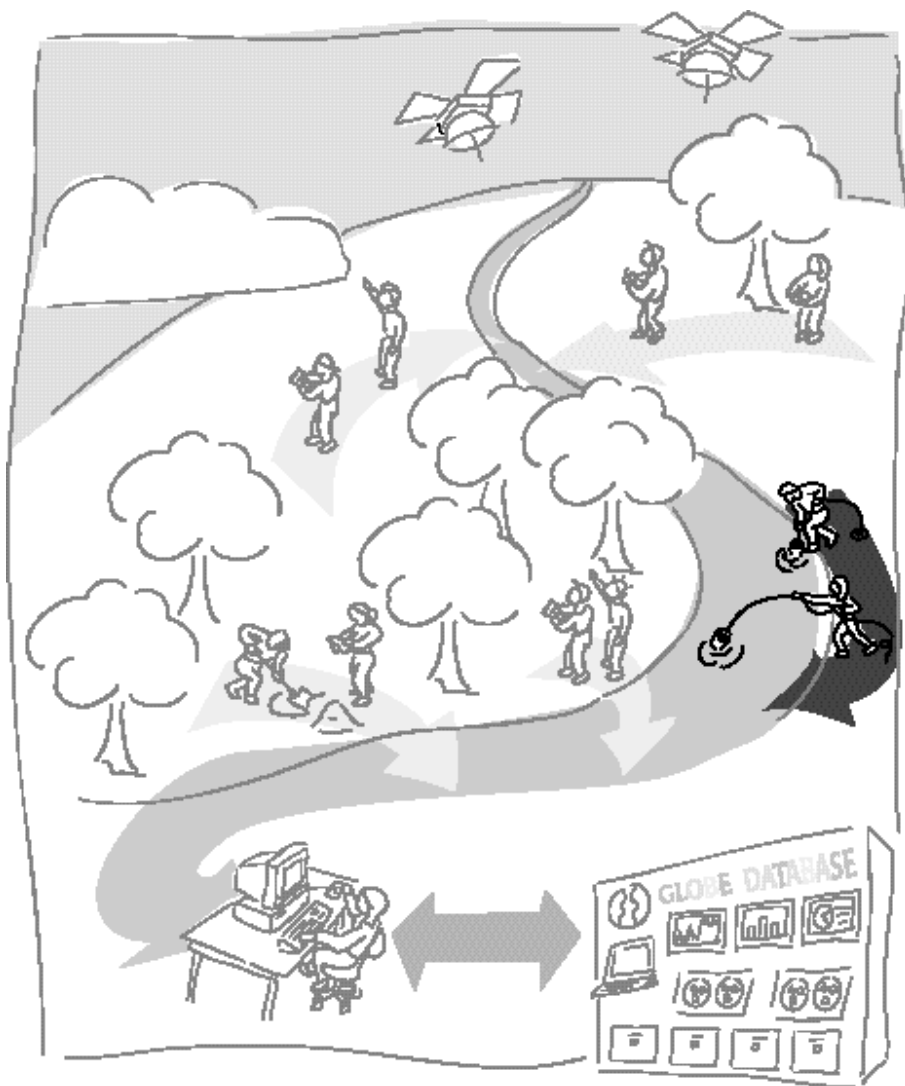


Hüdroloogia- uuringud



A GLOBE Learning Investigation



Kiirpilk hüdroloogiauuringutele



Protokollid

Mõõtmised vähemalt üks kord kuus:

Vee temperatuur
pH
Lahustunud hapnik
Leeliselisus
Elektrijuhtivus
Läbipaistvus

Soovitav tegevusjärjekord

Tehke jalutuskäik veekogu äärde, et tekitada huvi vee kvaliteedi ja keemia vastu.

Laske õpilastel valmistada valgala mudel, et luua üldine ettekujutus valgast ja teie valitud veekogu asukohast sellel valgala.

Õpetage selgeks mõõtmisvahendite õige kasutamine ja protokollide järgimine, et kindlustada korrektsed mõõtmistulemuste kogumine.

Alustage välimõõtmistega: minge oma õpilastega veekogu äärde ja tehke ettenähtud mõõtmised.

Tutvustage õpilastele hüdroloogiamõõtmiste olulisi kontseptsioone, tehes läbi õppetunnid:

Protokollide täitmise harjutamine

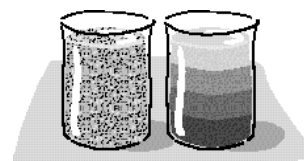
Nähtamatud reisijad

PH mäng

Õppetund "Kes võivad siin elada?" tutvustab õpilastele seoseid vee omaduste ja vee-elustiku vahel. Seda teemat tuleks aeg-ajalt uuesti käsitleda vastavalt mõõtmistulemuste kogunemisele.

Alustage hüdroloogiamõõtmiste tulemuste seostamist teiste mõõtmistulemustega.

Arendage ja laiendage õpilaste huvi ja suunake neid edasistele uuringutele.



Sisukord



Tere tulemast hüdroloogiauuringutesse!	3-4
Üldine sissejuhatus	3-4
Välitöödeks valmistumine	3-7
Ülevaade õppetegevusest	3-8
Eesmärgid õppimisel	3-8
Õpilaste hindamine	3-9
Protokollid	3-10
Kuidas hüdroloogia-uuringuid läbi viia	3-11
Veeproovi võtmine	3-14
Protokoll 1: Vee temperatuur	3-16
Protokoll 2: Lahustunud hapnik	3-19
Protokoll 3: pH	3-23
Protokoll 4: Leeliselisus	3-27
Protokoll 5: Vee elektrijuhtivus	3-29
Protokoll 6: Vee läbipaistvus	3-31
Materjalid õppetundideks	3-35
Jalutuskäik veekogu äärde	3-36
Valgala mudel	3-39
Protokollide täitmise harjutamine	3-42
Nähtamatud reisijad	3-50
Ph mäng	3-53
Kes võivad siin elada?	3-56
Lisa	3-59
Lisa 1: Kemikaalide komplekt lahustunud hapniku määramiseks	3-60
Lisa 2: Kemikaalide komplekt leeliselisuse määramiseks	3-61
Lisa 3: Kemikaalide komplekt nitraatide määramiseks	3-62
Sõnastik	3-64

Tere tulemast hüdrolöogiauuringutesse!



Üldine sissejuhatus

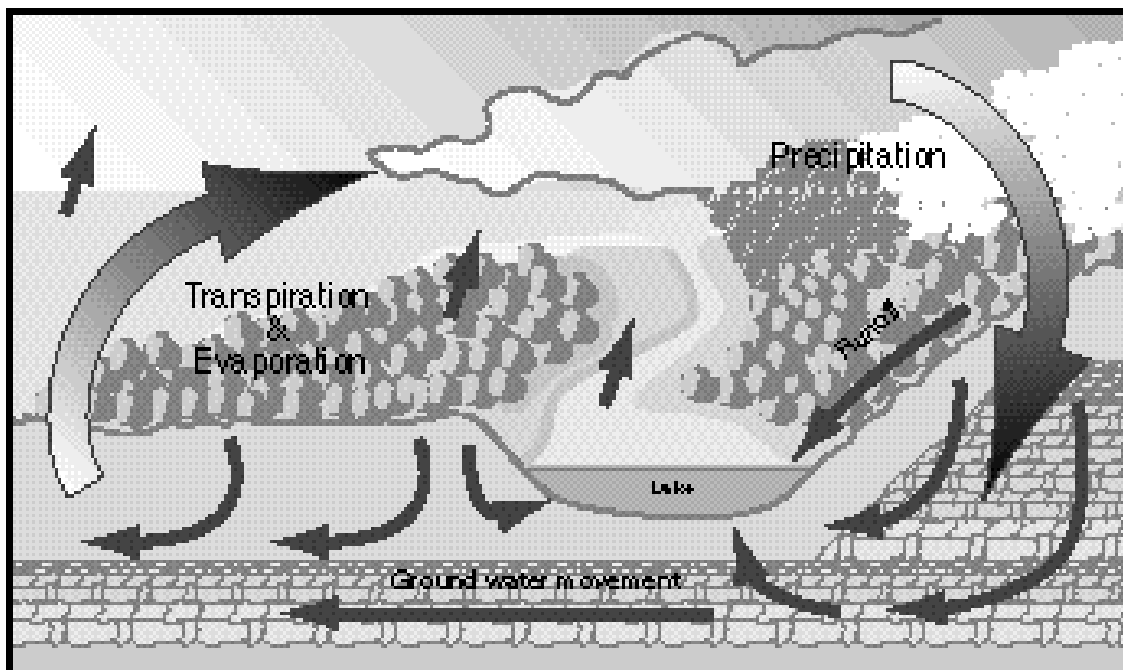
Me mitte ainult ei joo vett. Me koosneme veest. Vesi moodustab 50-90 % kõigi elusorganismide kaalust. Vesi on Maa peal üks tähtsamaid ning ohtramalt esinevaid aineid. Vesi toidab taimi ja loomi, mängib olulist rolli ilmastiku kujunemisel ning vormib planeedi pinda erosiooni ja teiste protsesside kaudu.

Vesi ringleb pidevalt maapinna ning atmosfääri vahel tsüklis, mida nimetatakse hüdrolöogiliseks tsükliks. Hüdrolöogiline ehk veetsükkel on looduses üks põhilisemaid protsesse. Reageerides päikese soojusele ja teistele mõjutustele, aurab vesi ookeanidest, jõgedest, järvedest, mullast ning taimestikust õhku ja muutub veeauruks. Veeaur tõuseb atmosfääri, jahtub ning muutub veetilkadeks või jääks, moodustades pilvi. Kui veepiisad või jääkristallid saavad küllalt suureks, langevad nad tagasi maa peale vihma või lumena. Maapinnale jõudnud veega võib

juhtuda kaks asja. Osa vett imub mulda ja imendub taimedesse või nõrgub allapoole põhjavee veehoidlasse. Ülejäänud vesi voolab ojadesse ja jõgedesse ning jõuab lõpuks ookeanidesse. Pindmine vesi aurustub ja alustab tsükli uuesti.

Vesi lähedalasuvas järves, lumi kaugel mäetipul, niiske õhk troopikasaarel ning hommikune kastetilk kuuluvad kõik ühte ja samasse süsteemi. Summaarne aastane veekadu planeedi pinnalt võrdub aastase sademete koguhulgaga maakeral. Süsteemi ükskõik millise osa muutmine, näiteks taimestiku levik mingis piirkonnas või maakasutuse vahetamine, mõjutab kogu ülejäänud süsteemi.

Vaatamata vee rohkusele, ei saa me suuremat osa Maa veevarudest kasutada. Kui kujutaksime Maa veevarusid ette 100 liitrina, oleks 97 liitrit sellest merevesi. Suurem osa ülejäänud kolmest liitrist oleks jää. Ainult umbes 3 milliliitrit kogu sellest sajast liitrist oleks vesi, mida saame tarbida.



Joonis 3-1: Vee ringkäik

Vesi osaleb paljudes tähtsates keemilistes reaktsioonides ning enamus aineid lahustuvad vees. Tänu suurele lahustamisvõimele esineb päris puhas vesi looduses harva. Hüdroloogilise tsükli läbimise jooksul lisandub vette looduslikke ja inimese poolt toodetud lisandeid. Nendest lisanditest moodustub iga vee teistest eristatav keemiline koostis ehk "vee kvaliteet". Vihm ja lumi haaravad endaga õhust kaasa väikseid tolmuosakesi. Bensiini ja teiste fossiilkütuste põlemisel paiskuvad õhku ained, mis päikesevalguse mõjul reageerivad veega ning moodustavad väävel- ja lämmastikhappeid. Need saasteained pöörduvad Maale tagasi happelihma ja -lume näol. Veekogudes lahustuvad happed aeglaselt kivimeid, põhjustades "lahustunud" tahkete osakeste sattumist vette. Väikesed, kuid nähtavad kivimite ja mulla tükikesed satuvad samuti vette. Selle tagajärjel tekib hõljuvaine ning vesi muutub *häguseks*. Kui vesi imbub maapinda, puutub ta kivimitega väga tihedalt kokku ning veelgi rohkem mineraale lahustub vees. Vee kvaliteedi määravadki vees lahustunud või seal hõljuvad lisandid.

Nende uuringute käigus mõeldavad õpilased järgmisi vee omaduste põhinäitajaid.

Vee temperatuur

Vee temperatuuri määrab vees ning ümbritsevas mullas ja õhus neelduva päikeseenergia hulk. Mida rohkem on päikese-soojust, seda kõrgem on vee temperatuur. Mõnikord võib veekogu temperatuuri tõsta vesi, mida on kasutatud tööstuses ning siis veekogusse lastud. Veepinnalt auruv vesi võib vee temperatuuri alandada, kuid seda ainult pealmises õhukeses veekihi. Aasta jooksul aset leidvate muutuste mõistmiseks mõõdame vee temperatuuri, sest veekogu temperatuur mõjutab oluliselt veeloomade ja -taimede hulka ning mitmekesisust selles veekogus. Jõed ja järved, mis on suhteliselt külmad ning kus on talvel vähe

taimestikku, puhkevad õitsele kevadel ja suvel, kui toitaineterikkad põhjaveekihid segunevad pindmiste kihtidega. Samuti esineb segunemisperioode sügisel. Segunemise ning soojema vee temperatuuri tõttu järgneb kevade saabumisele periood, mil mikroskoopilised veetaimed ja -loomad kiiresti kasvavad. Samuti koevad paljud kalad ning teised veeloomad kevadisel ajal, mil temperatuur tõuseb ja toitu on rohkelt. Madalad järved on selle tsükli puhul erandiks, sest seal toimub segunemine aastaringsest. Mõnedel juhtudel võib soe vesi olla surmav tundlikele liikidele, nagu forell ja lõhe, mis vajavad külma hapnikurikast keskkonda.

Lahustunud hapnik

Vee molekul H_2O koosneb kahest vesiniku aatomist ja ühest hapniku aatomist. Kuid iga veekogu vee molekulidega on segunenud ka vees lahustunud gaasilise hapniku (O_2) molekulid. Lahustunud hapnik on vee looduslik lisand. Veeloomad, näiteks kalad ja kalade toiduks olev zooplankton, ei hinga vee molekulides leiduvat hapnikku, vaid vees lahustunud gaasilise hapniku molekule. Kui vees ei ole piisavalt lahustunud hapnikku, lämbuvad veeloomad ja -taimed.

Atmosfääris on igast viiest molekulist üks hapniku molekul, vees on igast miljonist molekulist umbes 1-10 hapniku molekulid. Vee ja õhu jõuline segunemine, nagu näiteks tormistes voogudes, suurendab vees lahustunud hapniku hulka. Sama teeb ka veetaimede fotosüntees. Hapnikku tarvivad kalad, zooplankton ning bakterid, mis lagundavad orgaanilist ainet. Orgaaniline aine (näiteks surnud taimed ja loomad) satub loomulikult teel veekogudesse läbi metsade, niitude ja põllumaade voolava vee kaudu. Teiseks orgaanilise aine allikaks on heitvete töötlemisega tegelevate ettevõtete väljavoolutorud. Milline allikas ka poleks, tavaliselt on aeglaselt voolavates veekogudes orgaanilise aine allikate läheduses lahustunud hapniku tase madal. Lisaks sellele seob soe vesi vähem hapnikku kui



külm, nii et kriitiline periood kalade ja zooplanktoni jaoks on tavaliselt suvi.

pH

pH väljendab vee happesisaldust. Vee pH tase mõjutab suuremat osa temas toimuvatest keemilistest protsessidest. Destilleeritud, ilma lisanditeta vee pH on 7. Kui vee pH on 7, siis tema happesisaldus on täpselt võrdsed ning tasakaalustavad teineteist. Kui pH on väiksem kui 7, on vesi rohkem happeline, kui pH on suurem kui 7, on vesi rohkem aluseline.



pH-skaala erineb kontsentratsiooni-skaaladest, mida kasutame teiste lisandite puhul. pH-skaala on logaritmiline, see tähendab, et pH muutumisel ühe ühiku võrra muutub vee happesisaldus kümme korda. Seega, happesisaldus vees, mille pH on 3, on kümme korda suurem kui vees, mille pH on 4, ning selle happesisaldus on omakorda kümme korda suurem kui vees, mille pH on 5.



Loodusliku saastamata vihmavee pH on viie ja kuue vahel, nii et isegi maailma kõige vähem saastatud kohas on vihmavesi looduslikult veidi happeline. Kõige happelisema vihmavee pH on umbes 4, ent suurlinnades on vahel täheldatud udu, mille pH on alla kahe. Enamuse järvede ja vooluveekogude pH ulatub 6,5-st 8,5-ni. Piirkondades, kus muld sisaldab teatud tüüpi mineraale, näiteks sulfiide, on looduslik vesi happelisem. Ka kaevandustööd võivad põhjustada happelisi moodustavate mineraalide vette sattumist. Looduslikult aluseline on nende piirkondade vesi, kus muld sisaldab selliseid mineraale nagu kaltsiit või lubjakivi.



Veekogu pH-l on suur mõju sellele, millised organismid seal elada saavad. Salamandrid, konnad ja teised kahepaiksed on eriti tundlikud madala pH-taseme suhtes.



Leeliselisus

Leeliselisus on vee vastupanuvõime pH alanemisele happe lisamisel. Happed satuvad vette tavaliselt vihma või lume kaudu, kuigi mõningates piirkondades on suure tähtsusega ka mullast pärinevad happed. Leeliselisus suureneb, kui vees on lahustunud kivimid, mis sisaldavad kaltsiumkarbonaate, nagu näiteks kaltsiit või lubjakivi. Kui järve või vooluveekogu leeliselisus on väike, võib tugevast vihmast suuresti kiiresti lumesulamisest tingitud järsk hapete juurdevool (vähemalt ajutiselt) veekogu leeliselisuse täiesti ammendada ning alandada pH-taset, viies selle kahepaiksetele, kaladele ja zooplanktonile ohtliku piirini. Piirkondades, kus on vähe mulda, nagu näiteks mägistel aladel, on järvede ja vooluveekogude leeliselisus tihti madal. Sellised veekogud võivad eriti tundlikud olla kevadeti, perioodidel, mil lumi sulab kiiresti. Saasteained uhutakse tavaliselt juba sulamise algstaadiumis lumest välja ja seetõttu esineb happeliste saasteainete suurem juurdevool tihti just kevadel, mis on ka veeorganismide kasvutsükli kriitiline periood.

Elektrijuhtivus

Puhas vesi on halb elektrijuht. Veel võimaldavad elektrit juhtida seal esinevad lisandid, näiteks lahustunud soolad. Kuna alati pole piisavalt aega ega raha, et veest iga aine kohta eraldi analüüse võtta, on leitud, et heaks vee lisandite koguhulga iseloomustajaks on vee elektrijuhtivus, mis näitab, kui hästi elektrivool vees liigub. Mida rohkem on vees lisandeid, seda suurem on tema elektrijuhtivus.

Põllumajanduses ja linnades kasutatavas vees peab lahustunud tahkete osakeste kogusisaldus olema väiksem kui 1000 - 2000 osa lisandeid miljoni osa vee kohta kaalu järgi ehk vee elektrijuhtivus peab olema väiksem kui 2200-2600 mikroSiemens'it. Kui lisandeid on rohkem (s.t. elektrijuhtivus on nimetatust suurem), võib see põllukultuuridele kahju tekitada. Majapidada-

mises kasutatavas vees peaks lahustunud tahkete osakeste sisaldus olema väiksem kui 500 osa lisandeid miljoni osa vee kohta või juhtivus peab olema alla 1100 mikro-Siemensi. Nõudepesumasinas äsja välja võetud nõudele jäänud jäljed ongi vees lahustunud tahkete osakeste tekitatud. Tööstuslikuks kasutamiseks, eriti elektroonikatööstuses, on vajalik lisanditevaba vesi.

Mõõtmiste tähtsus

GLOBE hüdroloogiauuringud on mõeldud selleks, et aidata rahuldada vajadust looduslike vete pideva laiaulatusliku jälgimise järele. Meie teadmised vee kvaliteedi kohta eri maades ja ka kogu maailmas põhinevad proovidel, mis on võetud üksikutest oma piirkonnale iseloomulikest vaatluskohtadest. Neid proove on üldjuhul võetud ainult paar korda. Näiteks tuginevad meie teadmised paljudest järvedest rohkem kui kümme aastat tagasi üks või kaks korda võetud proovidele. Enne, kui saame hinnata muutusi, vajame usaldusväärset informatsiooni praeguste tingimuste kohta. Juhul kui muutused juba aset leiavad, aitab mõjustatud ja mõjustamata piirkondade võrdlemine meil mõista, mis toimub.

Lahustunud hapniku ja pH-taseme mõõtmised ütlevad meile kohe, kui külalislahke on veekogu veorganismide suhtes. Jällegi on huvitav jälgida nii lahustunud hapniku, leeliselisuse ning pH iga-aastast tsükli kui ka võrrelda erinevaid veekogusid. Võime esitada järgmisi küsimusi: kas lahustunud hapniku tase antud veitemperatuuri juures on alati kõrgeim võimalikest või langeb see mingi perioodi jooksul? Kui tase on madal, siis tahame teada selle põhjust. Me võime näha, et pH langeb vahetult peale vihma-sadu või lumesulamisvee voolamist järve või vooluveekogusse. Kui avastame pH-taseme languse, eeldame, et selle veekogu leeliselisuse tase oli madal. Üldiselt peaksimegi eeldama, et veekogudes, mille leeliselisus on madal, langeb pH peale vihma-

sadu või lume sulamist. Igal juhul peame läbi viima mõõtmisi, et kinnitust saada, kas see tegelikult juhtub või mitte.

GLOBE hüdroloogiamõõtmisi läbi viies peaksid õpilased teadma, et peame silmas vähemalt kahte ühiskondlikult olulist eesmärki. Esiteks tahame me paremini tundma õppida kohalikke maa- ja veeresursse. Teadmised aitavad meil teha targemaid otsuseid selle kohta, kuidas neid ressursse kasutada, hallata ning nautida. Teiseks tahame hinnata, kui suurel määral mõjutab praegune inimtegevus veevarude kvaliteeti ja kas veekogude vett on ka tulevikus võimalik kasutada. Ameerika Ühendriikides ning ka paljudes teistes riikides võetakse praeguste mõõtmisprogrammide raames proove ainult mõnedest veekogudest paar korda aastas. Loodame, et mõõtmised, mida teie GLOBE programmi raames tegema hakkate, aitavad meil seda lünka täita ning paremini mõista Maa loodusvete tervislikku seisundit.

Välitöödeks valmistumine

Ülevaade

Õpilased võtavad väljavalitud veekogust veeproovid, töötlevad neid, määrates kindlaks nende koostise ning analüüsivad saadud andmeid, et paremini mõista vee kvaliteeti ja selle mõju keskkonnale.

Tabelis 3-1 on loetletud GLOBE soovitatavad protokollid kolmele eri tasemele. Õpetajad peaksid ise otsustama, millised protokollid sobivad nende õpilaste võimetele. Palun pidage meeles, et edasijõudnute taseme protokollide juurde kuuluvad spetsiaalsed ohutusnõuded.



Tabel 3-1: Hüdroloogiliste mõõtmiste tasemed

Tase	Mõõtmine
Algajad	temperatuur pH (paberiga) elektrijuhtivus läbipaistvus
Keskaste	temperatuur lahustunud hapnik pH (sulep. v. mõõtur) elektrijuhtivus läbipaistvus
Edasi- jõudnud	temperatuur lahustunud hapnik pH (mõõturiga) läbipaistvus lahustunud hapnik

Mõõtmiste graafik

Mõõtmised tuleb läbi viia üks kord kuus, enam-vähem samal kuupäeval ning kellaajal. Soovitavad on iga-nädalased mõõtmised eriti neil perioodidel, mil hüdroloogia vaatluskohtades toimuvad kiired muutused. Iga kord vaatluskohta külastades peaks võtma proove kõigi protokollide jaoks.

Vaatluskoha valik (eelistatuse järjekorras)

1. Oja või jõgi
2. Järv või veehoidla
3. Tiik
4. Niisutuskraav või mõni muu veekogu, juhul kui ojad, jõed, järved või veehoidlad ei ole teie GLOBE vaatluskohas ligipääsetavad või kui neid seal ei ole.

Õpilaste rühmadesse jagamine

Mõõtmisi peaksid õpilased läbi viima 2-3-inimeselistes rühmades. Iga rühma ülesanneteks on proovide võtmine, proovide töötlemine ning andmete märkimine. Väga kasulik on lasta ühte parameetrit mõõta mitmel rühmal (näiteks, kaks rühma mõõdavad lahustunud hapniku hulka). See võimaldab suuremal hulgal õpilastel mõõtmistest osa võtta ning mõõtmine tulemuste täpsust kontrollida. Õpilaste rühmad, kes viivad läbi ühte ja sama mõõtmist,

peaksid tulemusi üksteisega võrdlema, et kindlaks teha, kas andmed on sarnased. Kui ühe ja sama proovi puhul on saadud erinevad tulemused, peaksid õpilased mõõtmisprotseduure kontrollima ning need uuesti läbi viima, et teada saada, mis põhjustas erinevuse. Andmete täpsuse kontrollil on teaduses ning õppimisel oluline roll.

Ülevaade õppetegevusest

Kui iga mõõtmise jaoks ette nähtud protokolle kasutada paralleelselt õppetegevusega, mida kirjeldatakse järgmises osas, on loodud suurepärase keskkond vees toimuvate keemiliste protsesside mõistmiseks. Teil võib olla kiusatus lasta õpilastel ainult mõõtmisi teha ning GLOBE andmelehti täita. Kuid meie eesmärk on, et õpilased omandaksid ka uusi teadmisi ja kriitilise mõtlemisoskuse. Peatükis *Materjale õppetundideks* aidatakse teil mõõtmistele laiemat tausta anda.

Eesmärgid õppimisel

Hüdroloogiauuringud arendavad õpilaste arusaamist vee tähtsusest, tema ainulaadsetest omadustest ning koostisest. Veeproove analüüsides hakkavad õpilased mõistma vees toimuvaid keemilisi protsesse ja nende tähtsust veekogude tervislikule seisundile.

Pärast hüdroloogiauuringute kõigi ülesannete täitmist peaksid õpilased olema omandanud alljärgnevad üldised ettekujutused ja oskused:

Üldised ettekujutused

- kirjeldada kohalikke veekogusid ja leida nende asukoht kaartidel ja plaanidel
- kirjeldada vee koostist ja keemilisi omadusi
- kirjeldada veetsükli tähtsust elusale loodusele ja inimestele

kirjeldada ja ära tunda mitmesuguseid veekogudes leiduvaid looduslikke aineid ja vette sattunud lisandeid
vaadelda muda, liiva, kruusa, soolade ja lõhnaainete allikate käitumist ja kirjeldada nende mõju veele
kirjeldada lahuseid ja suspensioone kirjeldada, miks ja kuidas vesilahused muutuvad
kirjeldada, kuidas vee muutused mõjutavad vees elavaid organisme

Oskused

Veekogudest veeproovide võtmise nõuete ja võtete tundmine
Üldine ettekujutus täpsuse kontrolli olemusest ning selle *rakendamine*
Mõõtmisvahendite *kalibreerimine*
Kirjaliku protokoll *järgimine*
Andmete täpne *registreerimine* ja *esitamine*
Suulise suhtlemise oskuste *kasutamine*
Kirjaliku suhtlemise oskuste *kasutamine*
Inimestevahelise suhtlemise oskuste *kasutamine*

Õpilaste hindamine

Õpilaste osa selles projektis võib hinnata individuaalselt või kõiki üheväärselt kogu kollektiivselt kogutud materjali põhjal. Lisaks sellele, et õpilased edastavad andmed GLOBE õpilaste andmeserverisse, peaksid nad jõukohasel tasemel andmeid analüüsima ning referaate kirjutama. Laske õpilastel kirjutada parameetritest, mida nad mõõtsid, ning koostage kõigi individuaalsete referaatide põhjal täielik ülevaade vaatluskohast. Esitage see ülevaade kohalikele ja riiklikele organitele, kes tegelevad vee ning vee kvaliteediga.

Protokollid



Kuidas hüdroloogiauuringuid läbi viia

Veeproovi võtmine

Protokoll 1: Vee temperatuur

Vahetult pärast veeproovi võtmist mõõdetakse veeproovi temperatuur

Protokoll 2: Lahustunud hapnik

Määratakse lahustunud hapniku sisaldus veeproovis, kasutades selleks mõeldud kemikaalide komplekti

Protokoll 3: pH

Mõõdetakse veeproovi pH väärtus, kasutades kas pH indikaatorpaberit, pH pliiatsit või pH meetrit

Protokoll 4: Leeliselisus

Määratakse veeproovi leeliselisus, kasutades kemikaalide komplekti

Protokoll 5: Vee elektrijuhtivus

Määratakse veeproovi elektrijuhtivus, kasutades juhtivusmõõtjat

Protokoll 6: Vee läbipaistvus

Määratakse vee läbipaistvus, kasutades Secchi ketast või hägususe toru



Kuidas hüdroloogia-uuringuid läbi viia



Hüdroloogilisteks mõõtmisteks valmistumine

Hüdroloogia vaatluskoha valimine

Kõige parem oleks, kui hüdroloogia vaatluskoht kuuluks valgala juurde, mis on teie 15 x 15 km suuruse GLOBE uurimisala oluline osa. Selle valgala ulatuses valige üks konkreetne koht, kus teostate hüdroloogilisi mõõtmisi (vee temperatuur, pH, lahustunud hapnik, leeliselisus, läbipaistvus ja elektri juhtivus). Kui teie valgalasse kuulub mõni eriti huvitav veekogu, valige igal juhul see. Muul juhul on veekogude eelistatuse järjekord järgmine:

1. Oja või jõgi
2. Järv või veehoidla
3. Tiik

Kuivenduskraavi või mõnda muud veekogu võib kasutada juhul, kui ojad, jõed, järved või tiigid ei ole teie GLOBE vaatluskohas ligipääsetavad või kui neid seal ei ole.

Te peaksite kõik proovid võtma hüdroloogia vaatluskohas iga kord ühest ja samast kohast. Seda kohta nimetame proovivõtu kohaks.

Kui vaatluskohaks on vooluveekogu, näiteks oja või jõgi, valige proovivõtu kohaks aeglase vooluga ala (koht, kus vesi liigub, kuid mitte liiga kiiresti), mitte ala, kus on seisev vesi või karestikud. Kui vaatluskohaks on seisev veekogu, näiteks järv või veehoidla, valige proovivõtu koht väljavooluala läheduses või veekogu keskel ning vältige proovide võtmist sissevooluala ümbruses.

Vaatluskoha kirjeldus

Kui olete oma hüdroloogia vaatluskoha välja valinud, määrake GPS vastuvõtjaga selle koordinaadid. Märkige asukoht ja muud vaatluskohta kirjeldavad andmed hüdroloogia vaatluskoha kirjeldamise andmelehele.

Sagedus

Teostage kõiki vee keemilisi mõõtmisi üks kord kuus, iga kord umbes samal kellaajal, soovitatult enne kella kümnet hommikul kohaliku aja järgi. Kuid kui teie klassil on võimalik mõõtmisi läbi viia iga nädal, soovitage teil seda teha. Teie õpilastel on siis võimalus paremini jälgida muutusi, mis leiavad aset tänu sademetele ja äravoolule.

Kui teie proovivõtu koht külmub talvel kinni või kuivab ära, märkige see kindlasti iga kuu andmelehele, kuni teil on jälle võimalik teha mõõtmisi vabas vees.

Märkus: Teatud perioodidel aastas on mõõtmised huvitavamad. Kui jões esineb äravool, siis võivad suurenev voolukiirus ja sette hulk vee keemiliste mõõtmiste tulemusi oluliselt muuta. Periood kohe peale jää sulamist järvel on samuti väga muutlik aeg, sest ülemised veekihiid segunevad sügavamal ja päris põhjas olevate kihtidega. Tihti juhtub, et põhjakihid satuvad lõpuks üles pinnale, põhjustades seega üllatavaid muutusi teie mõõtmistulemustes.

Kvaliteedi tagamine ja kontroll

Kvaliteedi tagamise ja kontrolli planeerimine on vajalik selleks, et mõõtmistulemused oleksid nii korrektsed ja täpsed kui võimalik. *Korrektus* väljendab seda, kui tõene mõõtmistulemus on. *Täpsus* tähendab kooskõlaliste tulemuste saamist. Korrektus ja täpsus saavutatakse:



- * Võttes veeproovi nii nagu juhendis on ette nähtud
- * Viies mõõtmised läbi kohe peale veeproovi võtmist
- * Mõõtmisvarustuse hoolika kalibreerimise, kasutamise ja hooldamisega
- * Jälgides täht-täheleht protokollides antud juhendeid
- * Korrates mõõtmisi, et nende õigsust kontrollida ning võimaliku vea põhjust leida
- * Hoidudes kemikaalide ja mõõtmisvarustuse saastamisest nii palju kui võimalik
- * Kontrollides, kas arvud, mis te esitate GLOBE õpilaste andmeserverile, on ikka samad, mis hüdroloogiauuringute jooksva andmelehel.

Kalibreerimine

Kalibreerimine on mõõtmisvarustuse täpsuse kontrollimiseks mõeldud protseduur. Näiteks, et kindlaks teha, kas pH-instrumendid töötavad korralikult, testitakse lahust, mille pH on teada. Kalibreerimisprotseduurid on igas protokollis täpselt kirjeldatud. Kalibreerimine tuleb läbi viia samal päeval kui välimõõtmised. Kalibreerimisprotseduurid võivad läbi viia klassiruumis vahetult enne varustuse välja viimist. Kuid mõningatel juhtudel võib olla vajalik kalibreerimist väljas uuesti korrata, viies läbi teadaoleva väärtusega lahuse välimõõtmise. (Vt. pH ja elektri-juhtivuse protokolle.)

Mõõtmiste teostamise kiirus ja järjekord

Temperatuuri ja lahustunud hapniku mõõtmine tuleks läbi viia vaatluskohas kohe peale veeproovi võtmist. Ärge laske veeämbril enne mõõtmiste teostamist üle poole tunni seista. Võtke uus proov, kui see peaks juhtuma. Kui teist võimalust ei ole, võib proovid pudelisse panna (vt. Pudelisse panek alalõigus *Veeproovi võtmine*) ja

mõõtmised teostada klassiruumis. Siiski on väga soovitatav kõik mõõtmised läbi viia vaatluskohas. Lahustunud hapnikku ei ole soovitatav klassiruumis määrata, kuna see peaks tehtama 30 minuti jooksul peale proovi võtmist. pH mõõtmise (2 tunni jooksul) ning leeliselisuse ja elektri-juhtivuse mõõtmised (24 tunni jooksul) võivad läbi viia hiljem klassiruumis, kui see on vajalik.

Oluline: Järjekord, milles mõõtmised läbi viiakse, on oluline. Kõigepealt tuleks mõõta vee temperatuur, kohe peale seda lahustunud hapnik, siis pH, leeliselisus ja elektri-juhtivus.

Oluline: Lahustunud hapniku mõõtmise tulemustel ei ole täit väärtust, kui vee temperatuur ei ole teada. Mõõtko lahustunud hapnikku ainult juhul, kui mõõdate ka vee temperatuuri.

Mõõtmiste kordamine

Jagage oma klass iga mõõtmise ajaks vähemalt kahte rühma. Kui üks rühm on mõõtmise lõpetanud, laske neil varustus teisele rühmale edasi anda. Mõlemad rühmad kasutavad mõõtmise jaoks ühte ja sama veeämbril.

Kui kahe rühma mõõtmistulemused erinevad oluliselt, laske mõõtmist korrata kolmandal rühmal ja võivad-olla ka kahel esimesel rühmal. Mõõtmistulemuste suurimad lubatavad erinevused on esitatud allpool olevas tabelis.

Iga rühm peaks kasutama oma hüdroloogiauuringute jooksvat andmelehte. GLOBE õpilaste andmeserverile tuleks edastada kõigi saadud tulemuste keskmised, mis mahuvad ülaltoodud erinevuste piiridesse. Tulemused, mis lubatud erinevuste piiridesse kaugeltki ei mahu, jätke kõrvale.

Mõõtmine	Suurim lubatav erinevus
Vee temperatuur	0.5° C
Lahustunud hapnik	0.2 mg/l (La Motte test-komplekt) 1.0 mg/l (Hach test-komplekt)
pH	
pH-paberiga	1.0 pH-ühikut
pH -pliiatsiga või pH-meetriga	0.2 pH ühikut
Leeliselisus suuremas piirkonnas	1 tilk, mis võrdub 17 mg/l
väiksemas piirkonnas	6.8 mg/l
Elektrijuhtivus	2% kogu skaalast

Kasutatud vedelike kõrvaldamine

Kui mõõtmised on tehtud, koguge **kõik** lahused ja vedelikud laia suuga keeratava korgiga plastmassist jääkainete pudelisse, kallake kraanikaussi ja uhtuge ohtra veega alla. Või kõrvaldage nad vastavalt teie kooli piirkonnas kehtivatele ohutusnõuetele.

Veeproovi võtmine



Materjalid ja vahendid

4-liitrine ämber, mille sanga külge on kindlalt kinnitatud tugev nõör
Pabersalvrätikud
500 ml polüetüleenist proovipudelid
GLOBE teadusmärkmikud, kirjutusvahendid, andmelehed
Kummikindad (soovitavalt)

Kui õpilased pääsevad veekogu juurde ohutult (nii et vesi on käeulatuses), võib vee temperatuuri, pH ja elektrijuhtivuse mõõtmised läbi viia otse veekogus. Leeliselisuse ja lahustunud hapniku mõõtmiste jaoks on vajalik ämbriga võetud proov. *Veeproove tuleks analüüsida koheselt peale võtmist.* Kui muud võimalust ei ole, võib proovid pudelitesse panna ning pH, leeliselisuse ja elektrijuhtivuse mõõtmised läbi viia peale klassiruumi tagasi pöördumist. Järgige alljärgnevaid juhendeid veeproovi võtmiseks ja koheseks analüüsimiseks või proovide pudelitesse panemiseks, et neid hiljem klassiruumis testida.

Proovi võtmine

1. Nõrist kinni hoides laske ämber vette ja oodake, kuni ta osaliselt veega täitub. Kui ämber istub põhja peal ja tema servad on liiga kõrgel, et vesi

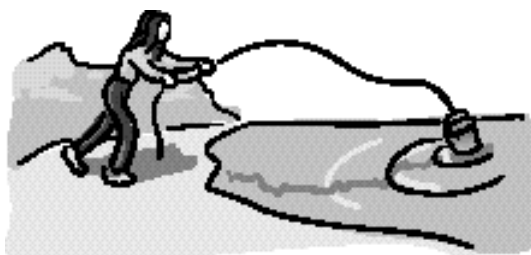


Veeämbri loputamine.

saaks sisse tulla, kallutage teda nõorist. Kui ämbrisse on veidi vett kogunenud, tõmmake see tagasi ja loksutage vett seal sees ringi, et ämbri sisemust puhastada. Visake see vesi minema ning korrake kogu protseduuri veel kord. *Ärge kasutage ämbri loputamiseks destilleeritud vett, sest see muudab mõõtmistulemusi.* Samuti ärge laske kunagi veeproovi-ämbril kasutada koristamiseks või muudel eesmärkidel, sest ka see mõjutab mõõtmistulemusi.

Kui teie proovivõtu koht on vooluveekogu, visake ämber vette kaldast veidi kaugemal, kus vesi on hästi segunenud. Püüdke leida koht, kus vesi vähemalt natukenegi liiguks. Kui võtate proovi kiire vooluga veekogust, hoidke nõori kõvasti kinni, et vool ämbrit kaasa ei viiks.

Järves võtke proove esialgu kalda lähedalt, kuid siis visake ämber nii kaugemale kui jõuate ja võtke ka sealt proov. Proov tuleks *alati* võtta pindmisest veekihi. Ärge laske ämbril täituda ja põhja vajuda.



Ämbri viskamine.

2. Veeproovi saamiseks laske ämber vette ja oodake, kuni seal on umbes 2/3 - 3/4 vett. Siis tõmmake ämber veest välja.

Pudelisse panek

Kuigi soovitav on kõik mõõtmised läbi viia proovivõtu kohas, võib kolme mõõtmist (pH, leeliselisus ja elektrijuhtivus) teostada ka klassiruumis. Lahustunud hapniku protokollit täitmise võib klassiruumis lõpetada, kui lahustunud hapnik on välitingimustes stabiliseeritud.

Veeproovi pudelisse pannes ja klassiruumi viies (kõigi mõõtmiste jaoks, v.a. temperatuur ja lahustunud hapnik) toimige järgmiselt:

1. Kinnitage 500 ml polüetüleenist pudelile lipik oma kooli ja õpetaja nimega ning proovi võtmise kuupäeva ja kellaajaga.
2. Loputage pudelit ja korki veeproovi veega.
3. Täitke pudel veeproovi veega kuni pudel on ääreni täis (kuni veenivoo muutub pudeli suudme kohal kumeraks), nii et korki peale pannes pudelisse õhku ei jääks.
4. Kleepige pudelikork kleeplindiga kinni.

Märkus: Kleeplinti võib kasutada ka lipikuna ja tundemärgina, et pudelit pole avatud. Kleeplint ei tohi kokku puutuda veeproovi veega.

5. Säilitage proove külmkapis (umbes 4°C juures), kuni saate neid analüüsida (pH 2 tunni jooksul ning leeliselisus ja elektrijuhtivus 24 tunni jooksul).
6. Kui olete kleeplindi maha võtnud, teostage kõigepealt pH-mõõtmine, siis leeliselisuse ja elektrijuhtivuse mõõtmised. Kui veeproovi pudel on juba avatud, oleks kõige parem kõik mõõtmised teha ühekorraga.

Ohutus



Tutvuge test-komplektide ja puhverlahustega kaasas olevate juhenditega. Samuti tutvuge teie piirkonnas kehtivate keskkonnaohutuse nõuetega.

Iga kord kui kasutate komplekte, kuhu kuuluvad kemikaalid, on soovitav kanda kummikindaid ja kaitseprille.

Protokoll 1: Vee temperatuur



Eesmärk

Mõõta veekogu vee temperatuuri

Taust

Vee temperatuuri teadmine on vajalik lahustunud hapniku ja pH korrektseks mõõtmiseks, samuti pakub ta huvi globaalsete hüdroloogiauuringute seisukohalt

Aeg

5 minutit

Tase

Kõik tasemed

Sagedus

Kord kuus, huvitavatel perioodidel kord nädalas

Olulised mõisted ja kontseptsioonid

Temperatuur ja tema mõõtmine
Soojus, soojusülekanne, juhtivus
Mõõtmistäpsus, andmete usaldusväärtus

Oskused

Termomeetri õige kasutamine
Skaalalt lugemine
Mõõtmistäpsus

Kasutatavad riistad ja materjalid

Alkohol-termomeeter
Kell või stopper
Nöör
Andmeleht

Ettevalmistus

Tooge mõõtmisvahendid ja materjalid hüdroloogia vaatluskohta.

Mida ja kuidas teha

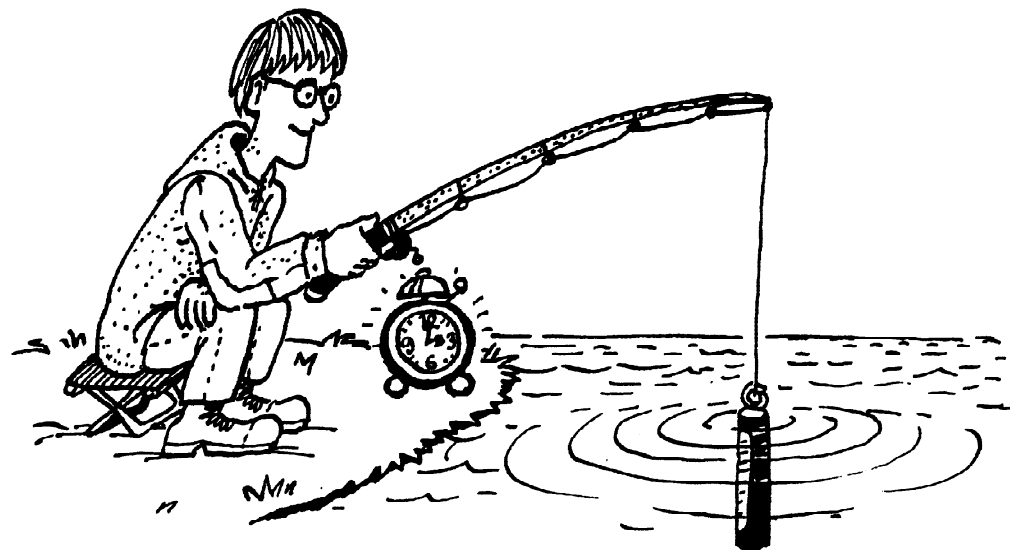
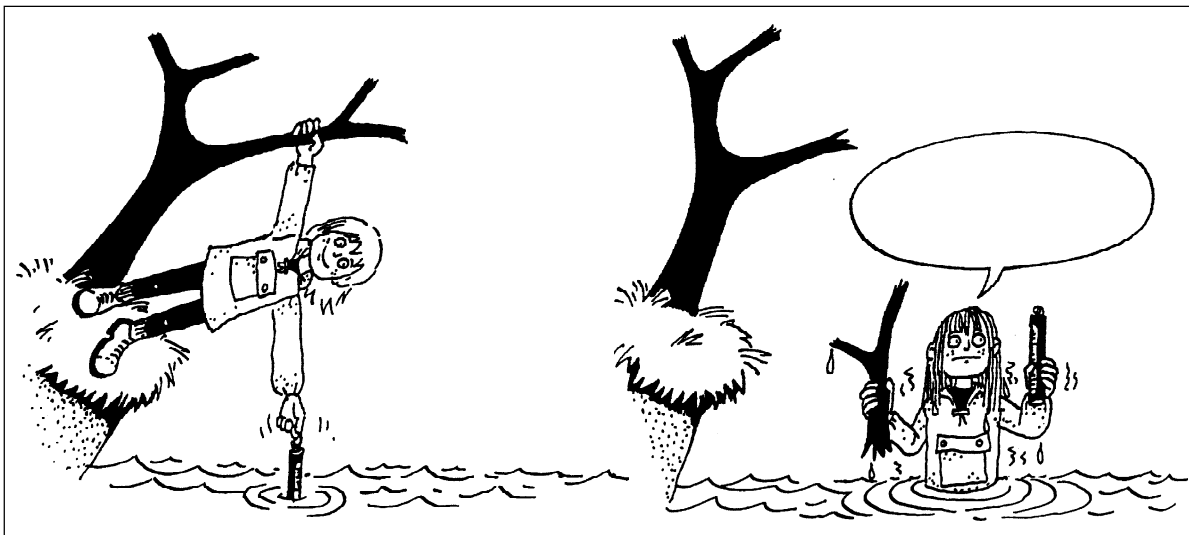
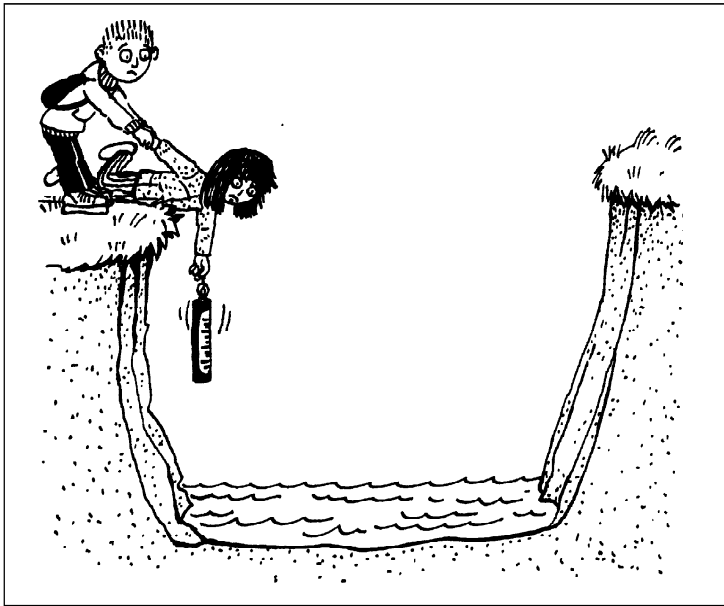
Enne termomeetriga mõõtma asumist kalibreerige ta vastavalt atmosfääri protokollis 5 toodud juhendile. Temperatuuri mõõtmine võtab ainult mõned minutid ja peamiselt tuleb hoolitseda selle eest, et termomeetri temperatuur jõuaks ühtlustuda mõõdetava vee temperatuuriga.

1. Siduge termomeetri nõõri külge ja kinnitage nõõri teine ots (kummi-paelaga) randme külge, et termomeeter kaotsi ei läheks, kui te ta juhuslikult vette pillate.
2. Termomeetrit ülemisest otsast hoides raputage teda mõned korrad. Sellega

eemalduvad õhumullid termomeetrit täitvast vedelikust. Ärge seejuures puutuge termomeetri silindrit.

3. Termomeetrit ülemisest otsast hoides laske ta vette 10 cm sügavusele ja hoidke seal 3 - 5 minutit, et ta temperatuur ühtlustuks ümbritseva vee temperatuuriga.
4. Seejärel võtke termomeeter ettevaatlikult veest välja, puudutamata seejuures silindrit. Lugege temperatuur lähima 0.5 °C täpsusega ja märkige üles.
5. Pange termomeeter umbes üheks minutiks tagasi vette.
6. Võtke termomeeter uuesti veest välja ja vaadake temperatuuri. Kui lugem





Source: Jan Smolík, 1996, TEREZA, Association for Environmental Education, Czech Republic



muutus, siis korrake samme 5 ja 6. Kui lugem ei muutunud, kirjutage ta andmelehele kui teie mõõtmise tulemus.



7. Leidke mitme õpilase poolt mõõdetud temperatuuride keskmine. Kui üksikutemused ei erine keskmisest rohkem kui 1°C , siis saatke keskmine temperatuur GLOBE andmeserverisse. Vastasel juhul korrake mõõtmisi.



Protokoll 2: Lahustunud hapnik



Eesmärk

Mõõta lahustunud hapniku hulka teie veeproovis

Taust

Vees lahustunud hapnik on tihedalt seotud taimede ja loomade eluga oja- ja järvedes. Lahustunud hapniku hulka mõjutavad nii looduslikud protsessid kui ka inimtegevus

Tase

Keskmine ja edasijõudnud

Aeg

Puhas mõõtmine võtab umbes 15 minutit

Sagedus

Kord kuus, huvitaval perioodidel kord nädalas

Olulised mõisted ja kontseptsioonid

Lahustunud hapnik
Võrdlus standardiga
Korrektsus, mõõtmistäpsus

Oskused

Lahustunud hapniku kemikaalide komplekti korrektne kasutamine
Andmete registreerimine

Kasutatavad riistad ja materjalid

Lahustunud hapniku testimise komplekt (Lisa 1)
(NB! Kemikaalide komplekt sisaldab ohtlikke aineid)
Destilleeritud vesi
250 ml korgiga suletav pudel
Termomeeter
Tööleht
Kummikindad

Ettevalmistus

Täitke korralikult kõik veeproovi ettevalmistamise ja säilitamise nõuded.

Tooge mõõtmisvahendid ja materjalid hüdroloogia vaatluskohta.

Kalibratsioon (destilleeritud vee standard)

1. Loputage 250 ml pudelit kaks korda destilleeritud vees.
2. Võtke mõttesilindrisse 100 ml destilleeritud vett ning valage see 250 ml pudelisse. Sulgege pudel tihedalt korgiga ja loksutage teda hoolega 5 minuti jooksul.
3. Avage pudel ja mõõtke vee temperatuuri. Enne lugemi võtmist oodake 30 sekundit. Seejuures ärge laske

termomeetri otsal puutuda pudeli põhja või seinu.

4. Märkige saadud temperatuuri väärtus lahustunud hapniku andmelehele.
 5. Kasutage lahustunud hapniku testkomplekti ja määrake destilleeritud vees lahustunud hapniku kontsentratsioon. Järgige hoolikalt juhendit!
 6. Märkige saadud kontsentratsioon (mg/l) andmete sisestamise vormi ($\text{mg/L DO for the distilled-water standard}$).
- Saadud kontsentratsiooni väärtus mg/l ei



tohi erineda rohkem kui 0.4 mg/l võrra oodatavast lahustunud hapniku küllastavast kontsentratsioonist.

Oodatava väärtuse leidmiseks kasutage kahte tabelit:

1. Tabelist 3-2, mis näitab lahustuvuse sõltuvust temperatuurist, leidke teie proovi temperatuurile vastav hapniku lahustuvus (mg/l) ja märkige see andmelehele.

Näide: Destilleeritud vee standardi temperatuurile 22° C vastab lahustunud hapniku lahustuvus 8.7 mg/l.

2. Tabelist 3-3 leidke parandustegur, mis vastab teie geograafilisele kõrgusele ning märkige see andmelehele.

Näide: kõrgusele 1544 m vastab tegur 0.83.

3. Korrutage punktis 1 leitud hapniku lahustuvus punktis 2 leitud kalibratsiooniteguriga.

Näide: Kõrguse 1544 m ja temperatuuri 22° C puhul tuleb korrutada (8.7 mg/l) x (0.83) = 7.25 mg/l.

Saadud väärtus ongi oodatav lahustunud hapniku küllastav kontsentratsioon destilleeritud vee standardi jaoks.

Võrrelge tabelite abil leitud oodatavat väärtust sellega, mille saite oma loksutatud (hapnikuga küllastatud) destilleeritud vee mõõtmisel. Kui mõõdetud väärtus erineb oodatavast rohkem kui 0.4 mg/l võrra, siis korrake mõõtmist destilleeritud vee prooviga uuesti. Kui ka uue mõõtmise tulemus ikkagi erineb oodatavast, kuid vähem kui 1 mg/l võrra, siis märkige ta andmelehele lahtrisse "lahustunud hapnik destilleeritud vee standard jaoks" (*DO for your distilled water standard*).

Protokoll

Proovivõtt

1. Loputage käsi ja proovivõtu pudelit kolm korda vees, millest te proovi võtate. Loputage korki kolm korda destilleeritud vees.

2. Sulgege pudel korgiga.

3. Pange pudel vette, eemaldage vee all kork ja laske pudelil täituda.

4. Koputage pudelile, et õhumullid eemalduksid.

5. Sulgege pudel vee all korgiga ja seejärel eemaldage ta veest.

6. Kontrollige, et pudelis ei oleks õhumulle. Kui neid märkate, tuleb proovivõttu korrata.

Proovi stabiliseerimine ja testimine (lahustunud hapniku määramine)

Proovi analüüsi protseduur koosneb kahest faasist: proovi stabiliseerimine ja testimine. Stabiliseerimise faasis lisatakse proovile ainet, mis lahustunud hapniku olemasolu korral sadestub ja seejärel lisatakse lahust värvivat kemikaali.

Testimise faasis lisatakse tilkade kaupa tiitriivat lahust, kuni värvus kaob. Lahustunud hapniku kontsentratsioon määratakse lisatud tiitrimislahuse ruumala järgi.

1. Lahustunud hapniku määramiseks kasutage kemikaalide komplekti (Lisa 1), mis vastab GLOBE õpetajate käsiraamatus esitatud nõuetele. Järgige hoolikalt komplekti kasutamist juhendit.

2. Märkige tulemused üles.

3. Kui mõõtmisi tegi mitu õpilaste gruppi, siis leidke nende tulemuste keskmine. Kui kõigi gruppide tulemused ei erine keskmisest rohkem kui 1mg/l, siis sisestage saadud keskmine lahustunud hapniku kontsentratsioon arvutisse. Kui erinevused on suuremad, siis on soovitatav mõõtmisi korrata.

4. Valage kõik kasutatud vedelikud jääkide kogumiseks mõeldud pudelisse.

Märkus: Kui protseduur peatub mõneks ajaks sademe tekkimise faasis, siis oodake ära, kuni sade on täielikult tekkinud ja alles siis asuge järgmise sammu juurde.



Tabel 3-2: Hapniku lahustuvus vees sõltuvalt temperatuurist (õhurõhul 750 mm Hg)

Temperatuur	Lahustuvus	Temperatuur	Lahustuvus	Temperatuur	Lahustuvus
C	mg/L	C	mg/L	C	mg/L
0	14.6	16	9.9	32	7.3
1	14.2	17	9.7	33	7.2
2	13.8	18	9.5	34	7.1
3	13.5	19	9.3	35	7.0
4	13.1	20	9.1	36	6.8
5	12.8	21	8.9	37	6.7
6	12.5	22	8.7	38	6.6
7	12.1	23	8.6	39	6.5
8	11.9	24	8.4	40	6.4
9	11.6	25	8.3	41	6.3
10	11.3	26	8.1	42	6.2
11	11.0	27	8.0	43	6.1
12	10.8	28	7.8	44	6.0
13	10.5	29	7.7	45	5.9
14	10.3	30	7.6	46	5.8
15	10.1	31	7.4	47	5.7



Tabel 3-3: Parandustegurid hapniku lahustuvusele erinevate õhurõhkude ja geograafiliste kõrguste jaoks

Rõhk mm Hg	Rõhk kPa	Kõrgus m	Parandus
768	102.3	-94	1.01
760	101.3	0	1.00
752	100.3	85	0.99
745	99.3	170	0.98
737	98.3	256	0.97
730	97.3	343	0.96
722	96.3	431	0.95
714	95.2	519	0.94
707	94.2	608	0.93
699	93.2	698	0.92
692	92.2	789	0.91
684	91.2	880	0.90
676	90.2	972	0.89
669	89.2	1066	0.88
661	88.2	1160	0.87
654	87.1	1254	0.86
646	86.1	1350	0.85
638	85.1	1447	0.84

Rõhk mm Hg	Rõhk kPa	Kõrgus m	Parandus
631	84.1	1544	0.83
623	83.1	1643	0.82
616	82.1	1743	0.81
608	81.1	1843	0.80
600	80.0	1945	0.79
593	79.0	2047	0.78
585	78.0	2151	0.77
578	77.0	2256	0.76
570	76.0	2362	0.75
562	75.0	2469	0.74
555	74.0	2577	0.73
547	73.0	2687	0.72
540	71.9	2797	0.71
532	70.9	2909	0.70
524	69.9	3203	0.69
517	68.9	3137	0.68
509	67.9	3253	0.67
502	66.9	3371	0.66

Protokoll 3: pH



Eesmärk

Mõõta teie veeproovi pH väärtust

Taust

pH väärtus ehk happelisus on üks peamisi veekegu omadusi, mis määrab vee-elustiku iseloomu.

Aeg

Puhas mõõtmine võtab umbes 5 minutit. Kalibratsiooniks (pH-meetri või pH-pliiatsi puhul) kulub klassis 15 minutit ja vaatluskohas 5 minutit

Sagedus

Kord kuus, huvitavatel perioodidel kord nädalas

Olulised mõisted ja kontseptsioonid

pH ja tema mõõteskaala
Temperatuuri mõju pH väärtusele
Kalibratsioon
pH puhver- ja standardlahused

Oskused

pH mõõtevahendite kasutamine
Andmete registreerimine

Kasutatavad riistad ja materjalid

Meetod 1 (algaste):

pH indikaatorpaberid
50 -100 ml katseklaas

Meetod 2 a) keskaste:

pH-pliiats
Väike kruvikeeraja
(kalibreerimiseks)
3 katseklaasi 50 -100 ml
50 ml korgiga plastikpudel
pH puhverlahus pH = 7

b) edasijõudnud:

pH-meeter
5 katseklaasi 50 -100 ml
kolm 50 ml korgiga plastikpudelit
kolm pH puhverlahust pH = 4, 7, 10
mõlema meetodi jaoks:
100 ml mõõtesilinder
paberist salvrätikud
destilleeritud vesi
lusikas või klaastoru segamiseks
kleplinti, marker
kummikindad

Ettevalmistus

Proovi ettevalmistamine vastavalt pH-pliiatsi või pH-meetri juhendile.

Valage klaasi tuntud pH väärtusega kalibratsioonilahused. Kalibreerige pH-pliiats või pH-meeter enne vaatluskohale minekut. Võtke mõõtmisvahendid ja kalibratsioonilahused ka vaatluskohale kaasa.



Taust

Protokoll 3 sisaldab Teie hüdroloogia vaatluskoha vee pH taseme määramist. Soovitav, et algastme õpilased kasutaksid selleks indikaator-paberit, keskkastme õpilased pH pliitsit ja edasijõudnud pH meetrit.

Mida ja kuidas teha

Meetod 1: pH indikaator-paber

Algajad

1. Loputage 50 või 100 ml katseklaasi vähemalt 2 korda veekogu veega.
2. Täitke katseklaas pooleni testitava veega.
3. Seejärel võtke tükike indikaator-paberit ja pistke umbes 20 minutiks vette. Hoidke paberit valgust otsast ja veenduge, et värviline osa on täielikult vees. Ärge seejuures laske oma sõrmi vette.
4. Võtke indikaator-paber veeproovist välja ja võrrelge teda värvuskaardiga. Paber peab võrdlemise ajal olema kindlasti veel märg. Märkige üles skaalalt leitud lähim pH väärtus.
5. Kui värvuste võrdlemise tulemus on ebaselge, võib see tulla sellest, et paber vajab rohkem aega reaktsiooni täielikuks toimumiseks. Pange paber vette veel 20 sekundiks ja võrrelge uuesti värvusi. Korra ke protseduuri, kuni lugem muutub selgemaks. Kui tulemus on ka 2 minuti pärast ikkagi ebaselge, proovige uue paberiribaga. Kui ka uus testimine ei õnnestu, registreerige see oma andmelehel, kirjutades: pH paber ei anna korralikku tulemust pärast 2-minutilist reaktsiooni.
6. Sisestage mõõdetud temperatuur arvutisse GLOBE andmeserverisse.

Märkus: pH paberiga mõõtmisel võib saada ebakorrektsed tulemusi, kui vee elektrijuhtivus on alla 300 μS (mikro-Siemensi). (Vaata hüdroloogia protokoll 5.)

Meetod 2: pH-pliits ja pH-meeter

Keskaste ja edasijõudnud

Selleks, et mõõta veeproovi pH väärtust, peate te (1) valmistama puhverlahused, (2) kalibreerima instrumendi ja (3) mõõtma veeproovi pH väärtuse vaatluskohal.

Kalibratsioon

Võite seda teha klassis või kooli laboris enne vaatluskohale minekut.

(1) Puhverlahuste valmistamine

Puhverlahused tuleks valmistada 2 - 3 nädalaks ja kasutada, kuni nad ei ole saastunud. Kui teil on pulber lahuse valmistamiseks, siis lahustage see destilleeritud vees nagu allpool kirjeldatud. (Kui teil on kasutada varem valmis segatud puhverlahused, siis mõõtke katseklaasi 50 ml lahust ja tegutsege edasi vastavalt punktile 4.)

Iga puhverlahuse jaoks (pH = 4, 7, 10) tehke järgmist:

1. Kirjutage kahele kleepsule pH väärtus ja kleepige üks neist katseklaasile ja teine korgiga plastikpudelile.
2. Mõõtke igasse katseklaasi 50 ml destilleeritud vett.
3. Lõigake katseklaasi kohal lahti pakike puhverlahuse pulbriga ja puistake kogu pulber vette. Segage klaastoru või lusikaga, kuni kogu pulber on lahustunud.
4. Kallake puhverlahus pudelisse ja sulgege see hoolikalt korgiga
5. Jätkake teiste puhverlahuste valmistamist järgides punkte 1 - 4.



(2) Kalibratsioon

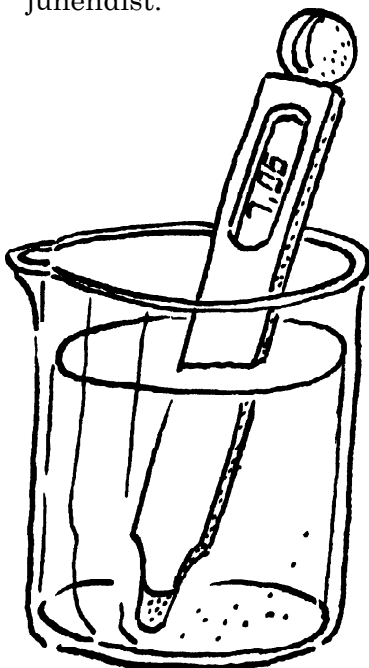
A. pH-pliiatsi kalibratsioon

Märkus: Kui pH-pliiatsil puudub temperatuuri kompensatsioon, siis peab puhverlahuse temperatuur olema 25° C.

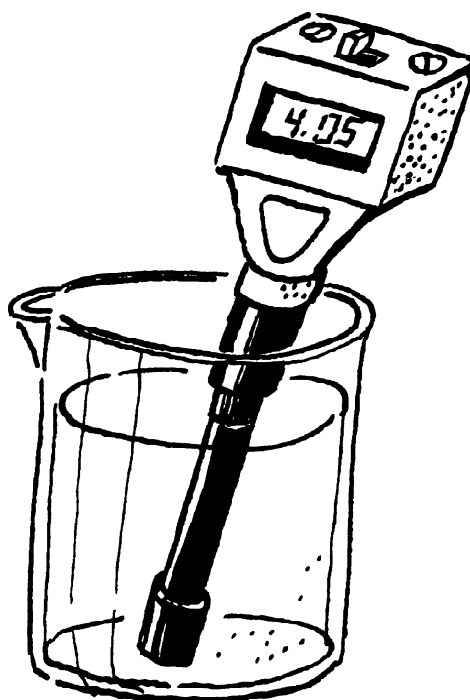
1. Hoidke elektroodi juhendile vastavates tingimustes.
2. Loputage elektroodi destilleeritud veega ja kuivatage pabersalvrätikuga. Ärge puudutage elektroodi käega!
3. Pange pH-pliiats puhverlahusesse pH 7 nii, et elektrood oleks üleni lahuses.
4. Liigutage pH-pliiatsit lahuses ja oodake, kuni näit stabiliseerub.
5. Keerake pH-pliiatsi kalibreerimiskruvi väikese kruvikeerajaga, kuni näit on täpselt 7.0.
6. Võtke pH-pliiats lahusest välja ja loputage destilleeritud veega. Kallake puhverlahus märgistatud pudelisse tagasi ja sulgege pudel tihedalt.

B. pH-meetri kalibratsioon

1. Elektroodi kasutamise tingimused leiate tootja poolt antud kasutamishendist.



2. Loputage elektroodi destilleeritud veega ja kuivatage pabersalvrätikuga. Ärge puudutage elektroodi käega!
3. Lülitage pH-meeter sisse.
4. Laske pH-meetri elektrood puhverlahusesse pH 7 nii, et elektrood oleks üleni lahuses. Jälgige, et elektrood oleks immutatud paraja kõrguseni! Liigutage pH-meetrit lahuses ja oodake, kuni näit stabiliseerub. Seejärel teostage kalibratsioon: keerake kruvikeerajaga väikest kalibreerimiskruvi kuni näit on täpselt võrdne vastava puhverlahuse pH väärtusega.
5. Võtke pH-meeter lahusest välja, loputage elektroodi destilleeritud veega ja kuivatage salvrätikuga.
6. Korrake samme 3 - 6 puhverlahustega pH = 4, 10.
7. Lülitage pH-meeter välja.
8. Valage puhverlahused tagasi vastavatesse pudelitesse.



Source: Jan Smolík, 1996, TEREZA, Association for Environmental Education, Czech Republic



(3) Veeproovi pH mõõtmine välitingimustes

Võtke pH puhverlahused ka vaatluskohale kaasa, vaadeldes neid kui võrdlusproove. Mõõtke testlahuste pH vaatluskohas üle ja märkige tulemused andmelehele. Kui näit erineb puhverlahuse tegelikust pH väärtusest rohkem kui ± 0.2 ühikut, siis peate pH-meetri kalibratsiooni kordama.

Pärast pH-meetri kontrollimist puhverlahustega olete valmis mõõtma veekogust võetud veeproovi pH väärtust.

1. Lülitage pH-meeter (pH pliiats) sisse.
2. Loputage elektroodi destilleeritud veega ja kuivatage ta salvrätikuga.
3. Valage puhtasse katseklaasi kuni 50 ml testitavast veeproovist.
4. Laske elektrood vette. Jälgige, et ta oleks immutatud paraja kõrguseni!
5. Liigutage elektroodi lahuses ja laske näidul stabiliseeruda.
6. Kui näit enam ei muutu, kirjutage ta andmelehele.
7. Kontrolliks korrake punkte 2-6 teise samast kohast võetud veeprooviga. Saadud pH väärtused ei tohiks erineda rohkem kui 0.2 ühiku võrra.
8. Loputage elektrood destilleeritud veega puhtaks, kuivatage ja lülitage pH-meeter välja.
9. Leidke erinevate õpilasgruppide poolt mõõdetud pH väärtuste keskmine. Kui väärtused ei erine keskmisest rohkem kui 0.2 pH ühiku võrra, siis sisestage keskmine väärtus arvutisse ja saatke GLOBE andmeserverile. Kui tulemuste hulgas on "kärbsed" (väärtusi, mis teistest oluliselt erinevad), siis jätke need välja ja arvutage keskmine ülejäänud väärtuste põhjal. Kui mõõdetud väärtused ei erine uuest keskmisest rohkem kui 0.2 pH ühiku võrra, siis sisestage uus keskmine pH väärtus arvutisse. Kui mõõdetud väärtused

oluliselt erinevad üksteisest, siis arutage õpilastega mõõtmisprotseduuri ja teisi võimalikke vigade allikaid, kuid ärge tulemusi andmeserverisse saatke. Korrake mõõtmisi ja püüdke saada reprodutseeritavad tulemused.



Protokoll 4: Leeliselisus



Eesmärk

Mõõta teie veeproovi leeliselisust

Taust

Leeliselisus on tihedalt seotud sellega, millised taime- ja loomaliigid suudavad selles veekogus ellu jääda

Tase

Keskaste, edasijõudnud

Aeg

Mõõtmine võtab umbes 15 minutit

Sagedus

Kord kuus

Olulised mõisted ja kontseptsioonid

- Leeliselisus ja teda mõjutavad looduslikud faktorid
- Leeliselisuse määramise meetod
- Standardiseerimine
- Mõõtmistäpsus ja korrektsus

Oskused

- Leeliselisuse määramise protseduuri korrektne täitmine
- Andmete registreerimine

Kasutatavad riistad ja materjalid

- Leeliselisuse testimise komplekt (Lisa 2)
- Söögisooda (naatriumbikarbonaat)
- 500 ml destilleeritud vett
- Destilleeritud vee pudel
- 500 ml katseklaas
- 500 ml mõõtesilinder
- 100 ml mõõtesilinder
- Klaaspulk segamiseks
- 250 ml korgiga suletav pudel proovi hoidmiseks
- Tööleht
- Kummikindad
- Kaal

Ettevalmistus

- Teostage allpool kirjeldatud kalibratsiooniprotseduur
- Viige mõõtmisvahendid ja materjalid vaatluskohta

Kalibratsioon ja mõõtmiskorrektsuse kontroll

Söögisooda standardlahuse valmistamine:

1. Kaaluge 1.9 g söögisoodat ja puistake see kuiva ja puhtasse 500 ml mõõtesilindrisse. Veenduge, et kogu kaalutud söögisooda satuks silindrisse.
2. Täitke mõõtesilinder kuni 500 ml määrgini destilleeritud veega.

3. Kallake see lahus 500 ml katseklaasi ja segage, kuni sooda on täielikult lahustunud.
4. Kallake 15 ml lahust katseklaasist 100 ml mõõtesilindrisse.
5. Kõigepealt loputage 500 ml mõõtesilinder hoolikalt destilleeritud veega. Seejärel kallake sinna 15 ml söögisooda lahust.



6. Kallake 500 ml mõõtesilindrisse juurde destilleeritud vett kuni 500 ml märgini.

7. Saadud lahus 500 ml mõõtesilindris ongi teie standardlahus.

Söögisooda standardlahuse leeliselisus peab olema 68 mg/l CaCO₃ järgi. Destilleeritud vee leeliselisus on tavaliselt alla 14 mg/l.

Mõõtmiskorrektuse kontroll

1. Tehke allpool kirjeldatud mõõtmised esialgu läbi söögisooda standardlahusega.

2. Märkige saadud leeliselisuse väärtus (mg/l CaCO₃ järgi) töölehele.

3. Tehke allpool kirjeldatud mõõtmised läbi destilleeritud veega.

4. Märkige saadud leeliselisuse väärtus (mg/l CaCO₃ järgi) töölehele.

Kui söögisooda lahuse puhul tulemus erineb rohkem kui ühele tilgale vastav leeliselisuse väärtus mg/l, siis valmistage uus testlahus (veendudes, et kaalutud söögisooda kogus ja lahjendused olid ikka õiged). Kui erinevus on ikka suurem kui ühele tilgale vastav leeliselisus, siis peaksite muretsema uue reagentide komplekti.

Kui testlahusega mõõtmine andis piisavalt täpse tulemuse, siis võite asuda määrama veeproovi leeliselisust.

Leeliselisuse määramise protokoll

1. Kasutage leeliselisuse määramiseks GLOBE nõuetele vastavat kemikaalide komplekti (Lisa 2). Jälgige täpselt juhendit. Leeliselisuse määramise komplektid põhinevad sellel, et proovile lisatakse esialgu värvusindikaatorit ja seejärel lisatakse tilgakaupa happelist tiitrimislahust kuni värvuse muutumiseni.

2. Märkige saadud leeliselisuse väärtus (mg/l CaCO₃ järgi) töölehele ja sisestage GLOBE andmebaasi.

3. Leidke mitme õpilase poolt määratud leeliselisuse väärtuste keskmine. Kui kõik tulemused jäid ühe tilga täpsuse piiridesse (mg/l), siis võite keskmise tulemuse sisestada GLOBE andmebaasi.

Kui tulemuste hulgas on mõni, mis teistest oluliselt erineb ("kärbes"), siis jätke ta välja ja arvutage keskmine ülejäänud väärtustest. Kui kõik tulemused on väga erinevad, siis arutage õpilastega mõõtmisprotseduuri ja teisi võimalikke vigade allikaid, kuid ärge tulemusi andmeserverisse saatke. Korrake mõõtmisi ja püüdke saada reprodutseeritavad tulemused.



Protokoll 5: Vee elektrijuhtivus



Eesmärk

Mõõta vee elektrijuhtivust teie hüdroloogia vaatluskohas

Taust

Elektrijuhtivus on vees lahustunud tahkete ainete hulga mõõt

Tase

Kõik tasemed

Aeg

Mõõtmine võtab umbes 5 minutit

Sagedus

Kord kuus

Olulised mõisted ja kontseptsioonid

Elektrijuhtivus ja teda mõjutavad faktorid

Standardiseerimine, kalibratsioon

Mõõtmistäpsus ja korrektsus

Oskused

Juhtivusmõõtja kasutamine

Andmete registreerimine

Kasutatavad riistad ja materjalid

Juhtivusmõõtja

Standardlahus

Pudel destilleeritud veega

Salvrätikud

Kolm 50 - 100 ml katseklaasi

Tööleht

Ettevalmistus

Teostage allpool kirjeldatud kalibratsiooniprotseduur

Viige mõõtmisvahendid ja materjalid vaatluskohta

Kalibratsioon

Testlahus tuleb hoida kindlalt suletuna külmkapis.

1. Eemaldage juhtivusmõõtja kate.
2. Pange kõrvuti 2 puhast ja kuiva 100 ml mõõteklaasi ja valage kummassegi nii palju testlahust et elektrood oleks täielikult lahuses.
3. Lülitage juhtivusmõõtja sisse.
4. Loputage elektroodi destilleeritud veega (ärge tehke märjaks seda osa, mis jääb pruunist jonest ülespoole) ja seejärel kuivatage salvrätikuga.
5. Pistke elektrood mõneks sekundiks esimesse testlahusega klaasi. Seejärel võtke välja ja vahepeal loputamata pistke elektrood teise testlahusega klaasi.

6. Liigutage elektroodi ettevaatlikult lahuses ja oodake, kuni juhtivusmõõtja näit stabiliseerub.
7. Kui juhtivusmõõtja näit erineb standardlahuse juhtivusest, siis tuleb juhtivusmõõtja näitu kruvikeeraja abil muuta.
8. Valage kasutatud standardlahus jääkvedelike nõusse. Mingil juhul ärge valage teda tagasi testlahuse pudelisse!
9. Loputage elektroodi destilleeritud veega ja kuivatage paberiga. Peske puhtaks ka klaasid.
10. Lülitage juhtivusmõõtja välja.



Korrektuse kontroll välimõõtmistel

Juhtivusmõõtja peab kindlasti olema kalibreeritud, seda võib teha laboratooriumis enne mõõtmisi või ka välitingimustes. Kui juhtivusmõõtja näit erineb testlahuse omast, tuleb kalibratsioon ja mõõtmised uuesti teha.



Vee elektrijuhtivuse määramise protokoll

1. Eemaldage juhtivusmõõtja kate ja lülitage ta sisse.
2. Loputage elektroodi destilleeritud veega ja seejärel kuivatage salvrätikuga.
3. Valage puhtasse kuiva 100 ml mõõteklaasi uuritav veeproov.
4. Pistke elektrood klaasi ja hoidke teda veeproovis.
5. Liigutage elektroodi ettevaatlikult lahuses ja oodake, kuni juhtivusmõõtja näit stabiliseerub.
6. Lugege näit ja kirjutage see oma töölehele.
7. Leidke mitme õpilase poolt määratud juhtivuste keskmine. Kui kõik määratud juhtivused ei erine omavahel rohkem kui 40 μS (mikro-Siemens), siis võite keskmise sisestada GLOBE andmeserverisse. Kui tulemuste hulgas on mõni, mis teistest oluliselt erineb ("kärbes"), siis jätke ta välja ja arvutage keskmine ülejäänud väärtustest. Kui mõõdetud väärtused ei erine uuest keskmisest rohkem kui 40 μS , saatke keskmine GLOBE andmeserverile. Kui kõik tulemused on väga erinevad, siis arutage õpilastega mõõtmisprotseduuri ja teisi võimalikke vigade allikaid, kuid ärge tulemusi andmeserverisse saatke. Korrake mõõtmisi ja püüdke saada reprodutseeritavad tulemused.



Protokoll 6: Vee läbipaistvus



Eesmärk

Teha kindlaks vee läbipaistvus, kasutades Secchi ketast (vaiksetes, sügavates vetes) või hägususe määramise toru (voolavates vetes või madalates kohtades)

Ülevaade

Secchi ketas on laialt levinud vahend vee läbipaistvuse mõõtmiseks. Secchi ketta nähtavus sõltub vees hõljuvate ja vees lahustunud ainete hulgast. Need satuvad veekogusse setetest, jõgedega sisse kantud materjalist ja veekogus toimuvast bioloogilisest tegevusest.

Hägususe toru kasutatakse kas voolava vee läbipaistvuse mõõtmiseks või selliste vete puhul, kus Secchi ketta kasutamine on ebapraktiline.

Tase

Kõikidele

Aeg

10-15 minutit

Sagedus

Kord nädalas

Põhimõisted

Secchi ketta või hägususe toru kasutamine vee läbipaistvuse määramiseks

Valguse hajumine

Hõljuvaine

Valguse neeldumine

Vee värvus

Produktiivsus

Oskused

Secchi ketta või hägususe toru kasutamine

Mõõtmisstrateegiate kujundamine

Andmete registreerimine

Tulemuste tõlgendamine

Vahendid

Secchi ketas

5 m pikkune köis (võib olla pikem või lühem olenevalt vaatluskoha vee sügavusest)

Lateks- või emailvärv: must ja valge
2.5- 3 cm diameetriga 15 cm pikkune raudtoru

Puur

Ümmargune 2.5 cm paksune ja 20 cm diameetriga puuketas

2 konksuga kruvi

15 cm pikkune nõör

Väike tuub puuliimi või superliimi

Veekindlad markerid (punane, sinine ja must)

Meetrine joonlaud

Vee hägususe määramise toru

Läbipaistev plastmassist toru, pikkusega umbes 1 m (olenevalt teie vaatluskoha vee läbipaistvusest) ja diameetriga 4.5 cm (näiteks ehitusmaterjalide poest)

Valge kaas/kork, mis sobib hästi toru põhja (PVC toru kork)

Must veekindel marker

Meetrine joonlaud

Ettevalmistus

Kui te ei ole Secchi ketast ostnud, tuleks see ise teha. Selleks järgige allpool esitatud juhiseid. Kui pole hägususe toru, tuleb ka see enne vaatluskohale minemist valmistada.

Eeldused

Enne, kui õpilased alustavad oma esimest mõõtmist, oleks vaja läbi viia lühike vestlus, kuidas kasutada Secchi ketast või hägususe toru.



Eeldused

Taimede kasvuks hädavajalik valgus läbib paremini selget vett, kui hõljuva ja lahustunud aine tõttu hägustunud või värvunud vett. Kaks põhilist meetodit vee läbipaistvuse või valgustussügavuse mõõtmiseks on Secchi ketas ja hägususe toru. Secchi kettaga mõõtis vee läbipaistvust esmakordselt paavsti teadusnõunik Isa Pietro Angelo Secchi aastal 1865. See lihtne ja paljukasutatud moodus seisneb selles, et määratakse, millises sügavuses kaob 20 cm läbimõduga mustvalge vette lastud ketas vaateväljast ja ilmub tõstmisel uuesti nähtavale. Alternatiivne viis vee läbipaistvuse mõõtmiseks on kallata vett torusse, mille põhjas on Secchi kettaga sarnane muster ja märkida üles, millise vee sügavuse juures kaob muster vaateväljast. Secchi ketast kasutatakse sügavamates ja vaiksetes vetes; hägususe toru võib kasutada nii vaiksetes vetes kui ka volavate vete puhul madalike või sügavate kohtade pealiskihi mõõtmiseks.

Päikesevalgus annab vajalikku energiat fotosünteesiks, mille käigus toimub taimede kasv, seotakse süsinikku, lämmastikku, fosforit ja teisi toitaineid ning eraldub hapnik. See, kui palju päikesevalgust vette jõuab ja kui sügavale ta jõuab, määrab kindlaks ka sügavuse, milleni vetikad ja muud taimed saavad kasvada ja mil määral nad kasvavad. Vee läbipaistvus väheneb siis, kui kasvab hõljuvaine hulk, muutub vee värvus või vetikate hulk. Vesi võib värvuda mõne bakteri, fütoplanktoni ja teiste organismide; pinnasest leostunud materjali ja lagunevate taimede mõjul. Seetõttu mõjutavad vee läbipaistvust vee ja tuule poolt kantud orgaanilised jääained ning taimede väetisained, mis satuvad vette näiteks kanalisatsioonivee puhastusseadmetest või pinnase ülearusest väetamisest. Hägusust põhjustavad ained võivad pärineda põllumajandusest, ehitusest, tormijärgselt vette sattunud porist, põhjasetete üleskerkimisest, vms.

Secchi ketta valmistamine

1. Jaotage puuketta pealmine osa veeranditeks joonistades sellele pliiaatsiga kaks 90 kraadise nurga all lõikuvat joont.
2. Värvige kaks vastamisi asetsevat veerandit mustaks ja teised kaks valgeks.
3. Keerake nii ketta alumise kui ülemise poole keskele konksuga kruvi. Siduge konksu külge vähemalt 5 m pikkune nöör.
4. Siduge lühike nöör ketta all oleva konksu külge ja tõmmake see läbi torujupi. (Toru võib olla vajalik kettale raskuse lisamiseks.) Tehke nööri otsa nii suur sõlm, et see torust enam läbi ei mahu. See väldib toru kadumist vees.
5. Tõmmake sirgeks ketta ülemise konksu külge seotud nöör ning märkige musta veekindla markeriga ära iga 10 cm. Sinise markeriga märkige iga 50 cm ning punase markeriga iga täismeeter. Nüüd olete te mõõtmisteks valmis.

Hägususe toru valmistamine

1. Sulgege toru üks ots valge plastmasskaanega. Kaas peab olema nii tihedalt, et vesi välja ei voola.
2. Lõigake puust, papist või plastikust toru diameetrile vastava suurusega ketas.
3. Jagage ketas neljaks. Värvige vastastikku olevad pooled mustaks ja valgeks. Tehke ketas veekindlaks kas värvi või kiletamise abil.
4. Liimige ketas toru põhja, värvitud pool ülespoole (toru avatud osa poole).
5. Kasutage markereid ja joonlauda torule skaala tegemiseks. Põhi on nullpunkt.

Vee läbipaistvuse mõõtmine

Tehke mõõtmisi Secchi ketta ja hägususe toruga alati varjus, nii, et päike jääb teie selja taha. Siis on tulemused võrreldavad. Kui varju pole, siis kasutage vihmavarju või muud katet, mis annaks varju sellele kohale, kus tee mõõtmise teete. Hägususe toruga tehtavate mõõtmiste puhul peaks piisama vaatleja varjust.

Inimesed võivad Secchi ketta või hägususe toru põhjamustrit näha kadumas erinevatel sügavustel. Seepärast peaks võimaluse korral vaatlusi tegema vähemalt kolm erinevat inimest ning kõigi poolt saadud tulemused tuleks ka GLOBE andmeserverisse saata.

Mõõtmine Secchi kettaga

1. Laske ketas aeglaselt vette, kuni hetkeni, kus ta just vaateväljalt kadus. Kui võimalik, siis hoidke nööri veepiiril olevat kohta sõrmede vahel või pange sinna märgiks pesupulk. Seejärel tõmmake aeglaselt nööri, kuni ketas ilmub uuesti nähtavale. Vahe peaks olema paar sentimeetrit.
2. Märkige ka see punkt nööri ära.
3. Kirjutage tulemused ühesentimeetrise täpsusega hüdroloogia vaatlusandmete lehele.
4. Kui kahe sügavuse vahe nööri on suurem kui 10 cm, korrake mõõtmist ning kirjutage uued tulemused hüdroloogia vaatlusandmete lehele.
5. Mõõtke vahemaa veepinnast kuni vaatlejani (punktini, millest vaatleja nööri hoiab). Pilvkatte protokoll järgides hinnake pilvisust. Kirjutage mõlemad tulemused oma hüdroloogia vaatlusandmete lehele.
6. Saatke andmed sügavuste, pilvisuse ja vaatleja ning veepinna vahelise kauguse kohta GLOBE õpilaste andmeserverisse.

Märkus: Sisestage iga vaatleja andmed eraldi, mitte keskmised tule-

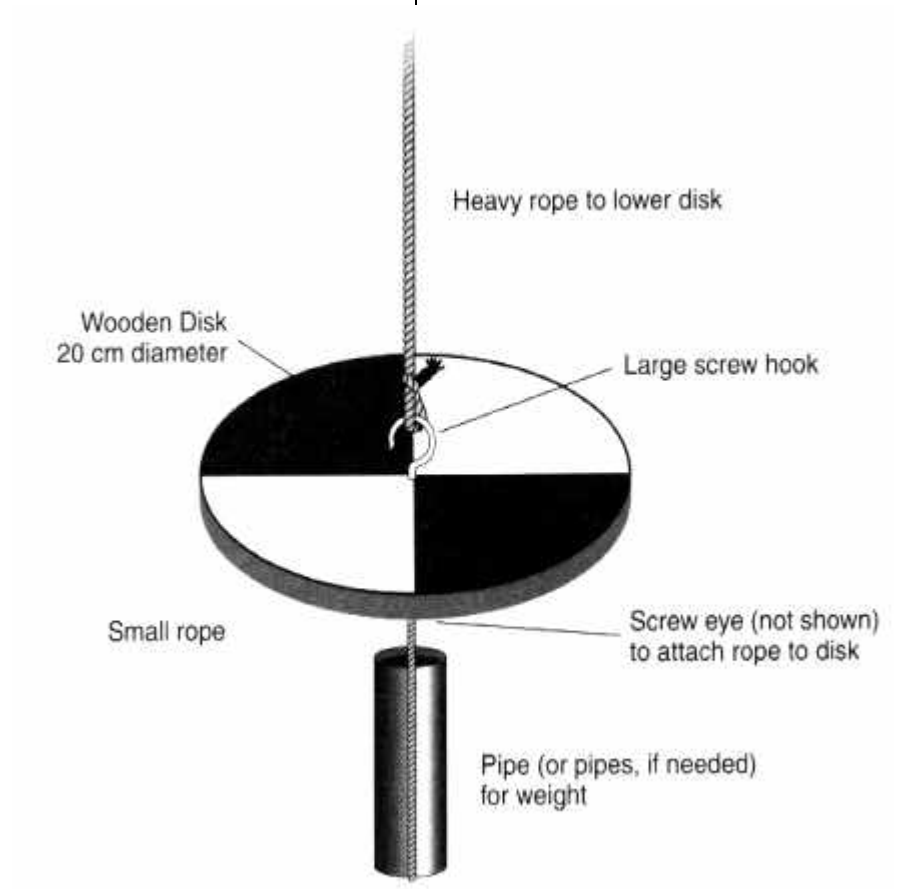
mused.

Märkus: Kui Secchi ketas jõuab veekogu põhja, kuid te ikka näete teda, siis märkige ära veekogu sügavus ning lisage selle ette märk ">", mis tähendab, et läbipaistvus on tegelikult suurem. Märkige see nii oma vaatluslehele kui GLOBE õpilaste andmeserverisse saadetavatele andmetele.

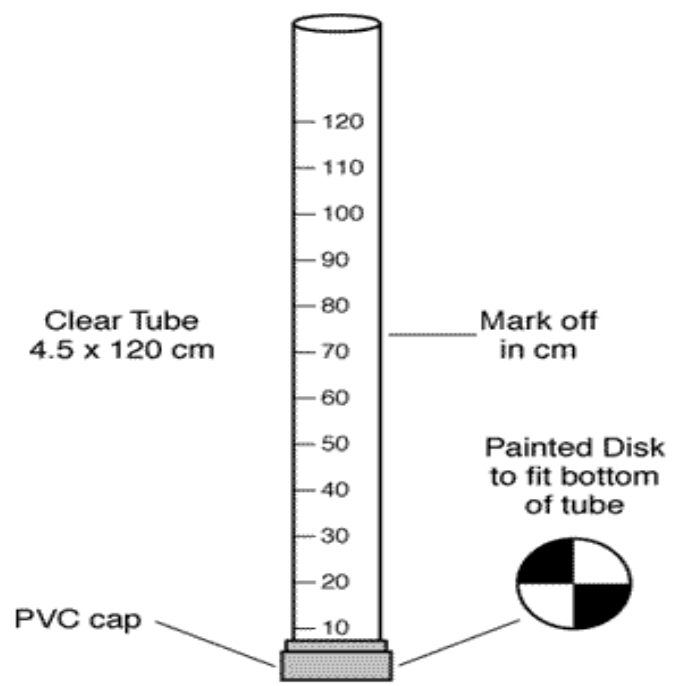
Mõõtmine hägususe toruga

1. Valage uuritavat vett torusse seni, kuni torusse pealt sisse vaadates põhjamustrit enam näha pole. Torusse vaatamise ajal pöörake seda enda käes, et näha, kas muusvalge põhjamuster on eristatav.
2. Märkige saadud veesügavus sentimeetrise täpsusega oma hüdroloogia vaatluslehele.
3. Edastage andmed GLOBE õpilaste andmeserverisse. Sisestage iga vaatleja andmed eraldi, mitte keskmised tulemused.

Märkus: Kui te olete toru veega täitnud, kuid näete põhjas ikkagi mustrit, siis lisage andmete ette märk ">", mis tähendab, et tegelikult peab tulemus suurem olema.



Secchi ketas



Hägususe toru