

Meistarklase

Starpdisciplinārais pētījums "Ūdens"

Darbu vada: Ina Rudzutaka, Toms Krūmiņš, Jānis Bisenieks

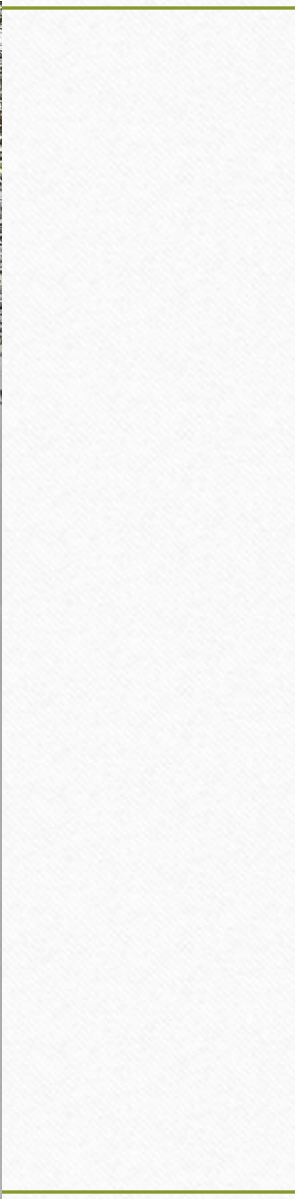
Norises vieta: Rīgas Āgenskalna Valsts ģimnāzija, Lavīzes iela 2A,
Rīga

Datums: 2026.gada 24.februāris

Ūdens

- Sasniedzamais rezultāts(SR):
- 1.Pedagogu pieredze pētniecisko prasmju pilnveidošana bioloģijā, ķīmijā, ģeogrāfijā.
- 2.Tehnoloģiju izmantošana kursa īstenošanai.



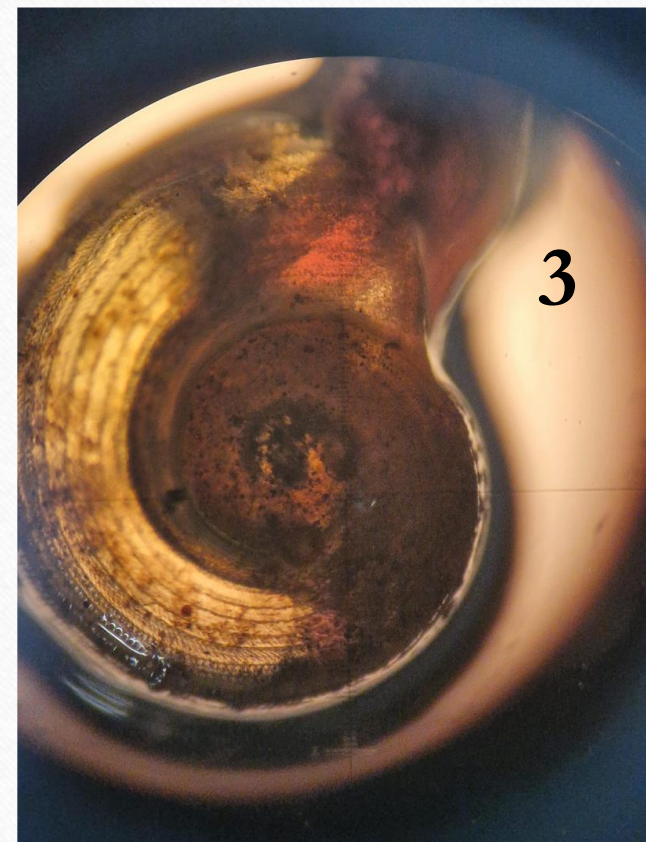


PLD -*Mārupītes* ūdens tīrības pakāpes noteikšana ar bezmugurkaulnieku sugām vai gr.

- SR:
- 1. Noteikt bezmugurkaulnieku sugas no attēliem mikroskopā (skolēnu fotouzņēmumi no «Mārupītes» ūdens 3 vietu paraugiem), izmantojot ūdensdzīvnieku noteicējus.
- 2. Uzrakstīt konkrētas bezmugurkaulnieku sugas kā
- **tīra** ūdens parauga bioindikatorus,
- **piesārņota** ūdens parauga bioindikatorus.
- 3. Noteikt upes tīrības pakāpi-**S**.







Ūdens bezmugurkaulnieku noteikšana

SR – mēģināt ūdens bezmugurkaulnieku sugas.

Uzdevums: Noteikt ūdens bezmugurkaulnieku daudzveidību!

Situācijas apraksts: Pie bezmugurkaulniekiem pieder 95% no visiem dzīvniekiem pasaulē. Bez mugurkaulniekiem ir ļoti daudzveidīga dzīvnieku grupa, kurai ir tikai dažas kopīgas pazīmes. Tie ir attāli radniecīgi cits citam un atšķiras pēc dzīvesveida, formas un lieluma. Bez mugurkaulniekiem apdzīvo visdažādākās dzīves vides. Liela daļa šīs grupas pārstāvju, kādā no savas attīstības cikliem dzīvo ūdenī.

Darba piederumi: Ūdens bezmugurkaulnieku fotouzņēmumi no "Mārupes" 3 vietām.

Darba uzdevums: Izmantojot noteicēja atslēgu*, nosakiet un ierakstiet darba lapā katra ūdens bezmugurkaulnieka sugas nosaukumu un raksturojiet tā pazīmes.

Rezultāti:

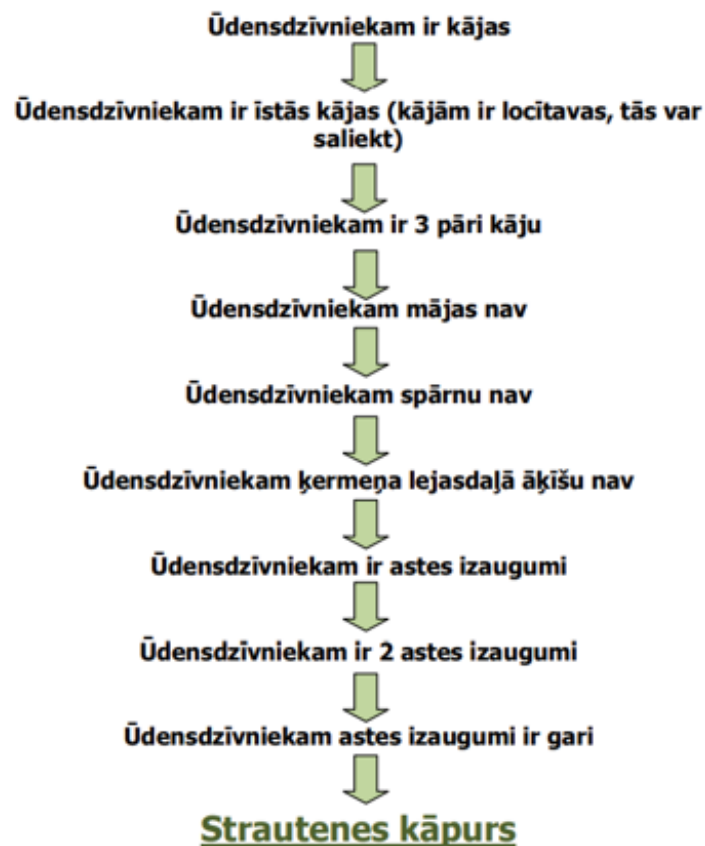
Nr.p.k.	Ūdens bezmugurkaulnieku sugas vai ģints nosaukums	Pazīmes
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		

Ūdens bezmugurkaulnieku noteikšana

Ūdens bezmugurkaulnieku noteikšanu labvēlīgos laika apstākļos, kā arī reizēs, kad nav ierobežots laika limits, var veikt turpat ūdenstilpes krastā. Šādā gadījumā skolēni var paši novērtēt dabisko vidi, kurā ūdens dzīvnieki ievākti. Ierobežotos laika apstākļos ūdens bezmugurkaulniekus pirms nodarbības ievāc skolotājs un skolēni noteikšanas darbu veic klasē. Ūdens bezmugurkaulnieku noteikšanai izmanto ūdens dzīvnieku noteikšanas atslēgu. Lai noteiktu ūdens dzīvnieku, uzmanīgi aplūkojiet organismu un, salīdzinot to ar atslēgas lapā aprakstīto pazīmi, virzieties uz priekšu, līdz esat nokļuvuši līdz dzīvnieka attēlam un uzzinājuši tā nosaukumu. Lai varētu labāk izprast, kādā veidā strādāt ar noteicēja atslēgu, aplūkojiet attēlā redzamo dzīvnieku un iepazīstieties ar turpmāk aprakstīto piemēru.



Foto no:
<http://www.biopix.com/photo.asp?photoId=52780&photoName=moura-flexuosa>



Ūdens bezmugurkaulnieku noteikšana

Ūdens bezmugurkaulnieku noteikšanai izmanto ūdens dzīvnieku noteikšanas atslēgu*. Lai noteiktu ūdens dzīvnieku, uzmanīgi aplūkojiet organismu un, salīdzinot to ar atslēgas lapā aprakstīto pazīmi, virzieties uz priekšu, līdz esat nokļuvuši līdz dzīvnieka attēlam un uzzinājuši tā nosaukumu. Lai varētu labāk izprast, kādā veidā strādāt ar noteicēja atslēgu, aplūkojiet attēlā redzamo dzīvnieku un iepazīstieties ar turpmāk aprakstīto piemēru.



Foto no: <http://bugguide.net/node/view/256007/bgimage>



Ūdens dzīvnieki – ūdens kvalitātes rādītāji

SR – noteikt upes tīrības pakāpi - S

Grupa	Skaits	Skaita klase H	Saprobīta- indekss S_i	Atzīmes risinājums ar skaita klasi ($S_i \times H$)
Sānpele – <i>Gammarus sp.</i>			1,0	
Ūdens ēzelītis – <i>Asellus aquaticus</i>			2,8	
Strautenes - <i>Plecoptera</i>			1,0	
Trīsulodu kāpurs – <i>Chironomus plumosus</i>			3,8	
Lielā ūdensspolīte – <i>Corsetus corneus</i>			2,15	
Lielais dūgliemezis – <i>Lymnaea stagnalis</i>			1,85	

Organismu skaita klases

Organismu skaits	Skaita klase H
1 – 4 organismi	1
5 – 34 organismi	2
35 – 49 organismi	3
50 – 94 organismi	5
95 – 149 organismi	7
vairāk par 150	9

Tātad, lai iegūtu upes tīrības pakāpi, skolēniem jāveic šādas darbības:

- 1) jāuzzina katras ūdens dzīvnieku grupas (sugas) organismu skaits m^2 , t.i., traucīnā esošo dzīvnieku skaits jāieraksta 1. ailē;
- 2) jāiegūst katrai organismu grupai (sugai) atbilstošā skaita klase H, t.i., jāaizpilda 2. ailīte, izmantojot tab. "Organismu skaita klases";
- 3) jāiegūst visu skaita klašu summa, t.i., jāsaskaita visas vērtības;
- 4) jāiegūst katrai organismu grupai (sugai) atbilstošās klases un atzīmes reizinājums ($S_i \times H$) un jāaizpilda 4.
- 5) jāiegūst šo reizinājumu summa, t.i., jāsaskaita visas vērtības;
- 6) atzīmes reizinājuma ar skaita klasi summa jāizdala ar skaita klašu summu – abas summas jāieraksta izteik darba lapas beigās un jāizdala.

Iegūtais cipars būs upes tīrības pakāpe – atzīme (S), un tās novērtējumu atradīsiet tabulā.

Upes kvalitātes novērtējums

Atzīme (S)	Upes tīrības pakāpe
0,0 – 1,5	tīra
1,3 – 1,7	tīra līdz vāji piesārņota
1,5 – 2,5	vāji piesārņota
2,3 – 2,7	vidēji stipri piesārņota
2,5 – 3,5	stipri piesārņota
3,5 – 4,0	ļoti stipri piesārņota

$$\text{Upes tīrības pakāpe (S)} = \frac{\text{summa no atzīmju reizinājuma ar skaita klasi}}{\text{summa no skaita klases}} =$$

$$= \frac{\text{summa } (S_i \times H)}{\text{summa H}} =$$

Secinājumi

Lai novērtētu upes kvalitāti, nepieciešams aprēķināt upes tīrības pakāpi – atzīmi (S). Šī metode balstās uz to, ka katram upes kvalitātes līmenim ir dota sava skaitliskā vērtība, tāpat arī katram ūdens organismam atkarībā no tā, vai tas dzīvo tīros vai netīros ūdeņos, ir dota sava vērtība – sugas atzīme.

Upes tīrības pakāpes aprēķināšanas formula

$$S = \frac{\text{summa } (S_i \times H)}{\text{summa } H}$$

S – upes tīrības pakāpe,
 S_i – katras sugas atzīme,
 H – sugas skaita klase.

Praktiski to skolēni izdara, aizpildot attiecīgās darba lapas ailes. Pirmajā – skaita ailītē – pretī atbilstošajam attēlam 3. darba lapā vai organisma sugai 4. darba lapā ieraksta upē atrasto organismu skaitu.

Ja paraugus skolēni ir ievākuši no lielāka parauglaukuma, iegūtie skaitļi būs attiecīgi jāizdala ar laukuma vienību skaitu (m^2). Lai atvieglotu turpmākos aprēķinus, otro aili – skaita klase H – aizpilda, izmantojot tabulu.

Organismu skaita klases

Organismu skaits	Skaita klase H
1 – 4 organismi	1
5 – 34 organismi	2
35 – 49 organismi	3
50 – 94 organismi	5
95 – 149 organismi	7
vairāk par 150	9

Grupa	Skaitis	Skaita klase H	Atzīme S_i	Atzīmes reizinājums ar skaita klasi ($S_i \times H$)
Sānpelde – <i>Gammarus sp.</i> 	.		1,0	
Ūdens ēzelītis – <i>Asellus aquaticus</i> 			2,8	

Trešajā ailē atradīsiet katrai sugai atbilstošās tīrības pakāpes atzīmi (S_i) – saprobitātes indeksus. Lai aizpildītu ceturto aili – atzīmes reizinājumu ar skaita klasi ($S_i \times H$), jāsareizina rādītāju sugas atzīme ar katras sugas skaita klasi. Upes tīrības pakāpes iegūšanai sugas atzīmju un skaita klašu reizinājumu summu izdala ar skaita klašu reizinājuma summu (izmantojot formulu, kas atrodas darba lapas beigās).

Tātad, lai iegūtu upes tīrības pakāpi, skolēniem jāveic šādas darbības:

- 1) jāuzzina katras ūdens dzīvnieku grupas (sugas) organismu skaits m^2 , t.i., traucīnā esošo dzīvnieku skaits jāieraksta 1. ailē;
- 2) jāiegūst katrai organismu grupai (sugai) atbilstošā skaita klase H , t.i., jāaizpilda 2. ailīte, izmantojot tabulu "Organismu skaita klases";
- 3) jāiegūst visu skaita klašu summa, t.i., jāsaskaita visas vērtības;
- 4) jāiegūst katrai organismu grupai (sugai) atbilstošās klases un atzīmes reizinājums ($S_i \times H$) un jāaizpilda 4. aile;
- 5) jāiegūst šo reizinājumu summa, t.i., jāsaskaita visas vērtības;
- 6) atzīmes reizinājuma ar skaita klasi summa jāizdala ar skaita klašu summu – abas summas jāieraksta izteiksmē darba lapas beigās un jāizdala.

iegūtais cipars būs upes tīrības pakāpe – atzīme (S), un tās novērtējumu atradīsiet tabulā.

Upes kvalitātes novērtējums

Atzīme (S)	Upes tīrības pakāpe
0,0 – 1,5	tīra
1,3 – 1,7	tīra līdz vāji piesārņota
1,5 – 2,5	vāji piesārņota
2,3 – 2,7	vidēji stipri piesārņota
2,5 – 3,5	stipri piesārņota
3,5 – 4,0	ļoti stipri piesārņota

Mārupītes ūdens paraugu bioindikatoru

- **Tīra ūdens posms:**

- 1. Strauteņu kāpuri
- 2. Viendienītes kāpuri
- 3. Ūdens ērces
- 4. Sānpeldes
- 5. Lielais dīķgliemezis

- **Piesārņotāka ūdens posms:**

- 1. Trīsūlodu kāpuri
- 2. Ūdens spolīte
- 3. Ūdens ēzelītis
- 4. Bosmina

Mikroskopija

1. Viendienītes
2. Bosmina
3. Trīsuļodu kāpurs
4. Lielais dīķgliemezis
5. Dafnija

1. Bosmina
2. Trīsuļodu kāpurs
3. Ūdens ēzelītis

1. Ūdens ēzelītis
2. Ūdens ērce
3. Lielā ūdensspolīte

“Ūdenstilpes ūdens kvalitātes dažu svarīgāko kritēriju noteikšana”

ĶĪMIJAS STACIJĀ

1. Kopējā slāpekļa koncentrācija, mg L⁻¹

Ar izmantoto teststrēmeli iespējams noteikt kopējo slāpekļa (kā ķīmiskā elementa, N) koncentrāciju pētāmajā ūdens paraugā, nosakot atsevišķi gan nitrātu, NO₃⁻, gan nitrātu, NO₂⁻, veidā esošo slāpekļa masas koncentrāciju, mg L⁻¹.

Analīzes procedūra:

Iemērc strēmeli ūdens paraugā uz 2 sek., izņem, noliek horizontāli ar indikatora joslām uz augšu un gaida 1 min. Tad salīdzina joslu krāsas ar doto krāsu karti un atzīmē rezultātus. Krāsas ir stabilas 2 minūtes.

▪ Nitrātu veidā esošā slāpekļa koncentrācija, mg L⁻¹

Nitrātu slāpekļi, mg L ⁻¹	0	2,0	10	20	50

▪ Nitrātu veidā esošā slāpekļa koncentrācija, mg L⁻¹

Nitrātu slāpekļi, mg L ⁻¹	0	0,3	0,5	1	3

2. Vides pH vērtība un kopējais bāziskums

Ar izmantoto teststrēmeli iespējams noteikt ūdens parauga vides pH vērtību (pH vērtību robežās pH = 6,0 ÷ 8,5, ar soli – 0,5 pH skalas vienības) un atsevišķi – arī ūdens parauga kopējo bāziskumu, mg L⁻¹.

Analīzes procedūra:

Iemērc strēmeli ūdens paraugā uz 10 sek. (*nekustinot to*), izņem, noliek horizontāli ar indikatora joslām uz augšu un gaida 15 sek. Tad salīdzina joslu krāsas ar doto krāsu karti un atzīmē rezultātus. *Krāsas jānolasa 30 sek. laikā.*

▪ Vides pH vērtība, pH skalas vienībās

Vides pH vērtība	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	11

▪ Kopējais bāziskums, mg L⁻¹

Kopējais bāziskums, mg L ⁻¹	0	40	80	120	180	240	720

3. Kopējā cietība, mg L⁻¹

Ar izmantoto teststrēmeli var noteikt ūdens parauga kopējo cietību, (izsakot to kā ekvivalenta daudzuma kalcija jonu masas koncentrāciju, mg L⁻¹), un kvalitatīvi novērtēt ūdens cietību pētāmajā paraugā (kā “mīkstu”, “cietu” vai “ļoti ciētu”).

Analīzes procedūra:

Iemērc strēmeli ūdens paraugā uz 3 sek., izņem un *nekavējoties* salīdzina joslas krāsu ar doto krāsu karti, un atzīmē rezultātus. *Krāsas jānolasa 30 sek. laikā.*

Kopējā cietība, mg L ⁻¹	0	50	120	180	250	425

- Analizējams ūdens paraugs ir:
- “ļoti mīksts” (kopējā cietība: < 50 mg L⁻¹);
 - “mīksts” (kopējā cietība: 50-120 mg L⁻¹);
 - “ciets” (kopējā cietība: 120-180 mg L⁻¹);
 - “ļoti ciets” (kopējā cietība: 180-250 mg L⁻¹);
 - “ļoti, ļoti ciets” (kopējā cietība: > 250 mg L⁻¹).

4. Kopējā dzelzs jonu koncentrācija, mg L⁻¹

Ar izmantoto teststrēmeli iespējams noteikt dzelzs jonu (Fe²⁺ un Fe³⁺) kopējo masas koncentrāciju, mg L⁻¹, analizējamajā ūdens paraugā.

Analīzes procedūra:

Iemērc vienu strēmeli 200 ml tilpuma ūdens paraugā un vienmērīgi kustina perpendikulāri strēmeli plaknei 5 sek., veicot vienu turp un atpakaļ kustību sekundē. Izņem strēmeli no ūdens un ar strauju kustību nokrata ūdens pārpalikumu. Uzgaida 15 sek. un tad 15 sek. laikā salīdzina joslas krāsu ar doto krāsu karti, *novērojot krāsu no lodziņa puses uz balta fona.*

Kopējais dzelzs, mg L ⁻¹	0,0	0,02	0,05	0,1	0,3	0,5	1,0	2,0	5,0

5. Fosfātu koncentrācija, µg L⁻¹

Ar izmantoto metodi iespējams kvantitatīvi novērtēt fosfātu masas koncentrāciju, µg L⁻¹, pētāmajā ūdens paraugā.

Analīzes procedūra:

Iepilda analizējamā ūdens paraugu klāt pieliktajā plastmasas mēģenē līdz augšējai iedaļai. Iemērc fosfātu noteikšanai paredzēto reaģenta strēmeli ūdens paraugā un mierīgi kustina turp un atpakaļ 30 sekundes. Tad *strēmeli izņem un izmet konteinerā*. Krāsu karti novieto uz plakanas virsmas, testa mēģeni noliek vertikāli uz dotās krāsu kartes skalas un, skatoties no augšas caur šķiduma slāni, pārvieto testa mēģeni pa skalas baltajiem laukumiem, kamēr atrod krāsu, kura ir vistuvākā testa šķiduma krāsai. *Salīdzināšana jāizdara 30 sek. laikā.*

Fosfāti, µg L ⁻¹	0	200	400	600	1000	2500

6. Krāsaino metālisko elementu kopējā koncentrācija, µg L⁻¹

Ar izmantoto teststrēmeli var noteikt dažu dabas ūdeņos biežāk sastopamo krāsaino metālisko elementu jonu (Cu²⁺; Mn²⁺; Co²⁺; Ni²⁺; Zn²⁺ u. c.) kopējo masas koncentrāciju, µg L⁻¹.

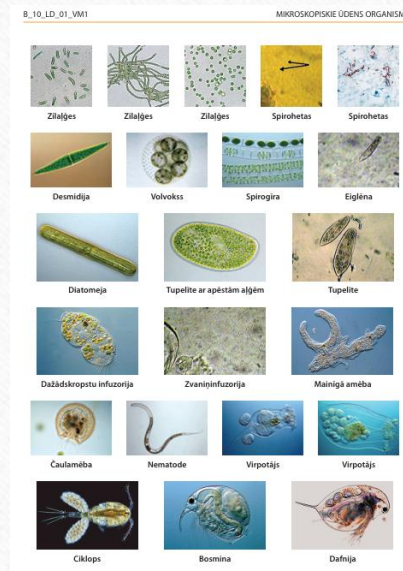
Analīzes procedūra:

Iemērc teststrēmeli 200 ml tilpuma ūdens paraugā un mierīgi kustina turp un atpakaļ 15 sek. Tad teststrēmeli izņem, nokrata lieko ūdeni, uzgaida 30 sek. un pēc tam 15 sek. laikā salīdzina teststrēmes krāsu ar doto krāsu skalu, *novērojot krāsu no lodziņa puses uz balta fona.*

Krāsainie metāliskie elementi, µg L ⁻¹	< 10	20	50	100	200	400	1000

Dzīvo organismu daudzveidība dažādos paraugos:

https://www.siic.lu.lv/bio/IT/VM_B_10/saturs/1_temats/B_10_LD_01_VM1.pdf



Loreta un Andris Urtāni “Kā noteikt upes tīrības pakāpi?”, 16-40.lpp., 1997, Bērnu Vides skola
https://profizgl.lu.lv/pluginfile.php/32491/mod_resource/content/0/LD_Udens_bezmugurkaulnieku_dau_dzveidiba_Izmantojot_attelus.pdf
https://gaujasfonds.lv/wp-content/uploads/2014/11/Upes-tiriba_DZIVNIEKI.pdf

Pētījuma daļa ģeogrāfijā

Mērķis:

Veikt ūdenstilpes ģeogrāfisko izpēti, izmantojot kartogrāfisko analīzi, novērojumus un lauka mērījumus, lai izvērtētu tās raksturlielumus, izmantošanu, cilvēka darbības ietekmi un potenciālos piesārņojuma riskus.

SR:

- 1) izprot hidroloģiskos jēdzienus
- 2) prot izmantot digitālās kartes un mērrīkus upes raksturošanai
- 3) salīdzina vēsturiskās un mūsdienu kartes, lai analizētu teritorijas izmaiņas
- 4) identificē potenciālos piesārņojuma riskus
- 5) prot veikt lauka mērījumus (koordinātu noteikšana, upes straumes ātruma mērījumi, platums, dziļums)
- 6) zīmē pētāmā posma skici
- 7) iegūst datus no dažādiem informācijas avotiem
- 8) apraksta ūdenstilpes nozīmīgākās kvalitatīvās iezīmes (gultnes raksturs, krastu erozijas vai nogulumu uzkrāšanās pazīmes, meandrēšana, antropogēnās darbības pazīmes u. c.) un veic to fotofiksāciju.
- 9) apkopo iegūtos rezultātus un komunicē pētījuma secinājumus

Darba gaita

1. Ūdenstilpes vispārējais raksturojums

Nosaukums: _____

Izteka: _____

Ieteķa: _____

Baseina platība: _____

Garums: _____

Tecējuma virziens: _____

Upes kritums: _____

Pietekas / ūdenstilpes: _____

Administratīvās teritorijas: _____

Apdzīvotās vietas/pilsētas apkaimes/mikrorajoni: _____

Darba gaita

2. Darbs ar avotiem un kartogrāfiskā analīze

Salīdzini vēsturiskās un mūsdienu kartes un analizē konstatētās izmaiņas.

Upes tecējums / krasta līnijas izmaiņas_____

Vecupes un atzarojumi:_____

Upes platuma izmaiņas:_____

Piekrastes teritoriju izmantošana agrāk:_____

Piekrastes teritoriju izmantošana mūsdienās:_____

Cilvēka darbības pazīmes:_____

Būtiskākās izmaiņas kopumā:_____

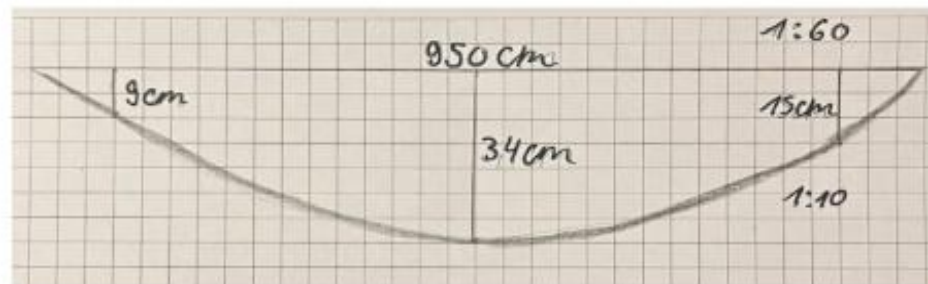
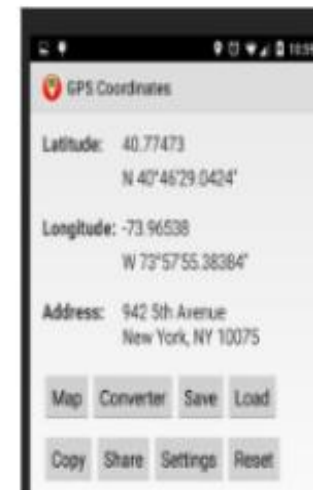
Darba gaita

Upes posma ģeogrāfiskās koordinātas: _____

Sākuma punkts _____ beigu punkts _____

Upes dziļums un platums (posma sākumā un beigās): _____

Upe pētāmā posma un šķērsgriezumā (skice):



Straumes ātrums (m/s):

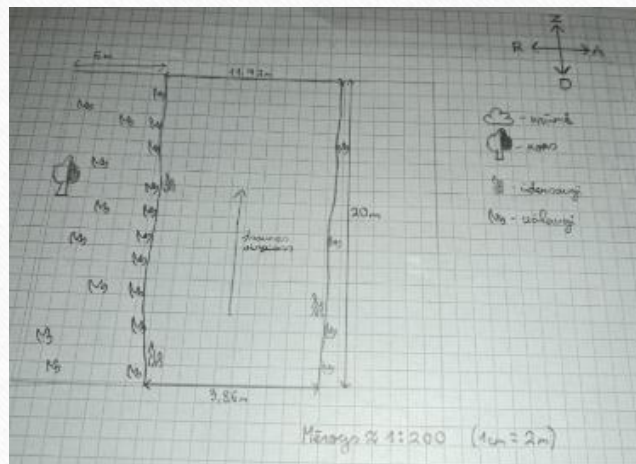
Caurplūdums/notece*:

Potenciālie piesārņojuma avoti:

Upes gultnes raksturojums (nosaki pamatmateriālu (akmeņi/oļi, grants, smiltis, dūņas/māls vai jaukta), Vai novērojami ūdensaugi/aļģes un kādas cilvēka ietekmes pazīmes (nostiprinājumi, šķembas, būves):

Konstatētais piesārņojums (foto fiksācijas):





Dots:

Upas platums (b) = 3,8 m

Secinģiemu dziļumi (h): $h_1 = 0,30$ m;
 $h_2 = 0,40$ m; $h_3 = 0,20$ m

Strāves ātrums (v): $v_1 = 1,50$ m/s; $v_2 = 1,52$ m/s;
 $v_3 = 1,48$ m/s.

Jāaprēķina:

upes caurplūdums (Q)

Atbilstošais

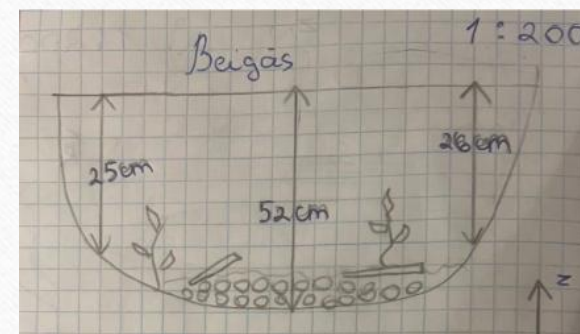
1) $v_{vid} = \frac{h_1 + h_2 + h_3}{3} = \frac{0,30 + 0,40 + 0,20}{3} = 0,3$ m

2) $S_{vid} = b \cdot v_{vid} = 3,8 \cdot 0,3 = 0,84$ m²

3) $v_{vid} = \frac{v_1 + v_2 + v_3}{3} = \frac{1,50 + 1,52 + 1,48}{3} = 1,503$ m/s

4) $Q = S \cdot v_{vid} = 0,84 \cdot 1,503 = 1,26$ m³/s

Atb. Rde. Mērītais aptuvenais caurplūdums ir 1,26 m³/s.





Praktiskā daļa:

<https://lvmgeo.lvm.lv/>

[https://vesture.dodies.lv/
ej.uz/zg7e](https://vesture.dodies.lv/ej.uz/zg7e)

1) Atrodi Mārupītes izteku

2) Nosaki tās garumu, izmantojot mērrīku

3) Nosaki upes kritumu

4) Salīdzinot upes tecējumu vēsturiskajās un mūsdienu kartēs, pievērs uzmanību, vai upe ir taisnāka vai līkumotāka, vai nav pazudušas vecupes un atzarojumi, kā arī tam, kā mainīties upes platums un krastu līnija. Novērtē, kā izmantota piekrastes teritorija, piemēram, agrāk biežāk redzami lauki, pļavas un meži, bet mūsdienās to vietā var būt apdzīvotas vietas, ceļi, rūpnīcas vai aizsargājamās teritorijas. Tāpat meklē cilvēka darbības pazīmes, piemēram, dambjus, tiltus, ūdenskrātuves vai apbūves pieaugumu.