

ŪDENSTILPJU ATTĪSTĪBAS IESPĒJAS  
IZSTRĀDĀTO KŪDRAS IEGUVES VIETU  
REKULTIVĀCIJAI

Rīga

2006



## **Projekta anotācija**

Projekta ietvaros pētītas ūdenstilpes Sedas, Zaļā un Medema purvos, kas izveidojušās izsmelto kūdras karjeru applūšanas rezultātā, lai varētu novērtēt to tālākas attīstības iespējas. Ziņojumā sniegts pētīto teritoriju fiziski-ģeogrāfiskais raksturojums, analizēta ūdenstilpju hidroķīmiskā un hidrobioloģiskā kvalitāte. Projekta atskaitē iekļauta Sedas purva applūstošo kūdras karjeru iespējamo attīstības scenāriju analīze, kā arī sniegts pārskats par literatūras avotos minētajām iespējām izstrādāto kūdras karjeru rekultivācijai.

Latvijas Universitāte, Bioloģijas institūts  
Miera iela 3, Salaspils, LV – 2169  
Tālrunis: 7945412 ; fakss: 7944986  
e-pasts: maris.klavins@lu.lv

Latvijas Vides aizsardzības fonda atbalstītais projekts „Ūdenstilpju attīstības iespējas izstrādāto kūdras ieguves vietu rekultivācijai” veikts LU Bioloģijas institūta Hidrobioloģijas laboratorijā laikā no 01.02.2006. – 15.12.2006.

Projekta izpildītāji:

Prof., Dr.habil.chem. Māris Kļaviņš – projekta vadītājs

M.Sc. Valērijs Rodinovs

M.Sc. Ilga Kokorīte

Dr.biol. Ivars Druvietis

M.biol. Agnija Skuja

Dr.biol. Gunta Sprinģe

Māra Dzene

M.Sc. Jānis Šīre

M.chem. Linda Eglīte

Oskars Purnālis

Česlavs Kuļikovs

Andris Urtāns

## Saturs

Ievads .....	5
1. Materiāli un metodes.....	8
2. Apsekoto teritoriju fiziski-ģeogrāfiskais raksturojums.....	14
3. Apsekoto purvu ūdenstilpju ķīmiskā sastāva raksturojums.....	25
3.1. Ūdeņu ķīmiskā sastāva raksturojums.....	25
3.2. Ūdenstilpju nogulumu ķīmiskā sastāva raksturojums.....	36
4. Apsekoto purvu ūdenstilpju hidrobioloģiskais raksturojums.....	39
4.1. Fitoplanktona raksturojums apsekotajās ūdenstilpēs.....	39
4.2. Zoobentosa raksturojums apsekoto purvu ūdenstilpēs.....	43
4.3. Apsekoto ūdenstilpju mikrobioloģiskais raksturojums.....	53
4.4. Sedas purva ūdenstilpju augstāko ūdensaugu veģetācija.....	57
5. Applūdušo kūdras karjeru iespējamās rekultivācijas metodes un izveidojušos ūdenstilpju attīstības iespējas.....	60
Secinājumi.....	65
Literatūra.....	66
Pielikumi.....	78

## Ievads

Purvs ir zemes virsmas nogabals, kam raksturīgs patstāvīgs vai ilgstošs periodisks mitrums, specifiska augu valsts un kūdras uzkrāšanās. Purvi parasti veidojas, pārpurvojoties sauszemei vai arī aizaugot ūdenstilpēm.

Purvu teritorijas var izmantot ne tikai kūdras iegūšanā, bet tiem arī dabā ir liela nozīme un svarīgas funkcijas. Purviem ir liela loma oglekļa globālajā ģeokīmiskajā apritē, jo šajās teritorijās 10 000 gadu laikā ir uzkrājušies ievērojami oglekļa daudzumi, kas pēc zinātnieku aprēķiniem sasniedz 400 – 500 gigatonnas, kas aptuveni atbilst oglekļa daudzumam atmosfērā (Immirzi and Maltby, 1992). Oglekļa akumulācijas process purvos norisinās ļoti lēni un ir atkarīgs no klimatiskajiem faktoriem. Iegūstot kūdru un nosusinot mitrājus, purvos akumulētās organiskās vielas sadalās un tiek atbrīvots CO<sub>2</sub>, kas ir siltumnīcas gāze. No otras puses, dabiskos apstākļos no purviem izdalās arī citas siltumnīcas gāzes - metāns (CH<sub>4</sub>) un denitrifikācijas procesu rezultātā arī N<sub>2</sub>O.

Purvu platības ietekmē arī plašākas teritorijas hidroloģisko režīmu. No vienas puses, purvi var kalpot kā buferteritorijas, aizturot atmosfēras nokrišņus, tādējādi mazinot virszemes noteces ekstrēmumus.

Tā kā purviem raksturīgi specifiski vides apstākļi, tad purviem ir nozīme arī reģiona bioloģiskās daudzveidības nodrošināšanā. Daudzas augu un dzīvnieku sugas ir sastopamas tikai purvos. Latvijas purvos sastopamas vairāk kā 50 aizsargājamas augu sugas. Visvairāk aizsargājamo sugu ir no orhideju dzimtas un grīšļu dzimtas.

Mitrāji var akumulēt daudzas vidi piesārņojošās vielas, piemēram, kūdrā var būt saistīti tādi smagie metāli kā dzīvsudrabs, svins, kadmījs, cinks, arsēns un citi, taču, nosusinot purvu, šie elementi var tikt atgriezti atpakaļ apritē un līdz ar to arī metālu toksiskums pieaug. Tāpat mitrājos akumulējās arī biogēnie elementi (fosfors un slāpeklis) un organiskās vidi piesārņojošās vielas (pesticīdi, PCB u.c.). Anaerobos apstākļos denitrifikācijas procesu rezultātā akumulētais slāpeklis N<sub>2</sub>O veidā var tikt atbrīvots. Purvi var kalpot kā organisko skābju avots (vispirms humusvielu), un notece no purviem var veicināt upju un ezeru paskābināšanos, kā arī paaugstināt virszemes ūdeņu krāsainību un skābekļa patēriņu tajos.

Purviem ir milzīga nozīme zinātnē, īpaši paleoloģiskos pētījumos, kur pēc sporu un putekšņu analīzēm rekonstruē par vides apstākļus un to izmaiņas pēdējo gadu tūkstošu laikā. Purvos, pateicoties anaerobajiem apstākļiem un lēnajiem organisko

vielu sadalīšanās procesiem, ir iespējams atrast arī arheoloģiski nozīmīgus priekšmetus. Mūsdienās purvos tiek veidotas dabas izziņas takas, tāpēc šīm teritorijām ir arī izglītojoša funkcija. Purviem piemīt estētiska vērtība, un tie tiek izmantoti rekreācijā (ogošana, medības).

Tajā pat laikā purvos esošajiem kūdras resursiem ir liela tautsaimnieciska nozīme. Kūdra ir eluviāls nogulumiezis, kas veidojas no maz pārveidotām augu atliekām vietās, kur notiek pārpurvošanās (reljefa pazeminājumos, aizaugošās ūdenstilpēs, vietās, kurās traucēta virszemes ūdeņu notece vai pastāv augsts gruntsūdens līmenis). Kūdra sausā veidā satur > 50 % organisko vielu (Kivinen and Pakarinen, 1981), to veido nepilnīgi sadalījušies purvu augi, jo augsta mitruma un gaisa trūkuma dēļ augu atlieku sadalīšanās norisinās galvenokārt anaerobo organismu ietekmē.

Purvu kopplatība Latvijā sasniedz 6401 km<sup>2</sup> jeb 9,9 % no valsts teritorijas 3,9 % no visām purvu platībām izmanto kūdras ieguvei, 1,8 % kūdras krājumu jau ir izmantoti, bet 1,2 % aizņem ūdenskrātuves (Valsts Ģeoloģijas dienesta informācijas sistēma). Lai arī kūdras gada pieaugums pārsniedz ieguves apjomu, paredzams, ka nākotnē palielināsies kūdras ieguves apjomi (Bioloģiskās daudzveidības nacionālā programma, 1999).

Kūdras karjeru rekultivācijas mērķis ir nodrošināt izstrādāto kūdras ieguves teritoriju efektīvu izmantošanu vai arī atjaunot tos pašregulējošos procesus, kas purvu ekosistēmās ļauj uzkrāties kūdras slānim, tādējādi sekmējot purvu ekosistēmas atjaunošanos. Bioloģiskās daudzveidības nacionālajā programmā (1999) paredzēts, ka, beidzot kūdras ieguvi kādā purva daļā vai visā platībā, nepieciešams izstrādāt priekšlikumus hidroloģiskā režīma optimizēšanai, sekmējot purva un citu blakusesošu mitrāju ekosistēmu saglabāšanos un atjaunošanos. Tomēr mūsdienās izstrādāto kūdras karjeru un nosusināto purvu rekultivācijas metodes vēl ir attīstības stadijā un informācija par rekultivācijas metodēm tiek iegūta no atsevišķiem lauka eksperimentiem un zinātniskiem pētījumiem.

Izstrādāto kūdras karjeru pārplūšanas rezultātā izveidojušos ezeru tālākās attīstības izvērtēšanai svarīgi izprast, kā var mainīties organisko vielu saturs ūdeņos, kas var noteikt veidojošos ūdenstilpju tālāko likteni, ietekmējot:

1. ūdeņu estētisko kvalitāti un izmantošanas iespējas rekreācijai (brūnūdens ezeri rekreācijai var būt maz pievilcīgi);

2. ūdeņu izmantošanas iespējas zivsaimniecībā (brūnūdens ezeros augstais organisko vielu saturs un humusvielu klātbūtne ne tikai kavē barības bāzes attīstību, bet arī tieši ietekmē sugu daudzveidību un kopējo daudzumu);

3. ūdeņu nozīmi ainaviski daudzveidīgas aizsargājamas teritorijas izveidē;

4. ūdeņu nozīmi purva kā ekosistēmas atjaunošanā;

5. ūdens kvalitātes ietekmi uz saistītiem ūdeņiem (piemēram, Burtnieku ezeru, Gauju).

**Projekta mērķis** ir sniegt atbildi uz nostādni: „Ūdenstilpju veidošanās kā izstrādāto kūdras ieguves vietu rekultivācijas instruments: rekomendējama vai ierobežojama prakse un tās īstenošanas nosacījumi”.

Projekta ietvaros paredzēts izvērtēt to ūdenstilpju attīstības raksturu, kuras veidojas pēc kūdras ieguves tās karjeros un izstrādāt rekomendācijas kūdras ieguves optimizācijai un izveidoto ūdenstilpju apsaimniekošanai.

**Projekta uzdevumi:**

1. Veikt ūdeņu ķīmiskā sastāva un bioloģiskās kvalitātes analīzi: a) ūdenstilpēs, kuras veidojas pamestu kūdras ieguves vietu pārplūšanas rezultātā; b) ūdenstilpēs, kuras ir izveidojušās izstrādāto kūdras ieguves vietu pārplūšanas rezultātā; c) purvu ezeros. Ķīmiskā analīze ietver pamatingredientus, metālus, organisko vielu grupas, bet bioloģiskā analīze ietver galveno organismu grupu kopienu analīzi (fitoplanktons, zoobentoss un mikroorganismi). Analīzes veikt Sedas purva, Ķemeru tīreļa un Medema purva teritorijā.

2. Izvērtēt ūdeņu kvalitātes attīstības raksturu ūdenstilpēs, kuras veidojas izstrādāto kūdras ieguves teritoriju pārplūšanas rezultātā.

3. Izstrādāt rekomendācijas ūdenstilpju, kuras izveidojas pēc kūdras ieguves pabeigšanas, apsaimniekošanai.



## 1. Materiāli un metodes

Sedas purva teritorijā tika izvēlētas 4 hidroķīmisko un hidrobioloģisko paraugu ņemšanas vietas (1. – 6. att.), vadoties pēc to reprezentatīvuma purva teritorijā notiekošajiem procesiem. Paraugi, kas ņemti kūdras karjeru pārplūšanas rezultātā izveidotajos ezeros (paraugu ņemšanas vietas Nr.1 un Nr.2) un Stakļupītē (paraugu ņemšanas vieta Nr.3), reprezentē ūdeņu kvalitāti izstrādātajos kūdras karjeros, bet Sedas ezers (paraugu ņemšanas vieta Nr.4) – antropogēni mazāk ietekmētu purva ezeru, kas uzskatāms par references objektu (4. att.). Hidroķīmiskajām analīzēm paraugi tika ievākti 2006. gada 22. martā, 7. jūnijā un 23. augustā, smago metālu satura noteikšanai dūņās – 7. jūnijā, fitoplanktona analīzēm – 7. jūnijā un 23. augustā, zoobentosa analīzēm – 23. augustā. 2006. gada 13. septembrī ūdeņu paraugi ķīmiskā sastāva analīzēm tika ņemti Medemas purvā pie Mārupītes iztekas (paraugu ņemšanas vieta Nr.6), bet Smārdes apkārtnes Zaļā purva karjerā (paraugu ņemšanas vieta Nr.5) – ūdeņu ķīmiskā sastāva, fitoplanktona, makrozoobentosa organismu analīzēm un smago metālu satura noteikšanai dūņās (5. att.).

Šo apsekojumu rezultāti tika salīdzināti ar 2005. gadā veiktā apsekojuma datiem par Sedas purva teritorijā esošo ūdenstilpju stāvokli.



1. attēls. Paraugu ņemšanas vieta Nr.1 Sedas purva kūdras karjeru pārplūšanas rezultātā izveidotajā ezerā (22.03.2006.).



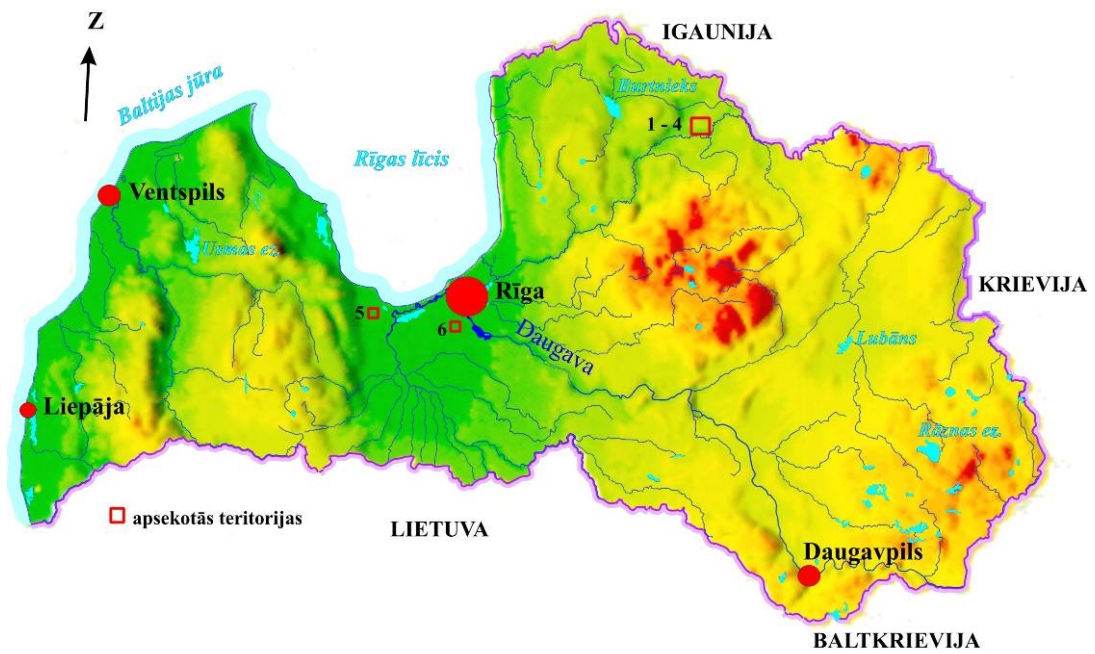
2. attēls. Paraugu ņemšanas vieta Nr.2 Sedas purva kūdras karjeru pārplūšanas rezultātā izveidotajā ezerā (23.08.2006.).



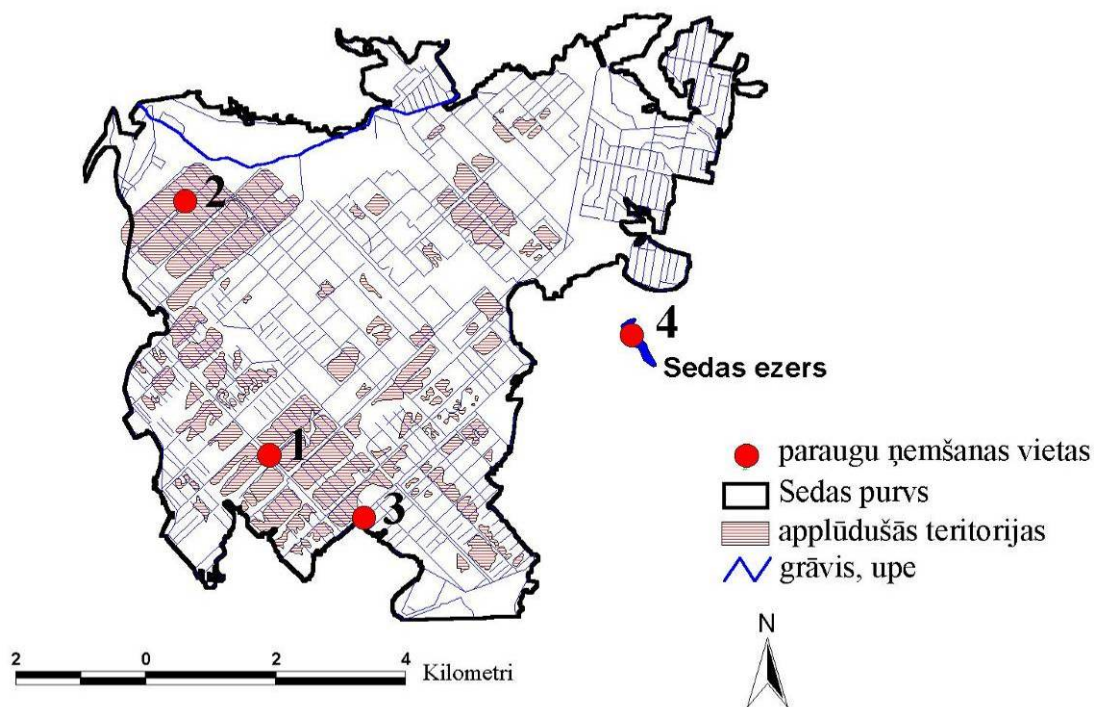
3. attēls. Paraugu ņemšanas vieta Nr.3 – Stakļupīte (07.06.2006.).



4. attēls. Paraugu ņemšanas vieta Nr.4 – Sedas ezers (23.08.2006.).



5. attēls. Apseko to teritoriju atrašanās vietas.



6. attēls. Hidroķīmisko un hidrobioloģisko paraugu ņemšanas vietas Sedas purva teritorijās esošajā ūdenstilpēs.

*Ķīmiskā sastāva analīzēm* ūdens paraugi ievākti ar Rutnera batometru un analizēti, izmantojot standartmetodes (АРНА, 1989; HACH, 1992; Новиков и Шицкая, 1990). Darbā lietoti analītiskas tīrības pakāpes reaģenti.

Ūdens temperatūra noteikta paraugu ievākšanas vietā, pārējie parametri tika noteikti tūlīt pēc paraugu nogādāšanas laboratorijā.

Vides reakcija (pH) tika noteikta, izmantojot pH-metru “HACH one pH meter”. Kopējais izšķīdušo vielu daudzums un elektrovadītspēja noteikta ar HACH konduktometru. Fosfātjonu, nitrītjonu, nitrātjonu, amonija jonu, sulfātjonu, kopējā dzelzs un silīcija saturs tika noteikts spektrofotometriski (spektrofotometrs DR 2000 HACH). Kopējais slāpeklis un kopējais fosfors noteikts, izmantojot standartmetodes (HACH, 1992). Ūdenī izšķīdušā skābekļa daudzums noteikts pēc Vinklera metodes, kā arī ar portatīvo oksimetru „HACH LDO HQ10”. Hlorīdjonu, kalcija, magnija un hidroģēnkarbonātjonu saturs un kopējā cietība tika noteikti, izmantojot titrimetrijas metodes. Nātrija un kālija joni analizēti, izmantojot liesmas fotometrijas metodi. Ķīmiskais skābekļa patēriņš tiek analizēts, oksidējot ūdens paraugā esošās organiskās vielas ar kālija dihromātu (HACH, 1992).

Ūdeņu sastāva analīzē tika izmantota datorprogramma AQUAChem.

**Ūdenstilpju dūņu paraugi** ievākti izmantojot Ekmaņa tipa gruntssmēlēju. Laboratorijā paraugi tika izžāvēti un analizēti saskaņā ar HACH (1992) standartmetodēm. Dūņu paraugos pēc to apstrādes ar  $\text{HNO}_3 + (\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O}_2)$  noteikti smagie metāli, izmantojot atomu absorbcijas spektrometriju (Perkin Elmer 703A). (HACH, 1992).

**Ūdeņu organisko vielu krāsainības pieauguma kinētika** pētīta, ievietojot 10 g no karjera nogulumiem ņemtas kūdras masas un aplejot to ar 2,0 l ūdens, kas ņemts attiecīgi no Sedas ezera (paraugu ņemšanas vieta Nr.4) vai no paraugu ņemšanas vietas Nr.2. Vienam no paraugiem tika nodrošināta tā aerācija, nepārtraukti pūšot cauri gaisu, bet citam paraugam tika pievienoto 0,5 g  $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ , kas inhibē mikroorganismu darbību. No paraugiem novērojumu sākuma posmā ik pēc 12 stundām, bet eksperimenta beigu posmā ik pēc 24 stundām tika ievākti 5 ml parauga, kuros noteica organisko vielu saturu.

**Fitoplanktona paraugi** apsekotajās ūdenstilpēs ievākti 0,5 m dziļumā ar Rutnera tipa batometra palīdzību. Paraugi lauka apstākļos tika fiksēti ar Lugola šķīdumu. Fitoplanktona analīzes veiktas saskaņā ar ES vispārpieņemto Utermola (Utermöhl, 1958) mikroskopēšanas metodiku. Fitoplanktona sugu sastāvs, šūnu skaits un aļģu izmēri tika noteikti ar Leica DML invertā mikroskopa palīdzību, pielietojot 100x, 200x un 400x lielu palielinājumu. Biomasa tika pārrēķināta mg/l, par pamatu ņemot saskaitīto šūnu skaitu noteiktā tilpuma vienībā un aļģu šūnu tilpumus, ko iegūst aļģes pielīdzinot noteiktiem ģeometriskiem ķermeņiem. Aļģu taksonomiskais sastāvs tika noteikts saskaņā ar pielietoto taksonomisko literatūru (Tikkanen & Willén, 1992; Ettl, 1983, 1988; Kalbe, 1973; Pankov, 1990).

**Zoobentosa analīzēm** paraugi tika ievākti četrās paraugu ievākšanas vietās (Nr.1., Nr.2., Nr.4. un Nr.5.) (5., 6. att.) ar Ekmaņa tipa gruntssmēlēju (satveršanas laukums 0,20x0,20 m) katras ūdenstilpes vidusdaļā (viens paraugs) un litorālē (viens paraugs), izņemot Zaļā purva kūdras karjeru, kur 2 paraugi ievākti tikai ūdenstilpes piekrastē. 1., 2. un 4. paraugu ievākšanas vietā paraugu ievākšana notika 2006. gada 23. augustā, bet 5. paraugu ņemšanas vietā – 2006. gada 13. septembrī.

Aprēķināta tika organismu biomasa un blīvums ( $\text{ind./m}^2$ ). Organismi tika svērti ar Torsija svariem. Makrozoobentosa organismi galvenokārt identificēti līdz sugām un ģintīm, atsevišķi – līdz kārtām, klasēm vai dzimtām; pie *Insecta-Varia* pieskaitītas ūdensērces *Hydrachnidia*, blaktis *Heteroptera*, vaboles *Coleoptera* un spāru *Odonata* kāpuri; pie *Varia* pieskaitīts matonis *Gordius aquaticus* (*Nematomorpha*).

Atskaitē izmantoti arī 2005. gada dati. 1., 2., 4. un 5. paraugu ņemšanas vietā (litorālē un profundālē) makrozoobentosa paraugi ievākti 2005. gada 14. septembrī.

### ***Paraugu ņemšanas vietu raksturojums***

#### ***Paraugu ņemšanas vieta Nr.1***

Profundālē: dziļums apmēram 1 m; gultni sedz dūņaina kūdra; vietām dzelteno lēpju *Nuphar lutea* audzes; Litorālē: dziļums ~0,5 m; tumši brūna grunts bagāta ar augu detritu.

#### ***Paraugu ņemšanas vieta Nr.2 (Komercterritorija)***

Profundālē: dziļums ~1,5 m; minerāla grants grunts, vietām glīveņu *Potamogeton* sp. audzes un niedru *Phragmites* sp. puduri, mazie ūdensziedi *Lemna minor*. Litorālē: dziļums ~0.5 m; raksturīga melna dūņaina grunts, kas bagāta ar lielām augu detrita frakcijām. Piekrastē vilkvālišu *Typha* sp., doņu *Juncus* sp., niedru un trejdaivu ūdensziedu *Lemna trisulca* audzes.

#### ***Paraugu ņemšanas vieta Nr.4 (Sedas ezers)***

Profundālē: dziļums ~2 m; grunts dūņaina, mozaīkveidīgi klāta ar sūnām; Litorālē: dziļums ~1,5 m; grunts - dūņaina kūdra;

#### ***Paraugu ņemšanas vieta Nr.5 (Zaļā purva karjers)***

Litorālē: dziļums ~1m, grunts sastāv galvenokārt no kūdras, vietām hāru audzes.

#### ***Paraugu ņemšanas vieta Nr.6 (dīķis Medemas purvā)***

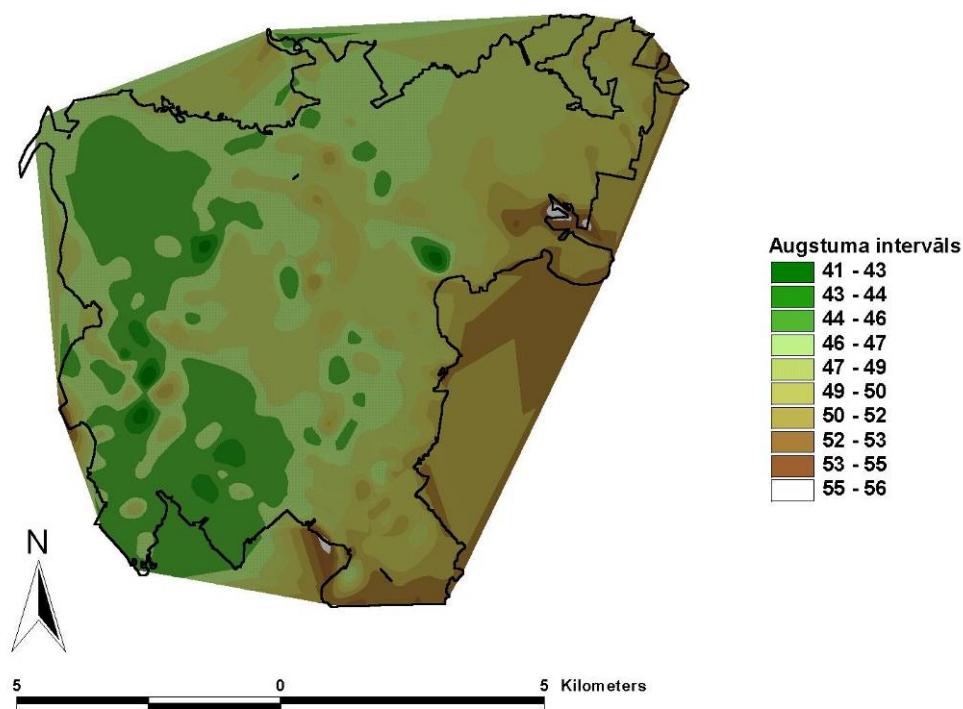
Ūdeņu ķīmiskā sastāva un fitoplanktona paraugi ņemti litorālē, maksimālais dziļums ~ 0,5 m. Dīķis ir nesen izveidots, krasti nestabili, kratus un gultni veido kūdra. Veģetācija nav attīstīta.

***Kartogrāfiskais materiāls.*** Zemes lietojuma veidu un ūdeņu platības sateces apakšbaseinos iegūtas, izmantojot Latvijas vides aģentūras izveidoto *CORINE Land Cover 2000 Latvija* (2003) datu bāzi. Pētījuma ietvaros tika izdalītas sekojošas zemes lietojuma veidu klases: (1) lauksaimniecības zemes, (2) meži, (3) purvi, (4) karjeri, (5) kūdras ieguves vietas, (6) industriālās apbūves teritorijas, (7) ezeri, (8) upes, (9) apbūve. Applūdušo teritoriju analīzei izmantotas PSRS armijas topogrāfiskās kartes mērogā 1:10000 un Latvijas satelītkarte mērogā 1:50000.

## 2. Apsēkoto teritoriju fiziski-ģeogrāfiskais raksturojums

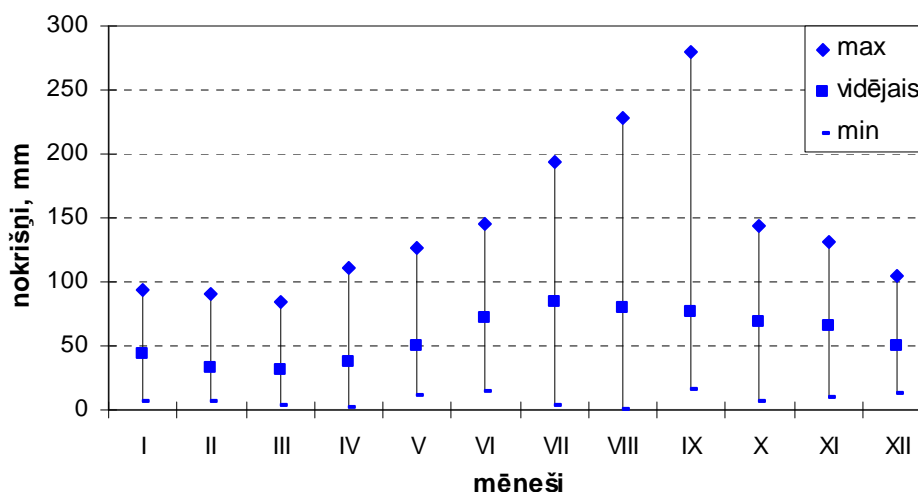
Sedas purvs atrodas Valkas rajona Sedas, Ērgemes, Plāņu un Ēveles pagastos, Sedas līdzenumā. Sedas purva platība ir 7582 ha, no kuriem 6300 ha aizņem zemais purvs, 941 ha – augstais purvs, bet 341 ha – pārejas purvs. Sedas purvs veidojies Sedas upes baseina augšdaļā, pārpurvojoties sauszemei un vietām arī aizaugot ūdenstilpēm (Krauklis, 1998).

Sedas līdzenumā pamatieži sastāv galvenokārt no vidusdevona Burtnieku svītas smilšakmeņiem, aleirolītiem un māliem. Pamatiežus sedz kvartāra nogulumu, kuru biezums vidēji ir 10 – 20 m. Reljefa pazeminājumos atrodas purvu nogulumu. Tiek lēsts, ka maksimālais kūdras pieaugums subatlantiskā laika sākumā bija līdz 1,5 mm gadā, bet pēdējā gadu tūkstoša laikā tas ir sarucis līdz 0,3 – 0,5 mm gadā (Zelčs, 1998). Kūdras slāņa vidējais dziļums ir aptuveni 3 m, bet lielākais dziļums sasniedz 5 m. Kopējie kūdras krājumi tiek vērtēti ap 97,6 mlj. m<sup>3</sup>, (rūpnieciski izmantojami 96,2 mlj. m<sup>3</sup>). Zemā purva kūdra līdz 0,7 m dziļumam ir maz sadalījusies, dziļāk – vidēji un labi sadalījusies, zem kūdras slāņa atrodas sapropelis. Savukārt augstā purva kūdra līdz 2 m dziļumam ir maz sadalījusies, bet dziļāk tās sadalīšanās pakāpe ir laba (Krauklis, 1998).



7. attēls. Digitāla Sedas purva teritorijas reljefa karte (augstuma intervāls – m v.j.l.)

Klimats Sedas purva apkārtnē ir mēreni vēss un vidēji mitrs. Ilggadīgā vidējā gada nokrišņu summa ir ap 650 mm gadā un tā ir par 50 – 200 mm mazāka nekā apkārtējās augstienēs. Gada siltajā periodā izkrīt lielākā nokrišņu daļa – aptuveni 450 mm, kā arī nokrišņu intensitāte ir augstāka, bet aukstajā periodā izkrīt aptuveni 200 mm nokrišņu. Lietainākie mēneši ir jūlijs un augusts, kad izkrīt aptuveni 80 mm nokrišņu mēnesī, bet minimālais nokrišņu daudzums novērots martā (vidējā nokrišņu summa 30,5 mm) (8. att.). Jāatzīmē, ka kopš 20. gs. otrās puses pieaudzis nokrišņu daudzums, īpaši gada aukstajā periodā (oktobris-marts). Vidējais iztvaikošanas apjoms Sedas apkaimē sastāda aptuveni 420 mm gadā, kas ir zemāks nekā vidēji Latvijā (458 mm) (Zīverts and Jauja, 1997).

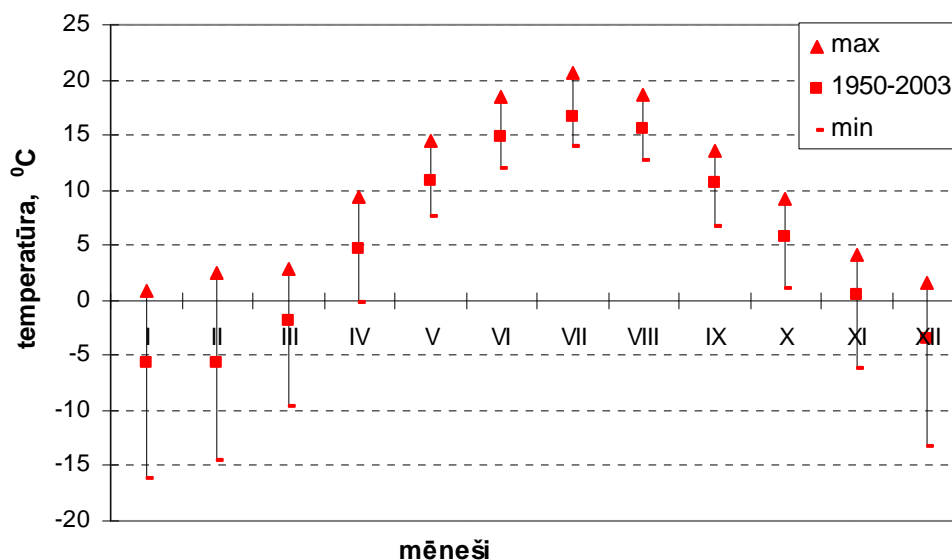


8. attēls. Nokrišņu sadalījums Rūjienas meteoroloģiskajā postenī (1950.-2003. g.).

Temperatūras reģionālo sadalījumu nosaka ne tikai atmosfēras cirkulācija un radiācijas režīms, bet to būtiski ietekmē arī attālums no jūras, reljefs, aktīvās virsmas īpatnības, nogāžu slīpums un ekspozīcija, ūdenstilpju tuvums u.c. faktori. Sedas līdzenumā ilggadīgā (1950.-2003. g.) gada vidējā temperatūra ir  $\sim 5,2^{\circ}\text{C}$ , janvāra vidējā temperatūra ir aptuveni  $-6^{\circ}\text{C}$ , savukārt jūlija vidējā temperatūra sasniedz  $17^{\circ}\text{C}$  (9. att.). Vislielākās temperatūru amplitūdas novērotas ziemas mēnešos, vasaras sezonā temperatūru svārstības ir mazākās. Salīdzinot ar pārējo Latvijas teritoriju, Tālāvas zemienē un arī Sedas līdzenumā gaisa temperatūras gan vasaras, gan ziemas mēnešos ir nedaudz zemākas. Ilggadīgie gaisa temperatūras novērojumi liecina par klimata pasiltināšanos, un vidēji Latvijā 80 gadu laikā gaisa temperatūra pieaugusi par  $0,5 - 1,0^{\circ}\text{C}$  (Lizuma, 2000). Rūjienas novērojumu postenī pēdējās desmitgades laikā

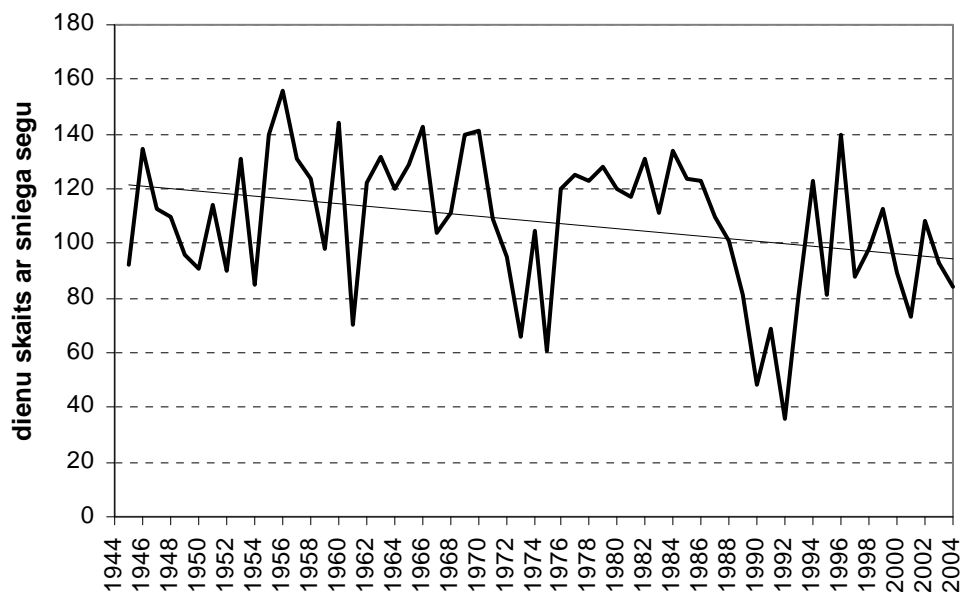


gada vidējās temperatūras ir pieaugušas par 0,8 °C, salīdzinot ar klimatisko normu (1961.-1990. g.). Analizējot ilggadīgās mēneša vidējās temperatūras izmaiņas laika posmā no 1925. – 2000. gadam, lielākais temperatūru pieaugums konstatēts ziemas un pavasara sezonās. Aktīvo temperatūru summa Sedas līdzenumā ir 1800 – 1850 °C. Bezsaļa perioda ilgums ir 130 dienu (Zelčs, 1998).



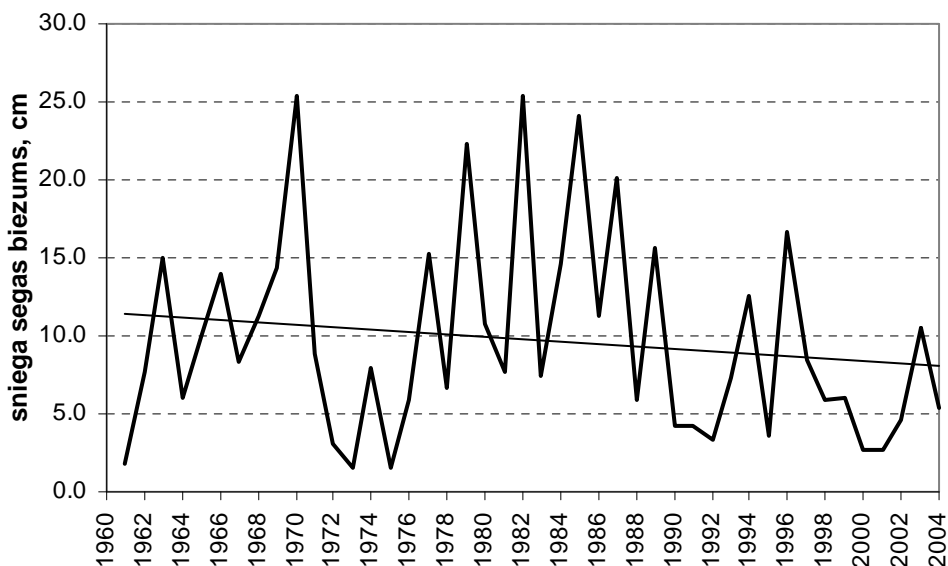
9. attēls. Temperatūras sezonālais sadalījums Rūjienas meteoroloģisko novērojumu postenī (1950.-2003. g.).

Pastāvīga sniega sega Sedas līdzenumā izveidojas decembra 2. dekādē, bet nokūst marta beigās, aprīļa sākumā (Zelčs, 1998). Vidējais dienu skaits gadā ar sniega segu laika periodā no 1945.-2004. gadam ir 108 dienas. 1956. gadā pastāvīga sniega sega noturējās 156 dienas, savukārt 1992. gadā sniega sega noturējās tikai 36 dienas (10. att.). Izmantojot Manna-Kendala testu ilgtermiņa mainības analīzei, konstatēts, ka dienu skaits ar sniega segu Rūjienas meteoroloģisko novērojumu postenī samazinās ( $p = 0,008$ ).



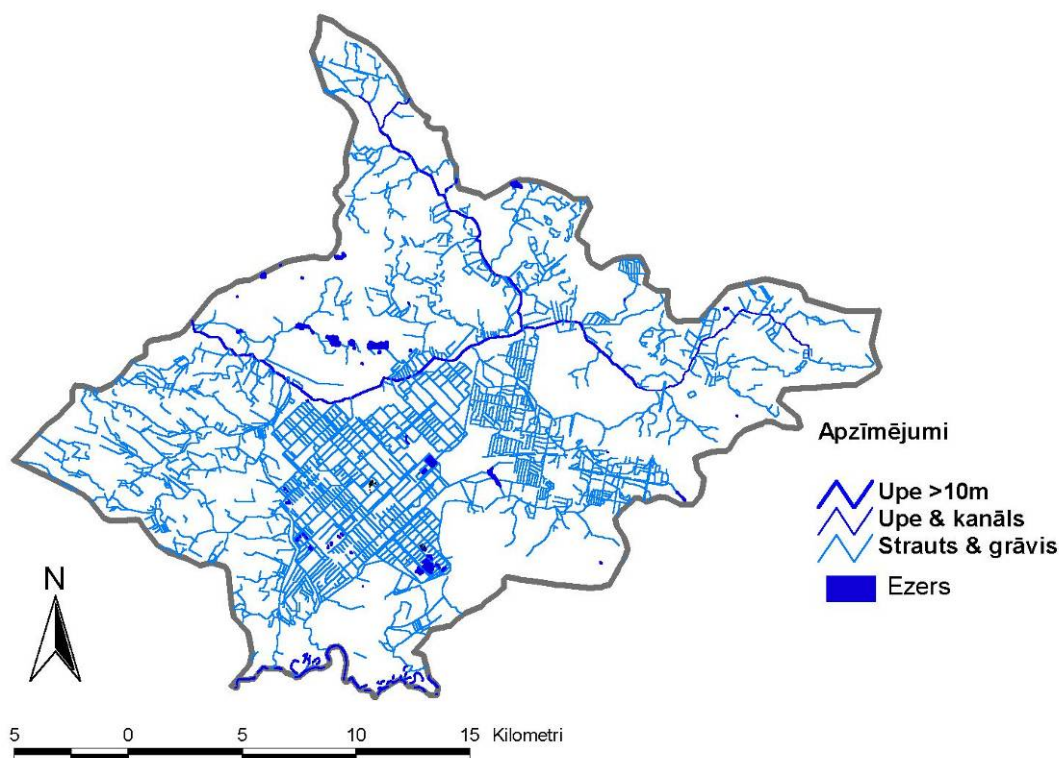
10. attēls. Dienu skaits ar sniega segu Rūjienas meteoroloģisko novērojumu postenī (1945.-2004. g.).

Sniega segas vidējais biezums Rūjienas novērojumu postenī laika periodā no 1961. -2004. gadam ir 9,7 cm. Maksimālais sniega segas biezums novērots 1982. gadā, kad tas sasniedza 56 cm. Pēdējo gadu laikā sniega segas biezumam ir tendence sarukt (11. att.).



11. attēls. Vidējais sniega segas biezums Rūjienas meteoroloģisko novērojumu postenī (1961.-2004. g.).

Cauri Sedas purva ziemeļu daļai tek Sedas upe un tās pieteka Sūnupe, purva dienvidu daļu šķērso Stakļupīte, bet gar dienvidrietumu malu tek Strenčupīte. Sedas purva dienvidu daļā ir daudzi nelieli dīķi, kuri radušies izrokot novadgrāvjus un purvu nosusinot. Tieši novadgrāvji un kūdras karjera izstrādes tehnikas veidotie smilšu uzbērumi, nosaka sarežģīto Sedas tīreļa hidroloģisko režīmu un izskatu (12. att.).

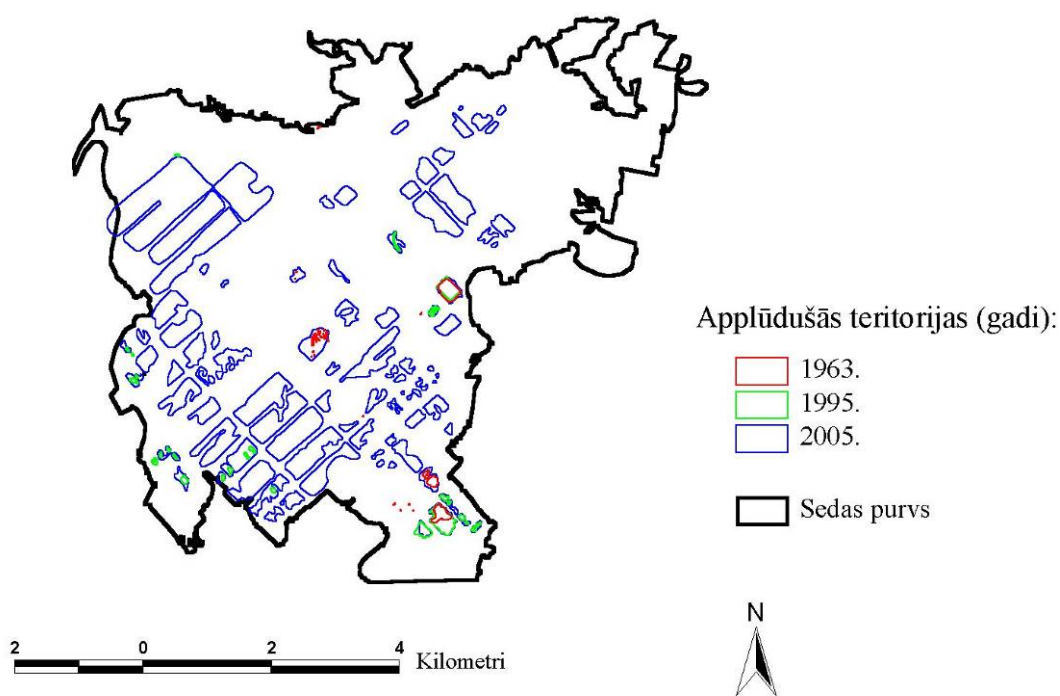


12. attēls. Hidroloģiskais tīkls Sedas purva apkārtnē.

Kā reljefa zemākajai daļai pie pozitīvas mitruma bilances, izstrādāto kūdras karjeru teritorijām ir tieksme applūst. Applūšanu pastiprina tas, ka kūdras ieguve vairs nenotiek un netiek veikta novadgrāvju tīrīšana, kuros tagad iemājojuši bebri, kuri ar dambju palīdzību nosprosto novadgrāvjus, un tiek strauji appludināta kūdras karjera teritorija. Pateicoties tam, ka kūdras slāņa biezums bija tikai apmēram 3 m, veidojas ļoti sekli ezeri, kuri strauji aizaug. Vienlaidu ūdens klajuma veidošanos izslēdz smilšu uzbērumi, kuru malas apaugušas ar kārkliem, un veidojas savdabīga dīķu sistēma (13., 14. att.).

Pašreizējais ūdens līmenis apmierina tikai bebrus. Lai veidotu izmantojamu ezeriņu sistēmu, nepieciešams paaugstināt to līmeni, lai nenotiek tik intensīva

aizaugšana ar ūdens makrofītiem. Ezeriņu pārvēršanās par purvu ezeriem varētu notikt krietni straujāk kā citas ezerdobes ezeros, jo sakarā ar kūdras ieguves noteikumiem ir atstāts aptuveni 0,3 m biezs kūdras slānītis, kas tagad sedz ezera dibenu. Ezeriem un tajās mītošajām zivīm būtu labāk, ja kūdra būtu izstrādāta līdz kvartāra nogulumiem, kas varētu sekmēt pazemes ūdeņu barošanās nozīmi, nodrošinātu augstāku ūdeņu mineralizāciju, kas savukārt nozīmīga augstas bioloģiskās daudzveidības nodrošināšanai, ezeros, kuri veidojas. Tas ir ļoti nozīmīgi, jo ūdens no Sedas tīreļa pa Sedu aizplūst uz Burtnieku ezeru un pa Strenčupīti uz Gauju.

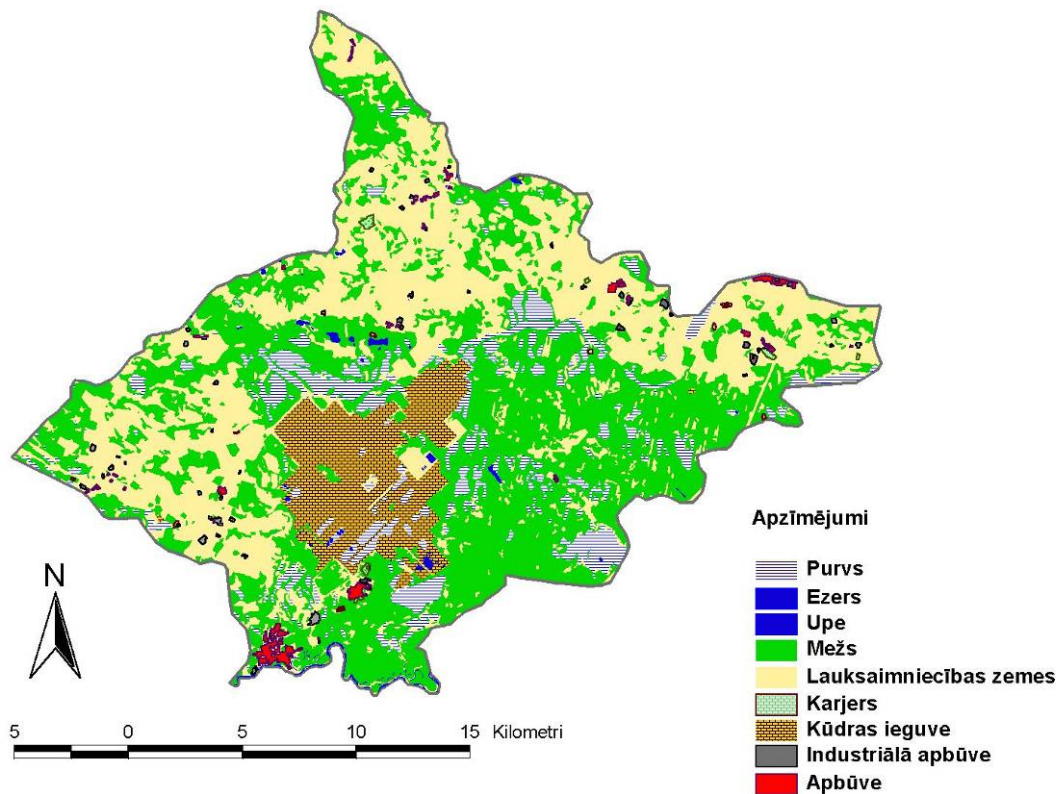


13. attēls. Applūdušo teritoriju izmaiņas Sedas purvā.



14. attēls. Seda purva satelītuzņēmums.

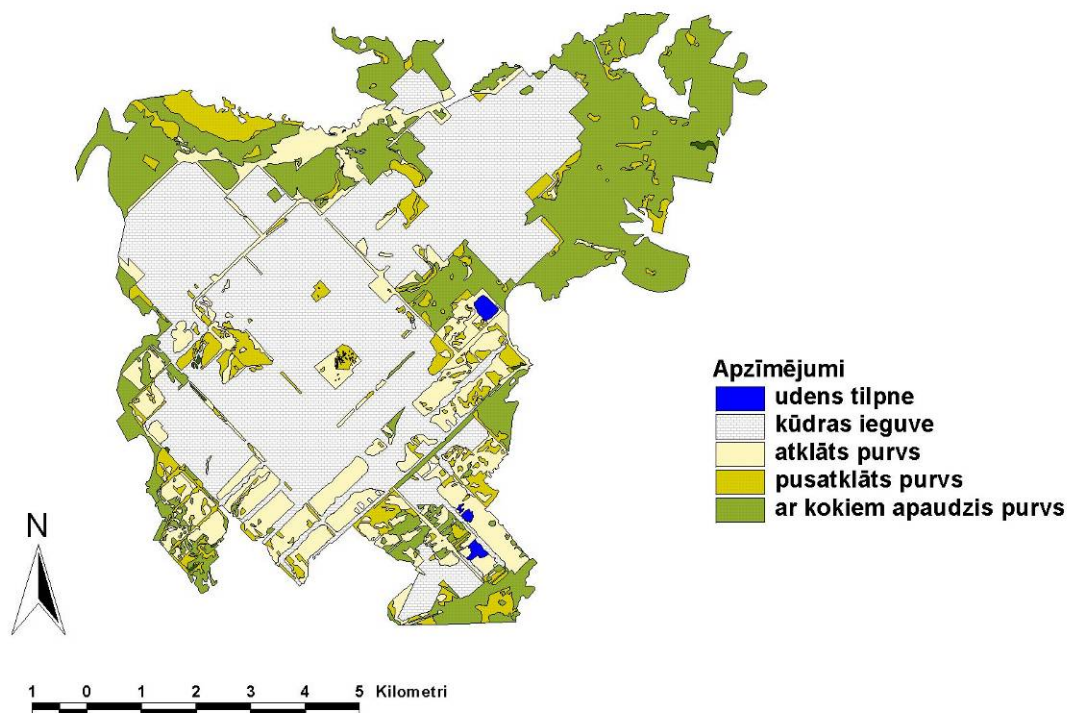
Seda tīreļa sateces baseina lielāko daļu aizņem meži (aptuveni 50 – 60 %). Lauksaimniecības zemes kopplatība sastāda aptuveni 35 % no sateces baseina teritorijas. Purvu aizņemtā teritorija ir aptuveni 20 %, no kuriem 15 % sastāda kūdras ieguves karjers. Industriālā apbūve ir maznozīmīga (15., 16. att.). Mežu atjaunošanos traucē applūstošās teritorijas, bet vietās, kur apstākļi ir piemēroti, tie sāk veidoties.



15. attēls. Zemes lietojuma veidu sadalījums Sedas purva baseinā (pēc *Corine Land Cover 2000 Latvija*)

1. tabula. Zemes lietojuma veidu sadalījums Sedas purva sateces baseinā (pēc *Corine Land Cover 2000 Latvija*)

<i>Zemes lietojuma veidi</i>	<i>tūkst.km<sup>2</sup></i>	<i>%</i>
Purvi	37818.5	8.022
Ezeri	1719.2	0.365
Upes	251.3	0.053
Meži	205115.1	43.511
Lauksaimniecības zemes	177009.5	37.549
Dārzi	460.0	0.098
Karjeri	302.7	0.064
Kūdras ieguve	42212.4	8.955
Apbūve	4962.0	1.053
<i>Kopā</i>	<i>471408.0</i>	<i>100.000</i>



16. attēls. Zemes lietojuma veidu sadalījums Sedas purva teritorijā (neņemot vērā jau applūdušās teritorijas) (pēc *Corine Land Cover 2000 Latvija*)

Kopš 1954. gada Sedas purvā iegūst pakaišu frēzkūdru, ko izmanto arī kā kurināmo. Akciju sabiedrības “Seda” apsaimniekoto purvu platība ir 1,6 tūkst. ha, ar kopējiem kūdras krājumiem 6,5 milj. tonnas. Uzņēmumā ražo sūnu frēzkūdru ar mazu un augstu sadalīšanās pakāpi, kurināmo frēzkūdru, griezto sūnu kūdru, ar kopējo ražošanas apjomu vairāk kā 500 tūkst. m<sup>3</sup>. ([www.seda.lv](http://www.seda.lv)).

Pēc kūdras ieguves antropogēnā ietekme izstrādātajās purva daļās ir bijusi ļoti niecīga, un notiekot dabiskajiem atjaunošanās procesiem, te ir izveidojies jauns, unikāls biotopu komplekss. Kopš 1999. gada Sedas purvā ir izveidots dabas liegums „Sedas purvs” un tas ietilpst Ziemeļvidzemes biosfēras rezervāta ainavu aizsardzības zonā, kā arī iekļauts *Natura 2000* aizsargājamo teritoriju sarakstos. Sedas purva teritorija atbilst Ramsāres konvencijas kritērijiem kā ūdensputniem nozīmīgs mitrājs. No dabas aizsardzības viedokļa Sedas purva teritorija uzskatāma kā izcila putnu aizsardzības teritorija. Agrākajās kūdras ieguves vietās, kur ir stāvošs ūdens, ieviesušās niedres un vilkvālītes, izveidojies izcils biotops ūdensputnu ligzdošanai. Teritorijā konstatēti izcili boreālie meži ar vecām priedēm uz iekšzemes kāpām. Daudz retu bezmugurkaulnieku sugu ([www.dap.gov.lv](http://www.dap.gov.lv)).

**Medema purvs** atrodas Piejūras zemienes Tīreļu līdzenumā, Rīgas rajona Mārupes, Olaines un Ķekavas pagastos. Purvs veidojies holocēnā, kad pēc Baltijas ledus ezera regresijas šajā teritorijā radies plašs reljefa pazeminājums, kura virsmas absolūtā augstuma atzīmes svārstījās no 6,8 līdz 7,2 m, bet ieplakas malās pacēlās līdz 9,0 – 9,5 m. Nevienmērīgās akumulācijas ieplaku un tās krastus pārsvarā veido smalkas un putekļainas smiltis, bet atsevišķās vietās arī mālaina smiltis. Šie nogulumi, kuru biezums pārsniedz 15 m, brīvi ļāva iefiltrēties atmosfēras nokrišņiem, gruntsūdens iegūla salīdzinoši dziļi, un tādēļ neveidojās pārmitri apstākļi, kas veicinātu kūdras uzkrāšanos un purva veidošanos. Kūdras uzkrāšanās plašajā reljefa pazeminājumā saistīta ar grunts pārpurvošanos, ko izraisīja gruntsūdens līmeņa pacelšanās (Nusbaums un Rieksts, 1997). Kūdras krājumi tikuši izpētīti un novērtēti 1971. g., un to kopējie krājumi veidoja 10 533 tūkst. tonnu (pie 40 % mitruma). 2006. gada 1. janvārī kūdras krājumi 2340 tūkst. tonnu (Derīgo izrakteņu..., 2006). Klimats Tīreļu līdzenumā ir mēreni silts un mitrs. Gada vidējā temperatūra ir +8 °C, janvāra vidējā temperatūra ir -4 °C, bet jūlija +17 °C. Bez sala periods ilgst 150 – 160 dienas, gadā izkrīt 700 – 800 mm nokrišņu. Vasaras siltas, tām raksturīgas biežas miglas. Ziemas ar biežiem atkušņiem, sniega sega plāna, nepastāvīga.

**Zaļais purvs** atrodas Piejūras zemienes Tīreļu līdzenumā, Tukuma rajona Smārdes pagastā. Zaļais purvs iekļauts Ķemeru Nacionālā parka teritorijā. Šajā teritorijā kvartāra nogulumu ir ļoti nevienmērīga biezuma un dažāda sastāva. Kvartāra nogulumus veido ledāja un tā kušanas ūdeņu veidoti nogulumu, Baltijas jūras dažādu attīstības stadiju nogulumu un mūsdienu purvu nogulumu. Lielākajā Ķemeru nacionālā parka teritorijā zem kvartāra nogulumu iegūļ Salaspils svītas ieži, kuros ir ģipša starpslāņi, bet Pļaviņu svītas dolomīti zemkvartāra virsmā atsedzas nacionālā parka austrumos un ziemeļos, kā arī lokālo struktūru velves daļās. Gaisa temperatūra janvārī ir ap -5 °C, jūlijā ap +17 °C. Bez sala periods ir apmēram 150 -160 dienas. Veģetācijas perioda ilgums ir 180 - 190 dienas. Gadā izkrīt aptuveni 550 mm nokrišņu ([www.kemeru.gov.lv](http://www.kemeru.gov.lv)).

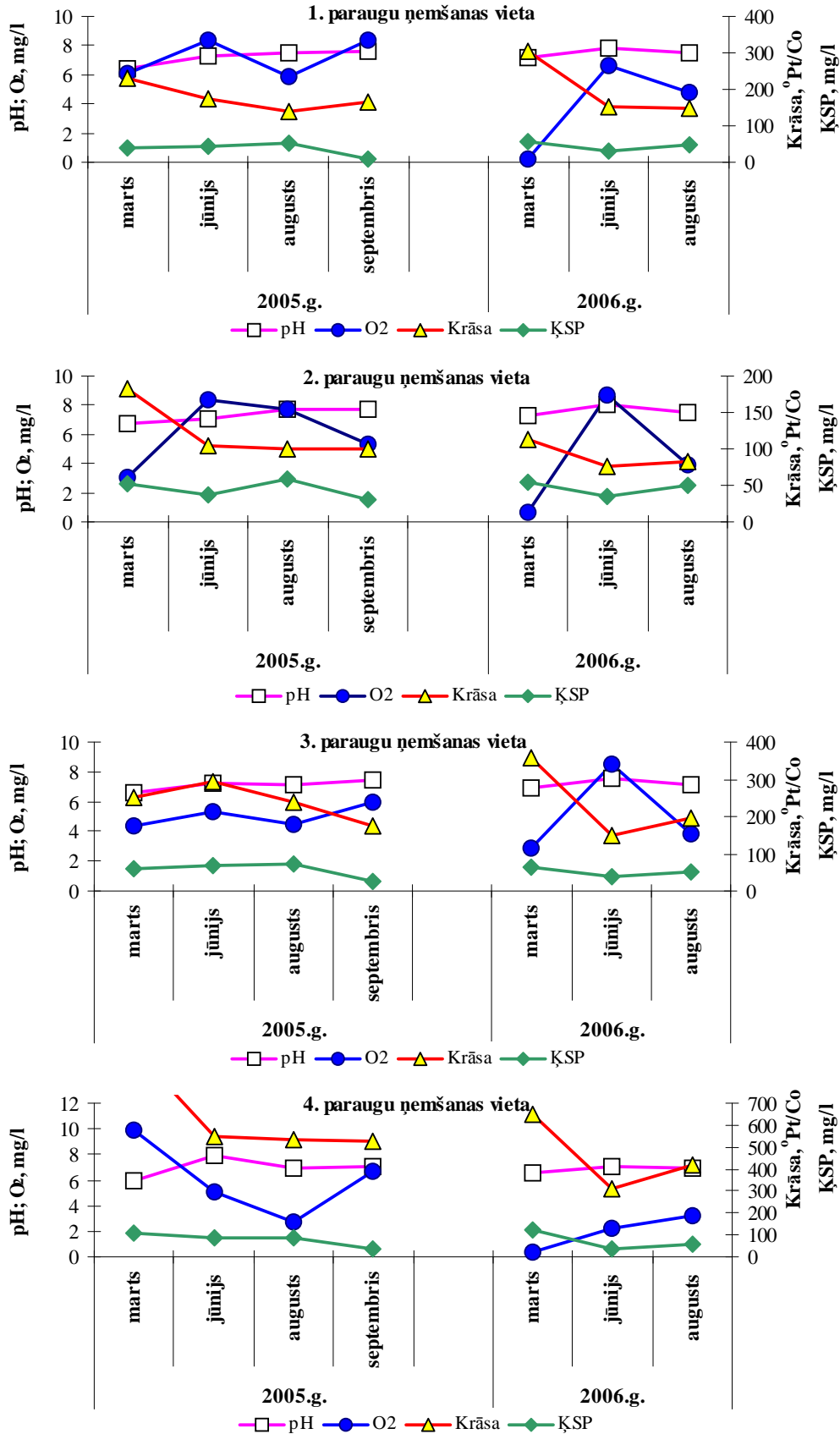


### 3. Apsekoto purvu ūdenstilpju ķīmiskā sastāva raksturojums

#### 3.1. Ūdeņu ķīmiskā sastāva raksturojums

Ūdeņu ķīmiskā sastāva analīžu rezultāti rāda, ka apsekotajiem Sedas purva ūdens objektiem nav viendabīgs izšķīdušo neorganisko jonu un organisko vielu saturs. Līdz ar to iegūtie rezultāti ļauj izvērtēt gan Sedas purvu karjeru pārplūšanas rezultātā izveidojušos ūdenstilpju līdzību purvu ezeriem vai reģionāli reprezentatīvām ūdenstilpēm, gan arī to ūdeņu kvalitātes attīstības raksturu.

Organisko vielu saturu virszemes ūdeņos var novērtēt pēc bioķīmiskā skābekļa patēriņa (BSP<sub>5</sub>), ķīmiskā skābekļa patēriņa (ĶSP) un ūdens krāsainības vērtībām. Latvijas virszemes ūdeņiem raksturīgs augsts organisko vielu saturs. Upēm ar zemu antropogēno ietekmi BSP<sub>5</sub> vērtības parasti ir mazākas par 2 mg O<sub>2</sub>/l un ĶSP vērtības nepārsniedz 20 mg O<sub>2</sub>/l. Augsti organisko vielu satura rādītāji ir cilvēka saimnieciskās darbības ietekmētiem ūdeņiem, kā arī purvu ezeriem un upēm ar lielu purvu platību īpatsvaru sateces baseinā. No pētītajiem ūdeņiem visaugstākais ĶSP saturs konstatēts paraugu ņemšanas vietā Nr.4 (Sedas ezers), kur ĶSP vērtība sasniedz pat 126 mg O<sub>2</sub>/l. Ūdeņu krāsainības vērtības raksturo dabiskas izcelsmes organisko vielu (humusvielu) saturu ūdeņos. Augstākais humusvielu saturs (66 mg/l) ir konstatēts paraugu ņemšanas vietā Nr.4 (Sedas ezerā), kas ir 2 – 3 reizes vairāk nekā citos apsekotajos objektos. Tāpat Sedas ezerā konstatētas arī visaugstākās ūdens krāsainības vērtības (vidēji 358 <sup>0</sup>Pt/Co), kas aptuveni 3 reizes pārsniedz pārējo ūdeņu krāsainības vērtības. Maksimālā ūdens krāsainība (virs 900 <sup>0</sup>Pt/Co) Sedas ezerā konstatēta zemledus apstākļos, līdzīgi arī citās pētītajās ūdenstilpēs augstākā organisko vielu saturu raksturojošo parametru koncentrācija ir zemledus apstākļos. Pārējos objektos ūdens krāsainības vērtības svārstās robežās no 80 līdz 350 <sup>0</sup>Pt/Co (17. att.). Iespējams, ka Sedas ezerā izšķīdušās organiskās vielas sastāv galvenokārt no grūti noārdāmiem un dzīvajiem organismiem grūti izmantojamiem lielmolekulāriem savienojumiem – humusvielām. Šo pieņēmumu apstiprina ūdeņu un grunts mikrobioloģiskais sastāvs, kā arī hidrobioloģisko analīžu rezultāti. No visiem apsekotajiem objektiem pēc izšķīdušo organisko vielu satura Sedas ezers (paraugu ņemšanas vieta Nr.4) ir vislīdzīgākais tipiskiem purvu ezeriem ar visai niecīgu bioloģisko daudzveidību un ūdeņu izmantošanas iespējām. Tomēr gan ūdeņu krāsainības, gan arī ķīmiskā skābekļa patēriņa vērtības apsekotajos ūdensobjektos apliecina, ka tie nav uzskatāmi par tipiskiem purvu ūdeņiem.



17. attēls. Organisko vielu satura, pH un izšķīdušā skābekļa satura mainība Sedas purva ūdenstilpēs 2005. un 2006. gadā.

pH vērtības Latvijas iekšzemes ūdeņos svārstās robežās no aptuveni 3,5 līdz 9. Zemākās pH vērtības raksturīgas purvu ezeriem, kur piekrastes joslā dominē *Sphagnum* sūnas. Purvu ezeriem raksturīgas arī augstas izšķīdušo organisko vielu koncentrācijas, no kurām lielāko daļu (65 – 80 %) veido humusvielas. Izšķīdušo organisko vielu sastāvā ietilpst arī zemmolekulāras organiskās skābes, kas lielā mērā nosaka purvu ūdeņu zemās pH vērtības. Augstākās pH vērtības konstatētas eitrofos ezeros vasarā, kad notiek pirmprodukcijas intensīva veidošanās, kas spēj būtiski ietekmēt ūdeņu sastāvu un kuras rezultātā notiek hidroksiljonu veidošanās. Pēc ūdens pH reakcijas visi apsekotie Sedas purva teritorijā esošie ūdeņi, ieskaitot arī Sedas ezeru, nav uzskatāmi par tipiskiem purvu ūdeņiem, jo tajos pH vērtības ir lielākas par pH 6. Visās šajās ūdenstilpēs pH vērtības, uzsākoties veģetācijas sezonai, palielinās, kas norāda uz visai intensīvo pirmprodukcijas veidošanos. No otras puses, konstatētās pH vērtības korelē ar purvu ūdeņiem neparasti augstām hidroģēnkarbonātajonu, kā arī sārnu metālu un sārmezemju metālu joniem un šo jonu avots var būt tikai karbonātisko iežu dēdēšanas procesi, bet to nokļūšana virszemes ūdeņos ir saistīta vai nu ar ūdenstilpju pazemes barošanu vai arī ar virszemes pieplūdi. Šādas jonu un vides pH reakcijas vērtības norāda uz iespēju, ka, pareizi izveidojot un apsaimniekojot minētos ezerus, tos veidot par ekoloģiski noturīgām ūdenstilpēm ar visai garu pastāvēšanas mūžu un augstu izmantošanas potenciālu.

Medema purvā izveidotajā dīķī (paraugu ņemšanas vieta Nr.6), kura gultni un krastus veido kūdra, konstatēts visaugstākais organisko vielu saturs, par ko liecina augstā ūdens krāsainības vērtība (880 <sup>0</sup>Pt/Co). Tā kā šis dīķis ir izveidots nesen (krasti nestabili, nav attīstījusies veģetācija), tad var uzskatīt, ka notiek intensīva kūdras sastāvā esošo organisko vielu šķīšana. pH vērtība ir 4,51 (2. tab.), kas norāda uz augstu izšķīdušo organisko skābju saturu.

Zaļajā purvā esošā karjera (paraugu ņemšanas vieta Nr.5) ūdeņi pēc izšķīdušo organisko vielu satura (ūdens krāsainība 77 <sup>0</sup>Pt/Co) un pH vērtībām neatbilst purva ezeru ūdeņiem. pH vērtība 7,95 atbilst vāji sārmainai ūdens reakcijai (2. tab.).

Izšķīdušais skābeklis nodrošina bioloģisko procesu norisi jebkurā ūdenstilpē. Tā saturam pazeminoties, mainās hidroekosistēmu biocenotiskā struktūra un tiek ietekmēti daudzi dzīvie organismi, piemēram, var sākt slāpt zivis. Galvenie skābekļa avoti ir atmosfēras skābekļa izšķīšana un fotosintēzes process. Lai normāli noritētu dzīvības procesi, ūdenī izšķīdušā skābekļa koncentrācija nedrīkst būt zemāka par 5 mg/l. Apsekotajās Sedas purva ūdenstilpēs skābekļa apstākļi ir mainīgi un zemledus

apstākļos vērojams skābekļa deficīts, tā vērtībām ziemas sezonā samazinoties pat līdz 0,18 mg/l (paraugu ņemšanas vieta Nr.1). Zemais ūdenslīmenis un augstais izšķīdušo organisko vielu saturs ir par iemeslu skābekļa deficītam gan zemledus apstākļos, gan arī veģetācijas sezonā (4. paraugu ņemšanas vieta, augusts) (17. att.). Skābekļa satura zemās vērtības ietekmē arī ūdenstilpju dobes sastāvs, jo to pamatā veido visai irdena neizņemtās kūdras masa, kas, organiskajai vielai sadaloties, intensīvi patērē skābekli un veģetācijas sezonā kalpo par noturīgu organisko vielu veidošanās (izšķīšanas) avotu, līdz ar to nelabvēlīgi ietekmējot ūdeņu kvalitāti.

Skābekļa satura un organisko vielu koncentrācijas līdzsvars ir būtisks, ņemot vērā iespējamo applūstošo karjeru ūdeņu ietekmi uz saistītām ūdenstilpēm, piemēram, Burtnieku ezeru un Gauju. Ja pašlaik Sedas purvu karjeru pārplūšanas rezultātā notiek ūdenstilpju veidošanās un ūdens masas akumulācija, tad pēc to izveidošanās uzsāksies notece uz saistītiem ūdeņiem, kas var ievērojami pasliktināt to kvalitāti.

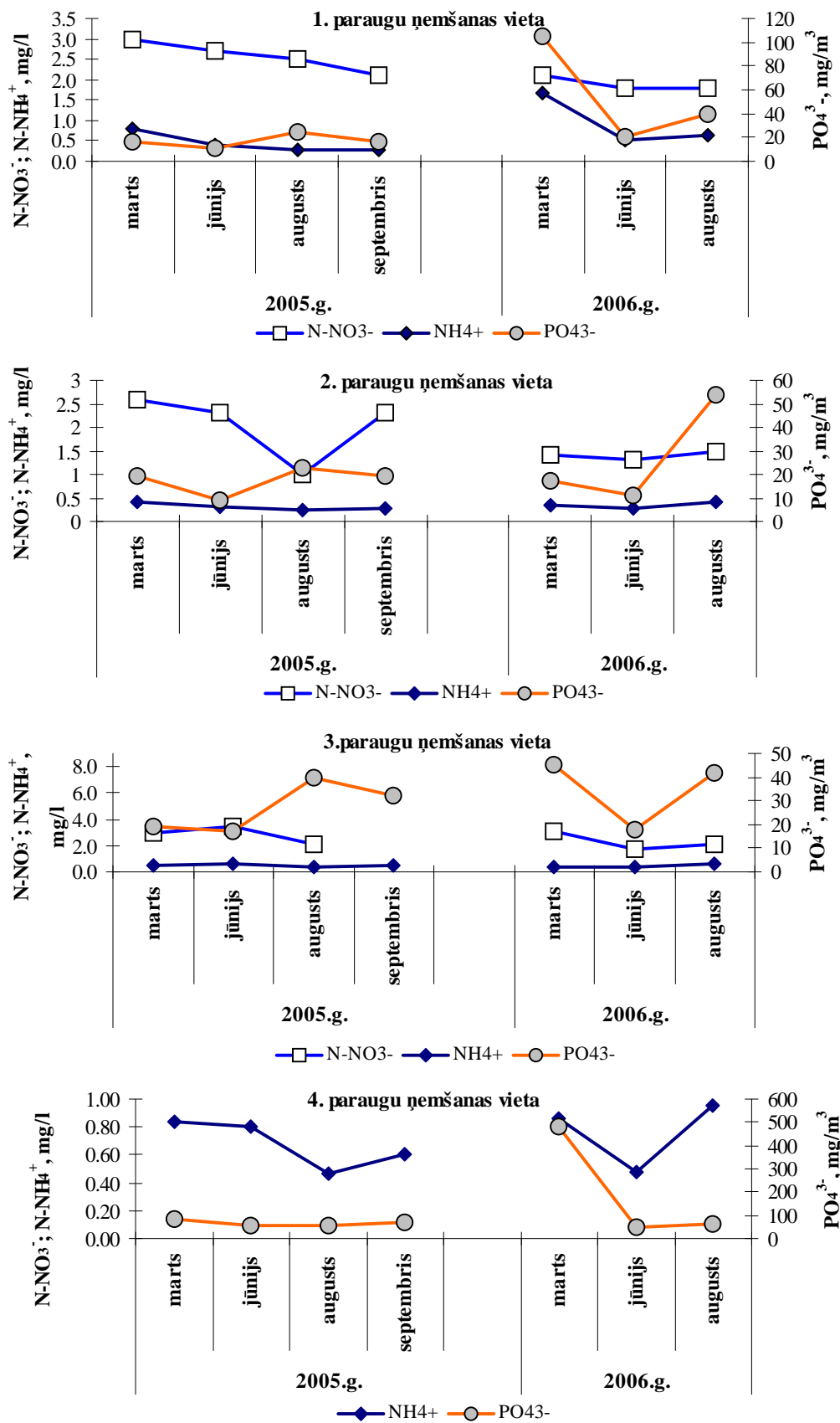
Slāpekļa un fosfora saturs virszemes ūdeņos ir īpaši nozīmīgs, ņemot vērā šo elementu lomu bioloģisko procesu norisē. Paaugstināta biogēno elementu koncentrācija sekmē ūdenstilpju eutrofikācijas procesus. Slāpekļa un fosfora savienojumu pieplūdi ar virszemes noteci ietekmē šo elementu saturs sateces baseina augsnēs, augšņu īpašības, teritorijas ģeoloģiskā uzbūve, reljefs, ūdens notece, zemes lietojuma veids un zemes apaugums, antropogēnā slodze un citi faktori. Zemes lietojuma rakstura izpēte rāda (15., 16. att.), ka Sedas purva baseinā ir liels mežu platību īpatsvars, tomēr arī lauksaimniecības zemes aizņem visai ievērojamas teritorijas. Līdz ar to, attīstoties lauksaimnieciskajai ražošanai, sagaidāms biogēno elementu pieplūdes pieaugums. Biogēno elementu (slāpekļa un fosfora savienojumi, kopējais silīcijs un dzelzs) koncentrācijai Sedas purva teritorijā esošajās ūdenstilpēs ir izteikta sezonālā mainība, kāda raksturīga tipiskiem virszemes ūdeņiem – augstākā slāpekļa un fosfora savienojumu koncentrācija konstatēta ziemas un rudens sezonās, bet zemākā koncentrācija novērota vasarā (jūnijā), kad biogēnie elementi ir asimilēti aļģēs un augstākajos ūdensaugos. Tomēr biogēno elementu koncentrācijas un to sezonālās mainības amplitūda pētītajiem ūdeņiem atšķiras (18., 19. att.). Augstākais slāpekļa un fosfora savienojumu saturs un zemākās šo elementu sezonālās svārstības konstatētas paraugu ņemšanas vietā Nr.4 (Sedas ezers). Šādi apstākļi raksturīgi distrofām ūdenstilpēm ar paaugstinātu humusvielu saturu, bet, no otras puses, tas norāda uz antropogēnu piesārņojumu. Sedas ezera ekosistēmā ir vairāk biogēno elementu nekā hidrobionti spēj patērēt un līdz ar to var pieņemt, ka Sedas ezers

pieskaitāms diseitrofu ūdeņu klasei. Biogēno elementu saturs un to sezonālās izmaiņas pārējos pētītajos ūdensobjektos ir līdzīgas kā eitrofās vai diseitrofās ūdenstilpēs.

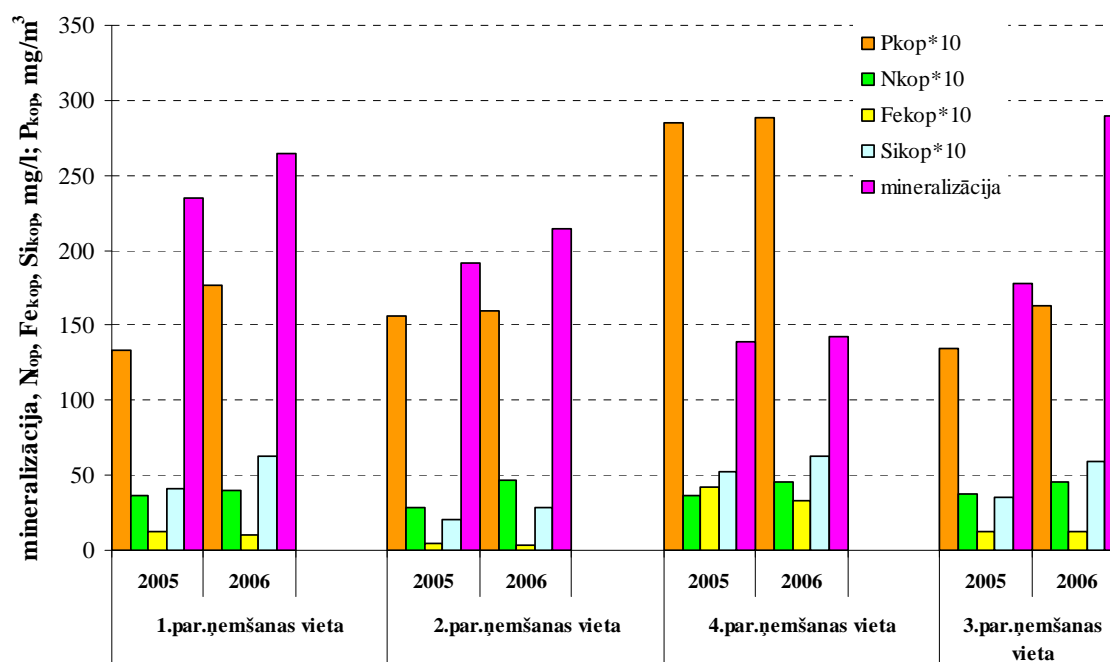
Ūdenī esošās kopējās dzelzs saturs ir atkarīgs no oksidēšanās-reducēšanās apstākļiem, savukārt silīcija koncentrācijas izmaiņas visās ūdenstilpēs nosaka dažādu fitoplanktona sugu attīstības dinamika. Visos gadījumos augstākās dzelzs jonu koncentrācijas konstatētas ziemas periodā, zemledus apstākļos, kas pierāda pazemes ūdeņu pieplūdes lomu ezeru ūdens bilancē.

Zaļajā purvā un Medema purvā esošajās ūdenstilpēs konstatēta zema slāpekļa un fosfora savienojumu koncentrācija (2. tab.).

Kopumā visiem pētītajiem ūdensobjektiem raksturīgs zems antropogēnās slodzes (piesārņojuma) līmenis.



18. attēls. Biogēno elementu koncentrācija Sedas purva teritorijā esošajās ūdenstilpēs 2005. un 2006. gadā.



19. attēls. Kopējais izšķīdušo vielu saturs (mineralizācija), kopējā slāpekļa, fosfora, dzelzs un silīcija saturs Sedas purva teritorijā esošajās ūdenstilpēs 2005. un 2006. gadā.

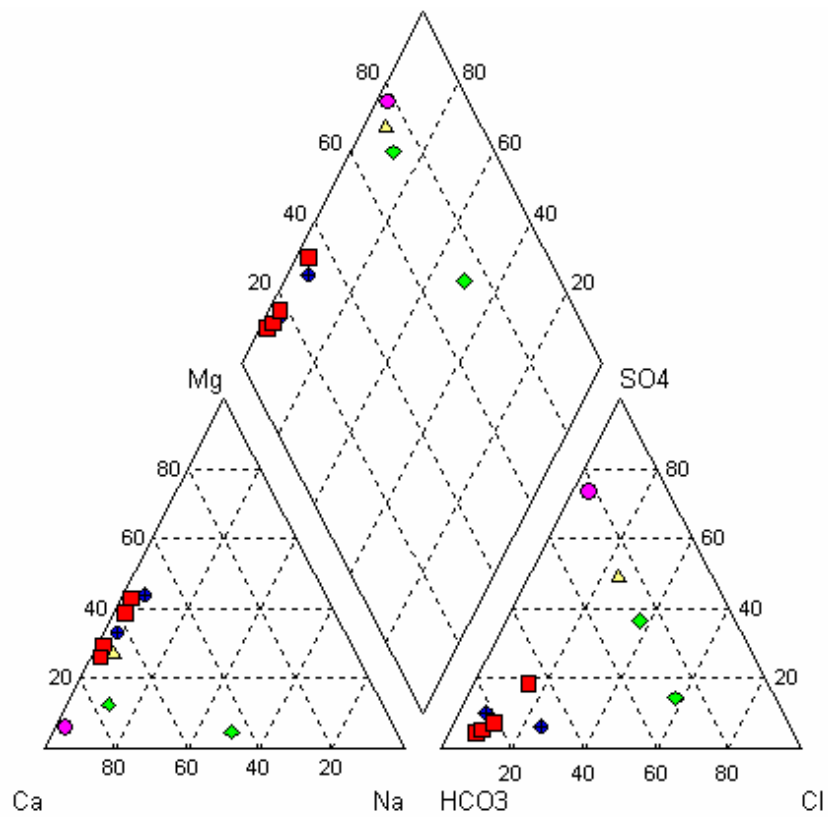
Galveno jonu saturu ūdens paraugā var analizēt, izmantojot grafiskās analīzes metodes. Visplašāk no ūdeņu ķīmiskā sastāva grafiskās analīzes metodēm tiek izmantota 1944. gadā izstrādātā Paipera diagramma (Piper, 1944). Šajā diagrammā grafiski tiek attēlotas galveno katjonu ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  un  $\text{Na}^+$ ) un anjonu ( $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$  un  $\text{SO}_4^{2-}$ ) saturs ūdeņos. Rombveida diagrammā analīžu rezultātus var attēlot ar aplīti, kur apļa lielums ir proporcionāls kopējo izšķīdušo vielu saturam. Ja ūdens parauga analīžu rezultāti projicējas rombeida diagrammas augšējā stūrī, tad ūdenim raksturīga nekarbonātu cietība, t.i., augsts kalcijs, magnijs, hlorīdu un sulfātjonu saturs. Ūdeņiem, kas attēloti rombeida diagrammas kreisajā stūrī raksturīga bikarbonātu cietība, jo tajos ir augstas kalcijs, magnijs un hidrogēnkarbonātjonu koncentrācijas, ko nosaka galvenokārt dolomītu un kalcītu saturošu iežu dēdēšana procesi. Diagrammas labajā stūrī projicējas sāļie ūdeņi ar augstu nātrija, kālija, hlorīdu un sulfātjonu saturu. Savukārt diagrammas apakšējā stūrī tiek attēloti ūdeņi ar augstu nātrija, kālija, hidrogēnkarbonātu un karbonātu saturu.

Apsekoto Sedas purva teritorijā esošo ūdeņu ķīmisko analīžu rezultāti Paipera diagrammā projicējas diagrammas kreisajā stūrī (20. att.), kas rāda, ka Sedas purva ūdeņiem līdzīgi kā tipiskiem Latvijas ezeru ūdeņiem (piemēram, Burtniekam un Dridzim) raksturīgs relatīvi augsts kalcija, magnija un hidrogēnkarbonāciju saturs (21., 22. att.). Visi apsektie Sedas purva ūdeņi pieder Ca-Mg-HCO<sub>3</sub> ūdeņu grupai, kurā ietilpst arī lielākā daļa Latvijas virszemes ūdeņu. Kopējais izšķīdušo vielu saturs (mg/l), galveno jonu koncentrācijas un to proporcijas Sedas purva ūdeņos, īpaši, applūdušo kūdras karjeru teritorijās un Stakļupītē, atšķiras no tām, kas raksturīgas purvu ezeru ūdeņiem. No apsekotajiem ūdens objektiem Sedas ezers (paraugu ņemšanas vieta Nr.4) visvairāk līdzinās purvu ūdeņiem, kuriem ir zems izšķīdušo vielu saturs un paaugstināts sulfātu jonu īpatsvars.

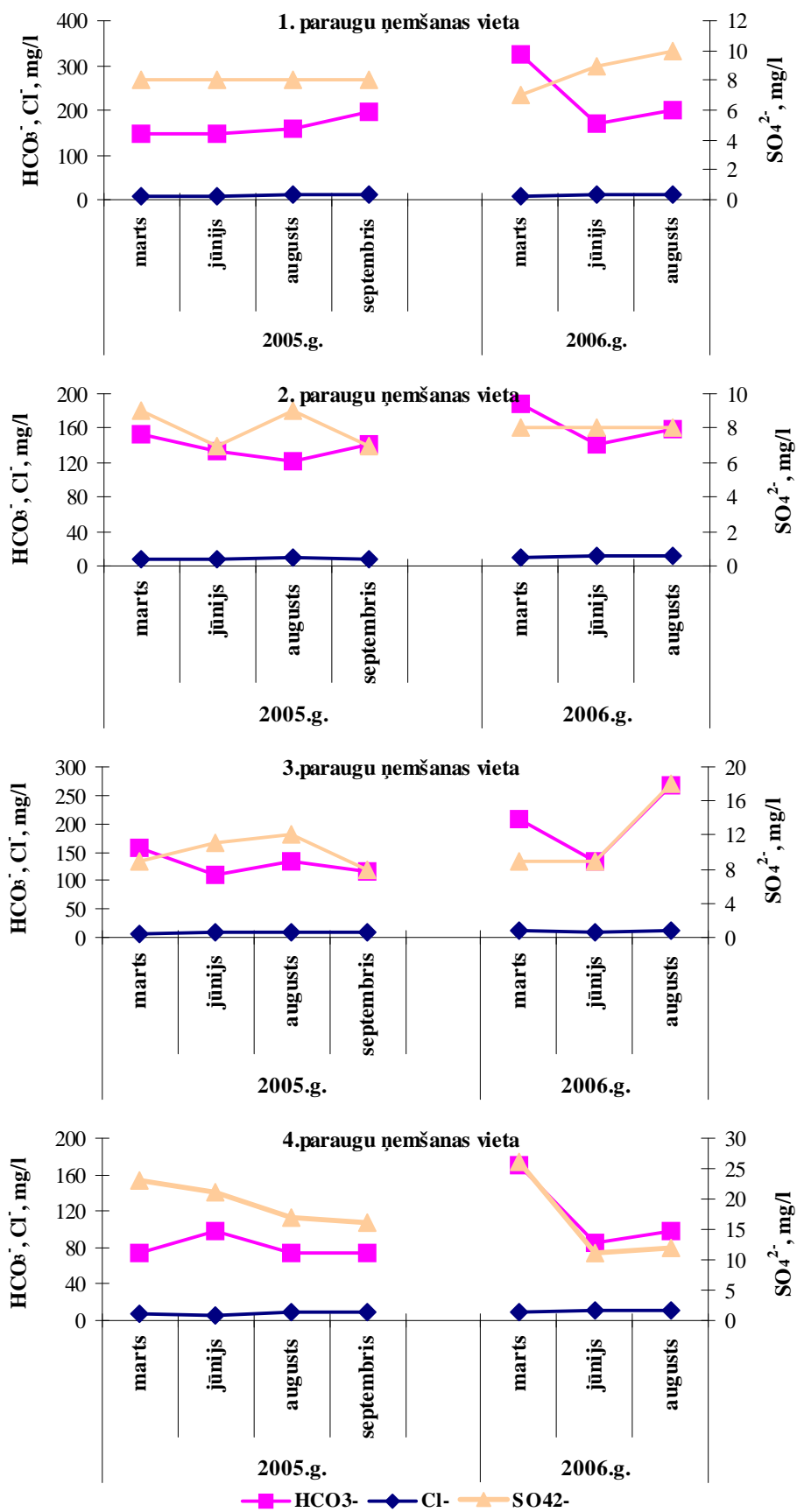
Medema purvā esošā dīķa ūdeņi pēc to ķīmiskā sastāva līdzīgi tipisku purvu ezeru ūdeņiem, kam raksturīgs zems kopējo izšķīdušo vielu saturs. Arī jonu koncentrāciju attiecību analīze rāda, ka galveno neorganisko jonu saturs Medema purva dīķī līdzīgs tipiskiem purvu ūdeņiem (20. att.). Dīķa ūdeņi pieder Ca-Mg-SO<sub>4</sub>-HCO<sub>3</sub>-Cl grupai.

Pilnīgi atšķirīgi no tipiskiem Latvijas ezeriem un arī purvu ezeriem pēc ūdeņu ķīmiskā sastāva ir applūdušā Zaļā purva karjera ūdeņi. Zaļā purva karjera ūdeņiem konstatēts augsts kopējais izšķīdušo vielu saturs un elektrovadītspēja (EVS = 1300 μS/cm). Šī ūdenstilpe pieder Ca-SO<sub>4</sub> ūdeņu grupai, kam raksturīga nekarbonātu cietība (20. att.). Īpatnējais ūdeņu ķīmiskais sastāvs ir veidojies, izsmelot kūdru līdz pamatiežiem, ko šajā teritorijā veido ģipsi saturošie devona Salaspils svītas ieži ([www.kemeri.gov.lv](http://www.kemeri.gov.lv)).

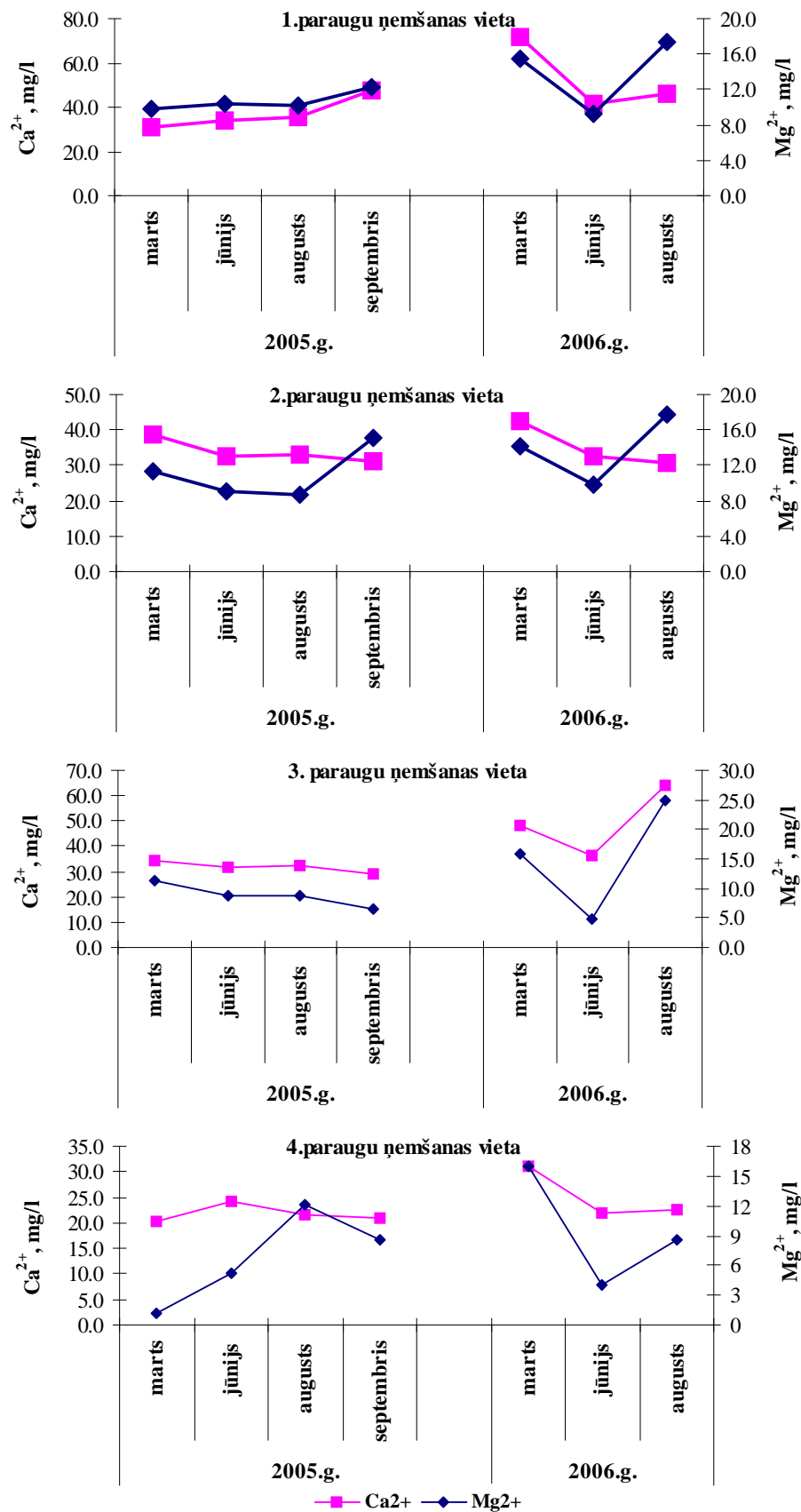




20. attēls. Sedas purva ūdeņu ķīmiskā sastāva attēlojums Paipera diagrammā. (sarkanā krāsā – Sedas purva ūdeņi; zilā – tipiski Latvijas ezeri (Burtnieks un Dridzis); zaļā – tipiski purvu ezeri (Siksalas un Lielezers); dzeltenā – Medema purvs; violetā – Zaļais purvs).



21. attēls. Galveno neorganisko anjonu koncentrācija Sedas purva teritorijā esošajās ūdenstilpēs 2005. un 2006. gadā.



22. attēls. Kalcija un magnija jonu saturs Sedas purva teritorijas ūdenstilpēs 2005. un 2006. gadā.

2. tabula. Ūdeņu ķīmiskais sastāvs Zaļā purva un Medema purva ūdenstilpēs 2006. gada 13. septembrī.

Parametri	Zaļais purvs (5. par. ņemš. vieta)	Medema purvs (6. par. ņemš. vieta)
$t, ^\circ C$	16,5	20
$pH$	7,95	4,51
$N-NO_3^-, mg/l$	1,7	
$N-NO_2^-, mg/l$	0,01	0,003
$NH_4^+, mg/l$	0,44	1,42
$PO_4^{3-}, mg/l$	0,012	0,014
Krāsainība, $^0Pt/Co$	77	880
$EVS, \mu S/cm$	1300	170
Kop.izšķīdušo vielu saturs, mg/l	650	80
Kopējā cietība, mg/kv/l	16,26	2,07
$HCO_3^-, mg/l$	152,5	30,5
$SO_4^{2-}, mg/l$	400	45
$Cl, mg/l$	17,06	17,06
$Ca^{2+}, mg/l$	304,72	29,7
$Mg^{2+}, mg/l$	12,85	7,21
$Na^+, mg/l$	10,2	3,1
$K^+, mg/l$	8,6	5,6
$Fe_{kop.}, mg/l$	0,09	0,15
$Si_{kop.}, mg/l$	8,91	5,17
$O_2, mg/l$	9	8,53
$O_2$ piesātinājums, %	91,8	92,9

### 3.2. Apsēkoto ūdenstilpju nogulumu ķīmiskā sastāva raksturojums

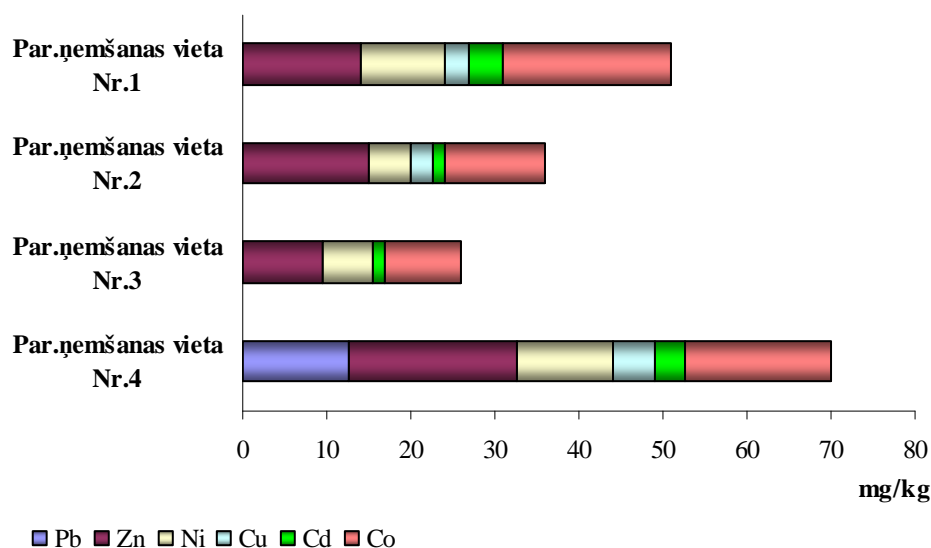
2005. gadā Sedas purva teritorijā esošo ūdenstilpju nogulumos tika noteiktas biogēno elementu koncentrācijas (3. tab.)

3. tabula. Slāpekļa savienojumu koncentrācija Sedas purva ūdenstilpju nogulumos.

Paraugu ņemšanas vieta	$NO_2^-$ mg/kg	$NO_3^-$ mg/kg	$NH_4^+$ mg/kg
Paraugu ņemšanas vieta Nr.1	0.031	3.6	2.27
Paraugu ņemšanas vieta Nr.2	0.025	4.2	1.45
Paraugu ņemšanas vieta Nr.3	0.024	4.1	0.83
Paraugu ņemšanas vieta Nr.4	0.017	3	2.55

Apsēkoto ūdenstilpju nogulumos analizēts šādu smago metālu saturs: Pb, Zn, Ni, Cu, Cd, Co, Fe un Mn. Saskaņā ar Zviedrijas Vides aģentūras izstrādāto klasifikāciju (Environmental quality criteria, 2000) svina, cinka un vara koncentrāciju pētīto purvu

ūdenstilpju nogulumos var raksturot kā ļoti zemu, niķeļa koncentrāciju – kā ļoti zemu līdz zemu, bet kadmija koncentrāciju – kā zemu līdz vidēju (4. tab.). Kopumā smago metālu saturs pētītajās Sedas purva ūdenstilpēs atbilst dabiskā fona līmenim gan purva ezeros, gan arī glaciālas izcelsmes ezeros. Augstākās smago metālu koncentrācijas konstatētas paraugu ņemšanas vietā Nr.4 (Sedas ezers), ko var skaidrot ar lielāku organisko vielu daudzumu šajā ūdenstilpē (23. att.). Organiskās vielas, piemēram, humusvielas, neitrālā ūdens vidē spēj saistīt smagos metālus, veidojot kompleksus savienojumus. Līdz ar to tiek aizkavēta smago metālu migrācija un asimilācija hidrobiontos, kā arī mazinās smago metālu toksiskums.



23. attēls. Smago metālu saturs Sedas purva ūdenstilpju nogulumos.

4. tabula. Smago metālu saturs Sedas purva teritorijas ūdenstilpju un Teiču rezervāta ezeru nogulumos.

<b>Paraugu ņemšanas vietas</b>	<b>Pb</b> mg/kg	<b>Zn</b> mg/kg	<b>Ni</b> mg/kg	<b>Cu</b> mg/kg	<b>Cd</b> mg/kg	<b>Co</b> mg/kg	<b>Fe</b> mg/kg	<b>Mn</b> mg/kg
<b>Sedas purva ūdenstilpes</b>								
Paraugu ņemšanas vieta Nr.1								
2005.g.	0	14,0	10,0	3,0	4,0	20,0	12550	41,5
2006.g.	17,5	32,0	15,0	6,5	2,0	21,5	14750	80,0
Paraugu ņemšanas vieta Nr.2								
2005.g.	0	15,0	5,0	2,5	1,5	12,0	4750	30,0
2006.g.	15,0	21,5	13,0	16,0	2,0	16,0	5600	70,0
Paraugu ņemšanas vieta Nr.3								
2005.g.	0	9,5	6,0	0	1,5	9,0	5250	80,0
2006.g.	10,0	34,5	8,0	4,5	1,5	11,0	5200	75,0
Paraugu ņemšanas vieta Nr.4								
2005.g.	12,5	20,0	11,5	5,0	3,5	17,5	52000	310,0
2006.g.	25,0	32,5	11,0	6,0	3,0	16,0	20050	160,0
Paraugu ņemšanas vieta Nr.5, 2006.g.	32,0	75,0	19,0	15,0	3,0	30,0	2400	90,0
<b>Teiču rezervāta ezeri</b>								
Mazais Plencis	65,0	33,5	5,0	5,0	3,0	9,0	800	120,0
Tolkovas, krasts	90,0	39,5	6,5	7,0	3,0	7,5	3200	36,0
Tolkovas, vidus	24,0	28,0	5,0	5,0	1,0	6,0	650	37,5
Islienas, vidus	36,5	100,0	12,5	7,0	3,5	1,95	2400	165,0
Islienas, krasts	13,5	60,0	8,5	3,5	3,0	11,5	1400	70,0
Lisiņš, vidus	10,0	25,0	8,0	3,0	1,5	9,0	2000	23,0
Siksala, krasts	12,0	26,0	6,5	2,5	1,0	11,0	1450	70,0
Siksala, vidus	47,0	105,0	9,0	11,5	1,5	7,5	3650	85,0
Siksala, purva krasts	35,0	57,5	8,5	6,5	1,5	9,0	3200	70,0
<b>Ļoti zems smago metālu saturs</b>								
<b>Zems smago metālu saturs</b>								
<b>Vidējs smago metālu saturs</b>								

Gradācija pēc: Environmental quality criteria, 2000

## 4. Apsēkoto purvu ūdenstilpju hidrobioloģiskais raksturojums

### 4.1. Fitoplanktona raksturojums apsekotajās ūdenstilpēs

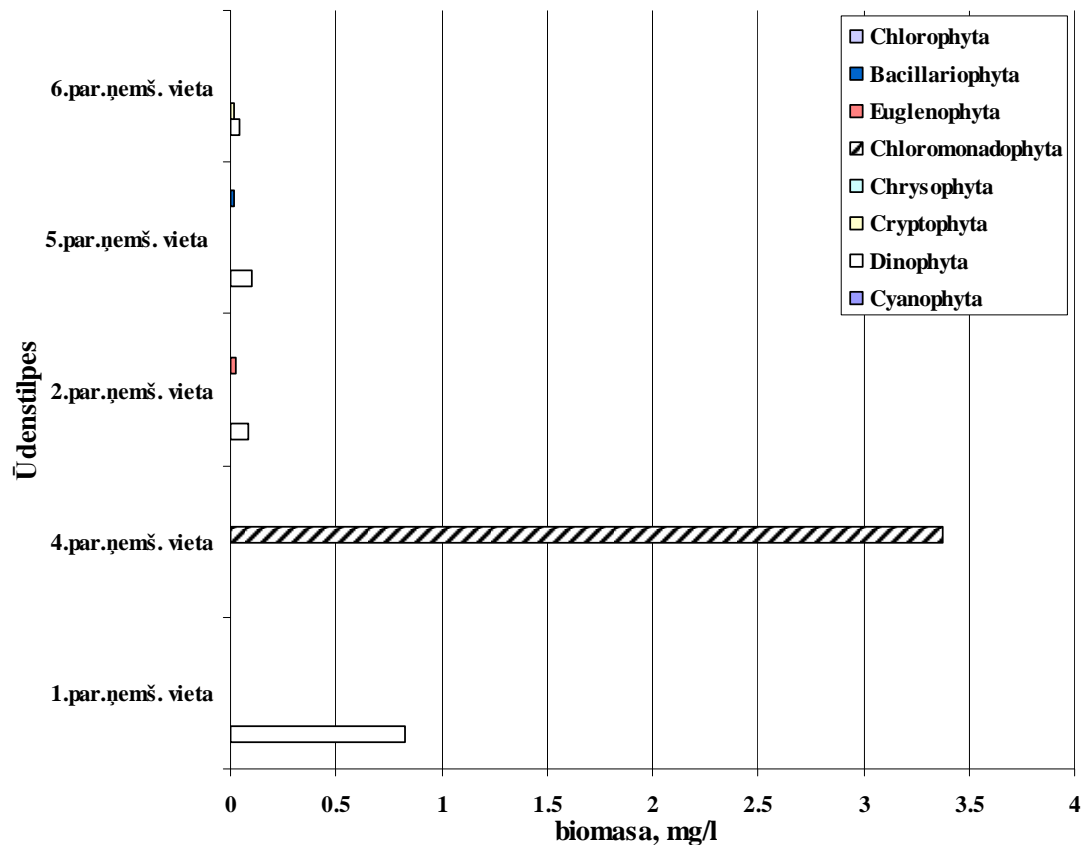
Pētīto ūdenstilpju fitoplanktona paraugi bija samērā nabadzīgi, un tur tika konstatēti tikai 34 aļģu taksoni no 8 aļģu nodalījumiem (5. tab.). Jāatzīmē, ka fitoplanktona paraugos praktiski netika konstatētas potenciāli toksiskās vai toksiskās cianobaktērijas (zilaļģes). Tas liecina par samērā labu vides kvalitāti, un, iespējams, arī purvu ūdeņu negatīvo ietekmi uz zilaļģu attīstību. Tikai 2 zilaļģu (cianobaktēriju) ģintis tika konstatētas paraugu ņemšanas vietā Nr. 2. Jāatzīmē, ka paraugu ņemšanas vietā Nr. 3 pēc aļģu taksonomiskā sastāva konstatēta augstākā fitoplanktona sugu bioloģiskā daudzveidība (5. tab.).

Pētītajās ūdenstilpēs, izņemot paraugu ņemšanas vietu Nr. 4, tika konstatētas zemas līdz ļoti zemas fitoplanktona biomasas un mazi šūnu kopējie skaiti. Jāatzīmē, ka paraugu ņemšanas vietu Nr. 4 praktiski dominēja tikai purvu un Eiropas Ziemeļu daļai (īpaši, Zviedrijas un Somijas ūdeņiem) raksturīgās hloromonādaļģes *Gonostomum semen*, kuras šajā ūdenstilpē bija savairojušās ievērojamā daudzumā, veidojot fitoplanktona biomasu līdz 3,37 mg/l, kas liecina par šīs sugas masveida savairošanos (24. att.). Arī 2005.gadā veiktajā Sedas purva teritorijas ūdenstilpju apsekojumā konstatētas augstas *Gonostomum semen* biomasas.

5. tabula. Pētījumā iekļauto ūdenstilpju fitoplanktona taksonomiskais sastāvs.

	1.paraugu ņemšanas vieta	2.paraugu ņemšanas vieta	4.paraugu ņemšanas vieta	5.paraugu ņemšanas vieta	6.paraugu ņemšanas vieta
<b>Cyanophyta (Zilaļģes)</b>					
<i>Gomphosphaeria aponina</i>		X			
<i>Gomphosphaeria naegeliana</i>		X			
<i>Oscillatoria tenuis</i>				X	
<b>Dinophyta (Dinofītaļģes)</b>					
<i>Ceratium hirudinella</i>		X			
<i>Glenodinium</i> sp.	X				
<i>Gymnodinium aeruginosum</i>				X	X
<i>Gymnodinium</i> sp.	X	X			
<i>Peridinium cinctum</i>	X	X			X
<i>Peridinium</i> sp.	X				
<i>Peridinium Willey</i>		X		X	
<b>Cryptophyta (Kriptofītaļģes)</b>					
<i>Cryptomonas</i> sp.	X	X		X	X
<b>Chrysophyta (Zeltainās aļģes)</b>					
<i>Dinobryon bavaricum</i>		X		X	X
<i>Dinobryon divergens</i>	X			X	X
<i>Dinobryon sertulariia</i>		X		X	
<b>Chloromonadophyta (Hloromonādas)</b>					
<i>Goniostomum semen</i>	X	X	X		
<b>Euglenophyta (Eiģlēnaļģes)</b>					
<i>Euglena acus</i>					X
<i>Euglena</i> sp.	X				
<i>Phacus caudatus</i>		X			
<i>Phacus</i> sp..	X				
<b>Bacillariophyta (Kramaļģes)</b>					
<i>Eunotia</i> sp.		X			
<i>Gomphonema</i> sp.				X	
<i>Navicula cryptocephala</i>		X			
<i>Navicula gracilis</i>		X		X	
<i>Navicula</i> sp.	X				X
<i>Nitzschia acicularis</i>	X			X	
<i>Nitzschia</i> sp.					
<i>Synedra acus</i>				X	X
<i>Synedra ulna</i>			X		X
<b>Chlorophyta (Zaļaļģes)</b>					
<i>Cruccigenia fenestrata</i>		X			
<i>Dictiosphaerium pulchellum</i>		X			
<i>Pediastrum boryanum</i>	X	X			
<i>Scenedesmus apiculatus</i>					
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	X	X		X	X
<i>Tetraedron caudatum</i>		X			





24. attēls. Pētīto ūdenstilpju fitoplanktona biomasas (mg/l).

Bez tam paraugu ņemšanas vietā Nr.1 konstatēta salīdzinoši augstāka fitoplanktona biomasa kā pārējās apsekotajās ūdenstilpēs (līdz 0,82 mg/l), taču tas sasniegts, tikai pateicoties atsevišķām dinofītaļģēm (dinoflagellātēm), kurām ir samērā lieli šūnu tilpumi, taču šīs aļģes ir raksturīgas galvenokārt tīriem ūdeņiem. Pēc fitoplanktona sugu sastāva (5. tab.), mazā šūnu skaita un zemajām biomasām (6., 7. tab.) jākonstatē, ka pētāmo ūdenstilpju, izņemot Sedas ezeru (paraugu ņemšanas vieta Nr.4) ekoloģiskā kvalitāte ir novērtējama kā laba

6. tabula Apsēkoto ūdenstilpju fitoplanktona šūnu skaits (tūkst.š./l).

Ūdenstilpe	Cyano phyta	Dinophyta	Crypto phyta	Chryso phyta	Chloromo nadophyta	Eugleno phyta	Bacillario phyta	Chloro phyta	Kopā
1.paraugu ņemšanas vieta	0	0,044	0,003	0,002	0,0007	0,0032	0	0,0005	0,0562
2.paraugu ņemšanas vieta	0,0003	0,0006	0,002	0,0138	0,0002	0,0011	0	0,0087	0,0275
4.paraugu ņemšanas vieta	0	0	0	0	0,203	0	0	0	0,206
5.paraugu ņemšanas vieta	0,0002	0,009	0,004	0,0153	0	0	0	0,009	0,0417
6.paraugu ņemšanas vieta	0	0,025	0,006	0,004	0	0,0002	0	0,0006	0,0365

7. tabula Apsēkoto ūdenstilpju fitoplanktona biomasas (mg/l).

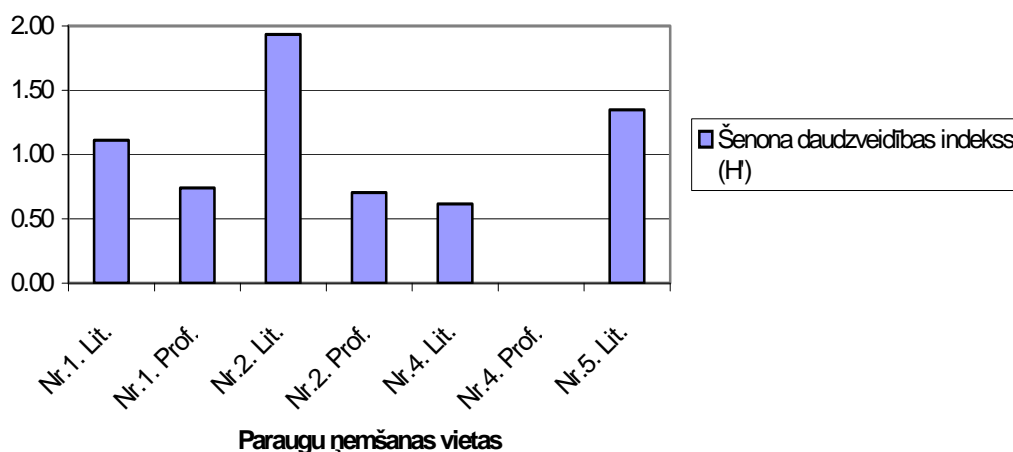
Ūdenstilpe	Cyano phyta (mg/l)	Dinophyta (mg/l)	Crypto phyta (mg/l)	Chryso phyta (mg/l)	Chloromo nadophyta (mg/l)	Eugleno phyta (mg/l)	Bacillario phyta (mg/l)	Chloro phyta (mg/l)	Kopā (mg/l)
1.paraugu ņemšanas vieta	0	0,829	0,0007	0,001	0,011	0,011	0,003	0,0042	0,86
2.paraugu ņemšanas vieta	0,002	0,083	0,004	0,001	0,001	0,023	0,011	0,0002	0,13
4.paraugu ņemšanas vieta	0	0	0	0	3,374	0	0,009	0	3,38
5.paraugu ņemšanas vieta	0,002	0,099	0,01	0,01	0	0	0,015	0,006	0,14
6.paraugu ņemšanas vieta	0	0,041	0,016	0,0031	0	0,002	0,002	0,0001	0,06

## 4.2. Zoobentosa raksturojums apsekoto purvu ūdenstilpēs

Vairumam distrofo ezeru raksturīga zema produktivitāte (Wetzel, 2001). Diseitrofajos Latvijas augsto purvu ezeros raksturīga augstāka sugu daudzveidība (41 – 81 suga) un organismu biomasa kā distrofajos (7 – 46 sugas). Humusvielu koncentrācija nav limitējošais faktors hidrobiontu attīstībai pētītajos ezeros. Zemais pH ietekmē makrozoobentosa sugu daudzveidību (Druvietis et al., 2005). Literatūrā minēts, ka vistolerantākie pret vides paskābināšanos ir divspārņu kāpuri (Singer, 1982, Okland and Okland, 1986 cit. pēc Garrison and Webster, 1988), arī maksteņu kāpuri ir samēra toleranti pret pazeminātu pH, piemēram, ģints *Oxyethira* makstesnes. Kādā pētījumā ASV, izmantojot sešus mikrokosmus - divos kontroles mikrokosmos pH bija 6, divi paskābināti ar sērskābi līdz pH 5 un divi paskābināti līdz pH 4,5, mezokosmos, kuros pH bija 4,5 nebija sastopami mazzartārpi, līdzīgi rezultātus ieguvuši arī Wiederholm and Ericksson, 1977 un Crisman et al., 1980 pētījumos (Garrison and Webster, 1988).

### *Taksonu sastāvs, daudzveidība*

Kopumā tika konstatētas 22 taksonomiski atšķirīgas vienības. Spriežot pēc Šenona daudzveidības indeksa ( $H'$ ) vērtībām, sugu daudzveidība apsekotajās ūdenstilpēs ir zema, kas galvenokārt varētu būt atkarīgs no grunts sastāva un struktūras īpatnībām. Sugām visbagātākā ir 2. paraugu ņemšanas vietas piekraste ( $H'=1,93$ ). Pārējās paraugu ņemšanas vietās daudzveidība ir zemāka ( $H'$  vērtības ir no 0,62 līdz 1,11), 4. paraugu ņemšanas vietas vidusdaļā konstatēta viszemākā daudzveidība ( $H'=0$ ), tur sastopami tikai stiklodu *Chaoborus* sp. kāpuri (25. att.).



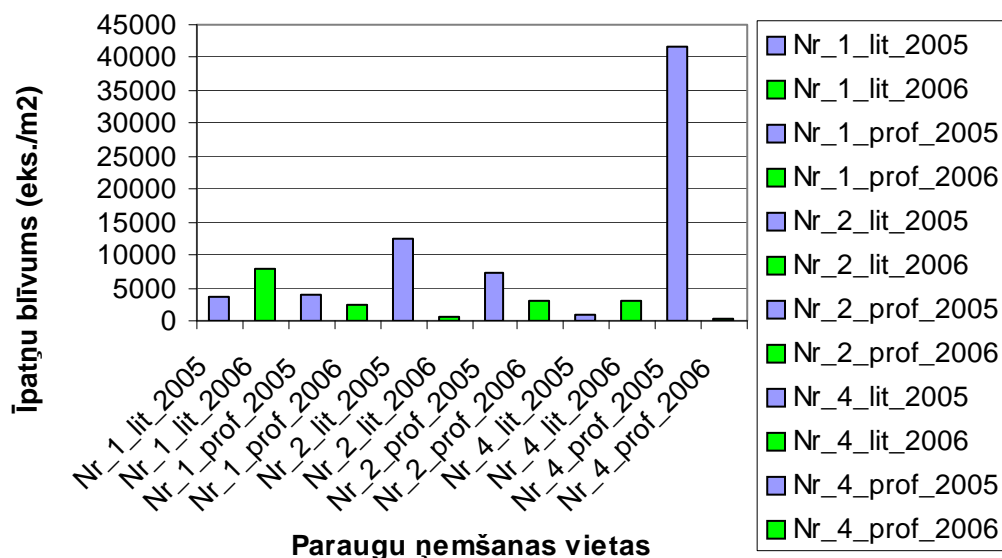
25. attēls. Šenona daudzveidības indeksa vērtības pētītajās paraugu ņemšanas vietās 2006. gada augusta beigās - septembra sākumā (Lit. – litorāle (piekraste), Prof. – profundāle (vidusdaļa)).

1. paraugu ņemšanas vietas litorālē 2006. gadā konstatēts apmēram 2 reizes lielāks īpatņu blīvums, profundālē – otrādi – 2005. gadā konstatēts apmēram 2 reizes lielāks īpatņu blīvums (26. att.).

2. paraugu ņemšanas vietas litorālē īpatņu blīvuma atšķirības ir lielas. 2005. gadā konstatēts ~22 reizes augstāks īpatņu blīvums kā 2006. gadā. Profundālē 2005. gadā konstatēts ~2,5 reizes lielāks īpatņu blīvums kā 2006. gadā (26. att.).

4. paraugu ņemšanas vietas litorālē 2006. gadā konstatēts ~2 reizes lielāks īpatņu blīvums kā 2005. gadā, bet profundālē atšķirības ir ļoti lielas (26. att.).

Tā kā atsevišķas makrozoobentosa organismu grupas ir specializējušās noteiktiem biotopiem, lielās īpatņu blīvuma atšķirības varētu izskaidrot ar ūdens biotopu mazaikveida telpisko struktūru - atšķirīgām paraugu ievākšanas vietām 2005. un 2006. gadā.



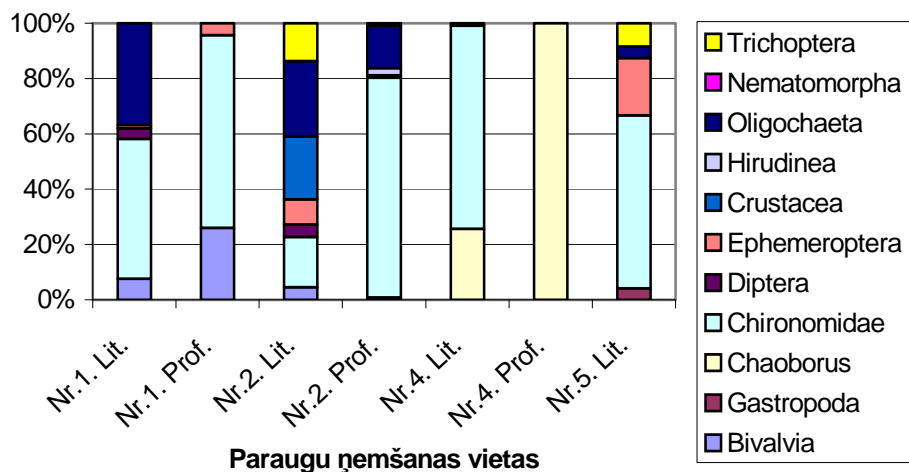
26. attēls. Kopējais īpatņu blīvums (eks./m<sup>2</sup>) 1., 2., 4. un 5. paraugu ņemšanas vietā 2005. un 2006. gada augusta beigās – septembra sākumā.

1. paraugu ņemšanas vietas piekrastē dominē trīsuļodu kāpuru īpatņi (50,63 % no kopējā īpatņu skaita) un mazzartāri *Oligochaeta* (36,71 %), vidusdaļā – trīsuļodu kāpuri (69,57 %) un pundurgliemenes (26,09 %) (27. att.).

2. paraugu ņemšanas vietas piekrastē līdzīgā skaitā pārstāvētas vairākas organismu grupas - mazzartāpi (27,27 % no kopējā īpatņu skaita), vēžveidīgie *Crustacea* (22,73 %), trīsuļodu kāpuri (18,18 %) un maksteņu kāpuri (13,64 %). Vidusdaļā dominē trīsuļodu kāpuru īpatņi (79,49 %) (27. att.).

4. paraugu ņemšanas vietas piekrastē dominē divspārņu kāpuri – 73,5 % no īpatņu skaita sastāda trīsuļodu *Chironomidae* kāpuri, bet 25,64 % stiklodu *Chaoborus* sp. kāpuri. Vidusdaļā konstatēti tikai stiklodu kāpuri (27. att.).

5. paraugu ņemšanas vietas vidusdaļā dominē trīsuļodu kāpuri (62,50 % no kopējā īpatņu skaita) un viendienītes (20,83 %) (27. att.).



27. attēls. Makrozoobentosa organismu grupu īpatņu blīvuma (eks./m<sup>2</sup>) procentuālais sastāvs paraugu ņemšanas vietās 2006. gada augusta beigās - septembra sākumā.

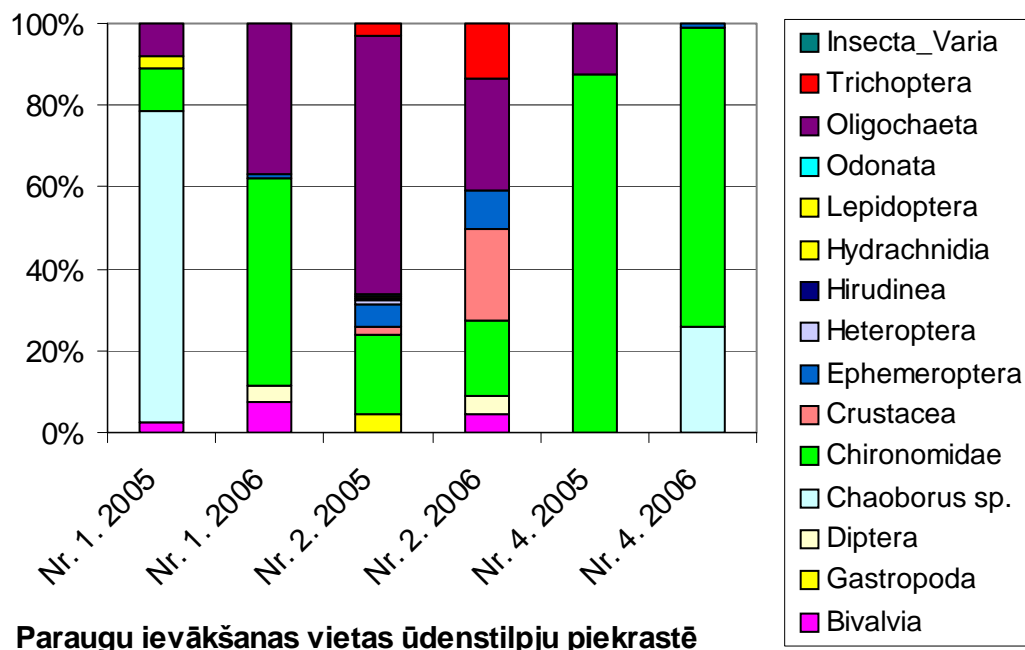
1. paraugu ņemšanas vietā taksonu sastāvs 2005. un 2006. gadā piekrastē krasi atšķiras. 2005. gada paraugā dominē stiklodu kāpuru īpatņi, bet 2006. gadā – trīsuļodu kāpuru īpatņi. Abos gados konstatētas pundurgliemenes, mazzartārpi un trīsuļodu kāpuri, bet nav sastopamas grupas, kuras apdzīvo specifiskākus biotopus (28. att.).

2. paraugu ņemšanas vietā abos gados konstatētas pundurgliemenes, trīsuļodu kāpuri, viendienīšu kāpuri, ūdens ēzelīši, maksteņu kāpuri un mazzartārpi. 2005. gadā konstatēts lielāks taksonu skaits nekā 2006. gadā. Atšķirīgs arī konstatētais taksonomisko grupu īpatņu blīvums – 2005. gadā konstatēts lielāks mazzartārpu blīvums (28. att.).

4. paraugu ņemšanas vietā abos gados dominējošā grupa ir trīsuļodu kāpuri (28. att.).

Vislielākās atšķirības makrozoobentosa organismu taksonomiskajā sastāvā konstatētas 1. paraugu ņemšanas vietas piekrastē, mazākas – 2. paraugu ņemšanas vietā un vismazākās – 4. paraugu ņemšanas vietā. Atšķirības galvenokārt varētu būt

izskaidrojamas ar piekrastes biotopu heterogenitāti. Lai varētu spriestu par organismu populāciju izmaiņām, nepieciešams būtu palielināt paraugu skaitu.



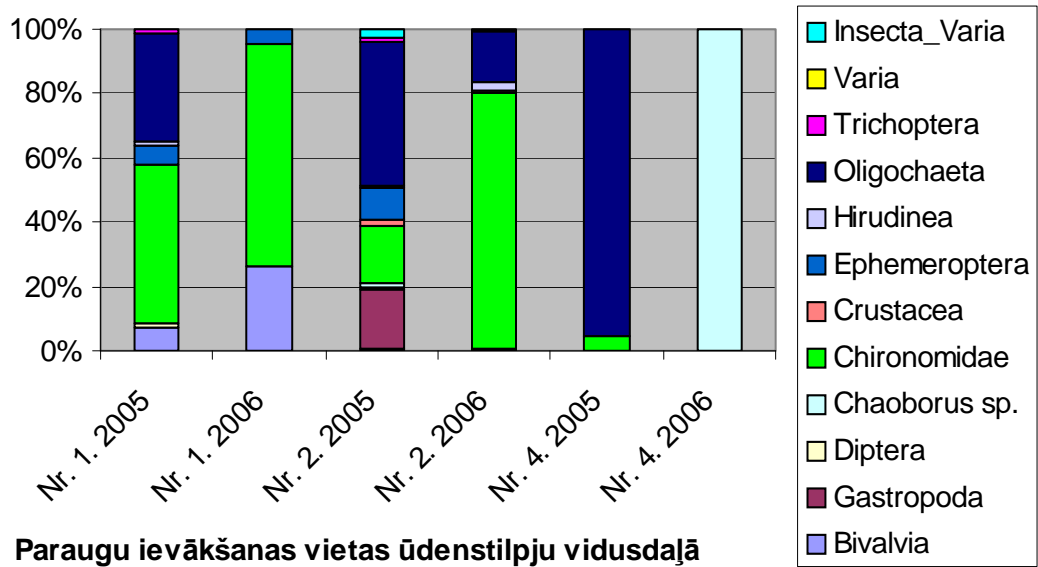
28. attēls. Makrozoobentosa taksonu īpatņu blīvuma (ind./m<sup>2</sup>) procentuālā sadalījuma salīdzinājums 2005. un 2006. gadā ūdenstilpju piekrastē.

1. paraugu ņemšanas vietā profundālē abos gados dominē trīsuļodu kāpuri, sastopamas pundurgliemenes un viendienītes. 2005. gadā konstatēts lielāks taksonu skaits.

2. paraugu ņemšanas vietā abos gados konstatēti mazzartārpi, trīsuļodu kāpuri, ūdens ēzeliši, pundurgliemenes un dēles. 2005. gadā dominējošā grupa ir mazzartārpi, bet 2006. gadā – trīsuļodu kāpuri.

4. paraugu ņemšanas vietā 2005. gadā dominē mazzartārpi, bet 2006. gadā – stiklodu kāpuri (29. att.).

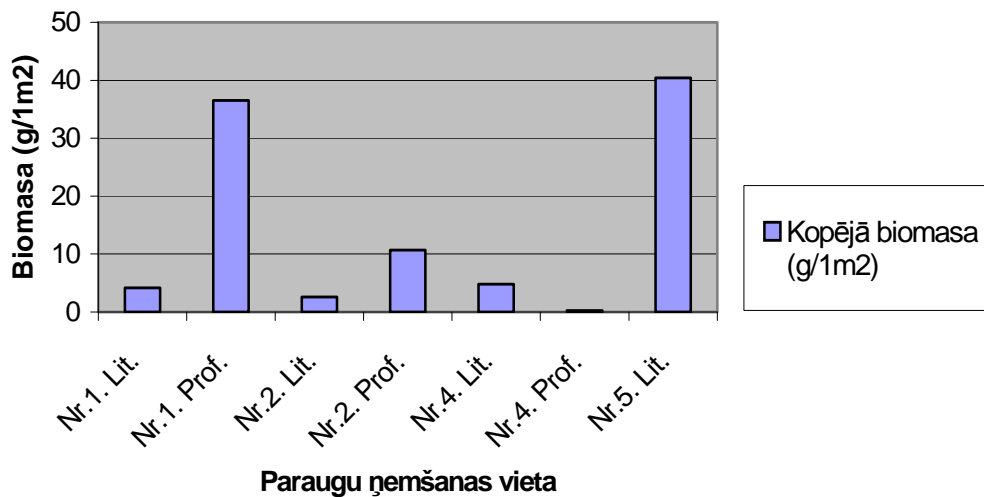
Apsēkoto ūdenstilpju vidusdaļā abos gados konstatēts līdzīgāks taksonomisko grupu sastāvs un dominējošās organismu grupas nekā ūdenstilpju piekrastēs, ko varētu izskaidrot ar mazāku biotopu daudzveidību un lielāku homogenitāti ūdenstilpju vidusdaļā.



29. attēls. Makrozoobentosa taksonu īpatņu blīvuma (ind./m<sup>2</sup>) procentuālā sadalījuma salīdzinājums 2005. un 2006. gadā ūdenstilpju vidusdaļā.

### *Zoobentosa organismu biomasas*

Visaugstākā biomasa konstatēta 5. paraugu ņemšanas vietā, kur to veido galvenokārt gliemeži, un 1. paraugu ņemšanas vietā, kur biomasas veido galvenokārt trīsuļodu kāpuri, pārējās paraugu ņemšanas vietās raksturīga zema biomasa (30. att.).



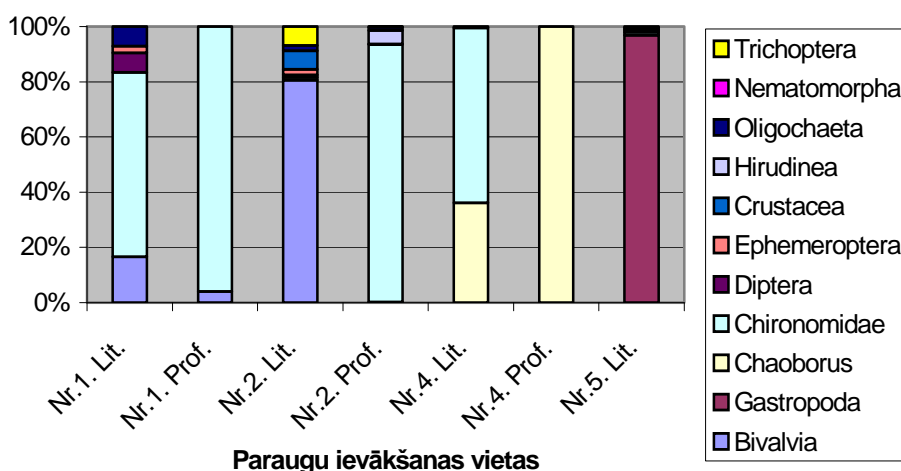
30. attēls. Makrozoobentosa organismu biomasa (g/m<sup>2</sup>) paraugu ņemšanas vietās 2006. gada augusta beigās - septembra sākumā.

1. paraugu ņemšanas vietas piekrastē un vidusdaļā visaugstākā biomasa konstatēta trīsuļodu kāpuriem, attiecīgi, 66,67 % un 95,86 % no kopējās biomasas (31. att.).

2. paraugu ņemšanas vietas piekrastē visaugstākā biomasa konstatēta gliemenēm *Bivalvia* (80,58 % no kopējās biomasas), bet vidusdaļā – trīsuļodu kāpuriem (93,24 %) (31. att.).

4. paraugu ņemšanas vietas piekrastē vislielākā biomasa konstatēta trīsuļodu kāpuriem (63,35 % no kopējās biomasas) un stiklodu kāpuriem (36,13 %). Vidusdaļā – stiklodu kāpuriem (100 %) (31. att.).

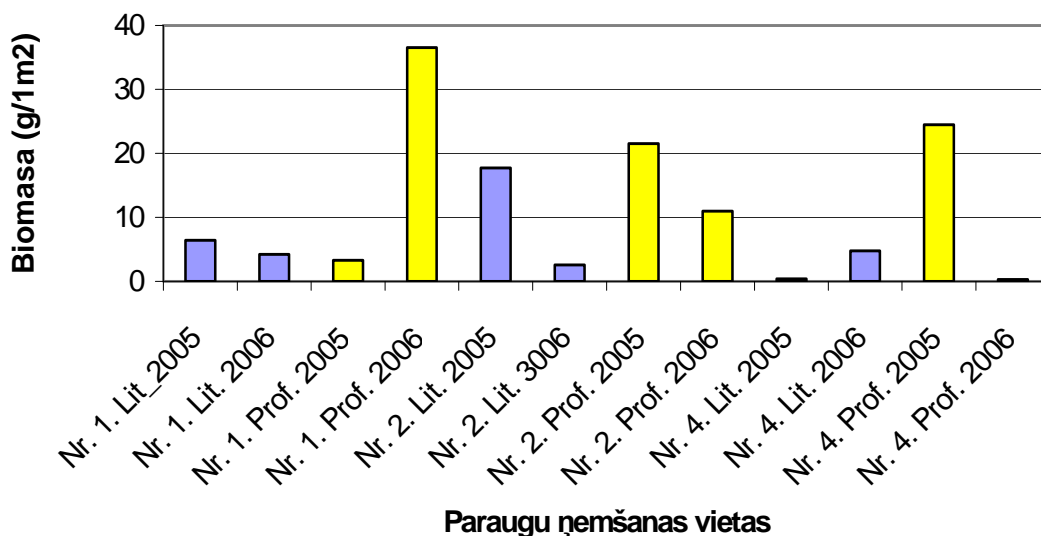
5. paraugu ņemšanas vietas piekrastē augstas biomasas ir trīsuļodu kāpuriem (38,46 % no kopējā īpatņu skaita), viendienīšu kāpuriem (23,08 %) un mazzartāriem (23,08 %) (31. att.).



31. attēls. Makrozoobentosa organismu biomasas procentuālais sadalījums paraugu ņemšanas vietās 2006. gada augusta beigās un septembra sākumā.

Kopējās biomasas 2005. un 2006. gadā pētītajās vietās, līdzīgi kā kopējais īpatņu blīvums ( $\text{ind./m}^2$ ), ir ļoti atšķirīgas un tikai 1. paraugu ņemšanas vietā konstatētas līdzīgas biomasas (32. att.). Lielās atšķirības liecina par augstu biotopu heterogenitāti.

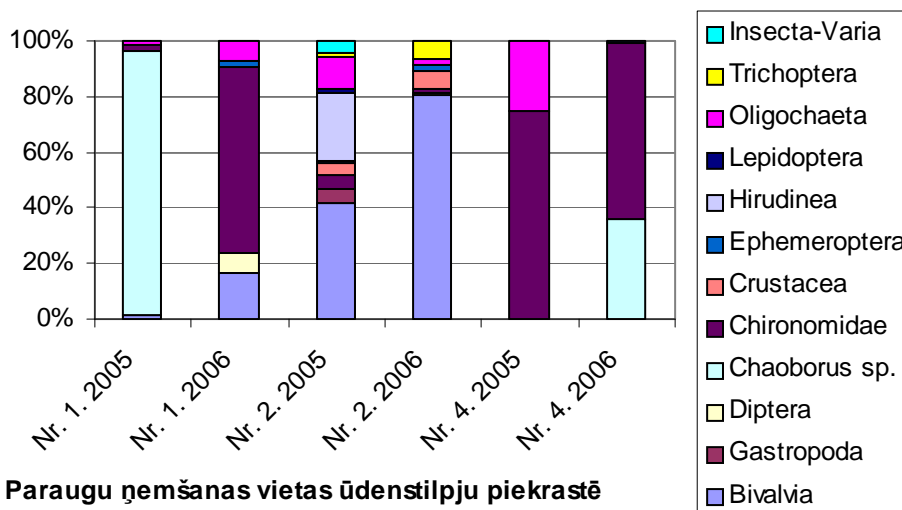




32. attēls. Kopējā biomasa ( $\text{g/m}^2$ ) apsekotajās paraugu ņemšanas vietās 2005. un 2006. gada augusta beigās – septembra sākumā.

1. paraugu ņemšanas vietu piekrastē augstākā biomasa ir tām pašām taksonomiskajām grupām, kurām raksturīgs lielākais īpatņu skaits: 2005. gadā – stiklodu kāpuriem, bet 2006. gadā – trīsuļodu kāpuriem (27., 33. att.).

2. paraugu ņemšanas vietu piekrastē abos gados lielāko daļu biomasas veido pundurgliemenes, bet 3. paraugu ņemšanas vietā – trīsuļodu kāpuri (33. att.).

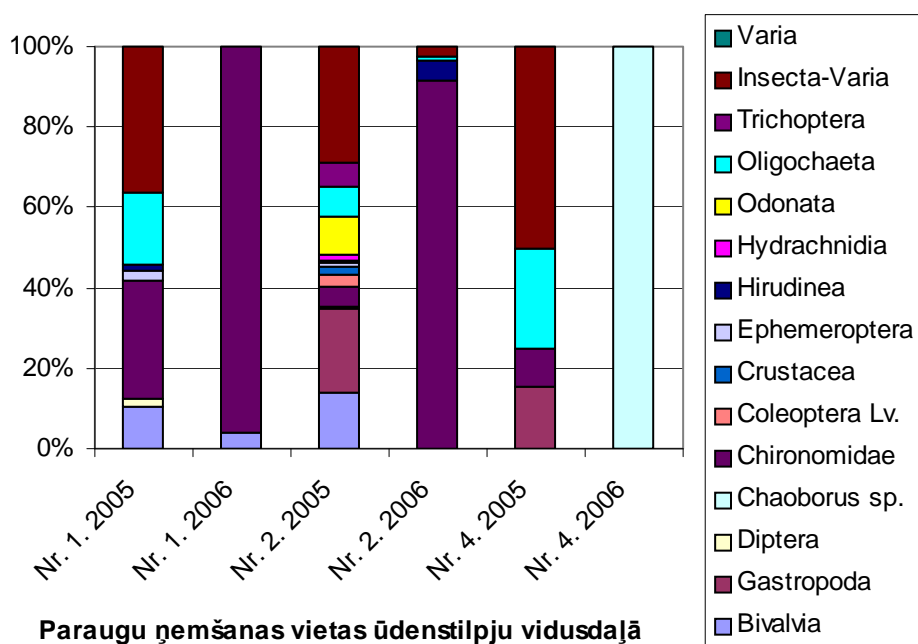


33. attēls. Makrozoobentosa taksonu biomasas ( $\text{g/m}^2$ ) procentuālā sadalījuma salīdzinājums 2005. un 2006. gadā ūdenstilpju piekrastē.

1. paraugu ņemšanas vietas vidusdaļā 2005. gadā augsta biomasa konstatēta trijām taksonomiskajām grupām – kukaiņu kāpuriem, mazzartāriem un trīsuļodu kāpuriem, bet 2006. gadā lielāko daļu biomasas veido trīsuļodu kāpuri (34. att.).

2. paraugu ņemšanas vietā 2005. gadā augsta biomasa ir trīs grupām – kukaiņu kāpuriem, gliemežiem un pundurgliemenēm, bet 2006. gadā lielāko biomasas daļu veido trīsuļodu kāpuri (34. att.)

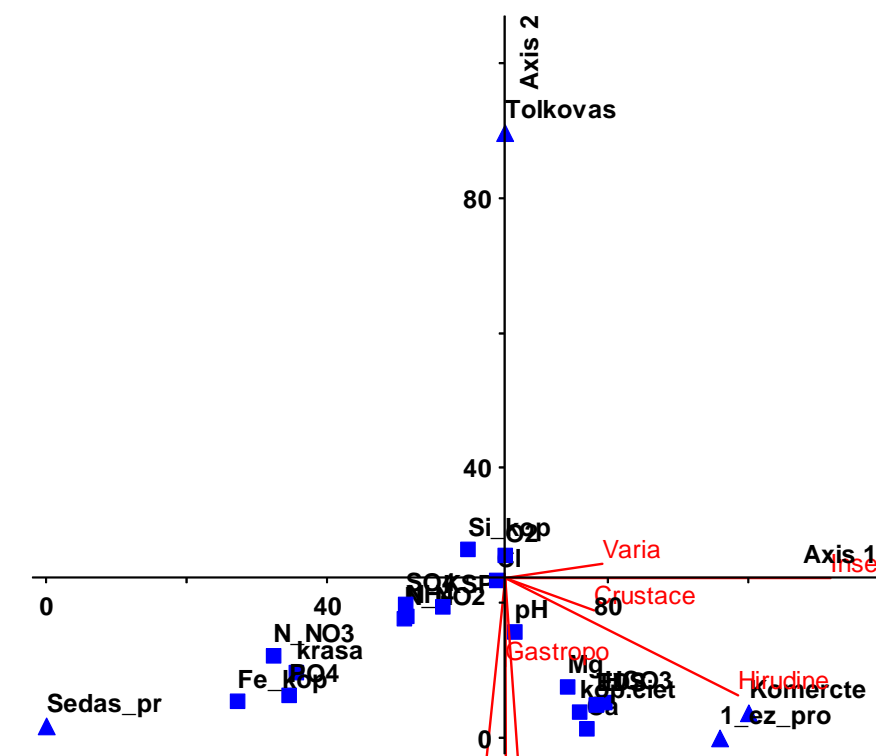
3. paraugu ņemšanas vietā lielāko biomasas daļu veido kukaiņu kāpuri un mazzartāri, bet 2006. gadā – tikai stiklodu kāpuri.



34. attēls. Makrozoobentosa taksonu biomasas ( $\text{g}/1\text{m}^2$ ) procentuālā sadalījuma salīdzinājums 2005. un 2006. gadā ūdenstilpju vidusdaļā.

***Sedas purva ūdenstilpju salīdzinājums, izmantojot galveno komponentu analīzes metodi***

Lai veiktu galveno komponentu analīzi, tika izmantoti 2005. gadā iegūtie dati par makrozoobentosa organismu taksoniem un ūdeņu ķīmisko sastāvu Sedas purva teritorijā esošajās ūdenstilpēs. Spriežot pēc galveno komponentu analīzes rezultātiem, vislīdzīgākie ķīmiskie parametri un makrozoobentosa organismu cenozes ir jaunizveidoto ūdenstilpju – paraugu ņemšanas vietu Nr.1 un Nr.2 - profundālēs, taču dabīgie Sedas (paraugu ņemšanas vieta Nr.4) un Tolkovas ezeri ir būtiski atšķirīgi (35. att.).



35. attēls. PCA ordinācijas analīze ķīmiskajiem parametriem un makrozoobentosa organismu blīvumam paraugu ņemšanas vietu Nr.1, Nr.2, Nr.4 (Sedas ezers) un Tolkovas ezera profundālē.

Ar pirmo asi galvenajā datu matricā būtiski negatīvi korelē slāpekļa savienojumu saturs, ūdens krāsainība, kopējais dzelzs un sulfātu jonu saturs. Augstākas šo rādītāju vērtības raksturīgas Sedas ezeram (paraugu ņemšanas vieta Nr.4), zemākas – paraugu ņemšanas vietām Nr.1 un Nr.2 (8. tab., 35. att.).

Ar otro asi būtiski negatīvi korelē kalcija, magnija un hidroģēnkarbonātu jonu saturs, kopējā cietība, TDS, pH un elektrovadītspēja. Augstas šo rādītāju vērtības konstatētas Sedas ezeram (paraugu ņemšanas vieta Nr.4), paraugu ņemšanas vietām Nr.1 un Nr.2, zemas – tipiskajam augsto purvu distrofajam Tolkovas ezeram (8. tab., 35. att.).

8. tabula. Galvenās datu matricas būtisko Pīrsona korelāciju koeficienta ( $r_{0,05;18}$ ) vērtības.

Asis Kīmiskie parametri	1. ass	2. ass
N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	<b>-0,937</b>	-0,342
N-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	<b>-0,911</b>	-0,405
Krāsainība	<b>-0,893</b>	-0,443
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	<b>-0,859</b>	<b>-0,506</b>
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	<b>-0,92</b>	-0,388
Fe <sub>kop</sub>	<b>-0,888</b>	-0,449
Si <sub>kop</sub>	-0,441	0,368
ĶSP	<b>-0,544</b>	-0,27
Cl <sup>-</sup>	<b>-0,525</b>	-0,192
Ca <sup>2+</sup>	0,424	<b>-0,848</b>
Mg <sup>2+</sup>	0,456	<b>-0,863</b>
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	<b>0,567</b>	<b>-0,773</b>
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	<b>-0,958</b>	-0,281
Kopējā cietība	0,447	<b>-0,881</b>
Kopējais izšķīdušo vielu daudz. (TDS)	<b>0,539</b>	<b>-0,818</b>
pH	0,165	<b>-0,985</b>
O <sub>2</sub>	-0,007	<b>0,494</b>
EVS	<b>0,536</b>	<b>-0,818</b>

Ar pirmo asi no otrā datu matricā būtiski korelē kukaiņu *Insecta* un dēļu *Hirudinea* blīvums, kas augstāks paraugu ņemšanas vietās Nr.1 un Nr.2, bet zemāks - Tolkovas ezerā (35. att.). Ar otro asi būtiski negatīvi korelē gliemeņu *Bivalvia*, divspārņu *Diptera* un mazzartārpu *Oligochaeta* blīvums (9. tab.), kas augstāks paraugu ņemšanas vietās Nr.4, Nr.2, Nr.1, bet zemāks - Tolkovas ezerā (35. att.).

9. tabula. Otrās datu matricas būtiskās Pīrsona korelācijas koeficienta ( $r_{0,05;9}$ ) vērtības.

Asis Taksoni	1. ass	2. ass
Bivalvia	0,231	<b>-0,884</b>
Gastropoda	-0,011	-0,503
Diptera	0,067	<b>-0,968</b>
Chironomidae	-0,323	0,36
Insecta	<b>0,961</b>	0,033
Crustacea	0,502	-0,305
Hirudinea	<b>0,814</b>	-0,578
Varia	0,524	0,199
Oligochaeta	-0,301	<b>-0,946</b>

### 4.3. Apsekoto ūdenstilpju mikrobioloģiskais raksturojums

Humusvielām ir pozitīva ietekme uz baktericenozes attīstību ar humusvielām bagātos ezeros. Salīdzinot divus oligotrofus ezerus, no kuriem viens ir humusvielām bagāts, bet otrs – dzidrūdēns ezers, konstatēts, ka baktēriju biomasa ir ievērojami augstāka humusvielu ezerā (Vrede et al., 2003). Humusvielu klātbūtne izraisa baktēriju skaita pieaugumu un baktēriju darbības rezultātā notiek humusvielu daļiņu samazināšanās un alifātiskā oglekļa un aromātisko struktūrelementu samazināšanās, vienlaicīgi palielinoties humusvielu N saturam, kam ir bakteriāla izcelsme (proteīni, aminocukuri) (Hertcorn et al., 2002). Reducētās humusvielas anaerobos apstākļos var tikt reoksidētas, un humusvielu mikrobiālā oksidēšana, ko pavada nitrātu redukcija, ir universāls vides metabolisma process (Coates et al., 2002). Salīdzinot brīvi dzīvojošās baktērijas ar baktērijām, kas saistītas ar vielu daļiņām, konstatēts, ka pēdējo sastāvā ir vairāk metaboliski aktīvo baktēriju (Haglund et al., 2002).

Ir pētījumi, kas liecina, ka bakterioplanktona sabiedrību struktūru būtiski ietekmē barības tīkla ietekme humusvielu ezeros un trofiskajām attiecībām ir vislielākā loma bakterioplanktona dinamikā (Lindstrom, 2000; Graham et al., 2004; Kent et al., 2004; Tadonleke et al., 2005). Raksturīgi divi bakterioplanktona samazināšanās pīķi: viens – agrā vasarā, kad būtiski pieaug miksotrofo un heterotrofo vicaiņu skaits, izraisot bakterioplanktona skaita un biomasas samazināšanos, otrs – vēlā vasarā, kad novērota dinoflagellatu *Peridinium* masveida savairošanās, izraisot bakterioplanktona skaita samazināšanos (Kent et al., 2004). Tas, ka lielu daļu bakteriālās produkcijas izmanto vicaiņi, parāda baktēriju lomu enerģijas pārnēsē pelaģiskajā barības ķēdē (Bergstrom and Jansson, 2000).

Baktēriju populācijas ir ļoti dinamiskas, tās ievērojami atšķiras pēc resursu, it īpaši organiskā oglekļa un neorganisko barības vielu – N un P, izmantošanas iespējām (Fisher et al., 2000). Izšķīdušais organiskais ogleklis iekļūst purva ezeros no *Sphagnum* pavedieniem (Kent et al., 2004). Gan pirmprodukcijas, gan bakteriālās produkcijas attīstība izšķiroša loma ir attiecībai C:N:P, it īpaši – N:P, kas nosaka, kura produkcija būs dominējošā neproduktīvo purva ezeru pelaģiskajā sistēmā (Karlsson et al., 2002). Humusvielu ezeros, samazinoties vides pH, baktēriju biomasa var palielināties, bet bakterioplanktona attīstībā visbūtiskākā ir izšķīdušā organiskā oglekļa loma (Fisher, et al, 1998; Eiler et al., 2003). Pētījumi Zviedrijas subarktiskajos ezeros apliecinājuši, ka baktēriju pamatdaudzums un produkcija galvenokārt ir

atkarīga no alohtonā izšķīdušā organiskā oglekļa un no izšķīdušā organiskā oglekļa, kas rodas bentisko procesu rezultātā, un to vairāk vai mazāk ietekmē P limitējošā loma (Karlsson et al., 2001). Ir arī pētījumi, kur nav konstatēta sakarība starp planktona populāciju dinamiku un kopējo izšķīdušā organiskā oglekļa koncentrāciju, bet uzsvērtā tieši labilā izšķīdušā organiskā oglekļa nozīmība (Kent et al., 2004). No iekšējiem faktoriem, kas nosaka alohtonā izšķīdušā organiskā oglekļa izmantošanu, atzīmējams vielu aiztures laiks un gaismas un augstas temperatūras ietekme (Bergstrom and Jansson, 2000). UV staru ietekmē palielinās bakteriālā oglekļa produkcija, kā arī bakteriālā elpošana, kas tālāk izpaužas pieaugošā augšanas efektivitātē. Konstatēts, ka efektīvāki bioloģisko savienojumu producētāji ir tieši autohtonās, nevis allohtonās humusvielas (Anesio et al., 2005).

**Bakterioplanktona** rādītāji liecina, ka Sedas ezerā (paraugu ņemšanas vieta Nr.4) ir zems gan aerobo, gan fakultatīvi anaerobo saprofīto baktēriju skaits, kas liecina, ka ūdenī ir zema viegli noārdāmo organisko vielu koncentrācija. Salīdzinoši vairāk ir oligokarbofīlo baktēriju, kas ir tipiski visos virszemes ūdeņos, kuros nav būtiska organiskas dabas piesārņojuma. Bakterioplanktonā dominē celulozi noārdošās baktērijas.

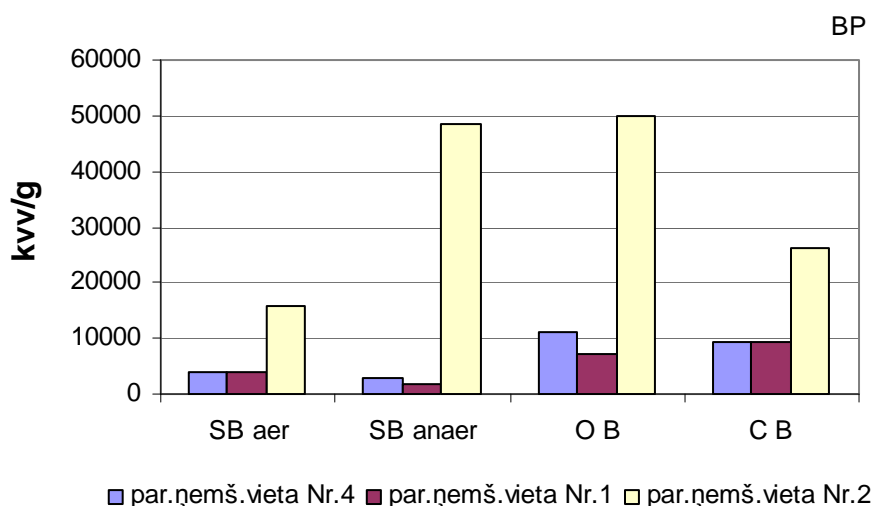
Paraugu ņemšanas vietā Nr.1, salīdzinot ar Sedas ezeru, ir augstāks aerobo saprofīto baktēriju skaits, kā arī to skaits mazāk atšķiras no oligokarbofīlo baktēriju skaita.

No Sedas ezera, kā arī paraugu ņemšanas vietas Nr.1, izteikti atšķiras paraugu ņemšanas vieta Nr.2, kuras bakterioplanktons ir bagātāks, īpaši augsts ir oligokarbofīlo un celulozi noārdošo baktēriju skaits (36. att.). Tā kā ir zināms, ka, jo augstāki ir bakterioloģiskie rādītāji, jo proporcionāli lielāka ir aktīvo baktēriju daļa (Haglund et al., 2002), tad var uzskatīt, ka paraugu ņemšanas vietā Nr.2 bakteriālie procesi ir visaktīvākie, tāpat kā šeit attīstītāks var būt pelagiskais barības tīkls.

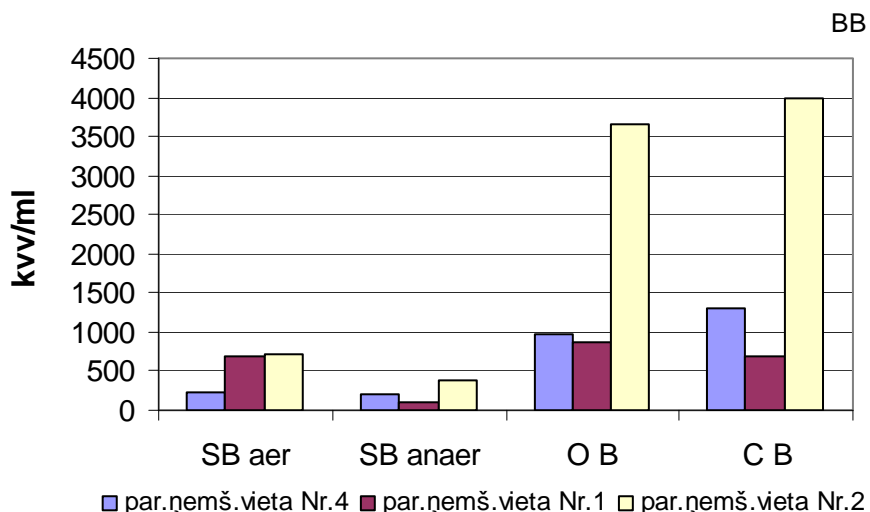
Sedas ezera un paraugu ņemšanas vietas Nr.1 **bakteriobentoss** sastāva ziņā ir līdzīgs, tos raksturo samērā zems visu pētīto grupu baktēriju skaits. Daudz attīstītāks ir paraugu ņemšanas vietas Nr.2 bakteriobentoss, sevišķi augsts ir fakultatīvi anaerobo baktēriju un oligokarbofīlo baktēriju skaits. Arī celulozi noārdošo baktēriju skaits ir augstāks nekā Sedas ezerā un paraugu ņemšanas vietā Nr.1 (37. att.).

Paraugu ņemšanas vietā Nr.2 bakterioloģiskie rādītāji ir augstāki nekā Sedas ezerā un paraugu ņemšanas vietā Nr.1, kas liecina par intensīvāku vielu aprites procesu gan ūdenī, gan sedimentos.

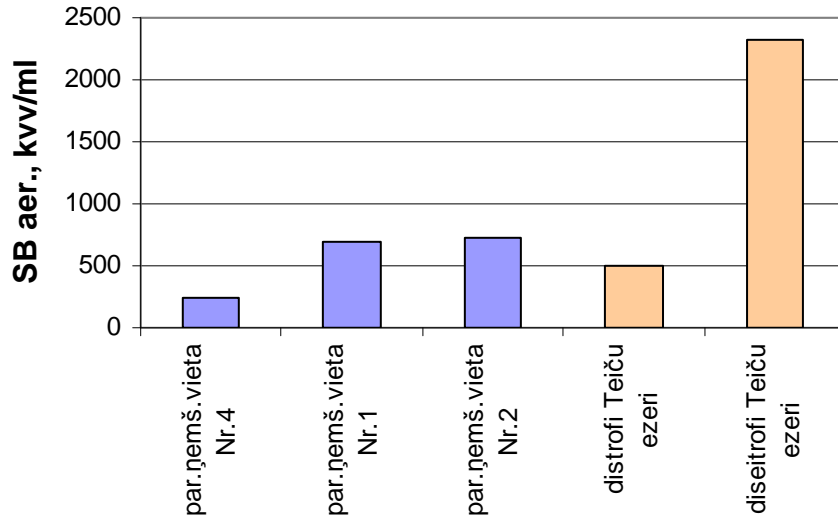
Savukārt, salīdzinot saprofīto baktēriju skaitu Sedas ezerā (paraugu ņemšanas vieta Nr.4.), paraugu ņemšanas vietu Nr.1 un Nr.2 (aplūdušie kūdras karjeru ezeri) bakterioplanktonā un bakteriobentosā ar saprofīto baktēriju vidējo skaitu Teiču rezervāta ezeru (distrofu un diseitrofu) bakterioplanktonā un bakteriobentosā, var konstatēt, ka Sedas purva ūdenstilpes atbilst Teiču purva distrofajiem ezeriem (38., 39. att.).



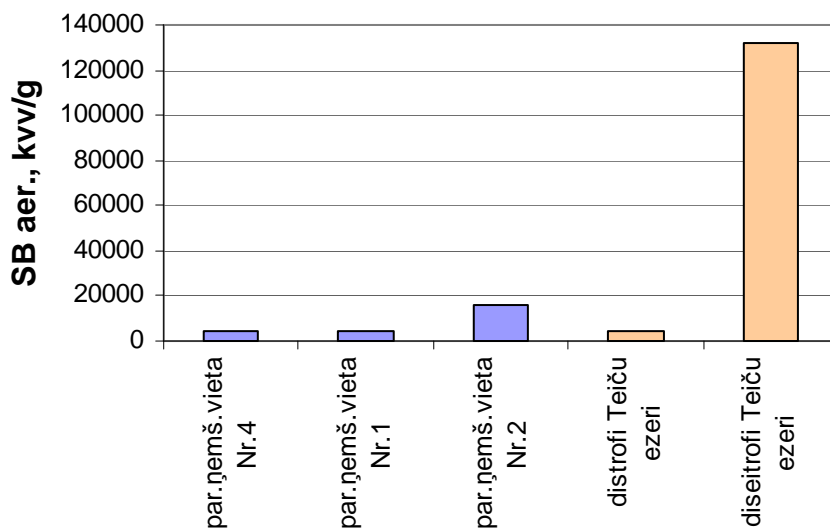
36. attēls. Aerobo ( $SB_{aer}$ ) un fakultatīvi anaerobo ( $SB_{anaer}$ ) saprofīto, oligokarbofīlo (OB) un celulozi noārdošo (CB) baktēriju skaits paraugu ņemšanas vietu Nr.4, Nr.1 un Nr.2 bakterioplanktonā.



37. attēls. Aerobo ( $SB_{aer}$ ) un fakultatīvi anaerobo ( $SB_{anaer}$ ) saprofīto, oligokarbofīlo (OB) un celulozi noārdošo (CB) baktēriju skaits paraugu ņemšanas vietu Nr.4, Nr.1 un Nr.2 bakteriobentosā.



38. attēls. Aerobo saprofīto baktēriju ( $SB_{\text{aer}}$ ) skaits paraugu ņemšanas vietu Nr.4, Nr.1, Nr.2 un Teiču purva distrofu un diseitrofu ezeru bakterioplanktonā.



39. attēls. Aerobo saprofīto baktēriju ( $SB_{\text{aer}}$ ) skaits paraugu ņemšanas vietu Nr.4, Nr.1, Nr.2 un Teiču purva distrofu un diseitrofu ezeru bakteriobentosā.

Savukārt Stakļupīte (paraugu ņemšanas vieta Nr.3) pieder pie tekoša ūdens sistēmām, kas strukturāli-funkcionāli atšķiras no pārējiem pētījuma objektiem. Stakļupītē no pētītajām baktēriju grupām izteikti dominē oligokarbofīlās baktērijas un tās bakterioloģiskie parametri kopumā raksturo upi kā antropogēni mazskartu (10. tab.).



10. tabula. Aerobo ( $SB_{aer}$ ) un fakultatīvi anaerobo ( $SB_{anaer}$ ) saprofīto, oligokarbofīlo (OB) un celulozi noārdošo (CB) baktēriju skaits, aerobo saprofīto un oligokarbofīlo baktēriju skaita attiecība Stakļupītes bakterioplanktonā un bakteriobentosā.

$SB_{aer}$	$SB_{anaer}$	OB	CB	OB/SB
Bakterioplanktons				
570	200	1420	610	2,5
Bakteriobentoss				
77 500	48 500	123 750	23 750	1,6

#### 4.4. Sedas purva ūdenstilpju augstāko ūdensaugu veģetācija.

Zinātniskajā literatūrā un pamesto kūdras karjeru rekultivācijas plānos nav pieejamas atsauces par veģetācijas attīstību applūdušajos kūdras karjeros. Literatūrā ir pieejamas ziņas par purvu rekultivāciju vai arī purvu pašatjaunošanos, veidojoties sfagnu mozaīkai, taču Sedas purva gadījumā tas netika novērots būtiskā apjomā.

Sedas pieredze rāda, ka, atjaunojoties hidroloģiskajam režīmam, teorētiski paredzamā purva reģenerācija norit atšķirīgi. Tas varētu būt saistīts ar palu periodos no Sedas upes ieplūstošo ūdeņu apjomiem un to ķīmisko sastāvu. Minētais faktors varētu nodrošināt augstāko ūdensaugu attīstībai nepieciešamo barības vielu pieejamību. Ūdensaugu attīstībai nepieciešamo barības vielu atbrīvošanos veicina izstrādātajos kūdras ieguves laukos palikušā kūdras slāņa pārpelnošanās un mineralizācija.

Atbilstoši kūdras ieguves darbu tehnoloģijai, beidzot kūdras lauku izstrādi, tajos nepieciešams atstāt neizstrādātas kūdras slāni vismaz 0,3 m biezumā. Tas teorētiski rada iespēju atsevišķās purva izstrādes vietās atsegties kvartāra nogulumiežiem un papildus veicināt oligo/mezotrofu ūdenstilpju attīstību.

Apsekojot nesen izstrādātas un applūstošas teritorijas, tika novērots, ka šādās teritorijās lēnām attīstās reta bērzu paauga. Palielinoties mitrumam vai šādām teritorijām applūstot, ap bērziem veidojas labvēlīgi apstākļi atsevišķu grīšļu *Carex sp.* attīstībai. Iespējams, bērzu un grīšļu kā pioniersugu sakņu sistēma kalpo par sava veida detrita un minerālvielu izgulsnētāju.

Atsevišķās vietās applūstot izstrādātajiem kūdras laukiem, jaunveidoto ūdenstilpju gruntis ir nestabilas un nav piemērotas ūdensaugu masveida attīstībai. Vienlaikus litorālajā zonā ūdens ir viegli iesilstošs, un, iespējams, notiek paātrināta

kūdras slāņa mineralizācija, vienlaikus veicinot labvēlīgus apstākļus pioniersugu attīstībai. Šāda sukcesija bija vērojama kūdras izstrādes lauka Nr.48 malās, kur blakus kūdras purvam raksturīgajām augu sugām - spilvēm *Eriophorum sp.* izklaidus tika konstatēti arī atsevišķi šaurlapu vilkvālišu *Typha angustifolia*, pūsleņu *Utricularia sp.*, daudzlapju *Myriophyllum sp.*, plakano glīveņu *Potamogeton zosterifolius* eksemplāri.

Īpatnēja sukcesija vērojama bijušajos kūdras laukos Nr.33, 36, 37, 42, kuros sākotnēji bija izveidotas polderu pļavas. Iespējams, ka, ierīkojot pļavu sistēmu, kūdras slānis mineralizējās vai pat tika uzarts un mērķi izveidot zālāju. Šai teritorijai applūstot un papildinoties ar barības vielām bagātiem ūdeņiem no Sedas upes, 573 hektāru platībā izveidojušies mezotrofām ūdenstilpēm raksturīgi apstākļi. Par to liecina arī ūdeņu ķīmiskais sastāvs. Šobrīd teritorija raksturojas ar kopējo aizaugumu līdz 40 % no ūdenstilpes spoguļvirsmas, atsevišķās vietās tās centrālajā daļā veidojoties vienlaidus niedru audzēm, bet peldošo un iegremdēto augu joslās dominējot parastajai glīvenei *Potamogeton natans*, plakanajai glīvenei *Potamogeton zosterifolius* un sūnām. Dominē dziļumi līdz 2 m, vienlaikus bijušo grāvju un kanālu vietās dziļumi sasniedz 2,5 m un lielākus dziļumus.

Atsevišķa noturīga sistēma izveidojusies uz ZA no lauka Nr.42, kur applūdušās teritorijas apmēram 70 hektāru platībā raksturojas ar dziļumiem līdz 2,5 m un plašām ūdensrožu *Nymphaea sp.* audzēm. Iespējams, *Nymphaea* dominējošo stāvokli šajā no citām ūdenstilpēm atšķirīgajā cenozē nosaka lielāks dziļums, kurš nav piemērots masveida niedru attīstībai.

Jāuzsver, ka visas iepriekš aprakstītās ūdenstilpes apsekojuma laikā raksturojās ar dzidrūdēns fāzi.

Ūdenstilpes bijušajā kūdras izstrādes laukā Nr.96 atrodas tiešā pilsētas tuvumā un to izmanto makšķernieki un mednieki. Ūdenstilpes DR stūrī izveidots meniķis, kurš caur Stakļupīti novada ūdeņus uz Gauju. Ir informācija, ka vairākus gadus medību sezonas laikā ūdens līmenis ir ticis nelikumīgi pazemināts ar mērķi vieglāk uzlasīt aizšautos putnus, tādējādi neapzināti sekmējot ūdensaugu attīstību. Atbilstoša situācija bija vērojama arī konkrētajās vietās dabā. Šādos apstākļos kā pioniersuga ieviešas parastā niedre *Pghragmites australis*. Tās sakneņi viegli iesakņojas un pāris gadu laikā aizņem seklāko ūdenstilpes daļu līdz 1 metra dziļumam. Dabā tika novērots, ka pirmajā attīstības fāzē šādās ūdenstilpēs sastopama arī virkne citu ūdensaugu, taču turpmākajos gados niedru audžu noēnojuma rezultātā peldošie un iegremdētie augi var attīstīties tikai ūdenstilpes dziļākajās vietās. Jāsecina, ka aprakstītā ūdens līmeņa

pazemināšana vienkāršo un degradē ūdenstilpi un tajā noritošos procesus.

Ūdens režīma pazemināšana un niedru masveida attīstība turpmāk būtiski izmaina ūdenstilpes attīstības scenāriju. Tas labi novērojams bijušajā kūdras izstrādes laukā Nr.87, kur veidojas masveida niedru audzes ar atsevišķiem šaurlapu vilkvālišu un ezymeldru ieslēgumiem virsūdens augu joslā un atsevišķām peldošo glīveņu *P.natans* asociācijām atklātajā ūdenstilpes daļā. Palielinoties virsūdens augu aizņemtajām platībām un to blīvumam, būtiski palielinās iztvaikošanas apjomi no teritorijas. Turpmākajā attīstības gaitā veidojas monodominants niedrājs ar viendabīgu bezmugurkaulnieku faunu. Šādās teritorijās transpirācijas intensitātes rezultātā ir iespējama temporālu ūdenstilpju veidošanās, kuras funkcionē tikai uz palos, sniega kušanas un lietus nokrišņu laikā uzkrātā ūdens rēķina. Šāda situācija tika novērota bijušajā kūdras izstrādes laukā Nr.46, kurā dominēja vienlaidus blīvas niedru un atsevišķu vilkvālišu audzes. Šajā teritorijā apsekojuma laikā netika konstatētas ar ūdeni klātas platības.

No bioloģiskās daudzveidības viedokļa, ņemot vērā, ka bagāta ūdeņu veģetācija ir faktors, kas parasti paaugstina bioloģisko daudzveidību visā biotopā, vispiemērotākais Sedas purva ūdenstilpju attīstības scenārijs varētu būt atklātu ūdenstilpju mozaīkas veidošana. Šim nolūkam atsevišķās vietās (atkarībā no pēc izstrādes atstātā kūdras slāņa biezuma) ir veicināma dziļāk izstrādātāko (zemākās augstuma atzīmes v.j.l.) lauku uzaršana ar mērķi nodrošināt minerālgrunts atsegšanos un kūdras slāņa mineralizēšanos pirms teritoriju appludināšanas ar Sedas upes palu ūdeņiem. Atbalstāma maksimāli ilga ūdens masu uzturēšana ar mērķi veicināt daudzveidīga ūdensaugāja izveidi ar peldošajiem un iegremdētajiem ūdensaugiem, vienlaikus kontrolējot niedru izplatību.

No ūdensaugu attīstības viedokļa paredzams, ka seklākajos laukos ar vairāk vai mazāk blīvu kūdras gultni veidosies monodominantas niedru audzes. Ar laiku te varētu veidoties slīkšņas un pārejas tipa purvi.

Dziļākajās vietās var veidoties bioloģiski ievērojami daudzveidīgākas ūdensaugu un ar tiem saistīto bentisko bezmugurkaulnieku asociācijas, kopumā veidojot pievilcīgu vidi zivju un ūdensputnu populāciju attīstībai.

## 5. Applūdušo kūdras karjeru iespējamās rekultivācijas metodes un izveidojušos ūdenstilpju attīstības iespējas

Kūdras karjeru rekultivācijas mērķis ir nodrošināt karjeru teritoriju izmantošanu vai arī atjaunot tos pašregulējošos procesus, kas purvu ekosistēmās ļauj uzkrāties kūdras slānim, tādējādi sekmējot purvu ekosistēmas atjaunošanos. Nesenā pagātnē bija maz zināms par purvu ekosistēmu atjaunošanu un arī tagad, izstrādājot rekultivācijas metodes, informācija tiek iegūta no atsevišķiem lauka eksperimentiem un zinātniskiem pētījumiem. Mūsdienās izstrādāto kūdras karjeru un nosusināto purvu rekultivācijas metodes vēl ir attīstības stadijā. Tomēr izmantojot literatūras analīzi iespējams atrast risinājumus, kas izmantojami arī Sedas purvu kūdras karjeru pārplūšanas rezultātā izveidojušos ūdenstilpju attīstības novērtēšanai.

*Purva pašatjaunošanās (self-regeneration)* process norit ļoti lēni, jo kūdras ieguves procesā ir aizvākti gan augi, gan arī to sēklas vai sporas. Kanādā veiktā izstrādāto kūdras purvu apsekojuma rezultāti rāda, ka tikai 17 % karjeru, kur tika iegūta grieztā sūnu kūdra, ir notikusi sfagnu sūnu rekolonizācija. Savukārt, karjeros, kur iegūta frēzkūdra, sūnu sega tikpat kā nav atjaunojusies. Tam par iemeslu ir gan ūdens trūkums, augsnes virskārtas izžūšana, erozija, gan arī augu sēklu un sporu trūkums (Quinty and Rochefort, 2003). Tāpēc ir nepieciešama cilvēka iejaukšanās, lai degradētajās teritorijās veicinātu purva ekosistēmu atjaunošanos vai arī tās lietderīgi apsaimniekotu.

Viens no nozīmīgākajiem kūdras karjeru rekultivācijas veidiem ir *atjaunot sākotnējo purva ekosistēmu* un tās funkcijas. Tā kā kūdras ieguves procesā tiek iznīcināta veģētāciju, „aizvākts” kūdras slānis, kā arī nosusināta izstrādes teritorija, tad, atjaunojot purvus/mitraines, esošās purvu rekultivācijas metodes galvenokārt balstās uz purviem tipisku augu reintrodukciju, hidroloģiskā režīma un vielu biogeoķīmiskās aprites atjaunošanu, lai varētu norisināties kūdras veidošanās procesi (Quinty and Rochefort, 2003). Purva ekosistēmu atjaunošana ir ilgstošs process un to var iedalīt trijos posmos:

1. hidroloģiskā režīma noregulēšana, kas prasa aptuveni 3-5 gadus;
2. purvam tipisku augu ieviešana un veģētācijas segas izveidošanās prasa vairākas dekādes;

3. kūdras veidošanās un uzkrāšanās procesu atjaunošanās, kas var prasīt pat vairākus gadsimtus (Leupold, 2004).

Atkarībā no vides apstākļiem (gruntsūdens līmeņa, kūdras slāņa dziļuma, tās fizikāli ķīmiskajām īpašībām un sadalīšanās pakāpes, vides pH u.c.) izvēlas piemērotākās augu sugas. Zemajiem purviem (zāļu purviem) raksturīgās augu sugas parasti ieviešas, ja vides pH ir 5,0 – 5,5, savukārt sfagnu sūnas dod priekšroku skābākai videi (Leupold, 2004). Ja pēc kūdras izstrādes karjerā ir palicis plāns kūdras slānis, tad jāņem vērā arī minerālaugsnes un gruntsūdeņu ietekmes, kā rezultātā vides pH var pieaugt, kā arī tā tiek bagātināta ar minerālajiem elementiem. Šādās teritorijās dominē zemajiem purviem raksturīgās augu sugas. Lai gan nav noteikti vienoti kritēriji, cik dziļam jābūt kūdras slānim rekultivējamajā teritorijā, Kanādas pētnieki rekomendē atstāt ap 50 cm dziļu kūdras slāni (Quinty and Rochefort, 2003). Augu diasporas pētnieki rekomendē ņemt no blakus esošajiem purviem, gan lai samazinātu rekultivācijas izmaksas, gan arī lai rekultivējamajā teritorijā būtu pārstāvētas vietējām purvu ekosistēmām raksturīgās augu sugas (Quinty and Rochefort, 2003; Gorham and Rochefort, 2003). Lai celtu un nostabilizētu gruntsūdens līmeni, tiek bloķētas vecās drenāžas sistēmas vai arī ūdens no izstrādājamām platībām tiek novadīts uz rekultivējamo teritoriju.

Cilvēka neskartos purvos ir sastopami daudzi nelieli ezeriņu, kuru skaits var būt pat vairāki simti, tomēr literatūrā ir aprakstīti tikai daži mēģinājumi rekultivējamās teritorijās izveidot mākslīgus purvu ezerus. Purvu ezeriņiem ir liela nozīme bioloģiskās daudzveidības uzturēšanā, jo tie kalpo kā dzīves vide daudzām augu un dzīvnieku sugām, kas sastopamas tikai šajos ezeros vai to tiešā tuvumā. Pēc Kanādas pētnieku rekomendācijām ieteicamā mākslīgo purva ezeru platība būtu 75 – 150 m<sup>2</sup>, bet dziļums - aptuveni 1 – 2 m. Ezeru dziļums ir atkarīgs arī no tā, kādas putnu sugas dotajā teritorijā būtu vēlamas. Tā, piemēram, meža pīles (*Anas spp.*) barību var sameklēt tikai 30 – 50 cm dziļumā, bet gaigalas (*Bucephala clangula*), cekulpīles (*Aythya fuligula*) un gauras (*Merganser spp.*) spēj sameklēt barību dziļumos lielākos par 1 m (Vikberg, 1996). Turklāt ir svarīgi, lai ezeram pamatā būtu pietiekams kūdras slānis (vismaz 30 - 60 cm), un tiktu novērsta minerālaugsnes ietekme uz ezeru ekosistēmu. Tas ļautu izvairīties no purviem netipisku augu sugu invāzijas rekultivējamajā teritorijā (Quinty and Rochefort, 2003; Vikberg, 1996). Tomēr nepieciešams atzīmēt, ka minētie risinājumi izstrādāti, lai nodrošinātu ezeru izveidi, atjaunojot purvu kā vienotu ekosistēmu.

Daudzos gadījumos izstrādātajos kūdras karjeros nav iespējams atjaunot sfagnu sūnu veģetāciju un karjeru rekultivācijai ir jāmeklē citi varianti. Vācijas un Nīderlandes speciālisti šādos gadījumos iesaka **izstrādātās teritorijas appludināt**, nodrošinot zemu, bet regulējamu ūdens līmeni ar mērķi ļaut savairoties sfagnu sūnām pašām un nepieļaut purvam svešu sugu ieviešanos. Parasti šādā veidā tiek rekultivētas lielas platības, kuras ir applūdušas ziemās sezonā, bet vasarā tās var arī izžūt. Izmantojot šo metodi, atsevišķas sfagnu sūnu sugas (piemēram, *Sphagnum cuspidatum*) var pašas ieviesties. Tā kā appludinātās teritorijas ir lielas, tad viņu darbība var negatīvi ietekmēt veģetācijas attīstību, kā arī izskalot krastus un dambjus (Quinty and Rochefort, 2003).

Ja izstrādātos karjeros paredzēts appludināt rekreācijas vajadzībām, īpaši, makšķerēšanai, tad ezeriem jābūt pietiekami dziļiem. Šajā gadījumā tiek rekomendēts izsmelt visu kūdru, lai ezera pamatā būtu minerālaugsne, kas varētu bagātināt ūdeņus ar galvenajiem neorganiskajiem joniem (kalciju, hidrogēnkarbonātiem u.c.), tādējādi radot labākus apstākļus ūdensaugu un arī zivju populācijas attīstībai. Ūdensaugi nodrošina gan barības bāzi, gan arī dzīves vidi aļģēm, bezmugurkaulniekiem, zivīm un ūdensputniem. Rekomendētais ezeru vidējais dziļums ir ap 1,5 – 2 m ar atsevišķām dziļākām vietām (Caffrey, 1998).

Lai arī purvi ir tikuši intensīvi nosusināti, lai paplašinātu **lauksaimniecībā izmantojamo zemju teritorijas**, tomēr izstrādātie kūdras karjeri reti tiek pārveidoti šādam mērķim. Tam par iemeslu ir kūdras zemais pH līmenis un barības vielu saturs, tomēr, pielietojot atbilstošas metodes un ierīkojot drenāžu, kūdras karjeros ir iespējams pārveidot par lauksaimniecībā izmantojamām zemēm. Atbilstoši ierīkojot teritorijas, tajās ir iespējams audzēt rudzus, auzas, kartupeļus, timotiņu, lupīnas, burkānus, salātus u.c. kultūras (Kreshtapova et al., 2003; Okruszko, 1996). Kā priekšrocības šim apsaimniekošanas veidam var minēt līdzeno reljefu, teritorijā ir maz akmeņu, izstrādātajos kūdras karjeros nav nezāļu sēklu, augu slimību ierosinātāju un kaitēkļu. Tomēr bieži vien šīs teritorijas atrodas nomaļus no ceļiem un apdzīvotām vietām, lauksaimniecības tehnikas izmantošana var būt problemātiska, teritoriju nepieciešams mēslojot un kaļķot, kā arī uzlabot organisko augšņu fizikālās īpašības. Šie un citi faktori var stipri sadārdzināt izmaksas (Leupold, 2004).

Kūdras karjeros var izmatot arī **augu biomasas ražošanai**. Saražoto biomasu tālāk var izmantot enerģētikā un celulozes ražošanā, turklāt tiek prognozēts, ka Rietumeiropas valstīs augu (ne koksnes) biomasas izmantošana celulozes ražošanā

strauji pieaug. Biomasas ražošanai var izmantot parasto miežabrāli (*Phalaris arundinacea*), niedru auzeni (*Festuca arundinacea*), pļavas auzeni (*Festuca pratensis*), pļavas timotiņu (*Phleum pratense*) un citas sugas (Leupold, 2004). Turklāt augi regulē mitruma režīmu, kā arī efektīvi aiztur slāpekli, fosforu un kāliju, mazinot šo elementu plūsmas uz lejtecē esošiem ūdeņiem. Biomasas ražošanai kultivē arī ātraudzīgus kokus, piemēram, bērzus, vītulus, papeles, kārkļus u.c.

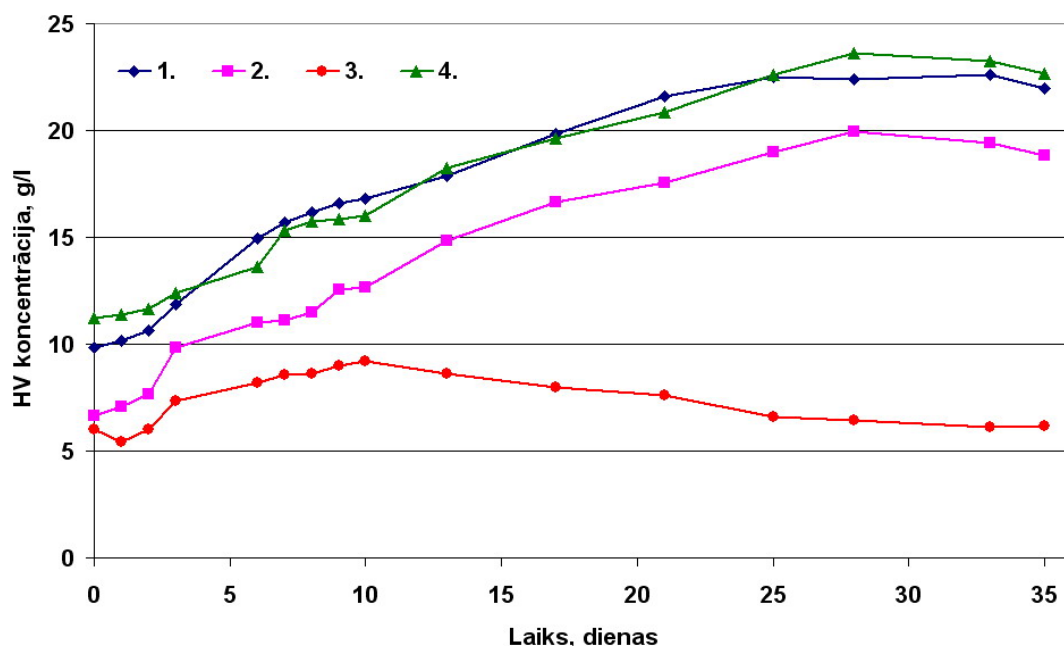
Biežāk kūdras karjeros tiek **kultivēti purva augi**: dzērvenes, lācenes, aronijas, arī zilenes. Senākas tradīcijas ir kultivēto dzērveņu audzēšanā. Dzērvenāji parasti labi ieaug, un kopā ar purviem tipiskām sūnu sugām un spilvēm noklāj teritoriju. Dzērveņu kultivēšanai piemērotas teritorijas, kur ir relatīvi augsts gruntsūdens līmenis un kūdra ir vāji sadalījusies. Igaunijā veiktie aprēķini rāda, ka dzērveņu raža no dabiskiem purviem ir vidēji 250 kg/ha, bet no kultivētām platībām bijušajos kūdras karjeros var novākt pat 2 - 3 t/ha gadā (Leupold, 2004).

Izstrādātos kūdras karjeros **iespējams apmežot**, un šī rekultivācijas metode tiek izmantota Īrijā un Somijā. Lai karjeru varētu apmežot, ir jānoregulē ūdenslīmenis, tāpat nepieciešams augsni mēslojot un jāizvēlas reģionam piemērotas koku sugas.

Sedas kūdras karjera pārplūšanas rezultātā izveidojušos ezeru tālākās attīstības izvērtēšanai svarīgi ir izprast, kā var mainīties organisko vielu saturs ūdeņos, kas var noteikt veidojošos ūdenstilpju tālāko likteni, ietekmējot:

1. ūdeņu estētisko kvalitāti un izmantošanas iespējas rekreācijai (brūnūdens ezeri, kā likums rekreācijai var būt maz pievilcīgi);
2. ūdeņu izmantošanas iespējas zivsaimniecībā (brūnūdens ezeros, augstais organisko vielu saturs un humusvielu klātbūtne ne tikai kavē barības bāzes attīstību, bet arī tieši ietekmē sugu daudzveidību un kopējo daudzumu);
3. ūdeņu nozīmi ainaviski daudzveidīgas aizsargājamas teritorijas izveidē;
4. ūdeņu nozīmi purva kā ekosistēmas atjaunošanā;
5. ūdens kvalitātes ietekmi uz saistītiem ūdeņiem – Burtnieku ezeru, Gauju.

Ezeru ūdeņu tālākās attīstības izvērtēšanai tika veikti eksperimenti, kuru laikā tika modelētas ūdeņu sastāva izmaiņas, vispirms organisko vielu veidošanās. Šim nolūkam tika pētīta organisko vielu veidošanās ātrums mēneša laikā, optimālos apstākļos apstrādājot kūdras masu (modelē ezeru dobi veidojošos kūdrū) gan ar augstu organisko vielu saturošu ūdeni, gan arī izmantojot apsekoto ūdenstilpju ūdeni, attiecīgi vienā paraugā nodrošinot dabiski ūdenī esošo mikroorganismu nomākšanu, gan arī citā paraugā veicot papildus aerāciju (40. att.).



40. attēls. Organisko vielu koncentrācijas mainības dinamika pētīto ezeru ūdeņiem kontaktā ar kūdras masu. 1. – Sedas ezera ūdeņi; 2. – paraugu ņemšanas vietas Nr.2 ūdeņi; 3 – paraugu ņemšanas vietas Nr.2 ūdeņi, tos aerējot; 4. – 1. – Sedas ezera ūdeņi, nomācot tajos mikroorganismu attīstību

Kā parāda veikto eksperimentu rezultāti, tad mikroorganismu darbības nomākšana visai maz ietekmē kūdras organiskās vielas nokļūšanu ūdens vidē, respektīvi, kūdras organisko vielu „izšķīšanu”. Tajā pat laikā paraugos, kuros atrodama ezeru ūdenī esošo mikroorganismu populācijas organisko vielu daudzums pieaug praktiski nemitīgi, turklāt tas visai maz atkarīgs no ūdens aerācijas. Veiktā eksperimenta rezultāti līdz ar to ir nozīmīgi izpratnei par to, kas var notikt ar ezeru ūdeņiem un visai acīmredzama ir iespēja, ka tie pārvērtīsies par tipiskiem brūnūdens (purva ezeriem).



## Secinājumi

Sedas un Zaļā purva teritorijās esošo applūdušo kūdras karjeru ķīmiskais sastāvs, kā arī makrozoobentosa, fitoplanktona un mikroorganismu cenozes atšķiras no tipisku purva ezeru ūdeņu kvalitātes rādītājiem. Tas varētu liecināt par to, ka pēc kūdras izsmelšanas karjeros nav atstāts pietiekams kūdras slānis, jo ūdeņu sastāvu apsekotajās ūdenstilpēs ietekmē teritorijas ģeoloģiskā uzbūve. Sedas purva applūdušajos karjeros pavasara palu laikā vērojama arī virszemes ūdeņu pieplūde no Sedas upes. Kopumā visām apsekotajām ūdenstilpēm raksturīgs ļoti zems piesārņojuma līmenis un to ekoloģiskā kvalitāte ir vērtējama kā laba.

Apsekojumā secināts, ka izstrādātajās teritorijās kā vispārēja tendence vērojama lēna reta bērzu paaugas reģenerācija. Palielinoties mitrumam, vai šādām teritorijām applūstot, ap bērzu veidojas labvēlīgi apstākļi atsevišķu grīšļu *Carex sp.* attīstībai. Iespējams bērzu un grīšļu kā pioniersugu sakņu sistēma kalpo par sava veida detrīta un minerālvielu izgulsnētāju.

No bioloģiskās daudzveidības viedokļa, ņemot vērā, ka bagāta ūdeņu veģetācija ir faktors, kas parasti paaugstina bioloģisko daudzveidību visā biotopā, vispiemērotākais Sedas purva ūdenstilpju attīstības scenārijs ir atklātu ūdenstilpju mozaīkas veidošana. Šim nolūkam atsevišķās vietās (atkarībā no pēc izstrādes atstātā kūdras slāņa biezuma) ir veicināma dziļāk izstrādātāko (zemākās augstuma atzīmes v.j.l.) lauku uzāršana ar mērķi veicināt minerālgrunts atsegšanos un kūdras slāņa mineralizēšanos pirms teritoriju appludināšanas ar Sedas upes palu ūdeņiem. Atbalstāma maksimāli ilga ūdens masu uzturēšana ar mērķi sākotnēji veicināt daudzveidīga ūdens augāja izveidi attīstīties peldošajiem un iegremdētajiem ūdensaugiem, un vienlaikus kontrolējot niedru izplatību. No ūdensaugu attīstības viedokļa paredzams, ka seklākajos laukos ar vairāk vai mazāk blīvu kūdras gultni veidosies monodominantas niedru audzes. Ar laiku te varētu veidoties slīkšņas un pārejas tipa purvi.

Dziļākajās vietās var veidoties bioloģiski ievērojami daudzveidīgākas ūdensaugu un ar tiem saistīto bentisko bezmugurkaulnieku asociācijas, kopumā veidojot pievilcīgu vidi zivju un ūdensputnu populāciju attīstībai.

Jau tuvākajā nākotnē būtu nepieciešams definēt izstrādātā mitrāja atjaunošanas mērķi konkrētās teritorijās – dabiska reģenerācija ar minimālu cilvēka iejaukšanos vai virzīta darbība maksimāli bioloģiski daudzveidīgu un saimnieciski izmantojamu platību veidošanā.

## LITERATŪRA

- Anonymous (2003) Teiču dabas rezervāta purvu ezeru kompleksais hidroķīmiskais un hidrobioloģiskais monitorings 2002. g. LU Bioloģijas institūta Hidrobioloģijas laboratorija
- APHA, AWWA, WPCF (1989) Standard methods for the examination of water and Wastewater, 17<sup>th</sup> ed. American Public Health Association. Washington D.C.
- Bottrell H.H., Duncan A., Gliwicz Z.M., Grygierek E., Herzig A., Hillbricht-Ilkowska A., Kurasawa H., Larsson P., Weglenska T. (1976) A review of some problems in zooplankton production studies. *Norw. J. Zool.* **24**: 419 – 456.
- Caffrey J. (1998) A new fishing resource for the Midlands. In: The future use of cutaway bogs. Lough Boora Parklands. Cutaway Bogs Conference. Brosna Press Ltd., Ferbane, Co. Offlay, Ireland. pp. 28-33
- Cimdiņš P. (2001) Limnoekoloģija. Rīga, Latvijas Universitāte, 159
- CORINE Land Cover 2000 Latvija (2003) Latvijas Vides aģentūra, Eiropas Vides aģentūra (mērogs 1:100000)
- Druvietis I., Briede A., Eglite L., Parele E., Springe G. (2005) Biological features of bog lakes with different amount of humic substances. Nordic – Baltic chapter. 10th Nordic IHSS Symposium on Character of natural organic matter and its role in the environment. Book of Abstracts. 21 p
- Environmental quality criteria. Lakes Watercourses. (2000) Report 5050, Swedish EPA
- Fuchsmann C. H. (1980) Peat industrial chemistry and technology. Academic press. pp. 279
- Garrison P.J., Webster K.E. (1988) The effects of acidification on the invertebrate portion of the aufwuchs in a mesocosm experiment. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* **23(4)**: 2273-2278
- Gorham E., Rochefort L. (2003) Peatland restoration: A brief assessment with special reference to *Sphagnum* bogs. *Wetlands Ecology and Management*. **11**: 109-119
- HACH (1992) Hach Water Analysis Handbook, 2<sup>nd</sup> ed. Hach Company, Loveland, Colorado.
- <http://www.seda.lv/lv/index.htm> (skatīts 29.07.2005.)
- Immirzi C.P., Maltby E. (1992) *The Global status of peatlands and their role in the carbon cycle*. Wetlands Ecosystems Research Group, Report 11. Exeter, UK: University of Exeter
- Kivinen E., Pakarinen P. (1981) Geographical distribution of peat resources and major peatland complex types in the world. *Annales Academiae Scientiarum Fennicae*, 132–135
- Krauklis I. (1998) Sedas tīrelis // Enciklopēdija Latvijas daba. 5. sēj. Rīga: Preses nams, 68.lpp
- Kreshtapova V.N., Krupnov K.A., Uspenskaya O.N. (2003) Quality of organic soils for agricultural use of cutover peatlands in Russia // In: Organic soils and peat materials for sustainable agriculture. Chapter 9. CRC Press London N 4, 175-186
- Kuršs V., Stinkule A. (1997) Latvijas derīgie izrakteņi, Latvijas Universitāte, Rīga, 200 lpp
- Leupold S. (2004) After use of cutaway peatlands – an overview of options and management planning. Swedish University of Agricultural Sciences.
- Lizuma L. (2000) An analysis of long-term meteorological data series in Riga. *Folia Geogr.*, VII, 53-61

- O'Connor Á., Kavanagh B., Reynolds J.D. (2000) Aquatic macroinvertebrate colonisation of artificial water bodies on catabay oceanic raised bog in Ireland. Proceedings of the 11th International Peat Congress, Quebec, Canada, August, 2000 (<http://www.bnm.ie/downloads/oconnor>)
- Okruszko H. (1996) Agricultural use of peatlands. In: Lappalainen E. (Ed.) Global peat re-sources. International Peat Society, Jyväskylä, Finland. pp. 303–309
- Piper A.M. (1944) A graphical procedure in the geochemical interpretation of water-analysis. *Am. Geophys. Union. Trans.* **25**: 914-923
- Quinty F., Rochefort L. (2003) Peatland restoration guide. 2nd edition. Canadian Sphagnum Peat Moss Association and New Brunswick Department of Natural Resources and Energy. Quebec
- Vikberg P. (1996) Converting cutaway peatlands for game management purposes. In: Vasander H. (ed.) Peatlands in Finland. Finnish Peatland Society, Helsinki, Finland. pp. 138-142
- Wetzel R. (2001) Limnology, Lake and River Ecosystems. San Diego, California, USA, Academic Press, p. 1006.
- Zelčs V. (1998) Sedas līdzenums Enciklopēdija Latvijas daba. 5. sēj. Rīga: Preses nams, 66.-68.lpp.
- Zīverts A., Jauja I. (1997) Water resources of Latvia and a method for determination of the soil water regime in land evaluation. *Proc.Latv.Acad.Sci. Section B.* **3**: 97-105
- LVĢMA (2006) Derīgo izrakteņu (būvmateriālu izejvielu, kūdras un dziedniecības dūņu) krājumu bilance par 2005. gadu. 120 lpp. Interneta adrese: ([www.meteo.lv/upload\\_file/GADA%20PARSKATI/GEOLOGIJA/2005.%20gada%20bilance.pdf](http://www.meteo.lv/upload_file/GADA%20PARSKATI/GEOLOGIJA/2005.%20gada%20bilance.pdf)) (skatīta 30.11.2006.)
- Ettl H. (1983) *Chlorophyta. I. Phytomonadina*. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bd. 9. Jena
- Ettl H. (1988) *Chlorophyta II. Tetrasporales, Chlorococcales, Gloeodendrales*. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bd. 10. Jena
- Kalbe L. (1973) Diatomeen. *Kieselalgen in Binnengewässern*. Ziemsens, 2. Wittenberg Lutherstadt
- Reynolds C.S. (1993) *The ecology of freshwater phytoplankton*. Cambridge, University Press
- Tikkanen T., Willén T. (1992) Växtpflanktonflora. Naturvårdsverket, Solna. 280 pp
- Utermöhl H., (1958) Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton-Methodik. *Mitt. int. Ver. theor. angew. Limnol.* **19**: 100-124
- Ķemeru Nacionālā parka mājaslapa: <http://www.kemeri.gov.lv> (skatīta 04.12.2006.)
- Bioloģiskās daudzveidības nacionālā programma (1999) pieejams Internetā: [http://www.vidm.gov.lv/vad/Latviski/Plani/BD\\_nac\\_progr.html](http://www.vidm.gov.lv/vad/Latviski/Plani/BD_nac_progr.html) (skatīts: 06.12.2006.)
- Valsts Ģeoloģijas dienesta informācijas sistēma. Ģeoloģiskie novērojumi. Mājas lapa Internetā: <http://mapx.map.vgd.gov.lv/g3inflv/noveroumi/nv08.htm> (skatīts: 06.12.2006.)
- Anesio A.M., Graneli W., Aiken G.R., Kieber D.J., Mopper K. (2005) Effect of humic substance photodegradation on bacterial growth and respiration in lake water. *Appl. Environ. Microbiol.* **71(10)**: 6267-75.
- Bergstrom A., Jansson M. (2000) Bacterioplankton Production in Humic Lake Ortrasket in Relation to Input of Bacterial Cells and Input of Allochthonous Organic Carbon. *Microb. Ecol.* **39(2)**: 101-115.
- Coates J.D., Cole K.A., Chakraborty R., O'Connor S.M., Achenbach L.A. (2002) Diversity and ubiquity of bacteria capable of utilizing humic substances as

- electron donors for anaerobic respiration. *Appl. Environ. Microbiol.* **68(5)**: 2445-52.
- Eiler A., Langenheder S., Bertilsson S., Tranvik L.J. (2003) Heterotrophic bacterial growth efficiency and community structure at different natural organic carbon concentrations. *Appl. Environ. Microbiol.* **69(7)**: 3701-9.
- Fisher M.M., Graham J.M., Graham L.E. (1998) Bacterial Abundance and Activity across Sites within Two Northern Wisconsin Sphagnum Bogs. *Microb. Ecol.* **36(3)**: 259-269.
- Fisher M.M., Klug J.L., Lauster G., Newton M., Triplett E.W. (2000) Effects of resources and trophic interactions on freshwater bacterioplankton diversity. *Microb. Ecol.* **40**: 125 – 138.
- Graham J.M., Kent A.D., Lauster G.H., Yannarell A.C., Graham L.E., Triplett E.W. (2004) Seasonal dynamics of phytoplankton and planktonic protozoan communities in a northern temperate humic lake: diversity in a dinoflagellate dominated system. *Microb. Ecol.* **48(4)**: 528-40.
- Haglund A.L., Tornblom E., Bostrom B., Tranvik L. (2002) Large differences in the fraction of active bacteria in plankton, sediments, and biofilm. *Microb. Ecol.* **43(2)**: 232-241.
- Hertkorn N., Claus H., Schmitt-Kopplin P., Perdue E.M., Filip Z. (2002) Utilization and transformation of aquatic humic substances by autochthonous microorganisms. *Environ. Sci. Technol.* **36(20)**: 4334-45.
- Karlsson J., Jansson M., Jonsson A. (2002) Relationship between pelagic primary and bacterial production in clearwater and humic lakes. *Ecology* **83**: 2902-2910.
- Karlsson J., Jonsson A., Jansson M. (2001) Bacterioplankton Production in Lakes along an Altitude Gradient in the Subarctic North of Sweden. *Microb. Ecol.* **2(3)**: 372-382.
- Kent A.D., Jones S.E., Yannarell A.C., Graham J.M., Lauster G.H., Kratz T.K., Triplett E.W. (2004) Annular patterns in bacterioplankton community variability in a Humic lake. *Microb. Ecol.* **48**: 550 – 560.
- Lindstrom E.S. (2000) Bacterioplankton Community Composition in Five Lakes Differing in Trophic Status and Humic Content. *Microb. Ecol.* **40(2)**: 104-113.
- Tadonleke R.D., Planas D., Lucotte M. (2005) Microbial food webs in boreal humic lakes and reservoirs: ciliates as a major factor related to the dynamics of the most active bacteria. *Microb. Ecol.* **49(2)**: 325-341.
- Vrede K., Stensdotter U., Lindstrom E.S. (2003) Viral and bacterioplankton dynamics in two lakes with different humic contents. *Microb. Ecol.* **46(4)**: 406-15.
- Nusbaums J., Rieksts J. (1997) Purvi - Kavacs G. (red.) Latvijas dabas enciklopēdija. 4. daļa. Preses nams, Rīga. 195.-199. lpp
- Романенко В.И., Кузнецов С.И. (1974) Экология микроорганизмов пресных водоемов. Лабораторное руководство. Ленинград, Наука. 194 с