

# SUSPENDIRANI SEDIMENTI V REKI DRAVI

## SUSPENDED SEDIMENTS IN THE DRAVA RIVER

izr. prof. dr. Bojana Dolinar, univ. dipl. inž. geol.

bojana.dolinar@um.si

Univerza v Mariboru, Fakulteta za gradbeništvo

Smetanova ulica 17, 2000 Maribor

Znanstveni članek

UDK 556.536(282.241)

**Povzetek** | V članku je prikazana preiskava soodvisnosti med terensko merjenimi koncentracijami suspendiranih snovi v reki Dravi ob pomoči optičnih merilnikov in z laboratorijsko določenimi količinami tistega deleža suspendiranih snovi, ki se lahko v mirujoči vodi posedejo. V ta namen je bilo v obdobju enega leta neposredno ob optičnih merilnikih odvzetih 90 vzorcev vode ter istočasno izmerjene temperature in pH-vrednosti vode. V laboratoriju so bili določeni mikrobiološki parametri vode, ki so vključevali določitev količin fitoplanktona, zooplanktona, bakterij, gliv in organskega drobirja. Preiskani sta bili mineralna in kemična sestava usedlin, pri 15 vzorcih pa opravljene tudi preiskave zrnivosti. Rezultati so pokazali, da se lahko na osnovi terensko merjenih koncentracij suspendiranih snovi z optičnimi merilniki zelo dobro oceni delež zrn, ki se v mirujoči vodi posedejo, prav tako pa njihovo velikost. Navedeno velja v primeru, ko so količine fitoplanktona in organskega drobirja v vodi majhne.

Ključne besede: hidrologija, rečni sedimenti, vsebnost suspendiranih snovi, zrnavostna sestava, reka Drava

**Summary** | The paper deals with the investigated correlation between the concentrations of suspended solids in the river Drava measured by optical sensors and laboratory determined quantities of suspended solids which may settle in the standing water. For this purpose, in the period of one year, 90 samples of water were taken directly at the optical sensors. At the same time, the temperatures and the pH values of water were measured. The microbiological parameters of water, which included the determination of the quantities of phytoplankton, zooplankton, bacteria, fungi, and organic debris have been investigated in the laboratory as well as mineralogical and chemical compositions of the sediments and their grain size distribution. The results showed that the field measured concentrations of suspended solids by optical sensors are very usable for the assessment of those quantities of suspended solids which can settle in the standing water as well as for their grain size distribution. This applies if the amount of phytoplankton and organic debris in the water is small.

Key words: hydrology, fluvial sediments, content of suspended solids, particle size distribution, Drava River

### 1 • UVOD

Vsebnost suspendiranih snovi v vodi se lahko določa neposredno iz odvzetih vzorcev, ki se analizirajo v laboratoriju, ali posredno iz

podatkov različnih merilnikov, ki oddajajo in sprejemajo mehansko ali elektromagnetno valovanje. Med slednje se uvrščajo tudi optični

merilniki, pri katerih senzorji bodisi izmerijo del vidne svetlobe, ki se prepusti skozi vodo v ravni smeri med virom svetlobe in sprejemnikom, ali pa izmerijo del vidne ali infrardeče svetlobe, ki se odbojno sipa (običajno pod kotom 90° glede na vir svetlobe) do sprejemnika odbite svetlobe (Mikoš, 2012b). V obeh primerih se

na tak način določi bodisi motnost vode ali pa koncentracija suspendiranih snovi. Vendar je slednja količina lahko samo ocenjena, kajti suspendirani delci so v različnih vodah zelo različni tako po sestavi kot velikosti, kar vse vpliva na sipanje, presevanje in absorbiranje svetlobe in posledično na rezultate meritev. Splošno veljavno razmerje med koncentracijami suspendiranih snovi, določenimi z optičnimi senzorji, in dejanskimi koncentracijami teh snovi tako ne obstaja, lahko pa se določi za posamezno merilno mesto ((Davies-Colley, 2001), (Susfalk, 2008), (Williamson, 2011), (Mikoš, 2012b), (Al-Yaseri, 2013), (Landers, 2013)).

Leta 2012 so bili na reki Dravi nameščeni trije optični merilniki SOLITAX različice ts-line sc, ki omogočajo meritve motnosti v razponu 0,001–4000 FNU oziroma koncentracije suspendiranih snovi od 0,001–50 g/l. Po podatkih proizvajalca je natančnost meritev motnosti < 1 % in koncentracije suspendiranih snovi < 5 %. Podatki se zajemajo samodejno v petminutnih časovnih presledkih. Rezultati meritev so izraženi kot TSS-koncentracije (total suspended solids concentrations) v mg/l. Optični merilniki so locirani neposredno ob hidroelektrarnah Dravograd, Vuzenica in Mariborski otok (slika 1). Kalibracijo merilnikov so izvedli proizvajalci opreme ob pomoči standardizirane suspenzije, zato merjene TSS-koncentracije ne ustrezajo dejanskim v reki Dravi.

V tem času je na reki Dravi v fazi načrtovanja črpalna hidroelektrarna Kozjak s strojnico ob Šturmovem grabnu in z vtočno-iztočnim objektom v akumulacijskem bazenu hidroelektrarne Fala. Zgornji akumulacijski bazen je predviden na približno 700 m višjem Kolarjevem vrhu (slika 2). Suspendirani delci, ki so v vodi reke Drave, se bodo v času mirovanja vode v akumulacijskem bazenu usedali na dno, količina usedlin pa bo odvisna od režima obratovanja črpalne hidroelektrarne in koncentracije ter velikosti in sestave suspendiranih snovi v vodi v času njenega črpanja iz reke Drave. Osnovni cilj opisane raziskave je bil zato ugo-



Slika 1 • Lokacije optičnih merilnikov na reki Dravi

točiti, ali lahko podatki optičnih merilnikov ob omenjenih elektrarnah služijo za oceno količin tistih suspendiranih snovi v vodi, ki se lahko v času njenega mirovanja posedejo. V okviru raziskav so bili poleg omenjene soodvis-

nosti analizirani tudi različni dejavniki, ki lahko vplivajo na rezultate optičnih merilnikov, kot so velikost suspendiranih delcev, vsebnost organskega drobirja, fitoplanktona, zooplanktona, mikrobov, pH-vrednost in temperatura vode.



Slika 2 • Sklica umestitve strojnice in zgornjega akumulacijskega jezera v prostor (povzeto po: [www.dem.si](http://www.dem.si))

## 2 • METODE PREISKAV

Z namenom zajeti čim bolj raznolike razmere tako pri vsebnosti erodiranih materialov kot pojavljanju različnih organizmov v vodi so odvzeti vzorci potekali eno leto, od avgusta 2012 do julija 2013. Skupno je

bilo na treh lokacijah odvzetih 90 vzorcev vode ter istočasno izmerjena temperatura zraka in vode, določena pH-vrednost, barva in vonj vode ter opisane vidne nečistoče na gladini reke. Vzorci vode so bili odvzeti

neposredno ob optičnih merilnikih v globinah 4–5 m.

### 2.1 Določitev količine usedlin v laboratoriju

Ker je bila za potrebe omenjene študije zanimiva predvsem primerjava med podatki terenskih meritev TSS-koncentracij in količino suspendiranih snovi, ki se v mirujoči vodi posedejo, je bila temu prilagojena tudi v na-

daljevanju opisana laboratorijska preiskava. Pri izbranem postopku, ki ni standardiziran, je bila usedlina izločena iz 20 l vode, sprva z odlivanjem in v končni fazi z izhlapevanjem vode. Na tak način je bila pridobljena večja količina usedlin, kar je omogočilo preiskave njene zrnivosti ter mineralne in kemične sestave. Količina usedlin je v tekstu označena kot  $c_{sed}$  (mg/l).

Čas, potreben za posedanje delcev, je bil izbran glede na izračunane hitrosti  $v$  (m/s) tonjenja le-teh s pomočjo Stokesove enačbe (1), kjer sta  $\gamma_s$  in  $\gamma_{WT}$  prostorninski teži zrn in vode,  $D$  (m) je premer kroglastih zrn in  $\eta_T$  viskoznost vode pri izbrani temperaturi.

$$v = \frac{\gamma_s - \gamma_{WT}}{18 \cdot \eta_T} \cdot D^2 \quad (\text{m/s}) \quad (1)$$

V izračunu so bile upoštevane povprečna prostorninska teža zrn  $\gamma_s = 27 \text{ kN/m}^3$  (glede na gostoto in zastopanost posameznih mineralov v sestavi), prostorninska teža vode pri temperaturi  $20^\circ \text{C}$   $\gamma_{W20} = 9,98 \text{ kN/m}^3$  in dinamična viskoznost vode pri enaki temperaturi  $\eta_{20} = 1,005 \times 10^{-3} \text{ Pas}$ . Izračunani so pokazali, da se v petih dneh, v posodi višine 0,3 m, posejajo vsa zrna  $\geq 0,0008 \text{ mm}$ . Treba pa je poudariti, da se v praksi zrna,  $< 0,001 \text{ mm}$ , zelo težko posejajo, razen v primeru, ko pride do kosmičenja (Mikoš, 2012a).

## 2.2 Zrnovost usedlin

Porazdelitev velikosti zrn je bila preiskana v Geološkem zavodu Slovenije z uporabo laserskega merilnika Analysette 22"/Nano Tec made by FRITZSCH GmbH - Manufacturers of Laboratory Instruments, Germany. Skupno je bilo z vseh treh lokacij preiskanih 15 vzorcev usedlin, ki so bili izbrani pri različnih motnostih vode ter količinah mikroorganizmov in organskega drobirja (preglednica 1).

## 2.3 Mineralna in kemična sestava sedimentov

Mineralna sestava usedlin je bila določena na vzorcu, izločenem iz vode reke Drave z območja Šturmovskega grabna. Preiskana je bila v Geološkem zavodu Slovenije z rentgenskim difraktometrom z žarkovjem  $\text{CuK}\alpha$  ( $\lambda = 0,15418 \text{ nm}$ ) pri napetosti 40 kV in toku 20 mA ob uporabi nikljevega filtra, proporcionalnega števca in grafičnega monokromatorja. Za pregledno določitev mineralne sestave je bil uporabljen celotni uprašeni vzorec. Pri vrednotenju količin posameznih mineralov v zemljinah so bili uporabljeni podatki kemične analize, izdelane v referenčnem laboratoriju

Sample	TSS (mg/l)	$c_{sed}$ (mg/l)	Org. drobir (no./ml)	Fitoplan. (CFU/ml)	Zooplan. (no./ml)	Bakterije (CFU/ml)	Glive (CFU/ml)
D1	585	260,0	80.000	100.000	1	1.000.000	1000
D2	41	18,5	7000	10.000	0	3000	0
D3	8	3,9	200	< 600	4	500.000	800
D4	41	27,9	20.000	20.000	1	2000	0
D5	33	15,4	20.000	50.000	1	3000	0
V1	45	24,0	1000	< 600	2	1000	100
V2	72	30,9	8000	< 600	2	1000	100
V3	30	18,4	5000	15.000	1	50.000	5000
V4	6	21,0	2500	800	20	10.000.000	10.000
V5	16	9,4	2500	15.000	2	500.000	500
MO1	78	42,6	13.000	70.000	1	10.000	100
MO2	149	77,6	30.000	80.000	3	10.000	100
MO3	753	363,0	100.000	80.000	1	100.000	10.000
MO4	10	6,8	2000	< 600	2	500.000	500
MO5	32	16,5	30.000	10.000	0	2000	0

D – lokacija HE Dravograd, V – HE Vuzenica, MO – HE Mariborski otok

Preglednica 1 • Oznake vzorcev, TSS-koncentracije, določene na terenu z optičnimi senzori,  $c_{sed}$ , določene v laboratoriju, organski drobir, fitoplankton, zooplankton, bakterije in glive

ACME Analytical Laboratories v Vancouveru. Za kvalitativno in kvantitativno določitev glavnih elementov je bila uporabljena ICP-ES-metoda, za določitev slednjih elementov pa ICP-MS-metoda.

Za pregled mikroskopskih delcev velikosti nad  $20 \mu\text{m}$  istega vzorca je bil uporabljen optični mikroskop, za submikroskopske delce pa vrstični elektronski mikroskop z energijsko disperzijskim spektrom (SEM/EDS). Pri tej vrsti naprave nastanejo pri interakciji izostrenega snopa elektronov, ki se premika po vzorcu in atomih v vzorcu, različni signali, kot so sekundarni elektroni (SE), povratno sipani elektroni (BSE) in RTG-žarki, ki dajejo različne informacije o vzorcu. Vzorec je bil nalepljen na grafični trak in napršen z zlatom.

## 2.4 Mikrobiološke analize

Mikrobiološke preiskave, ki jih je opravil Inštitut za uporabno ekologijo Maribor, so

obsegale določitev fitoplanktona, zooplanktona, bakterij, gliv in organskega drobirja v vseh 90 vzorcih vode. Za določevanje fitoplanktona, zooplanktona in organskega drobirja sta bila uporabljena binokularna mikroskopa CETI in Leica. Pri mikroskopiranju je bil 1 ml vzorca vode opazovan pri 100-, 400- in 1000-kratni povečavi. Za štetje je bila uporabljena abundančna komora proizvajalca Paul Marienfeld GmbH & Co KG. Določevanje alg in modro zelenih cepljivk je potekalo tudi z biodetektorji ALGAE-BARTTM. Za določanje skupnega števila bakterij so bila uporabljena različna gojišča: potopne ploščice VWR Prolabo Total Count in tekstilne podlage RIDA®COUNT Total, za določanje skupnega števila gliv pa potopne ploščice VWR Prolabo Yeast/Mold in tekstilne podlage RIDA®COUNT Yeast/ Mold.

### 3 • REZULTATI

#### 3.1 Vpliv mikrobioloških parametrov vode na terensko merjene TSS-koncentracije

Količine različnih mikroorganizmov in organskega drobirja v vodi so se celo leto spreminjale, kar je razumljivo, saj na njihovo pojavljanje vplivajo številni dejavniki iz okolja. Količine fitoplanktona so se na vseh treh merilnih mestih gibale med > 600 in 100.000 CFU/ml (Colony Forming Units v 1 ml vode). Gostota zooplanktona, ki se izraža s številom osebkov v določenem volumnu vode (št./ml), je bila med 0 in 30 št./ml, gostota bakterij med 100 in 10.000.000 CFU/ml in gliv med 0 in 10.000 CFU/ml. Količina organskega drobirja se je spreminjala med 100 in 100.000 št./ml.

Iz podatkov mikrobioloških preiskav je bilo ugotovljeno, da med količinami zooplanktona, bakterij in gliv v vodi ter terensko merjenimi TSS-koncentracijami ni opazne soodvisnosti. Prav nasprotno pa bi lahko bil vpliv fitoplanktona in organskega drobirja večji. S slike 3 je razvidno, da njune količine v splošnem naraščajo z večanjem TSS-koncentracij.

#### 3.2 Razmerje med terensko merjenimi koncentracijami suspendiranih snovi (TSS) in laboratorijsko določenimi količinami usedlin $c_{sed}$

Koncentracije suspendiranih snovi v vodi, določene z optičnimi merilniki na terenu, so dosegle največ 753 mg/l (HE Mariborski otok), večina vrednosti je bila manjša od 40 mg/l.

Primerjava rezultatov terensko merjenih TSS (mg/l) in laboratorijsko določenih  $c_{sed}$  (mg/l) je pokazala, da sta spremenljivki na vseh treh merilnih mestih linearno soodvisni, kar je bilo tudi pričakovati. V študiji zbrani podatki so pokazali za posamezne lokacije naslednja razmerja:

HPP Dravograd  
 $c_{sed} = 0,40 \cdot TSS$  (mg/l) (1)

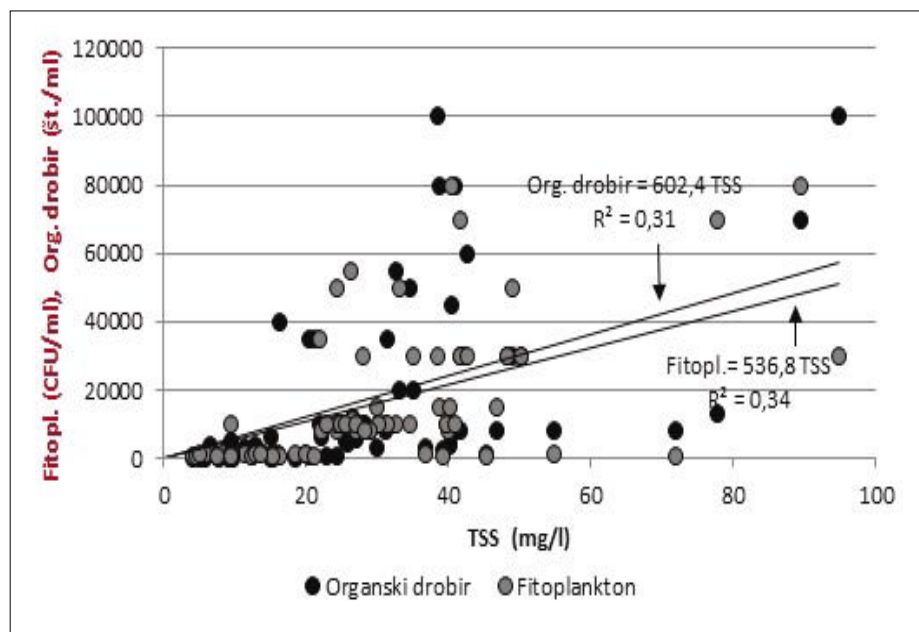
HPP Vuzenica  
 $c_{sed} = 0,57 \cdot TSS$  (mg/l) (2)

HPP Mariborski otok  
 $c_{sed} = 0,49 \cdot TSS$  (mg/l) (3)

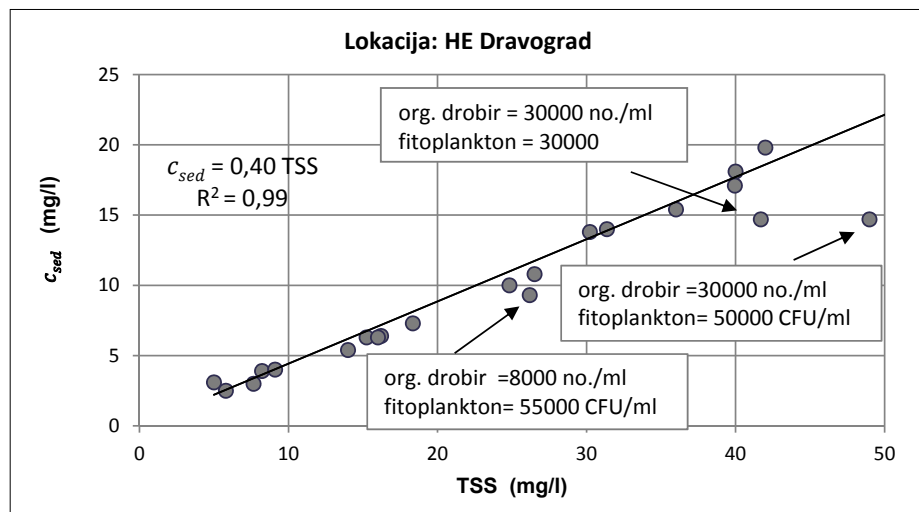
Primer za lokacijo HE Dravograd je prikazan na sliki 4, s katere je jasno razvidna dobra korelacija med večino merjenih vrednosti, prav tako tudi, da se odstopanja pojavijo v primerih, ko je bila v vodi zabeležena večja

količina fitoplanktona in organskega drobirja. V omenjenih primerih so terensko določene koncentracije suspendiranega materiala pri vseh vzorcih višje od pričakovanih glede na  $c_{sed}$ . Povprečna količina fitoplanktona je bila pri vzorcih, ki izkazujejo dobro soodvisnost med  $c_{sed}$  in TSS 7100 CFU/ml ter organskim drobirjem, 8370 št./ml, odstopanja pa so se pojavila v primerih, ko je bila skupna količina teh delcev preko 50.000 CFU/ml. Vpliva fitoplanktona in organskega drobirja na terensko

merjeno koncentracijo suspendiranih snovi ni bilo mogoče številčno ovrednotiti. Razlogov za to je več: a) nemogoče je bilo ločiti vpliv fitoplanktona od vpliva organskega drobirja, ker sta se oba pojavljala v vzorcih vode v povečanih količinah istočasno; b) vrsta, velikost in oblika fitoplanktona in organskega drobirja se v različnih razmerah spreminjajo, kar vse vpliva na izmerjeno TSS-koncentracijo; c) številčna določitev mikroorganizmov in njihovih odmrlih ostankov poteka na zelo majhnih vzorcih, ki niso vedno reprezentativni; d) izbrani postopek določanja fitoplanktona ne omogoča določitve točnega števila teh planktonskih organizmov ali njihovih kolonij.



Slika 3 • Količine fitoplanktona (CFU/ml) in organskega drobirja (št./ml) v odvisnosti od terensko merjenih koncentracij TSS (mg/l)



Slika 4 • Razmerje med laboratorijsko določeno količino sedimentiranega materiala  $c_{sed}$  (mg/l) in terensko merjeno TSS-koncentracijo (mg/l) na lokaciji HE Dravograd

### 3.3 Zrnovost usedlin

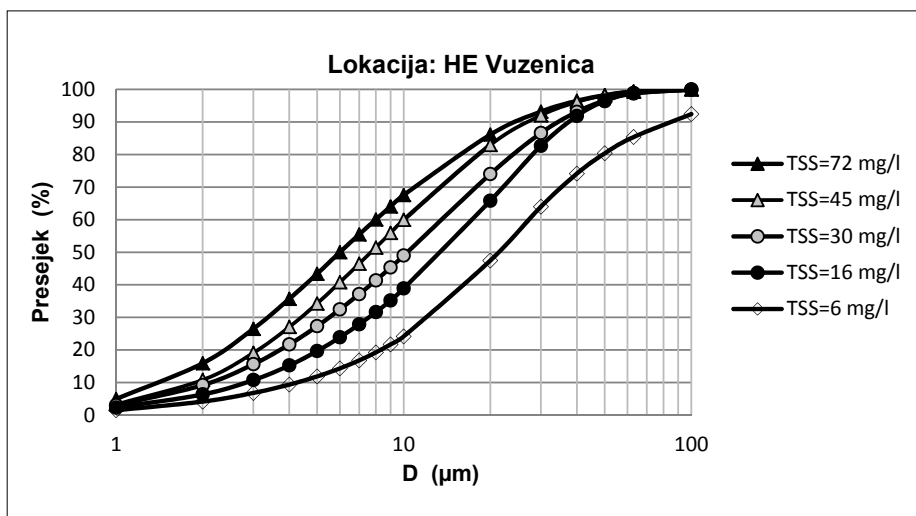
Na sliki 5 so prikazane krivulje zrnovosti sedimentiranega materiala, izločenega iz vode na merilnem mestu HE Vuzenica. Označene so tudi povprečne koncentracije suspendiranih snovi, merjene z optičnimi senzori v času odvzemov vzorcev. Iz primerjave teh vrednosti je jasno razvidna soodvisnost med porazdelitvijo velikosti zrn usedlin in TSS-koncentracijami. Slednje še bolj nazorno kaže slika 6, na kateri je omenjena soodvisnost prikazana za deleže zrn, < 2, 10 in 30  $\mu\text{m}$ . Vendar pa je treba poudariti, da prikazana razmerja veljajo le za vzorce usedlin, izločene iz vode z manjšo vsebnostjo fitoplanktona in organskega drobirja (preglednica 1). Kadar je teh organskih primesi veliko, terensko izmerjene TSS-koncentracije izkazujejo previsoko vsebnost usedljivih snovi glede na laboratorijsko določeno in posledično tudi napačno porazdelitev velikosti zrn.

### 3.4 Mineralna sestava

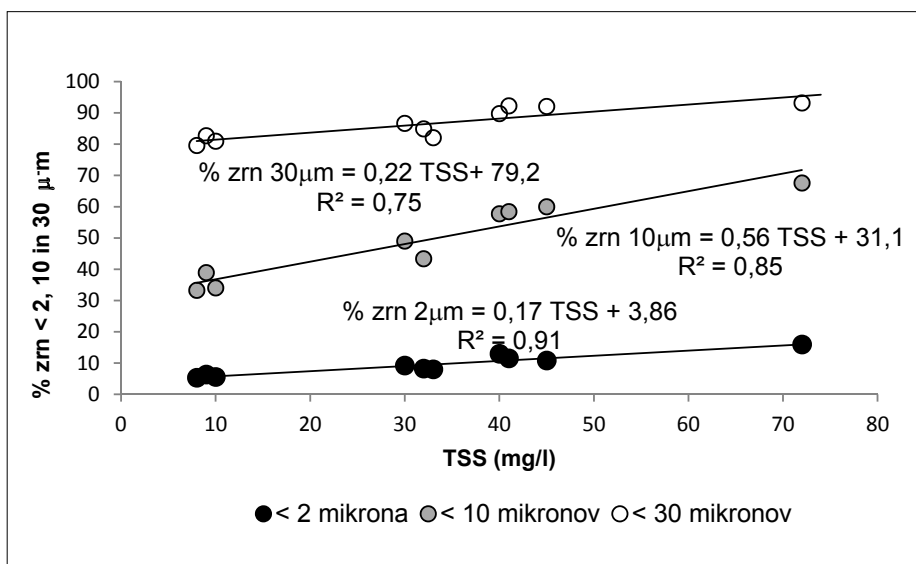
Z rentgensko analizo in kemično sestavo vzorca je bila določena naslednja kvalitativna in kvantitativna mineralna sestava sedimentiranega materiala: muskovit/illit (41 %), klorit (14 %), kremen (15 %), plagioklaz (8 %), kalцит (9 %) in dolomit (13 %).

Optičnomikroskopska preiskava, s katero so bili pregledani predvsem delci, > 20  $\mu\text{m}$ , je pokazala, da prevladujejo zrna muskovita, biotita, kremenca in glinencev. Med neprosojnimi minerali je bilo mogoče prepoznati limonit (goethit) in sledove hematita. Redkeje so se pojavljali karbonati in klorit. V zelo majhnih količinah je bilo opaziti zrna klinozoisita, v sledovih pa še turmalin, stavorlit, cirkon in rutil ter ostanke organskega detritusa. Na sliki 7 je prikazan igličast skupek z ujetim zrcem kalčita.

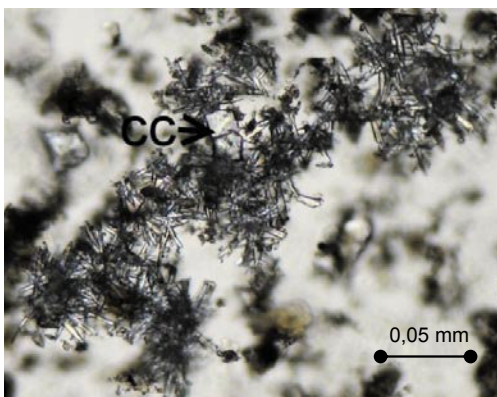
Slika 8 prikazuje posnetke usedlin, preiskane z vrstičnim elektronskim mikroskopom. Ob pomoči sekundarnih elektronov (SE), ki dajejo sliko površine vzorca, in povratno sipanih elektronov (BSE), ki dajejo sliko relativne kemijske sestave vzorca, so bile določene naslednje mineralne faze: illit/muskovit, plagioklaz, klorit, kremen, kalцит, amfibol, titanit in zelene alge.



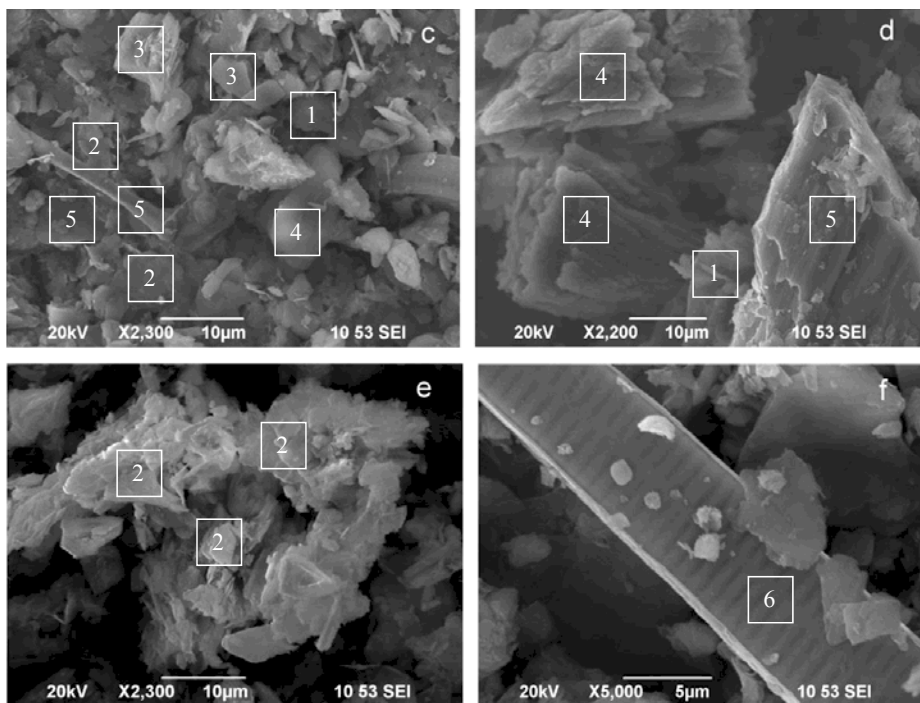
Slika 5 • Zrnovost sedimentiranega materiala z lokacije HE Vuzenica in pripadajoče TSS-koncentracije



Slika 6 • Odstotki zrn, < 2, 10 in 30  $\mu\text{m}$ , v odvisnosti od TSS (mg/l)



Slika 7 • Igličast skupek, ki spominja na celulozo z ujetim zrcem kalčita (cc), II N



Slika 8 • SEM-posnetki delcev sedimentiranega materiala: 1 – klorit, 2 – biotit/klorit, 3 – kremen, 4 – kalcit, 5 – amfibol, 6 – zelena alga

#### 4 • ZAKLJUČKI

V članku so prikazani rezultati preiskave, katere namen je bil ugotoviti možnost uporabe terensko merjenih TSS-koncentracij za določitev količin in zrnastostne sestave fiste-ga dela suspendiranih snovi v reki Dravi, ki se lahko v mirujoči vodi posedejo. Iskanje omenjene soodvisnosti je bilo izvedeno za potrebe napovedovanja količin usedlin na dnu akumulacijskega bazena načrtovane črpalne hidroelektrarne Kozjak. V bazen bo črpana voda iz reke Drave, predvideno mesto črpanja pa je med HE Vuzenica in HE Mariborski otok, kjer sta nameščena dva optična merilnika od treh za kontinuirano spremljanje koncentracij suspendiranih snovi v reki Dravi.

Za določitev količin suspendiranega materiala, ki se lahko posede, so bili uporabljeni vzorci, ki

so vsebovali 20 l vode. S tem je bila zagotovljena večja verjetnost, da je vzorec dejansko reprezentativen, hkrati pa je bilo pridobljenega tudi dovolj materiala za nadaljnje mineraloške in kemične preiskave ter določitve zrnastosti. Iz rezultatov preiskav je mogoče povzeti naslednje zaključke:

- Koncentracije suspendiranih snovi, določene posredno z optičnimi merilniki, omogočajo, ob upoštevanju podanih korekcijskih faktorjev, dobro oceno količin tistih suspendiranih snovi, ki se lahko v mirujoči vodi posedejo.
- Zgornja trditev velja, kadar so v vodi manjše količine fitoplanktona in organskega drobirja. Pri povečanem deležu teh delcev pa posredno določene koncentracije suspendiranih snovi izkazujejo višje vrednosti

od pričakovanih glede na laboratorijsko preiskane. Vpliva zooplanktona, bakterij in gliv na rezultate terensko določenih koncentracij suspendiranih snovi ni bilo opaziti.

- Na osnovi terensko določenih koncentracij suspendiranih snovi je mogoče oceniti zrnastost posedlega materiala, vendar le v primerih, ko je vsebnost fitoplanktona in organskega drobirja v vodi nizka.

Ker je vsebnost suspendiranih snovi močno odvisna od lokalnih razmer, veljajo podana razmerja le za mesta neposredno ob optičnih merilnikih in jih ni mogoče posplošiti na celoten odsek reke Drave med Dravogradom in Mariborom. Prav tako je treba upoštevati, da se lahko v drugačnih razmerah, kot so bile v času vzorčenja (npr. ob visokih pretokih vode, veliki vsebnosti suspendiranih snovi), podane soodvisnosti spremenijo, zato je vedno treba rezultate optičnih merilnikov ves čas preverjati s podatki laboratorijskih analiz.

#### 5 • ZAHVALA

Raziskave, ki so prikazane v članku in so del širše študije z naslovom *Sedimenti v akumu-*

*laciji ČHE Kozjak*, so financirale Dravske elektrarne Maribor, d. o. o. Omenjenemu podjetju

se avtorica članka lepo zahvaljuje, prav tako za pomoč pri pridobivanju podatkov.

## 6 • LITERATURA

- Al-Yaseri, I., Morgan, S., Retzlaff, W., Using Turbidity to Determine Total Suspended Solids in Storm-Water Runoff from Green Roofs. *Journal of Environ. Eng.* 139, 6, 822–828, 2013.
- Davies-Colley, R. J., Smith, D. G., Turbidity, suspended sediment, and water clarity: a review. *Journal of the American Water Resources Association* 37, 1085–1101, 2001.
- Landers, M. N., Sturm, T. W., Hysteresis in suspended sediment to turbidity relations due to changing particle size distributions. *Water Resour. Res.*, 49, 2013.
- Mikoš, M., Kalnost v rekah kot del erozijsko-sedimentacijskega kroga/Suspended loads in rivers as a part of the erosion and sedimentation cycle. *Gradbeni vestnik*, 61, 6, 129–136, 2012a.
- Mikoš, M., Metode terenskih meritev suspendiranih sedimentov v rekah/Methods of field measurements of suspended sediments in rivers. *Gradbeni vestnik*, 61, 7, 151–158, 2012b.
- Susfalk, R. B., Fitzgerald, B., Knust, A. M., Characterization of Turbidity and Total Suspended Solids in the Upper Carson River, Nevada. Desert Research Institute, Nevada, DHS Publication št. 41242, 2008.
- Williamson, T. N., Crawford, C. G., Estimation of Suspended-Sediment Concentration From Total Suspended Solids and Turbidity Data for Kentucky, 1978–1995. *Journal of the American Water Resources Association* 47, 4, 739–49, 2011, povzeto po <http://www.dem.si/slo/razvojnemoznostidem/crpalnadenadravi>, Projekt ČHE Kozjak, januar 2014.

### ZVEZA DRUŠTEV GRADBENIH INŽENIRJEV IN TEHNIKOV SLOVENIJE

vabi člane na

#### REDNO SKUPŠČINO,

ki bo v četrtek, 22. maja 2014, s pričetkom ob 13.00 uri, v prostorih gostilne Livada, Hladnikova cesta 15, Ljubljana.

Predsednik ZDGITS  
doc. dr. Andrej Kryžanowski, univ. dipl. inž. grad.

#### Popravek

V marčni številki *Gradbenega vestnika* (str. 54) v članku *Bočni pritisk vijaka na pločevino v spojih z enim vijakom* na koncu prvega stavka v poglavju 2 *Zasnova testa in program testiranja* pomotoma ni bil naveden citat (Remic, 2011), na strani 70 v poglavju 9 *Literatura* pa navedek Remic, N., *Bočni pritiski v preklonih vijačenih spojih iz mehkih konstrukcijskih jekel*, diplomska naloga, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, 68 str., 2011. Prvi avtor članka se Nacetu Remicu, univ. dipl. inž. grad., opravičuje zaradi neljube in nenamerne napake.