

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

Õhukvaliteedi programmi juhendmaterjal

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

Väljaandja: Tartu loodusmaja, 2022

Koostajad: Urve Lehestik, Piret Lõhmus, Maria Ivanova, Gedy Matisen

Keeletoimetaja: Leelo Laurits

Kujundus: Kati Kekkonen

Juhendmaterjal on valminud SA Keskkonnainvesteeringute Keskuse rahastatava projekti „Kestliku arengu eesmärke 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 portaali kodulehelt,](#)
- ◆ [Maailmakooli kodulehelt.](#)



Sisukord

Sissejuhatus	1	III kooliaste	15
Panus harrastusteadusesse ja programmi aruandlus	2	3.1. Seosed riikliku õppekavaga	15
Andmete sisestamine	3	3.2. Vahtra-pigilaigu vaatlus	15
I kooliaste	5	3.3. Samblikevaatlusele eelnevad tegevused	16
1.1. Seosed riikliku õppekavaga	5	3.4. Samblikevaatlus III kooliastmele	16
1.2. Vahtra-pigilaigu vaatlus I kooliastmele	7	Õhukvaliteedi programmi vaatlusleht III kooliastmele	18
Õhukvaliteedi programmi vaatlusleht I kooliastmele	8	IV kooliaste	20
II kooliaste	10	4.1. Seosed riikliku õppekavaga	20
2.1. Seosed riikliku õppekavaga	10	4.2. Samblikevaatlused IV kooliastmele	20
2.2. Vahtra-pigilaigu vaatlus	10	Lisalugemist	22
2.3. Samblikevaatlusele eelnevad lisategevused	10	Lisategevus	22
2.4. Samblikevaatlus II kooliastmes	11	Õhukvaliteedi programmi vaatlusleht IV kooliastmele	23
Õhukvaliteedi programmi vaatlusleht II kooliastmele	13		

Maailmahariduslikud meetodid	25	LISAD	26
Sissejuhatus: õhu kvaliteet Ulaanbaataris	25	Lisa 1: Samblikutalluse eristamise tunnused ning näidisliigid	26
Võrdlus Euroopa ja Eestiga	25	Lisa 2. 12 samblike indikaatorliiki	27
Initsiatiiv õhukvaliteedi parandamiseks	25	Lisa 3. Eestikeelsed samblikemäärajad	29



Sissejuhatus

Bioindikaatorid on liigid, liigist kõrgemad taksonid või ka ökoloogilised rühmad (nt epifüüdid), mis on tundlikud keskkonnategurite muutuste suhtes. Sellest tulenevalt saab bioindikaatorite olemasolu ja arvukuse järgi hinnata keskkonna või ökosüsteemi seisundit. Läänemere Projekti (edaspidi BSP) õhukvaliteedi programmis kasutatakse bioindikaatoritena seeneriigi esindajaid – samblikke ja vahtra-pigilaiku – eesmärgiga hinnata kodukoha välisõhu kvaliteeti.

Käesolev materjal lihtsustab eri vanusega õpilaste suunamist õue loodust uurima, märkama elurikkust ja analüüsima vaatlustulemusi ning toetab õpetajaid riikliku õppekava oskuste ja pädevuste arendamisel. Vaadelda ja vaatluslehti täita võib nii kooli- kui ringitunni, aga ka õppekäigu ajal. Vaatluslehed võimaldavad õpilastel III ja IV kooliastmes hõlpsasti koostada praktilist tööd või uurimust.

MATERJAL SISALDAB:

- ◆ vaatluslehti I, II, III ja IV kooliastme jaoks
- ◆ metoodilisi juhendeid ja vajalikku teaduslikku taustainfot õpetjale, sh juhiseid, kuidas vaatlustulemusi interpreteerida
- ◆ juhendit, kuidas sisestada vaatlusandmed eElurikkuse andmebaasi, et panustada harrastusteadusesse
- ◆ valikut maailmahariduslikest meetoditest, mis aitavad vaatluste järel luua globaalseid seoseid ja tegevust reflekteerida

Materjali toetavad [määramisleht](#) 12 bioindikaatorina tuntud samblikuliigi määramiseks ning [metoodikavihik „Samblikuvaatlusele eelnevad lisategevused”](#).



Käesoleva juhendmaterjali tööversiooni tutvustati KIKi rahastatava projekti „Kestliku arengu eesmärgede toetavad UNESCO ühendkoolide võrgustiku ja Läänemere Projekti riiklikud ning rahvusvahelised tegevused 2020/2022” raames korraldatud õhukvaliteedi õppepäeval Põlvas 26.10.2021, misjärel seda täiendati vastavalt osalejate tagasisidele. Õppepäeval osales 12 õpetajat ja keskkonnahariduse spetsialisti ning 4 õpilast. Osalejad õppisid selgeks 12 indikaatorliiki, tegid läbi samblikevaatlusele eelnevad õppemängud ning said teadmisi sellest, miks ja kuidas kasutada samblikke õhukvaliteedi hindamisel.

Õppepäeva juhendajateks olid BSP õhukvaliteedi programmi juht Urve Lehestik ja samblikeuurija Piret Lõhmus, kelledega koostöös on käesolev õppematerjal ka valminud.

Panus harrastusteadusesse ja programmi aruandlus

Õhu kvaliteedi programmi kaudu saate panustada harrastusteadusesse. 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 õhukvaliteedi programmi raames vaatlusi 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](#).

Vaatlusperioodi lõpus palume teil samuti 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. Vahtra-pigilaigu vaatluste jaoks on eraldi veebivorm, mida saavad ka õpilased ise täita: <https://bit.ly/BSPpigilaik>.

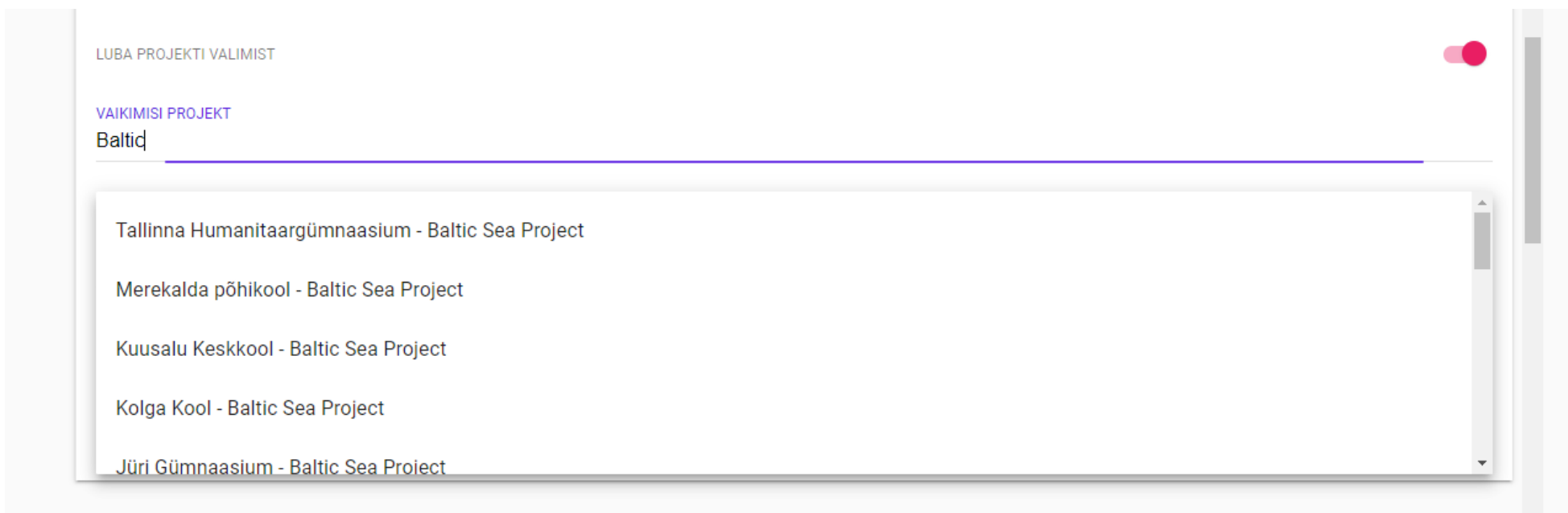
Andmete sisestamine

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 leiata [õppevideotest](#) (*inglise ja eesti keeles*). Soovitame tutvuda eelkõige õppevideoga „[Läänemere Projekti vaatlusandmete 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! Samblikevaatlusi sisestades tuleb rakendustes valida sisestusvorm „**BSP vaikimisi**“ või **Fungus**.

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-rakenduse ingliskeelsed juhised õpetajale on kättesaadavad [siit](#).

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



I kooliaste

1.1. SEOSD RIIKLIKU ÕPPEKAVAGA

I kooliastme 3. klassi õpilastele on eakohane vaadelda vahtra-pigilaiku. Vaatlus toetab järgmiste riikliku õppekava I kooliastme loodusõpetuse ainekava õppe- ja kasvatusesmärkide 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;
- ◆ vormistab vaatlusinfo, teeb järeldusi ning esitleb neid;
- ◆ käitub loodushoidlikult ning järgib koostegutsemise reegleid;
- ◆ eristab elus- ja eluta looduse objekte ja nähtusi ning vaatlleb, nimetab, kirjeldab ja rühmitab neid;

- ◆ eristab seeni, taimi ja loomi toitumise, kasvamise ning liikumisvõime järgi;
- ◆ teab, et ühte liiki kuuluvad organismid on sarnased.

1.2. VAHTRA-PIGILAIGU VAATLUS I KOOLIASTMELE

Taustainfo õpetajale

Vahtra-pigilaik (*Rhytisma acerinum*) on parasiitseen, kelle peremeheks Eestis on enamasti harilik vaher (*Acer platanoides*). Sügisel moodustab see seen vahtralehtedele pigimusti läikivaid laike. Ta talvitub maapinnale langenud vahtralehtedes ning hakkab oma spore levitama, kui ilmad on jälle soojad. Selleks et seda kosmeetilist seenhaigust ohjata, tuleb lehed sügisel riisuda ja põletada, kuid selline lahendus ei ole hea kõdukihi all talvituvale elustikule ja mulla koostisele.

Vahtra-pigilaik on tundlik õhu saastuse suhtes ning saab areneda vaid vävliühenditest puhtas õhus. Õhusaaste allikad võivad olla inimtekkelised ja looduslikud:

- ◆ fossiilkütuste põletamine elektri tootmises, transpordis, tööstuses ja kodumajapidamistes;
- ◆ tööstusprotsessid ja lahustite kasutamine, näiteks keemia- ja mäetööstuses;
- ◆ põllumajandus;
- ◆ jäätmekäitlus;
- ◆ looduslikud saasteallikad on näiteks vulkaanipursked, tuulega leviv tolm, merevee pihustumine ning taimedelt pärit lenduvate orgaaniliste ühendite heide.

[Eesti Keskkonnauuringute Keskuse õhukvaliteedi portaalis](#) kuvatakse reaajas mõõdetud välisõhu saasteainete sisaldust ja modelleeritud õhukvaliteedi tasemeid suuremates linnades, sealt saab ka väevliühenditega saastatust vaadata. Väevliga seotud saasteallikaid Eestis mujal praktiliselt ei ole kui vaid Ida-Virumaal (Kiviõli ja Kohtla-Järve põlevkivikeemiatehastega seotult); asulates on SO₂ asemel peamine saaste liiklusest tulev NO_x (teede ääres).

Ehkki vahtra-pigilaigu vaatluse tulemusena ei saa teha kindlaid järeldusi õhu kvaliteedi kohta (selle headus õhusaaste indikaatorina ei ole kõigis uuringutes kinnitust leidnud), on see hea meetod, et suunata nooremaid õpilasi õues õppima ning märkama seoseid ja suhteid neid ümbritsevas keskkonnas ning mõistma inimtegevuse mõju teistele maal elavatele liikidele.

torina ei ole kõigis uuringutes kinnitust leidnud), on see hea meetod, et suunata nooremaid õpilasi õues õppima ning märkama seoseid ja suhteid neid ümbritsevas keskkonnas ning mõistma inimtegevuse mõju teistele maal elavatele liikidele.

Vaatluse läbiviimine

Kestus: 45 min

Koht: koolihoovis, pargis

Aeg: vaatlusajaks sobib sügis, mil vahtralehed on langenud ja vaatluseks hästi kättesaadavad

Õpivorm: vaatlemiseks võiksid õpilased jaotuda paaridesse

Vahendid igale paarile:



- prinditud tööleht
- kirjutusalus
- kirjutusvahend (*niiske ilmaga on võimalik kirjutada hariliku pliiatsiga, aga kui töölehed on kiletatud, siis tuleks kirjutada markerpliiatsiga*)
- sall silmade kinnisidumiseks

Juhised

Õpilased vajavad õpetajapoolset juhendamist. Õpilased koos õpetajaga leiavad kolm harilikku vahtrat. Hariliku vahtra puudumisel sobivad ka mägivaher ja hõbevaher.

Õpetaja selgitab, et mõnikord elab vahtralehtedel parasiitseen nimega vahtra-pigilaik. Vahtra-pigilaik on tundlik õhusaaste suhtes ning saab areneda vaid väävlühenditest puhtas õhus. Edasised juhendid on vaatlustöölehel järgmisel leheküljel.

Pärast vaatlust on väga oluline arutada õpilastega tulemuste üle (kasutades protokollis olevaid aruteluküsimusi): nagu sai taustainfos mainitud, siis vahtra-pigilaigu puudumine võib tähendada õhu saastatuse asemel hoopis seda, et vaatluspiirkonnas riisuti ja põletati lehti.

Meelteharjutus. Arvestades, et suurema osa ajast veedavad õpilased umbsevõitu siseruumides, võiks vaatluse käigus teha ühe lihtsa hingamisharjutuse, mille käigus hingata sügavalt välja ja sisse, et kopsud saaksid täituda puhta õhuga.



ÕHUKVALITEEDI PROGRAMMI VAATLUSLEHT I KOOLIASTMELE

Kuupäev:
Kool:
Klass:
Õpetaja nimi:
Õpilaste nimed:

Seo paarilisel silmad salliga kinni. Paariline hoiab sinu käest kinni, et ta tunneks end turvaliselt. Seotud silmadega õpilane korjab vahtrapuu alt 10 juhuslikku vahtralehte. Eemaldage sall silmadelt.

Rühmitage kogutud vahtralehed 3 rühma:

- ♦ ilma vahtra-pigilaikudeta vahtralehed
- ♦ 1-2 vahtra-pigilaiguga vahtralehed
- ♦ rohkem kui 2 vahtra-pigilaiguga vahtralehed

Kirjutage tulemused tabelisse.

Vahtralehtede rühm	Lehtede arv rühmas
Vahtralehed, millel ei ole vahtra-pigilaike	
Vahtralehed, millel on 1-2 vahtra-pigilaiku	
Vahtralehed, millel on üle 2 vahtra-pigilaigu	

Vahtra-pigilaik ei saa kasvada seal, kus ei ole puhas õhk.

Kas teie vaatluskoha õhk on saasteainetest pigem puhas või mitte?.....

Põhjendage arvamust:

.....
.....
.....
.....

Arutlege koos õpetajaga

- ◆ Miks oli oluline, et vahtralehtede korjajal oleksid silmad kinni? Kas tulemus oleks tulnud samasugune, kui vahtralehti oleks korjatud avatud silmadega?
- ◆ Kas vahtrapuule on kasulik, et tema lehtedel elavad vahtrapigilaigu seemned?
- ◆ Kuidas levivad vahtra-pigilaigud järgmisel aastal vahtralehtedele, kui selle aasta sügisel langevad nad kõik lehtedega maapinnale?
- ◆ Millised õhusaaste allikad on teie vaatluspaiga lähedal? Mida oleks võimalik teha, et vaatluspaiga õhk oleks (veelgi) puhtam?

II kooliaste

2.1. SEOSD RIIKLIKU ÕPPEKAVAGA

4.–6. klassi õpilastele on eakohane vaadelda vahtra-pigilaiku ja võib teha esimesi katsetusi ka samblikevaatlusel.

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 kodukoha õhu seisundit samblike esinemise põhjal.

2.2. VAHTRA-PIGILAIGU VAATLUS

Vahtra-pigilaigu vaatlemiseks võib kasutada I kooliastme [vaatluslehte](#) ja [juhiseid](#). Paberist vaatluslehte kasutades tuleb vaatlus teha koolitunni, ringitunni või õppekäigu ajal, kui õpilased on hulgakesi koos ja saavad paare moodustada. 5. ja 6. klassi õpilastele on eakohane ka elektroonse vaatluslehe iseseisev täitmine näiteks kodutööna. Sellisel juhul saadab õpetaja õpilastele [elektroonse vaatluslehe lingi](#).

2.3. SAMBLIKEVAATLUSELE EELNEVAD LISATEGEVUSED

Samblikevaatlusele peaks eelnema samblike tundmaõppimine. Õpilased peaksid mõistma, et samblikud kuuluvad seeneriiki. Õpilastele jääb väga hästi meelde samblike seeneriiki kuulumine, kui nad saavad nuusutada ja maitsta Islandi käokõrvast keedetud seenelõhnalist teed (*meetoodikavihiku harjutus 1*). Järgnevalt tutvustab õpetaja samblike üldist ehitust ja eluviisi ning elupaikasid. Samblike talluste omanäolisus ja iseärasused saavad mõistetavaks, vaadeldes ja võrreldes samblike talluste erinevat suurust, värvust ja vorme memoriini mängides (*meetoodikavihiku harjutus 2*) või suurendusvahendite abil (*meetoodikavihiku harjutus 3*).

2.4. SAMBLIKEVAATLUS II KOOLIASTMES

Kestus: 45 min

Koht: vaatlused saab läbi viia pargis või metsas, kus leidub vanu lehtpuid, mille tüvedel kasvab nii samblaid kui samblikke

Õpivorm: vaatluse tegemiseks võiksid õpilased jaotuda paardesse või rühmadesse



Vahendid igale paarile või rühmale:

- kompass
- prinditud vaatlusleht, kirjutusvahend ja kirjutusalus

Enne vaatlust

Õpetaja selgitab, et tüvedele kinnituvad nii samblad, kes on taimed, kui ka samblikud, kes on lihheniseerunud seemned. Tuletatakse meelde kompassi kasutamise põhitõed.

Samblikevaatlusele asudes peaksid õpilased oskama eristada samblike kasvuvorme/talluse tüüpe ([Lisa 1: Samblikutalluse eristamise tunnused ning näidisliigid](#)).

Siis asutakse tegema vaatlusi vaatluslehe juhiste järgi.

Järelduste tegmine ja arutelu

Vaatluse järel võrreldakse puude põhja- ja lõunaküljelt saadud tulemusi ning arutletakse, kas on märgatavaid erinevusi sammalde ja samblike üldises katvuses, nende paiknemises tüvel ning eri tüüpi talluste esinemises.

Puu lõuna ja põhja poole erinevused paistavad hästi silma avatud kasvukohas kasvava puu tüve peal, mitte tihedalt üksteise varjus kasvavatel tüvedel. Need erinevused on seotud päikese liikumisega päeva jooksul, mistõttu tüve lõunakülge saab enam valgust ning on soojem ning tingimused on samblike jaoks kuivemad kui tüve põhjapoolsel küljel, mis on rohkem varjus ja niiskem. Sellepärast tasub samblikke otsides puu põhjakülge uurida, pidades aga ühtlasi meeles, et sellel poolel on soodsamad tingimused samblike kasvuks, mistõttu tuleb teha konservatiivsemad järeldused õhusaaste mõju kohta teatud samblikest indikaatorliikide kasvule.

Eri tallusetüüpide esinemine ja ohtrus (ning talluste kahjustumine või kidumine) on mõjutatud vaatluskoha õhukvaliteedist. Vaatlus annab esmaseid vihjeid, milline on uuritavas kohas samblikukoosluste struktuur: näiteks pisisamblike valdavus viitab suuremale saastele; leht- ja põõsasjate vormide valdavuses olek pigem puhtale õhule või siis nõrgale aluselise saaste koormusele. Õpetaja saab uurida 12 liigiga indikaatorliikide

tabelist, millisele õhusaaste tüübile nad viitavad ning sellest lähtudes juhtida arutelu õpilastega. Kuid muidugi on selles vanuses õpilastele olulisem õpetada elurikkuse mõistet ja suunata neid mõistma, et keskkonnaseis mõjutab eri organismide (antud juhul eri tallusetüüpi samblike) võimalusi ellu jääda ja areneda.



ÕHUKVALITEEDI PROGRAMMI VAATLUSLEHT II KOOLIASTMELE

Kuupäev:
Kool:
Klass:
Õpetaja nimi:
Õpilaste nimed:

Leidke koos kaaslas(t)ega lehtpuu. Mis liiki see puu on?

.....

Määrake kompassi abil tüve **põhjasuund (N)** ning seejärel ka **lõunasuund (S)**.

Vaadeldge mõlemas ilmakaares puutüve külge jalamilt kuni umbes 1,5 meetri kõrguseni.

Hinnake kummalgi küljel eraldi järgmiste tunnuste esinemist, täites ühtlasi tabeli.

Tunnused	N-külg	S-külg
1. Milline on samalde katvus? (<i>vali vastus</i>)	pole vähe keskmiselt palju	pole vähe keskmiselt palju
2. Milline on samblike katvus? (<i>vali vastus</i>)	pole vähe keskmiselt palju	pole vähe keskmiselt palju
3a. Tüve jalamil (<i>0–0,5 m kõrgusel</i>) kasvavad ... (<i>mär- gi vastus</i>)	sammal samblik	sammal samblik
3b. Tüve keskosas (<i>0,5–1,5 m kõrgu- sel</i>) kasvavad ... (<i>märgi vastus</i>)	sammal samblik	sammal samblik

3c. Üle rinna- kõrguse (<i>kõrgemal kui 1,5 m</i>) kasvavad ... (märgi vastus)	sammal samblik	sammal samblik
4. Märkige, millist värvi samblike talluseid te näete.	kollakas oranžikas pruunikas rohekas hallikas muu:	kollakas oranžikas pruunikas rohekas hallikas muu:
5. Milliste kasvuvormidega samblike tüvel esineb? (märgi vastus)	koorikjas lehtjas põõsasjas	koorikjas lehtjas põõsasjas

Võrrelge põhja- ja lõunaküljelt saadud tulemusi ning arutlege koos õpetajaga, kas on märgatavaid erinevusi:

- ◆ sammalde ja samblike üldises katvuses? (Millega seda seletada?)
- ◆ sammalde ja samblike paiknemises tüvel olenevalt kõrgusest? (Millega seda seletada?)
- ◆ eri tüüpi talluste esinemises?

III kooliaste

3.1. SEOSD RIIKLIKU ÕPPEKAVAGA

7. kuni 9. klassi õpilastele on eakohane teha vahtra-pigilaigu vaatlusi ja samblikevaatlusi.

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

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

- teeb kogutud andmete põhjal järeldusi;
- rakendab matemaatilisi teadmisi ja oskusi loodusteaduslikke probleeme lahendades;
- väärtustab samblikke eluslooduse tähtsa osana;
- hindab inimtegevuse positiivset ja negatiivset mõju populatsioonide ja ökosüsteemide muutumisele ning võimalusi lahendada keskkonnaprobleeme;
- määrab etteantud koha geograafilised koordinaadid.

3.2. VAHTRA-PIGILAIGU VAATLUS

Vahtra-pigilaigu vaatlemiseks võib kasutada I kooliastme [vaatluslehte](#) ja [juhiseid](#). Paberist vaatluslehte kasutades tuleb vaatlus teha koolitunni, ringitunni või õppekäigu ajal, kui õpilased on hulgakesi koos ja saavad paare moodustada. 7.–9. klassi õpilastele on eakohane ka elektroonse vaatluslehe iseseisev täitmine näiteks kodutööna. Sellisel juhul saadab õpetaja õpilastele [elektroonse vaatluslehe lingi](#).

3.3. SAMBLIKEVAATLUSELE EELNEVAD TEGEVUSED

Samblikevaatlusele peaks eelnema samblike tundmaõppimine ([vt II kooliaste](#)). III kooliastmes saab samblike rühmade tundmist kinnistada, mängides samblikurühmade (*koorikja, lehtja ja põõsasja tallusega samblikud*) kordamise mängu (*metoodikavihiku harjutus 4*) või maastikumängu (*metoodikavihiku harjutus 5*).

3.4. SAMBLIKEVAATLUS III KOOLIASTMELE

Kestus: 45 min

Koht: vaatlused saab läbi viia pargis või metsas, kus leidub vanu lehtpuid, mille tüvedel kasvab nii samblaid kui samblikke

Õpivorm: vaatluse tegemiseks võiksid õpilased jaotuda paaridesse või rühmadesse

Vahendid igale rühmale:

- prinditud töölehed
- kirjutusalused
- kirjutusvahendid
- mõõtmisvahend puu ümbermõõdu või diameetri mõõtmiseks
- seade geograafiliste koordinaatide leidmiseks



- 10x10 cm² läbipaistvast materjalist ruudustik, kus iga ruudu külje pikkus on 1 cm. Iga ruut moodustab ruudustikust 1%.

Ettevalmistus

Samblikevaatlusele asudes peaksid õpilased oskama eristada samblike talluse tüüpe ([Lisa 1](#), mida saate abivahendina välja printida). III kooliastmes võib täita ka II kooliastmele mõeldud [vaatluslehe](#) ja järgida õpetaja juhiseid ([juhised](#)).

Töö käik

Samblikevaatlused eeldavad õpetaja juhendamist. Vaadeldakse samblike katvust 5 lehtpuul. Kui kõigi 5 puu samblike katvuse vaatlemine ei mahu ajakavasse, võib iga rühm keskenduda vaid ühe puu samblike katvuse leidmisele. Vaatluse lõpuks koondatakse rühmade tulemused ühte tabelisse.

Vaatluse järel

Eri tallusetüüpide katvuse protsentide põhjal ei saa teha täpseid järeldusi õhusaaste kohta, sest uuringus ei ole iga tüüpi piires võrdne arv liike (vt liikide esinemisel põhinevat [metoodikat IV kooliastmele](#)). Küll aga annab vaatlus esmaseid vihjeid, milline on uuritavas kohas samblikukoosluste struktuur: näiteks pisisamblike valdavus viitab suuremale saastele; leht- ja põõsasjate vormide valdavuses olek pigem puhtale õhule või siis nõrgale aluselise saaste koormusele. Õpetaja saab uurida 12 liigiga indikaatorliikide tabelist, millisele õhusaaste tüübile nad viitavad, ning sellest lähtudes juhtida arutelu õpilastega.

Järgmises tunnis vaadake dokumentaalfilmi Ulaanbaatari õhusaaste probleemidest ning noore initsiatiivist õhu kvaliteedi parandamiseks oma linnas ([Tunnikava](#)).

Uurimistöö võimalused

III kooliastmes võib teha uurimistöö lihhenoindikatsiooni meetodit kasutades. Uurimistööd tegema asudes peaksid õpilased oskama eristada samblike talluse tüüpe ([Lisa 1](#)) ning õppima selgeks 12 bioindikaatorina tuntud samblikuliiki ([Lisa 2](#) ning [määramisleht](#)).

Uurimistööd tehes võiks lähtuda IV kooliastme õhukvaliteedi programmi [vaatluslehe metoodikast](#). Metoodikat järgides vaadeldakse 12 indikaatorliiki ühe linna/asula piires vähemalt viies kohas, et nende esinemissageduse suhte abil teha võrdlusi ning järeldusi proovipunktide ja eri piirkondade õhusaaste iseloomu (ja gradiendi) kohta.



ÕHUKVALITEEDI PROGRAMMI VAATLUSLEHT III KOOLIASTMELE

Kuupäev:

Kool:

Klass:

Õpetaja nimi:

Õpilaste nimed:

.....

.....

Valige vaatluseks viis sama liiki laialehist lehtpuud (nt vaher, pärn, tamm, saar jmt)

- ◆ mis asuvad üksteise läheduses
- ◆ mis ei kasva teiste puude varjus
- ◆ mille tüved on sirged, mitte kaldus
- ◆ mis on ligikaudu ühevanused
- ◆ mis on rinnasümberrõõmõõduga vähemalt 60 cm
- ◆ mille koorel ei ole nähtavaid kahjustusi/haigusi

Samblike katvuse määramiseks asetage puu tüve põhjaküljele 1,3 m kõrgusele maapinnast 10x10 cm² suurune läbipaistvast materjalist ruudustik. Loendage eraldi ruudud, millesse jäävad koorikja, lehtja ja põõsasja tallusega samblikud. Kui ühes ruudus esineb kahte talluse tüüpi (näiteks koorikja ja lehtja tallusega samblikku), siis märkige kummalegi 0,5%.

Mis liiki on vaadeldavad puud?

.....

Vaatluspaiga koordinaadid:

Puu nr	Puu rinnas- ümber- mõõt (cm)	Koorikja tallusega samblike katvuse %	Lehtja tallusega samblike katvuse %	Põõsasja tallusega samblike katvuse %
1				
2				
3				
4				
5				
Katvuse keskmine väärtus (%)				

IV kooliaste

4.1. SEOSD RIIKLIKU ÕPPEKAVAGA

Samblike vaatlus toetab järgmiste riikliku õppekava IV kooliastme loodusteaduste ainekava õpitulemuste saavutamist:

- ◆ hindab antropogeense teguri mõju ökotasakaalule ning suhtub vastutustundlikult ja säästvalt looduskeskkonda;
- ◆ suhtub vastutustundlikult elukeskkonda, väärtustab bioloogilist mitmekesisust ning vastutustundlikku ja säästvat eluviisi;
- ◆ rakendab loodusteaduslikku meetodit bioloogia probleeme lahendades: plaanib, teeb ning analüüsib vaatlusi ja katseid ning esitab saadud tulemusi korrektselt verbaalses ja visuaalses vormis.

4.2. Samblikevaatlused IV kooliastmele

Kestus: vaatlusi võib teha pikema perioodi jooksul

Koht: ühe linna/asula piires vähemalt viies kohas

Õpivorm: vaatluse tegemiseks jaotuvad õpilased rühmadesse, vaatluse meetodika järgi saab õpilane individuaalselt koostada uurimistöo

Vahendid igale rühmale:



- prinditud töölehed
- kirjutusalused ja kirjutusvahendid
- mõõtmisvahend puu ümbermõõdu mõõtmiseks
- seade geograafiliste koordinaatide leidmiseks

Eelteadmised: samblikevaatlusele asudes peavad õpilased oskama eristada samblike talluse tüüpe ([Lisa 1](#)) ning õppima selgeks 12 bioindikaatorina tuntud samblikuliiki ([Lisa 2](#) ning [määramisleht](#)).

Juhised

Metoodikat järgides vaadeldakse 12 samblikust indikaatorliiki ühe linna/asula piires vähemalt viies kohas, et nende esinemis-sageduse suhte abil teha võrdlusi ning järeldusi proovipunkti-de ja eri piirkondade õhusaaste iseloomu (ja gradiendi) kohta.

Kui kõigi 12 liigi tundmaõppimine pole noortele jõu- või aja-kohane, saab keskenduda vaid kolme konkreetse saastetüübi indikaatorliigi õppimisele ning vaatlemisele või siis jaotage liikide tundmaõppimine ära rühmade vahel. Näiteks üks rühm õpib ja vaatleb vaid tugevat happelist saastet taluvate liikide esinemist/puudumist, teine mõõdukat happelist saastet talu-vate liikide esinemist/puudumist jne. Sellisel juhul saab rühma koondnäitajast arvutada ainult uuritud saastet indikeerivate liikide summaarse sageduse.

Vaatlusandmed kantakse õuevaatluse ajal pabertöölehele ning hiljem võimalusel ka elektroonilisse tabelisse (nt Excel), et tulemuste saamiseks teha tabelarvutus.

Kuidas teha järeldusi?

Näide: [Exceli tabel arvutustega](#)

Liigirikkuse üle arutlemine

Suunav küsimus õpetajalt: kas liigirikkus üksinda on sobiv järelduste tegemiseks sellise uuringu ülesehituse juures, kus uuritakse vaid teatud liike, mis jagunevad omakorda eri grup-pidesse?

Oluline on, et õpilane tabaks ära, et kui liigirikkus on väga kõrge, siis on tegelikult liikide indikatsioonid midagi valesti: teoorias ei saa olla korraga tüvel kõik kolm kõrget happelist saastet taluvat liiki ning kõik kolm vaid tolmu- ja saastet talu-vat liiki, st olukorda, kus liigirikkuse väärtus võib tulla 10–12. Teine aspekt on see, et kogu liigirikkus üksi pole järelduse tegemiseks piisav alus; tuleks vaadata ka katvusi ning seda, mis saastegrupis on suurem liigirikkus. Vastus: alati pole liigi-rikkus A ja O järelduse tegemiseks, vaid loeb ka koosseis ning katvuste suhe.

Eri tüüpi talluste sagedusjaotuse üle arutlemine

Suunav küsimus õpetajalt: kas talluste tüübid on saaste tüü-pide vahel võrdselt jaotunud ning kas see seab piiranguid järelduste tegemises?

Üldine foon: tugeva happelise saaste tingimustes põõsajad tallused üldjuhul ei kasva ning lehtjad sageli kiratsevad (nt harilik hallsamblik).

Indikaatorliikide sagedusjaotuse üle arutlemine

Suunav küsimus õpetajalt: kas esines dominantliiki (mis omas maksimaalset sageduse väärtust), kas neid oli mitu? Kas dominantid kuulusid erinevatesse saaste tüübi gruppidesse?

Lisalugemist sellel teemal:

Tõrra, Tiiu. „[Samblikud õhusaaste indikaatoritena](#)“, Eesti Loodus 2005, nr 9.

Lisategevus

Vaadake klassiga dokumentaalfilmi Ulaanbaatari õhusaaste probleemidest ning noore initsiatiivist õhu kvaliteedi parandamiseks oma linnas ([Tunnikava](#)).



ÕHUKVALITEEDI PROGRAMMI VAATLUSLEHT IV KOOLIASTMELE

Kuupäev:

Kool:

Klass:

Õpetaja nimi:

Õpilaste nimed:

.....

.....

Uuritakse õhusaaste iseloomu 12 samblikust indikaatorliigi abil (vt abimaterjal „[Samblikud ja õhusaaste](#)”).

Valige vaatluseks viis sama liiki* laialehist lehtpuud (nt vaher, pärn, tamm, saar jmt)

- ◆ mis asuvad üksteise läheduses
- ◆ mis ei kasva teiste puude varjus
- ◆ mille tüved on sirged, mitte kaldus
- ◆ mis on ligikaudu ühevanused
- ◆ mis on rinnasümberrõõduga vähemalt 60 cm
- ◆ mille koorel ei ole nähtavaid kahjustusi/haigusi

* Juhul, kui ei ole sama liiki laialehist lehtpuud, võib valida ka mitut liiki laiahelised puud (näiteks pärn+vaher; tamm+pärn jmt; aga mitte kask või okaspuu, sest nende koore pH on happelisem).

Vaadeldge puude tüvesid 0,5–1,5 m kõrgusel ja täitke tabel

- ◆ leidke prooviala koordinaadid
- ◆ märkige puuliik
- ◆ mõõtke iga puu rinnasümberrõõd (RÜ)
- ◆ märkige kõigi 12 indikaatorliigi esinemine (=1) või puudumine (=0) tüvel

Prooviala koordinaadid						
Puu liik						
Puu nr	1	2	3	4	5	
Samblik / puu RÜ (cm)						Sagedus
1. harilik hallsamblik						
2. kibe lumisamblik						
3. harilik jahusamblik						

Puu nr	1	2	3	4	5	
4. kollane lõhnasamblik						
5. harilik rihmsamblik						
6. nui-pruun-samblik						
7. hägutõmmusamblik						
8. kollane härmasamblik						
9. harilik seinakorp						
10. harilik ripssamblik						
11. harilik härmasamblik						
12. saare-rihmsamblik						

Arvutage koondnäitajad (nädisena, kui uuritakse kõiki 12 liiki)

◆ Summaarne liikide sagedus (max 60)

- ◆ Summaarne liikide arv (max 12)
- ◆ Suhteline liikide sagedus (%) talluse tüüpide kaupa
 - koorikja ja pisilehtja tallusega (liigid 1, 2, 7)
 - lehtja tallusega (liigid 3, 4, 8, 9, 10)
 - põõsasja tallusega (liigid 5, 6, 11, 12)
- ◆ Suhteline saastetüübile iseloomulike liikide esinemis-sagedus:
 - tugev happeline saaste (liigid 1–3)
 - mõõdukas happeline saaste (liigid 4–6)
 - nii tolmu- kui happeline saaste (liigid 7–9)
 - tolmu- saaste (liigid 10–12)
- ◆ Arutlege saadud tulemuste üle, lähtudes samblike
 - liigirikkusest
 - tallusetüübi sagedusjaotusest
 - indikaatorliikide sagedusjaotusest

Maailmahariduslikud meetodid

Tunnikava: õhu kvaliteedi parandamisesse saab panustada iga vastutustundlik kodanik

Vanus: 13–18

Ainete lõiming: inglise keel, geograafia, bioloogia, füüsika

SISSEJUHATUS (20 MIN): ÕHU KVALITEET ULAANBAATARIS

1. Vaadake [dokumentaalklippi õhu kvaliteedist Mongoolia pealinnas Ulaanbaataris](#) (esimesed 16 min). Vastake küsimustele:

a) Mitu mikrogrammi (μg) tahkeid peenosakesi ($\text{PM}_{2,5}$) on ühes kuupmeetril (m^3) Ulaanbaatari õhus?

b) Miks on õhu kvaliteet nii halb?

VÕRDLU EUROOPA JA EESTIGA (10 MIN)

2. Võrdle Ulaanbaatari õhu tahkete peenosakeste ($\text{PM}_{2,5}$) sisaldust Euroopa erinevate piirkondade omaga. Kasutage järgimist tööriista: [European city air quality viewer](#)

a) Milline on tahkete peenosakeste ($\text{PM}_{2,5}$) sisaldus Eesti linnade õhus? Kas see vastab Euroopa Liidus kehtestatud nõuetele?

b) Milliste Euroopa linnade õhus on tahkete peenosakeste ($\text{PM}_{2,5}$) sisaldus kõige suurem?

INITSIATIIV ÕHUKVALITEEDI PARANDAMISEKS (15 MIN)

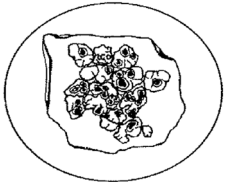
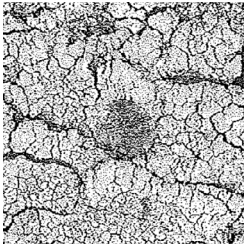
3. Vaadake [dokumentaalklippi 17-aastase Tuguldur Naranbaatari initsiatiivist](#) õhu kvaliteedi parandamiseks Mongoolia pealinnas Ulaanbaataris (4 min)



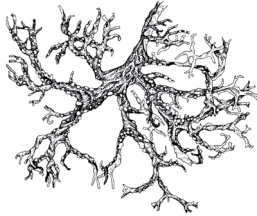

4. Arutelu. Mida võttis ette Mongoolia pealinnas Ulaanbaataris elav 17-aastane Tuguldur Naranbaatar õhu kvaliteedi parandamiseks oma kodulinnas? Mida saate teha teie, et parandada õhu kvaliteeti Eestis?

LISAD

LISA 1: SAMBLIKUTALLUSE ERISTAMISE TUNNUSED NING NÄIDISLIIGID

Joonis 1. Koorikja, lehtja ja põõsasja samblikutalluse eristamise tunnused ning näidisliigid.

<p>Koorikjas tallus on üsna õhuke ja kinnitub puukoorele tiheda kooriku või kirmena. Tallust ei ole võimalik koore küljest eemaldada.</p>		<p>Linna-liudsamblik</p> 
---	--	--

<p>Lehtja talluse hõlmad on selgelt eristuva ülemise ja alumise poolega; tallus kinnitub keskosas või suures ulatuses puukoorele, aga talluse servad enamasti mitte.</p>		<p>Harilik hall-samblik</p> 
<p>Põõsasjas tallus on rohkelt harunenud hõlmadega, mis asuvad tüvel rippuvalt või püstiselt. Tallus kinnitub puukoorele ainult ühest kohast.</p>		<p>Kollane lõhna-samblik</p> 

Joonised ja pildid: eElurikkuse andmebaasist (autor Peeter Tarlap), veebimaterjalist "[Vähetuntud elurikkus](#)" (autor Triin Aimla) ning kogumikust "[The Baltic Sea Project's Learner's Guide nr2. Working for Better Air Quality in the Baltic Region](#)", 1998.

LISA 2. 12 SAMBLIKEST INDIKAATORLIIKI

I Taluvad tugevat happelist saastet

1. Harilik hallsamblik (*Hypogymnia physodes*) – tallus lehtjas, tipmiselt ümardunud hõlmadega; hall; servades huuljad või ebakorrapärased soraalid.

2. Kibe lumisamblik (*Pertusaria amara*) – tallus koorikjas; hall; tallusel ümmargused valged kibeda maitsega soraalid.

3. Harilik jahusamblik (*Phlyctis argena*) – tallus koorikjas; erinevates toonides hall kuni valkjashall, lapiline; K+ kollane, seejärel värvub aeglaselt veripunaseks.

II Taluvad mõõdukat happelist saastet

4. Kollane lõhnasamblik (*Evernia prunastri*) – tallus põõsasjas, harud lintjad, suhteliselt pikad ja peenikesed; pealmine pool rohekaskollakas, alapool valkjas.

5. Harilik rihmsamblik (*Ramalina farinacea*) – tallus põõsasjas, harud kinnitumise kohas laiema, tipuosas kitsad; mõlemalt

küljelt ühtemoodi rohekas- või valkjaskollased; harudel korrapärased selgepiirilised ovaalsed soraalid.

6. Nui-pruunsamblik (*Melanelia exasperatula*) – tallus lehtjas; rohekaspruun; esinevad lusikavarrekujulised lamenenud talluse väljakasvud (isiidid).

III Taluvad nii tolmu kui ka happelist saastet

7. Hägu-tõmmusamblik (*Phaeophyscia orbicularis*) – tallus lehtjas, võib olla väga väike ja liibuv; kahvatu hallikas-pruunikas; esinevad pindmised soraalid.

8. Kollane härmasamblik (*Physconia enteroxantha*) – tallus lehtjas; hallikaspruun, tavaliselt kaetud heleda härmakihiga; hõlmaservad ääristatud kollakate soreedidega.

9. Harilik seinakorp (*Xanthoria parietina*) – tallus lehtjas; kollane; viljakehi palju; K+ punane.

10. Harilik rippsamblik (*Anaptychia ciliaris*) – tallus lehtjas, hall, pikkade peenikeste hõlmadega, rikkalikult harunev; hõlmaservades peenikesed ripsmed.

11. Harilik härmamblik (*Physconia distorta*) – tallus lehtjas; hallikaspruun, hõlmatippudes kaetud valkja härmakihiga; sageli esinevad arvukad viljakehad.

12. Saare rihmsamblik (*Ramalina fraxinea*) – tallus põõsasjas, laiade lintjate harudega; mõlemalt küljelt ühtemoodi rohekasvõi valkjaskollased; viljakehad paiknevad harudel pindmiselt või servmiselt (mitte tipmiselt).

[Indikaatorliikide lühikirjeldused ja fotod.](#)



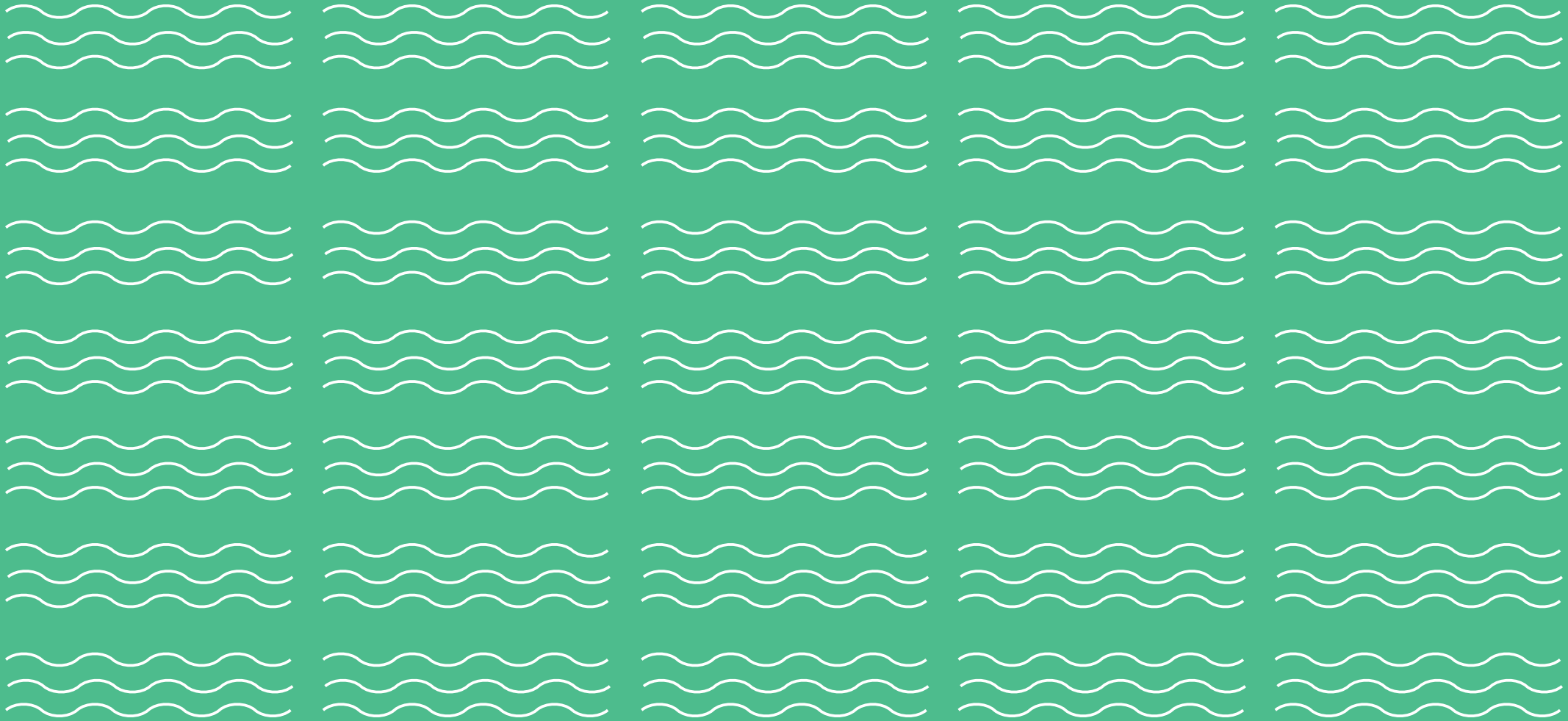
LISA 3. EESTIKEELSE SAMBLIKEMÄÄRAJAD

- ◆ [eSEIS – Eesti samblike e-infosüsteem.](#)

- ◆ Kalda, A., Randlane, T. 2004. „Väike sammalde ja samblike raamat“, Avita.
- ◆ Randlane, T., Saag, A. 2004. „Eesti pisisamblikud“, Tartu Ülikooli Kirjastus.
- ◆ Randlane, T., Saag, A., Martin, L., Degtjarenko, P., Oja, E. 2019. „Eesti maapinna suursamblikud“, Tartu Ülikooli Kirjastus.

- ◆ Randlane, T., Saag, A., Martin, L., Marmor, L. 2015. „Eesti kivil kasvavad suursamblikud“, Tartu Ülikooli Kirjastus.
- ◆ Randlane, T., Saag, A., Martin, L., Timdal, E., Nimis, P. L. 2011. „Eesti puudel kasvavad suursamblikud“, Tartu Ülikooli Kirjastus.
- ◆ Randlane, T., Trass, H. 1994. „Eesti suursamblikud“, Tartu Ülikooli Kirjastus.





Tartu loodusmaja, 2022



unesco

ühendkoolide võrgustiku
riiklik koordinaator



Läänemere Projekt

