastatakse kas „jah”, „ei” või „mõnikord”.

## Kokkuvõttev liikumismäng „Ujurid ja ühepäevikud”

**Ettevalmistus.** Osalejad jagunevad kaheks rühmaks: UJURID ja ÜHEPÄEVIKUD. Mänguplatsiks on analoogselt „Rahvaste palliga” kaks võrdse suurusega jooksmiseks sobivat lagedat ja suhteliselt sileda pinnasega ala (vähemalt 15 meetrit + 15 meetrit). Mänguala piirid tuleks selgelt tähistada näiteks kolme maha asetatud nööri või joontega liival või kuidagi teisiti. Mänguala ette valmistades kutsuge õpilased appi – võrdseid alasid mõõtma, piire tähistama jne.

## Mängu käik

**1.** Ühele poole keskjoont lähevad UJURID ja teisele poole keskjoont ÜHEPÄEVIKUD. Kastidest väljaspool on kummagi võistkonna „kodu” ja turvatsoon.

**2.** Korratakse üle, kas looduses söövad ujurid ühepäevikuid või vastupidi. Mõlemad meeskonnad peavad olema valmis



nii ründama kui põgenema vastavalt sellele, kas mängujuhi öeldud **väited on õiged või valed**.

♦ Kui mängujuhi öeldud **väide on õige, siis ründavad UJURID (nagu ka looduses tegelikult toimub)** ja püüavad ühepäevikuid kätte saada enne, kui nad oma kodujoone ületavad.

♦ Kui mängujuhi öeldud **väide on vale, ründavad ÜHE-PÄEVIKUD ujureid** ja püüavad neid kätte saada enne kodujoone ületamist.

**3.** Kinnipüütud mängijad vahetavad poolt (muutuvad ühepäevikutest ujuriteks või vastupidi) ja liiguvad teise stardikasti.

**4.** Iga väite eel astutakse kodudest taas kastidesse keskoone ja kodujoone vahel. Ühe mängu jooksul võiks kasutada ca 20 väidet, mis kõik on jõe ääres tehtud tegevuste ja õpituga

seotud. Õigete ja valede väidete hulk võiks olla tasakaalus, kuid mitte liiga etteaimatava rütmiga, näiteks mitte õige-vale-õige-vale, vaid varieeruvama rütmiga.

**NB!** Vastavalt vajadusele võib sama mängu mängida väga erinevate nimetuste all, kuid hea oleks, kui üks valitud pooltest looduses reaalselt ründaks/sööks teist ning nemad oleksid siis alati ka ründajad õigete väidete puhul.

Lisategevusi, mängu ja praktilisi töid vee teemal erinevatele vanuseastmetele ja erinevate ainete lõimimiseks leiab ka Nynäshämni looduskooli koostatud materjalist [„Vesi. Säätva arengu teemaline õppematerjal“](#)



### III KOOLIASTE

#### *Seosed riikliku õppekavaga*

Jõevaatluste tegemine toetab paljusid ainealaseid ja üldpädevusi, sh alljärgnevaid eesmärke.

#### Õpilane

- ♦ vaatleb, analüüsib ning selgitab elukeskkonna objekte, nähtusi ja elukeskkonnas toimuvaid protsesse, leiab nendevahelisi seoseid ning teeb järeldusi, rakendades loodusainetes omandatud teadmisi ja oskusi;
- ♦ oskab esitada loodusteaduslikke küsimusi, nende üle arutleda, esitada teaduslikke seisukohti ja teha tõendusmaterjali põhjal järeldusi; oskab analüüsida ja jõuab olemasolevate faktide põhjal arutluse kaudu järeldusteni;
- ♦ hindab lahuse happelisust, aluselisust või neutraalsust lahuse pH väärtuse järgi; määrab indikaatoriga keskkonda lahuses (neutraalne, happeline või aluseline);
- ♦ oskab kasutada veeselgrootute püüdmise vahendeid; rühmitada ja määrata väliste tunnuste alusel abimaterjalide toel vee suurselgrootuid ja taimi; hinnata veekogus taimede ohtrust, selgrootute mitmekesisust ja suhtelist arvukust ning teha järeldusi veekogu seisundi kohta leitud suurselgrootute alusel;
- ♦ tunneb vähemalt kolme täismoodega ja kaht vaegmoodega veeputukat (sugukonna tasemel), lisaks vähemalt ühte esindajat vähilaadsete, ämblikulaadsete, usside, karpide, tigude hulgast; kahte ujulehtedega taime, kaldataime, veesisest taime; mõnda hapnikunõudlikku ja orgaanilise reostuse suhtes tundlikku veeorganismi ja mõnda stressi hästi taluvat veeorganismi;
- ♦ teab vee-eluga seotud kohastumusi taimedel ja loomadel; et paljudel putukatel on osa eluetappe seotud veekeskkonnaga, osa maismaa- ja õhukeskkonnaga; et veekogude füüsikalised ja keemilised omadused mõjutavad vee-elustiku liikide esinemist, arvukust ja mitmekesisust ning nende alusel on võimalik teatud piires hinnata veekogude seisundit;
- ♦ seostab imetajate, lindude, roomajate, kahepaiksete ja kalade välistunnuseid nende elukeskkonnaga;

- ◆ mõistab veekeskkonna eripära võrreldes maismaaga; veekogude hoidmise vajadust ja veekogude seisundi seoseid elurikkuse ja elustikurühmade arvukusega, samuti otseselt või kaudsemalt inimese tervisega;
- ◆ analüüsib keemilise saaste allikaid ja saastumise tekkepõhjusi, saastumisest tingitud keskkonnaprobleeme ning võimalikke keskkonna säästmise meetmeid.
- ◆ on teinud praktilise töö keskkonna saastatuse hindamiseks selgrootute leviku alusel.

### **Sobilikud osad jõevaatluste programmis**

Sobivad enamus ülesannetest, v.a keerulisemad keemiliste parameetrite uuringud (kuid 9. klassis oleksid tehtavad ka need, kui töö ajal oleks abiks keemiaõpetaja). Põhirõhk võiks olla seostel erinevate keskkonnategurite ja elustiku vahel, jõega seotud taimede ja loomade mitmekesisusel ning ka võimalike inimtegevusega seotud mõjude mõistmisel ning keskkonnahoiu vajadusel. Olulisel kohal on suurselgrootute ja veekeskkonna tingimuste vaheliste seoste mõistmine ja veekogu seisundile nende alusel hinnangu andmine.

## **Võimalikke eeltegevusi, järeltegevusi**

### **Enne**

III ja IV kooliastmes võiks eeltööna kaasata õpilased ise planeerima ühistööna „Ekspeditsiooni meie jõele“, kus lepatakse eesmärkidest ja olemasolevatest vahenditest ning kasutada olevast ajast lähtuvalt kokku, kui suured on tööühmad, mida teevad kõik, mida osa rühmi, otsustatakse, millal ja kes digitaliseerivad leiuandmeid ja kuidas muudmoodi tehakse kokkuvõtte ekspeditsiooni tulemustest (esitlused, ühise dokumendina „Meie jõe hetkeseis ja avastused“ vms).

Võiks vaadata maa-ameti geoportaali [veemajanduskava kaardilt](#), millises vesikonnas uuritav jõgi asub, milline on selle seis uuritavas lõigus ametlike seireandmete alusel ning kus on jõe algus ja suudmeala.

Tutvutakse selgroogsete määramise võimaluste ja abivahenditega, laaditakse telefonidesse määramisäpid, mida vaatlustel vaja võib minna.

Tutvutakse mõõtmisvahendite ja meetoditega (või korratakse nende kohta õpitut), kasutades nii juhendeid kui vajadusel ka õpetaja juhendamist.

## Pärast

- ◆ Kui võeti kasutusele lisaülesanne „Perifüütoni uurimine“, siis tuleks teha laboratoorne mikroskoopidega vaatamine ja töölehe lõpuni täitmine koos aruteluga, mida pealiskasvu uurimisel märgati ja avastati (lisaülesande tööjuhend „[Jõe-vaatluste protokoll ja juhendid koos tausta ja tõlgendusega](#)“).

## Abistavad õppevideod ränivetikatest:

[ränivetikate kogumine](#)

[ränivetikate proovide puhastamine, preparaaside tegemine ja vaatamine](#)

[ränivetikad erineva puhtusastmega veekogudes](#)

- ◆ Saadud vaatlus- ja mõõtmisandmed tuleks sisestada arvutis Google Drive'is olevasse jõevaatluse vormi ning soovi korral võib määratud elustikuandmed kanda eElurikkuse andmebaasi.
- ◆ Vaatlustest võiks teha mingil kujul ka oma klassis kokkuvõtte. Näiteks võivad kõik rühmad oma leidusid ja järeldusi tutvustada esitlusena (vormistamisvõimalusi on väga palju: slaidiesitlused, referaadid, plakatitel, kirjandina, etenduse-na vm).

- ◆ Kui on huvilisi, siis on võimalik süvenenum andmete koon-damine ka uurimustöö või loovtööna kas individuaalselt või paaristööna.

## Lisaks

- ◆ Võiks käsitleda teemat, kuhu liigub kooli reovesi, kus ja kuidas seda puhastatakse, kuhu puhastatud vesi liigub (kas jõuab jõkke või mitte). Kui on võimalik, võiks käia kohalikus veepuhastusjaamas veepuhastusega tutvumas (leppige eelnevalt kokku).
- ◆ Võiks arutleda tammide ja paisude heade ja halbade külgede üle Eestis ja maailmas. Vaadata filmi „[Sädemete jõed](#)“
- ◆ Uurida hüdroelektrijaamade mõju inimeste elule ja loodus-keskkonnale. Andmeid Eesti paisude ja nende mõju kohta leiab [siit](#). Võib läbi viia väitluse teemal paisude poolt ja vastu.
- ◆ Lisategevusi, mängu ja praktilisi töid vee teemal erinevatele vanuseastmetele ja erinevate ainete lõimimise kohta leiab ka Nynäshämni looduskooli koostatud materjalist „[Vesi. Säastva arengu teemaline õppematerjal](#)“

## IV KOOLIASTE

### *Seosed riikliku õppekavaga*

Jõevaatluste tegemine toetab paljusid ainealaseid ja üldpädevusi, sh alljärgnevaid eesmärgi.

#### Õpilane

- ◆ märkab ning analüüsib keskkonnaprobleeme, eristab neis loodusteaduslikku ja sotsiaalset komponenti;
- ◆ kasutab loodusteaduslikku meetodit: kogub infot, sõnastab uurimisküsimusi või hüpoteese, kontrollib muutujaid vaatluse või katsega, analüüsib ja tõlgendab tulemusi ning teeb tõenduspõhiseid järeldusi;
- ◆ kasutab bioloogias, keemias, füüsikas ja geograafias omandatud süsteemseid teadmisi loodusteaduslikke, tehnoloogilisi ning igapäevaelulisi probleeme lahendades ja põhjendatud otsuseid tehes;

- ◆ mõistab loodusainete omavahelisi seoseid ja eripära ning uute piiriteaduste kohta selles süsteemis; mõistab teadust kui teaduslike teadmiste hankimise protsessi selle ajaloolises ja tänapäevases kontekstis, loovuse osa teadusavastustes ning teaduse piiratust;
- ◆ väärtustab keskkonda kui tervikut ja järgib jätkusuutlikkuse põhimõtteid
- ◆ tunneb huvi kohalike ja globaalsete keskkonnanähtuste ning loodusteaduste ja tehnoloogia arengu vastu,
- ◆ mõistab abiootiliste tegurite toimet elustikule, hindab antropogeense teguri mõju ökosüsteemide muutumisele, suhtub vastutustundlikult looduskeskkonda, väärtustab bioloogilist mitmekesisust ning teadvustab iga inimese vastutust selles.

### *Sobilikud osad jõevaatluste programmis*

Gümnaasiumiastmele sobivad kõik jõevaatluse programmi osad. Põhirõhk on selles vanuseastmes keskkonnaseire ja veekaitse ning hüdroloogia, vee keemiliste, füüsikaliste ja bioloogiliste omaduste komplekssete seoste uurimisel ja mõist-

misel. Samuti on olulisel kohal vooluveekogude aastaajalise muutlikkuse ja eripärade mõistmine ning inimõju ning selle tasakaalustamise võimaluste adumine.

## ***Võimalikke eeltegevusi, järeltegevusi ja lisategevusi***

### **Enne**

- ♦ Tutvuge [maa-ameti geoportaali veemajanduskavade kaardi](#) erinevate kihtidega, leidke infot ja otsige vastuseid alljärgnevatele küsimustele.

1. Millises seisundis on meie uuritav jõgi ametlikel andmetel?
2. Kui palju on Eesti kaardil märgitud jõelõike, mis on väga heas ja väga halvas seisundis?
3. Millisesse Eesti vesikonda uuritav jõgi kuulub?
4. Otsige uuritava jõe vesikonna [veemajanduskavast](#) see jõgi üles ja täpsustage, milline on selle jõelõigu ökoloogiline seisund, keemiline seisund ja koondseisund.

- ♦ Tutvutakse mõõtmisvahendite ja meetoditega (või korratakse nende kohta varemõpitu üle), kasutades nii juhendeid kui vajadusel ka õpetaja juhendamist.
- ♦ Püstitatakse vaatluste eesmärk, mida teada soovitakse saada. Arutatakse läbi töökorraldus, tutvutakse vaatlusjuhenditega, ja võiks ka mõtestada, miks erinevaid mõõtmisi ja vaatlusi tehakse. Õpilaste kaasamine välitöö ettevalmistusse ja neile teatud asjade eest vastutuse panemine aitab kaasa vaatluskäigu õnnestumisele.

### **Pärast**

Kui võeti kasutusele lisaülesanne „Perifüütoni uurimine“, siis tuleks teha laboratoorne mikroskoopidega vaatamine ja töölehe lõpuni täitmine koos aruteluga, mida pealiskasvu uurimisel märgati ja avastati.

### **Abistavad õppevideod ränivetikatest:**

[ränivetikate kogumine](#)  
[ränivetikate proovide puhastamine, preparaaside tegemine ja vaatamine](#)  
[ränivetikad erineva puhtusastmega veekogudes](#)



- ◆ Saadud vaatlus- ja mõõtmisandmed tuleks sisestada arvutis Google Drive'is olevasse jõevaatluse vormi ning soovi korral võiks määratud elustikuandmed kanda ka elurikkuse andmebaasi.
- ◆ Vaatlustest võiks teha mingil kujul ka oma klassis kokkuvõtte. Näiteks võivad kõik rühmad oma leidusid ja järeldusi tutvustada esitlusena (vormistamisvõimalusi on väga palju: slaidiesitlused, referaadid, plakatitel, kirjandina, etenduse- na vm).

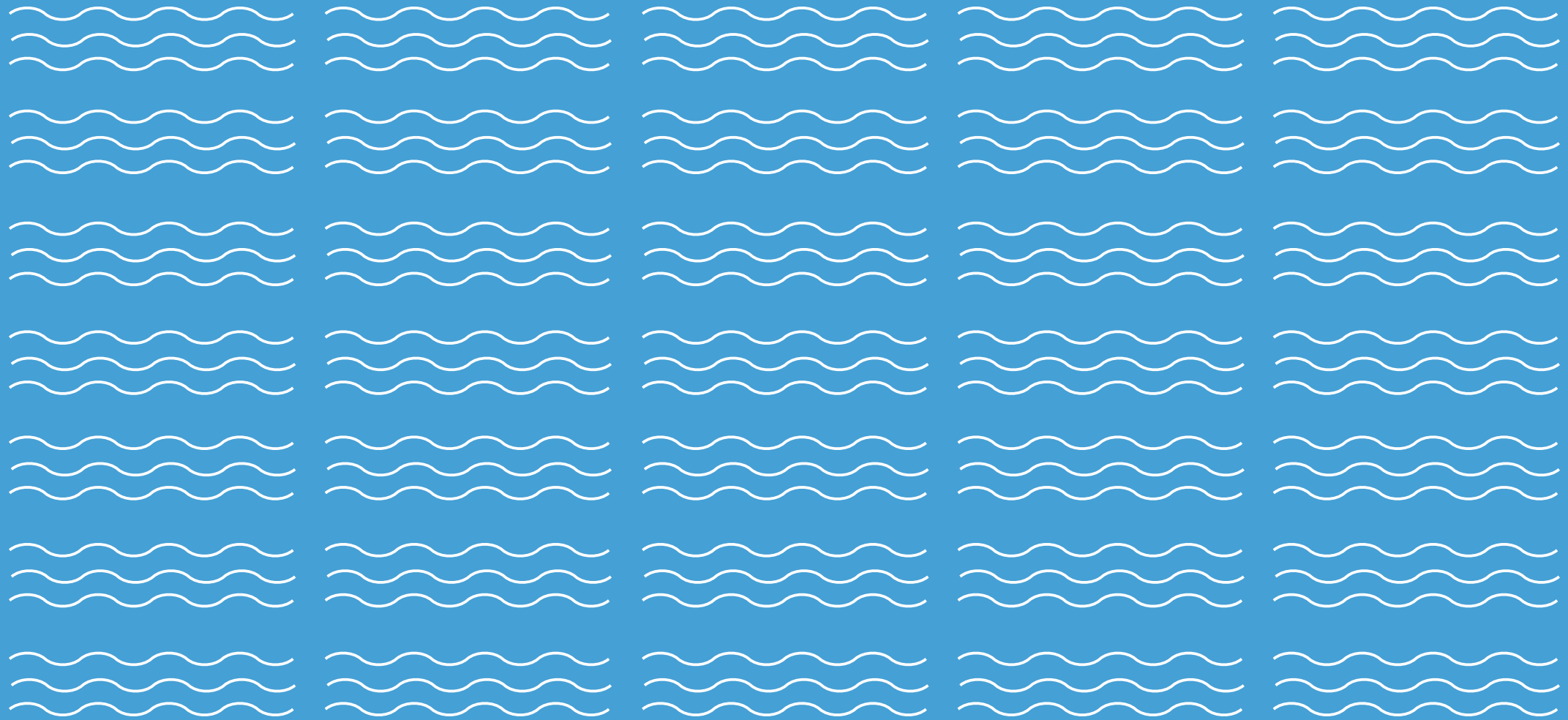
## Lisaks

- ◆ Analüüsige saadud vaatlus- ja mõõtmistulemusi seoste seisukohalt. Kõik analüüsitud ja vaadeldud näitajad võiks kanda suuremale pinnale (tahvel, suurem plakatipaber, magnet tahvel vms) ning seejärel ühendada omavahel seotud näitajad nooltega võrgustikuks (mis millest sõltub ja mida mõjutab hapnikusisaldus, vee temperatuur, voolukiirus, taimestik jne). Võrgustiku tekitamisel on abiks iga

ülesande juures toodud taust. Tekkinud võrgustiku alusel saab nüüd konkreetseid andmeid analüüsida ja arutada, millised andmed teie jõe kohta on tõenäoliselt ajas rohkem muutuvad ja millised suhteliselt vähe. Arutada võiks ka seda, kuidas valgalal asuvad asulad, põllumajandus jt nii haju- kui punktreostusallikad võiksid mõjutada teie jõge. Millised on sissevoolud, kas jões ülesvoolu olevad sissevoolud on parema või halvema vee kvaliteediga kui teie uuritud jõelõik. Võrrelge oma tulemusi eelnevalt tutvutud veemajanduskava maa-ameti portaali kaardi andmetega – kas teie saadud tulemus erineb või kattub.

- ◆ Kui on huvilisi, siis on võimalik süvenenum andmete koondamine ka uurimustööna kas individuaalselt või paaris- tööna.
- ◆ Võiks arutleda maailma jõgede olukorra üle. Vaadata näi- teks filmi „[Rohesõdalased. Maailma kõige saastunum jõgi](#)“, ja arutleda, kas meie tegevus ja tarbimisharjumused on maailma jõgede probleemidega seotud. Kui jah, siis kuidas? Kas me saaks teha midagi teisiti?





## Tartu loodusmaja, 2022

