

SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA
V NITRE
FAKULTA AGROBIOLÓGIE A POTRAVINOVÝCH ZDROJOV
Katedra environmentalistiky a zoológie

**Monitorovanie a hodnotenie kvality vody v Prírodnej
rezervácii Žitavský luh z ekologického hľadiska**

Autoreferát dizertačnej práce
na získanie vedecko-akademickej hodnosti philosophiae doctor
vo vednom odbore: 41-01-9
Všeobecná rastlinná výroba

Mgr. Jana Beňáčková

Nitra, 2007

Dizertačná práca bola vypracovaná v dennej forme doktorandského štúdia na Katedre environmentalistiky a zoológie Fakulty agrobiológie a potravinových zdrojov Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre.

Doktorand: Mgr. Jana Beňačková
Katedra environmentalistiky a zoológie
Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Vedúci dizertačnej práce: doc. Ing. Jaroslav Noskovič, CSc.
Katedra environmentalistiky a zoológie
Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Oponenti: prof. Ing. Eduard Bublinec, CSc.
Ústav ekológie lesa
Slovenská akadémia vied, Zvolen

prof. RNDr. Juraj Hreško, CSc.
Katedra chémie
Fakulta biotechnológie a potravinárstva
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

prof. Ing. Jozef Stred'anský, DrSc.
Katedra krajinného plánovania a pozemkových úprav
Fakulta záhradníctva a krajinného inžinierstva
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Autoreferát bol odoslaný dňa

Stanovisko k dizertácii vypracovala Katedra environmentalistiky a zoológie, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre.

Obhajoba doktorandskej dizertácie sa koná dňa o h pred komisiou pre obhajobu dizertačných prác vedného odboru 41-01-9 Všeobecná rastlinná výroba na Fakulte agrobiológie a potravinových zdrojov, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre.

Miesto konania: Katedra environmentalistiky a zoológie
Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre
Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra

Miestnosť: Knižnica

S dizertačnou prácou sa možno oboznámiť na dekanáte Fakulty agrobiológie a potravinových zdrojov.

Predseda komisie pre obhajoby vo vednom odbore 41-01-9
prof. Ing. Magdaléna Lacko-Bartošová, CSc.
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

ABSTRAKT

V priebehu rokov 2003 až 2005 boli v Prírodnej rezervácii Žitavský luh (mokrad') odoberané vzorky vody za účelom monitorovania a hodnotenia jej kvality na základe vybraných 17-tich ukazovateľov kvality povrchových vôd. Kvalita vody sa hodnotila v súlade s STN 75 7221 – Kvalita vody. Klasifikácia kvality povrchových vôd. Norma klasifikuje vodu z ekologického hľadiska. Odbery vzoriek vody sa realizovali v pravidelných mesačných intervaloch sledovaných rokov z piatich odberových miest, ktoré reprezentovali odlišné biotopy. V rokoch 2004 a 2005 boli odoberané aj vzorky na determináciu riasovej a sinicovej flóry vo vode mokrade. Vzorky boli odoberané raz mesačne od mája do augusta v tom istom dátume zo siedmich odberových miest. Pri hodnotení dosiahnutých výsledkov sme použili viacero matematicko-štatistických metód. Z výsledkov vyplýva, že voda vo všetkých odberových miestach bola podľa STN 75 7221 zaradená do výslednej V. triedy kvality povrchových vôd (veľmi silno znečistená voda) a to na základe najhoršieho zo sledovaných ukazovateľov, ktorými vo všetkých piatich odberových miestach boli $P-PO_4^{3-}$ a $CHSK_{Cr}$. Koncentrácie nutričov sú prirodzene vysoké, vedúce k početnej rastlinnej produkcii, hlavne dominantnej trste (*Phragmites australis*) a expandujúcej pálky širokolistej (*Typha latifolia*), čím dochádza k zmenšovaniu plochy otvorenej vodnej hladiny, na ktorú sú topicky a troficky užšie viazané určité spoločenstvá vodných vtákov. Z výsledkov dvojročného výskumu sinicovej a riasovej flóry vyplýva, že flóra mikrofytov v mokradi je reprezentovaná druhmi, ktoré sú typické pre aluviálne alkalické mokrade, zahrňujúce vzácne druhy vyskytujúce sa len v prirodzene eutrofných vodách. Ochrana Žitavského luhu je opodstatnená i z hľadiska algologického, pretože mokrade poskytujú prostredie organizmom, ktoré sú v regulovaných riečnych systémoch potlačené. Výsledná kvalita vody mokrade je najhoršia, čo možno vysvetliť tým, že ide o prirodzený močiarny ekosystém, v ktorom dochádza k procesu zazemňovania, ktorý však v tomto území urýchlil človek svojou činnosťou v posledných desaťročiach.

Kľúčové slová: kvalita vody, mokrad', ukazovatele kvality povrchových vôd, STN 75 7221, sinicová a riasová flóra

SUMMARY

Over the three years 2003-2005 the locality of Nature Reserve Žitavský luh (wetland) was examined to realize water sampling for the purpose of monitor and evaluation water quality in terms of chosen 17 indicators of water surface quality. The water quality was evaluated according to Slovak technical standard 75 7221 – Water Quality. Classification of surface water quality. This Standard classifies water in ecological point of view. The water was sampled regularly, over the whole years 2003-2005, monthly, from five sample Sites, which represented various biotopes. Over the years 2004 and 2005 was also realized sampling for determination of algae and cyanobacteria flora in water of wetland. Samples were taken once per month from May till August in the same day as samples for

chosen indicators of water quality assessment from seven Sites. By the evaluation of obtained results we used several statistical methods. From the results we can state, that the water from all Sites according to STS 75 7221 was classified into the final V. class of surface water quality (very heavy polluted water) according to the worst one from observed indicators, which were the P-PO₄³⁻ and COD_{Cr} in all five Sites. Concentrations of nutrients were high, creating suitable conditions for hydrophytes growth and development, mainly dominant reed *Phragmites australis* and expansive *Typha latifolia*, which consequently contributes to reducing the open water table, which provides important habitats (topic and trophic) for certain water birds communities. From obtained two years results of algae and cyanobacteria flora resulting, that the flora of microphytes in wetland was represented mainly by the species typical for alluvial alkaline wetlands, involving rare species which incident only in natural eutrophic waters that is why the protection of Nature Reserve is well-founded. Final water quality is the worst, which can be explain by natural marshy ecosystem, where happened to the stand succession suchlike in others shallow eutrophic water reservoirs, but the succession process was elevated by human activities in last decades.

Key words: water quality, wetland, surface water quality indicators, Slovak Technical Standard 75 7221, algae and cyanobacteria flora

OBSAH

<u>OBSAH</u>	5
<u>IÚVOD</u>	6
<u>2 CIEĽ PRÁCE</u>	6
<u>3 MATERIÁL A METÓDY</u>	7
<u>3.1 Charakteristika záujmového územia</u>	7
<u>3.2 Odber vzoriek</u>	7
<u>3.3 Spracovanie vzoriek</u>	8
<u>3.4 Štatistické vyhodnotenie</u>	10
<u>4 SÚHRN VÝSLEDKOV S UVEDENÍM NOVÝCH</u>	10
<u>POZNATKOV</u>	10
<u>4.1 REAKCIA VODY (pH)</u>	10
<u>4.2 ELEKTROLYTICKÁ KONDUKTIVITA (VODIVOSŤ)</u>	11
<u>4.3 ROZPUSTENÝ KYSLÍK</u>	11
<u>4.4 DUSIČNANOVÝ DUSÍK (N-NO₃⁻)</u>	12
<u>4.5 AMÓNNY DUSÍK (N-NH₄⁺)</u>	12
<u>4.6 DUSITANOVÝ DUSÍK (N-NO₂⁻)</u>	12
<u>4.7 CHLORIDY (Cl)</u>	13
<u>4.8 FOSFOREČNANOVÝ FOSFOR (P-PO₄³⁻)</u>	13
<u>4.9 CELKOVÝ FOSFOR (P_{Celk.})</u>	14
<u>4.10 SÍRANY (SO₄²⁻)</u>	14
<u>4.11 CHEMICKÁ SPOTREBA KYSLÍKA MANGANISTANOM DRASELNÝM (CHSK_{Mn})</u>	14
<u>4.12 CHEMICKÁ SPOTREBA KYSLÍKA DICHRÓMANOM DRASELNÝM (CHSK_{Cr})</u>	15
<u>4.13 BIOCHEMICKÁ SPOTREBA KYSLÍKA (BSK₅)</u>	15
<u>4.14 VÁPNIK</u>	16
<u>4.15 HORČÍK</u>	16
<u>4.16 SODÍK</u>	17
<u>4.17 DRASLÍK</u>	17
<u>4.18 TEPLOTA VODY</u>	17
<u>5 ZÁVERY</u>	18
<u>6 POUŽITÁ LITERATÚRA</u>	20
<u>7 ZOZNAM PUBLIKOVANÝCH PRÁC AUTORA</u>	20
<u>SÚVISIACICH S RIEŠENOU PROBLEMATIKOU</u>	20

1 ÚVOD

Voda, ktorá podmieňuje existenciu všetkých foriem života na Zemi, tvorí základnú zložku životného prostredia človeka a je nevyhnutnou súčasťou všetkých rastlinných a živočíšnych ekosystémov. Žiadny fyziologický proces nemôže prebiehať bez jej účasti a pomoci.

Voda dala tvár našej planéte tak výnimočnej v celom vesmíre. Voda dáva krajine život v najrôznejších podobách. Vo vode pravdepodobne vznikla prvá živá bunka. Od najstarších čias človek osídľoval povodia riek a využíval ich životodarnú silu. Trvalo dlho, kým si uvedomil ich zraniteľnosť. Za ten čas mnoho oblastí spustošil a premenil na územia smrti. Napriek tomu ostalo na Zemi ešte mnoho miest, kde sa zachovali rieky, mokrade a všetky formy prirodzenej akumulácie vôd oázami života. Aj preto bol význam vody pre človeka a jeho životné prostredie všestranne a výstižne definovaný v 12 bodoch Európskej charty o vode, ktorá bola vyhlásená Európskou radou 6.5. 1948 v Štrasburgu. Voda je základnou zložkou všetkých typov mokradí. Mokrad'ové ekosystémy – ako najproduktívnejšie biotopy sveta poskytujú celý rad environmentálnych a socio–ekonomických funkcií a úžitkov. Medzi ich hlavné funkcie patrí najmä akumulácia a retencia vody, čistenie vôd odstraňovaním živín, zabezpečenie biologickej diverzity, produkcia biomasy a kyslíka, zabezpečovania zdroja pitnej a úžitkovej vody, akumulácia sedimentov a polutantov, tlmenie záplavových vĺn pri povodniach a iné. Mokrade sú významným biotopom mnohých ohrozených a vzácnych druhov flóry a fauny a významným ekostabilizačným prvkom krajiny a zdrojom zachovania biodiverzity. Záujmovým územím v našom prípade je Prírodná rezervácia (PR) Žitavský luh a problematika spracovaná v tejto dizertačnej práci bola riešená v rámci výskumného projektu VEGA 1/0196/03 „Štúdium diverzity biocenóz Prírodnej rezervácie Žitavský luh vo vzťahu k jednotlivým zložkám biotopov“.

2 CIEĽ PRÁCE

Hospodárenie s vodou a jej ochrana nadobúda stále väčší strategický význam najmä preto, že dostupnosť vodných zdrojov vystupuje ako jeden z globálnych problémov sveta. Trvalo udržateľné využívanie vôd z dôvodov zabezpečenia vody ako základnej podmienky zachovania života vyvoláva čoraz nástojčivejšiu potrebu efektívneho integrovaného riadenia ochrany vôd a nakladania s vodami. Ochrana a hospodárenie s vodou je celospoločenským záujmom, preto je potrebné s ňou hospodáriť šetrne, starať sa o jej ochranu kvalitatívnu, ale aj kvantitatívnu a nakladanie s ňou musí byť transparentné a demokratické.

Na základe poznatkov o význame a funkciách takýchto typov vôd sú koncipované aj ciele našej práce, ktoré sme zhrnuli do nasledovných bodov:

- systematicky sledovať kvalitu vody v priestore a čase v Prírodnej rezervácii na základe vybraných indikátorov kvality povrchovej vody a identifikovať jej riasovú a sinicovú flóru

- ▶ zhodnotiť a klasifikovať aktuálny stav kvality povrchovej vody z ekologického hľadiska
- ▶ identifikovať zdroje znečisťovania vody pomocou vybraných ukazovateľov kvality vody a navrhnúť opatrenia na ich odstránenie
- ▶ interpretovať získané poznatky vo vzťahu k súčasnému a budúcemu vývoju mokrade

3 MATERIÁL A METÓDY

Vytýčené ciele realizujeme v Prírodnej rezervácii Žitavský luh. Oficiálnym správcom územia PR Žitavský luh je Štátna ochrana prírody SR, Správa Chránenej krajinej oblasti Dunajské luhu.

3.1 Charakteristika záujmového územia

Prírodná rezervácia (PR) Žitavský luh sa nachádza v severnom cípe okresu Nové Zámky v katastrálnych územiach troch obcí: Maňa, Kmeťovo a Michal' nad Žitavou. PR bola zriadená na ochranu vtáctva viazaného na vodný a močiarny ekosystém 29.2.1980 na pôvodnej výmere asi 140 ha. Po regulácii rieky Žitavy a zaoraní lúk zostalo z pôvodnej výmery chráneného územia súčasných 74,6884 ha. PR sa rozprestiera na strednom toku rieky Žitavy na odlesnenej nive v severnom vyššom stupni Podunajskej nížiny (Podunajská pahorkatina) v nadmorskej výške 132 – 133 m n. m. Geografické súradnice sú 48°08' severnej šírky a 18°18' východnej dĺžky. Ide o významnú lokalitu migrujúceho vtáctva, ktorému slúži ako miesto oddychu v jarnom a jesennom ťahu, ale je to i dôležité hniezdisko ohrozených druhov mokrad'ového vtáctva. Jej význam presahuje hranice okresu Nové Zámky, preto bola zaradená medzi národne významné mokrade (Slobodník et Kadlečík, 2000).

3.2 Odber vzoriek

Výberu vhodných miest pre odber vzoriek povrchovej vody v záujmovej oblasti PR Žitavský luh predchádzalo štúdium máp a obhliadka terénu v zmysle požiadaviek riešeného projektu. Pri odbere vzoriek povrchovej vody sme postupovali v zmysle STN EN ISO 25667-2 (1999): Kvalita vody. Odber vzoriek. Pokyny na techniky odberu vzoriek (75 7051). Odberové miesta v PR sme určili tak, aby objektívne odrážali stav kvality vody v rôznych častiach a rôznych biotopoch študovanej mokrade vystavených špecifickým podmienkam okolia a aby získané výsledky umožnili identifikovať potenciálne zdroje znečisťovania vody. Konkrétne sme určili týchto päť základných odberových miest:

Odberové miesto č. 1 – (48° 10' 25" s. z. š. a 18° 17' 59" v. z. d., 138,77 m.n.m) začiatok starého koryta rieky Žitavy a začiatok pôvodného meandrovitého toku rieky Žitavy. Miesto, kde sa v jarných a letných mesiacoch vpúšťa voda do luhu podzemným prírodným kanálom z rieky Žitavy. Jeho dve bočné steny a vstupná stena, kde sa nachádza podzemný prírodný kanál sú vybetónované. Ďalej koryto pokračuje hlinito-trávnatým svahom. Hĺbka vody v odberovom mieste je približne 1,5 m.

Odberové miesto č. 2 - ($48^{\circ} 10' 24''$ s. z. š. a $18^{\circ} 17' 59''$ v. z. d., 138,17 m.n.m) staré koryto rieky Žitavy – pokračovanie meandra starého toku z južnej strany, vo vode rastie prevažne pálka širokolistá a trstina, brehy málo porastené trávou. Lesné porasty pozdĺž pôvodného toku Žitavy sú tvorené hlavne druhmi: vŕba biela, jelša lepkavá, jaseň, z krov vŕba popolavá, vŕba trojtyčinková. Priemerná hĺbka je 0,45 m.

Odberové miesto č. 3 - ($48^{\circ} 10' 28''$ s. z. š. a $18^{\circ} 17' 32''$ v. z. d., 136,03 m.n.m) výpusť – pokračovanie pôvodného meandra toku na južnej a juhovýchodnej strane luhu porastené prevažne pálkou a trstinou. Na začiatku výpuste je železná mreža, hrádzu a samotnú výpusť predstavuje betónový štvorec – záver na vypúšťanie vody.

Odberové miesta č. 4 ($48^{\circ} 10' 40''$ s. z. š. a $18^{\circ} 17' 23''$ v. z. d., 136,95 m.n.m) a **5** ($48^{\circ} 10' 37''$ s. z. š. a $18^{\circ} 18' 20''$ v. z. d., 136,34 m.n.m) - odberové miesta vo východnej až juhovýchodnej časti rezervácie na okraji vodnej plochy, ktoré môžeme charakterizovať ako typické močiarne ekosystémy. Na lokalite sú charakteristické porasty vysokých ostríc, trste obyčajnej, pálky širokolistej a steblovky vodnej a vodné spoločenstvá v kombinácii s otvorenou vodnou hladinou. Po skončení napúšťania luhu vodou v mesiacoch júl až august na týchto lokalitách zvyčajne dochádza k poklesu až ústupu hladiny vody. Zo severovýchodnej strany je táto oblasť ohraničená pásom poľnohospodárskej pôdy. Od marca do júna býva zväčša podmáčaná.

Výber odberových miest pre zber vzoriek na určenie rias a siníc sme zvolili na základe konzultácie nad mapovým materiálom s RNDr. Oľgou Skácelovou, PhD. Sieť profilov sme zvolili tak, aby mohlo byť zhodnotené predpokladané samočistenie vody na priechode neregulovaným úsekom rieky Žitavy, a aby boli prezbierané rôzne časti mokrade vrátane stojatých vôd. Pre prvý odber (máj 2004) sme vzorky odobrali z čo najviac rôznych podkladov a na základe posúdenia oživenia vzoriek z rôznych mikrobiotopov sme potom pri ďalších odberoch niektoré lokality vypustili. Siedmym profilom so zaujímavým oživením bola pri ďalších odberoch venovaná podrobnejšia pozornosť, pričom tieto lokality sa zhodujú s piatimi odberovými miestami pre odber vzoriek vody na stanovenie jednotlivých indikátorov. Pridané je *odberové miesto č. 2.1*, ktoré predstavuje starý meander rieky Žitavy v blízkosti zákruty pred otvorenou voľnou plochou v juhovýchodnej časti rezervácie a *odberové miesto č. 6*, ktoré predstavuje výtok vody z mokrade na opačnej strane hrádzu oproti odberovému miestu č.3 so stavidlom na vypúšťanie vody. Perifytón bol odoberaný z povrchu dna a z povrchu vegetácie ponorenej vo vode. Vzorky boli odoberané raz mesačne od mája do augusta v rokoch 2004 a 2005 v tom istom dátume ako vzorky vody pre stanovenie chemických indikátorov.

3.3 Spracovanie vzoriek

Odbery vzoriek sa realizovali pravidelne približne v polovici každého mesiaca v priebehu rokov 2003 až 2005. V zmysle cieľov dizertačnej práce boli zvolené vybrané ukazovatele kvality povrchovej vody. Pri voľbe ukazovateľov kvality povrchovej vody sme vychádzali z normy STN 75

7221 – Kvalita vody. Klasifikácia kvality povrchových vôd, platnej od januára 1999. Celkovo sme v odobratých vzorkách stanovovali tieto ukazovatele kvality povrchových vôd:

Ukazovatele kyslíkového režimu (A):

rozpustený kyslík (galvanickou kyslíkovou sondou StirrOx G pomocou prístroja inoLab Multi Level 3)

biochemická spotreba kyslíka - BSK₅ (na základe koncentrácie rozpusteného kyslíka)

chemická spotreba kyslíka manganistanom – CHSK_{Mn} (Kubelovou metódou)

chemická spotreba kyslíka dichrómanom - CHSK_{Cr} (pomocou roztokov firmy Merck spektrofotometricky, metóda je analogická ISO 6060, EPA 410.A)

Základné fyzikálno-chemické ukazovatele (B):

reakcia vody - pH (potenciometricky pomocou prístroja inoLab Multi Level 3)

merná vodivosť (konduktometricky pomocou prístroja inoLab Multi Level 3)

vápnik - Ca²⁺ (plameňometricky)

horčík - Mg²⁺ (atómovou absorpčnou spektrofotometriou)

chloridy - Cl (odmerné stanovenie podľa Mohra)

sírany - SO₄²⁻ (titračné stanovenie dusičnanom olovnatým)

Nutrienty (C):

amónny dusík (N - NH₄⁺) - (spektrofotometricky použitím indofenolovej modrej – Berthelotova reakcia, metóda je analogická DIN 38402 časť 51)

dusičnanový dusík (N - NO₃⁻) - (spektrofotometricky použitím WTW nitrospectral-u v koncentrovanej kyseline sírovej, metóda je analogická DIN 38402 časť 51)

dusitanový dusík (N - NO₂⁻) - (spektrofotometricky použitím kyseliny sulfanilovej a 1-naftylamínu, metóda je analogická DIN 38402 časť 51)

fosforečnanový fosfor (P - PO₄³⁻) - (kolorimetricky chloridom cínatým)

celkový fosfor (P_{Celk.}) - (kolorimetricky molybdenanom amónnym)

Jednomocné katióny, ktoré nie sú uvedené v norme STN 75 7221:

sodík - Na⁺ (plameňometricky)

draslík - K⁺ (plameňometricky)

Determináciu siníc a rias zo vzoriek vody uskutočňovala RNDr. Oľga Skácelová, PhD. z materiálu konzervovaného formaldehydom, čo u väčšiny prítomných organizmov nie je na závalu. Schránky rozsievok boli preparované oxidáciou v peroxide vodíka s prídavkom kyseliny sírovej a druhová determinácia bola prevedená z trvalých preparátov. Nasledovalo zostavenie tabuľky výskytu druhov na jednotlivých lokalitách za oba sledované roky, a navyše bola vytvorená séria mikrofotografií. Vzorky a kompletná mikrofotografická dokumentácia sú uložené v zbierkach hydrobiolo

gického laboratória Moravského zemského múzea v Brne a v prípade potreby môžu byť použité k ďalšiemu štúdiu.

3.4 Štatistické vyhodnotenie

Namerané hodnoty pre každý ukazovateľ (znak) boli spracované do tabuliek v aplikácii MS Excel. Následne boli z prvotných hodnôt vylúčené hodnoty, ktoré boli zaťažené hrubou chybou merania. Všetky štatistické analýzy sme následne uskutočnili pomocou štatistického systému Statgraphics Plus 5.0. Pre všetky sledované ukazovatele sme najprv vypočítali základné štatistické charakteristiky jednotlivých súborov hodnôt: počet, aritmetický priemer, medián, modus, minimum, maximum, variačné rozpätie, rozptyl, smerodajná odchýlka, štandardná chyba a variačný koeficient. Ďalšou štatistickou analýzou bola trojfaktorová analýza variancie. Na testovanie kontrastov bol použitý *Tukeyho test* pri hladine významnosti $\alpha = 0,05$. Podmienkou tejto analýzy je normálne rozdelenie súboru, ktoré bolo vykonané pri začiatkových úpravách súboru hodnôt. Testujeme pritom štatistické rozdiely medzi znakmi kvantitatívnymi a kvalitatívnymi. Prvým faktorom (kvalitatívnym znakom) bol rok odberu, druhým mesiac odberu a tretím miesto odberu. Na vyhodnotenie vzájomných vzťahov medzi ukazovateľmi sme následne použili *Pearsonov* koeficient korelácie, ktorý zachytáva silu lineárnej závislosti medzi hodnotenými premennými. Závislosti sú hodnotené na základe *koeficientu korelácie r* a hodnoty *P (P-value)* medzi jednotlivými sledovanými ukazovateľmi. Hodnoty jednotlivých ukazovateľov sú výrazne ovplyvňované aj faktormi prostredia. Preto sme vypočítali korelačné závislosti medzi sledovanými ukazovateľmi a merateľnými faktormi prostredia - mesačnou teplotou vody a hĺbkou vody v jednotlivých odberových miestach.

4 SÚHRN VÝSLEDKOV S UVEDENÍM NOVÝCH POZNATKOV

4.1 Reakcia vody (pH)

Priemerná hodnota pH za celé sledované obdobie reprezentovala 7,69. Z dynamiky priebehu hodnôt pH počas sledovaného obdobia vyplýva, že jeho priemerné hodnoty fluktovali od 7,05 (február 2004) do 8,30 (júl 2003). Všetky nami namerané priemerné hodnoty pH sa nachádzajú v alkalickej oblasti. V priebehu celého sledovaného obdobia sme však nezaznamenali zákonitosť v sezónnej dynamike hodnôt pH. V závislosti od miesta odberu sme zaznamenali najnižšiu priemernú hodnotu pH za celé pokusné obdobie v odberovom mieste č. 5 (7,32) a najvyššiu v odberovom mieste č. 1 (7,99) na vtoku vody do luhu z rieky Žitavy. Jeho hodnoty postupne klesali od prvého k poslednému odberovému miestu a to vo všetkých sledovaných rokoch. Trend postupného poklesu hodnoty pH v profile mokrade môžeme pripisovať rôznym typom biotopov od odberového miesta č. 1, lokalizovanom na mieste pritekania vody z rieky Žitavy, cez pomaly tečúci starý meander (odberové miesta č. 2 a 3) až po odberové miesta č. 4 a 5, kde je voda stojatá s charakteristickou nízkou hladi

nou a vyššou priemernou teplotou. Predpokladáme, že so zmenou podmienok narastal aj bakteriálny rozklad organickej hmoty, ktorý spolu s dýchaním vodných rastlín a živočíchov zvyšoval obsah voľného CO₂ vo vode.

4.2 Elektrolytická konduktivita (vodivosť)

Za celé sledované obdobie sme zistili priemernú hodnotu vodivosti 68,20 mS.m⁻¹. Najvyššiu priemernú hodnotu konduktivity sme zaznamenali spravidla v zimných mesiacoch s maximom v mesiaci február 2003 (144,80 mS.m⁻¹). Najnižšie hodnoty sme zaznamenali v mesiacoch marec, apríl a máj s minimom v mesiaci marec 2005 (35,02 mS.m⁻¹). Od mesiaca máj bola priemerná hodnota vodivosti pomerne vyrovnaná až do decembra. Pri vodivosti sme zistili silné korelačné závislosti na koncentráciách katiónov, ale taktiež aj na koncentráciách aniónov, ktoré sme v odobratých vzorkách sledovali. V závislosti od miesta odberu môžeme konštatovať, že hodnoty sa v jednotlivých odberových miestach v sledovaných rokoch pohybovali na približne rovnakej úrovni. Pri štatistickom hodnotení vodivosti sme zistili väčší vplyv na zmenu jej hodnôt v závislosti od času odberu ako od miesta. Potvrdený bol štatistický významný rozdiel medzi rokmi 2003 a 2004 ako aj rokmi 2003 a 2005.

4.3 Rozpustený kyslík

Za celé sledované obdobie sme zistili priemernú koncentráciu kyslíka 5,80 mg O₂.dm⁻³. Z výsledkov jeho priemerných koncentrácií v závislosti od času odberu vyplýva, že počas sledovaného obdobia sa hodnoty pohybovali od 2,44 (október 2005) do 11,16 mg O₂.dm⁻³ (marec 2005). Priemerná hodnota nasýtenia vody kyslíkom za sledované roky reprezentovala 51,78 %. Spravidla najvyššie koncentrácie rozpusteného kyslíka v sledovaných rokoch sme zaznamenali v mesiaci marec. Jeho priemerná koncentrácia za celé sledované obdobie v tomto mesiaci (9,74 mg.dm⁻³) bola výrazne vyššia ako v ďalších mesiacoch, čo pripisujeme začiatku napúšťania luhu vodou z rieky Žitavy. V mesiaci marec bola zaznamenaná aj jedna z najvyšších priemerných hodnôt nasýtenia vody kyslíkom. V priebehu jarných a letných mesiacov sa prejavila tendencia postupného poklesu koncentrácií kyslíka až do mesiaca jún, kedy sme zaznamenali jednu z najnižších jeho koncentrácií (4,07 mg O₂.dm⁻³). Priemerná hodnota percenta nasýtenia kyslíkom v tomto mesiaci bola len 47,07 %. Zistili sme aj vysoko signifikantnú negatívnu závislosť medzi ukazovateľmi teplota vody a rozpustený O₂. Z hľadiska miesta odberu bola za celé sledované obdobie jeho najvyššia priemerná koncentrácia zaznamenaná v odberovom mieste č.1 (7,11 mg O₂.dm⁻³) v mieste vyústenia potrubia prírodného kanála, ktorým je voda do PR privádzaná z rieky Žitavy. Súčasne je to miesto s najvyššou priemernou hĺbkou vody. Najnižšie koncentrácie rozpusteného O₂ boli vždy zistené v odberových miestach č. 4 a 5, ktoré sú lokalizované na okraji vodnej plochy mokrade takmer celej zarastenej vodnými rastlinami, kde výška vodnej hladiny je nestála a v sedimentoch sa nachádza veľké množstvo organickej hmoty z odumretých rastlín. Pri ukazovateli rozpustený kyslík sme zistili vôbec najviac korelácií (13)

s jednotlivými ukazovateľmi a faktormi prostredia, z toho tiež najviac záporných korelačných vzťahov zo všetkých ukazovateľov (9). Najsilnejšie korelácie prejavil rozpustený kyslík s ukazovateľmi pH, P - PO_4^{3-} , CHSK_{Mn} , CHSK_{Cr} , BSK_5 a K^+ .

4.4 Dusičnanový dusík (N- NO_3^-)

Priemerná koncentrácia N- NO_3^- za celé sledované obdobie bola $2,33 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$. Kulminačné vrcholy priemerných koncentrácií N - NO_3^- za celé sledované obdobie sme zistili v mesiacoch marec ($2,79 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$) a november ($3,80 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$), čo podľa nášho predpokladu súvisí s tým, že jeho príjem autotrofnými organizmami bol v uvedených mesiacoch veľmi nízky, resp. nebol vôbec prijímaný, a proces nitrifikácie prebiehal. Priemerné koncentrácie dusičnanového dusíka spravidla postupne klesali až do mesiaca júl ($1,83 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$), čo zrejme súvisí s jeho intenzívnym odčerpávaním autotrofnými organizmami, ako aj nedostatkom kyslíka vo vode, čím bol inhibovaný proces nitrifikácie. Zistili sme vysoko signifikantný kladný korelačný vzťah medzi ukazovateľom N - NO_3^- a rozpusteným O_2 . Minimálne priemerné koncentrácie za celé sledované obdobie boli v zimných mesiacoch december ($1,70 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$) a január ($1,20 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$). Za predpokladané príčiny nízkych koncentrácií v uvedených mesiacoch možno považovať nevhodné podmienky pre priebeh nitrifikácie (nízka koncentrácia rozpusteného kyslíka a nízka teplota vody). Najvyššia priemerná koncentrácia dusičnanového dusíka bola zaznamenaná v odberovom mieste č.1, pričom jeho koncentrácia sa po prechode vody luhom postupne znižovala až po odberové miesta č. 4 a 5. Vo vode prebieha intenzívne odčerpávanie N - NO_3^- fytoce-nózou, najmä fytoplanktónom a taktiež absencia rozpusteného kyslíka v lete; oba tieto faktory inhibujú nitrifikačné procesy. Zo sledovaných anorganických foriem dusíka bol dusičnanový dusík najviac zastúpenou formou. Dusičnanový dusík prejavil zápornú korelačnú závislosť s amónnym dusíkom.

4.5 Amónny dusík (N- NH_4^+)

Kvantitatívne druhou najviac zastúpenou formou anorganického dusíka bol amónny dusík, jeho priemerná koncentrácia za pokusné obdobie bola $0,43 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$. Z priebehu zmien koncentrácií N- NH_4^+ vyplýva, že najnižšie priemerné koncentrácie ($0,18 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$) za celé sledované obdobie boli v mesiacoch apríl a október, maximálna priemerná koncentrácia ($0,89 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$) bola v mesiaci február. V závislosti od miesta odberu sa priemerné hodnoty amónneho dusíka za celé sledované obdobie pohybovali od $0,28 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ v odberovom mieste č. 1 do $0,65 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ v odberovom mieste č. 4. Uvoľnený N- NH_4^+ v procese mineralizácie dusíkatých organických látok nebol oxidovaný pre nízke hodnoty rozpusteného kyslíka v týchto odberových miestach. V odberových miestach sa zaznamenal opačný trend v koncentráciách N- NH_4^+ ako v koncentráciách N - NO_3^- .

4.6 Dusitanový dusík (N- NO_2^-)

Kvantitatívne najmenej zastúpenou formou anorganického dusíka bol N-NO_2^- . Jeho priemerná koncentrácia za celé sledované obdobie bola $0,07 \text{ mg.dm}^{-3}$. V závislosti od času odberu sa najnižšia priemerná koncentrácia N-NO_2^- za celé sledované obdobie zistila v mesiaci október ($0,04 \text{ mg.dm}^{-3}$). Najvyššia bola nameraná v mesiaci júl ($0,11 \text{ mg.dm}^{-3}$), na čom mal podiel výrazný vzostup koncentrácie N-NO_2^- v júli 2003 (až na hodnotu $0,22 \text{ mg.dm}^{-3}$). Prudký vzostup koncentrácie N-NO_2^- možno zdôvodniť vysokými teplotami v letnom období roku 2003. Zistili sme významnú kladnú korelačnú závislosť medzi N-NO_2^- a teplotou vody. Z hľadiska miesta odberu bola najvyššia priemerná koncentrácia N-NO_2^- za celé sledované obdobie zaznamenaná v odberovom mieste č. 2. Najnižšie ($0,06 \text{ mg.dm}^{-3}$) za celé skúmané obdobie boli zhodne v odberových miestach č. 3, 4 a 5. Pri hodnotení závislostí medzi jednotlivými formami dusíka sme zistili významnú kladnú korelačnú závislosť medzi koncentraciou dusitanového a amónneho dusíka.

4.7 Chloridy (Cl^-)

Za celé sledované obdobie sme zistili priemernú koncentráciu chloridov $39,69 \text{ mg.dm}^{-3}$. Z hľadiska času odberu ich najvyššie priemerné koncentrácie sme zaznamenali v jesennom a zimnom období s maximálnou priemernou hodnotou v mesiaci február ($57,61 \text{ mg.dm}^{-3}$). V mesiaci marec koncentrácia chloridov poklesla vo všetkých troch sledovaných rokoch, pričom v tomto mesiaci bola zaznamenaná aj jeho minimálna priemerná koncentrácia za celé sledované obdobie ($26,76 \text{ mg.dm}^{-3}$). Následne sa priemerné koncentrácie pomaly zvyšovali až do mesiaca august. V jesennom období sa hodnota Cl^- udržiavala na približne rovnakej úrovni. V odberových miestach boli koncentrácie chloridov v jednotlivých sledovaných rokoch pomerne vyrovnané s najvyššou hodnotou v odberovom mieste č. 5 ($42,45 \text{ mg.dm}^{-3}$). Zo všetkých pokusných rokov najvyššie koncentrácie Cl^- v odberových miestach boli zistené v roku 2003. Zistili sme ich vysoko významný kladný vzťah s vodivosťou a taktiež so všetkými štyrmi základnými kationmi.

4.8 Fosforečnanový fosfor (P-PO_4^{3-})

Priemerná koncentrácia fosforečnanového fosforu za celé pokusné obdobie reprezentovala $0,40 \text{ mg.dm}^{-3}$, čo predstavuje jeho 10,42 %-né zastúpenie zo sledovaných nutričov. Z kvantitatívneho hľadiska obsah P-PO_4^{3-} predstavuje takmer polovicu (41 %) z koncentrácie celkového fosforu zisteného vo vode luhu. V závislosti od času odberu sme zaznamenali najnižšie hodnoty v skorom jarnom období. Najnižšia priemerná koncentrácia za celé sledované obdobie bola zistená v mesiaci apríl ($0,27 \text{ mg.dm}^{-3}$). V ďalších mesiacoch sa jeho priemerná koncentrácia postupne zvyšovala až do mesiaca júl, kedy dosiahla maximálnu priemernú hodnotu ($0,57 \text{ mg.dm}^{-3}$). V nasledujúcich mesiacoch jeho koncentrácia zotrvala na približne rovnakej úrovni až do jarného poklesu. Vplyv odberového miesta na koncentrácie P-PO_4^{3-} nebol výrazný. Najvyššia priemerná koncentrácia P-PO_4^{3-} za celé sledované obdobie bola v odberovom mieste č. 2 ($0,44 \text{ mg.dm}^{-3}$). Po

kles nastal v posledných dvoch odberových miestach (č. 4 a 5) a je dôsledkom už spomínaných odlišných podmienok týchto stanovišť.

4.9 Celkový fosfor ($P_{\text{Celk.}}$)

Priemerná koncentrácia celkového fosforu za celé sledované obdobie reprezentovala $0,68 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$. Kvantitatívne bol vo vode druhým najviac zastúpeným nutrientom (17,45 %).

V závislosti od času odberu sme zaznamenali pomerne slabý vplyv tohto faktoru na zmenu koncentrácie $P_{\text{Celk.}}$. Jeho hodnoty fluktovali na približne rovnakej úrovni a sezónna zákonitosť v jeho dynamike sa neprejavila. Za celé sledované obdobie maximálna priemerná koncentrácia bola v mesiaci február ($0,89 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$) a minimálna v mesiaci marec ($0,57 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$). Zvýšenie priemernej koncentrácie $P_{\text{Celk.}}$ sme zaznamenali aj v mesiaci jún ($0,85 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$). Tento vzostup bol zapríčinený jeho vyššou koncentráciou v uvedenom mesiaci v roku 2003. Celkový fosfor pochádzal z intenzívne rozkladajúcej sa biomasy nachádzajúcej sa v sedimentoch. Miesto odberu vplývalo na koncentráciu $P_{\text{Celk.}}$ takisto nevýrazne. Za celé sledované obdobie bola najnižšia koncentrácia v odberovom mieste č. 3 a 5 ($0,60 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$). Najvyššia v odberovom mieste č. 2 ($0,68 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$). Priemerné koncentrácie v ostatných odberových miestach boli však len málo odlišné.

4.10 Sírany (SO_4^{2-})

Zo všetkých sledovaných aniónov mali sírany vo vode luhu najväčšie zastúpenie. Ich priemerná koncentrácia za celé sledované obdobie bola $58,37 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$. Môžeme konštatovať, že počas trojročného sledovaného obdobia sme nezaznamenali zákonitosť v ich sezónnej dynamike. Najvyššia priemerná hodnota SO_4^{2-} za celé sledované obdobie bola zaznamenaná v mesiaci január ($65,15 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$), najnižšia v mesiaci júl ($43,86 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$). Pokles koncentrácií síranov v letnom období súvisí pravdepodobne s nízkou koncentráciou rozpusteného kyslíka vo vode. V závislosti od miesta odberu boli koncentrácie SO_4^{2-} v sledovaných rokoch značne odlišné. S každým nasledujúcim rokom odberu koncentrácia síranov klesala. Za celé sledované obdobie bola najvyššia priemerná koncentrácia SO_4^{2-} zaznamenaná v odberovom mieste č. 1 ($65,00 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$) a najnižšia v odberovom mieste č. 5 ($51,83 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$). Predpokladáme, že príčinou nižších koncentrácií v odberových miestach č. 4 a 5 bolo najmä v letnom období vytvorenie anoxických podmienok vhodných pre redukciu síranov. Sírany prejavili veľmi silnú korelačnú závislosť s vodivosťou.

4.11 Chemická spotreba kyslíka manganistanom draselným (CHSK_{Mn})

Priemerná hodnota ukazovateľa CHSK_{Mn} za sledované obdobie bola $5,81 \text{ mg O}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$. V priebehu sledovaného obdobia sa prejavila zákonitosť v sezónnej dynamike koncentrácií organických látok vyjadrených hodnotou CHSK_{Mn} . Za celé sledované obdobie bola najnižšia priemerná hod

nota v marci ($3,71 \text{ mg O}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$). Hodnota chemickej spotreby kyslíka sa v jarnom období postupne zvyšovala až do letného maxima v mesiaci júl ($8,33 \text{ mg O}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$). Vzostup organických látok v jarnom a letnom období je dôsledkom intenzívneho rozkladu organickej hmoty v luhu a predpokladanou príčinou vzostupu koncentrácie organických látok vo vode bol aj pokles hladiny vody v močiaroch, nakoľko v mesiaci júl zvyčajne býva zastavené napúšťanie luhu vodou z rieky Žitavy. Na odberových miestach č. 4 a 5 dochádza až k ústupu voľnej vodnej hladiny. Medzi ukazovateľmi CHSK_{Mn} a hĺbkou vody sme zistili vysokú zápornú korelačnú závislosť. Nižšie hodnoty v zimných mesiacoch možno spájať s nepriaznivými termickými podmienkami pre rozklad organickej hmoty vo vode. V zimných mesiacoch zabraňuje vstupu kyslíka do vody aj vrstva ľadu na vodnej hladine. Zo sledovaných faktorov malo na obsahy CHSK_{Mn} vo vode štatisticky vysoko preukazný vplyv aj miesto odberu vzoriek vody. Zistili sme postupné zvyšovanie jej hodnoty v profile luhu od 1 po 5 odberové miesto. Pomerne vyrovnané priemerné hodnoty za celé sledované obdobie boli v prvých troch odberových miestach, zatiaľ čo v odberových miestach č. 4 a 5 jej hodnota prekročila dvojnásobok hodnôt prvých troch odberových miest. Rozdiely medzi týmito odberovými miestami, potvrdené aj analýzou variancie, môžeme pripísať odlišným podmienkam jednotlivých odberových miest ako biotopov. Kyslíkový režim sledovaných lokalít bol silne ovplyvňovaný výškou vodnej hladiny a prítomnosťou autotrofnej mikro- a makroflóry, preto sme najmä v letných mesiacoch zaznamenávali vysokú koncentráciu organických látok.

4.12 Chemická spotreba kyslíka dichrómanom draselným (CHSK_{Cr})

Priemerná hodnota CHSK_{Cr} za celé sledované obdobie bola $82,84 \text{ mg O}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$. Z hľadiska času odberu sme zistili najnižšie hodnoty CHSK_{Cr} v zimnom a jarnom období. Najvyššie hodnoty CHSK_{Cr} boli zaznamenané vo všetkých sledovaných rokoch v letnom období. Podobne ako pri ukazovateli CHSK_{Mn} , prejavila sa sezónna zákonitosť v dynamike koncentrácií organických látok vyjadrených hodnotou CHSK_{Cr} . Hodnoty CHSK_{Cr} sú pritom viac ako 10-násobne vyššie ako hodnoty CHSK_{Mn} . Veľmi podobný bol aj trend zmien hodnôt CHSK_{Cr} a CHSK_{Mn} v profile odberových miest. Najvyššie priemerné hodnoty CHSK_{Cr} boli zistené v odberových miestach č. 4 ($123,81 \text{ mg O}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$) a 5 ($129,12 \text{ mg O}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$), ktoré boli asi dvojnásobne vyššie ako v odberových miestach č. 1 ($57,08 \text{ mg O}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$), 2 ($54,86 \text{ mg O}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$) a 3 ($58,53 \text{ mg O}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$). CHSK_{Cr} prejavila jednu z najvyšších korelačných závislostí s ukazovateľom CHSK_{Mn} .

4.13 Biochemická spotreba kyslíka (BSK_5)

Priemerná hodnota biochemickej spotreby kyslíka za celé pokusné obdobie reprezentovala $2,64 \text{ mg O}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$. Zákonitosť v sezónnej dynamike koncentrácie biologicky rozložiteľných organických látok vyjadrených hodnotou BSK_5 v závislosti od času odberu sme nezaznamenali, nakoľko v jednotlivých sledovaných rokoch jej hodnoty značne fluktovali. Môžeme ale konštatovať, že naj

vyššie koncentrácie biologicky rozložiteľných organických látok boli v zimných a jarných mesiacoch. Maximálnu priemernú hodnotu za celé sledované obdobie sme zaznamenali v mesiaci marec ($4,12 \text{ mg O}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$) a to vďaka výraznému vzostupu jej hodnoty v tomto mesiaci v roku 2005 (až na $6,26 \text{ mg O}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$). Nižšie hodnoty BSK₅ sme zaznamenali v letných a jesenných mesiacoch s minimálnou priemernou hodnotou za celé sledované obdobie $1,81 \text{ mg O}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$ nameranou zhodne v mesiacoch jún a september. Hodnota BSK₅ kladne koreluje s koncentráciou rozpusteného O₂ a záporne s nameranými priemernými hodnotami teploty vody v luhu. Dokumentuje to, že nedostatok rozpusteného kyslíka vo vode inhibuje biologický rozklad organických látok. Hodnoty BSK₅ v profile odberových miest spravidla postupne narastali. Najvyššie jej priemerné hodnoty za celé sledované obdobie sme zistili v odberovom mieste č. 5 ($3,12 \text{ mg O}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$). Najnižšie v prvých dvoch odberových miestach. Súvisí to pravdepodobne s tým, že v uvedených odberových miestach sú lepšie kyslíkové pomery a vo vode sa nehromadí také množstvo organickej hmoty ako v ďalších troch odberových miestach.

4.14 Vápnik

Kvantitatívne dominantným bázickým katiónom vo vode luhu bol vápnik s priemernou koncentráciou $61,25 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$. Podiel vápnika na celkovej sume $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{Na}^+ + \text{K}^+$ ($\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$) za celé sledované obdobie predstavoval 52,03 %. Čas odberu nevplýval na zmeny koncentrácie vápnika identicky, teda sezónna zákonitosť v dynamike jeho koncentrácií sa v priebehu sledovaného obdobia neprejavila. Najvyššia priemerná koncentrácia za celé sledované obdobie bola v mesiaci marec ($75,61 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$). Za hlavnú príčinu vzostupu jeho koncentrácií v uvedenom mesiaci považujeme začiatok napúšťania luhu vodou z rieky Žitavy. Najnižšia priemerná koncentrácia vápnika za celé sledované obdobie sa v závislosti od času odberu zistila v mesiaci január ($53,40 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$). Odberové miesta vplývali na zmeny koncentrácií katiónov nevýrazne. Najnižšiu priemernú koncentráciu katiónov Ca^{2+} v závislosti od miesta odberu sme zaznamenali v odberovom mieste č. 3 ($58,73 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$) v juhovýchodnej časti luhu, kam sa vylieva voda pritekajúca zo starého meandra rieky Žitavy. Jej najvyššiu priemernú koncentráciu sme zaznamenali v odberovom mieste č.1 ($64,50 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$), v mieste prítoku vody z rieky Žitavy do luhu podzemným prívodným kanálom. Nakoľko v povodí rieky Žitavy sa nenachádzajú antropogénne zdroje znečisťovania vápnikom a horčíkom, môžeme konštatovať, že ich výskyt vo vode luhu bol prírodného pôvodu a to jednak z geologického podložia, ktoré je tvorené vrstvami pleistocénnych sedimentov - hlavne vápenatých spraší ako aj pedogénneho charakteru - skladbou základných katiónov okolitých pôd.

4.15 Horčík

Horčík bol z kvantitatívneho hľadiska druhým najviac zastúpeným katiónom o priemernej koncentrácii $24,74 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$. Podiel horčíka na celkovej sume $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{Na}^+ + \text{K}^+$ ($\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$) reprezentoval 21,02 %. Čas odberu vplýval na koncentráciu horčíka podobne ako na koncentráciu váp

nika. Najvyššia priemerná koncentrácia tohto katiónu za celé sledované obdobie sa zistila v mesiaci apríl ($34,05 \text{ mg.dm}^{-3}$) a marec ($33,04 \text{ mg.dm}^{-3}$), najnižšia bola v januári ($15,19 \text{ mg.dm}^{-3}$). V závislosti od miesta odberu sme podobne ako pri vápniku nezaznamenali výrazný vplyv tohto faktora na koncentrácie horčička. V celom profile odberových miest v Žitavskom luhu sme zistili veľmi konštantné hodnoty. Priemerné koncentrácie katiónov horčička sa v odberových miestach pohybovali od $25,63 \text{ mg.dm}^{-3}$ v odberovom mieste č. 2 do $23,73 \text{ mg.dm}^{-3}$ v odberovom mieste č. 5.

4.16 Sodík

Sodík bol zo sledovaných bázičných katiónov z kvantitatívneho hľadiska tretím najviac zastúpeným. Jeho priemerná koncentrácia za celé sledované obdobie bola $23,34 \text{ mg.dm}^{-3}$. Priemerný podiel Na^+ na celkovej sume katiónov $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{Na}^+ + \text{K}^+$ (mg.dm^{-3}) za celé sledované obdobie bol 19,83 %. V závislosti od času odberu boli koncentrácie Na^+ za celé sledované obdobie spravidla nižšie v období január – jún. Minimálnu priemernú hodnotu Na^+ sme zaznamenali v mesiaci jún ($16,66 \text{ mg.dm}^{-3}$). V ďalšom období sa jeho koncentrácia zvyšovala až do mesiaca október ($33,5 \text{ mg.dm}^{-3}$), v ktorom sme zistili jeho najvyššiu priemernú hodnotu. V odberových miestach sa koncentrácia oboch jednomocných katiónov pohybovala na približne rovnakej úrovni, teda závislosť ich koncentrácií od odberového miesta sa neprejavila. Aj z tohto zistenia možno teda usudzovať na ich prírodný pôvod. Pri sodíku sme zaznamenali veľmi silnú kladnú korelačnú závislosť so všetkými ostatnými katiónmi, aniónom Cl^- a s vodivosťou.

4.17 Draslík

Najmenej zastúpeným bázičným katiónom bol draslík. Jeho priemerná koncentrácia za celé sledované obdobie reprezentovala $8,30 \text{ mg.dm}^{-3}$. V závislosti od času odberu sme najnižšie priemerné koncentrácie draslíka za celé sledované obdobie zaznamenali spravidla v jarnom období. Jeho minimum sme zaznamenali v mesiaci február ($5,74 \text{ mg.dm}^{-3}$). Najvyššia jeho priemerná koncentrácia bola zistená v mesiaci október ($11,33 \text{ mg.dm}^{-3}$). Miesto odberu vplývalo na koncentráciu draslíka podobne ako na koncentráciu sodíka. V celom profile odberových miest v Žitavskom luhu sme zistili veľmi podobné hodnoty tohto katiónu. Priemerné koncentrácie katiónov draslíka sa v odberových miestach pohybovali od $7,30 \text{ mg.dm}^{-3}$ v odberovom mieste č. 1 do $9,11 \text{ mg.dm}^{-3}$ v odberovom mieste č. 5.

4.18 Teplota vody

Vo všetkých sledovaných profiloch má v sledovaných rokoch 2003- 2005 teplota vody sezónny charakter. Zákonitosť v sezónnej dynamike koncentrácie teplôt v závislosti od času odberu sa prejavila. Priemernú teplotu vody v Žitavskom luhu za celé sledované obdobie reprezentovala hodnota $9,95^\circ\text{C}$, pričom najvyššia priemerná teplota vody zo sledovaných rokov bola v roku 2005 ($10,01^\circ\text{C}$). V priebehu sledovaného obdobia sme zaznamenali maximálnu priemernú mesačnú teplotu vody v mesiaci jún 2003 ($22,80^\circ\text{C}$). Minimálna priemerná mesačná hodnota bola vo februári 2004 ($0,34^\circ\text{C}$).

Z hľadiska miesta odberu sú priemerné hodnoty teploty vody za celé sledované obdobie troch rokov pomerne vyrovnané od 9,91 °C v odberovom mieste č. 2 do 10,07 °C v odberovom mieste č. 1. Teplota vody kladne korelovala s piatimi zo sledovaných ukazovateľov (pH, N – NO₂⁻, P - PO₄³⁻, Ca²⁺ a Mg²⁺), naopak, veľmi silné záporné korelačné závislosti boli zistené medzi teplotou vody a BSK₅ a teplotou vody a rozpusteným kyslíkom.

5 ZÁVERY

Dosiahnuté výsledky uvedené v dizertačnej práci môžu rozšíriť teoretické poznatky v oblasti hydrochémie vôd aluviálnych mokradí. Hodnotenie kvality vody podľa normy STN 75 7221 sa v Prírodnej rezervácii Žitavský luh doteraz nerealizovalo. Táto norma hodnotí kvalitu vody z ekologického hľadiska. Získané výsledky sú prínosom a môžu byť využité pri ďalších výskumoch. Ako zvyšky niekdajších aluviálnych lúk a prirodzených mokradňových biotopov majú takéto územia význam nielen ako refúgia ohrozených druhov flóry a fauny ale aj vzácných druhov siníc a rias, ktoré môžu byť cenné indikátory biologickej integrity a ekologických podmienok mokradí. Výsledky, ktoré boli v monitorovanom období získané, dokumentujú zmeny koncentrácií anorganických a organických látok v závislosti od času a miesta odberu vo vode biotopov Žitavského luhu, ich možné zdroje a transportné mechanizmy, ktorými sa do vody dostávajú, tu sa následne môžu akumulovať, meniť, prípadne sú vo vode eliminované prebiehajúcimi samočistiacimi procesmi, využité organizmami alebo sedimentované. Monitorovaním sinicovej a riasovej flóry sa podarilo determinovať jednotlivé druhy vyskytujúce sa v mokradi. Zistené druhy sú charakteristické pre aluviálne alkalické mokrade zahrňujúce vzácne druhy prirodzene eutrofných vôd. Nakoľko výskum riasovej a sinicovej flóry sa v mokradi uskutočnil po prvý krát, považujeme získané výsledky za originálne.

Voda vo všetkých odberových miestach bola podľa STN 75 7221 – Kvalita vody. Klasifikácia kvality povrchových vôd zaradená do výslednej V. triedy kvality (veľmi silno znečistená voda). Výsledné zaradenie sa uskutočnilo na základe najhoršieho zo sledovaných ukazovateľov, ktorými vo všetkých piatich odberových miestach boli *fosforečnanový fosfor* a *CHSK_{Cr}*. Okrem odberového miesta č. 1 (miesto vstupu vody do PR) bola voda vo výslednej V. triede kvality aj na základe ukazovateľa *% nasýtenia kyslíkom* a v troch odberových miestach č. 2 (pokračovanie meandra starého toku z južnej strany), č. 4 a 5 (typicky močiarny ekosystémy) aj podľa ukazovateľa *rozpustený kyslík*. Výsledná kvalita vody luhu je teda podľa očakávaní v najhoršej triede, čo môžeme vysvetliť tým, že ide o prirodzený močiarny ekosystém, v ktorom podobne ako v iných plytkých eutrofizovaných vodných nádržkách dochádza k procesu zazemňovania. Tento proces považujeme za zákonitý. V posledných desaťročiach ho však urýchlil človek svojou činnosťou, a to najmä rozoraním nivných lúk, zmenou vodného režimu následkom zregulovania toku rieky Žitavy, vybudovaním hrádze na západnej a južnej strane luhu ale aj znečisťovaním rieky poľnohospodárskou výrobou a obcami, ktoré nemajú vybudované čistiarne odpadových vôd. Prísunom živín do rieky, ktorá je zdrojom vody v luhu sa vytvorili

vhodné podmienky pre rast rýchlo rastúcich vodných rastlín ako trst' obyčajná, pálka širokolistá a steblovka vodná, čo má nepriaznivý dopad na výskyt vhodných habitatov pre život vodného vtáctva a vo veľkej miere to prispieva aj k hromadeniu organickej hmoty v luhu, rozkladom ktorej dochádza k uvoľňovaniu nutrientov do vody. Proces zazemňovania podstatne ovplyvňuje stav, priestorové rozmiestnenie a abundanciu jednotlivých biotopov a druhov v záujmovom území. S tým súvisia sukcesné zmeny v ekosystéme smerujúce od otvorených vodných plôch cez porasty trste, spoločenstvá krovitých vrúb až po lužný les. Z pohľadu revitalizácie však podľa nášho názoru proces zazemňovania neprebíha tak rýchlo ako v mokradiach celkom odstavených od toku a napájaných iba podzemnou vodou. V mokradi je vytvorená pestrá mozaika mikrobiotopov (mikrohabitatov), čo prispieva ku zvyšovaniu biodiverzity. S prítomnosťou vodnej makrovegetácie rôznych druhov a veku, eventuálne s ďalšími typmi podkladov (ponorené drevo, kamene, brehová vegetácia, korene drevín splývajúce do vody a i.) sa biodiverzita zvyšuje. Tento fakt platí nielen pre biodiverzitu siníc a rias, ale i pre výskyt vodných bezstavovcov. Naopak pri zapojení trst'ového porastu spojeného so zatienením druhová bohatosť i hojnosť planktónu i perifytónu klesá.

Vzhľadom na to, že účelom vyhlásenia ochrany územia Žitavského luhu bolo zachovanie cenných ornitocenóz viazaných na mokradňný typ ekosystému, je potrebné sa vysporiadať s procesom sukcesie, t.j. spomaliť ho, ak je to možné zastaviť alebo na vybraných miestach vrátiť späť do pôvodného stavu. Preto navrhujeme v území pravidelne realizovať kosbu lúčnych spoločenstiev, kosbu a odstraňovanie spoločenstiev rastlín rastúcich vo vode a v terénnych depresiách juhovýchodnej časti luhu. Tým by sa zabránilo kumulácii veľkého množstva biomasy hromadiacej sa na dne a prispelo k obnove ubúdajúcej voľnej vodnej hladiny ako typu biotopu, na ktorý sú topicky a troficky užšie viazané spoločenstvá vodných vtákov (najmä vzácných druhov *Anseriformes*, *Ralliformes* a *Charadriiformes*). Ďalej navrhujeme úzky pás poľnohospodársky obhospodarovanej pôdy na severovýchode územia priamo susediacim s PR Žitavský luh preradiť do skupiny trvalo trávnych porastov, nakoľko táto plocha predstavuje potencionálny prísun živín a to najmä eróziou pri extrémnych zrážkach (v mesiacoch máj a jún roku 1996 mali dažde katastrofálny vplyv, keď sa v celej východnej mokrad'ovej časti PR kumulovali 10 – 15 cm nánosy splavených pôdnych sedimentov, Lengyel, 1997). V sledovanom období sme však odnos pôdy z daného územia vizuálne nepozorovali.

Posledné odberové miesta č. 4 a 5 v juhovýchodnej časti luhu sú typicky močiarneho charakteru, kde sa nachádza veľké množstvo hydrofytov, po odumretí ktorých sa hromadí na dne veľké množstvo organickej hmoty. Zistili sme tu najvyšší obsah organických látok vyjadrených hodnotami $CHSK_{Cr}$ a $CHSK_{Mn}$ a najvyššie koncentrácie amónneho dusíka. Zaznamenaný bol trend postupného poklesu koncentrácií od prvého k poslednému odberovému miestu pri ukazovateľoch *dusičnanový dusík*, *rozpustený kyslík* a *pH*. Postupný pokles $N - NO_3^-$ vo vode predpokladáme súvisí s jeho odčerpávaním fytoocenózou, najmä fytoplanktónom a pravdepodobne aj denitrifikáciou, ktorá ako je známe, intenzívne prebieha v anoxických podmienkach. Výsledky dokumentujú, že významným zdrojom

tejto formy dusíka je rieka Žitava. V rieke Žitava z hľadiska zabránenia znečistenia vody odporúčame realizovať v celom povodí protierózne opatrenia, dobudovať chýbajúce čistiarne odpadových vôd v obciach a poľnohospodársku výrobu realizovať v zmysle Správnej poľnohospodárskej praxe a Nitrátovej smernice o vodách.

Mokrade patria medzi najvýznamnejšie ekosystémy, ktorým sa aj v našej krajine dostáva zvýšeného záujmu nielen z hľadiska ochrany prírody, ale aj územného plánovania, vodného hospodárstva, ekonomiky, výchovy a vzdelávania. Často tvoria základnú kostru územného systému ekologickej stability krajiny.

6 POUŽITÁ LITERATÚRA

1. **LENGYEL, 1997.** Inventarizačný prieskum avifauny lokality Luh a Dolná Gedra. Návrh aktualizovaného manažmentu PR Žitavský luh. Slovenský zväz ochrancov prírody a krajiny, 1997.
2. **SLOBODNÍK V. - KADLEČÍK J. 2000.** Mokrade Slovenskej republiky. Prievidza : Slovenský zväz ochrancov prírody a krajiny, 2000, 148 s. ISBN 80-85453-37-1.
3. **STN 75 7221.** Klasifikácia kvality povrchových vôd. Slovenský ústav technickej normalizácie, Bratislava, 1999. 20 s.
4. **STN EN ISO 25667-2. 1999.** Kvalita vody. Odber vzoriek. Pokyny na techniky odberu vzoriek (75 7051).

7 ZOZNAM PUBLIKOVANÝCH PRÁC AUTORA SÚVISIACICH S RIEŠENOU PROBLEMATIKOU

BEŇAČKOVÁ, J. – NOSKOVIČ, J. 2004. Evaluation of two inorganic forms of nitrogen in water of the Nature Reserve Žitavský luh. In: *Folia oecologica*, Zvolen : Institute of Forest Ecology, 2004, vol. 31, no. 2, pp. 67-72. ISSN 1336-5266.

BEŇAČKOVÁ, J. 2004. Hodnotenie koncentrácií dusičnanového a amónneho dusíka v Prírodnej rezervácii Žitavský luh. In: *Zborník z X. medzinárodnej vedeckej konferencie študentov a doktorandov (Zborník abstraktov)*. Nitra : SPU, 2004, s. 75-76. ISBN 80-8069-352-8.

RAKOVSKÁ, A. - NOSKOVIČ, J. – BEŇAČKOVÁ, J. 2005. Biological evaluation of the water quality of the Hostiansky potok stream in the Tríbeč Mountains. In: *Folia oecologica*, Zvolen : Institute of Forest Ecology 2005, vol. 32, no. 2, pp. 110-115. ISSN 1336-5266.

BEŇAČKOVÁ, J. 2005. Hodnotenie koncentrácií vápnika a horčíka vo vode Prírodnej rezervácie Žitavský luh. In: *Zborník z XI. medzinárodnej vedeckej konferencie študentov a doktorandov (Zborník abstraktov)*. Nitra : SPU, 2005, s. 19. ISBN 80-8069-505-9.

NOSKOVIČ, J. – RAKOVSKÁ, A. - BABOŠOVÁ, M. – BEŇAČKOVÁ, J. 2005. Monitorovanie a hodnotenie vybraných ukazovateľov kvality vody vo vodnom toku v pohorí Tríbeč. In: *Rosalia*, ISBN 80-900489-0-0. (v tlači)

- NOSKOVIČ, J. – RAKOVSKÁ, A. - BABOŠOVÁ, M. – **BEŇAČKOVÁ, J.** 2005. Monitorovanie a hodnotenie vybraných ukazovateľov kvality vody vo vodnom toku v pohorí Tríbeč. In: *Zborník abstraktov z konferencie "História, súčasnosť a perspektívy ochrany prírody v Chránenej krajinskej oblasti Ponitrie"*, Nitra, 2005, s. 21 - 22.
- BEŇAČKOVÁ, J.** – NOSKOVIČ, J. 2006. Evaluation of concentrations of bivalent and univalent alkaline cations in water of the Nature Reserve Žitavský luh – wetland. In: *Folia oecologica*, Zvolen : Institute of Forest Ecology, 2006, vol. 33, no.1, pp. 1-9. ISSN 1336-5266.
- BEŇAČKOVÁ, J.** – PALATICKÁ, A. 2006. Hodnotenie koncentrácií rozpusteného kyslíka vo vode Prírodnej rezervácie Žitavský luh. In: *Zborník z vedeckej konferencie doktorandov*. Nitra : SPU, 2006, s. 11-13. ISBN 80-8069-782-5.
- BABOŠOVÁ, M. – NOSKOVIČ, J. – **BEŇAČKOVÁ, J.** 2006. The Influence of Agricultural and Urban Ecosystems (communes) on Phosphorus Concentration in the Water Course Kadaň. In: *Zborník abstraktov z konferencie „Earth in a trap? Analysis of environmental components.“* Zvolen : TU, 2006, s. 13, ISBN 80-228-1552-7.
- BABOŠOVÁ, M. – NOSKOVIČ, J. – **BEŇAČKOVÁ, J.** 2006. Vplyv poľnohospodárskych a urbánnych ekosystémov (obcí) na koncentráciu fosforu vo vodnom toku Kadaň. In: *I. ročník medzinárodnej vedeckej konferencie Zem v pasci? 2006, Analýza zložiek životného prostredia*. Zvolen : TU, 2006, s. 20 - 29, ISBN 80-228-1553-5 (CD).
- BEŇAČKOVÁ, J.** – NOSKOVIČ, J. – SKÁCELOVÁ, O. 2006. Sinicová a riasová flóra Prírodnej rezervácie Žitavský luh. In: *Zborník príspevkov 14. konferencie Českej limnologickej spoločnosti a Slovenskej limnologickej spoločnosti*, Nečtiny, 2006, s. 82, ISBN 80-239-7257-X.
- NOSKOVIČ, J. - **BEŇAČKOVÁ, J.** - BABOŠOVÁ, M. 2006. The Influence of Various Ecosystems on Concentration of Biodegradable Organic Substances in the Water Course Čerešňový potok. In: *Zborník abstraktov z konferencie „Earth in a trap? Analysis of environmental components.“* Zvolen : TU, 2006, s. 83. ISBN 80-228-1552-7.
- NOSKOVIČ, J. - **BEŇAČKOVÁ, J.** - BABOŠOVÁ, M. 2006. Vplyv rôznych ekosystémov na koncentráciu biologicky rozložiteľných organických látok vo vodnom toku Čerešňový potok. In: *I. ročník medzinárodnej vedeckej konferencie Zem v pasci? 2006, Analýzy zložiek životného prostredia*, Zvolen : TU, 2006, s. 532-539. ISBN 80-228-1553-5 (CD).
- BEŇAČKOVÁ, J.** - NOSKOVIČ, J. - BABOŠOVÁ, M. 2006. Evaluation of Bivalent Alkaline Kations Concentrations in Waters of Nature Reserve Žitavský luh. In: *Zborník abstraktov z konferencie „Earth in a trap? Analysis of environmental components.“* Zvolen : TU, 2006, s. 17. ISBN 80-228-1552-7.
- BEŇAČKOVÁ, J.** - NOSKOVIČ, J. - BABOŠOVÁ, M. 2006. Hodnotenie koncentrácií dvojmocných bázičkových kationov vo vode prírodnej rezervácie Žitavský luh. In: *I. ročník medzinárodnej ve*

deckej konferencie *Zem v pasci? 2006, Analýza zložiek životného prostredia*, Zvolen : TU, 2006, s. 66-78. ISBN 80-228-1553-5 (CD).

RAKOVSKÁ, A. – NOSKOVIČ, J – **BEŇAČKOVÁ, J.** 2006. Zoobentos ako ukazovateľ kvality vody vodného toku Čerešňový potok. In: *Aktuálne problémy riešené v agrokomplexe*. Nitra : SPU, 2006, s. 67-75, ISBN 80-8069-799-X.

NOSKOVIČ, J. - BABOŠOVÁ, M. - **BEŇAČKOVÁ, J.** – RAKOVSKÁ, A. 2006. Vplyv rôznych ekosystémov na koncentráciu chloridov vo vodnom toku Čerešňový potok. In: *Aktuálne problémy riešené v agrokomplexe*. Nitra : SPU, 2006, s. 55-59, ISBN 80-8069

BABOŠOVÁ, M. - NOSKOVIČ, J. - **BEŇAČKOVÁ, J.** 2006. Vstupy síranov zrážkami do pôdy na experimentálnej báze SPU Nitra – Dolná Malanta. In: *Aktuálne problémy riešené v agrokomplexe*. Nitra, SPU, 2006, s. 1-5, ISBN 80-8069-799-X.

BEŇAČKOVÁ, J. – NOSKOVIČ, J. 2006. Hodnotenie koncentrácií organických látok a rozpusteného kyslíka vo vode Prírodnej rezervácie Žitavský luh. In: *Acta horticulture*, 2006, ISSN 1335-2563.
(v tlači)

BABOŠOVÁ, M. – NOSKOVIČ, J. – **BEŇAČKOVÁ, J.** – ANTAL, J. 2006. Effect of agricultural and urban ecosystems (communes) on the concentration of organic substances and oxygen in the water flow Kadaň. In: *Acta Scientiarum Polonorum, Formatio Circumiectus*, 2006, ISSN 1644-0765.
(v tlači)

NOSKOVIČ, J. – JAUSCH, M. – KOČÍK, K. - **BEŇAČKOVÁ, J.** 2006. Hodnotenie koncentrácie anorganických foriem dusíka vo vodných nádržiach Veľká Richňava, Malá Richňava a Veľká Vindšachta. In: *Acta Facultatis Ecologiae*, ISSN 1336-300X. (v tlači)

NOSKOVIČ, J. - BABOŠOVÁ, M. – **BEŇAČKOVÁ, J.** 2006. Hodnotenie koncentrácií bázických kationov vo vodnom toku Kadaň v povodí rieky Nítry. In: *Acta Facultatis Ecologiae*, ISSN 1336-300X. (v tlači)