

Gaujas augšteces, Āžu, Galgauskas un Paideru HES teritoriju hidroloģiskais un hidrobioloģiskais raksturojums

Projekta pasūtītājs: Pasaules Dabas Fonds

**Projekta izpildītājs: Dr. Maija Balode
MSc Santa Puriņa
MSc Ieva Bārda**

Atskaites iesniegšanas datums: 20.08.2006.

Darba mērķis:

Novērtēt ūdens hidroloģisko un hidrobioloģisko stāvokli Gaujas augštecē, kā arī Āžu-, Galgauskas- un Paideru HES teritorijās (ūdenskrātuvēs un lejpus aizprosta).

Darbs sniedz ieskatu minēto ūdenstilpju ekoloģiskajā stāvoklī, bet nepretendē uz visaptverošu zinātniska pētījuma statusu.

Materiāls un metodika

Hidroloģisko parametru (ūdens temperatūra, elektrovadītspēja, ūdens dzidrība, skābekļa koncentrācijas un skābekļa piesātinājums) un **bioloģiskā skābekļa patēriņa mērījumi**, kā arī **fitoplanktona strukturālā analīze** tika veikta Gaujas augštecē, uz Tirzas upes esošajos Āžu un Galgauskas HES-os un Gaujas - Paideru HES-ā. Hidroloģiskie un hidrobioloģiskie pētījumi tika veikti augšpus (ūdenskrātuvēs) un lejpus aizprosta (1. attēls).

Ūdens temperatūras, skābekļa koncentrācijas un skābekļa piesātinājuma mērījumi tika veikti ūdens virskārtā, kā arī dziļākos ūdensslāņos (skat. pielikumā), izmantojot oksimetru - Oxi 330I/SET (WTW).

Bioloģiskā skābekļa patēriņa (BSP₅) mērījumiem izmantota piecu dienu inkubācijas metode LVS EN 1899 – 1,2: 1998, skābekli nosakot elektroķīmiski.

Elektrovadītspēja noteikta elektroķīmiski, izmantojot GREISINGER ELECTRONIC GMH 3410 sensoru.

Ūdens dzidribas noteikšanai ūdenskrātuvēs tika izmantots Sekki disks.

Fitoplanktona paraugi tika ievākti 250 ml tilpumā un fiksēti ar etiķskābo Lugola šķīdumu. Fitocenozes strukturālie pētījumi (sugu sastāvs, šūnu skaits, biomasa) tika veikti ar Utermöla metodi (Utermöhl, 1958), fitoplanktona analīzei izmantojot invertēto mikroskopu DIAVERT (Leica).

Fitoplanktona sugu identifikācija tika veikta izmantojot saldūdens noteicējus (Nygaard, 2001; Rudzuroga, 1995; Tikkanen, 1986; Willèn, 2001; Wołowski et.al., 2003).

Šūnu skaits aprēķināts pēc sekojošas formulas:

$$N=(C\cdot K)/V$$

N – kopējais šūnu skaits, l⁻¹*10³

C – šūnu skaits skaitīšanas vienībā

K - koeficients (atkarīgs no analizēto šķērsjoslu skaita)

V - parauga tilpums (ml).

Fitoplanktona kopējā biomasa aprēķināta pēc formulas (Tikkanen, 1986):

$$B=(V_s \cdot N \cdot K)/V$$

B - aļģu biomasa, mg/l

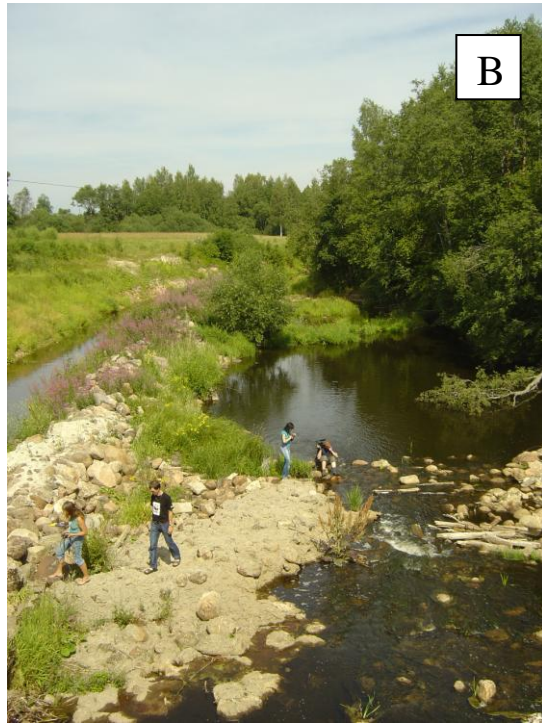
V_s - katras sugas aļģu tilpums (pg) (aprēķināts, šūnu formu pielīdzinot ģeometriskām figūrām un pieņemot, ka aļģu īpatnējais svars vienāds ar 1,0.)

N - šūnu skaits

K – koeficients

V – parauga tilpums (ml)

Fitoplanktona biomasa izteikta slāpajā svara vienībās.



1. attēls. Āžu HES augšpus (A) un leļpus aizsprosta (B), pie turbīnas (C) un paraugu ievākšanas process (D).

Rezultāti un to analīze

Skābekļa režīms

Gaujas augštecē (pirms ūdenskrātuvēm) skābekļa koncentrācija ūdens virskārtā sastāda 7,3 mg l⁻¹ un 79% piesātinājumam, pēc skābekļa režīma atbilstot prioritāro zivju ūdeņu (karpveidīgo- un lašveidīgo) prasībām.

Āžu HES

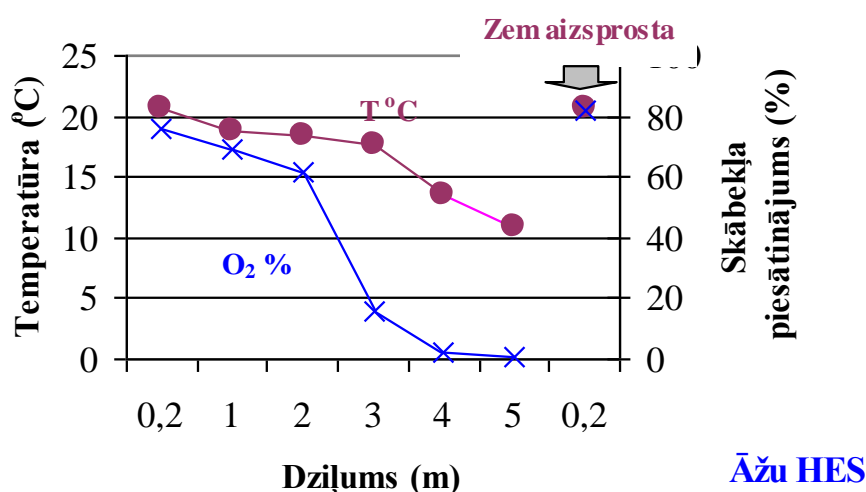
Virs aizsprosta (Āžu ūdenskrātuves teritorijā) izšķīdušā skābekļa koncentrācija ūdens virskārtā sastāda 6,8 mg l⁻¹ un 76% piesātinājumu (skat. pielikumā hidrol. tab., 2. attēls), kas uzskatāms par nelielu skābekļa deficītu, jo O₂ < 7,0 mg/l.

Dziļākos ūdensslāņos (1 līdz 2 m dziļumam) **skābekļa saturs samazinās**, sastādot 5,9 - 6,4 mg l⁻¹ un piesātinājums 62 – 69 %, **kas jau uzskatāms par karpupēm un lašupēm neapmierinošu skābekļa režīmu** (MK Noteikumi No 118).

Sākot ar 3 m dziļumu novērota strauja skābekļa koncentrācijas samazināšanās, sastādot tikai 1,3 mg l⁻¹ un nodrošinot 13% piesātinājumu. 4 un 5 m dziļumā tika konstatētas ļoti niecīgas skābekļa vērtības: 0,2 - 0,3 mg l⁻¹, kas atbilst tikai 1 – 2 % piesātinājumam (2. attēls; hidrol. tab. pielikumā).

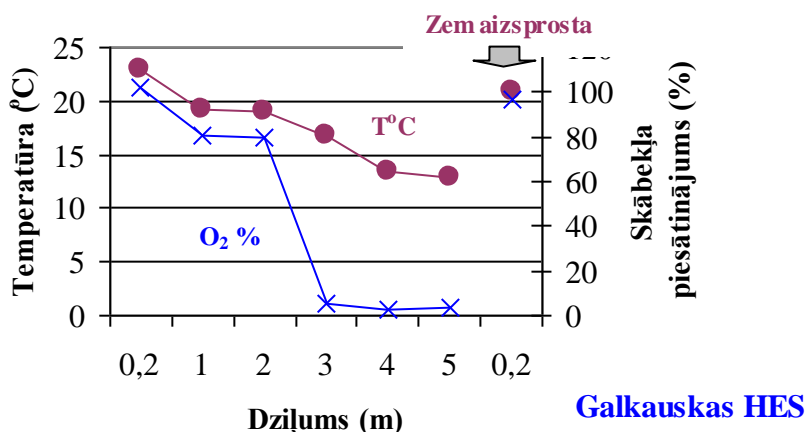
Kopumā skābekļa režīms Āžu HES ūdenskrātuves dziļākos ūdensslāņos (sākot ar 3 m dziļumu), liecina par pilnīgu skābekļa badu (anoksiju).

Zem aizsprosta skābekļa koncentrācija bija apmierinoša - 8,0 līdz 9,1 mg l⁻¹, kas atbilst 82-100% piesātinājumam un lašupēm izvirzītajām skābekļa režīma prasībām (MK Noteik No 118). Jāsecina, ka ūdens krišana pār aizsprostu vai turbīnām acīmredzot sekmē ūdens virsējā slāņa bagātināšanos ar skābekli.



2. attēls Temperatūra un skābekļa piesātinājums Āžu HES ūdenskrātuvē un zem aizsprosta (01.08. 2006).

Galgauskas HES ūdenskrātuvē ūdens virsējā slānī tika konstatētas nedaudz augstākas skābekļa vērtības kā Āžu HES: virskārtā sastādot - 8,7 mg l⁻¹ (102 % piesātinājums), 1m dziļumā - 7,4 mg l⁻¹ (81 % piesātinājums) un 2 m horizontā 7,3 mg l⁻¹ (80 % piesātinājums), taču līdzīgi kā Āžu HES ūdenskrātuvē tam sekoja **krass skābekļa koncentrācijas kritums dziļākos ūdens slāņos, 3 – 5 m dziļumā vairs sastādot tikai 0,3 - .0,5 mg l⁻¹, kas atbilst tikai 3 - 5% piesātinājumam un, līdzīgi kā Āžu HES ūdenskrātuvē, liecina par izteiktu skābekļa badu** (3. attēls; hidrol. tab. pielikumā).



3. attēls Temperatūra un skābekļa piesātinājums Galgauskas HES ūdenskrātuvē un zem ūdenskrātuves, 1 augusts, 2006.

Zem aizsprosta skābekļa koncentrācija bija apmierinoša, sastādot 8,7 mg l⁻¹, kas atbilda 97% piesātinājumam un lašupēm izvirzītajām skābekļa režīma prasībām (MK Noteik No 118). Līdzīgi kā Āžu HES ūdenskrātuvē, jāsecina, ka ūdens krišana pār aizsprostu sekmē ūdens virsējo slāņu bagātināšanos ar skābekli.

Paideru HES-a teritorijā labi skābekļa apstākļi tika konstatēti gan virs aizsprosta (ūdenskrātuvē) -11,2 mg l⁻¹ un 124% piesātinājuma, gan zem aizsprosta - 10,6 mg l⁻¹ un 120% piesātinājuma, uzrādot Gaujas upes straujtecēm raksturīgos skābekļa režīma rādītājus. Salīdzinoši labie skābekļa apstākļi visā ūdensslānī izskaidrojami gan ar ūdenskrātuves salīdzinoši nelielo dziļumu, kā arī ar faktu, ka mazūdens perioda dēļ aizsprosta slūžas apsekošanas laikā bija atvērtas.

Tomēr, jāsecina, ka arī gadījumā, ja slūžas būtu aizvērtas skābekļa apstākļi Paideru HES-a ūdenskrātuvē būtu apmierinoši, jo ūdens uzpludinājuma augstums šajā ūdenskrātuvē ir neliels un **upe saglabā savu garenvirziena formu (tā nav pārvērsta ezerā) saglabājot upei raksturīgos fizikāli-ķīmiskos un bioloģiskos procesus.** Šajā HES-ā bija redzamas derivācijas kanāla izveidošanas priekšrocības, jo izveidojot šādu pievadkanālu netiek appludinātas papildus sauszemes platības un par ūdenskrātuvi tiek pārvērsts salīdzinoši mazāks dabīgās upes posms.

Vadoties no publicētajiem materiāliem, brūnūdens upes, pie kuriem ir pieskaitāmas arī Gauja un Tirza un uz tām uzbūvētās ūdenskrātuves, ir raksturīgas ar zemām pH vērtībām, intensīvu ūdens krāsu, zemu barības vielu pieejamību un augstu bioloģisko

un ķīmisko skābekļa patēriņu (Kļaviņš u.c., 2002), tādēļ **skābekļa koncentrācijas vasarās šādos ūdeņos ir zemas un ūdenskrātuvju piegrunts slāņos dominē anaerobi apstākļi.**

Kā liecina publicētie materiāli, kā arī mūsu pētījumi, ūdenskrātuvju izbūve uz brūnūdens upēm spēj izjaukt upju dabīgo fizikāli-ķīmisko un bioloģisko līdzsvaru, radot mākslīgu anaerobu vidi upes uzpludinājumu posmos, un ierobežojot ūdens iemītņieku eksistenci, kā arī to bioloģisko daudzveidību, kā tas uzskatāmi parādījās Āžu un Galgauskas HES ūdenskrātuvēs 2006. gada vasarā.

Bioloģiskais skābekļa patēriņš (BSP₅)

Āžu un Galgauskas ūdenskrātuvēs ūdens virskārtā tika konstatēts nedaudz paaugstināts bioloģiskais skābekļa patēriņš, Āžu HES zem ūdenskrātuves sastādot 2 mg O₂ l⁻¹, bet Galgauskas HES svārstoties no 2,0 mg O₂ l⁻¹ (zem aizsprosta) - **2,4 mg O₂ l⁻¹ (ūdenskrātuvē virs aizsprosta), nedaudz pārsniedzot lašveidīgo zivju ūdeņiem izvirzītās prasības (MK Noteik No 118). (skat. pielik.)
Paideru HES teritorijā BSP₅ rādītāji bija salīdzinoši labāki un vairāk līdzinājās Gaujas upes augštecei, sastādot 0,7 - 1 un mg O₂ l⁻¹.(skat pielik. tab.)**

pH

Visās apsekotajās stacijās ūdens virskārtā caurmērā konstatētas zemas pH vērtības. Gaujas upē pH vērtība bija 6,2, viszemākos rādītājus uzrādot **Āžu ūdenskrātuvē - 5,5, uzrādot zemāko pieļaujamo zivju eksistences robežu** (Cimdiņš, 2001). Galgauskas ūdenskrātuvē pH bija salīdzinoši augstāks (pH - 6). Paideru HES-a teritorijā pH bija līdzīgs kā Gaujas upē (pH – 6,2). Visumā apsekotajās teritorijās konstatētās **pH vērtības ūdens virskārtā bija zemākas kā būtu vēlamas labos zivju ezeros, dīķos vai upēs**, tomēr tai pašā laikā tās nebija arī kritiski zemas.

Iegūtie rezultāti norāda uz skābu vidi un iespējamo sulfāt- (SO₄²⁻) un sulfījonu (SO₃²⁻) klātbūtni ūdens virsējos slāņos, un uz anaerobiem apstākļiem ar iespējamu sērūdeņraža un metāna klātbūtni dziļākajos slāņos.

Atsaucoties uz publicētiem materiāliem, labos ezeros un upēs **pH vērtībām būtu jābūt no 7,0 līdz 8,0** (Cimdiņš, 2001). Tomēr noteiktais skābekļa deficīts dziļākajos slāņos norāda uz anaerobiem apstākļiem un uz ūdens organismiem toksisku pH vērtību iespējamību ūdenskrātuvju dziļākos ūdens slāņos, par ko diemžēl trūkst datu.

Fitoplanktons

Ūdens virsējā ūdens slāņa fitocenozes strukturālā analīze liecina ka, salīdzinājumā ar Gaujas augšteci (0,11 mg/l), **apsekotajos HES rajonos vērojams būtisks (5 – 30 kārtīgs) fitoplanktona kopējās biomasas pieaugums, augstākos rādītājus uzrādot Galgauskas HES (1,33 – 3, 01 mg/l) un Āžu HES (1,56 – 2,23 mg/l) teritorijās, maksimumu sasniedzot Galgauskas HES ūdenskrātuvē (3,02 mg/l) (5. attēls).**

Vismazākie biomasas un šūnu skaita rādītāji konstatēti Paideru HES, uzrādot līdzīgus rezultātus ar Gaujas augštecē konstatēto fitoplanktona kopējo skaitu un biomasu (0,53 mg/l – virs aizsprosta un 1,02 mg/l zem aizsprosta) (4. un 5. attēls)

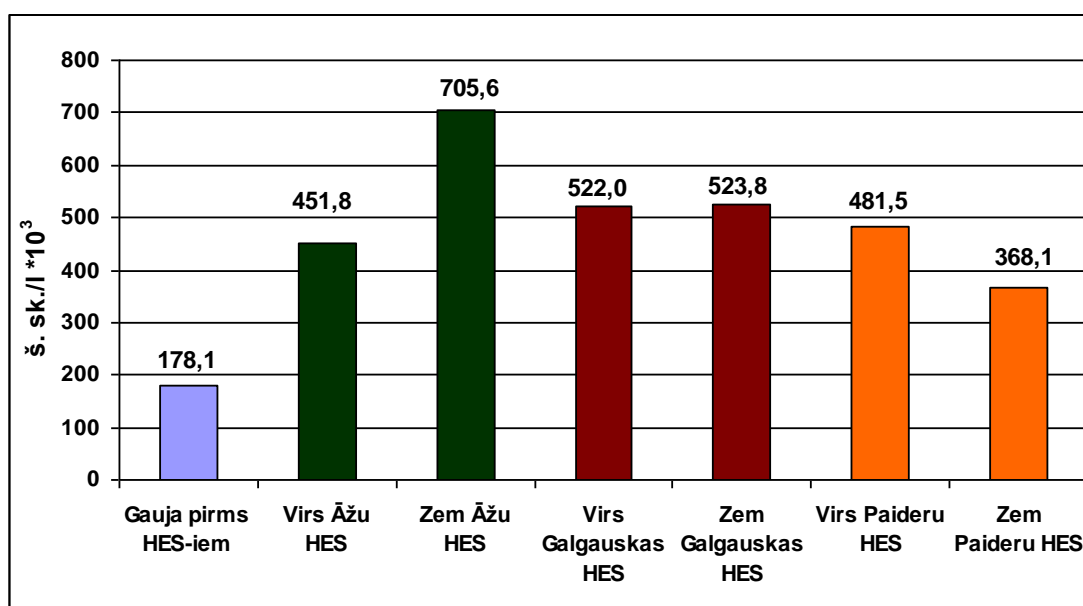
Salīdzinot taksonomiskos nodalījumus, Gaujas augštecē lielāko biomasas īpatsvaru sastāda zaļalģes (*Chlorophyceae*) ar *Pediastrum spp.* un *Scenedesmus sp.* dominanci, kramaļģes (*Bacillariophyceae*) ar *Cocconeis pediculus*, *Navicula sp.* dominanci; kriptofītaļģes (*Cryptophyceae*) – *Rhodomonas sp.*, *Cryptomonas sp.* un dinofītaļģes (*Dinophyceae*) – *Peridinium sp.* (skat. pielikumā)

Augšpus Āžu HES fitoplanktona lielāko biomasas daļu veido kramaļģes – *Asterionella, formosa, Synedra ulna*, un zaļalģes (*Chlorophyceae*) – *Staurastrum sp.*, *Pediastrum tetras* (skat. pielikumā), taču konstatēta arī eiglēnaļģu klātbūtne (*Euglenophyceae*) – *Trachelomonas sp.*, kas vairāk raksturīgas eitrofu ezeru, nevis tekošu ūdenstilpju fitoplanktonam.

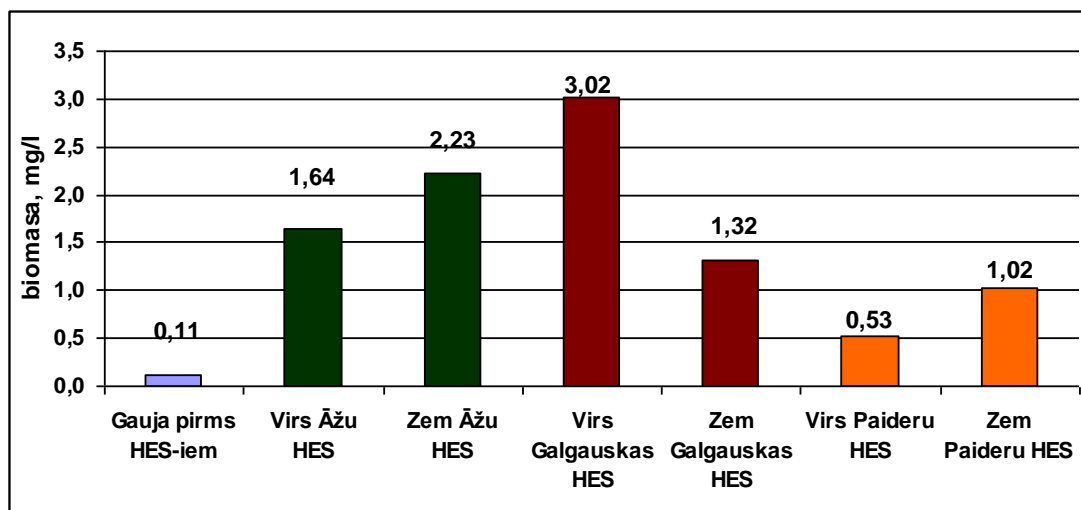
Zem Āžu HES lielāko fitocenozes daļu sastāda kramaļģes – *Synedra ulna*, pārējiem fitoplanktona taksonomiskiem nodalījumiem kriptofītiem (*Cryptophyceae*) – *Cryptomonas sp.* un eiglēnaļģēm (*Euglenophyceae*) – *Euglena gaumei*, *E. proxima*, pakārtota nozīme.

Virš un zem Galgauskas HES fitoplanktonā pārliecinoši dominē zaļalģes – *Staurastrum sp.* un kriptofītaļģes (*Cryptophyceae*), kuru dominance liecina par pietiekošu organisko vielu, it īpaši organiskā slāpekļa klātbūtni ūdenstilpē (Graham et.al., 2000). Bez tam Galgauskas HES ūdenstilpē konstatētas arī neliela zilaļģu (*Cyanophyceae*) *Anabaena circinalis* klātbūtne, kas parasti sastopamas stāvošās, retāk tekošās, ūdenstilpēs.

Paideru HES fitoplanktona paraugos gan virs, gan zem aizsprosta ņemtajos paraugos pamatā sastādīja kramaļģes – *Gyrosigma acuminata*, *Melosira granulata*, *Navicula sp.*, zaļalģes – *Pediastrum duplex*, *P. tetras* un kriptofītaļģes – *Rhodomonas sp.*, *Cryptomonas sp.*



4. attēls. Fitoplanktona kopējais šūnu skaits (l⁻¹ * 10³) Gaujas augštecē (augšpus HES-iem) un Galgauskas, Āžu, Paideru HES teritorijās.



5. attēls. Fitoplanktona kopējā biomasa (mg/l) Gaujas augštecē (augšpus HES-iem) un Galgauskas, Āžu, Paideru HES teritorijās.

Makrofītaļģes

Makrofītaļģes galvenokārt pārstāvētas ar zaļaļģēm *Cladophora spp.* kas liecina par paaugstināto neorganiskā slāpekļa saturu ūdenī (Dodols, 2002)

Makrofītaļģu akumulēšanās, kas norāda uz vāju ūdensapmaiņu un paaugstināto N saturu ūdenī HES-u rajonā, vērojama gan augšpus, gan lejpus HES, un vairums no identificētajām makrofītaudzēm jau bija atmirstošā stāvoklī.

Atsaucoties uz publicētiem materiāliem, gan mikroskopiskās, gan makroskopiskās zaļaļģes (kā piem. *Cladophora*, *Enteromorpha*, *Pithophora*, *Ulothrix* un *Scenedesmus*) raksturīgas barības vielām bagātiem ezeriem. Vasaras periodos eitrofu ezeru piekrastēs var novērot masveidā saaugušu zaļaļģu - kladoforas (*Cladophora*) pavedienus, kas siltā un saulainā laikā var atrauties no substrāta un pacelties ūdens virspusē, to pārklājot ar zaļiem putainiem pavedieniem, un radot nelabvēlīgus apstākļus citiem ūdens organismiem, jo to pūšanas rezultātā piekrastes zonā strauji samazinās skābeklis. ***Cladophora* pozitīvi reaģē uz antropogēnu vides faktoru ietekmi,** jo to augšanai nepieciešamas neorganiskās barības vielas un pietiekoša gaismas intensitāte (Graham et al., 2000).



5. attēls. Makrofītu audzes (A, B) un sadalījušies un ūdens virskārtā pacēlušies *Cladophora* spp. pavedieni (C) lejpus Galgauskas HES aizsprosta.

Secinājumi

- Gan Āžu, gan Galgauskas HES ūdenskrātuvēs apmierinošs skābekļa režīms konstatēts tikai ūdens virsējā slānī (līdz 2m dziļumam), sastādot 5,9 – 8,7 mg/l, kas atbilst 62% - 102 % piesātinājumam.
- Dziļumam pieaugot skābekļa saturs Āžu un Galgauskas HES ūdenskrātuvēs strauji samazinās, 3-5 m (piegrunts slānis) dziļumā sastādot tikai 0,2 – 1,3 mg/l, kas atbilst 1-2 % piesātinājumam, un liecina ne tikai par skābekļa trūkumu ūdenī (hipoksiju), bet par izteiktu skābekļa badu (anoksiju).
- Par izņēmumu uzskatāms, kur apmierinošs skābekļa režīms augšpus aizsprosta atzīmēts visā ūdensslānī, kas varētu būt izskaidrojams ne tikai ar aizsprosta slūžu atvērto stāvokli apsekošanas laikā (mazūdens perioda dēļ), bet arī ar ūdenskrātuves salīdzinoši nelielo dziļumu, (veicina ūdensapmaiņu), nelielo ūdens uzpludinājuma augstumu ūdenskrātuvē un upes garenvirziena formas nodrošināšanu, saglabājot upei raksturīgos fizikāli-ķīmiskos un bioloģiskos procesus.
- Pozitīva vērtējama arī Paideru HES teritorijā izveidotā derivācijas kanāla priekšrocības, jo izveidojot šādu pievadkanālu netiek appludinātas papildus sauszemes platības un par ūdenskrātuvi tiek pārvērsts salīdzinoši mazāks dabīgās upes posms.
- No apsekotajiem HES-iem, ar viszemākajām skābekļa vērtībām (gan virsējos, gan dziļākos ūdens slāņos) raksturojās Āžu HES ūdenskrātuve, neatbilstot ne lašupēm, ne arī karpupēm izvirzītajām skābekļa režīma prasībām
- Āžu un Galgauskas HES ūdenskrātuvju neapmierinošais skābekļa režīms varētu būt izskaidrojams ar **ieilgušo sausuma un karstuma periodu šā gada pavasarī un vasarā** (intensīvas lietus gāzes netika novērotas sākot jau no sniega nokušanas līdz pat augustam; augstā ūdens temperatūra savukārt kavē skābekļa šķīdību ūdenī), **kā arī ar ūdenskrātuvju salīdzinoši nelielo teritoriju un relatīvi lielo dziļumu**, valdošiem vējiem neļaujot izraisīt viļņošanās, kas sekmētu ūdens slāņu sajaukšanos un bagātināšanos ar skābekli
- Lejpus HES aizsprosta visos apsekotajos HES konstatēts apmierinošs skābekļa režīms
- Pamatojoties uz veiktajiem pētījumiem, kā arī uz publicētajiem materiāliem, ūdenskrātuvju izbūve uz brūnūdens upēm spēj izjaukt upju dabīgo fizikāli-ķīmisko un bioloģisko līdzsvaru, radot mākslīgu anaerobu vidi upes uzpludinājumu posmos, ierobežojot ūdens iemītnieku eksistenci, ietekmējot to bioloģisko daudzveidību un izmainot biocenozes struktūru, kā tas uzskatāmi parādījās fitocenozes pētījumos Āžu un Galgauskas HES ūdenskrātuvēs 2006. gada vasarā.

- Apsekotajās HES teritorijās konstatētas zemas pH vērtības, viszemākos rādītājus sasniedzot Āžu ūdenskrātuvē - 5,5, kas tuvojas zemākajām pieļaujamajām zivju eksistences robežām
- Zemās pH vērtības norāda uz skābu vidi un iespējamo sulfāt- (SO_4^{2-}) un sulfītu (SO_3^{2-}) klātbūtni ūdens virsējos slāņos, un uz anaerobiem apstākļiem ar iespējamu sērūdeņraža un metāna klātbūtni dziļākajos slāņos
- Āžu, Galgauskas un Paideru HES rajonos vērojams 5 – 30 kārtīgs fitoplanktona kopējās biomasas pieaugums, augstākos rādītājus uzrādot Galgauskas HES ūdenskrātuvē.
- No apsekotajiem HES- iem vismazākās fitoplanktona biomasas un šūnu skaita vērtības konstatētas Paideru HES, uzrādot līdzīgus rezultātus ar Gaujas augštecē konstatēto fitoplanktona kopējo biomasu
- Kaut arī augšpus un lejpus Āžu HES fitoplanktona lielāko biomasas daļu veido kramalģes, konstatēta arī eiglēnaļģu klātbūtne (*Euglenophyceae*) – *Trachelomonas sp.*, kas vairāk raksturīgas eitrofu ezeru, nevis tekošu ūdenstilpju fitoplanktonam.
- Virs un zem Galgauskas HES fitoplanktonā pārliecinoši dominē zaļalģes, kuru dominance liecina par pietiekošu organisko vielu, it īpaši organiskā slāpekļa klātbūtni ūdenstilpē (Graham et.al., 2000). Bez tam Galgauskas HES ūdenstilpē konstatētas arī neliela zilaļģu (*Cyanophyceae*) *Anabaena circinalis* klātbūtne, kas parasti sastopamas stāvošās, retāk tekošās, ūdenstilpēs.
- Makrofītaļģu *Cladophora spp.* akumulēšanās HES rajonos (gan augšpus, gan lejpus HES) norāda uz vāju ūdensapmaiņu un paaugstināto N saturu ūdenī. Mikroskopisko un makroskopisko zaļalģu masveida attīstība vairāk raksturīga barības vielām bagātiem ezeriem, nevis upēm, un liecina par HES nelabvēlīgo ietekmi uz upju ekosistēmu.

Literatūras saraksts

1. Cimdiņš P. (2001). Limnoekoloģija. LU Rīga, 159 lpp..
2. Dodols W.K., 2002. Freshwater ecology. Concepts and environmental applications. Eds. H. J. Thorp, Academic press, 570. pp.
3. Graham L.E., Wilcon L.W, 2000. Algae. Prentice Hall, 654. pp.
4. Kļaviņš M., Rodionovs V., Kokorīte I. (2002) Chemistry of Surface Waters in Latvia. Rīga, 286 lpp.
5. MK Noteikumi nr. 118. Noteikumi par virszemes un pazemes ūdeņu kvalitāti.
6. Nygaard G., 2001. Dansk plante plankton. Gyldendal, 36 pp.
7. Rudzuroga A., 1995. Izplatītāko Latvijas aļģu noteicējs, Rīga, "Zinātne", 134 lpp.
8. Tikkanen T., 1986. Kasviplanktonopas. Suomen Luonnonsuojeln Tuki Oy, Helsinki, 277. pp.
9. Utermohl H., 1931. Neue Wege in der qualitativen Erfassung des Planktons. Vehr. Int. Verein. Limnol., 5: 567 s.
10. Willèn E., 2001. Checklist of Cyanobacteria in Sweden. ArtDatabanken, 71. pp.
11. Wołowski K., Hindák F., 2003. Atlas of Euglenophytes. Publishing House of the Slovak Academy of Sciences, 136. pp.