

SLOVENSKÁ VODOHOSPODÁRSKA SPOLOČNOSŤ, ČLEN ZSVTS
SLOVENSKÁ VODOHOSPODÁRSKA SPOLOČNOSŤ PRI VÚVH BRATISLAVA,
ČLEN ZSVTS
VÝSKUMNÝ ÚSTAV VODNÉHO HOSPODÁRSTVA BRATISLAVA
MINISTERSTVO ŽIVOTNÉHO PROSTREDIA SR
ZDRUŽENIE ZAMESTNÁVATEĽOV VO VODNOM HOSPODÁRSTVE
NA SLOVENSKU
SLOVENSKÁ ASOCIÁCIA VODÁRENSKÝCH EXPERTOV
ZVÄZ SLOVENSKÝCH VEDECKOTECHNICKÝCH SPOLOČNOSTÍ
SLOVENSKÝ NÁRODNÝ KOMITÉT IWA
ČESKÁ VĚDECKOTECHNICKÁ VODOHOSPODÁŘSKÁ SPOLEČNOST, Z.S.

ZBORNÍK PREDNÁŠOK Z VIII. KONFERENCIE
S MEDZINÁRODNOU ÚČASŤOU

SEDIMENTY VODNÝCH TOKOV A NÁDRŽÍ



MEDIÁLNI PARTNERI KONFERENCIE



VODOHOSPODÁRSKY
SPRAVODAJCA



*vodní
hospodářství*

Bratislava, 17. – 18. mája 2017

Z B O R N Í K

prednášok z VIII. konferencie s medzinárodnou účasťou **SEDIMENTY VODNÝCH TOKOV A NÁDRŽÍ**

© Vydáva Slovenská vodohospodárska spoločnosť pri Výskumnom ústave
vodného hospodárstva v Bratislave, člen ZSVTS v spolupráci s:

Slovenskou vodohospodárskou spoločnosťou, členom ZSVTS
Výskumným ústavom vodného hospodárstva v Bratislave
Ministerstvom životného prostredia SR
Združením zamestnávateľov vo vodnom hospodárstve na Slovensku
Slovenskou asociáciou vodárenských expertov
Zväzom slovenských vedeckotechnických spoločností
Slovenským národným komitétom IWA
Českou vedeckotechnickou vodohospodárskou spoločnosťou, z.s.

Vydanie sa uskutočnilo za priamej podpory Zväzu slovenských vedeckotechnických spoločností.

ODBORNÍ GARANTI:

Ing. Pavel Hucko, CSc.
RNDr. Jarmila Makovinská, CSc.
Ing. Dušan Abaffy, PhD.

EDITORI ZBORNÍKA:

Ing. Pavel Hucko, CSc., Ing. Peter Tölgyessy, CSc.

RECENZENTI:

Ing. Peter Tölgyessy, CSc., Ing. Pavel Hucko, CSc.

Príspevky boli recenzované a redakčne upravené.

Vytlačil: DALI-BB, s.r.o., Jilemnického 7, 974 04 Banská Bystrica

ISBN 978-80-89740-13-0

PALEOLIMNOLOGICKÉ LABORATÓRIUM PRE VÝSKUM DNOVÝCH USADENÍN VODNÝCH NÁDRŽÍ A JAZIER

R. Pipík, D. Starek, R. Milovský, J. Šurka

1. ÚVOD

Moderné analytické metódy poskytujú rôznorodý a detailný geochemický, mineralogický a paleobiologický rozbor alebo meranie mechanických a fyzikálnych vlastností sedimentárneho materiálu a vyvodenie záverov o charaktere, zmenách a vývoji prostredia. Pre správnu interpretáciu je však nevyhnutný spoľahlivý odber nezmiešaných a neporušených sedimentov v čo najväčšej dĺžke, čo je v prípade vodných nádrží problémovým a najkritickejším procesom vzhľadom na hĺbku vodného stĺpca, prúdenie vody, hrúbku a litologické zloženie sedimentov a v neposlednom rade aj vzhľadom na počasie. Je to proces vyžadujúci si určité technické skúsenosti so zariadením ako aj odoberaným sedimentom, logistikou dopravy a skladovaním pri väčších vzdialenostiach (GLEW et al. [1]).

Za týmto účelom boli vyvinuté viaceré limnologické technológie a postupy, o ktorých detailný prehľad podávajú LAST a SMOL [2]. Z prostriedkov Štrukturálnych fondov EÚ bolo na Ústave vied o Zemi SAV vybudované Paleolimnologické laboratórium pre prieskum a odber dnových usadenín vodných nádrží a jazier.

2. METODIKA

2.1. Sonar

Prieskum dna sa vykonáva sonarom SB-216S typu „chirp“ (tabuľka 1), ktorého zvukové vlny prenikajú dnovým sedimentom, čo je hlavný rozdiel oproti „side“ sonaru zobrazujúcemu povrch dna. Na fyzikálnych rozhraniach dochádza k spätnému odrazu vln, ich registrácii a vytvoreniu digitálneho sonarového obrazu o topografii dna nádrže, celkovej hrúbke usadenín v jazere (nádrži), ich štruktúre a genetickom type v 2D líniových rezoch. Zároveň sonar umožňuje vyhľadávanie objektov iného než sedimentárneho pôvodu.

Vysielaný zvukový FM signál je lineárne modulovaný na frekvenciu v rozmedzí 2 – 15 kHz pri rýchlosti vln 20 m/s. FM zdroj je obyčajne nastavený na 2 kW výstup a 6 – 8 zvukových pulzov/s. Minimálna pracovná hĺbka vody je 3 m. Pri menšej hĺbke

vody je signál nečitateľný. Rýchlosť pohybu sonaru je 2 m/s a jeho pozícia je zaznamenávaná cez GPS.

Sonar je upevnený na limnickej plošine vpredu (pozri bod 2.2), aby signál nebol rušený motorom, ktorý zabezpečuje pohyb plošiny. Napájanie sonaru je riešené systémom autobatérií alebo elektrocentrálou.

Tabuľka 1

Technické parametre sonaru SB-216S od spol. EdgeTech

Rozmery	105 x 67 x 40 cm
Hmotnosť	72 kg
Pracovná frekvencia	2 – 16 kHz
Vlnová dĺžka	20 ms
Vertikálne rozlíšenie	6 – 10 cm
Šírka lúča	17 – 24°
Optimálna pracovná hĺbka	3 – 5 m nad dnom
Hĺbkový dosah	300 m
Pracovná stanica	laptop, signál zo sonaru je prenášaný spevneným kevlarovým káblom
Zobrazenie signálu	okamžité s možnosťou registrácie do rôznych grafických formátov a s GPS súradnicami profilu
Penetrácia signálu do dna	zrnité vápnité piesky – 6 m; íly – 80 m
Napájacie napätie	110/220 V alebo 12 V
Pohyb po vodnej hladine	zavesený vpredu na plávajúcej plošine; pri ťahaní za člnom je sonar uchytený na plaváku
Obsluha	2 – 3 osoby

2.2. Limnická plošina

Odber sedimentov sa uskutočňuje limnickou plošinou od rakúskej spol. UWITEC (tabuľka 2). Základným prvkom celej sústavy je hydraulický oceľový jadrovač zavesený na tripóde, ktorý je ukotvený na hliníkovej platforme a ovládaný systémom troch navijakov. Zjednodušená forma plošiny bez platformy a nafukovacích plavákov vo forme tripódu pripevnenom na drevenom ráme je využívaná na odber z vysušeného dna alebo ľadu vodnej nádrže. Hliníková konštrukcia dovoľuje jadrovanie až 23 m do dna sedimentov a max. hĺbke vody 100 m. Pri použití plošiny na vodnej hladine je potrebné celú sústavu pevne ukotviť pomocou štyroch

oceľových kotiev do dna, pričom dĺžka kotevného lana je dvojnásobkom hĺbky vody. Sedimentárne jadro sa odoberá mechanickým zatláčaním hydraulického oceľového jadrovača, vnútri ktorého sa nachádza plastová trubka (obrázok 1). Získané jadro uložené v plastovej trubke má dĺžku 2 m a priemer 6 cm. Následné jadro sa odoberá z toho istého vrtu, pričom odobratie je zabezpečené práve pevným ukotvením plošiny do dna.

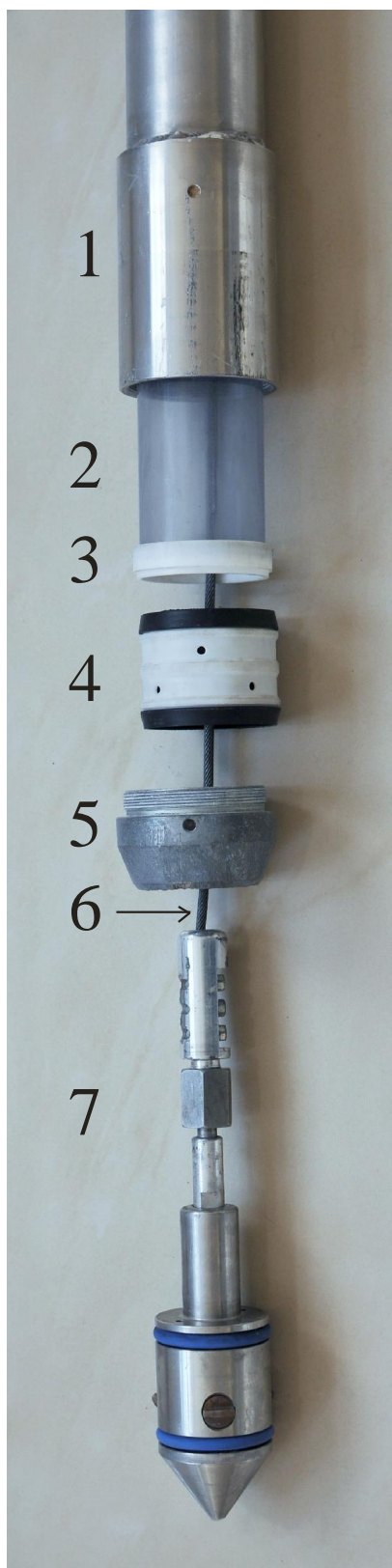
Pri jadrovaní dochádza k strate asi 20 cm sedimentu medzi dvoma jadrami ako nutný následok technologického postupu, preto je nevyhnutné realizovať dva paralelné vrty a následne ich korelovať. Odber v druhom paralelnom vrte začína na úrovni -1 m oproti prvému vrtu.

Pohyb plošiny po jazere je zabezpečený benzínovým lodným motorom alebo elektrickým motorom napájaným elektrocentrálou v prípade chránených území.

Tabuľka 2

Technické parametre limnologickej plošiny od spol. UWITEC

Rozmery (š x d x h)	3,6 x 2,8 x 0,76 m
Hmotnosť	450 kg
Materiál	hliníková konštrukcia
Vznášanie po vodnej hladine	4 gumenné dvojkomorové plaváky
Pohyb po vodnej hladine	elektrický alebo benzínový motor
Kotvenie	4 kotvy
Hĺbka vody	min. 1,5 m; max. 100 m
Spôsob odberu sedimentov	mechanické zatláčanie jadrovača pomocou kladiva a kladky upevnených na 3 m vysokom tripóde
Penetrácia do dna	max. 23 m
Dĺžka sedimentárneho jadra	2 m
Priemer sedimentárneho jadra	6 cm
Vhodnosť sedimentov pre vŕtanie	íly až strednozrnné piesky
Obsluha	3 – 4 osoby



Obrázok 1

Hydraulický oceľový jadrovač (1) pre odber sedimentov sa zatláča spolu s plastovou trúbkou (2) do sedimentu. Tesniaci krúžok (3), tesniaci rukáv (4) a jadrovacia korunka (5) zabezpečujú ostré prenikanie jadrovača do sedimentu a jeho udržanie v jadrovači pri extrúzii. Oceľový kužeľ (7) upevnený na tripóde prostredníctvom oceľového lanka (6) sa pri kontakte s dnom sedimentu zaaretuje na danej nadmorskej výške. Do dna zatláčaný jadrovač sa naplňuje sedimentom

2.3. Transport, uskladnenie a laboratórne spracovanie

Sedimentárne jadrá v plastových trubkách sú pred náhodným poškodením chránené plastovou fóliou a uskladnené v transportnom boxe. Sedimenty sa skladujú v stabilných teplotných podmienkach pri teplote +4 °C, aby nedošlo k rozkladu organických látok. Pre rozdelenie jadier na dve polovice sa využíva rezač jadier od spol. Geotek. Plastový obal je rozpolený dvoma elektrickými vibračnými brúskami alebo dvoma listovými nožmi, za ktorými nasleduje oceľové lanko deliace sediment na dve polovice.

3. VÝSLEDKY A DISKUSIA

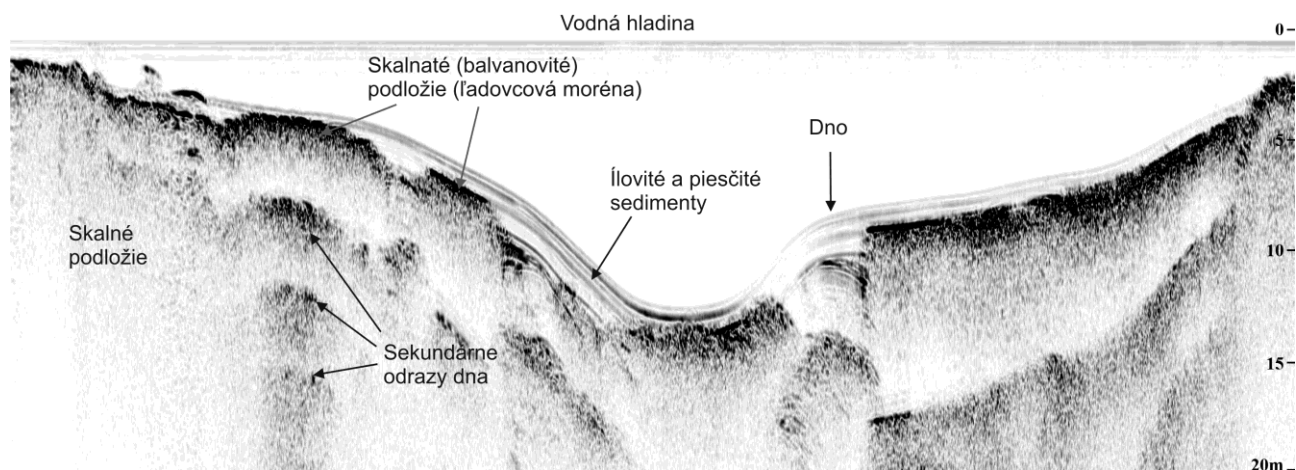
3.1. Prieskum dna sonarom

Systém sonarovania bol v našich podmienkach testovaný a využitý na Popradskom plese, Batizovskom plese a Velickom plese, na Malom Dunaji v úseku medzi obcami Tomášov-Jelka-Madarász-Čierna voda, na Karloveskom ramene v Bratislave, v zatopenom starom ílovisku v Pezinku a tajchoch v okolí Banskej Štiavnice. Účelom bolo predovšetkým overenie hrúbky sedimentov v plesách a tajchoch a nájdenie najvhodnejšieho miesta pre jadrovanie. Na ostatných lokalitách bol prevedený test na zisťovanie sedimentárnych štruktúr a kvartérnych tektonických porúch.

Sonarovanie plies a tajchov, odhliadnuc od genetického typu vodnej plochy, sa vykonávalo na sedimentoch rovnakého litologického charakteru, preto aj výsledky sú v interpretácii sonarového záznamu veľmi podobné. Okraje a dno všetkých plies sú vyplnené veľkými a chaoticky usporiadanými granitovými blokmi z ľadovcových morén, na ktorých sú uložené limnické nespevnené sedimenty tvorené pelitmi a organickým sedimentom typu gyttja. Sonarovanie troch tatranských plies však poukazuje na významné rozdiely v hrúbke a priestorovej distribúcii sedimentov v jazerách aj medzi jazerami. V Popradskom plese (obrázok 2) sa najhrubšie akumulácie (až do 6 m) nachádzajú v JZ časti plesa v oblasti čelnej morény, pričom v centrálnej a najhlbšej časti sú akumulácie tenšie, do 3 m. Sedimenty vo Velickom plese dosahujú iba hrúbku do 0,75 m.

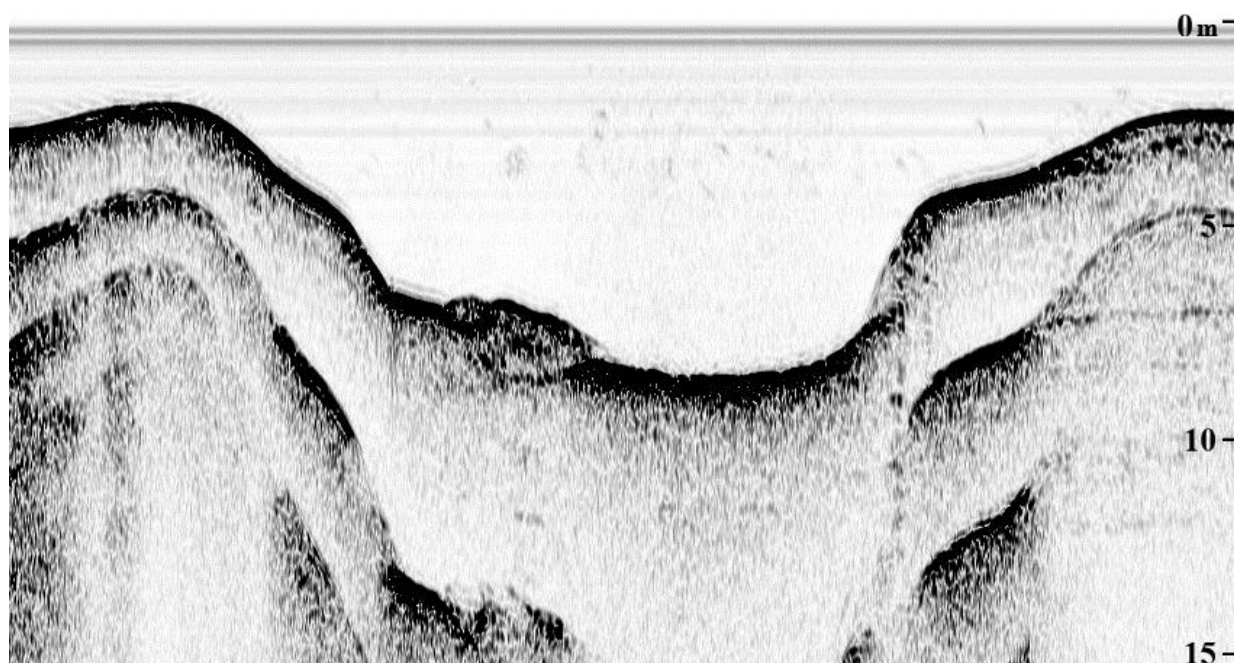
Zisťovanie sedimentárnych štruktúr a tektonických porúch na Malom Dunaji a Karloveskom ramene bolo poznačené malou hĺbkou vody, ktorá iba zriedkavo presiahla 2,5 m, a prevládajúcou štrkovou sedimentáciou, ktorá umožňuje iba plytký prienik zvukových vln do sedimentu. Sonarový obraz v takomto prostredí bol nečitateľný a zložený zo sekundárnych odrazov. V miestach s hĺbkou vody väčšou ako 2,5 m poskytol sonarový záznam obraz o korytových štruktúrach, avšak žiadne recentné tektonické poruchy neboli zistené.

Neogénne ílové a pieskové sedimenty v okolí Pezinka sú známe svojou pestrosťou zloženia a vrstevnatosťou, preto bolo sonarovanie vykonané v zatopenom starom ílovisku pri Pezinku. Neogénne podložie je však z pohľadu zvukových vln už konsolidovaným sedimentom, preto nebola pozorovaná žiadna štruktúrovanosť sedimentov. Sonarový záznam poskytol obraz iba o antropogénnych zosuvoch a lokálnych akumuláciách ťaženého materiálu v ílovisku (obrázok 3).



Obrázok 2

Pozdĺžny sonografický profil v Popradskom plese. Najväčšia hrúbka limnických sedimentov sa nachádza v juhozápadnej časti plesa blízko čelnej morény



Obrázok 3

Sonografický profil v zatopenom ílovisku v Pezinku. Vrstevnaté sedimenty neogénu sú pre prenikajúce zvukové vlny homogénnym prostredím a vytvárajú výrazné sekundárne odrazy. Sonografický obraz poskytol iba informáciu o lokálnych akumuláciách ťaženého materiálu

3.2. Jadrovanie sedimentov

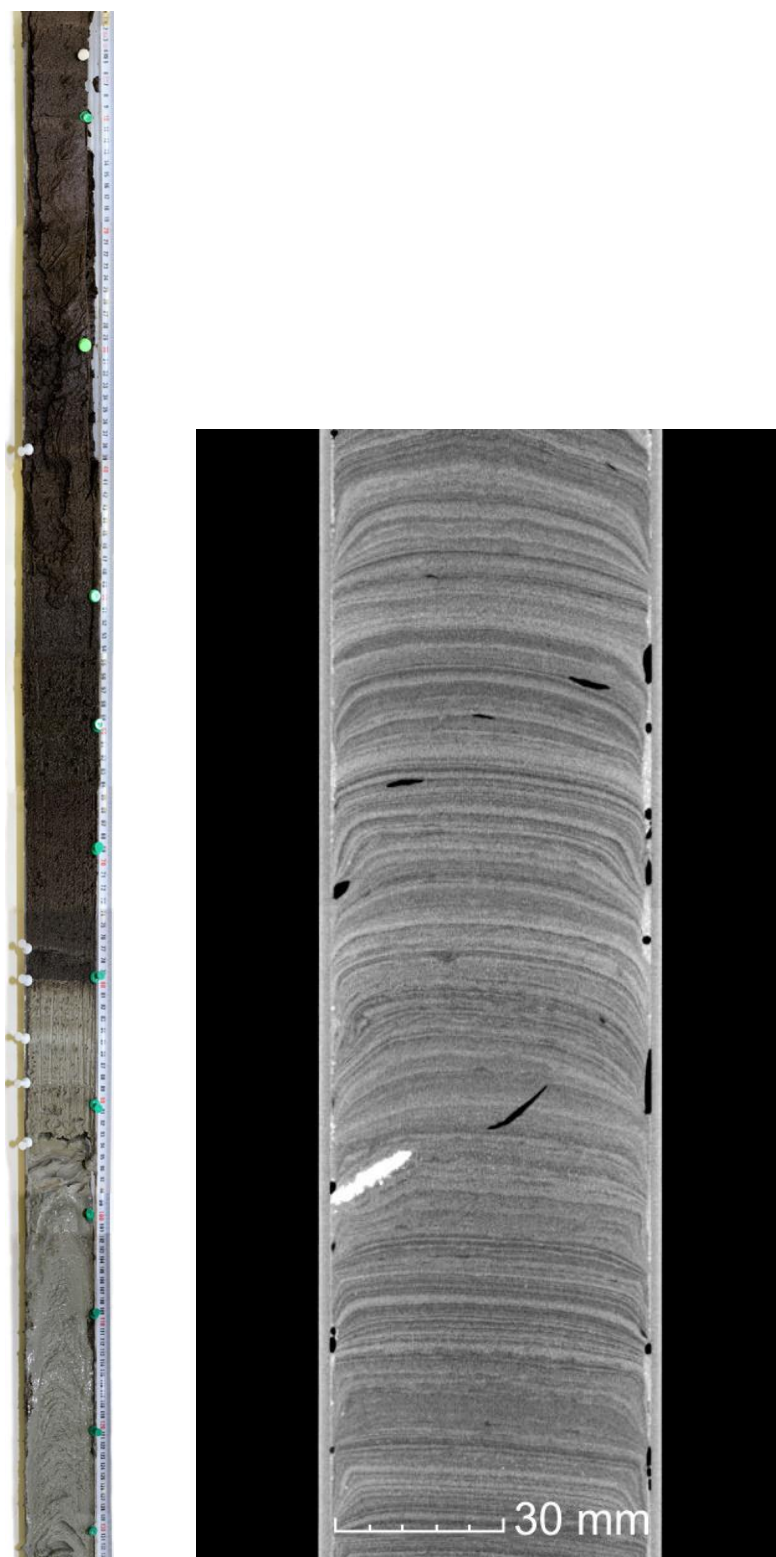
Systém jadrovania z limnickej plošiny bol testovaný na Popradskom plese, Batizovskom plese, Velickom plese a tajchoch v okolí Banskej Štiavnice za účelom paleolimnologického a paleoekologického výskumu a na vodnom diele Gabčíkovo pre zistenie mechanických vlastností sedimentu.

V tatranských plesách s veľmi pomalou sedimentáciou sú sedimenty silne zvodnené, preto bola namiesto systému tesnení, korunky a oceľového kužela (obrázok 1) použitá pre jadrovanie iba korunka s protistojnými lamelami. Osvedčil sa aj odber Kajakovým jadrovačom, ktorým sa odoberie iba najvrchnejší sediment o hrúbke 1 m a následne sa jadruje hydraulickým jadrovačom.

Pri jadrovaní dochádza k ohybu vrstiev na rozhraní sediment / plastová trubka ako dôsledok trenia (GLEW et al. [1]), preto je nevyhnutné zvoliť primeraný tlak pri zatláčaní jadrovača (obrázok 4). Pri vysokom prítlaku môže dôjsť k ohnutiu sedimentu v celej šírke plastovej trubky.

Určitou nevýhodou systému sa ukazuje vysoká hmotnosť konštrukcie, a to najmä pri montovaní a rozoberaní plošiny, pri ktorom je nevyhnutná súčinnosť min. 4 osôb, a pri prenášaní plošiny v podmienkach tatranských plies. Pevná a tuhá konštrukcia plošiny bola naopak veľmi výhodná pri jadrovaní na vodnom diele Gabčíkovo. Na súši skompletizovaná plošina bola žeriavom prenesená na vodnú plochu, kde sa pre ukotvenie a stabilizáciu plošiny v prúdiacej vode využil aj motorový čln. Výhodou konštrukcie je variabilita plošiny, ktorá umožňuje samostatné použitie celej hliníkovej platformy alebo iba jej časti pre upevnenie sonaru a prevoz jeho súčastí. Samostatne, bez platformy bol využitý aj tripód pre jadrovanie na tajchu Veľká Richňava s hrúbkou sedimentov 184 cm (BITUŠÍK et al. [3]).

Pre zisťovanie textúrnych vlastností sedimentu a tafonomické vyhodnotenie sedimentárnych procesov sa osvedčil nedeštrukčný prieskum sedimentárneho jadra metódami 3D počítačovej tomografie, po ktorom nasleduje rozdelenie jadra rezačom a vzorkovanie sedimentu (obrázok 4).



Obrázok 4

Limnické nespevnené sedimenty tvorené svetlosivými pelitmi a tmavým organickým sedimentom typu gytja z Popradského plesa (vľavo). Mikrotomografický záznam jadra so sedimentárnou výplňou z Batizovského plesa ukazujúci laminárny charakter sedimentu, v ktorom sa striedajú laminy ílu a prachu. Biela škvrna v ľavej dolnej časti záznamu je agregát fosfátového minerálu vivianit. Čierne škvrny sú vzduchové bubliny

4. ZÁVERY

Paleolimnologické laboratórium pozostávajúce zo sonaru a hliníkovej limnickej plošiny umožňuje prieskum a odber vzoriek usadenín z dna jazier a vodných nádrží pre stanovenie mechanických, fyzikálnych alebo chemických vlastností usadenín predovšetkým pri riešení problematiky ekologických záťaží, zanášania vodných nádrží a výskume paleoklimatických zmien. Tento kombinovaný systém bol testovaný na viacerých vodných plochách Slovenska s kľudnou a tečúcou vodou a na pelitických až hruboklastických sedimentoch. Poukázal na dobrú zhodu predpokladanej hrúbky a typu sedimentov zo sonarového záznamu a následného odberu hydraulickým jadrovačom.

5. LITERATÚRA

- [1] GLEW, J.R. – SMOL, W.M. – LAST W.M.: Sediment core collection and extrusion. In: Last, W.M., Smol, J.P. (eds.): Tracking environmental change using lake sediments. Volume 1: Basin analysis, coring, and chronological techniques. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 73-105, 2001.
- [2] LAST, W.M. – SMOL, J.P. (eds.): Tracking environmental change using lake sediments. Volume 1: Basin analysis, coring, and chronological techniques. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 548 pp, 2001.
- [3] BITUŠÍK, P. – PIPÍK, R. – TRNKOVÁ, K. – SZARLOWICZ, K. – JAKUBOWSKA, M. – RECYNSKI, W. – MAJER, J. – THOMKOVÁ, K. – CHAMUTIOVÁ, T. – ŠPORKA, F. – STAREK, D. – MILOVSKÝ, R. – ŠURKA, J. – HAMERLÍK, L.: Sedimenty banskoštiavnických vodných nádrží ako archív historických zmien prostredia. In: Sedimenty vodných tokov a nádrží. 17. – 18. mája 2017, Bratislava, Slovenská republika. Pavel Hucko, Peter Tolgyessy (Edit.). Slovenská vodohospodárska spoločnosť pri VÚVH. Bratislava 2017, str. 159-170.

POĎAKOVANIE

Príspevok vznikol za finančnej podpory Agentúry na podporu výskumu a vývoja pre projekt APVV-15-0292.

SUMMARY

The Paleolimnological laboratory at the Earth Science Institute allows a lake and dam sonar survey and coring of the bottom sediments. Inspection of bottom is conducted by chirp sonar SB-216S of the company EdgeTech to indicate the lake bottom topography and the total thickness of lake sediment in line sections. Limnic platform of the Austrian company UWITEC allows a coring of the lake sediments and examination of their paleontological record or mechanical, physical and chemical properties in laboratory, especially in fields of Quaternary climate change and environmental research. The article discusses the methods and our experiences of the sonar survey from the mountain lakes, dams and from the Little Danube River. Limnic platform was successfully used for the coring at the three alpine lakes in the High Tatra Mts., dams and Gabčíkovo dam at the Danube River. Before splitting the sedimentary cores by the core splitter of the company Geotek, non-destructive micro-CT inspection was applied for observation of the internal sedimentary structures.

Dr. Radovan Pipík

tel.: +421 48 321 3211, e-mail: pipik@savbb.sk

Ústav vied o Zemi

Slovenská akadémia vied

Ďumbierska 1, 974 01 Banská Bystrica, Slovensko

Mgr. Dušan Starek, PhD.

tel.: +421 2 3229 3219, e-mail: geolstar@savba.sk

Ústav vied o Zemi

Slovenská akadémia vied

Dúbravská cesta 9, P.O.Box 106, 840 05 Bratislava, Slovensko

Mgr. Rastislav Milovský, PhD.

tel.: +421 48 321 3211, e-mail: milovsky@savbb.sk

Mgr. Juraj Šurka

tel.: +421 48 321 3211, e-mail: surka@savbb.sk

Ústav vied o Zemi

Slovenská akadémia vied

Ďumbierska 1, 974 01 Banská Bystrica, Slovensko