

# Akumulacija elemenata u tragovima u morskim cvjetnicama u hrvatskom dijelu Jadrana

---

Lušić, Jelena

Doctoral thesis / Disertacija

2016

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Split / Sveučilište u Splitu**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:226:174900>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-06-29**



Repository / Repozitorij:

[Repository of University Department of Marine Studies](#)



UNIVERSITY OF SPLIT



**SVEUČILIŠTE U SPLITU, SVEUČILIŠNI ODJEL ZA STUDIJE MORA  
SVEUČILIŠTE U DUBROVNIKU  
INSTITUT ZA OCEANOLOGIJU I RIBARSTVO, SPLIT**

---

**Poslijediplomski sveučilišni studij Primijenjene znanosti o moru**

**Jelena Lušić**

**AKUMULACIJA ELEMENATA U TRAGOVIMA U MORSKIM  
CVJETNICAMA U HRVATSKOM DIJELU JADRANA**

**Doktorski rad**

**Split, prosinac, 2016.**

Ova je disertacija izrađena na Institutu za oceanografiju i ribarstvo u Splitu i Institutu Ruđer Bošković u Zagrebu, pod vodstvom dr. sc. Nevenke Mikac, u sklopu Međusveučilišnoga poslijediplomskog doktorskog studija „Primijenjene znanosti o moru” pri Sveučilištu u Splitu i Sveučilištu u Dubrovniku.

## Zahvala

*Zahvaljujem mentorici dr. sc. Nevenki Mikac na predloženoj temi, uloženom trudu i vremenu, dragocjenim savjetima i podršci za vrijeme pisanja ovog rada.*

*Zahvaljujem članovima povjerenstva za ocjenu rada, prof. dr. sc. Zoranu Grubaču, dr. sc. Grozdanu Kušpiliću i izv. prof. dr. sc. Ivani Ujević, na pregledu rada i savjetima kojima su doprinijeli da rad dobije svoj konačan oblik.*

*Posebno zahvaljujem kolegama iz Laboratorija za kemijsku oceanografiju i sedimentologiju na podršci i pomoći tijekom izrade disertacije.*

*Zahvaljujem kolegama iz Laboratorija za bentos na pomoći pri uzorkovanju te korisnim savjetima tijekom izrade ovog rada.*

*Zahvaljujem dr. sc. Nedi Vdović i dr. sc. Maji Ivanić na pomoći pri analizi granulometrijskog sastava sedimenta.*

*Zahvaljujem dipl. ing. Jeleni Dautović na pomoći pri analizi ukupnog organskog ugljika u uzorcima sedimenta.*

*Zahvaljujem mag. geol. Mavri Lučiću na pomoći pri pripremi i razgradnji uzoraka sedimenta i cvjetnica te na pomoći pri analizi udjela karbonata u sedimentu.*

*Zahvaljujem dr. sc. Dariu Omanoviću na pomoći pri analizi metala u tragovima u uzorcima morske vode.*

*Zahvaljujem dipl. ing. Niki Bačiću na pomoći pri multielementnoj analizi sedimenata i cvjetnica.*

*Zahvaljujem dr. sc. Željki Fiket na pruženoj pomoći i korisnim savjetima tijekom pisanja rada.*

*Iskreno zahvaljujem dipl. ing. Siniši Marasoviću na pomoći tijekom pisanja rada.*

*Na kraju zahvaljujem svojoj obitelji i prijateljima na razumijevanju i podršci.*



## Sadržaj

Sažetak .....	VII
Abstract .....	VIII
1. UVOD .....	1
2. DOSADAŠNJE SPOZNAJE.....	4
2.1. Elementi u tragovima u morskom okolišu.....	4
2.2. Elementi rijetkih zemalja.....	8
2.3. Bioakumulacija elemenata u tragovima u morskim cvjetnicama .....	11
2.4. Praćenje sadržaja elemenata u tragovima u morskom okolišu .....	15
2.5. Morske cvjetnice: <i>Posedonia oceanica</i> , <i>Cymodocea nodosa</i> , <i>Zostera noltei</i> .....	16
2.5.1. Morske cvjetnice kao biološki pokazatelji onečišćenja metalima u tragovima.....	18
3. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA .....	22
4. MATERIJALI I METODE .....	28
4.1. Terenski rad.....	28
4.1.1. Uzorkovanje cvjetnica.....	29
4.1.2. Uzorkovanje sedimenta .....	30
4.1.3. Uzorkovanje morske vode .....	30
4.2. Laboratorijski rad .....	30
4.2.1. Materijali .....	30
4.2.2. Instrumenti.....	31
4.2.3. Metode.....	32
4.2.4. Sedimentološke i mineraloške analize.....	34
4.2.5. Kemijske analize .....	36
4.3. Statistička analiza .....	39
5. REZULTATI.....	40
5.1. Granulometrijska svojstva sedimenta.....	40
5.2. Udio karbonata u sedimentima .....	44

5.3. Maseni udio ukupnog organskog ugljika .....	45
5.4. Koncentracija elemenata u tragovima u morskoj vodi .....	46
5.5. Glavni elementi i elementi u tragovima u sedimentu .....	49
5.5.1. Glavni elementi .....	50
5.5.2. Elementi u tragovima .....	52
5.6. Elementi rijetkih zemalja u sedimentu .....	63
5.7. Sekvencijalna ekstrakcija .....	70
5.7.1. Glavni elementi .....	71
5.7.2. Elementi u tragovima .....	73
5.7.3. Elementi rijetkih zemalja.....	87
5.8. Elementi u tragovima u morskoj cvjetnici <i>P. oceanica</i> .....	88
5.9. Elementi u tragovima u vrstama <i>C. nodosa</i> i <i>Z. noltei</i> .....	114
5.10. Elementi rijetkih zemalja u morskim cvjetnicama .....	125
5.11. Biokoncentracijski faktori .....	131
5.12. Translokacijski faktori.....	133
6. RASPRAVA.....	137
6.1. Fizikalno kemijske karakteristike sedimenta.....	137
6.1.1. Granulometrijske karakteristike .....	137
6.1.2. Udio karbonata u sedimentu .....	139
6.1.3. Organska tvar u sedimentu .....	141
6.2. Glavni elementi, elementi u tragovima i elementi rijetkih zemalja u sedimentu .....	142
6.2.1. Utjecaj fizikalno–kemijskih karakteristika sedimenta na sadržaj mjerenih elemenata u sedimentu .....	149
6.2.2. Biodostupni udjeli elemenata u tragovima .....	161
6.3. Elementi u tragovima (Cd, Co, Cu, Ni, Pb i Zn) u morskoj vodi .....	171
6.4. Glavni elementi i elementi u tragovima u morskim cvjetnicama .....	173
6.4.1. Raspodjela mjerenih elemenata u biljnim organima vrste <i>P. oceanica</i> .....	179
6.4.2. Raspodjela mjerenih elemenata u biljnim organima vrsta <i>C. nodosa</i> i <i>Z. noltei</i> .....	191
6.4.3. Raspodjela elemenata rijetkih zemalja u istraženim cvjetnicama .....	193

6.4.4. Unos Cd, Co, Cu, Ni, Pb i Zn iz vodenog stupca u cvjetnice.....	196
6.4.5. Unos elemenata iz sedimenta u cvjetnice.....	197
6.4.6. Biokoncentracijski i translokacijski faktori.....	201
6.4.7. Ocjena cvjetnica kao mogućeg biološkog pokazatelja onečišćenja metalima u tragovima ....	211
7. ZAKLJUČCI.....	214
8. LITERATURA.....	219
9. DODATAK.....	249
ŽIVOTOPIS .....	325
POPIS RADOVA.....	326

Sveučilište u Splitu, Sveučilišni Odjel za studije mora  
Sveučilište u Dubrovniku  
Institut za oceanografiju i ribarstvo, Split  
Poslijediplomski sveučilišni studij: Primijenjene znanosti o moru

Doktorski rad

Znanstveno područje: Prirodne znanosti  
Znanstveno polje: Interdisciplinarne prirodne znanosti

## AKUMULACIJA ELEMENATA U TRAGOVIMA U MORSKIM CVJETNICAMA U HRVATSKOM DIJELU JADRANA

Jelena Lušić

Rad je izrađen u: Institut za oceanografiju i ribarstvo u Splitu, Institut Ruđer Bošković u Zagrebu

### Sažetak

U radu je istražena raspodjela elemenata u tragovima (Al, As, Ba, Bi, Cd, Co, Cr, Cs, Cu, Fe, Li, Ni, Mn, Mo, Pb, Rb, Sb, Sn, Sr, Ti, Tl, U, V i Zn), glavnih elemenata (K i Mg), i elemenata rijetkih zemalja (La, Ce, Pr, Nc, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, ER, Tm, Yb, Lu i Y) u morskim cvjetnicama (*Posidonia oceanica* (Linnaeus) Delile, *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson i *Zostera noltei* Hornemann) u hrvatskom dijelu Jadrana. Istovremeno, određen je sadržaj navedenih elemenata u sedimentu, kao i koncentracije Cu, Zn, Cd, Pb, Co i Ni u pridnenom vodenom sloju istraženih područja. Metodom sekvencijalne ekstrakcije procijenjen je udio elemenata u sedimentu raspoloživ za unos u cvjetnice. Utvrđeno je da je sadržaj elemenata Cd, Co, Cu, Ni, Pb i Zn u cvjetnicama nekoliko puta viši od sadržaja navedenih elemenata u vodenom stupcu, što upućuje na dobra bioakumulacijska svojstva cvjetnica. Povišene vrijednosti masenih udjela As, Cd, Co, Cu, K, Mo, Ni, Sb, Rb, U i Zn u korijenju vrste *P. oceanica*, u odnosu na njihove masene udjele u sedimentu, potvrđuju dobar kapacitet bioakumulacije navedenih elemenata u tkivu cvjetnice. Korelacije između sadržaja Al, Ba, Bi, Co, Cr, Cs, Cu, Fe, Li, Mn, Tl, Zn i ERZ u korijenju i sedimentu, te korelacije između sadržaja Al, Bi, Cr, Cs, Fe, Ni i Ti u rizomima cvjetnice i njihovog sadržaja u sedimentu, upućuju na mogućnost primjene vrste *P. oceanica* kao biološkog pokazatelja stanja sedimenta u odnosu na sadržaj navedenih elemenata. Ustanovljene razlike u raspodjeli akumuliranih elemenata u tragovima u pojedinim organima cvjetnica upućuju na različite mehanizme unosa elemenata u organizam biljke. Ovo istraživanje pruža prve opsežne podatke o sadržaju i raspodjeli elemenata u cvjetnicama u obalnom području istočnog Jadrana. Dobivena saznanja o mogućnosti primjene morskih cvjetnica kao bioindikatora onečišćenja elementima u tragovima od posebne su važnosti za priobalna područja u kojima drugi, sesilni, bioindikatorski organizmi, npr. dagnje, nisu dostupni.

Rad sadrži: 328 stranica, 155 slika, 22 tablice, 272 literaturna navoda i 56 priloga

Jezik izvornika: hrvatski

Rad je pohranjen u Nacionalnoj sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu i Sveučilišnoj knjižnici u Splitu.

Ključne riječi: bioakumulacija, bioindikator, biodostupnost elemenata u sedimentu, elementi u tragovima, morske cvjetnice, raspodjela u biljnim organima, sekvencijalna ekstrakcija

Mentor: Dr. sc. Nevenka Mikac, znanstvena savjetnica u trajnom zvanju

Ocjenjivači: 1. Izv. prof. dr. sc. Ivana Ujević, viša znanstvena suradnica

2. Dr. sc. Grozdan Kušpilić, viši znanstveni suradnik

3. Prof. dr. sc. Zoran Grubač, redoviti profesor

Rad prihvaćen: 7. prosinca 2016.

University of Split, University Department of Marine Studies  
University of Dubrovnik  
Institute of Oceanography and Fisheries, Split

Ph.D. thesis

Ph.D. in Natural sciences, research field Interdisciplinary Natural Sciences

**TRACE ELEMENT ACCUMULATION IN SEAGRASSES FROM THE CROATIAN PART OF  
THE ADRIATIC SEA**

Jelena Lušić

Thesis performed at the Institute of Oceanography and Fisheries Split and at the Institute Ruder Bošković

Abstract

Distribution of trace elements (Al, As, Ba, Bi, Cd, Co, Cr, Cs, Cu, Fe, Li, Ni, Mn, Mo, Pb, Rb, Sb, Sn, Sr, Ti, Tl, U, V, and Zn), major elements (K and Mg), and rare earth elements (La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, and Y) was investigated in three different seagrass species (*Posidonia oceanica* (Linnaeus) Delile, *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson, and *Zostera noltei* Hornemann) in the area of the Croatian Adriatic coast. In parallel with measurements of trace element content in seagrasses, analyses of trace element levels in sediment and near-bottom layer of seawater were carried out. Sequential extraction method was used to evaluate the bioavailable fraction of elements in sediments. The levels of Cd, Co, Cu, Ni, Pb and Zn in seagrasses were found to be several orders of magnitude higher compared to the levels in the surrounding water column which points to a high metal bioaccumulative capacity of seagrasses. Significant positive correlations between the levels of Al, Ba, Bi, Co, Cr, Cs, Cu, Fe, Li, Mn, Tl, Zn and ERZ in seagrass roots and sediment, as well as positive correlations between the levels of Al, Bi, Cr, Cs, Fe, Ni and Ti in rhizomes and sediment, indicate that *P. oceanica* may be used as a bioindicator of trace elements in sediment. The obtained results provide novel information on the level and distribution of a broad set of elements in the marine seagrasses growing in the coastal area of the eastern Adriatic. Moreover, the study will provide valuable insight on bioindicator properties of seagrasses. The obtained information on the potential use of marine seagrasses as bioindicators of pollution is important for coastal areas where other, sessile bioindicator species, e.g. mussels, are not available.

Thesis contains: 328 pages, 155 figures, 22 tables, 272 references and 56 appendices

Original in: Croatian

Thesis deposited in: The National and University Library in Zagreb, The University Library in Split

Keywords: bioaccumulation, bioindicators, bioavailability of elements in sediment, marine seagrasses, sequential extraction, trace elements, trace element distribution in plant organs

Supervisor: Dr. sc. Nevenka Mikac, senior research scientist

Reviewers: 1. Assoc. prof. dr. sc. Ivana Ujević, research scientist

2. Dr. sc. Grozdan Kušpilić, research scientist

3. Prof. dr. sc. Zoran Grubač, full professor

Thesis accepted: December 7<sup>th</sup>, 2016

## 1. UVOD

Elementi u tragovima dospijevaju u okoliš prirodnim procesima, odnosno trošenjem stijena, vulkanskom aktivnošću i požarima, te uslijed antropogenog djelovanja, odnosno industrijskim i komunalnim otpadnim vodama, izgaranjem fosilnih goriva, rudarstvom, otpadnim vodama iz poljoprivrede itd. Potom, u morski okoliš ulaze putem mokre i suhe atmosferske depozicije, rijekama, izmjenom plinova na morskoj površini te resuspenzijom sedimenta (Sadiq, 1992).

Elementi u tragovima postojani su u okolišu, nisu biorazgradivi (Megharaj i sur., 2003), i mogu se podijeliti u dvije grupe. U prvu grupu svrstani su esencijalni elementi potrebni za odvijanje metaboličkih procesa, poput cinka, selenija, željeza, bakra ili molibdena. Druga grupa su neesencijalni elementi koji nemaju nikakvu biološku funkciju, poput olova, žive, kadmija ili arsena. Obje grupe elemenata, i esencijalni i neesencijalni, toksični su za organizme ako se apsorbiraju u visokim koncentracijama, tj. koncentracijama iznad određenog praga toksičnosti (Hoffman i sur., 2003).

Elementi rijetkih zemalja (ERZ) definirani su kao skupina od 17 elemenata koju čine 15 lantanoida, skandij i itrij. Karakteriziraju ih slična kemijska svojstva, u morsku sredinu u najvećoj mjeri dolaze rijekama, vezani za partikulatnu tvar ili u otopljenom obliku (Martin, 1976).

Elementi u tragovima u morskom okolišu se nalaze u različitim kemijskim oblicima, od kojih su samo neki oblici dostupni za akumulaciju u morskim organizmima. Biodostupni elementi akumuliraju se u morskim organizmima, a neki od njih se i biomagnificiraju u hranidbenom lancu. Mobilnost i biodostupnost elemenata u sedimentu ovisi o njihovom kemijskom obliku i načinu vezivanja u sedimentu te o uvjetima u okolišu, ponajviše o pH vrijednosti i redoks potencijalu (Tack i sur., 1995; Violante i sur., 2010; Chakraborty i sur., 2015).

Za procjenu mobilnosti i dobivanje uvida o dostupnom i potencijalno dostupnom sadržaju elemenata u sedimentu često je primjenjivana metoda sekvencijalne ekstrakcije (Tessier i sur., 1979; Kersten i Förstner, 1986; Rauret i sur., 1999; Filgueiras i sur., 2002; Sahuquillo i sur., 2003). Navedenom metodom može se odrediti specijacija elemenata u sedimentu te se može predvidjeti njihova potencijalna mobilnost i biodostupnost (Tessier i sur., 1979).

Veliki kapacitet akumulacije elemenata u tragovima imaju morske cvjetnice (Di Leo i sur., 2013). Bioakumulacija navedenih elemenata u organizmu morskih cvjetnica odvija se izravnom apsorpcijom iz vodenog stupca i/ili apsorpcijom biodostupnih elemenata iz porne vode

sedimenta (Lafabrie i sur., 2007). Bioakumulacija i raspodjela akumuliranih elemenata u cvjetnicama ovisi o sadržaju biodostupnih elemenata u morskoj sredini, fizikalno–kemijskim svojstvima elemenata te o vrsti i biološkim svojstvima cvjetnice, tj. starosti, fiziološko–razvojnem stanju, metaboličkoj aktivnosti, površini i duljini listova (Ward, 1989; Sanchiz i sur., 2000, Fitzgerald i sur., 2003; Deng i sur., 2004; Lewis i Devereux, 2009).

Dosadašnja istraživanja elemenata u cvjetnicama u istočnom dijelu Jadrana su malobrojna, te je istražena samo manja skupina elemenata, i to samo na nekoliko lokacija (Kljaković–Gaspić i sur., 2004; Salivas–Decaux i sur., 2009; Stanković i sur., 2015). Predloženo istraživanje predstavlja prvo opsežno istraživanje elemenata u tragovima i elemenata rijetkih zemalja u različitim vrstama cvjetnica prisutnim u hrvatskom dijelu Jadrana.

Ciljevi ovog istraživanja su:

1. Odrediti koncentracije elemenata u tragovima (Al, As, Ba, Bi, Cd, Co, Cr, Cs, Cu, Fe, Li, Ni, Mn, Mo, Pb, Rb, Sb, Sn, Sr, Ti, Tl, U, V i Zn), makroelemenata (K, Mg) i elemenata rijetkih zemalja (La, Ce, Pr, Nc, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, ER, Tm, Yb, Lu i Y) u sedimentu i morskim cvjetnicama (*P. oceanica*, *C. nodosa*, *Z. noltei*). Odrediti koncentracije metala u tragovima (Cu, Zn, Cd, Pb, Co i Ni) u vodenom stupcu.
2. Iz usporedbe raspodjela mjerenih elemenata u sedimentu, vodi i različitim organima morskih cvjetnica (korijen, rizom, list) zaključiti o putovima unosa pojedinih elemenata u istraživane morske cvjetnice.
3. U dosadašnjim istraživanjima akumulacije elemenata u tragovima u morskim cvjetnicama uglavnom su razmatrane samo ukupne koncentracije elemenata u sedimentu. Uslijed pretpostavke da sadržaj akumuliranih elemenata u cvjetnicama ne ovisi o ukupnoj, već o biodostupnoj koncentraciji, postoji potreba za pronalaženjem metode koja najbolje procjenjuje udjele elemenata koji su dostupni za akumulaciju u biljkama. U predloženom radu procijenit će se primjenjivost metode sekvencijalne ekstrakcije za određivanje koncentracija elemenata u sedimentu dostupnih za unos u cvjetnice.
4. Dobiti uvid u prostornu raspodjelu metala u istraživanom području, usporediti dobivene rezultate s literaturnim podacima iz drugih područja Jadrana i Mediterana i procijeniti stupanj onečišćenja sjevernog i srednjeg dijela istočne obale Jadrana toksičnim metalima.
5. Na temelju rezultata mjerenja sadržaja elemenata u tragovima u sedimentu, vodenom stupcu i pojedinim dijelovima cvjetnica, procijeniti primjerenost morskih cvjetnica kao biološkog pokazatelja za praćenje onečišćenja okoliša ekotoksičnim metalima u priobalnim područjima hrvatskog Jadrana.

Hipoteze predloženog rada su sljedeće:

1. Morske cvjetnice su dobar bioindikator onečišćenja morskog okoliša metalima.
2. Utvrđivanjem raspodjele mjerenih elemenata u sedimentu, vodi i organima cvjetnica može se utvrditi način i intenzitet unosa pojedinih elemenata u morske cvjetnice.
3. Intenzitet unosa elemenata iz sedimenta u cvjetnice ovisi o udjelu biodostupne frakcije elemenata u sedimentu.
4. Cvjetnice mogu biti vrlo koristan bioindikator onečišćenja metalima u područjima Jadranskog priobalja u kojima drugi, češće korišteni bioindikatorski organizmi (dagnje), nisu dostupni.

Rezultati ovog istraživanja upotpunit će dosadašnje spoznaje i poslužiti kao temelj za buduća istraživanja cvjetnica kao bioloških pokazatelja onečišćenja morskog okoliša različitim elementima u tragovima. Poznavanje mehanizama akumulacije, odnosno putova raspodjele pojedinih elemenata u različitim organima biljke, ima bitnu ulogu tijekom izrade biomonitoring programa i omogućava pravilnu interpretaciju dobivenih rezultata.



## 2. DOSADAŠNJE SPOZNAJE

### 2.1. Elementi u tragovima u morskom okolišu

Elementi u tragovima su oni elementi koji se u okolišu javljaju u niskim koncentracijama ( $<1 \mu\text{g/L}$  u morskoj vodi) i čine mikrokonstituente morske vode i drugih sastavnica morskog okoliša. Povećan unos elemenata u tragovima u morske ekosustave uslijed antropogenih aktivnosti utječe na njihove prirodne geokemijske cikluse u okolišu. Raspodjela navedenih elemenata u pojedinim sastavnicama morskog okoliša ovisi o nizu fizikalno–kemijskih i bioloških čimbenika.

U morskoj vodi elementi u tragovima se nalaze u otopljenoj, koloidnoj ili partikulatnoj frakciji. U otopljenom obliku nalaze se kao slobodni ioni ili u ionskim parovima, u kompleksima s anorganskim ligandima ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{OH}^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  itd.), organometalnim spojevima i vezani organskim ligandima (amini, proteini, humična i fulvična kiselina) (Donat i Bruland, 1994; Schnoor i sur, 1997).

Elementi u tragovima mogu se ukloniti iz vodenog stupca stvaranjem netopljivih soli ili adsorpcijom na čestice, te njihovim taloženjem u sedimentu, dok hlapljivi oblici elemenata u tragovima isparavanjem prelaze u atmosferu.

Sediment predstavlja svojevrsni spremnik za različita onečišćivala, uključujući esencijalne i neesencijalne elemente u tragovima (Liu i sur., 2011; Zhang i sur., 2012). Elementi u sedimentu uglavnom su vezani u alumosilikatnim mineralima glina, te, u manjoj mjeri, stvaraju spojeve s oksidima i sulfidima. Na sadržaj elemenata utječu granulometrijski sastav, mineraloški sastav, sadržaj organskog ugljika i procesi resuspenzije (Ilijanić i sur., 2014). Dosadašnja istraživanja upućuju na to da je akumulacija elemenata u sedimentu rezultat kombinacije prirodnih procesa (trošenja i erozije stijena) i antropogenih unosa. Morski sediment također može predstavljati izvor elemenata u tragovima, uslijed otpuštanja kemijskih spojeva u pridneni vodeni sloj (Cuculić i sur., 2009; Burton, 2010; Pan i Wang, 2012). Prijenos elemenata u tragovima između sedimenta i vodenog stupca reguliran je procesima resuspenzije, taloženja, bioturbacije, difuzije i advekcije, uviranja i poniranja te procesima mineralizacije (Burton, 2010). Sadržaj i dubinski profili elemenata u sedimentu mogu dati informaciju o izvorima i stupnju onečišćenja kroz duže vremensko razdoblje (Cukrov i sur., 2011; Mikac i sur., 2011).

Postoje brojni literaturni podaci vezani uz sadržaj elemenata u tragovima u sedimentu Jadranskog mora. Prvo istraživanje kojim je obuhvaćeno područje cijelog Jadrana objavili su Paul i Meischner (1976). U navedenom istraživanju izmjeren je sadržaj Fe, Mn, Cr, Cu, Ni, Pb,

Zn i P u površinskom sedimentu. Dolenc i sur. (1998) istražili su sadržaj 24 elementa (Al, Ca, Fe, K, Mg, Mn, Ti, Ag, As, Ba, Be, Co, Cr, La, Ni, Cu, Pb, Sc, Sr, Th, U, V, Zn, Zr) u površinskom sedimentu na 35 lokacija u sjevernom, srednjem i južnom Jadranu. Obhodaš i sur. (2012) ispitali su sadržaj 15 elemenata u površinskom sedimentu istočnog dijela Jadranskog priobalja. Glavnina literaturnih podataka vezanih uz sediment Jadranskog mora odnosi se na uža područja istraživanja (Martinčić i sur., 1989; Ianni i sur., 2000; Bogner i sur., 2005; Mihelčić i sur., 2006; Spagnoli i sur., 2008; Cuculić i sur., 2009; Cukrov i sur., 2011; Goudeau i sur., 2013; Lovrenčić Mikelić i sur., 2013; Romano i sur., 2013; Cukrov i sur., 2014; Ilijanić i sur., 2014).

Za procjenu štetnog učinka koji je nastao kao posljedica unosa elemenata u tragovima u morski okoliš nije dovoljan podatak o ukupnom masenom udjelu elemenata u tragovima u sedimentu, već je potrebno odrediti biodostupni udio, tj. udio elemenata u tragovima dostupan za apsorpciju u morske organizme. Unatoč visokim ukupnim masenim udjelima elemenata u sedimentu, biodostupni udio može biti mali, u slučaju da se veći dio elemenata nalazi u obliku teško topljivih spojeva ili je ugrađen u kristalnu rešetku minerala u sedimentu.

Biodostupnost te bioakumulacijska i ekotoksična svojstva, ovisе o specijaciji, tj. kemijskom obliku u kojem se elementi u tragovima nalaze (Megharaj i sur., 2003; Templeton i sur., 2000). Putem mikrobioloških transformacija ioni elemenata mogu stvarati organometalne spojeve, čija su toksična svojstva veća od onih koje taj isti element ima u anorganskom obliku, npr., metil živa (Tchounwou i sur., 2012). Oksidacijsko stanje elemenata također utječe na toksična svojstva njihovih spojeva. Tako su spojevi  $\text{Cr}^{6+}$  znatno otrovniji od spojeva  $\text{Cr}^{3+}$ , a spojevi  $\text{As}^{3+}$  otrovniji u odnosu na spojeve  $\text{As}^{5+}$  (Goyer, 2001; Shanker i sur., 2005). Na specijaciju elemenata i njihovu bioakumulaciju utječu uvjeti u okolišu (pH, redoks potencijal, ionska jakost, salinitet, sadržaj otopljene i partikulatne organske tvari) (Luoma, 1983), te fiziološka i biološka svojstva organizma (Chapman, 2008).

U pokušaju određivanja raspodjele kemijskih oblika elemenata u sedimentu (specijacija) razvijena je metoda sekvencijalne ekstrakcije, kojom su metodološki definirane različite frakcije u kojima se elementi u sedimentu nalaze: izmjenjiva, karbonatna, Fe i Mn oksidna, organska i rezidualna frakcija (Tessier i sur., 1979). Primjenom metode sekvencijalne ekstrakcije stječe se uvid o udjelu mobilnih ili potencijalno mobilnih elemenata u sedimentu, odnosno može se procijeniti biodostupnost elemenata u sedimentu (Tessier i sur., 1979).

Izmjenjiva frakcija uključuje elemente vezane za koloide ili partikulatnu tvar slabim elektrostatskim privlačnim silama. Udio elemenata u izmjenjivoj frakciji u pravilu je mali, u usporedbi s ukupnim masenim udjelom u sedimentu. Ioni elemenata u tragovima se mogu otpuštati u otopinu procesom ionske izmjene s kationima u otopini ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{NH}_4^+$ ).

Karbonatna frakcija čini elemente vezane za karbonate, a njihova topljivost ponajviše ovisi o pH uvjetima u okolišu (Tessier i sur., 1979).

Fe/Mn oksidna frakcija sastoji se od elemenata vezanih za željezove i manganove okside i hidrokside. Ovi spojevi su slabo topljivi i smatra se da nisu biodostupni. Drugi naziv za Fe–Mn oksidnu frakciju je “reducirajuća frakcija”. Do otapanja elemenata u navedenoj frakciji dolazi uslijed promjene redoks uvjeta. Smanjenjem redoks potencijala dolazi do redukcije spojeva mangana stupnja oksidacije +4 do stupnja oksidacije +2 i spojeva željeza stupnja oksidacije +3 do stupnja oksidacije +2, odnosno otapanja željezovih i manganovih oksida i oslobađanja elemenata vezanih za ovu frakciju (Patrick i Henderson 1980, Kersten i Forstner 1986).

Organska frakcija, ili drugim nazivom „oksidirajuća frakcija”, sastoji se od elemenata u tragovima vezanih u različitim organskim kompleksima. Uz organsku tvar vežu se brojni elementi u tragovima (Murray i sur., 1999; Yu i sur., 2001), a njezinom razgradnjom u sedimentu navedeni se elementi oslobađaju i prelaze u pornu vodu. Uslijed spore razgradnje organskih spojeva velike molekulske mase, elementi vezani uz organsku frakciju smatraju se nedostupnim za organizme (Miragaya i Sosa, 1994).

Kod smanjenog redoks potencijala u anoksičnim uvjetima dolazi do redukcije sulfata i stvaranja netopljivih sulfida. Elementi vezani za netopljive sulfide nisu dostupni za bioakumulaciju. Međutim, promjenom redoks uvjeta i oksidacijom sulfida, dolazi do oslobađanja elemenata, odnosno stvaranja topivih polisulfidnih kompleksa (piritizacija ili depiritizacija) (Morse, 1994).

Rezidualna frakcija sastoji se od elemenata vezanih u kristalnu strukturu minerala i općenito se može reći da elementi unutar te frakcije nisu dostupni morskoj bioti. U vodeni stupac se otpuštaju uslijed procesa trošenja stijena.

Procesi ionske izmjene, stvaranja kompleksa, adsorpcije, desorpcije i taloženja, kontroliraju sadržaj i raspodjelu elemenata u tragovima između navedenih frakcija. Na navedene procese utječe niz različitih čimbenika, među kojima glavnu ulogu imaju pH vrijednost, redoks uvjeti i sadržaj organske tvari (Salomons 1995).

Smanjenjem pH povećava se topljivost elemenata unutar pojedinih frakcija, pa pri uvjetima smanjenog pH postoji viša koncentracija biodostupnih elemenata u vodenom stupcu. pH vrijednost također utječe na procese adsorpcije elemenata na površinu partikulatne tvari (željezovi, manganovi i aluminijski oksidi, organska tvar), što utječe na sadržaj elemenata u otopini. Različiti elementi adsorbiraju se i otpuštaju pri različitim vrijednostima pH. Na primjer, Cd i Zn adsorbiraju se pri višim pH vrijednostima, dok se Fe i Cu adsorbiraju pri nižim. Na procese adsorpcije utječe i prisutnost ostalih kationa u otopini. Kationi kao  $Mg^{2+}$  i  $Ca^{2+}$  mogu

zauzeti adsorpcijska aktivna mjesta na površini čestica sedimenta i tako smanjiti adsorpciju ostalih elemenata (Salomons 1995).

Granulometrijski sastav sedimenta, kao i površina na koju se mogu adsorbirati elementi, također utječu na biodostupnost elemenata (Luoma, 1989). Sitne čestice s velikom specifičnom površinom imaju bolju sposobnost adsorpcije u usporedbi s većim česticama. Smanjenje adsorpcije utječe na porast koncentracija otopljenih biodostupnih elemenata u vodenom stupcu.

Jedna od najčešće primjenjivanih metoda za određivanje specijacije elemenata je sekvencijalna ekstrakcija, koja obuhvaća primjenu niza selektivnih ekstrakcijskih reagensa, čime se sustavno odvajaju elementi u pojedinim sedimentnim frakcijama (Tessier i sur., 1979; Bordas i Bourg, 1998).

Od kasnih 70-ih godina prošlog stoljeća, kad se metoda počela primjenjivati (Tessier i sur., 1979), pa do danas, razvijeni su brojni modificirani postupci sekvencijalne ekstrakcije koji se sastoje od 3–9 koraka i mogu se primijeniti za veliki broj elemenata i različite tipove sedimenta (Filgueiras i sur., 2002; Sahuquillo i sur., 2003). Odabir reagensa ovisi o njegovoj sposobnosti odvajanja elemenata iz pojedine sedimentne frakcije, procesom ionske izmjene ili putem otapanja ciljane faze.

Najčešće se primjenjuju metoda prema Tessier–u i sur. (1979) te metoda razvijena od strane Instituta za referentne materijale i mjerenje pod okriljem Europske komisije, tzv. BCR metoda (Rauret i sur., 1999).

Metodom prema Tessier–u (1979) može se odrediti izmjenjiva, karbonatna (elementi topljivi u kiselini), reducirajuća (elementi vezani za željezove i manganove okside), oksidirajuća (organski kompleksi) i rezidualna frakcija.

BCR metoda sastoji se od 3 koraka. U prvom koraku zajedno se odvajaju izmjenjiva i karbonatna frakcija, u drugom koraku odvaja se reducirajuća, a u trećem oksidirajuća frakcija. Navedena metoda kasnije je modificirana i predložen je izmijenjeni postupak (Rauret i sur., 1999).

Pod biodostupnim udjelom elemenata u tragovima podrazumijevaju se elementi koji se najlakše ekstrahiraju, tj. oni elementi ekstrahirani u prvom koraku BCR postupka, ili u prva dva koraka Tessier–ove sheme. Međutim, neki autori biodostupnim udjelom smatraju sve frakcije osim rezidualne, tj. one elemente ekstrahirane u sva tri koraka BCR postupka, odnosno četiri koraka Tessier–ove metode.

Kako bi se ispitaio odnos između frakcionacije elemenata i njihovog biološkog učinka, potrebno je izvršiti mjerenja sadržaja elemenata u vodenim organizmima, paralelno sa sekvencijalnom ekstrakcijom sedimenta. Ako se utvrdi veza između raspodjele, odnosno

frakcionacije elemenata u sedimentu i sadržaja akumuliranih elemenata u organizmima, onda je moguće na temelju podataka dobivenih sekvencijalnom ekstrakcijom procijeniti potencijalni učinak na vodene organizme.

## 2.2. Elementi rijetkih zemalja

Elementima rijetkih zemalja (ERZ) naziva se skupina od 17 elemenata, koju čine 15 lantanoida (Ce, Dy, Er, Eu, Gd, Ho, La, Lu, Nd, Pm, Pr, Sm, Tb, Th, Yb) te Sc i Y (Connelly, 2005).

ERZ imaju slična kemijska i fizikalna svojstva i najčešće se dijele na lake (LERZ) i teške elemente (TERZ), ovisno o svojoj elektronskoj konfiguraciji, odnosno popunjenosti f-orbitale (Henderson, 1984; Markert, 1987; Tyler, 2004). Laki ERZ nemaju sparenih elektrona u vanjskoj elektronskoj ljusci, dok su elementi s jednim ili više sparenih elektrona u f-orbitali uvršteni u teške ERZ.

Prema tome, u lake ERZ spadaju elementi od lantana (La) do gadolinija (Gd), a u teške ERZ spadaju elementi od terbija (Tb) do lutecija (Lu). Posljedica specifičnog popunjavanja 4f-orbitale je smanjenje atomskog radijusa s povećavanjem atomskog broja. Uslijed toga, posljednji elementi u nizu TERZ imaju sličan ionski radijus kao itrij (Y). Itrij pokazuje slična kemijska svojstva kao TERZ, pa se uslijed toga svrstava u skupinu teških elemenata. Skandij (Sc) pokazuje slična kemijska svojstva kao skupina ERZ, međutim, ne može se svrstati u TERZ ili LERZ. Ponekad se koristi i dodatna podjela na umjereno teške elemente rijetkih zemalja. U navedenu grupu spadaju elementi od samarija (Sm) do holmija (Ho).

U pravilu, ERZ se nalaze u oksidacijskom stanju +3, međutim, neki od njih mogu poprimiti različita oksidacijska stanja (Laufer i sur., 1984; Tyler, 2004). Eu i Yb mogu biti dvovalentni, dok Ce i Tb mogu biti četverovalentni. Navedeni elementi postižu različita stabilna oksidacijska stanja uslijed stabilnosti polu-popunjene ( $\text{Eu}^{2+}$  i  $\text{Tb}^{4+}$ ) ili potpuno popunjene ( $\text{Yb}^{2+}$ ) vanjske elektronske ljuske, a četverovalentni cerij poprima stabilnu elektronsku konfiguraciju plemenitog plina Xe. Od navedenih elemenata samo se Ce i Eu u prirodnim uvjetima nalaze u različitim oksidacijskim stanjima, dok  $\text{Tb}^{4+}$  u prirodnim uvjetima nije zabilježen, a  $\text{Yb}^{2+}$  pojavljuje se isključivo u izrazito reducirajućim uvjetima.

Najznačajniji izvor ERZ u moru je donos rijekama, gdje se ERZ nalaze se u suspendiranoj i otopljenoj frakciji, pri čemu otopljena frakcija uključuje i ERZ u koloidima. Ostali izvori uključuju donos eolskog materijala, procese pretvorbe sedimenta, hidrotermalnu aktivnost i otapanje ledenjaka (Elderfield i Sholkovitz, 1987).

ERZ se u sedimentu najčešće nalaze u spojevima oksida, silikata, ili u spojevima s fosfatima (Henderson, 1984). Sadržaj i raspodjela ERZ u sedimentu kontrolirani su geološkom i pedološkom podlogom (Chaudhuri i Cullers, 1979), procesima adsorpcije na Fe–Mn okside i hidrokside (Elderfield i Greaves, 1982; Whitfield i Turner, 1987; Haley i sur., 2004), redoks reakcijama u pridnenom sloju vodenog stupca (Liu i sur., 1988) i antropogenim unosima (Olmez i sur., 1991).

Na raspodjelu ERZ također utječe granulometrijski sastav sedimenta i njegov mineraloški sastav. Upravo zbog njihove prisutnosti u brojnim silikatima, uključujući i minerale glina, maseni udjeli ERZ u sedimentu u pravilu se povećavaju povećanjem udjela sitnozrnate frakcije. U pravilu, maseni udjeli ERZ u terigenom sedimentu povećavaju se od pjeska prema siltu i glinenoj frakciji. Priobalni sedimenti, bogati karbonatima i karakterizirani grubim i većim česticama, u pravilu sadrže niske masene udjele ERZ, a sadržaj ERZ povećava se s povećanjem udjela fine frakcije, uslijed povećanja adsorpcijske površine čestica (Dubinin, 2004; Sholkovitz, 1990).

Usljed njihove osjetljivosti na promjene uvjeta u okolišu, elementi rijetkih zemalja mogu se primijeniti kod praćenja brojnih geoloških procesa u prirodnim vodenim sustavima (Piper, 1974; Sholkovitz, 1995; Johannesson i Zhou, 1999; Leybourne i sur., 2000; Nozaki i sur., 2000; Haley i sur., 2004).

ERZ se također mogu primijeniti kao prirodni obilježivači (traceri) biogeokemijskih procesa (Oliveri i sur., 2010) i kruženja tvari u morskom okolišu (Elderfield i Greaves, 1982; German i sur., 1995; Bau i Dulski, 1996; Zhang i Nozaki, 1996; Alibo i Nozaki, 2000), te kao obilježivači kod proučavanja izvora elemenata u tragovima u morskom sedimentu i procesa koji utječu na njihovu raspodjelu (Murray i sur., 1991; Piper i sur., 2007).

Također, mogu se primijeniti kod istraživanja procesa trošenja stijena (Marsh, 1991; Braun i sur., 1993; Ohlander i sur., 1996).

Kako bi mogli razmotriti male razlike u sadržaju i raspodjeli ERZ, potrebno je izvršiti normalizaciju njihovih masenih udjela u odnosu na referentni standard, kao što je sjevernoamerički šejl (NASC – North American Shale Composite, Gromet i sur., 1984). Smatra se da koncentracije ERZ u hondritnim meteoritima, te srednje koncentracije ERZ u sjevernoameričkom šejlu (NASC – *North American Shale Composite*), predstavljaju prvobitne i nefrakcionirane koncentracije ERZ (Gromet i sur., 1984). Razmatranjem normaliziranog uzorka raspodjele ERZ, mogu se otkriti anomalije u ponašanju pojedinog ili više elemenata u uzorku.

Anomalija predstavlja odklon od normalizirane krivulje, uz pretpostavku da je u uvjetima bez anomalije linija ravna. Anomaliju možemo kvantitativno odrediti na temelju omjera

koncentracija susjednih elemenata, uz pretpostavku da su oni konstantni. Dobivena vrijednost veća od 1 ukazuje na pozitivnu anomaliju, tj. na koncentraciju višu od očekivane, dok vrijednost niža od 1 upućuje na koncentraciju nižu od očekivane, odnosno negativnu anomaliju.

Frakcionacija Ce u odnosu na susjedne elemente La i Pr naziva se Ce anomalija,  $Ce/Ce^*$ , koja se definira kao:

$$Ce/Ce^* = Ce_N / [(La_N)(Pr_N)]^{1/2} \quad (1)$$

ili kao:

$$Ce/Ce^* = 2Ce_N / [(La_N) + (Pr_N)] \quad (2)$$

$N$  – normalizirane vrijednosti

1) Taylor i McLennan, 1995; 2) Hannigan i sur., 2010.

Vrijednost cerijeve anomalije ukazuje na oksidacijsko–redukcijske reakcije u kojima sudjele Ce, a koje utječu na njegovu raspodjelu u morskoj sredini (De Baar i sur., 1985). Pozitivne Ce anomalije upućuju na oksidirajuće uvjete (Janssen i Verweij 2003), u kojima se Ce uklanja iz otopine ili u obliku  $CeO_2$  (Braun i sur. 1990) ili, zajedno s drugim  $ERZ^{3+}$ , vezanjem za Mn–Fe–oksidohidrokside (Bau, 1999).

U morskoj vodi u pravilu možemo uočiti negativnu Ce anomaliju i povećanu koncentraciju TERZ u usporedbi s LERZ. Negativna anomalija, odnosno smanjena koncentracija cerija u morskoj vodi, posljedica je oksidacije  $Ce^{3+}$  u  $Ce^{4+}$  i uklanjanja iz otopine taloženjem u obliku  $CeO_2$ , ili sutaloženjem sa Fe–Mn–oksidohidroksidima (De Carlo i sur., 1998; Bau, 1999; Ohta i Kawabe, 2001). U sedimentu, u reduktivnim uvjetima može doći do otapanja navedenih mineralnih faza i ponovnog oslobađanja  $Ce^{3+}$  u otopinu.

Ostali, trovalentni, ERZ također pokazuju razlike u raspodjeli (frakcionacija) uslijed stvaranja kompleksa, ponajviše s  $CO_3^{2-}$  i u manjoj mjeri s  $HPO_4^{2-}$ , te adsorpcije na suspendirane čestice. Mobilnost i raspodjela ERZ u morskoj sredini zapravo je kontrolirana procesima stvaranja kompleksa s anorganskim ili organskim ligandima, a ne topljivošću njihovih spojeva. Sposobnost stvaranja kompleksa raste sa smanjenjem ionskog radijusa od LERZ do TERZ, što ima za posljedicu više koncentracije TERZ u usporedbi s LERZ u neutralnim ili blago lužnatim sredinama, npr. rijekama ili moru. Kompleksi su stabilniji s povećanjem atomskog broja ERZ. Što je veća koncentracija TERZ vezanih u komplekse, to je manja koncentracija TERZ u ionskom obliku. Kompleksi su manje podložni reakcijama adsorpcije (manje reaktivni od ionskog oblika) pa se, u usporedbi s LERZ, TERZ u manjoj mjeri uklanjaju iz otopine vezanjem na suspendiranu tvar. Smanjena mobilnost LERZ vezana je uz njihovu adsorpciju na čestice,

odnosno stvaranje ionskih parova na površinama čestica, ili njihovu adsorpciju i taloženje s novo stvorenom krutom fazom. Iznimka je cerij, uslijed njegove oksidacije u  $Ce^{4+}$ .

Europijeva anomalija javlja se uslijed redukcije  $Eu^{3+}$  u  $Eu^{2+}$  u reduktivnim uvjetima pri visokim temperaturama (hidrotermalni procesi) (Sverjensky, 1984).  $Eu^{2+}$  se uklanja iz otopine sutaloženjem s hidrotermalnim precipitatima, što se odražava u pozitivnoj Eu anomaliji na normaliziranoj krivulji raspodjele ERZ u sedimentu. Pozitivnoj Eu anomaliji u sedimentu također doprinosi sporo otapanje Eu–humatnih kompleksa u sedimentu i uklanjanje Eu vezanog na organske komplekse i/ili mineralne faze u reduktivnim uvjetima. Pozitivne Eu anomalije mogu upućivati i na otapanje minerala u čiju se kristalnu rešetku Eu ugrađuje, npr. minerala glina i plagioklasa (Banks i sur. 1999; Lee i sur. 2003; Leybourne i Johannesson 2008).

Jednadžba za izračun Eu anomalije,  $Eu/Eu^*$ , slična je jednadžbi vezanoj za Ce. Umjesto La i Pr, u jednadžbi se koriste Sm i Gd (susjedni elementi Eu). Ako nedostaju podaci za Gd, onda se može koristiti samo Eu/Sm omjer.

$$Eu/Eu^* = Eu_N / [ (Sm_N)(Gd_N) ]^{1/2} \quad (3)$$

ili

$$Eu/Eu^* = 2Eu_N / [ (Sm_N) + (Gd_N) ] \quad (4)$$

$N$  – normalizirane vrijednosti

3), 4) Taylor i McLennan, 1995.

### 2.3. Bioakumulacija elemenata u tragovima u morskim cvjetnicama

Biodostupni elementi u tragovima iz vodenog stupca ili sedimenta akumuliraju se u morskim organizmima i prenose se kroz hranidbeni lanac. Prijelaz elemenata u tragovima iz vodenog stupca u hranidbeni lanac odvija se na najnižim trofičkim razinama, preko proizvođača, razgrađivača te organizama koji se njima hrane (Sokolowski i sur., 2005). Kad se elementi u morskom okolišu nalaze u koncentracijama iznad praga toksičnosti svojstvenog za pojedini element i vrstu organizma, kod većine izloženih organizama dolazi do poremećaja fizioloških funkcija, što može biti uzrokom ugibanja stanica i organizama, a u konačnici dovodi do smanjenja bioraznolikosti ekosustava (Peña–Castro i sur., 2004).

Prema Campbell (1995), unos elemenata u tragovima u morske organizme odvija se kroz nekoliko koraka. Elementi u tragovima procesom difuzije dolaze do površine organizma (Worms i sur., 2006), te se adsorbiraju na aktivna mjesta u staničnoj stijenci, gdje dalje procesom difuzije

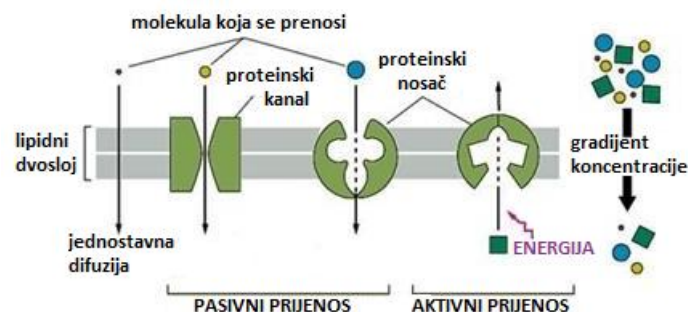


prolaze kroz staničnu stjenku prema staničnoj membrani. Slijedi prijenos kroz staničnu membranu u citoplazmu.

Prijenos elemenata kroz staničnu membranu se može odvijati različitim putovima (Simkiss and Taylor, 1995) (Slika 2.3.1):

1. Jednostavna difuzija nepolarnih kemijskih spojeva elemenata u tragovima koji su topljivi u lipidima.
2. Prijenos putem transportnih proteina–proteinskih nosača ili ionskih kanala niz koncentracijski gradijent, procesom olakšane difuzije.
3. Aktivni prijenos s mjesta manje koncentracije na mjesto veće koncentracije (protivno koncentracijskom gradijentu) putem ionskih crpki uz utrošak energije, najčešće u obliku ATP.
4. Endocitoza. Stanična membrana se uvije u obliku mjehurića u kojem se nalaze elementi vezani na receptorske proteine. Nakon što se sadržaj mjehurića otpusti u citoplazmu, receptori se recikliraju natrag u membranu tako što se isti mjehurić stopi s membranom.

U najvećem dijelu, prijenos elementata u tragovima kroz staničnu membranu odvija se procesom olakšane difuzije, proteinskim nosačima ili ionskim kanalima niz koncentracijski gradijent, bez utroška energije (Simkiss i Taylor, 1995).



**Slika 2.3.1.** Prijenos elemenata kroz staničnu membranu.

Nakon ulaska u stanicu, raspodjela elemenata u tragovima ovisi o njihovoj fiziološkoj ulozi u organizmu. Esencijalni elementi prenose se na mjesta gdje su potrebni za odvijanje metaboličkih funkcija, mogu se vezati na druge biomolekule ili ligande, mogu se pohraniti unutar stanice ili se izlučiti. Neesencijalni elementi mogu ometati metaboličke aktivnosti i izazvati toksični učinak (Rainbow, 2002).

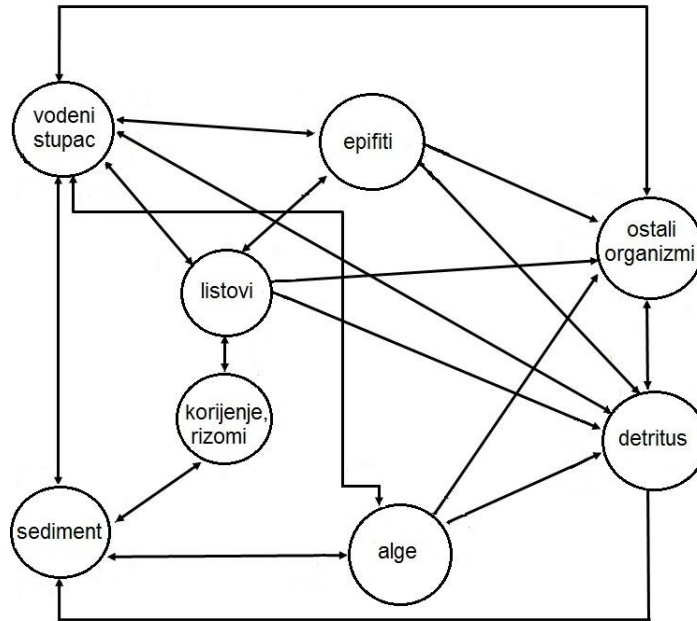
Organizmi se štite od štetnog djelovanja neesencijalnih elemenata različitim mehanizmima. Ako se u organizmu akumuliraju esencijalni ili neesencijalni elementi u suvišku,

oni se mogu detoksificirati. Elementi u tragovima u detoksificiranom obliku mogu se izlučiti iz organizma ili trajno pohraniti. Pohrana detoksificiranih elemenata vodi do povećanja njihove koncentracije u organizmu, odnosno do njihove akumulacije. Akumulirani elementi u detoksificiranom obliku, bez obzira na njihovu koncentraciju, ne predstavljaju opasnost za organizme (Wallace i sur., 2003; Wang i Rainbow, 2006). Opasnost za organizme predstavljaju isključivo metabolički dostupni elementi.

Proces detoksifikacije elemenata u tragovima nakon njihovog ulaska u stanice organizma uključuje prijenos iona s jedne biomolekule na drugu tijekom različitih metaboličkih aktivnosti, pohranu u lizosomima, ili odlaganje u netopljivom granularnom obliku (Mason i Jenkins, 1995). Kod procesa detoksifikacije važnu ulogu imaju metalotioneini. To su termostabilni, topljivi proteini male molekulske mase, koji pokazuju veliki afinitet prema određenim elementima u tragovima. Sastoje se od velikog udjela aminokiseline cisteina (30% – 35%) koja sadrži veliki broj tiolnih (–SH) skupina na koje se mogu vezati elementi u tragovima. Vezivanjem elemenata u tragovima na aktivna mjesta (–SH skupine) smanjuju se njihovi potencijalno toksični učinci.

Kod morskih cvjetnica, akumulacija elemenata u koncentracijama iznad praga toksičnosti uzrokuje promjene u fotosintetskoj i metaboličkoj aktivnosti (MacFarlane i Burchett, 2001; Prange i Dennison, 2000). Ometan je rast, a u krajnjem slučaju dolazi i do ugibanja biljke (Clijsters i Van Assche, 1985).

Staništa cvjetnica nalaze se u plitkim, priobalnim područjima, gdje je utjecaj unosa onečišćujućih tvari iz antropogenih izvora najizraženiji (Lewis i Devereux, 2009). U područjima livada morskih cvjetnica, elementi u tragovima prenose se između izdanaka cvjetnica, epifita, drugih organizama koji žive u livadama (mali beskralježnjaci, ribe, alge, bakterije) i detritusa, te se izmjenjuju s vodom i sedimentom (Slika 2.3.2). Unutar livade, biodostupnost elemenata u tragovima ovisi o različitim čimbenicima, ponajviše o pH uvjetima u vodi i sedimentu, veličini čestica sedimenta, redoks potencijalu, sadržaju organske tvari, temperaturi, salinitetu i koncentraciji drugih elemenata. Navedeni čimbenici kontroliraju procese stvaranja kompleksa, taloženja, apsorpcije i adsorpcije, koji utječu na raspoloživost elemenata u tragovima (Burton, 2010).



**Slika 2.3.2.** Kruženje elemenata unutar livade cvjetnice.

Biodostupni elementi u tragovima iz vodenog stupca mogu se apsorbirati u lišću i epifitima. Epifiti su različiti organizmi koji koriste listove cvjetnica kao podlogu na kojoj žive, npr., crvene, smeđe i zelene alge (Kružić, 2008). U istraživanju vegetacije epifitskih alga u livadama cvjetnice *P. oceanica* u području srednjeg Jadrana, na listovima i rizomima navedene vrste određeno je 230 svojiti bentoskih algi (Antolić, 1994).

Apsorbirani elementi akumuliraju se u lišću ili se preraspodjele unutar biljke (iz lišća prema korijenju), a jednim dijelom se izlučuju natrag u vodeni stupac. Izlučeni elementi mogu se apsorbirati u epifitima. Elementi koje apsorbiraju epifiti također se jednim dijelom izlučuju natrag u vodeni stupac, te su opet dostupni za apsorpciju u lišću.

Biodostupni elementi u sedimentu mogu se apsorbirati u korijenju. Pritom se određeni udio izlučuje natrag u sediment, a dio se preraspodijeli (translocira) iz korijenja u lišće.

Alge i male životinje koje žive unutar livade također sudjeluju u kruženju elemenata u tragovima. Navedeni organizmi apsorbiraju elemente iz vode i iz sedimenta. Dio apsorbiranih elemenata se akumulira, a dio se izlučuje.

Životinje koje nalaze izvor hrane unutar livade (lišće, epifiti, alge, detritus), unose elemente u tragovima putem hrane. Odumrli listovi, epifiti, alge i ostale životinje, tj. detritus, istalože se u sedimentu (Schroeder i Thorhaug, 1980).

Elementi vezani uz organsku tvar koja nastaje raspadom samih cvjetnica i ostalih organizama unutar livade mogu se ponovo otpuštati u vodeni stupac, ili se zatrpati u sedimentu.

Elementi iz vodenog stupca mogu se akumulirati u sedimentu, ili se pak otpuštati iz sedimenta u vodu.

Usljed akumulacije u korijenju i rizomima, cvjetnice smanjuju biodostupnost elemenata za druge organizme i predstavljaju svojevrsne spremnike štetnih tvari u morskom okolišu (Kaldy, 2006).

#### **2.4. Praćenje sadržaja elemenata u tragovima u morskom okolišu**

Praćenje opterećenja morskog okoliša elementima u tragovima može se provoditi putem istraživanja koncentracija elemenata u vodenom stupcu, sedimentu ili bioti (Rainbow, 1995). Određivanje koncentracije elemenata u vodenom stupcu je složeno i izaziva puno poteškoća, uslijed niskih koncentracija elemenata, koje su često na razini granica određivanja analitičkih tehnika, te velike mogućnosti kontaminacije tijekom uzorkovanja i pripreme uzorka. Procjena onečišćenja na temelju mjerenja sadržaja elemenata u tragovima u vodi otežana je i uslijed različitih čimbenika koji tijekom uzorkovanja utječu na dobivene rezultate, npr. strujanje vodenih masa, ili utjecaj plime i oseke. Isto tako, ovisno o učestalosti uzorkovanja, odnosno duljini vremena između odvojenih uzorkovanja, postoji i vjerojatnost propuštanja sporadičnih pojava lokalnih onečišćenja. Nužno je istaknuti i činjenicu da mjerenja ukupne koncentracije elemenata u vodenom stupcu ne daju uvid o udjelu elemenata dostupnom za akumulaciju u morskim organizmima (Rainbow, 1995).

Ispitivanje sedimenta daje uvid u opterećenje okoliša elementima tijekom dužeg vremenskog razdoblja. Elementi se akumuliraju u sedimentu, posebno u sitnozrnatom, tj. glinovitom sedimentu te u sedimentu bogatom organskom tvari. Sadržaj elemenata u sedimentu znatno je viši u usporedbi s koncentracijama u vodi, pa je olakšan odabir analitičkih tehnika i postupak mjerenja. Akumulacija elemenata u sedimentu uvelike ovisi o svojstvima sedimenta (veličini čestica, mineraloškom sastavu i sadržaju organskog ugljika) (Rainbow, 1995).

Kao i u slučaju morske vode, na temelju praćenja isključivo ukupnih koncentracija elemenata u tragovima u sedimentu ne možemo zaključiti o udjelu dostupnom organizmima (Rainbow 1995, Amiard 2011).

Praćenje stanja okoliša putem mjerenja sadržaja elemenata u morskoj bioti (biomonitoring) ima brojne prednosti u usporedbi s praćenjem elemenata u sedimentu ili vodenom stupcu (Zhou i sur., 2008). Praćenjem razine onečišćenja u morskoj bioti ujedno se mogu pratiti biološke promjene i štetni učinci onečišćujućih tvari kojima su izloženi organizmi. Biološki indikatori su organizmi kojima se može opisati stanje u morskom ekosustavu, pomoću

kojih se mogu pratiti promjene (prirodne ili antropogene), te koji omogućuju procjenu utjecaja antropogenih aktivnosti na određeni ekosustav. Za razliku od analize sedimenta, analiza u bioti daje nam informaciju o trenutnom stupnju onečišćenja morskog okoliša, obzirom da živi mehanizmi brzo reagiraju na porast sadržaja određene onečišćujuće tvari u okolišu. Biološki pokazatelji onečišćenja moraju posjedovati niz osobina o kojima ovisi primjerenost odabira nekog organizma kao bioindikatora (Cossa, 1989; Rainbow & Phillips, 1993). Odabrani organizmi moraju biti prisutni u svim područjima praćenja stanja onečišćenja, moraju biti slabo pokretni i imati sposobnost akumulacije različitih onečišćivala. Između sadržaja onečišćivala akumuliranih u organizmu i sadržaja onečišćivala u okolišu mora postojati određena korelacija. Biološki indikatori također moraju imati i razvijenu toleranciju na povišene koncentracije onečišćujućih tvari te moraju biti otporni na nagle promjene fizikalno–kemijskih parametara u okolišu. Poželjno je da odabrani organizmi imaju dug životni vijek, kako bi se mogli pratiti višegodišnji trendovi onečišćenja (Cossa, 1989; Burger, 2006). Usljed sposobnosti apsorpcije i akumulacije biodostupnih elemenata iz vodenog stupca (listovi) i apsorpcije elemenata iz sedimenta (korijeni i rizomi), cvjetnice mogu pružiti vrijedne informacije o stupnju onečišćenja morskog okoliša.

Za praćenje onečišćenja morskog okoliša elementima u tragovima najčešće se kao bioindikatori koriste različite vrste školjkaša, a također se mogu koristiti i drugi bentoski beskralježnjaci, ascidije, spužve, rakovi, mikroalge i makroalge, cvjetnice, ribe i morske ptice (Rainbow i Phillips, 1993; Rainbow, 1995; Boening, 1999; Markert i sur., 2003; Giangrande i sur., 2005; Zhou i sur., 2008; Lewis i Devereux, 2009). Svaki od navedenih organizama pokazuje određene prednosti i mane u usporedbi s ostalima (Zhou i sur., 2008). Cvjetnice apsorbiraju elemente u tragovima iz vodenog stupca, a putem razgranate mreže korijenja također apsorbiraju elemente i iz sedimenta. Usljed navedenog, praćenjem sadržaja akumuliranih elemenata u cvjetnicama dobivamo uvid u stanje vodenog stupca, kao i u stanje sedimenta. Mogućnost praćenja onečišćenja korištenjem cvjetnica vrlo je važna u područjima gdje nema drugih bioindikatorskih organizama (najčešće školjkaša).

## **2.5. Morske cvjetnice: *Posedonia oceanica*, *Cymodocea nodosa*, *Zostera noltei***

Morske cvjetnice su biljke prilagođene životu u moru i široko su rasprostranjene u plimnoj i potplimnoj zoni priobalnih područja. Najčešće naseljavaju pjeskovite, šljunčane ili muljevite podloge, na kojima stvaraju livade (Hemminga i Duarte, 2000). Pripadaju velikoj

skupini kritosjemenjača (Angiospermae) i imaju razvijene organe kao što su korijen, stabljika (rizom), list i cvijet (Slika 2.5.1). Vidljivi dijelovi cvjetnica koji se nalaze iznad sedimentnog dna sastoje se od izdanaka s 2 – 10 listova. Izdanci su pričvršćeni na vertikalne ili horizontalne rizome, koji mogu biti ukopani ili položeni na sedimentno dno. Rizomi su korijenjem pričvršćeni za podlogu i protežu se dublje u sedimentno dno (Kuo i den Hartog, 2006).



**Slika 2.5.1.** Biljni organi morske cvjetnice.

Livade cvjetnica imaju značajan utjecaj na ekološko stanje i funkcioniranje priobalnih ekosustava. Imaju važnu ulogu u primarnoj proizvodnji, stvaranju organske tvari i energije, te pružaju stanište i utočište brojnim organizmima koji tamo nalaze izvor hrane, rastu, razmnožavaju se i zajedno s cvjetnicama stvaraju složene bioraznolike sustave (Campanella i sur., 2001). Livade svojim listovima utječu na pridno strujanje vode, smiruju vodeni stupac, utječu na raspodjelu hranjivih tvari, kisika, organske tvari i koncentraciju otopljenog organskog ugljika (zbog smanjenog strujanja u području livada se zadržavaju hranjive tvari i detritne čestice), a njihovo prepleteno korijenje i rizomi učvršćuju sediment i sprječavaju njegovo odnošenje te na taj način štite obalna područja od erozije.

U Jadranu obitavaju četiri autohtone vrste cvjetnica, posidonija (*Posidonia oceanica*), patuljasta svilina (*Zostera noltei*), morska svilina (*Zostera marina*) i čvorasta morska resa (*Cymodocea nodosa*). Najzastupljenija među njima je vrsta *P. oceanica*. Posidonija stvara prostrane i guste livade koje prekrivaju infralitoralni dio morskog dna do dubine 45 m (Procaccini i sur., 2003). Ograničavajući čimbenik rasta i vertikalne rasprostranjenosti ove vrste

je svjetlost. *Posidonia oceanica* ima puzajuću stabljiku, debljine oko 1 cm, koja jednim dijelom može biti uspravna. Iz vertikalnih rizoma protežu se izdanci sa 5 – 10 listova, širine 5 – 12 mm i duljine do preko 1 m. Unutar snopića listova mogu se prema starosti razlikovati tri kategorije: mladi (juvenilni), prijelazni (intermedijarni) i odrasli (adultni) listovi. Najmlađi listovi su smješteni u središtu izdanka, a udaljavanjem prema rubnim dijelovima listovi su sve stariji. Posidonija uspijeva u temperaturnom rasponu od 9°C do 29°C i zahtijeva relativno konstantan salinitet od 33 do 39 (Fernández–Torquemada i Sánchez–Lizaso, 2005). Stoga je rijetko nalazimo u područjima riječnih ušća i laguna. Najbolje je razvijena u srednjem i južnom Jadranu, a najslabije u sjevernom.

*Zostera noltei* stvara livade na finoj pješčanoj ili muljevitoj podlozi, od površine do dubine oko 5 m. Ima puzajuće rizome, debljine od 0,5 – 2 mm, sastavljene iz čvorova (nodija) i članaka (internodija). Iz horizontalnih rizoma protežu se izdanci sa 2 – 5 uskih listova (0,5 – 2 mm širine), duljine 6 – 25 cm. Ova vrsta je izrazito osjetljiva na hidrodinamiku valova, pa obitava uglavnom u plitkim priobalnim područjima, mirnim lagunama te područjima bočatih voda ili riječnih ušća. Često nastanjuje područja prijelaznih voda sa smanjenim salinitetom. Livade ove morske cvjetnice su bolje razvijene u sjevernom, nego u ostalim djelovima Jadrana.

*Cymodocea nodosa* preferira slična staništa kao i posidonija. Raste u plitkim priobalnim područjima, estuarima i priobalnim lagunama, na pješčanoj ili muljevitoj podlozi. Ima snažnu stabljiku koja je dijelom puzajuća, a jednim dijelom je uspravna. Stabljike su pričvršćene za podlogu jakim razgranatim korijenjem duljine do 28 cm. Izdanci se protežu iz vertikalnih rizoma, a sastoje se od 2 – 6 listova, širine 2 – 4 mm, duljine 10 – 30 cm. *Cymodocea nodosa* je razmjerno dobro zastupljena u svim dijelovima Jadranskog mora, osobito u zaštićenijim uvalama. Livade vrste *C. nodosa* najčešće prekrivaju dio morskog dna od površine do nekoliko metara dubine. U usporedbi s posidonijom, otpornija je na hidrodinamičke utjecaje, onečišćenje i povišeni unos hranjivih tvari, te bolje podnosi nedostatak svjetlosti (Terrados i Ros, 1992; Cancemi i sur., 2002). Usljed navedenog, *C. nodosa* potiskuje posidoniju, zauzima njezina staništa te ugrožava rasprostranjenost posidonije.

### **2.5.1. Morske cvjetnice kao biološki pokazatelji onečišćenja metalima u tragovima**

Morske cvjetnice široko su rasprostranjene u priobalnim područjima Jadrana, Mediterana i ostalih svjetskih mora i oceana. Akumuliraju onečišćujuće tvari iz vodenog stupca i sedimenta, i tako odražavaju stupanj onečišćenja u okolišu (Lafabrie i sur., 2007; Lewis i Devereux, 2009;

Phillips, 1994). Obzirom da se nalaze na početku hranidbenog lanca, brže reagiraju na promjene koncentracija onečišćenja u okolišu u usporedbi s organizmima na višim trofičkim razinama. Uslijed navedenih svojstava, cvjetnice se mogu primijeniti kao biološki pokazatelji stanja morskog ekosustava (Catsiki i Panayotidis, 1993; Conti i sur., 2010; Ferrat i sur., 2003; Lafabrie i sur., 2007; Luy i sur., 2012; Malea i Kevrekidis, 2013; Richir i sur., 2015). Mogućnost primjene cvjetnica kao bioindikatora značajna je za praćenje onečišćenja priobalnih područja u kojima nisu prisutni drugi bioindikatorski organizmi, npr., dagnje.

Dosadašnja istraživanja bioakumulacije elemenata u cvjetnicama u najvećoj mjeri se odnose na vrstu *P. oceanica*. Najčešće je istraživani manji skup elemenata (Zn, Cu, Cd i Pb), dok nedostaju podaci o širem spektru rijetko istraživanih elemenata (Pergent–Martini i Pergent, 2000; Lewis i Devereux, 2009). Istraživanja elemenata u vodenom stupcu iznad livade i u sedimentu unutar livada također se u velikoj većini svode na navedenih nekoliko elemenata (Lewis i Devereux, 2009). Kao najrasprostranjenija vrsta u Mediteranu, posidonija se najčešće primjenjuje kao biološki pokazatelj stanja okoliša (Campanella i sur., 2001; Conti i sur., 2010; Di Leo i sur., 2013; Joksimović i sur., 2011; Kljaković–Gašpić i sur., 2004; Martínez–Crego i sur., 2008; Richir i sur., 2015; Schlacher–Hoenlinger i Schlacher, 1998; Stanković i sur., 2015; Warnau i sur., 1995). U brojnim istraživanjima u prirodnim i laboratorijskim uvjetima utvrđeno je da posidonija akumulira elemente u tragovima proporcionalno njihovim koncentracijama u okolišu i pruža uvid u prostornu i vremensku raspodjelu elemenata u tragovima u sastavnicama morskog okoliša (sediment, vodeni stupac) (Cozza i sur., 2013; Lafabrie i sur., 2007; Sanchiz i sur., 2000; Luy i sur., 2012; Richir i sur., 2013; Warnau i sur., 1996).

Utvrđeno je da se elementi različito akumuliraju u pojedinim organima cvjetnica (list, korijen, rizom) (Lewis i Devereux, 2009; Llagostera i sur., 2011), kao i da se putem aktivnih ili pasivnih transportnih mehanizama elementi u tragovima mogu preraspodijeliti unutar biljke (Lyngby i Brix, 1987; Malea i Haritonidis 1999). U kojem dijelu cvjetnice će se određeni element najviše akumulirati ovisi i o samom elementu i o vrsti cvjetnice. U različitim istraživanjima provedenim na vrsti *Z. marina* ustanovljen je viši sadržaj Mn, Cu, Zn i Cd u lišću u usporedbi s korijenjem i rizomima. U korijenju je ustanovljen viši sadržaj Cd, Cu, Zn, Pb i Cr u usporedbi s rizomima. U većini slučajeva, u rizomima su ustanovljene najniže koncentracije istraženih elemenata u usporedbi s ostalim dijelovima cvjetnice (Faraday i Churchill 1979; Drifmeyer i sur., 1980; Brix i Lyngby, 1984; Lyngby i Brix 1982; Lyngby i Brix, 1987). U istraživanju provedenom na vrsti *Z. noltei*, Sanchiz i sur. (2000) ustanovili su sličnu raspodjelu elemenata između pojedinih organa cvjetnice. Schlacher–Hoenlinger i Schlacher (1998) ustanovili su drugačiji obrazac raspodjele olova i bakra kod vrste *P. oceanica*. U rizomima je



pronađena najviša koncentracija olova, a koncentracija bakra bila je najviša u korijenju, a najniža u listovima. Najviše koncentracije cinka i kadmija ustanovljene su u listovima, što se podudara s gore spomenutim istraživanjima vezanim uz raspodjelu elemenata u vrstama *Z. marina* i *Z. noltei*.

Istraživanja u kojima su uz pojedine organe cvjetnica obuhvaćeni i epifiti pokazala su da se određeni elementi u najvećoj mjeri akumuliraju u epifitima, pa stoga možemo zaključiti da oni poprimaju važnu ulogu u kruženju elemenata unutar livade. U istraživanju raspodjele Cu, Cd, Zn i Pb između organa vrste *P. oceanica* i epifita, Schlacher–Hoenlinger i Schlacher (1998) su ustanovili da se cink i olovo u najvećoj mjeri akumuliraju u epifitima. U sličnom istraživanju kojeg su proveli Warnau i sur. (1996) u epifitima je ustanovljen najviši sadržaj elemenata Ag, Cd i Zn.

Istraživanjem akumulacije elemenata u vrsti *C. nodosa* u područjima s različitim stupnjem onečišćenja, utvrđene su razlike u raspodjeli elemenata unutar različitih organa (Catsiki i sur., 1987; Catsiki i Panayotidis, 1993; Llagostera i sur., 2011; Marín–Guirao i sur., 2005; Nicolaidou i Nott, 1998; Sanchiz i sur., 1999). Istraživanja akumulacije elemenata u vrsti *C. nodosa* najčešće su vezana uz elemente Zn, Cu, Cd, Pb i Ni, u manjoj mjeri Cr, Fe, Mn, Hg, Co i Al, dok za neke elemente uopće nema dostupnih podataka, pa postoji potreba za dodatnim istraživanjima šireg spektra elemenata, uključujući elemente rijetkih zemalja.

Istraživanja akumulacije u *Z. noltei* su malobrojna. Kao i u slučaju vrsta *P. oceanica* i *C. nodosa*, ustanovljene su razlike u raspodjeli elemenata između organa cvjetnice. Uslijed bioakumulacije elemenata u vrsti *Z. noltei*, ova vrsta također se može primijeniti kao koristan bioindikator priobalnog onečišćenja (Catsiki i sur., 1987; Wasserman i Wasserman, 2002; Wasserman i Lavaux, 1991).

Koncentracije akumuliranih elemenata u tragovima pokazuju varijacije u vremenskoj raspodjeli (King 1988; Malea, 1994; Schlacher–Hoenlinger i Schlacher, 1998; Pergent Martini i Pergent, 2000), što je vezano uz dinamiku rasta i starost biljke. Tijekom ljetnog razdoblja dolazi do intenzivnog rasta biljnog tkiva i dolazi do efekta razrjeđenja, odnosno smanjenja koncentracije elemenata po jedinici mase biljnog tkiva uslijed povećane površine biljke (Lyngby i Brix, 1982; Oleson i Sand–Jensen, 1993). Listovi cvjetnica otpadaju tijekom zimskog razdoblja, pa su koncentracije akumuliranih elemenata u lišću u pravilu najviše u razdoblju neposredno prije otpadanja listova. Dodatan razlog za promjene tijekom različitih godišnjih doba su vremenski uvjeti (padaline, vjetrovi) koji mogu uzrokovati resuspenziju sedimenta te utjecati na donos elemenata u tragovima u more i sediment (Schlacher–Hoenlinger i Schlacher, 1998; Prange i Dennison, 2000). Lingby i Brix (1982) istraživali su sezonske promjene u

koncentracijama Pb, Cu, Cd i Zn u vrsti *Zostera marina*. Najviše koncentracije navedenih elemenata u listovima ustanovljene su pri kraju zimskog razdoblja. U istom razdoblju ustanovljene su i najviše koncentracije Cd i Cu u rizomima, međutim, najviše koncentracije Pb i Zn u rizomima ustanovljene su u proljetnom ili ljetnom razdoblju. Različiti autori su proučavanjem vrsta *Posidonia oceanica* i *Posidonia australis* ustanovili najviše koncentracije Pb, Cu, Cd i Zn u rizomima, korijenju i lišću tijekom zimskog razdoblja (Schlacher–Hoenlinger i Schlacher, 1998; Ward 1987). Prema Malea i Haritonidis (1995), koncentracije Mg, Cu i Pb u tkivu vrste *C. nodosa* najviše su tijekom zimskog razdoblja, dok su najviše koncentracije Cd, Zn, K, Ca i Fe ustanovljene tijekom ljetnog razdoblja.

Preraspodjela, odnosno translokacija elemenata između pojedinih organa biljke ovisi o svojstvima elementa i vrsti cvjetnice (Faraday i Churchill, 1979). U istraživanju provedenom u laboratorijskim uvjetima Faraday i Churchill (1979) nisu ustanovili značajnu preraspodjelu kadmija iz korijenja i rizoma u listove vrste *Z. marina*. U istom istraživanju, utvrđeno je da se 12% kadmija translociralo iz listova u rizome, odnosno korijenje, unutar razdoblja od 48 sati. U razdoblju od 72 sata, postotak kadmija koji se translocirao iz listova u donje dijelove biljke porastao je na 27%. U sličnom istraživanju kojeg su proveli Brinkhuis i sur. (1980) ustanovljeno je da se mangan translocira ponajviše iz korijenja i rizoma prema listovima, dok je translokacija u suprotnom pravcu zanemariva. Translokacija cinka odvija se u oba pravca, tj. iz lista prema korijenu ili iz korijena prema listu (Lyngby i Brix, 1982). Međutim, ustanovljeni postotak cinka koji se translocira iz lista prema korijenu ili obrnuto, zanemariv je (0,21% – 0,28%) (Lyngby i sur., 1982). Sanz–Lazaro i sur. (2012) istražili su veći broj elemenata (Ag, As, Ba, Bi, Cd, Co, Cr, Cs, Cu, Fe, Ga, Li, Mn, Ni, Pb, Rb, Sr, Tl, V i Zn) u vrsti *P. oceanica* i ustanovili da je u većini slučajeva postotak translociranih elemenata vrlo nizak i u najvećoj mjeri se odvija u pravcu iz rizoma u listove.

### 3. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA

Jadransko more je relativno plitko, poluzatvoreno more sa slabo razvedenom zapadnom (talijanskom) obalom i izrazito razvedenom istočnom obalom, čiji najveći dio pripada Republici Hrvatskoj. Izduženi Jadranski bazen, duljine oko 800 km i širine oko 200 km, proteže se u smjeru sjeverozapad–jugoistok između planinskih lanaca Alpa, Dinarida i Apenina, i pokriva površinu od 138.595 km<sup>2</sup>.

Krajem ledenog doba, uslijed otopljenog leda povisila se razina mora, pa su vrhovi nekadašnjih planina postali otoci, a doline zaljevi i morski prolazi, stoga smjer u kojem se proteže obala prati smjer protezanja planina na kopnu (Dalmatinski tip obale).

Na temelju morfoloških svojstava Jadransko more može se podijeliti na tri cjeline: sjeverni, srednji i južni. Plitki, sjeverni bazen proteže se od Tršćanskog zaljeva do spojnice Ancona – Zadar. Nešto dublji, srednji bazen obuhvaća područje od spojnice Ancona – Zadar do palagruškog praga. Najveća dubina u srednjem jadranskom bazenu izmjerena je u Jabučkoj kotlini i iznosi 272 m. Relativno duboki, južni bazen, proteže se od palagruškog praga do Otrantskih vrata koja povezuju Jadran s Jonskim morem. Najveća izmjerena dubina u južnom Jadranu iznosi 1233 m. Na slici 3.1 prikazana je batimetrijska karta Jadrana.



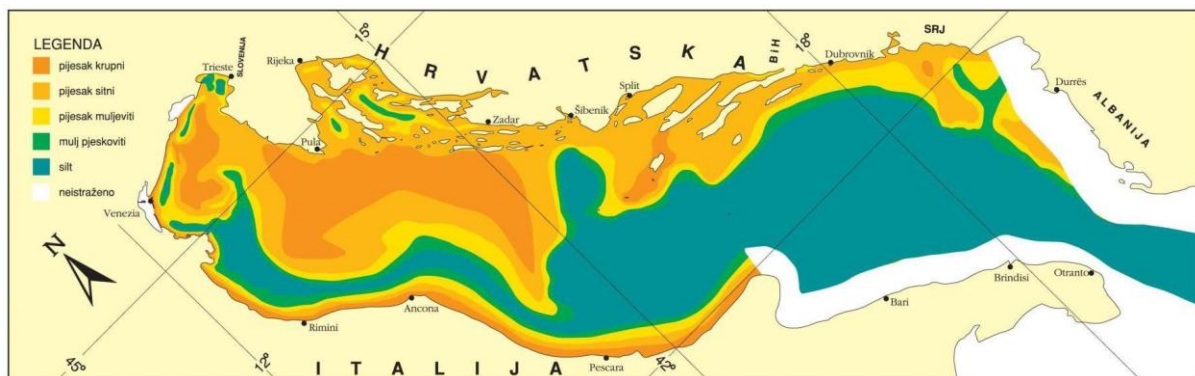
**Slika 3.1.** Batimetrijska karta Jadranskog mora.

Jedno od najvažnijih svojstava Jadrana kretanje je vodnih masa u smjeru obrnutom od smjera kretanja kazaljke na satu, što je posljedica izduženog oblika Jadranskog bazena, klimatskih uvjeta i morfoloških značajki morskog dna. Iz Jonskog mora u Jadran ulazi voda visokog saliniteta i pod utjecajem opće cirkulacije pomiče se uz istočnu obalu prema sjeveru. Voda niskog saliniteta iz sjevernog Jadrana (utjecaj rijeke Po i ostalih rijeka) pomiče se uz talijansku obalu prema jugu (Buljan & Zore–Armanda, 1976).

Rijeke s dotokom slatke vode u more donose i različite organske i anorganske tvari, pa tako i elemente u tragovima, koji se raznose uz obalu i talože na morskom dnu. Jadran se svrstava u niskoenergetske sedimentacijske okoliše sa slabim prijenosom sedimenata, pa se elementi u tragovima, vezani na sedimentne čestice, samo u manjoj mjeri prenose na veće udaljenosti. Sedimenti nataloženi u Jadranu pretežito dolaze sa sjeverozapadne obale, dotocima rijeka Po, Reno, Adige, Brenta, Tagliamento, Piave i Soče.

Na istočnoj obali donos sedimenata rijekama je znatno manji. Najveći utjecaj imaju rijeka Neretva i albanske rijeke, a količina sedimenata koje donose rijeke Rječina, Zrmanja, Krka, Cetina, Ombla, Dragonja, Mirna, Raša je zanemariva, jer se donešeni materijal u najvećoj mjeri istaloži u njihovim ušćima. Obala i otočje istočnog dijela Jadrana najvećim se dijelom sastoji od vapnenaca (krednih i paleogenih) i manje zastupljenog paleogenog fliša.

U obalnom području istočnog Jadrana dno je prekriveno mješovitim sedimentima, u plićim djelovima prevladava pjeskoviti sediment, a prema dubljim djelovima muljeviti. U područjima izljeva rijeka dno može biti prekriveno krupnozrnatim materijalom. U plitkom dijelu područja od otoka prema otvorenom moru dno je prekriveno mješavinom pijeska, mulja i silta. Južno od otoka Visa, Lastova i Mljeta prevladavaju silt i mulj, a južno od otoka Žirja prema Jabučkoj kotlini prevladava mulj (Andročec i sur. 2009) (Slika 3.2).



**Slika 3.2.** Sedimentološka karta Jadrana.

U ovom radu istražene su livade morskih cvjetnica, sedimenti i pridnene vode u području srednjeg i sjevernog Jadrana. Zajednice morskih cvjetnica, u prvom redu vrste *P. oceanica*, biološki su element kakvoće u primjeni Okvirne direktive o vodama (ODV, 2000/60/EZ) i važno stanište u određivanju ekološkog stanja prema Okvirnoj direktivi o morskoj strategiji (ODMS, 2008/56/EZ). Stoga se redovito provodi praćenje ekološkog stanja livada cvjetnica, prvenstveno vrste *P. oceanica*. Odabrane lokacije uzorkovanja podudaraju se s lokacijama praćenja

ekološkog stanja priobalnih voda, koje je provedeno u vodnim tijelima sjevernog i srednjeg Jadrana u okviru nadzornog monitoringa prema Okvirnoj direktivi o vodama. Uzorkovanje je obavljeno u području Istre i Kvarnera (Lošinj, Cres, Rab, Susak, Unije, Prvić i istarski poluotok), zadarskog akvatorija (Ugljan, Pašman, dugi otok, Pag, Vir, Žižanj, Ist, Molat), šibenskog akvatorija (Primošten), Kornatskog otočja, okolice Splita i otočne skupine u splitskom području (Brač, Hvar, Vis) te Novigradskog mora. Osnovna obilježja odabranih područja istraživanja navedena su u tablici 3.1.

**Tablica 3.1.** Osnovna obilježja odabranih područja istraživanja

	Opis područja	Vrsta cvjetnice	Procjena antropogenih pritisaka
zapadna obala poluotoka Premantura (istarski poluotok)	otvoreno područje	<i>P.oceanica</i>	nema vidljivih antropogenih pritisaka (park prirode Kamenjak)
Medulinski zaljev (istarski poluotok)	vrata zaljeva	<i>P.oceanica</i>	nema vidljivih antropogenih pritisaka
jugoistočni dio istarskog poluotoka	otvoreno područje	<i>P.oceanica</i>	slabo izražen pritisak – turizam
istočna obala otoka Zeča	otvoreno područje	<i>P.oceanica</i>	nenasljeni otok, nema vidljivih antropogenih pritisaka
jugozapadna obala otoka Unije	otvoreno područje	<i>P.oceanica</i>	nema vidljivih antropogenih pritisaka
zapadna obala otoka Lošinja	uvala	<i>P.oceanica</i>	nema značajnih antropogenih pritisaka
jugoistočna obala Cresa	manja uvala	<i>P.oceanica</i>	nema vidljivih antropogenih pritisaka
sjeverna obala otoka Suska	otvoreno područje	<i>P.oceanica</i>	nema vidljivih antropogenih pritisaka
sjeverna obala otoka Prvića (područje Senjskih vrata)	morski prolaz (povezuje Kvarnerić s Velebitskim kanalom)	<i>P.oceanica</i>	nema vidljivih antropogenih pritisaka
zapadna obala poluotoka Frkanj (otok Rab)	otvoreno područje	<i>P.oceanica</i>	slabo izražen pritisak pomorskog prometa (trajektne linije), turizam
sjeverozapadna obala otoka Paga	manja uvala	<i>P.oceanica</i>	slabo izražen pritisak (turizam)
južna obala otoka Mauna	otvoreno područje	<i>P.oceanica</i>	nenaseljeni otok, nema vidljivih antropogenih pritisaka
zapadna obala otoka Vira	otvoreno područje	<i>P.oceanica</i>	nema vidljivih antropogenih pritisaka
uvala Kosirača (otok Ist)	uvala	<i>P.oceanica</i>	nema značajnih antropogenih pritisaka, slabo izražen utjecaj luke
jugozapadna obala otoka Molata	otvoreno područje	<i>P.oceanica</i>	nema vidljivih antropogenih pritisaka
jugozapadna obala otoka Ošljak	kanalsko područje (Zadarski kanal)	<i>P.oceanica</i>	nema vidljivih antropogenih pritisaka

**Tablica 3.1. (nastavak)**

Područje istraživanja	Opis područja	Vrsta cvjetnice	Procjena antropogenih pritisaka
jugoistočna obala otoka Pašman	kanalsko područje (Pašmanski kanal)	<i>P.oceanica</i>	nema vidljivih antropogenih pritisaka
jugoistočna obala otoka Žižanj	otvoreno područje	<i>P.oceanica</i>	nema vidljivih antropogenih pritisaka
zapadni dio Novigradskog mora	poluzatvoreni zaljev	<i>C. nodosa, Z. noltei</i>	manja urbana sredina, utjecaj estuarija rijeke Zrmanje u istočnom dijelu zaljeva
južna obala otoka Levrnaka	otvoreno područje	<i>P.oceanica</i>	nema vidljivih antropogenih pritisaka
sjeveroistočna obala otočića Arta Vela	otvoreno područje	<i>P.oceanica</i>	nema vidljivih antropogenih pritisaka
sjeveroistočna obala otoka Zlarin	kanalsko područje (Šibenski kanal)	<i>P.oceanica</i>	turizam, pomorski promet u kanalu
Primoštenski zaljev	vrata zaljeva	<i>P.oceanica</i>	Primoštenska luka, turizam, manja urbana sredina, poljoprivreda
južni dio obale otoka Čiovo	manja uvala	<i>P.oceanica</i>	manje naselje, turizam
Trogirski zaljev	poluzatvoreni zaljev	<i>P.oceanica, C. nodosa</i>	urbana sredina, marina, turizam, pomorski promet, blizina manjeg brodogradilišta
Kaštelanski zaljev, sjeverna obala poluotoka Marjan	poluzatvoreni zaljev	<i>P.oceanica</i>	blizina marine, urbana sredina, slabo izražen utjecaj industrijskih aktivnosti iz Kaštelanskog zaljeva
južna obala poluotoka Marjan	vrata Kaštelanskog zaljeva	<i>P.oceanica</i>	nema vidljivih antropogenih utjecaja
Split – uvala Žnjan	uvala	<i>P.oceanica</i>	urbana sredina, sportska marina, turizam, pomorski promet
Baška voda	otvoreno područje uz kopnenu obalu	<i>P.oceanica</i>	manja marina, turizam, manja urbana sredina, pomorski promet
sjeverozapadna obala otoka Brača	kanalsko područje – Brački kanal	<i>P.oceanica</i>	blizina manjeg naselja (Sutivan), nautički turizam, manja lučica

**Tablica 3.1. (nastavak)**

Područje istraživanja	Opis područja	Vrsta cvjetnice	Procjena antropogenih pritisaka
sjeverozapadna obala otoka Hvara	manja uvala	<i>P.oceanica</i>	nema vidljivih antropogenih pritisaka
Starigradski zaljev (otok Hvar)	zaljev	<i>P.oceanica, C.nodosa</i>	Starigradska luka, turizam, manja urbana sredina
jugoistočna obala otoka Visa, ulaz u uvalu Rukavac (Vis)	uvala	<i>P.oceanica</i>	nema značajnih antropogenih pritisaka
sjeverna obala otoka Visa	otvoreno područje	<i>P.oceanica</i>	nema vidljivih antropogenih pritisaka



## 4. MATERIJALI I METODE

### 4.1. Terenski rad

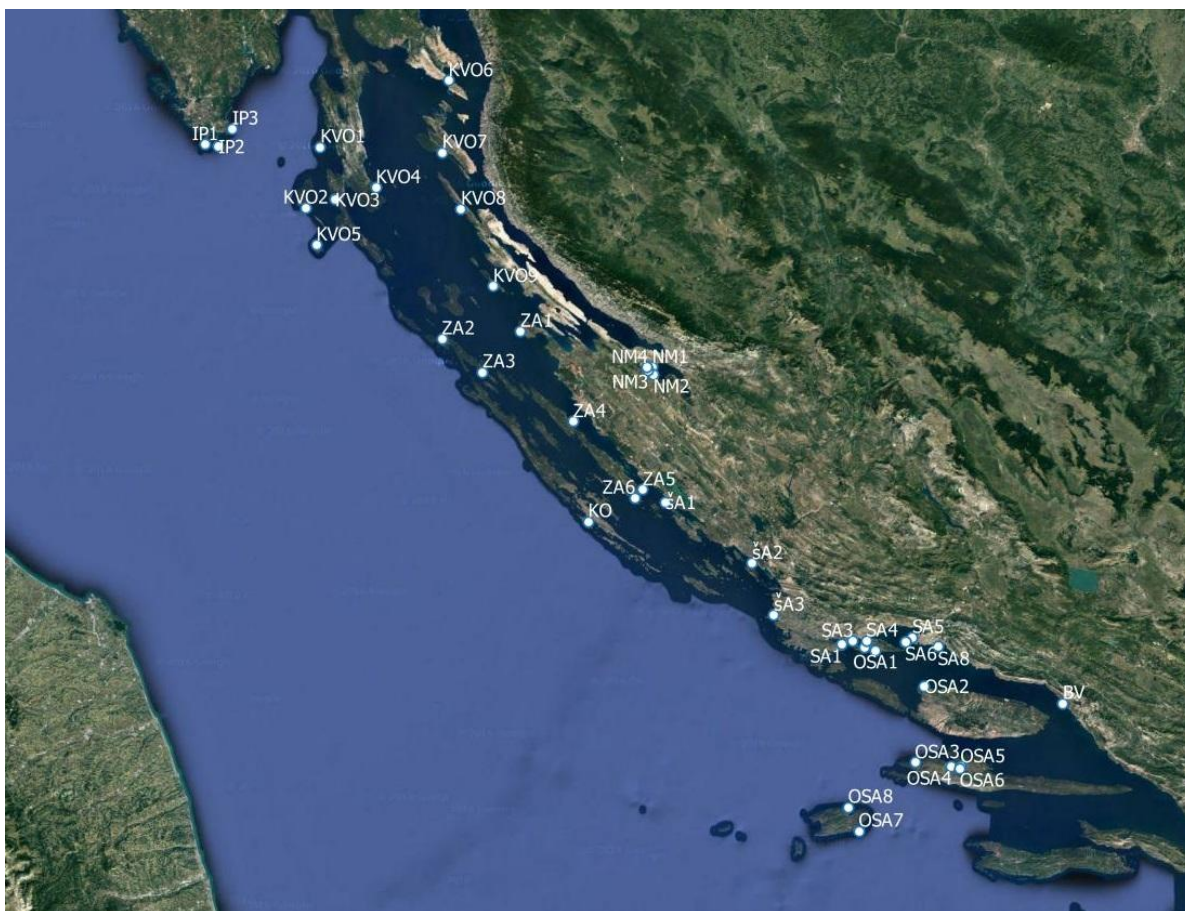
Uzorkovanje je obavljeno tijekom dva terenska izlaska, u listopadu 2014. i listopadu 2015. godine. Uzorkovane su tri vrste morskih cvjetnica (*P. oceanica*, *C. nodosa*, *Z. noltei*), pridnene vode te sedimenti u priobalju hrvatskog dijela sjevernog i srednjeg Jadrana. Prostorni raspored lokacija uzorkovanja u istraživanom području prikazan je u tablici 4.1.1 i na slici 4.1.1.

**Tablica 4.1.1.** Zemljopisne koordinate postaja uzorkovanja.

Područje	Oznaka postaje	Zemljopisna dužina	Zemljopisna širina	Dubina (m)
Istarski poluotok	IP1	13.904806	44.773833	15
	IP2	13.952278	44.769278	15
	IP3	14.001194	44.813250	15
Kvarnersko otočje	KVO1	14.314528	44.767833	15
	KVO2	14.261667	44.614028	15
	KVO3	14.366556	44.635289	15
	KVO4	14.511028	44.665250	15
	KVO5	14.299861	44.520472	15
	KVO6	14.768583	44.934417	15
	KVO7	14.746306	44.753833	15
	KVO8	14.813000	44.611556	15
	KVO9	14.927389	44.415611	15
zadarski akvatorij	ZA1	15.023528	44.301583	15
	ZA2	14.744778	44.282583	15
	ZA3	14.889472	44.198278	15
	ZA4	15.210290	44.071760	15
	ZA5	15.456979	43.897833	15
	ZA6	15.429360	43.876590	15
Novigradsko more	NM1	15.490788	44.209966	3
	NM2	15.494956	44.192065	3
	NM3	15.475323	44.203164	1
	NM4	15.473658	44.209677	1
Kornatsko otočje	KO	15.263599	43.816969	15
šibenski akvatorij	ŠA1	15.538020	43.866292	15
	ŠA2	15.845571	43.709501	15
	ŠA3	15.922596	43.576822	15
splitski akvatorij	SA1	16.162444	43.501840	15
	SA2	16.244499	43.494827	15
	SA3	16.202762	43.509281	15
	SA4	16.249925	43.510706	3
	SA5	16.413611	43.519444	12
	SA6	16.388056	43.507500	5
	SA7	16.388056	43.508056	2
	SA8	16.503865	43.495187	15

**Tablica 4.1.1. (nastavak).**

Područje	Oznaka postaje	Zemljopisna dužina	Zemljopisna širina	Dubina (m)
Baška voda	BV	16.947035	43.349363	15
otočje splitskog akvatorija	OSA1	16.282683	43.486583	15
	OSA2	16.455964	43.393980	15
	OSA3	16.422781	43.196327	15
	OSA4	16.551145	43.186983	15
	OSA5	16.583834	43.185511	15
	OSA6	16.581603	43.181811	3
	OSA7	16.222889	43.019167	15
	OSA8	16.185917	43.081000	15



**Slika 4.1.1.** Prostorni raspored lokacija uzorkovanja morskih cvjetnica, sedimenta i morske vode.

#### 4.1.1. Uzorkovanje cvjetnica

Uzorci vrste *P. oceanica* prikupljeni su ronjenjem, na dubini od 15 m, na ukupno 38 postaja u sjevernom i srednjem Jadranu. Uzorci vrste *C. nodosa* uzeti su na 2 postaje u području

Novigradskog mora i na 2 postaje u blizini Starigrada i Trogira, na dubini od 3 m. Uzorci vrste *Z. noltei* uzeti su na 2 postaje u području Novigradskog mora, na dubini od 1 m.

Uzorci čuperaka cvjetnica zajedno s korijenjem uzeti su s nekoliko nasumice odabranih mjesta u livadi. Prikupljeni uzorci isprani su morskom vodom s lokacije uzorkovanja te zatim pohranjeni u plastičnim vrećicama i zamrznuti na  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

#### **4.1.2. Uzorkovanje sedimenta**

Na postajama na kojima su uzeti uzorci morskih cvjetnica, istovremeno je uzorkovan i sediment u području livade te pridneni sloj morske vode iznad livade.

Sediment do dubine od 0–10 cm uzorkovan je malim PVC–korerom, promjera cijevi 4 cm i duljine 16 cm. Na svim lokacijama sediment je uzorkovan na način da su uzeta 3 uzorka na maloj međusobnoj udaljenosti unutar livade. Sedimentne jezgre odmah po uzorkovanju razrezane su na slojeve od 2 cm, koji su zatim pohranjeni u plastičnim vrećicama i zamrznuti na  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

#### **4.1.3. Uzorkovanje morske vode**

Uzorci pridnene vode iznad livada cvjetnica prikupljeni su ronjenjem na ukupno 43 lokacije. Uzorci su prikupljeni u boce od fluoriranog etilen propilena (FEP), prethodno oprane s 10–postotnom dušičnom kiselinom.

### **4.2. Laboratorijski rad**

#### **4.2.1. Materijali**

##### **4.2.1.1. Kemikalije**

Za pripremu svih otopina korištena je Milli–Q voda. Serija standardnih otopina, na temelju koje su određene koncentracije elemenata u tragovima u uzorcima, pripravljena je odgovarajućim razrjeđivanjem standardne multielementne otopine (Analytika, Prag, Češka) od  $100 \pm 0,2\text{ mg L}^{-1}$ , koja sadrži sljedeće elemente: Al, As, Ba, Bi, Cd, Co, Cr, Cs, Cu, Fe, Li, Mn, Mo, Ni, Pb, Rb, Sr, Ti, Tl, V i Zn, uz dodatak pojedinačnih standardnih otopina Sn ( $1,000\text{ g L}^{-1} \pm 0,002\text{ g L}^{-1}$ , Analytika, Prag, Češka), Sb ( $1,000\text{ g L}^{-1} \pm 0,002\text{ g L}^{-1}$ , Analytika, Prag, Češka) i U ( $1,000\text{ g L}^{-1} \pm 0,002\text{ g L}^{-1}$ , Aldrich, Milwaukee, WI, SAD).

Standardne otopine na temelju kojih su određene koncentracije elemenata rijetkih zemalja u uzorcima pripravljene su odgovarajućim razrjeđivanjem standardne multielementne otopine

(Analytika, Prag, Češka) koja sadrži sljedeće elemente: Ce, La, Nd i Pr ( $100 \text{ mg L}^{-1} \pm 0,2 \text{ mg L}^{-1}$ ) te Dy, Er, Eu, Gd, Ho, Lu, Sc, Sm, Tb, Tm, Y i Yb ( $20 \text{ mg L}^{-1} \pm 0,4 \text{ mg L}^{-1}$ ).

Koncentracije glavnih elemenata u uzorcima (K, Mg) određene su na temelju standardnih otopina pripremljenih odgovarajućim razrjeđivanjem standardne multielementne otopine (Fluka, Steinheim, Švicarska).

Kao interni standard korištena je standardna otopina In ( $1,000 \text{ g L}^{-1} \pm 0,002 \text{ g L}^{-1}$ , Fluka, Steinheim, Švicarska).

Za raščinjavanje uzoraka korištene su sljedeće kemikalije: dušična kiselina,  $\text{HNO}_3$  ( $\geq 69,0\%$ , TraceSELECT, Fluka, Steinheim, Švicarska), klorovodična kiselina,  $\text{HCl}$  ( $36,5\%$ , TraceSELECT, Fluka, Steinheim, Švicarska), fluorovodična kiselina,  $\text{HF}$  ( $47\text{--}51\%$ , TraceSELECT, Fluka, Steinheim, Švicarska) i borna kiselina,  $\text{H}_3\text{BO}_3$  (Fluka, Steinheim, Švicarska).

U postupku sekvencijalne ekstrakcije korištene su kemikalije: octena kiselina,  $\text{CH}_3\text{COOH}$  (Trace metal Grade, Fisher Chemical, Leicestershire, Ujedinjeno Kraljevstvo),  $35\%$  otopina amonijaka,  $\text{NH}_4\text{OH}$  (Trace metal Grade, Fisher Chemical, Leicestershire, Ujedinjeno Kraljevstvo) i hidroksilamin hidroklorid,  $\text{NH}_2\text{OH} \cdot \text{HCl}$  (pro analysis, Merck, Darmstadt, Njemačka).

#### **4.2.1.2. Certificirani referentni materijali**

U svrhu kontrole mjerenja, korišteni su sljedeći certificirani referentni materijali:

- NASS–5, Seawater, National Research Council Canada, Ontario, Kanada;
- NCS DC 75301, Offshore marine sediment, China National Analysis Center for Iron and Steel, Peking, Kina;
- ERM–CD 281, Rye grass, Institute for Reference Materials and Measurements, Geel, Belgija;
- CRM GBW 10020, Citrus leaf, China National Analysis Center, Peking, Kina.

#### **4.2.2. Instrumenti**

Za potrebe granulometrijske analize korišten je laserski difraktometar – brojač čestica (Beckman – Coulter Counter, Model LS 13320, Beckman Coulter, Inc., SAD).

Analize ukupnog organskog ugljika izvršene su na analizatoru ugljika (TOC– $V_{\text{CPH}}$  carbon analyser, Shimadzu, Japan).

Za analizu elemenata u tragovima, glavnih elemenata i elemenata rijetkih zemalja u uzorcima korišten je maseni spektrometar visokog razlučivanja uz induktivno spregnutu plazmu HR–ICP–MS (Element 2, Thermo, Njemačka).

Za potrebe raščinjavanja uzoraka korišten je mikrovalni sustav Multiwave 3000 (Anton Paar, Austrija).

Za analizu elemenata u tragovima u morskoj vodi voltametrijskom metodom korišten je  $\mu$ Autolab2 potenciostat (EcoChemie, Utrecht, Nizozemska) s programskom opremom General Purpose Electrochemical System (GPES) 4.9 (Utrecht, Nizozemska).

### **4.2.3. Metode**

#### **4.2.3.1. Priprema uzoraka**

##### **4.2.3.1.1. Morska voda**

Uzorci morske vode nakon uzorkovanja filtrirani su preko 0,45  $\mu$ m nitro–celuloznih filtera. Nakon toga, zakiseljeni su dodatkom dušične kiseline (Suprapur, Merck, Darmstadt, Njemačka) na pH < 2. Koncentracije elemenata određene su u filtriranim (otopljeni elementi) i nefiltriranim (ukupna koncentracija elemenata) uzorcima. Prije analiza, uzorci su podvrgnuti postupku razgradnje pod UV svjetlom u trajanju od 24 sata, kako bi se razgradila organska tvar i metalo–organski kompleksi koji onemogućavaju određivanje ukupne koncentracije elemenata voltametrijskom metodom.

##### **4.2.3.1.2. Cvjetnice**

Uzorci cvjetnica razdvojeni su na listove, korijen i rizome. S listova su plastičnom strugalicom odvojeni epifiti. Tako razdvojeni, kompozitni uzorci listova, korijena, rizoma i epifita, čuvani su u plastičnim posudicama na –20 °C do postupka liofilizacije. Nakon liofilizacije, uzorci su usitnjeni u keramičkom tarioniku i homogenizirani.

##### **4.2.3.1.3. Sediment**

Uzorci sedimenata sušeni su liofiliziranjem, a daljnji tijek obrade ovisio je o vrsti analize. Uzorci sedimenta namijenjeni za analizu sadržaja elemenata u tragovima, makroelemenata i ERZ, te analizu sadržaja ukupnog organskog ugljika, usitnjeni su i homogenizirani. Uzorci korišteni za granulometrijske analize nisu usitnjavani.

#### 4.2.3.2. Raščinjavanje uzoraka

Određivanju koncentracija navedenih elemenata HR–ICP–MS metodom prethodi potpuno raščinjavanje uzoraka smjesom mineralnih kiselina u zatvorenom mikrovalnom sustavu (Anton Paar–Multiwave 3000).

##### a) Cvjetnice

Približno 0,1 g uzorka izvavano je u teflonske posudice za razgradnju. Uzorcima je dodana smjesa kiselina visoke čistoće (TraceSELECT ili Suprapur): 6 mL HNO<sub>3</sub> (65%) i 0,1 mL HF (48%). Uzorci se podvrgnu postupku potpunog raščinjavanja u zatvorenom mikrovalnom sustavu za razgradnju (Anton Paar–Multiwave 3000), pri snazi 1400 W uz postupno zagrijavanje (20 min) do temperature 140°C. Nakon 20–minutnog zagrijavanja pri temperaturi 140°C slijedi hlađenje (20 min).

Nakon hlađenja, uzorci su razrijeđeni MilliQ–vodom i dodan je interni standard indij. Koncentracije elemenata u tako pripremljenim otopinama određene su HR–ICP–MS metodom.

##### b) Sediment

U teflonske posudice za razgradnju izvavano je približno 0,05 g uzorka. Uzorcima je dodana smjesa kiselina: 4 mL HNO<sub>3</sub> (65%, *p.a.*), 1 mL HCl (36%, *s.p.*) i 1 mL HF (48%, *p.a.*). Slijedilo je raščinjavanje pri snazi 1400 W uz postupno zagrijavanje (5 min) do temperature 140°C. Nakon 45–minutnog zagrijavanja pri temperaturi 140°C slijedi hlađenje (20 min).

U drugom koraku, uzorcima je dodano 6 mL otopine borne kiseline, H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> (40 g L<sup>-1</sup>). Usljedilo je raščinjavanje u mikrovalnom sustavu pri snazi 1400 W uz postupno zagrijavanje (5 min) do temperature 140 °C (50 min). Borna kiselina dodaje se kako bi se uklonio višak fluoridne kiseline (stvaranjem kompleksa s H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>) i, također, u svrhu otapanja netopljivih spojeva fluorida (CaF<sub>2</sub>).

Nakon hlađenja (20 min), uzorci su razrijeđeni MilliQ–vodom i dodan je interni standard indij.

#### 4.2.4. Sedimentološke i mineraloške analize

##### 4.2.4.1. Analitička metoda određivanja granulometrijskog sastava

Granulometrijska analiza napravljena je u Laboratoriju za anorgansku geokemiju okoliša i kemodinamiku nanočestica, Zavoda za istraživanje mora i okoliša, Instituta Ruđer Bošković. Granulometrijski sastav sedimenata određuje se metodom laserske difrakcije na laserskom granulometru LS 13320 Beckman–Coulter. Raspon mjerenja instrumenta je od 40 nm do 2 mm.

Prije analize na granulometru, uzorci su prosijani kroz sito otvora 2 mm. Preostala frakcija na situ je izvagana kako bi se odredio udio šljunka. Oko 1–2 g prosijanog uzorka je prije analize dispergirano u redestiliranoj vodi kroz razdoblje od 24 sata. Neposredno prije mjerenje, uzorak je stavljen u ultrazvučnu kadu na nekoliko minuta, da se čestice dodatno razdvoje, a nakon toga je stavljen na magnetnu miješalicu, kako bi sve čestice bile u suspenziji. Nekoliko mililitara suspenzije analizirano je na laserskom granulometru.

Zastupljenost pojedinih sedimentnih frakcija u uzorku izražena je kao udio frakcije glina (< 2 μm), silta (2 – 63 μm), pijeska (63 – 2000 μm) i šljunka (> 2000 μm). Uzorci sedimenta koji sadrže manje od 10% čestica veličine šljunka klasificirani su na temelju udjela čestica u frakcijama pijeska, silta i gline, prema Shepardovom klasifikacijskom modelu (Shepard, 1954). Uzorci koji sadrže udio čestica veličine šljunka veći od 10% klasificirani su na temelju udjela čestica u frakcijama šljunka, mulja i gline prema modelu Folk i Ward (1957).

Prema Folk i Ward (1957) izračunati su granulometrijski parametri:

1. Prosječna veličina zrna,  $Mz$

$$Mz = \frac{\phi 16 + \phi 50 + \phi 84}{3}$$

2. Sortiranje

$$So = \frac{\phi 84 - \phi 16}{4} + \frac{\phi 95 - \phi 5}{6,6}$$

Sortiranje ukazuje na jednoličnost raspodjele. Određene su kategorije sortiranosti:

- < 0,35 vrlo dobra,
- 0,35 – 0,5 dobra,
- 0,5 – 0,7 umjerno dobra,
- 0,7 – 1 umjerena,
- 1 – 2 loša,
- 2 – 4 vrlo loša,
- > 4 izuzetno loša.

### 3. Asimetričnost raspodjele

$$Sk = \frac{\phi_{16} + \phi_{84} - 2 \cdot \phi_{50}}{2 \cdot (\phi_{84} - \phi_{16})} + \frac{\phi_5 + \phi_{95} - 2 \cdot \phi_{50}}{2 \cdot (\phi_{95} - \phi_5)}$$

Asimetričnost raspodjele pokazuje devijacije u raspodjeli čestica. Pozitivne vrijednosti pokazuju da prevladava sitnija frakcija, a negativne vrijednosti da prevladava krupnija.

### 4. Zaoštrenost krivulje

$$Kg = \frac{\phi_{95} - \phi_5}{2,44 \cdot (\phi_{75} - \phi_{25})}$$

Zaoštrenost krivulje odnosi se na raspoređenost raspodjele. Ako je krivulja zaoštrena materijal je raspoređen oko jedne veličine zrna, a ako je zaravnjena znatno je više granulometrijskih frakcija.

#### 4.2.4.2. Određivanje masenog udjela karbonata u sedimentima

Udio karbonata određen je u Laboratoriju za anorgansku geokemiju okoliša i kemodinamiku nanočestica, Zavoda za istraživanje mora i okoliša, Instituta Ruđer Bošković. Udio karbonata u uzorcima određen je volumetrijski Scheiblerovom metodom (ÖNORM L1084, 1989). Postupak se temelji na volumetrijskom određivanju ugljikovog dioksida koji se razvija uslijed reakcije klorovodične kiseline i karbonata u uzorku.

Približno 0,5 g suhog uzorka tretira se s 5 mL HCl (v/v 15% HCl) te se zabilježi volumen razvijenog CO<sub>2</sub>. Za točan izračun udjela karbonata u uzorku potrebno je uzeti u obzir uvjete temperature i tlaka zraka u laboratoriju u vrijeme mjerenja. Udio karbonata izračuna se pomoću jednadžbe:

$$CaCO_3 (\%) = \frac{V \cdot M \cdot 2,274}{m} \cdot 100$$

pri čemu je:

CaCO<sub>3</sub> (%) = maseni udio kalcita

M = masa CO<sub>2</sub>, izraženo u g L<sup>-1</sup>, pri tlaku i temperaturi u laboratoriju u trenutku mjerenja

V = volumen CO<sub>2</sub> (mL)

2,274 = stehiometrijski faktor (uz pretpostavku da su svi prisutni karbonati u uzorku kalcit, CaCO<sub>3</sub>)

m = masa uzorka (mg)



## 4.2.5. Kemijske analize

### 4.2.5.1. Analitička metoda određivanja ukupnog organskog ugljika

Ukupni organski ugljik (TOC, eng. *Total Organic Carbon*) u sedimentu određen je u Laboratorij za fiziku mora i kemiju vodenih sustava, Zavoda za istraživanje mora i okoliša, Instituta Ruđer Bošković. Primijenjena je metoda visokotemperaturne katalitičke oksidacije s nedisperznom infracrvenom detekcijom na TOC-V<sub>CPH</sub> analizatoru ugljika (SSM 5000A Shimadzu, Japan). Kao katalizator koristi se platina, a kao kalibracijski standard D(+) glukoza (Merck, Njemačka). Uklanjanje anorganske karbonatne frakcije prije analize postiže se dodatkom klorovodične kiseline, HCl (2 mol L<sup>-1</sup>) i sušenjem na 50°C u trajanju od 16 sati.

### 4.2.5.2. Određivanje biodostupne frakcije elemenata u sedimentu

Izmjerene ukupne koncentracije elemenata u sedimentu ne daju uvid u frakciju elemenata koja je dostupna biljkama (Rainbow, 1995). Primjenom postupka ekstrakcije pojedinih frakcija može se procijeniti udio elemenata koji se može apsorbirati u cvjetnicama i ostalim bentoskim organizmima., tzv. biodostupni udio elemenata.

U predloženom radu primijenit će se različiti ekstraktanti i postupci:

#### 1. Ekstrakcija lako topljive/izmjenjive frakcije.

Uzorku sedimenta (0,5 g) dodaje se 15 mL 1 mol L<sup>-1</sup> otopine amonijevog acetata, NH<sub>4</sub>Ac. Ekstrakcija je provedena mehaničkim miješanjem na tresilici (2 h), pri sobnoj temperaturi i uvjetima pH = 7,0 (Kerstner & Forstner, 1986). Nakon centrifugiranja (3000 okr. min<sup>-1</sup>, 20 min), uzorak se filtrira preko 0,45 µm nitroceluloznih membranskih filtera.

#### 2. Ekstrakcija elemenata vezanih za karbonate.

Sedimentu iz prvog koraka dodaje se 15mL 1 mol L<sup>-1</sup> otopine natrijevog acetata, NaAc. pH je podešen dodatkom octene kiseline, CH<sub>3</sub>COOH, na pH = 5 (Tessier i sur., 1979; Kerstner & Forstner, 1986). Ekstrakcija se provodi uz mehaničko miješanje na tresilici (5 h), slijedi centrifugiranje (3000 okr. min<sup>-1</sup>, 20 min) i filtracija preko 0,45 µm PTFE membranskih filtera.

#### 3. Ekstrakcija elemenata vezanih za manganove i željezove okside.

Nakon odvajanja frakcije vezane uz karbonate, uzorku se dodaje 15mL 0,5 mol L<sup>-1</sup> otopine hidroksilamin hidroklorida, NH<sub>2</sub>OH · HCl. pH je podešen dodatkom dušične kiseline, HNO<sub>3</sub>, na pH = 1,5 (Rauret i sur., 1999). Ekstrakcija se provodi uz mehaničko miješanje na tresilici (16 h), slijedi centrifugiranje (3000 okr. min<sup>-1</sup>, 20 min) i filtracija preko PTFE membranskih filtera (0,45 µm).

Ekstrakti su dodatno razrijeđeni MilliQ–vodom i dodan je interni standard indij ( $1 \mu\text{g L}^{-1}$ ). Koncentracije elemenata u tako pripremljenim otopinama određene su HR–ICP–MS metodom.

#### 4.2.5.3. Izračun biokoncentracijskog (BCF) i translokacijskih faktora (TF)

Bioakumulacija elemenata iz sedimenta ili vodenog stupca u cvjetnice može se procijeniti izračunom biokoncentracijskog faktora (BCF, eng. *Bioconcentration factor*), koji predstavlja omjer između koncentracije elemenata u cvjetnicama i koncentracije elemenata u sedimentu ili vodenom stupcu. Vrijednost BCF faktora veća od 1 ukazuje na bioakumulaciju elemenata u cvjetnicama (Ma i sur., 2011).

Translokacijski faktori izračunaju se pomoću jednadžbi:

$$\text{TF}_{\text{rizomi/korijenje}} = [\text{X}]_{\text{rizomi}} / [\text{X}]_{\text{korijenje}}$$

$$\text{TF}_{\text{listovi/rizomi}} = [\text{X}]_{\text{listovi}} / [\text{X}]_{\text{rizomi}}$$

$$\text{TF}_{\text{listovi/korijenje}} = [\text{X}]_{\text{listovi}} / [\text{X}]_{\text{korijenje}}$$

pri čemu  $[\text{X}]_{\text{korijenje}}$ ,  $[\text{X}]_{\text{rizomi}}$  i  $[\text{X}]_{\text{listovi}}$  predstavljaju masene udjele određenog elementa X u korijenu, rizomima ili listovima ( $\mu\text{g g}^{-1}$  s.t.).

Pomoću translokacijskog faktora može se procijeniti prijenos elementa unutar biljke. Više TF vrijednosti upućuju na veću sposobnost translokacije određenog elementa unutar biljke (Deng i sur., 2004).

#### 4.2.5.4. Određivanje elemenata u tragovima u morskoj vodi

Analize elemenata u tragovima u vodi izvršene su u Laboratoriju za fizičku kemiju tragova, Zavoda za istraživanje mora i okoliša, Instituta Ruđer Bošković. Koncentracije elemenata Cu, Zn, Cd, Pb u filtriranim i nefiltriranim uzorcima izmjerene su diferencijalnom pulsnom voltametrijom s anodnim otapanjem (DPASV). Koncentracije Co i Ni izmjerene su metodom diferencijalne pulsne–adsorpcijske voltetrije s katodnim otapanjem (DPAdCSV). Kod određivanja Co i Ni, u otopinu uzorka dodan je kompleksirajući ligand Nioxime ( $10^{-5}$  M) koji stvara komplekse s Co ili Ni i adsorbira se na površini radne elektrode, nakon čega slijedi redukcija (katodno otapanje).

Mjerenja su provedena na  $\mu$ Autolab2 potenciostatu (EcoChemie, Utrecht, Nizozemska). Korišten je troelektrodni sustav Methrom 663 VA STAND (Herissau, Švicarska), s radnom Hg elektrodom (viseća kap, površine 0,25 mm<sup>2</sup>), platinskom žicom kao protuelektrodom i referentnom Ag/AgCl (zas. NaCl) elektrodom.

Primijenjena DPASV metoda detaljno je opisana u radu Omanović i sur. (2006), a DPAdCSV metoda opisana je u radu Vega i Van der Berg (1997).

Pri određivanju koncentracije elemenata u tragovima korištena je metoda standardnog dodatka. Za provjeru točnosti metode koristi se certificirani referentni standard NASS-5 (Seawater, National Research Council Canada, Ontario, Kanada). Za obradu voltamograma korišten je program ESCDSOFT (ElectroChemical Data SOFTWARE) razvijen u Laboratoriju za fizičku kemiju tragova (Omanović i Branica, 1998).

#### **4.2.5.5. Određivanje elemenata u tragovima u morskim cvjetnicama i sedimentu**

Sadržaj 26 elemenata (Al, As, Ba, Bi, Cd, Co, Cr, Cs, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Mo, Ni, Pb, Rb, Sb, Sn, Sr, Ti, Tl, U, V i Zn) i 15 elemenata rijetkih zemalja (Ce, Dy, Er, Eu, Gd, Ho, La, Lu, Nd, Pr, Sm, Tb, Tm, Y i Yb) u uzorcima sedimenta i cvjetnica određen je metodom masene spektrometrije visoke razlučivosti uz induktivno spregnutu plazmu (HR-ICP-MS, eng. *High resolution Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry*). Primijenjena metoda detaljno je opisana u radu Fiket i sur. (2016) i primjerena je za određivanje elemenata u tragovima uslijed općenito niskih granica detekcije i širokog dinamičnog raspona određivanja. Mjerenja su provedena na HR-ICP-MS instrumentu, Element 2 (Thermo, Bremen, Njemačka), s autosamplerom ASX 510 (CETAC, SAD).

Za kvantifikaciju korištena je vanjska kalibracija pomoću multielementnih standardnih otopina u rasponu koncentracija 1–10  $\mu\text{g L}^{-1}$  za elemente u tragovima, odnosno 1–2  $\text{mg L}^{-1}$  za glavne elemente (K, Mg).

Kontrola kvalitete mjerenja provedena je analizom odgovarajućih standardnih biljnih referentnih materijala: ERM-CD 281 (Rye grass, Institute for Reference Materials and Measurements, Geel, Belgija) i CRM GBW 10020 (Citrus leaf, China National Analysis Center, Peking, Kina). Kontrola kvalitete mjerenja sedimenta provedena je analizom odgovarajućeg standardnog referentnog materijala, NCS DC 75301 (Offshore marine sediment, China National Analysis Center for Iron and Steel, Peking, Kina).

### 4.3. Statistička analiza

Primjena statističke analize kod velikog broja određivanih parametara nužna je za utvrđivanje povezanosti između pojedinih varijabli i donošenje zaključaka o procesima koji te varijable opisuju. Statistička obrada rezultata obuhvatila je korelacijske analize (Spearman–ov koeficijent korelacije) te analizu glavnih komponenti (PCA).

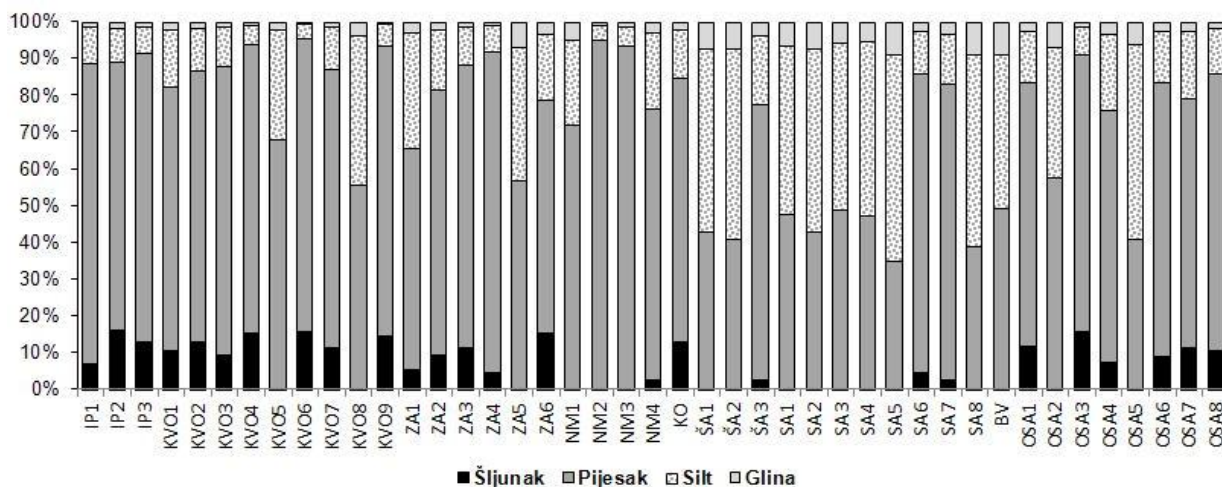
Korelacijski odnosi između koncentracija elemenata u cvjetnicama, sedimentu ili vodenom stupcu ukazuju na moguće izvore elemenata, odnosno putove unosa elemenata u cvjetnice.

Primjena multivarijantnih statističkih analiza podataka, npr. analiza glavnih komponenti (PCA, eng. *Principal component analysis*), omogućuje kemometrijsku karakterizaciju ispitanih uzoraka i daje uvid u prirodnu grupaciju ispitanih varijabli i postaja u višedimenzionalnom prostoru.

## 5. REZULTATI

### 5.1. Granulometrijska svojstva sedimenta

Granulometrijski sastav analiziranih površinskih sedimenata prikazan je na slici 5.1.1.



**Slika 5.1.1.** Udjeli frakcija šljunka ( $> 2000 \mu\text{m}$ ), pijeska ( $63 - 2000 \mu\text{m}$ ), silta ( $2 - 63 \mu\text{m}$ ) i gline ( $< 2 \mu\text{m}$ ) u analiziranim uzorcima površinskog sedimenta.

U sedimentima Kvarnerskog zaljeva i zadarskog akvatorija prevladavaju čestice veličine pijeska. U 50 % uzoraka sedimenata šibenskog i splitskog akvatorija također prevladava udio pjeskovite komponente, dok su u preostalim uzorcima podjednako zastupljene frakcije pijeska i silta.

Udio pjeskovite frakcije u analiziranim uzorcima kreće se u rasponu od 34,9 do 95 %, a udio silta u rasponu od 3,8 do 56,2 %. Udio glinovite komponente u svim uzorcima niži je od 10 % i kreće se u rasponu od 0,6 do 9,1 %. Šljunkovita komponenta prisutna je u 26 analiziranih uzoraka i kreće se u rasponu od 2,4 do 16,1 %.

Granulometrijske karakteristike površinskih sedimenata istraženog područja prikazane su u tablici 5.1.1. Prosječna veličina zrna sedimenata ( $M_z$ ) kreće se u rasponu od  $27,8 \mu\text{m}$  do  $721,8 \mu\text{m}$ . Najmanja prosječna veličina zrna ustanovljena je u obalnom sedimentu otoka Prvića u području Senjskih vrata vrata (KVO6), dok je najveća prosječna veličina ustanovljena u sedimentu postaje u Kaštelanskom zaljevu (SA5).

Većina uzoraka površinskog sedimenta karakterizirana je lošom ili vrlo lošom sortiranošću. Iznimka su uzorci prikupljeni u Novigradskom moru (NM2 i NM3) za koje se ustanovljene vrijednosti parametra sortiranja ( $S_o$ ) nalaze unutar raspona od 0,7 do 1,0, što ukazuje na umjerenu sortiranost.

Vrijednost parametra  $S_k$ , koji opisuje asimetričnost granulometrijske krivulje, kreće se u rasponu od  $-0,09$  do  $0,55$  i ukazuje na prevladavajuću pozitivnu ili vrlo pozitivnu zakošenost granulometrijskih krivulja. Gotovo simetrična raspodjela ustanovljena je u sedimentima postaja u Kvarnerskom zaljevu (IP1, KVO4, KVO5 i KVO6), zadarskom akvatoriju (ZA1, NM2) i splitskom priobalju (SA8).

Vrijednost parametra zaoštrenosti krivulje ( $K_g$ ) kreće se u rasponu od  $0,88$  do  $2,78$ . Više vrijednosti ukazuju da se radi o materijalu raspoređenom oko jedne veličine zrna. Vrijednosti parametra zaoštrenosti krivulje u 30% analiziranih uzoraka nalaze se unutar granica od  $1,5$  do  $3,0$ . U 40% analiziranih uzoraka parametar zaoštrenosti nalazi se unutar granica od  $1,1$  do  $1,5$ . Niže vrijednosti parametra zaoštrenosti krivulje ukazuju na zastupljenost više granulometrijskih frakcija. Pripadajuće granulometrijske krivulje su srednje zaoštrene ili zaravnjene.

**Tablica 5.1.1.** Granulometrijske karakteristike površinskih sedimenata u istraženom području.

Uzorak	Prosječna veličina zrna (Mz) ( $\mu\text{m}$ )	Sortiranje (So) ( $\phi$ )	Asimetričnost raspodjele (Sk) ( $\phi$ )	Zaoštrenost krivulje (Kg) ( $\phi$ )	% šljunka	% pijeska	% silta	% gline	Tip sedimenta (Shepard – S; Folk – F)
IP1	235,4	1,83	0,02	2,32	6,8	81,7	10,0	1,5	Pijesak (S)
IP2	583,7	2,19	0,37	1,63	16,1	73,1	8,8	1,9	Šljunkovito muljeviti pijesak (F)
IP3	525,5	1,84	0,28	1,59	13,0	78,4	7,3	1,3	Šljunkoviti pijesak (F)
KVO1	273,8	2,44	0,28	1,20	10,7	71,6	15,4	2,3	Šljunkovito muljeviti pijesak (F)
KVO2	337,2	2,17	0,17	1,42	12,8	73,8	11,7	1,7	Šljunkovito muljeviti pijesak (F)
KVO3	256,2	1,89	0,12	1,78	9,2	78,5	10,9	1,4	Pijesak (S)
KVO4	512,4	1,56	0,10	1,60	15,2	78,6	5,3	0,9	Šljunkoviti pijesak (F)
KVO5	95,4	1,54	-0,09	1,60	0,0	68,0	29,9	2,1	Siltozni pijesak (S)
KVO6	721,8	1,25	0,07	1,77	15,6	79,9	3,8	0,6	Šljunkoviti pijesak (F)
KVO7	382,5	2,08	0,37	1,30	11,4	75,6	11,6	1,3	Šljunkovito muljeviti pijesak (F)
KVO8	61,7	2,07	0,21	1,36	0,0	55,5	40,7	3,8	Siltozni pijesak (S)
KVO9	514,6	1,80	0,15	0,88	14,4	79,2	5,7	0,7	Šljunkoviti pijesak (F)
ZA1	108,8	2,53	0,01	1,34	5,3	60,3	31,2	3,1	Siltozni pijesak (S)
ZA2	240,9	2,35	0,26	1,28	9,5	72,1	16,2	2,2	Pijesak (S)
ZA3	388,5	2,00	0,34	1,73	11,5	76,7	10,3	1,6	Šljunkovito muljeviti pijesak (F)
ZA4	482,6	1,72	0,31	1,20	4,6	87,2	7,0	1,1	Pijesak (S)
ZA5	65,4	2,92	0,25	1,03	0,0	56,8	36,4	6,8	Siltozni pijesak (S)
ZA6	320,3	2,93	0,47	1,05	15,2	63,4	17,8	3,6	Šljunkovito muljeviti pijesak (F)
NM1	102,4	2,61	0,55	1,13	0,0	71,7	23,1	5,2	Siltozni pijesak (S)
NM2	238,6	0,76	0,08	1,71	0,0	95,0	3,9	1,1	Pijesak (S)
NM3	169,3	0,82	0,19	2,78	0,0	93,4	5,2	1,4	Pijesak (S)
NM4	139,8	2,02	0,22	1,44	2,4	73,9	20,9	2,8	Pijesak (S)
KO	324,4	2,40	0,20	1,17	12,8	71,7	13,4	2,1	Šljunkovito muljeviti pijesak (F)
ŠA1	38,1	2,70	0,20	1,04	0,0	42,8	49,9	7,3	Pjeskoviti silt (S)

**Tablica 5.1.1. (nastavak)**

<b>Uzorak</b>	<b>Prosječna veličina zrna (Mz) (<math>\mu\text{m}</math>)</b>	<b>Sortiranje (So) (<math>\phi</math>)</b>	<b>Asimetričnost raspodjele (Sk) (<math>\phi</math>)</b>	<b>Zaoštrečnost krivulje (Kg) (<math>\phi</math>)</b>	<b>% šljunka</b>	<b>% pijeska</b>	<b>% silta</b>	<b>% gline</b>	<b>Tip sedimenta (Shepard – S; Folk – F)</b>
ŠA2	36,6	2,68	0,19	1,06	0,0	40,8	51,8	7,4	Pjeskoviti silt (S)
ŠA3	183,8	2,48	0,34	1,18	2,4	75,0	18,9	3,7	Pijesak (S)
SA1	45,7	2,69	0,20	1,03	0,0	47,7	45,8	6,5	Siltozni pijesak (S)
SA2	38,0	2,77	0,16	0,99	0,0	42,7	49,9	7,4	Pjeskoviti silt (S)
SA3	52,9	2,66	0,14	1,18	0,0	48,6	45,6	5,8	Siltozni pijesak (S)
SA4	49,8	2,50	0,15	1,17	0,0	47,1	47,7	5,3	Pjeskoviti silt (S)
SA5	27,8	2,64	0,18	1,01	0,0	34,9	56,2	8,9	Pjeskoviti silt (S)
SA6	406,5	2,31	0,47	1,50	4,4	81,4	11,6	2,6	Pijesak (S)
SA7	251,9	2,42	0,31	1,53	2,6	80,5	13,3	3,5	Pijesak (S)
SA8	37,5	2,99	0,08	1,02	0,0	38,9	52,0	9,1	Pjeskoviti silt (S)
BV	43,5	2,93	0,26	0,92	0,0	49,0	42,1	8,9	Siltozni pijesak (S)
OSA1	316,0	2,46	0,32	1,35	11,7	71,9	13,7	2,7	Šljunkovito muljeviti pijesak (F)
OSA2	52,3	2,73	0,39	1,07	0,0	57,7	35,2	7,1	Siltozni pijesak (S)
OSA3	640,3	1,96	0,33	1,44	15,9	74,9	7,7	1,5	Šljunkovito muljeviti pijesak (F)
OSA4	150,8	2,73	0,16	1,37	7,5	68,2	20,8	3,4	Pijesak (S)
OSA5	38,2	2,62	0,15	1,06	0,0	40,9	52,8	6,4	Pjeskoviti silt (S)
OSA6	235,9	2,29	0,21	1,65	8,8	74,5	14,0	2,7	Pijesak (S)
OSA7	279,9	2,72	0,31	1,01	11,4	67,7	18,2	2,7	Šljunkovito muljeviti pijesak (F)
OSA8	317,9	2,16	0,35	1,77	10,7	75,2	12,2	1,9	Šljunkovito muljeviti pijesak (F)



Tip analiziranih sedimentata određen je prema Shepard–u (1954), odnosno prema Folk–u (1954). Sedimenti koji sadrže zanemariv udio krupnije, šljunkovite frakcije (< 10%) klasificirani su prema Shepard–ovom, a sedimenti koji sadrže udio šljunkovite frakcije veći od 10%, klasificirani su prema Folk–ovom klasifikacijskom modelu.

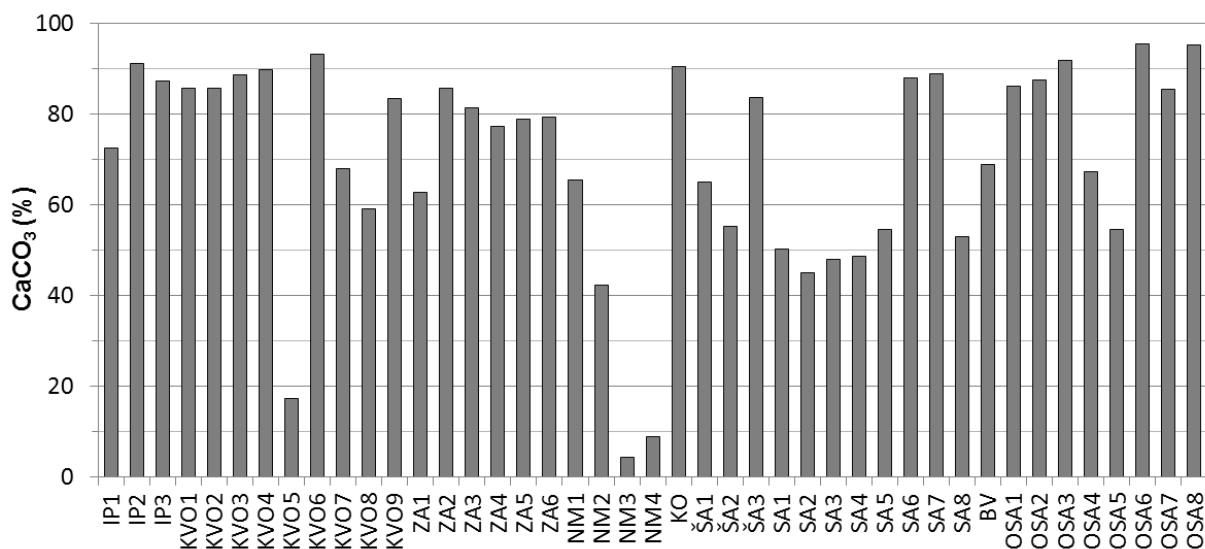
Prema Shepard–ovom modelu, sedimenti postaja u Kvarnerskom zaljevu klasificirani su kao pijesci (IP1, KVO3), odnosno siltozni pijesci (KVO5, KVO8). Prema Folk–ovom klasifikacijskom modelu sedimenti u navedenom području predstavljaju šljunkovito muljevite pijeske (IP2, KVO1, KVO2, KVO7), odnosno šljunkovite pijeske (IP3, KVO4, KVO6, KVO9) (Tablica 5.1.1).

Prema Shepard–ovom modelu, sedimenti postaja u zadarskom akvatoriju klasificirani su kao pijesci (NM2, NM3, NM4, ZA2, ZA4, ŠA3), odnosno siltozni pijesci (NM1, ZA1, ZA5). Sedimenti postaja u šibenskom akvatoriju klasificirani su kao pijesak (ŠA3), odnosno kao pjeskoviti siltovi (ŠA1 i ŠA2) (Tablica 5.1.1). Prema Folk–ovom klasifikacijskom modelu, sedimenti u području zadarskog akvatorija i Kornata predstavljaju šljunkovito muljevite pijeske (ZA3, ZA6, KO) (Tablica 5.1.1).

Prema Shepardovom klasifikacijskom modelu, sedimenti postaja u splitskom akvatoriju klasificirani su kao pijesci (SA6, SA7, OSA4, OSA6), siltozni pijesci (SA1, SA3, OSA2, BV) i pjeskoviti siltovi (SA2, SA5, SA8, OSA5) (Tablica 5.1.1). Prema Folk–ovom klasifikacijskom modelu, analizirani sedimenti predstavljaju šljunkovito muljeviti pijesak (OSA1, OSA3, OSA7, OSA8) (Tablica 5.1.1).

## **5.2. Udio karbonata u sedimentima**

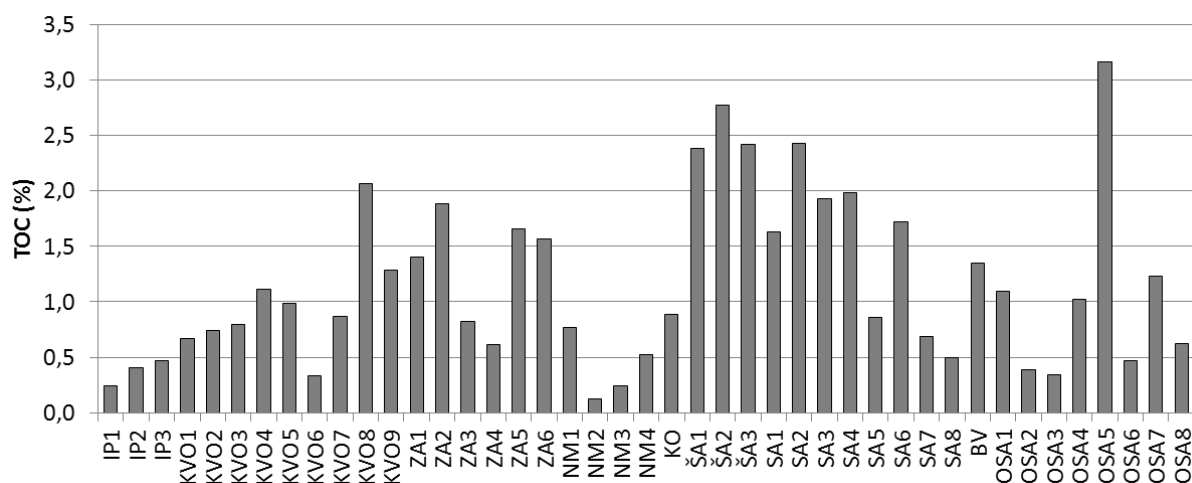
Udio karbonata u površinskom sedimentu određen je u dva poduzorka površinskog sedimenta s pojedine postaje. Srednje vrijednosti dobivenih rezultata su navedene u Prilogu I i prikazane na slici 5.2.1. Sadržaj karbonata u površinskom sedimentu istraženih područja vrlo je raznolik. Dobivene vrijednosti kreću se unutar širokog raspona, od 4,3% do 95,5%, pri čemu prosječna vrijednost iznosi 70,1%. Najniža vrijednost zabilježena je u sedimentu u području Novigradskog mora (NM3), a najviša u području Starigradskog zaljeva (OSA6).



**Slika 5.2.1.** Udio CaCO<sub>3</sub> (%) u površinskim sedimentima istraženog područja.

### 5.3. Maseni udio ukupnog organskog ugljika

Rezultati analiza masenog udjela ukupnog organskog ugljika (TOC) navedeni su u Prilogu I i prikazani na slici 5.3.1.



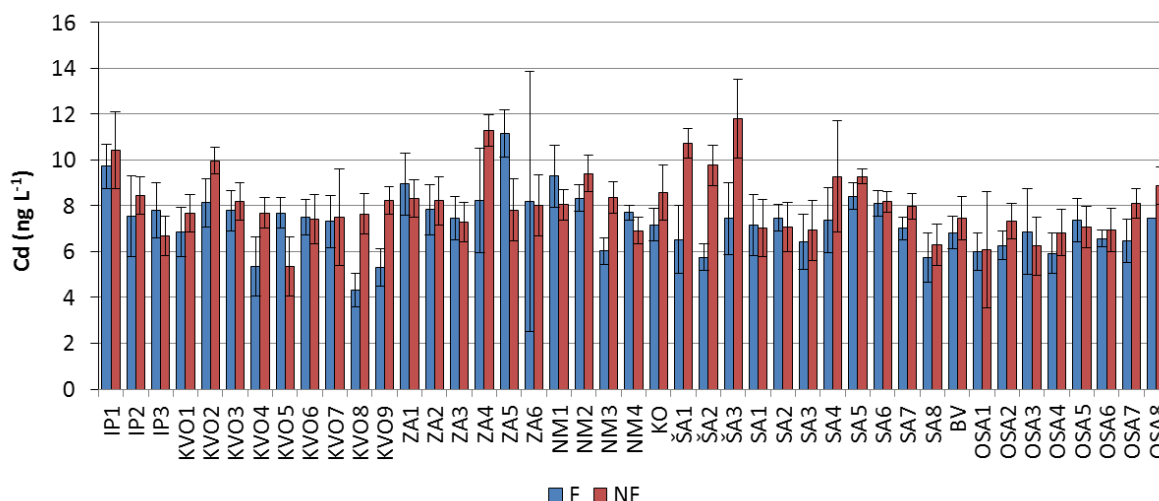
**Slika 5.3.1.** Udio ukupnog organskog ugljika (%) u površinskim sedimentima istraženog područja.

Maseni udjeli ukupnog organskog ugljika (TOC) u analiziranim sedimentima kreću se u rasponu od 0,1% do 3,2%. Najviši udio izmjeren je u sedimentu Starigradskog zaljeva na otoku Hvaru (OSA5), a najniži u obalnom sedimentu Novigradskog mora (NM2).

#### 5.4. Koncentracija elemenata u tragovima u morskoj vodi

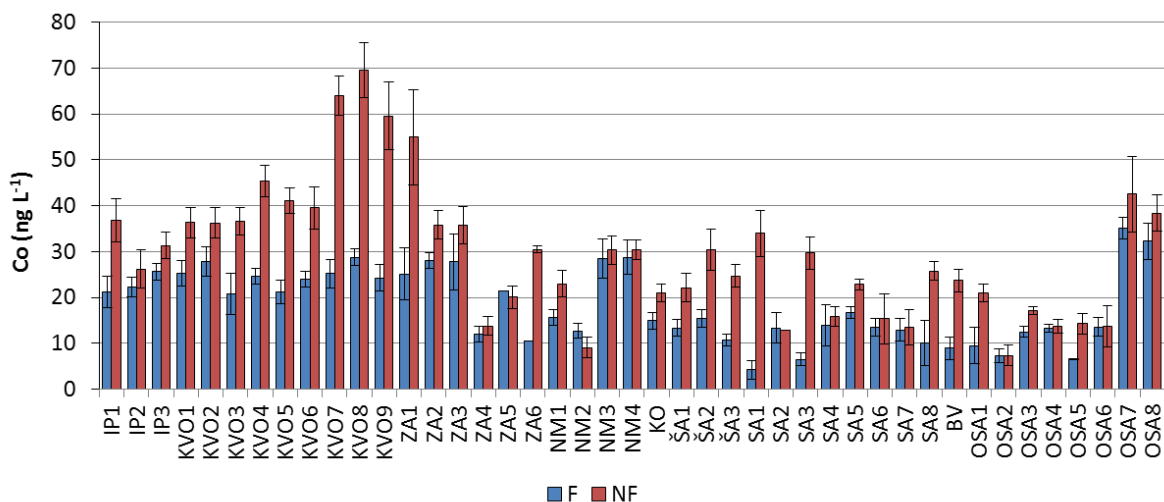
Koncentracije šest elemenata (Cd, Co, Cu, Ni, Pb, Zn) izmjerene su u uzorcima morske vode istraženog područja. U uzorcima svake postaje izmjerene su koncentracije otopljenih elemenata u tragovima (filtrirani uzorci) i ukupne koncentracije navedenih šest elemenata (nefiltrirani uzorci). Dobiveni rezultati navedeni su u Prilogu II.

Na slici 5.4.1 prikazane su dobivene vrijednosti mjerenja koncentracije kadmija u filtriranim (F) i nefiltriranim (NF) uzorcima. Ukupne koncentracije kadmija kreću se u rasponu od 4,31 ng L<sup>-1</sup> do 11,3 ng L<sup>-1</sup>. Najviše vrijednosti zabilježene su uz jugozapadnu obalu otoka Ošljaka (ZA4), a najniže uz sjeverozapadnu obalu otoka Paga (KVO8). Koncentracije otopljenog oblika kadmija kreću se u rasponu od 5,73 ng L<sup>-1</sup> do 11,8 ng L<sup>-1</sup>. Najviša koncentracija kadmija u otopini ustanovljena je na postaji u blizini Primoštenskog zaljeva (ŠA3), a najniža na postaji SA8 u uvali Žnjan (splitski akvatorij).



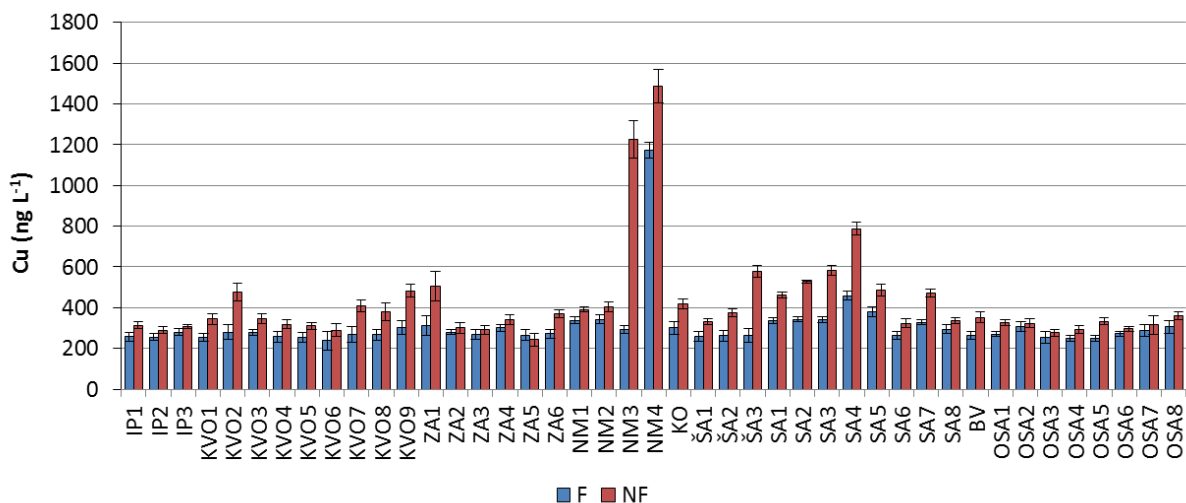
**Slika 5.4.1.** Koncentracije kadmija (ng L<sup>-1</sup>) u filtriranim (F) i nefiltriranim (NF) uzorcima morske vode istraženog područja.

Na slici 5.4.2 prikazane su dobivene vrijednosti mjerenja koncentracije kobalta u filtriranim (F) i nefiltriranim (NF) uzorcima. Ukupne koncentracije kobalta kreću se u rasponu od 7,40 ng L<sup>-1</sup> do 69,5 ng L<sup>-1</sup>. Najviše vrijednosti zabilježene su na postaji uz sjeverozapadnu obalu otoka Paga (KVO8), a najniže na postaji uz sjeverozapadnu obalu otoka Brača (OSA2). Koncentracije otopljenog oblika kobalta kreću se u rasponu od 4,20 ng L<sup>-1</sup> do 35,1 ng L<sup>-1</sup>. Najviša koncentracija otopljenog oblika kobalta ustanovljena je u uzorku s postaje OSA7, u uvali Rukavac otoka Visa, a najniža na postaji u području Trogirskog zaljeva (SA1).



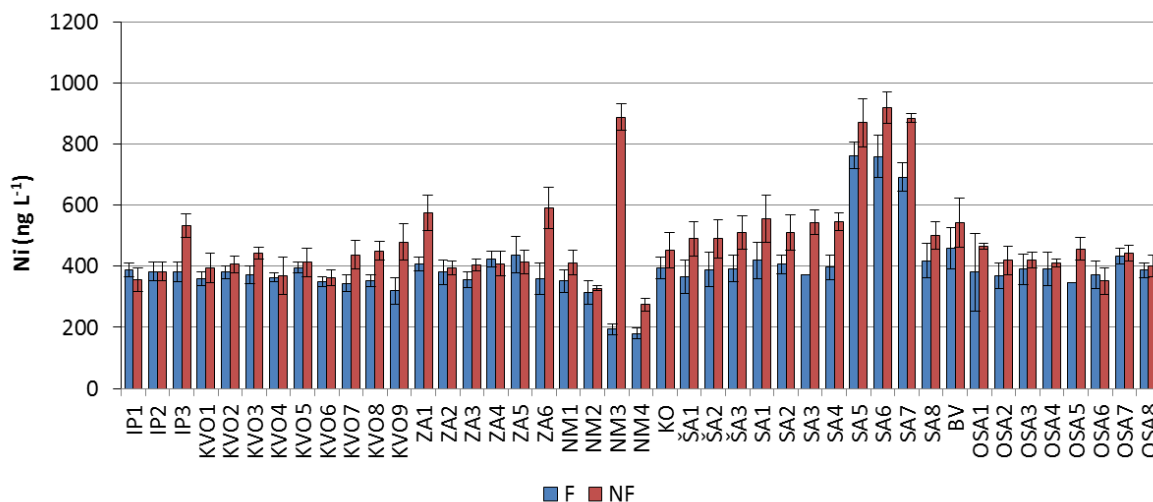
**Slika 5.4.2.** Koncentracije kobalta ( $\text{ng L}^{-1}$ ) u filtriranim (F) i nefiltriranim (NF) uzorcima morske vode istraženog područja.

Na slici 5.4.3 prikazane su dobivene vrijednosti mjerenja koncentracije bakra u filtriranim (F) i nefiltriranim (NF) uzorcima. Ukupne koncentracije bakra kreću se u rasponu od  $242 \text{ ng L}^{-1}$  do  $1486 \text{ ng L}^{-1}$ . Najviše vrijednosti zabilježene su na postaji NM4 u Novigradskom moru, a najniže na postaji uz jugoistočnu obalu otoka Pašmana (ZA5). Koncentracije otopljenog oblika bakra kreću se u rasponu od  $238 \text{ ng L}^{-1}$  do  $1173 \text{ ng L}^{-1}$ . Najviša koncentracija otopljenog oblika bakra ustanovljena je u uzorku s postaje NM4 u Novigradskom moru, a najniža na postaji KVO6 uz krajnji sjever otoka Prvić (Senjska vrata).



**Slika 5.4.3.** Koncentracije bakra ( $\text{ng L}^{-1}$ ) u filtriranim (F) i nefiltriranim (NF) uzorcima morske vode istraženog područja.

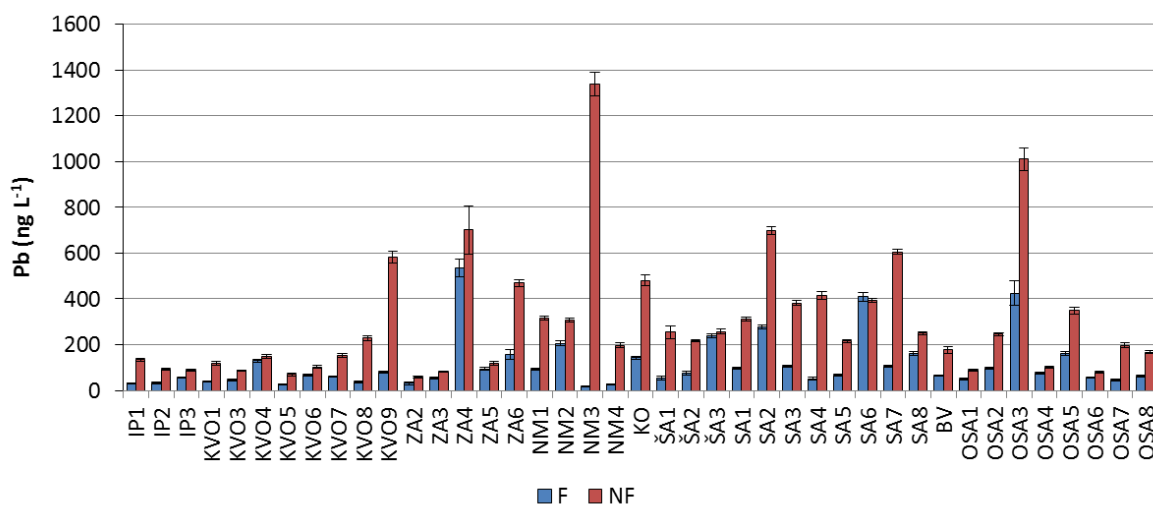
Na slici 5.4.4 prikazane su dobivene vrijednosti mjerenja koncentracije nikla u filtriranim (F) i nefiltriranim (NF) uzorcima.



**Slika 5.4.4.** Koncentracije nikla ( $\text{ng L}^{-1}$ ) u filtriranim (F) i nefiltriranim (NF) uzorcima morske vode istraženog područja.

Ukupne koncentracije nikla kreću se u rasponu od  $274 \text{ ng L}^{-1}$  do  $921 \text{ ng L}^{-1}$ . Najviše vrijednosti zabilježene su na postaji u području Kaštelanskog zaljeva (SA6), a najniže na postaji NM4 u Novigradskom moru. Koncentracije otopljenog oblika nikla kreću se u rasponu od  $179 \text{ ng L}^{-1}$  do  $886 \text{ ng L}^{-1}$ . Najviša koncentracija otopljenog oblika nikla ustanovljena je na postaji SA7 u području Kaštelanskog zaljeva, a najniža na postaji u Novigradskom moru (NM4).

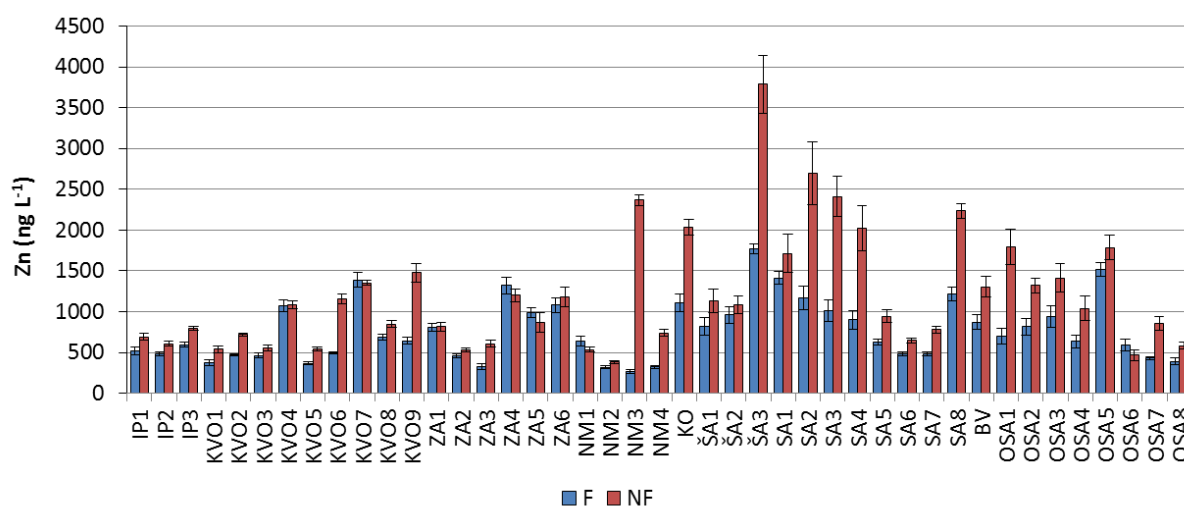
Na slici 5.4.5 prikazane su dobivene vrijednosti mjerenja koncentracije olova u filtriranim (F) i nefiltriranim (NF) uzorcima.



**Slika 5.4.5.** Koncentracije olova ( $\text{ng L}^{-1}$ ) u filtriranim (F) i nefiltriranim (NF) uzorcima morske vode istraženog područja.

Ukupne koncentracije olova kreću se u rasponu od 57,1 ng L<sup>-1</sup> do 1338 ng L<sup>-1</sup>. Najviše vrijednosti zabilježene su u Novigradskom moru, na postaji NM3, a najniže na postaji ZA2, u uvali Kosirača otoka Ista. Koncentracije otopljenog oblika olova kreću se u rasponu od 16,0 ng L<sup>-1</sup> do 534 ng L<sup>-1</sup>. Najviša koncentracija otopljenog olova ustanovljena je u uzorku s postaje uz jugozapadnu obalu otoka Ošljaka (ZA4), a najniža na postaji s najvišom koncentracijom ukupnog olova, tj. postaji NM3 u Novigradskom moru.

Na slici 5.4.6 prikazane su dobivene vrijednosti mjerenja koncentracije cinka u filtriranim (F) i nefiltriranim (NF) uzorcima. Ukupne koncentracije cinka kreću se u rasponu od 331 ng L<sup>-1</sup> do 3788 ng L<sup>-1</sup>. Najviše vrijednosti zabilježene su u šibenskom akvatoriju, na postaji u blizini Primoštenskog zaljeva (ŠA3), a najniže na postaji uz jugozapadnu obalu otoka Molat (ZA3). Koncentracije otopljenog oblika cinka kreću se u rasponu od 264 ng L<sup>-1</sup> do 1774 ng L<sup>-1</sup>. Najviša koncentracija otopljenog oblika cinka ustanovljena je u uzorku s postaje ŠA3, na kojoj je ustanovljena i najviša vrijednost ukupne koncentracije. Najniža koncentracija cinka u filtriranim uzorcima ustanovljena je na postaji u Novigradskom moru (NM3).



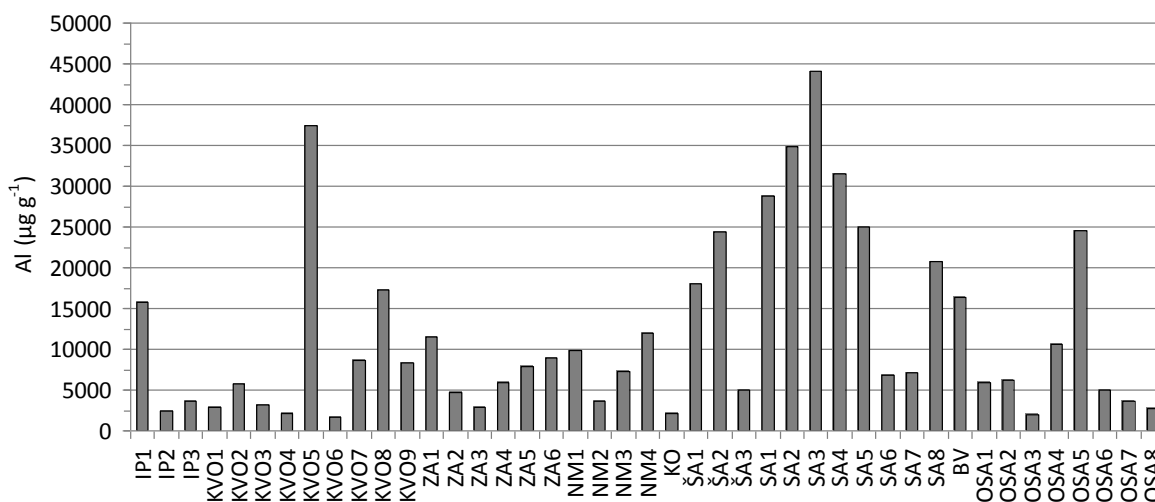
**Slika 5.4.6.** Koncentracije cinka (ng L<sup>-1</sup>) u filtriranim (F) i nefiltriranim (NF) uzorcima morske vode istraženog područja.

## 5.5. Glavni elementi i elementi u tragovima u sedimentu

Kako bi se istražila prostorna raspodjela glavnih elemenata i elemenata u tragovima u sedimentima istraživanog područja, promatrani su njihovi maseni udjeli u uzorcima površinskog sloja sedimenata (0–2 cm). Dobiveni rezultati navedeni su u Prilogu III.

### 5.5.1. Glavni elementi

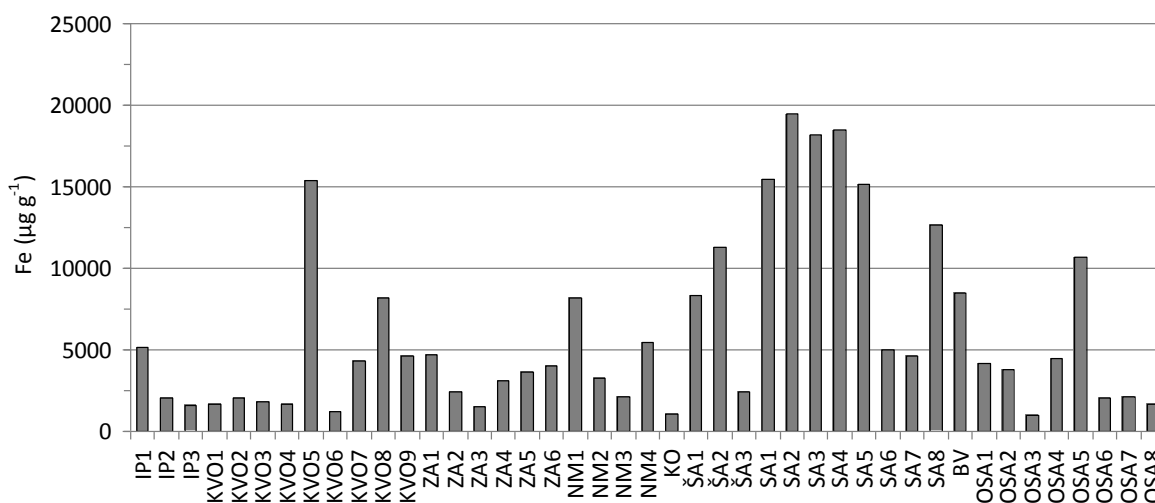
Na slici 5.5.1 prikazani su rezultati analize sadržaja aluminija ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) u površinskim sedimentima istraženog područja.



Slika 5.5.1. Maseni udjeli aluminija ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) u površinskim sedimentima istraženog područja.

Vrijednosti masenih udjela Al u površinskom sedimentu istraženih područja vrlo su raznolike. Dobivene vrijednosti kreću se unutar širokog raspona, od  $1708 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $35615 \mu\text{g g}^{-1}$ , pri čemu je najviša vrijednost ustanovljena u površinskom sedimentu postaje SA3 u Trogirskom zaljevu, dok je najmanja vrijednost zabilježena u sedimentu postaje koja se nalazi u području Senjskih vrata (KVO6).

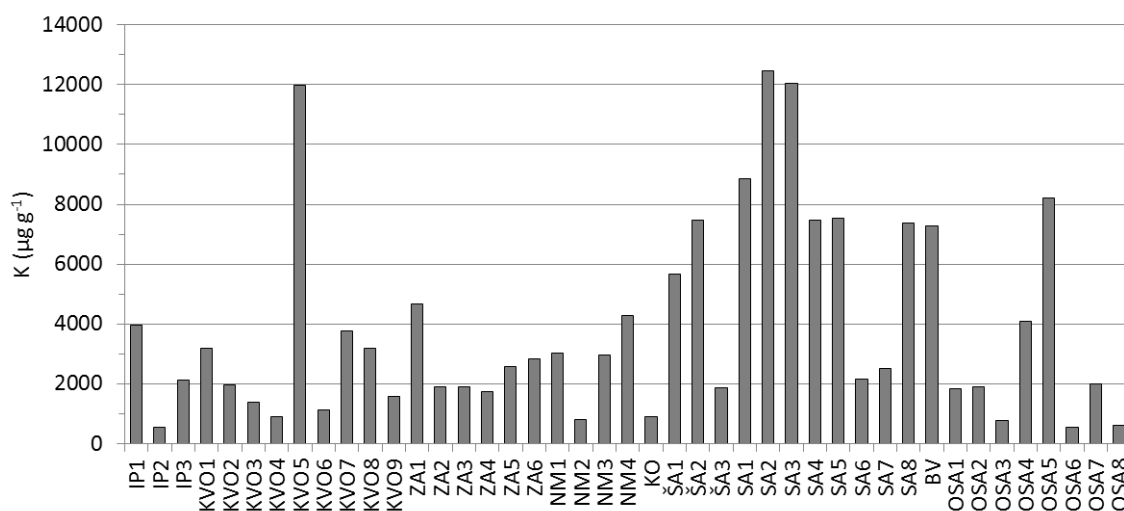
Rezultati analize sadržaja željeza ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) u površinskim sedimentima istraženog područja prikazani su na slici 5.5.2.



Slika 5.5.2. Maseni udjeli željeza ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) u površinskim sedimentima istraženog područja.

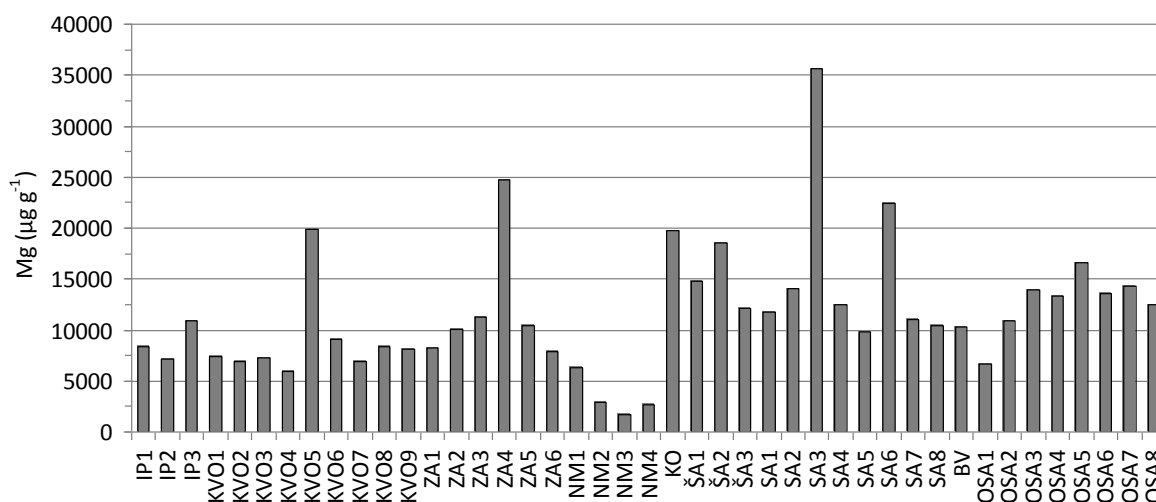
Maseni udjeli željeza u sedimentu kreću se unutar raspona od  $980 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $19485 \mu\text{g g}^{-1}$ , pri čemu je najviši sadržaj željeza ustanovljen u površinskom sedimentu postaje SA2 u Trogirskom zaljevu, dok je najmanja vrijednost zabilježena u sedimentu postaje uz sjeverozapadnu obalu otoka Hvara (OSA3).

Slika 5.5.3 prikazuje rezultate mjerenja sadržaja kalija u površinskim sedimentima istraženog područja. Dobivene vrijednosti navedenog makroelementa kreću se u rasponu od  $538 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $12463 \mu\text{g g}^{-1}$ . Najviši maseni udio kalija izmjeren je u površinskom sedimentu postaje SA2 u Trogirskom zaljevu, dok je najmanja vrijednost zabilježena u sedimentu postaje OSA6 u Starigradskom zaljevu.



**Slika 5.5.3.** Maseni udjeli kalija ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) u površinskim sedimentima istraženog područja.

Slika 5.5.4 prikazuje izmjerene masene udjele magnezija u analiziranim uzorcima površinskog sedimenta.



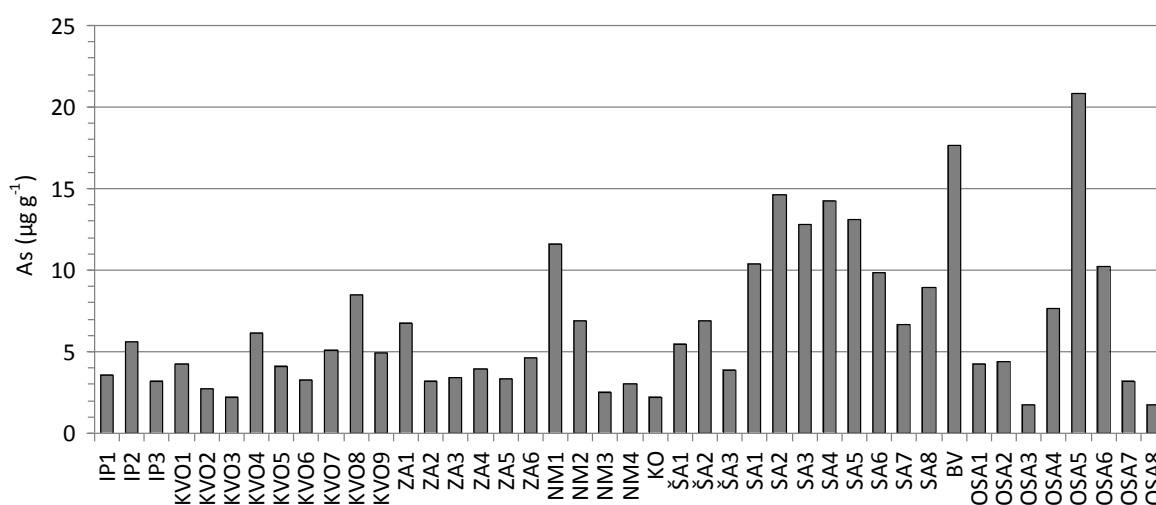
**Slika 5.5.4.** Maseni udjeli magnezija ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) u površinskim sedimentima istraženog područja.



Maseni udjeli magnezija u sedimentu kreću se u rasponu od  $1720 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $35615 \mu\text{g g}^{-1}$ . Najviši sadržaj magnezija izmjeren je u površinskom sedimentu postaje SA3 u Trogirskom zaljevu, dok je najmanja vrijednost zabilježena u sedimentu postaje NM3 u Novigradskom moru.

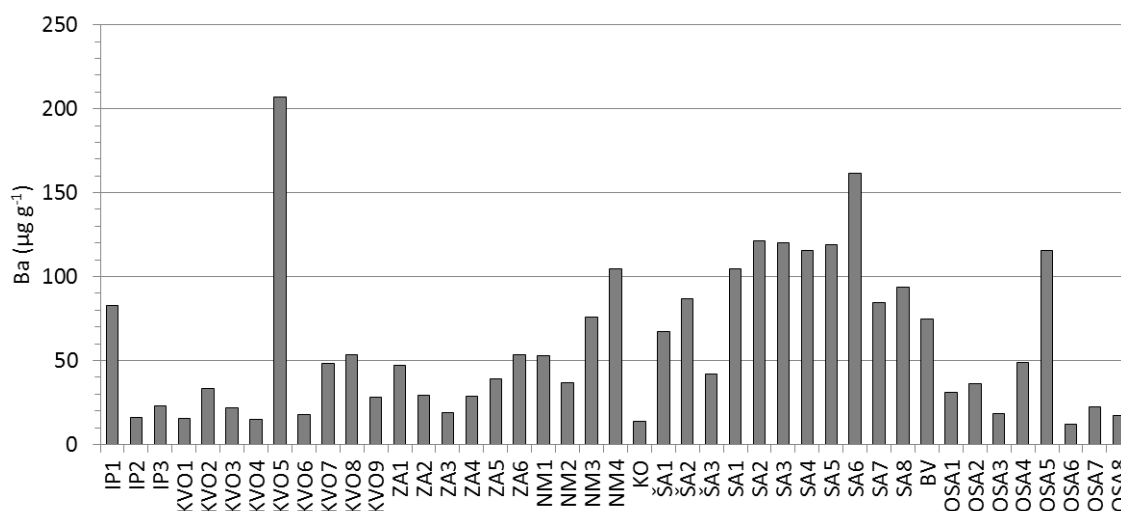
### 5.5.2. Elementi u tragovima

Rezultati analize sadržaja arsena ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) u površinskim sedimentima istraživanog područja prikazani su na slici 5.5.5. Maseni udjeli As u sedimentu kreću se unutar raspona od  $1,71 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $20,85 \mu\text{g g}^{-1}$ , pri čemu je najviša vrijednost izmjerena u sedimentu postaje OSA5 u Starigradskom zaljevu, a najniža na postaji uz sjeverozapadnu obalu otoka Hvara (OSA3).



**Slika 5.5.5.** Maseni udjeli arsena ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) u površinskim sedimentima istraženog područja.

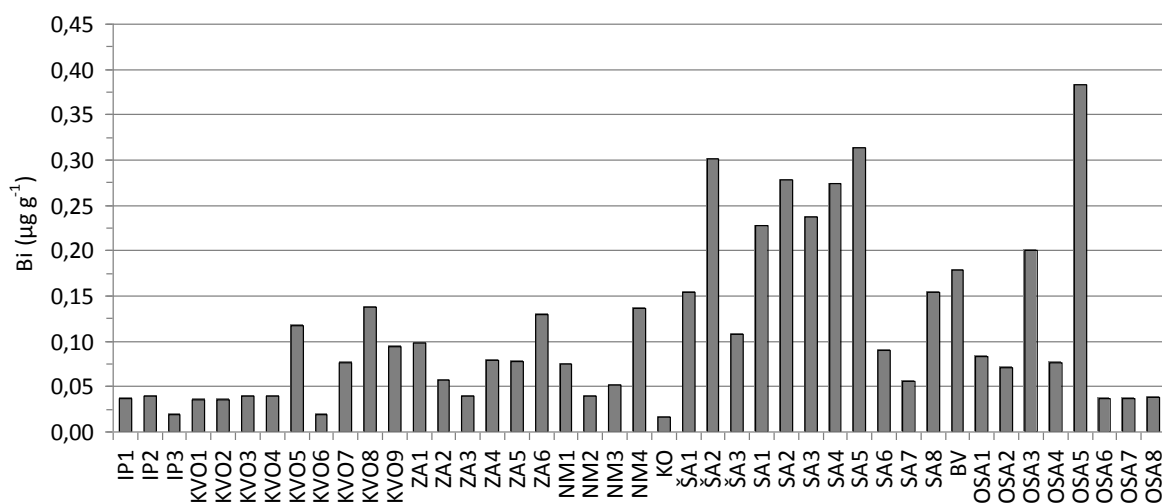
Na slici 5.5.6 prikazani su rezultati analize sadržaja barija ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) u površinskim sedimentima istraživanog područja.



**Slika 5.5.6.** Maseni udjeli barija ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) u površinskim sedimentima istraženog područja.

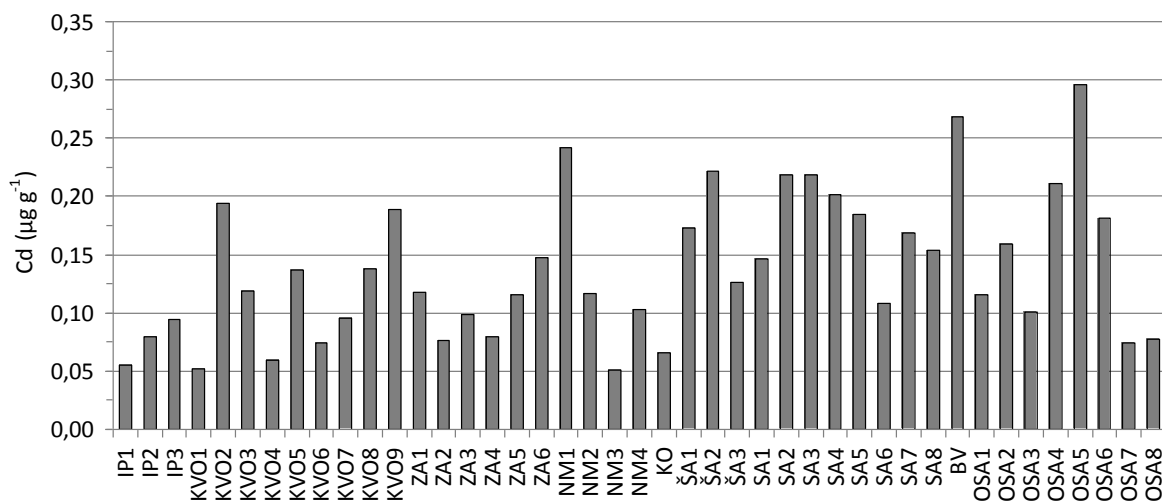
Maseni udjeli Ba u sedimentu kreću se unutar širokog raspona, od  $12,3 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $207 \mu\text{g g}^{-1}$ , pri čemu je najviša vrijednost izmjerena u sedimentu postaje uz sjevernu obalu otoka Suska (KVO5), a najniža na postaji OSA6 u Starigradskom zaljevu.

Rezultati analize sadržaja bizmuta ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) u površinskim sedimentima istraženog područja prikazani su na slici 5.5.7. Maseni udjeli Bi u sedimentu kreću se unutar raspona od  $0,017 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $0,383 \mu\text{g g}^{-1}$ , pri čemu je najviša vrijednost izmjerena u sedimentu postaje OSA5 u Starigradskom zaljevu, a najniža u sedimentu postaje kod otoka Levrnake u Kornatskom otočju (KO).



**Slika 5.5.7.** Maseni udjeli bizmuta ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) u površinskim sedimentima istraženog područja.

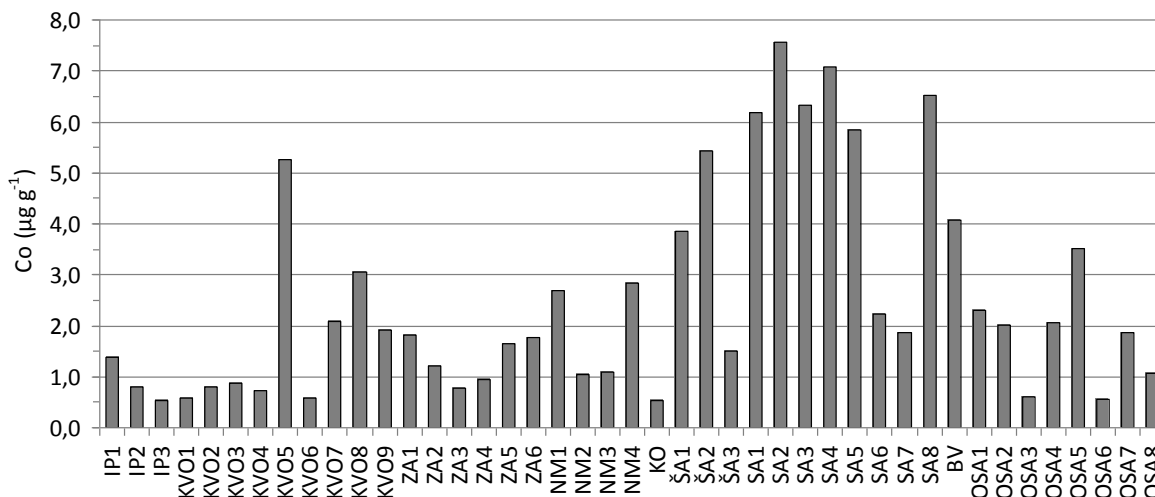
Rezultati analize sadržaja kadmija ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) u površinskim sedimentima istraženog područja prikazani su na slici 5.5.8.



**Slika 5.5.8.** Maseni udjeli kadmija ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) u površinskim sedimentima istraženog područja.

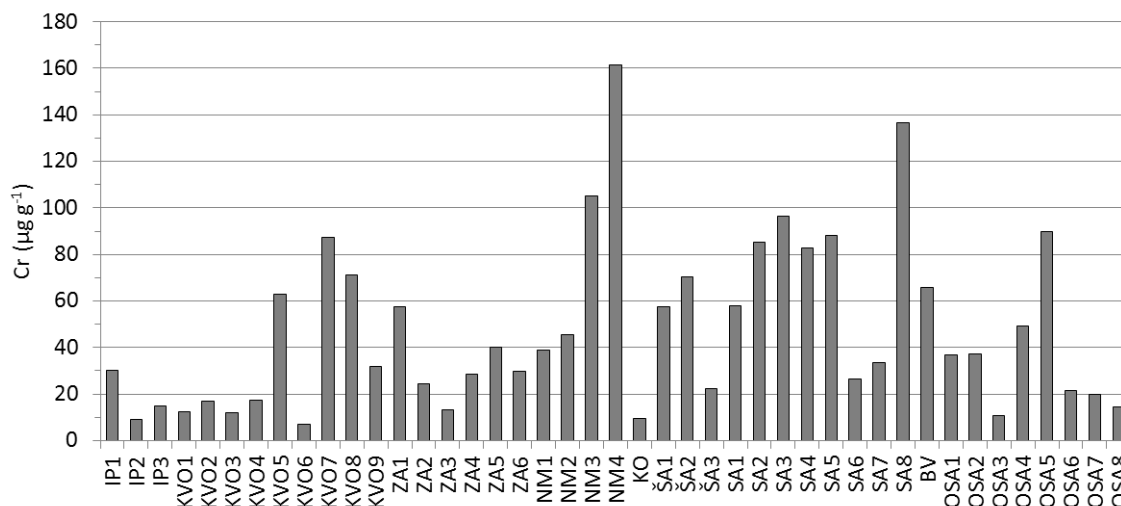
Izmjereni maseni udjeli kadmija kreću se unutar raspona od  $0,051 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $0,296 \mu\text{g g}^{-1}$ , pri čemu je najviša vrijednost ustanovljena u površinskom sedimentu postaje OSA5 u Starigradskom zaljevu, dok je najmanja vrijednost zabilježena u sedimentu postaje NM3 u Novigradskom moru.

Na slici 5.5.9 prikazani su rezultati analize sadržaja kobalta ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) u površinskim sedimentima istraženog područja. Dobivene vrijednosti kreću se unutar širokog raspona, od  $0,53 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $7,56 \mu\text{g g}^{-1}$ . Najviši sadržaj kobalta izmjeren je u sedimentu postaje SA1 u Trogirskom zaljevu, a najniži u sedimentu jugoistočne obale istarskog poluotoka (IP3).



**Slika 5.5.9.** Maseni udjeli kobalta ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) u površinskim sedimentima istraženog područja.

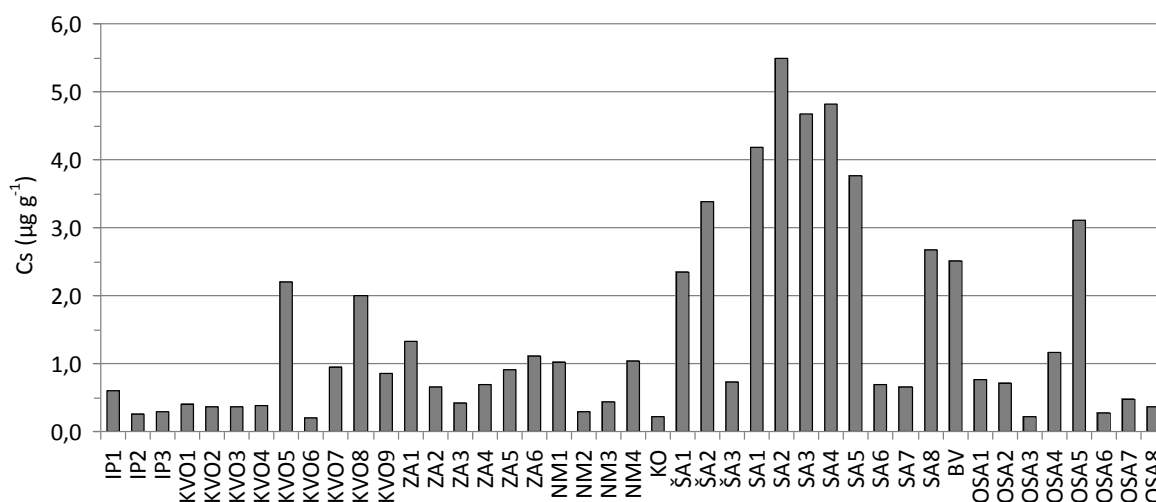
Na slici 5.5.10 prikazane su dobivene vrijednosti mjerenja sadržaja kroma u površinskim sedimentima istraženog područja.



**Slika 5.5.10.** Maseni udjeli kroma ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) u površinskim sedimentima istraženog područja.

Vrijednosti masenih udjela kroma u analiziranim uzorcima kreću se unutar širokog raspona, od  $7,07 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $161 \mu\text{g g}^{-1}$ , pri čemu je najviša vrijednost ustanovljena u površinskom sedimentu postaje SA2 u Trogirskom zaljevu, dok je najniža vrijednost zabilježena u sedimentu postaje koja se nalazi u području Senjskih vrata (KVO6).

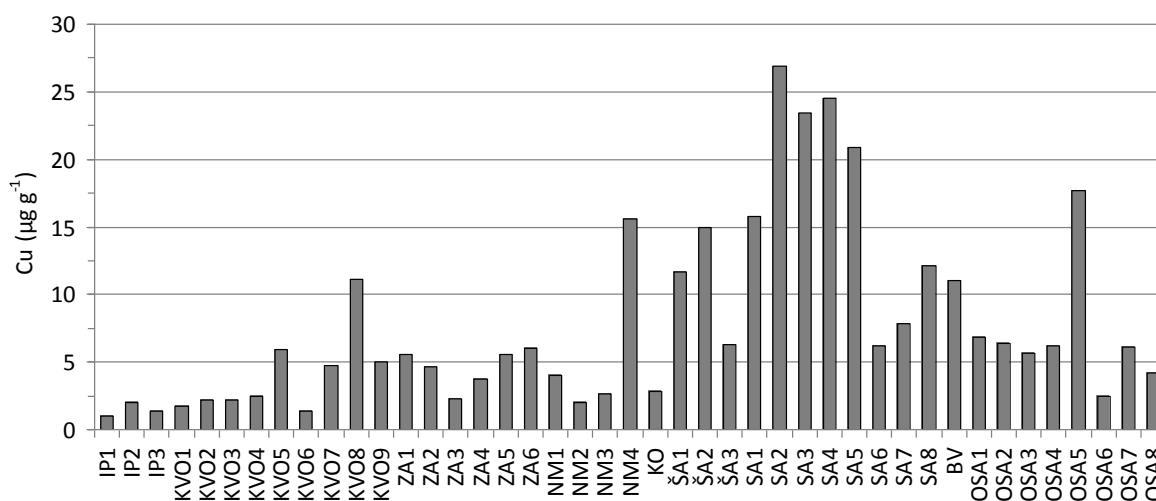
Dobivene vrijednosti masenih udjela cezija u analiziranim površinskim sedimentima prikazane su na slici 5.5.11.



**Slika 5.5.11.** Maseni udjeli cezija ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) u površinskim sedimentima istraženog područja.

Vrijednosti masenih udjela cezija vrlo su raznolike i kreću se u rasponu od  $0,20 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $5,49 \mu\text{g g}^{-1}$ . Najviši sadržaj cezija ustanovljen je u površinskom sedimentu postaje SA2 u Trogirskom zaljevu, dok je najniža vrijednost zabilježena u sedimentu postaje koja se nalazi u području Senjskih vrata (KVO6).

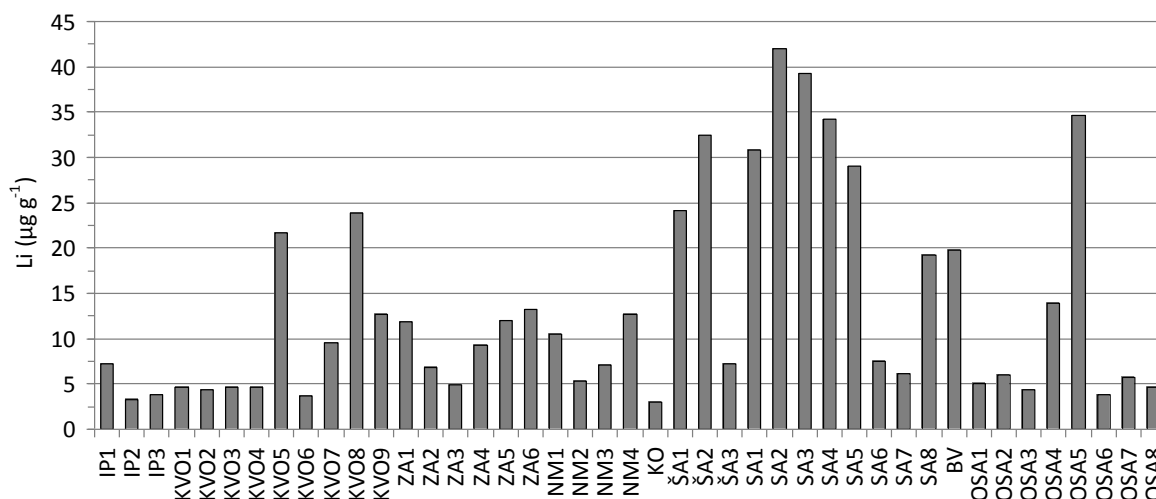
Na slici 5.5.12 prikazani su rezultati mjerenja sadržaja bakra ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) u analiziranim površinskim sedimentima.



**Slika 5.5.12.** Maseni udjeli bakra ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) u površinskim sedimentima istraženog područja.

Vrijednosti masenih udjela bakra u sedimentu kreću se unutar širokog raspona, od  $0,98 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $26,9 \mu\text{g g}^{-1}$ . Najviši sadržaj bakra izmjeren je u sedimentu postaje SA2 u Trogirskom zaljevu, a najniži u sedimentu postaje koja se nalazi na krajnjem jugu istarskog poluotoka (IP1).

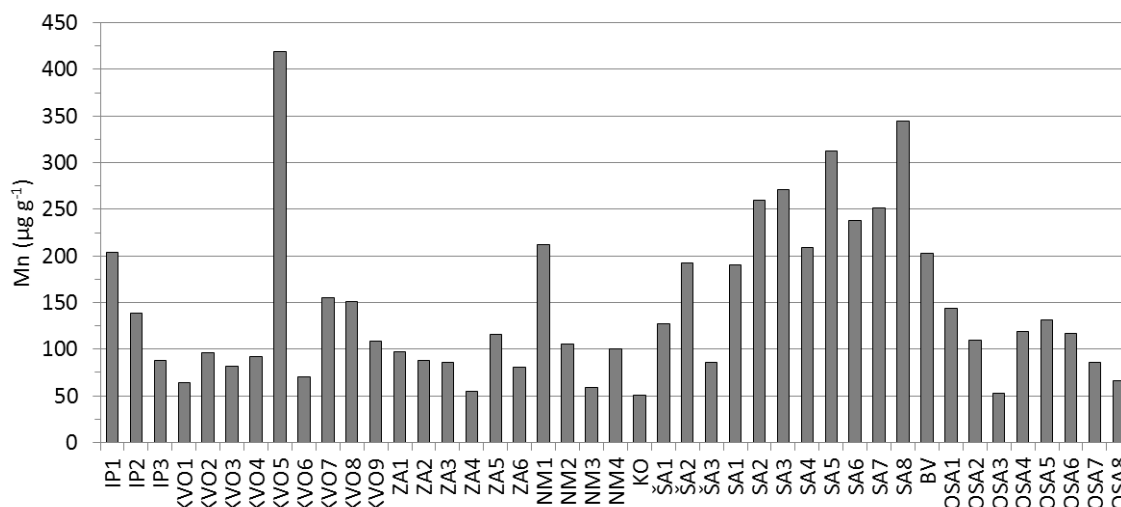
Na slici 5.5.13 prikazani su izmjereni maseni udjeli litija u analiziranim površinskim sedimentima.



**Slika 5.5.13.** Maseni udjeli litija ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) u površinskim sedimentima istraženog područja.

Dobivene vrijednosti masenih udjela litija kreću se u širokom rasponu, od  $3,01 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $42,0 \mu\text{g g}^{-1}$ . Najviši sadržaj litija izmjeren je u površinskom sedimentu postaje SA2 u Trogirskom zaljevu, dok je najmanja vrijednost zabilježena u sedimentu postaje KO kod otoka Levrnaka u Kornatskom otočju.

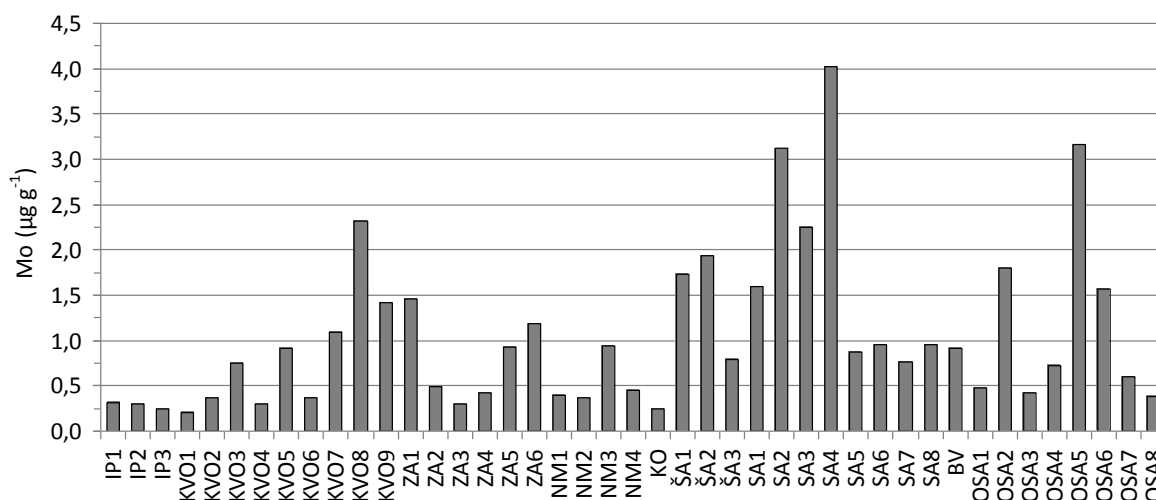
Na slici 5.5.14 prikazani su maseni udjeli mangana izmjereni u analiziranim uzorcima površinskog sedimenta.



**Slika 5.5.14.** Maseni udjeli mangana ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) u površinskim sedimentima istraženog područja.

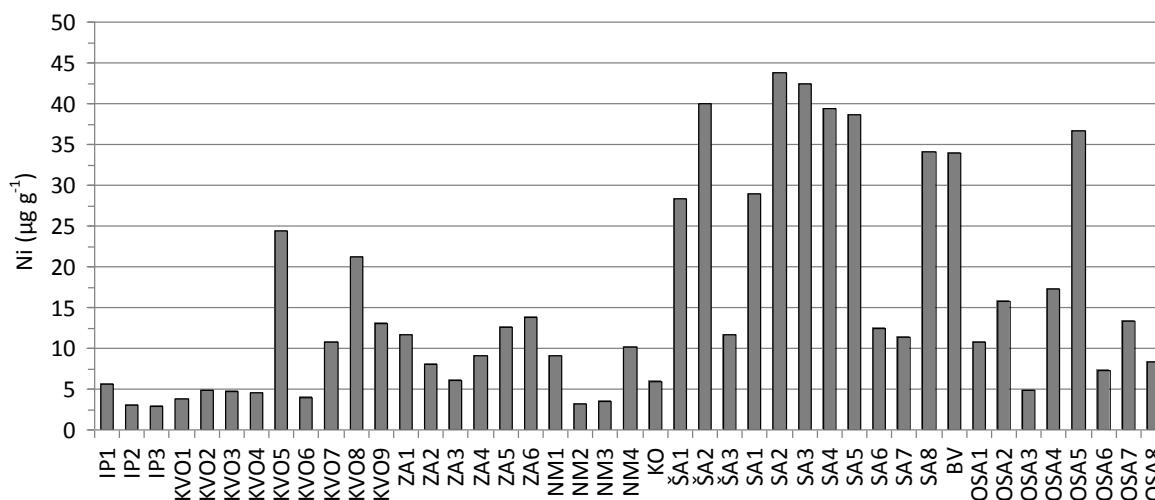
Vrijednosti masenih udjela mangana kreću se u rasponu od  $51,1 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $419 \mu\text{g g}^{-1}$ . Najviši sadržaj mangana izmjeren je u površinskom sedimentu postaje KVO5 uz sjevernu obalu otoka Suska, dok je najmanja vrijednost zabilježena u sedimentu postaje KO kod otoka Levrnaka u Kornatskom otočju.

Slika 5.5.15 prikazuje rezultate mjerenja sadržaja molibdena u analiziranim uzorcima površinskog sedimenta. Izmjerene vrijednosti masenih udjela kreću se u rasponu od  $0,21 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $4,03 \mu\text{g g}^{-1}$ . Najviši sadržaj molibdena izmjeren je u površinskom sedimentu postaje SA4 u Trogirskom zaljevu, dok je najmanja vrijednost zabilježena u sedimentu postaje uz istočnu obalu otoka Zeča (KVO1).



**Slika 5.5.15.** Maseni udjeli molibdena ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) u istraženim površinskim sedimentima.

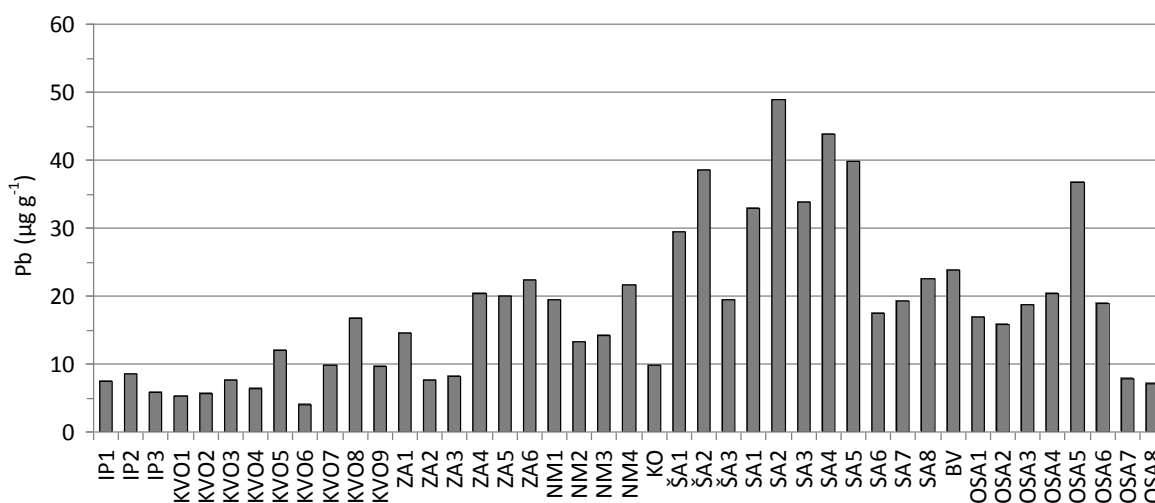
Dobivene vrijednosti masenih udjela nikla u analiziranim površinskim sedimentima prikazane su na slici 5.5.16.



**Slika 5.5.16.** Maseni udjeli nikla ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) u površinskim sedimentima istraženog područja.

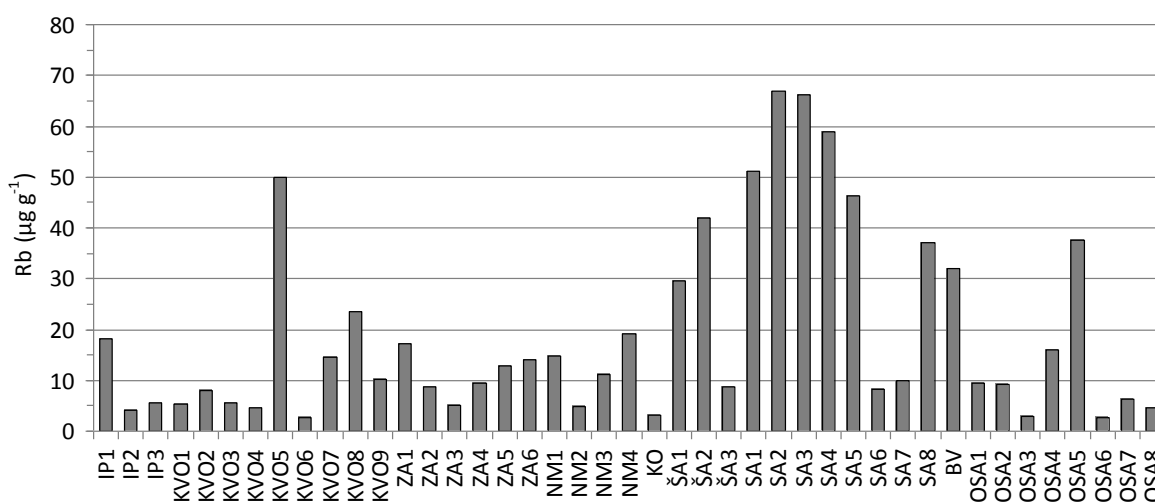
Izmjereni maseni udjeli nikla kreću se u širokom rasponu, od  $2,92 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $43,8 \mu\text{g g}^{-1}$ . Najviša vrijednost zabilježena je u površinskom sedimentu postaje SA2 u Trogirskom zaljevu, a najniža u sedimentu postaje IP3 uz jugoistočnu obalu istarskog poluotoka.

Izmjerene vrijednosti masenih udjela olova u analiziranim površinskim sedimentima prikazane su na slici 5.5.17. Dobivene vrijednosti kreću se u širokom rasponu, od  $3,97 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $48,9 \mu\text{g g}^{-1}$ . Najviši sadržaj olova zabilježen je u površinskom sedimentu postaje SA2 u Trogirskom zaljevu, dok je najniža vrijednost zabilježena u sedimentu postaje u području Senjskih vrata (KVO6).



**Slika 5.5.17.** Maseni udjeli olova ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) u površinskim sedimentima istraženog područja.

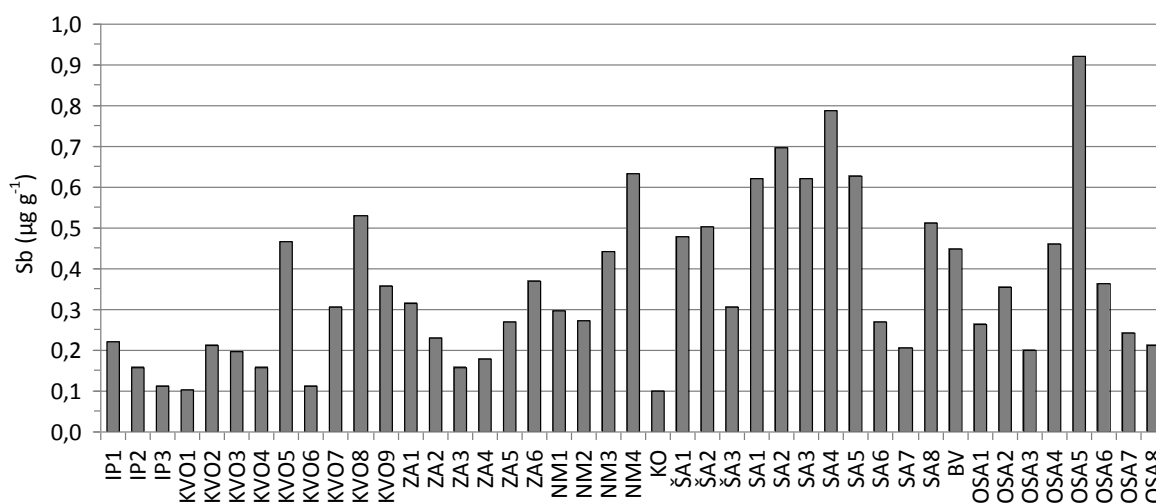
Vrijednosti sadržaja rubidija u analiziranim uzorcima površinskog sedimenta prikazane su na slici 5.5.18.



**Slika 5.5.18.** Maseni udjeli rubidija ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) u površinskim sedimentima istraženog područja.

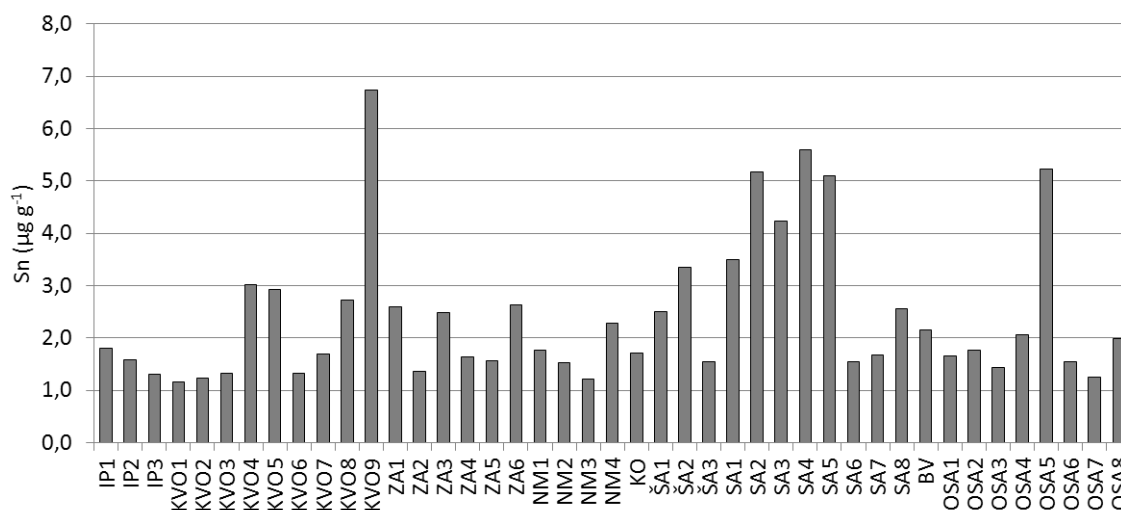
Vrijednosti masenih udjela rubidija kreću se u širokom rasponu, od  $2,63 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $67,0 \mu\text{g g}^{-1}$ . Najviši sadržaj rubidija izmjeren je u površinskom sedimentu postaje SA2 u Trogirskom zaljevu, dok je najniža vrijednost zabilježena u sedimentu postaje u području Senjskih vrata (KVO6).

Slika 5.5.19 prikazuje rezultate mjerenja sadržaja antimona u površinskim sedimentima istraženog područja. Ustanovljene vrijednosti masenih udjela antimona kreću se u rasponu od  $0,10 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $0,92 \mu\text{g g}^{-1}$ . Najviši sadržaj antimona izmjeren je u površinskom sedimentu postaje OSA5 u Starigradskom zaljevu, dok je najmanja vrijednost zabilježena u sedimentu postaje KO kod otoka Levrnaka u Kornatskom otočju.



**Slika 5.5.19.** Maseni udjeli antimona ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) u površinskim sedimentima istraženog područja.

Izmjerene vrijednosti masenih udjela kositra u analiziranim uzorcima površinskog sedimenta prikazane su na slici 5.5.20.

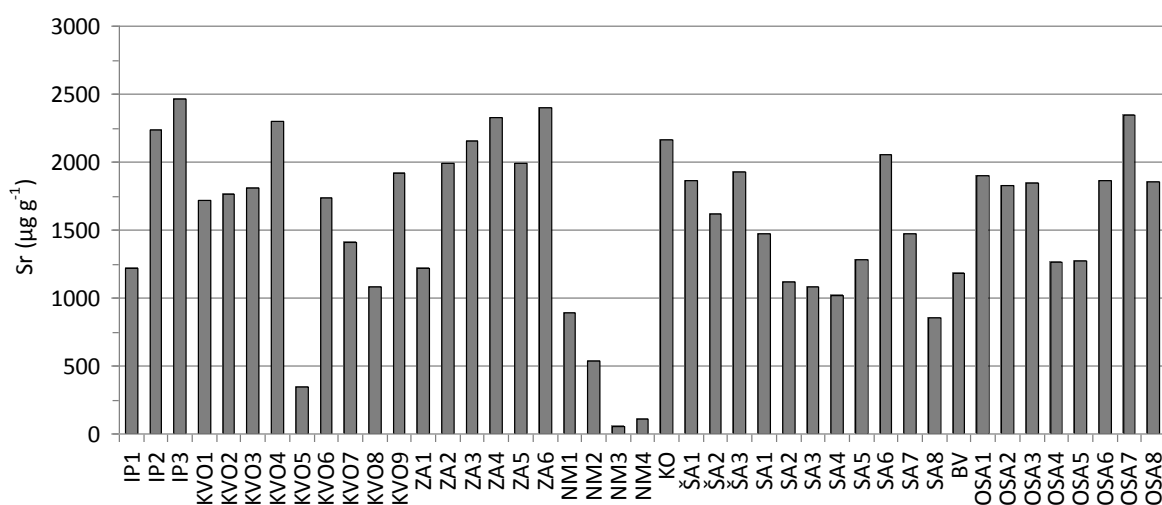


**Slika 5.5.20.** Maseni udjeli kositra ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) u površinskim sedimentima istraženog područja.



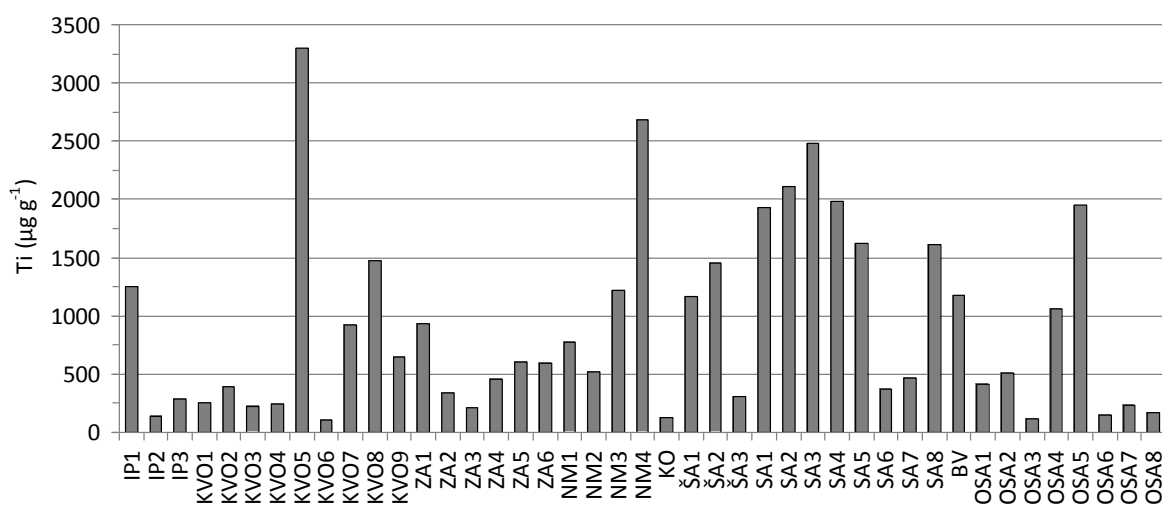
Vrijednosti masenih udjela kositra kreću se u rasponu od  $1,15 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $9,62 \mu\text{g g}^{-1}$ . Najviša vrijednost zabilježena je u površinskom sedimentu postaje KVO9 uz južnu obalu otoka Mauna, a najniža u sedimentu postaje KVO1 uz istočnu obalu otoka Zeča.

Slika 5.5.21 prikazuje rezultate mjerenja sadržaja stroncija u površinskim sedimentima istraženog područja. Dobivene vrijednosti kreću se u rasponu od  $56,0 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $2462 \mu\text{g g}^{-1}$ . Najviši sadržaj stroncija izmjeren je u površinskom sedimentu postaje uz jugoistočnu obalu istarskog poluotoka (IP3), dok je najmanja vrijednost zabilježena u sedimentu postaje NM3 u Novigradskom moru.



**Slika 5.5.21.** Maseni udjeli stroncija ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) u površinskim sedimentima istraženog područja.

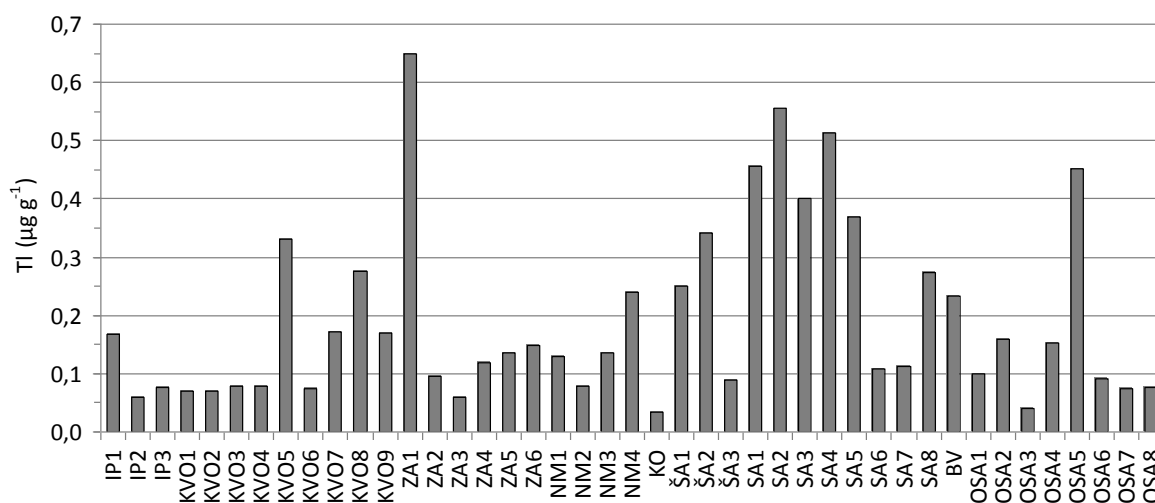
Na slici 5.5.22 prikazani su maseni udjeli titanija izmjereni u analiziranim uzorcima površinskog sedimenta.



**Slika 5.5.22.** Maseni udjeli titanija ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) u površinskim sedimentima istraženog područja.

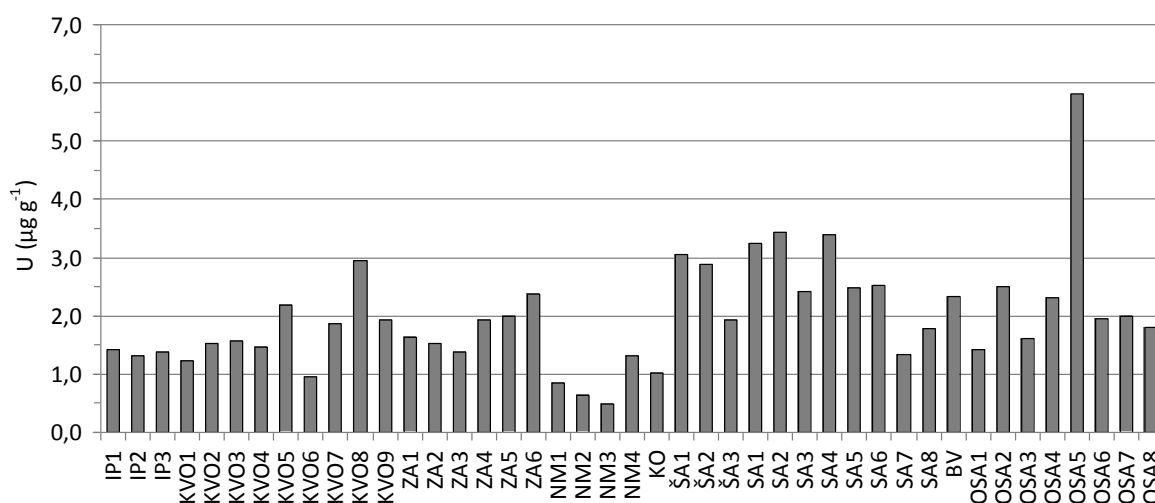
Dobivene vrijednosti masenih udjela titanija kreću se u rasponu od  $111 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $3293 \mu\text{g g}^{-1}$ . Najviša vrijednost zabilježena je u površinskom sedimentu postaje KVO5 uz sjevernu obalu otoka Suska, a najmanja u sedimentu postaje KVO6 u području Senjskih vrata.

Na slici 5.5.23 prikazani su maseni udjeli talija izmjereni u analiziranim uzorcima površinskog sedimenta. Dobivene vrijednosti kreću se u rasponu od  $0,033 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $0,650 \mu\text{g g}^{-1}$ . Najviši sadržaj talija izmjeren je u površinskom sedimentu postaje ZA1 uz zapadnu obalu otoka Vir, dok je najmanja vrijednost zabilježena u sedimentu postaje KO kod otoka Levrnaka u Kornatskom otočju.



**Slika 5.5.23.** Maseni udjeli talija ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) u površinskim sedimentima istraženog područja.

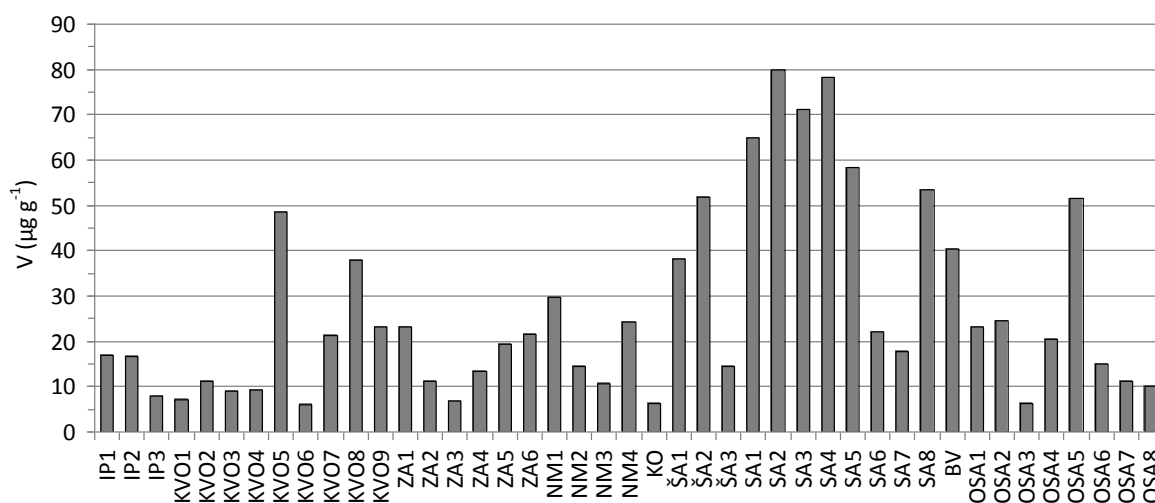
Slika 5.5.24 prikazuje rezultate mjerenja sadržaja uranija u analiziranim uzorcima površinskog sedimenta.



**Slika 5.5.24.** Maseni udjeli uranija ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) u površinskim sedimentima istraženog područja.

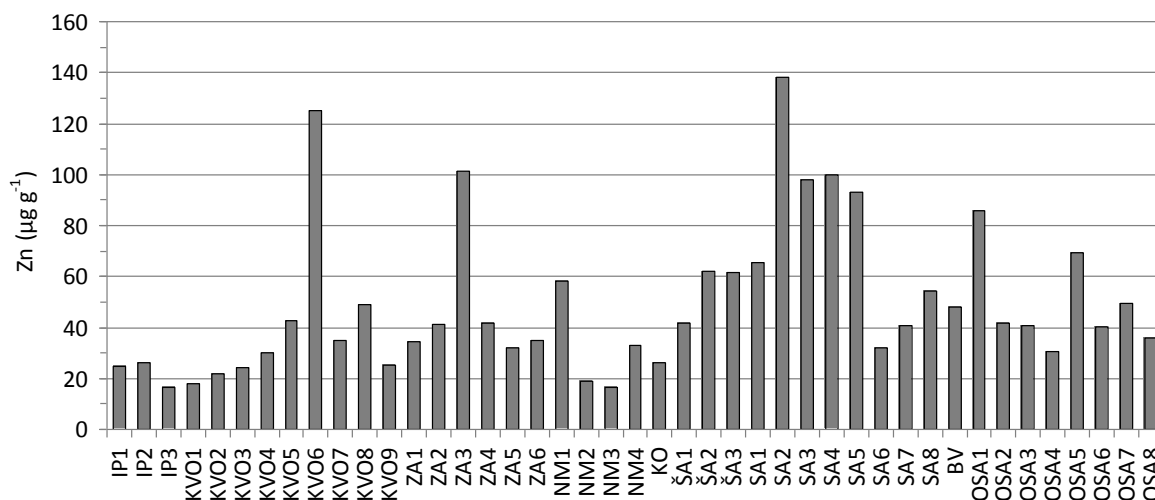
Izmjerene vrijednosti masenih udjela uranija kreću se u rasponu od  $0,48 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $5,81 \mu\text{g g}^{-1}$ . Najviša vrijednost zabilježena je u površinskom sedimentu postaje OSA5 u Starigradskom zaljevu, a najniža u sedimentu postaje NM3 u Novigradskom moru.

Na slici 5.5.25 prikazani su maseni udjeli vanadija izmjereni u površinskim sedimentima istraživanog područja. Dobivene vrijednosti kreću se u širokom rasponu, od  $5,97 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $80,0 \mu\text{g g}^{-1}$ . Najviši sadržaj vanadija izmjeren je u površinskom sedimentu postaje SA2 u Trogirskom zaljevu, dok je najmanja vrijednost zabilježena u sedimentu postaje KVO6 u području Senjskih vrata.



**Slika 5.5.25.** Maseni udjeli vanadija ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) u površinskim sedimentima istraženog područja.

Slika 5.5.26 prikazuje rezultate mjerenja sadržaja cinka u površinskim sedimentima istraživanog područja.



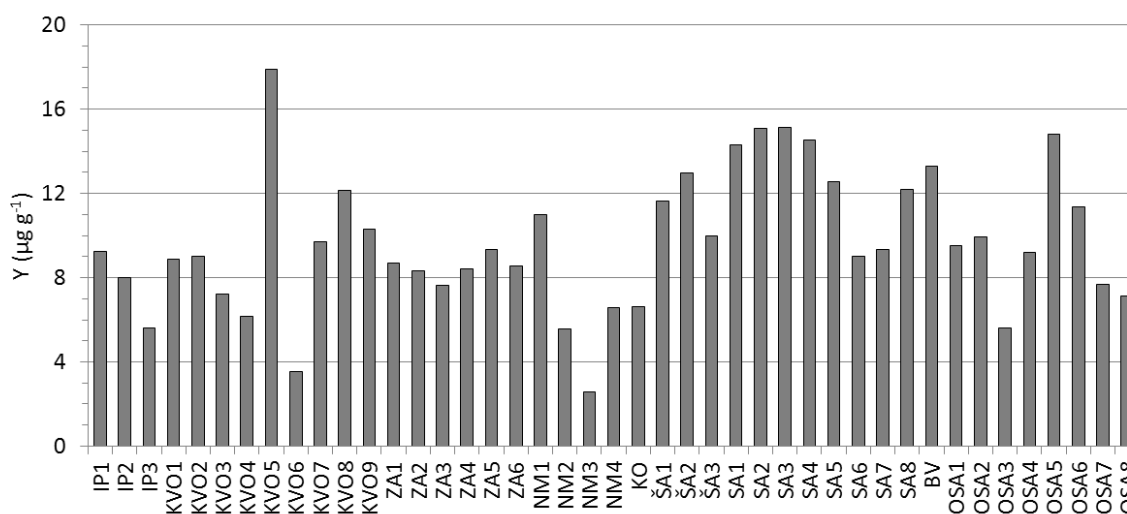
**Slika 5.5.26.** Maseni udjeli cinka ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) u površinskim sedimentima istraženog područja.

Ustanovljene vrijednosti kreću u rasponu od  $16,3 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $138 \mu\text{g g}^{-1}$ . Najviši sadržaj cinka izmjeren je u površinskom sedimentu postaje SA2 u Trogirskom zaljevu, dok je najmanja vrijednost zabilježena u sedimentu postaje NM3 u Novigradskom moru.

## 5.6. Elementi rijetkih zemalja u sedimentu

Vrijednosti masenih udjela elemenata rijetkih zemalja (uključujući itrij) u sedimentima istraženog područja navedene su u Prilogu IV.

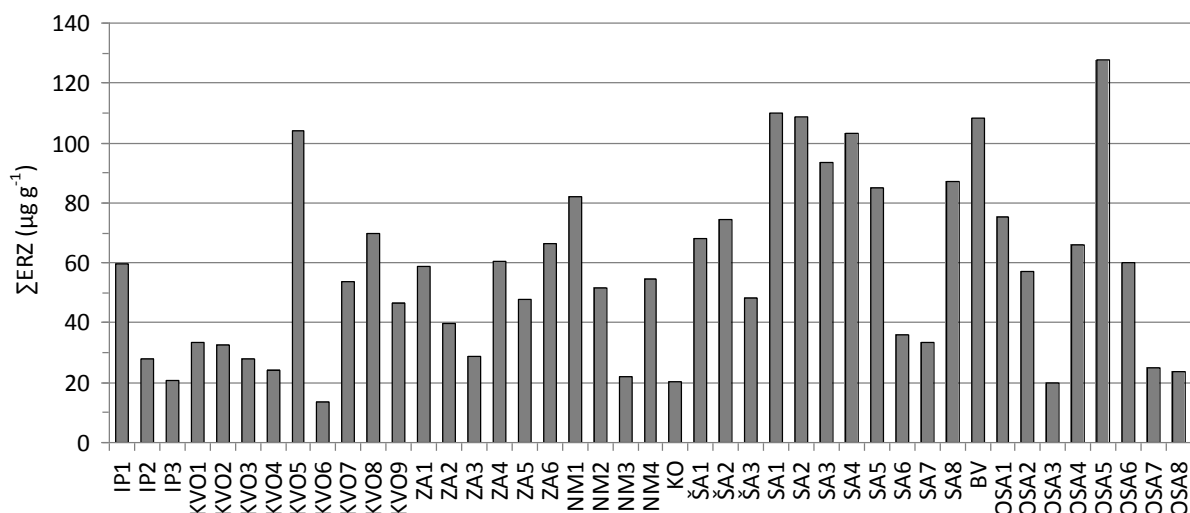
Na slici 5.6.1 prikazani su izmjereni maseni udjeli itrija u površinskim sedimentima istraženog područja.



**Slika 5.6.1.** Maseni udjeli itrija ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) u površinskim sedimentima istraženog područja.

Maseni udjeli itrija u istraženim sedimentima kreću se u rasponu, od  $2,56 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $17,9 \mu\text{g g}^{-1}$ , pri čemu prosječna vrijednost iznosi  $9,68 \mu\text{g g}^{-1}$ . Najviši sadržaj itrija izmjeren je u površinskom sedimentu postaje KVO5 kod otoka Suska, dok je najmanja vrijednost zabilježena u sedimentu postaje NM3 u području Novigradskog mora.

Na slici 5.6.2 prikazani su izmjereni maseni udjeli grupe ERZ (zbroj pojedinačnih masenih udjela svakog elementa,  $\sum\text{ERZ}$ ) u površinskim sedimentima istraženog područja. Izmjerene vrijednosti masenih udjela grupe ERZ kreću se u rasponu od  $13,7 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $128 \mu\text{g g}^{-1}$ , pri čemu prosječna vrijednost iznosi  $57,1 \mu\text{g g}^{-1}$ . Najviša vrijednost zabilježena je u sedimentu postaje OSA5 u Starigradskom zaljevu, a najniža u sedimentu postaje KVO6 u području Senjskih vrata.



**Slika 5.6.2.** Maseni udjeli grupe ERZ (zbroj pojedinačnih masenih udjela svakog elementa,  $\Sigma ERZ$ ) u površinskim sedimentima istraženog područja.

Vrijednosti masenih udjela grupe lakih elemenata (zbroj pojedinačnih masenih udjela svakog elementa,  $\Sigma LERZ$ ) kreću se u rasponu od  $12,7 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $122 \mu\text{g g}^{-1}$ , a prosječna vrijednost iznosi  $53,2 \mu\text{g g}^{-1}$ . Vrijednosti masenih udjela grupe teških elemenata (zbroj pojedinačnih masenih udjela svakog elementa,  $\Sigma TERZ$ ) kreću se u rasponu od  $1,06 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $8,13 \mu\text{g g}^{-1}$ , a prosječna vrijednost iznosi  $3,95 \mu\text{g g}^{-1}$ . Dobiveni omjeri  $LERZ/TERZ$  kreću se u rasponu od 6,14 do 13,2 i ukazuju na veće obogaćenje sedimenta lakim elementima rijetkih zemalja u usporedbi s obogaćenjem teškim elementima. Najviša vrijednost omjera  $LERZ/TERZ$  zabilježena je u sedimentu postaje OSA5 u Starigradskom zaljevu, a najniža u sedimentu postaje OSA3 uz sjeverozapadnu obalu Hvara.

Izračunate vrijednosti cerijeve anomalije  $Ce/Ce^*$  kreću se u rasponu od 0,69 do 1,08, pri čemu prosječna vrijednost iznosi 0,88. Najniža vrijednost zabilježena je u obalnom sedimentu otoka Levrnaka (KO), a najviša u sedimentu postaje OSA5 u Starigradskom zaljevu.

Vrijednosti europijeve anomalije  $Eu/Eu^*$  kreću se u rasponu od 0,73 do 1,8, pri čemu prosječna vrijednost iznosi 1,02. Najniža vrijednost zabilježena je u obalnom sedimentu postaje u blizini Baške voda (BV), a najviša u obalnom sedimentu otoka Visa (OSA8).

Izmjerene vrijednosti masenih udjela ERZ u uzorcima sedimenta, normalizirane prema kompozitu sjevernoameričkog šejla (NASC), prikazane su na slikama 5.6.3.–5.6.11. Radi jasnijeg prikaza, područje istraživanja podijeljeno je na nekoliko prostornih cjelina, tj. na obalno područje istarskog poluotoka, područje Kvarnerskog zaljeva, područje zadarskog i šibenskog akvatorija s Kornatima, područje Trogirskog zaljeva, područje Kaštelanskog zaljeva i okolice

Splita, područje Starigradskog zaljeva te obalno područje otoka Brača i Visa (Slike 5.6.3–5.6.11).

Normalizirane vrijednosti izmjerenih koncentracija ukazuju na osiromašenje elementima rijetkih zemalja u analiziranim uzorcima u usporedbi s sastavom kompozita šejla. Izuzetak je uzorak sedimenta s postaje u području Starigradskog zaljeva (OSA5), gdje je uočeno blago obogaćenje La u odnosu na kompozit šejla.

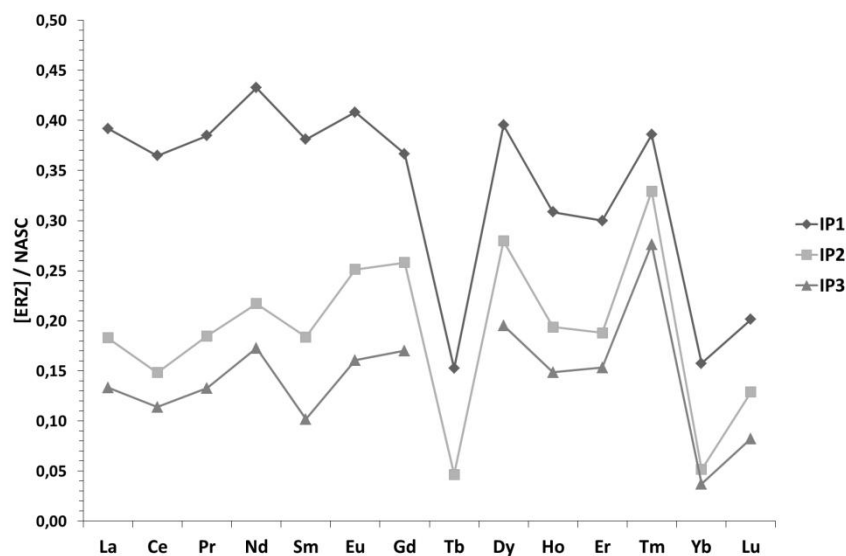
Normalizirane raspodjele ERZ u obalnim sedimentima istarskog poluotoka karakterizirane su negativnom cerijevom ( $Ce/Ce^* = 0,81 - 0,94$ ) i pozitivnom europijevom ( $Eu/Eu^* = 1,09 - 1,22$ ) anomalijom, te negativnom terbijevom i iterbijevom anomalijom (Slika 5.6.3). Normalizirane raspodjele ERZ u sedimentima Kvarnerskog otočja pokazuju sličnosti s raspodjelama u obalnim sedimentima istarskog poluotoka (Slika 5.6.4), iako postoje velike razlike u relativnim koncentracijama između pojedinih postaja. Uzorci sedimenta s postaja ZA1, ZA2 i ZA3 u zadarskom akvatoriju također pokazuju sličnosti sa sedimentima Kvarnerskog zaljeva (Slike 5.6.4 i 5.6.5), dok normalizirane raspodjele u sedimentima postaja ZA4, ZA5 i ZA6, u odnosu na prethodno navedene uzorke, pokazuju obogaćenje terbijem, samarijem i holmijem (Slika 5.6.5).

Normalizirane raspodjele ERZ u sedimentima postaja NM1, NM2 i NM4 u Novigradskom moru karakterizirane su blagom negativnom cerijevom ( $Ce/Ce^* = 0,88 - 0,93$ ) i europijevom anomalijom ( $Eu/Eu^* = 0,85 - 0,89$ ) te osiromašenjem TERZ u odnosu na LERZ. Sediment postaje NM3 karakteriziran je relativno ravnom krivuljom raspodjele ERZ, blagom pozitivnom europijevom anomalijom ( $Eu/Eu^* = 1,12$ ) te obogaćenjem lutecijem u odnosu na ostale uzorke sedimenta Novigradskog mora (Slika 5.6.6).

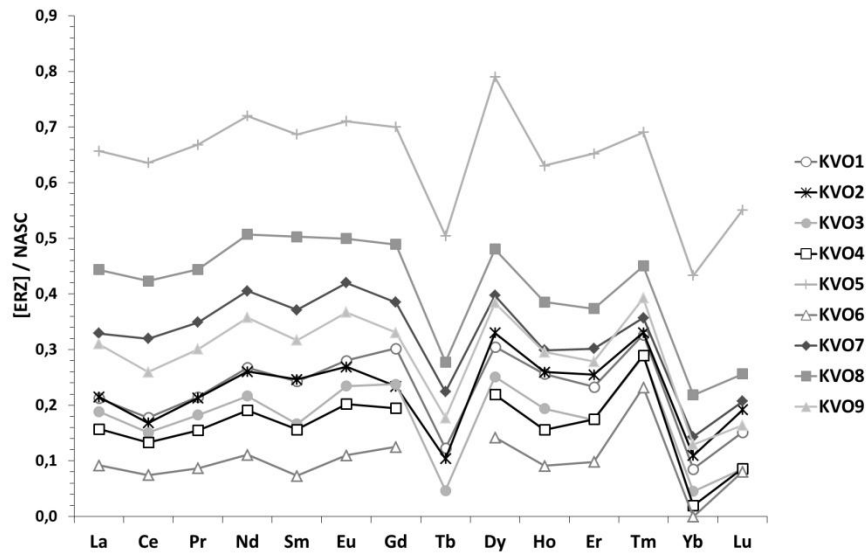
Sedimenti postaja u šibenskom akvatoriju karakterizirani su blago negativnom cerijevom anomalijom ( $Ce/Ce^* = 0,81 - 0,87$ ). Sedimenti postaja ŠA2 i ŠA3 također pokazuju blagu negativnu europijevu anomaliju ( $Eu/Eu^* = 0,89 - 0,93$ ). Normalizirane raspodjele ERZ u sedimentima postaja ŠA1, ŠA2 i ŠA3 pokazuju sličnosti s normaliziranim raspodjelama sedimenata postaja ZA4, ZA5 i ZA6 u zadarskom akvatoriju, dok je normalizirana raspodjela ERZ u obalnom sedimentu otoka Levrnake (Kornati) karakterizirana blago negativnom europijevom ( $Eu/Eu^* = 0,81$ ) i negativnom cerijevom ( $Ce/Ce^* = 0,69$ ) anomalijom (Slika 5.6.7).

Normalizirane raspodjele ERZ u sedimentima postaja SA1, SA2 i SA4 u Trogirskom zaljevu (Slika 5.6.8) pokazuju sličnosti s normaliziranim raspodjelama sedimenata Kvarnerskog zaljeva i sedimenata postaja ZA1, ZA2 i ZA3. Krivulje raspodjele karakterizirane su blago pozitivnom europijevom anomalijom ( $Eu/Eu^* = 1,05 - 1,15$ ) te osiromašenjem terbijem, iterbijem i lutecijem. Normalizirana raspodjela ERZ sedimenta postaje SA3 pokazuje sličnosti s

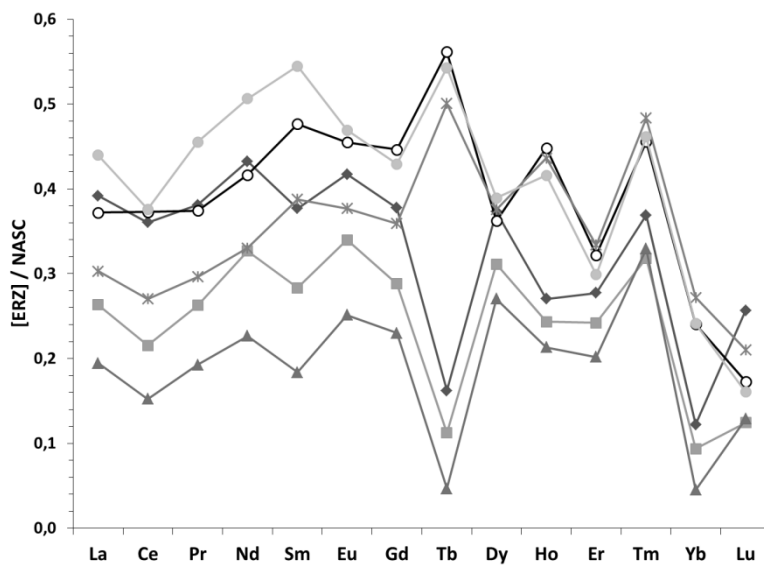
normaliziranom raspodjelom sedimenta postaje NM3, karakterizirana je negativnom cerijevom i europijevom anomalijom te osiromašenjem TERZ u odnosu na LERZ. Sedimenti postaja SA5, SA6 i SA7 u Kaštelanskom zaljevu pokazuju sličnosti s normaliziranom raspodjelom sedimenta postaje SA3, dok se normalizirane raspodjele ERZ u sedimentu postaje u uvali Žnjan (SA8) i sedimentu postaje u blizini Baške vode (BV) značajno razlikuju (Slika 5.6.9). Sediment postaje SA8 karakteriziran je blago negativnom cerijevom anomalijom ( $Ce/Ce^* = 0,92$ ), dok je sediment postaje BV karakteriziran znatnim obogaćenjem La i Ce te negativnom europijevom anomalijom ( $Eu/Eu^* = 0,73$ ). Normalizirane raspodjele ERZ u obalnim sedimentima otoka Čiova (OSA1), Brača (OSA2) i Visa (OSA7 i OSA8) pokazuju sličnosti s normaliziranim raspodjelama sedimenata postaja u Kaštelanskom zaljevu i karakterizirane su negativnom cerijevom ( $Ce/Ce^* = 0,73 - 0,89$ ) i pozitivnom europijevom ( $Eu/Eu^* = 1,08 - 1,28$ ) anomalijom (Slika 5.6.10). Normalizirane raspodjele ERZ u obalnom sedimentu otoka Hvara (OSA3) i sedimentima Starigradskog zaljeva (OSA4, OSA5 i OSA6) karakterizirane su negativnom europijevom anomalijom ( $Eu/Eu^* = 0,79 - 0,86$ ) i pokazuju sličnosti s normaliziranom raspodjelom ERZ u sedimentu postaje BV (Slika 5.6.11).



**Slika 5.6.3.** Raspodjela normaliziranih koncentracija elemenata rijetkih zemalja prema NASC u obalnim sedimentima Istarskog poluotoka (IP1 – IP3).

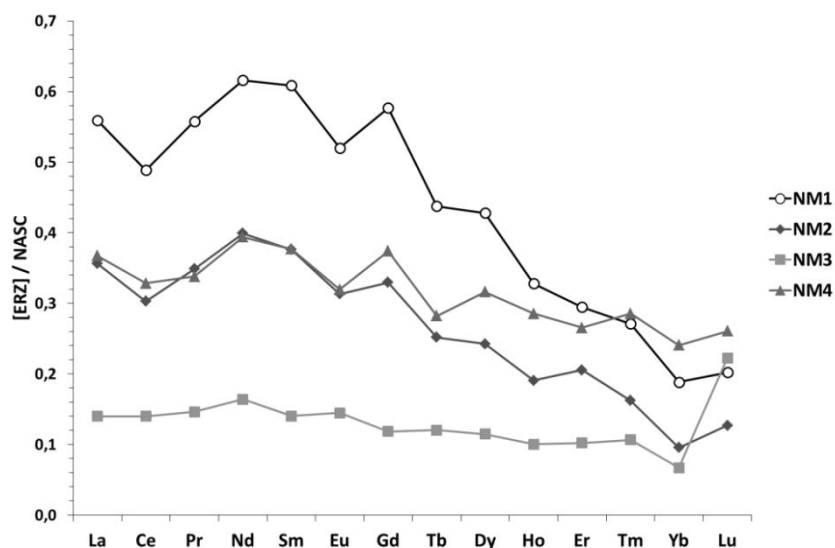


**Slika 5.6.4.** Raspodjela normaliziranih koncentracija elemenata rijetkih zemalja prema NASC u površinskim sedimentima Kvarnerskog otočja (KVO1 – KVO9).

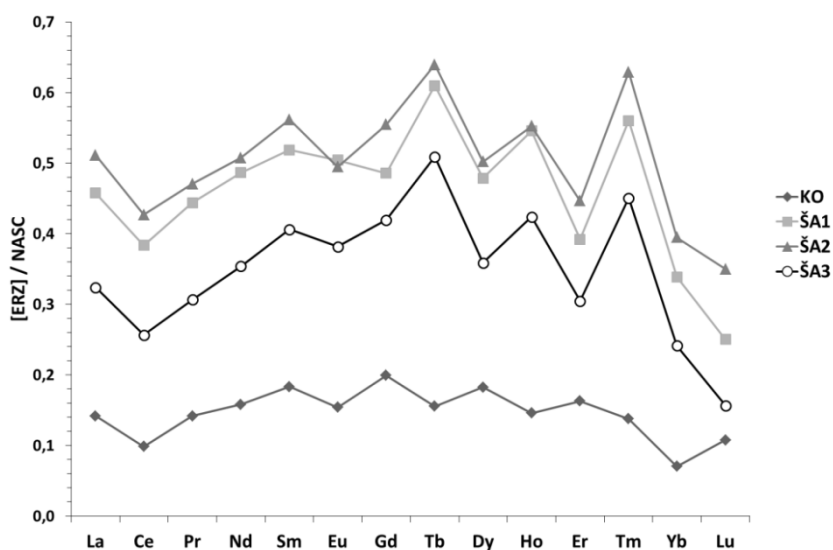


**Slika 5.6.5.** Raspodjela normaliziranih koncentracija elemenata rijetkih zemalja prema NASC u površinskim sedimentima Zadarskog akvatorija (ZA1 – ZA6).

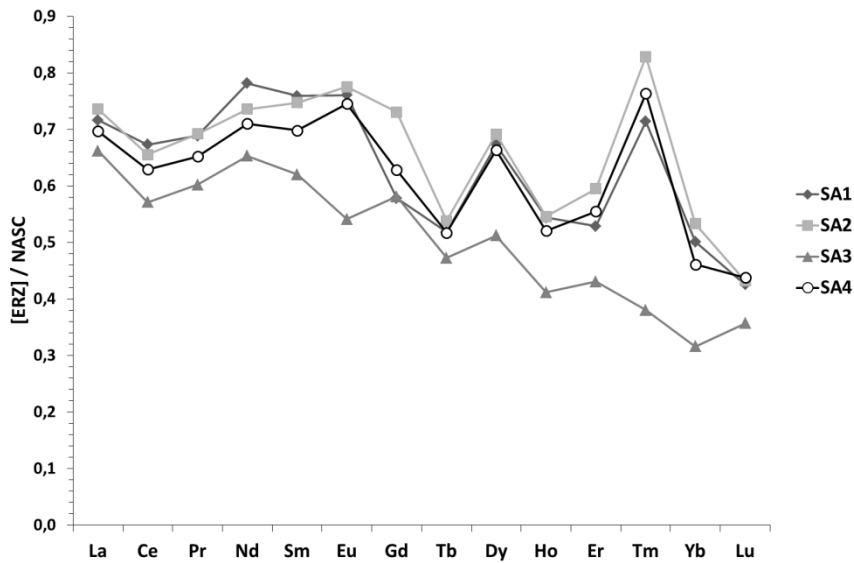




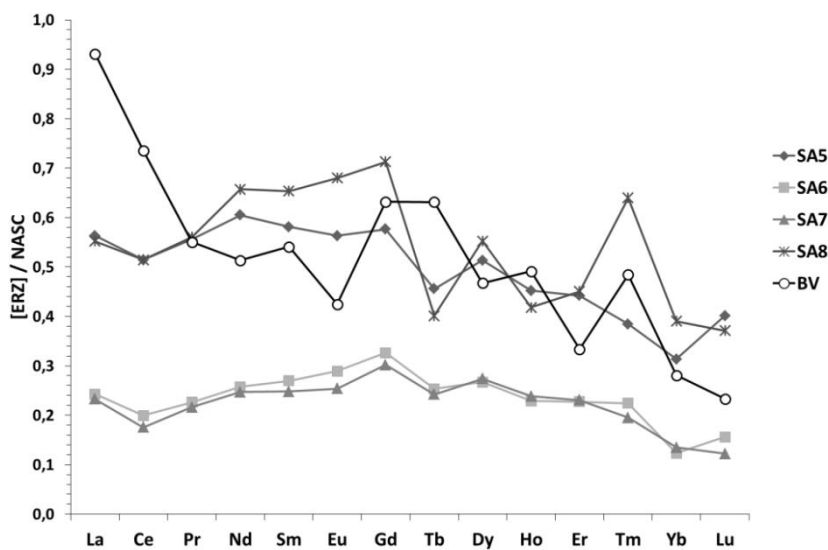
**Slika 5.6.6.** Raspodjela normaliziranih koncentracija elemenata rijetkih zemalja prema NASC u površinskim sedimentima Novigradskog mora (NM1 – NM4).



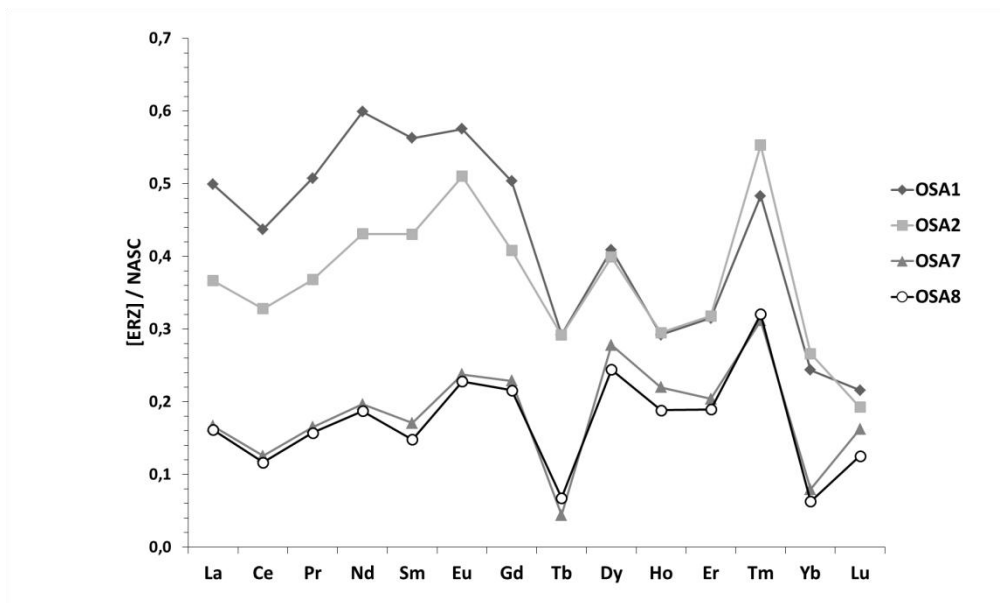
**Slika 5.6.7.** Raspodjela normaliziranih koncentracija elemenata rijetkih zemalja prema NASC u površinskim sedimentima Šibenskog akvatorija (ŠA1 – ŠA3) i otoka Levrnake (KO).



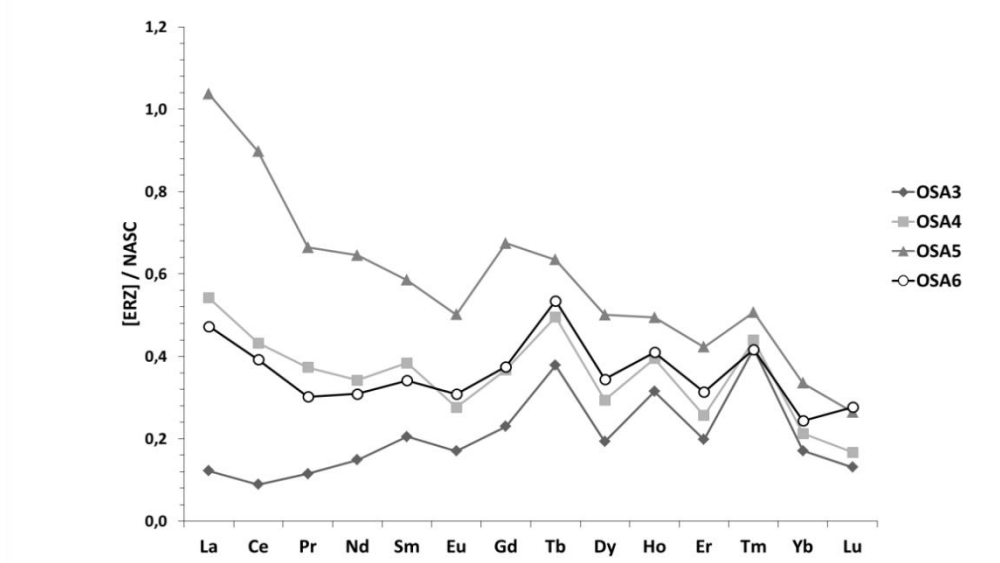
**Slika 5.6.8.** Raspodjela normaliziranih koncentracija elemenata rijetkih zemalja prema NASC u površinskim sedimentima Trogirskog zaljeva (SA1 – SA4).



**Slika 5.6.9.** Raspodjela normaliziranih koncentracija elemenata rijetkih zemalja prema NASC u površinskim sedimentima Kaštelskog zaljeva (SA5 – SA7), uvale Žnjan (SA8), i obalnog područja u blizini Baške vode (BV).



**Slika 5.6.10.** Raspodjela normaliziranih koncentracija elemenata rijetkih zemalja prema NASC u površinskim sedimentima otoka Čiova (OSA1), Brača (OSA2) i Visa (OSA7 i OSA8).



**Slika 5.6.11.** Raspodjela normaliziranih koncentracija elemenata rijetkih zemalja prema NASC u površinskim sedimentima sjeverozapadne obale otoka Hvara (OSA3) i Starigradskog zaljeva (OSA4 – OSA6).

## 5.7. Sekvencijalna ekstrakcija

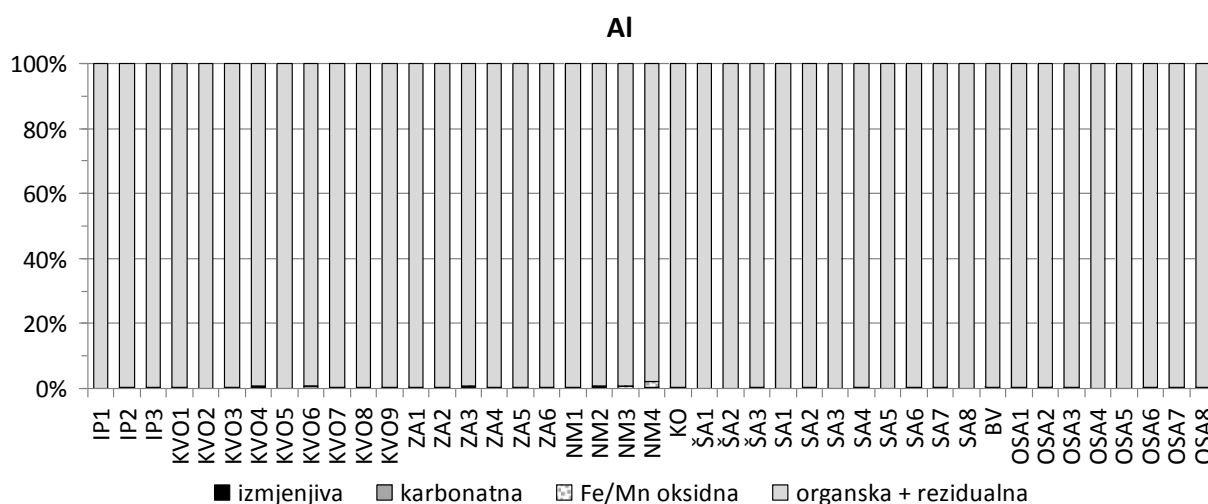
Postupkom sekvencijalne ekstrakcije određuju se udjeli elemenata u pojedinim sedimentnim frakcijama. Na temelju dobivenih rezultata moguće je napraviti procjenu koliki je udio ukupne koncentracije određenog elementa u sedimentu potencijalno dostupan za apsorpciju

u biljkama. Primijenjeni postupak ekstrakcije sastoji se od 3 koraka. U prvom koraku su ekstrahirani lako topljivi elementi (izmjenjiva frakcija), u drugom koraku dolazi do otpuštanja elemenata vezanih za karbonate, a u trećem koraku dolazi do otpuštanja elemenata vezanih za spojeve Fe i Mn oksida. Pretpostavlja se da su oni udjeli elemenata koji nisu ekstrahirani primijenjenim postupkom ekstrakcije vezani za organsku i rezidualnu frakciju, te se smatra da nisu dostupni za apsorpciju u organizmima.

Rezultati određivanja masenih udjela ekstrahiranih glavnih elemenata, elemenata u tragovima i elemenata rijetkih zemalja u površinskim sedimentima istraženog područja navedeni su u Prilozima V–XX.

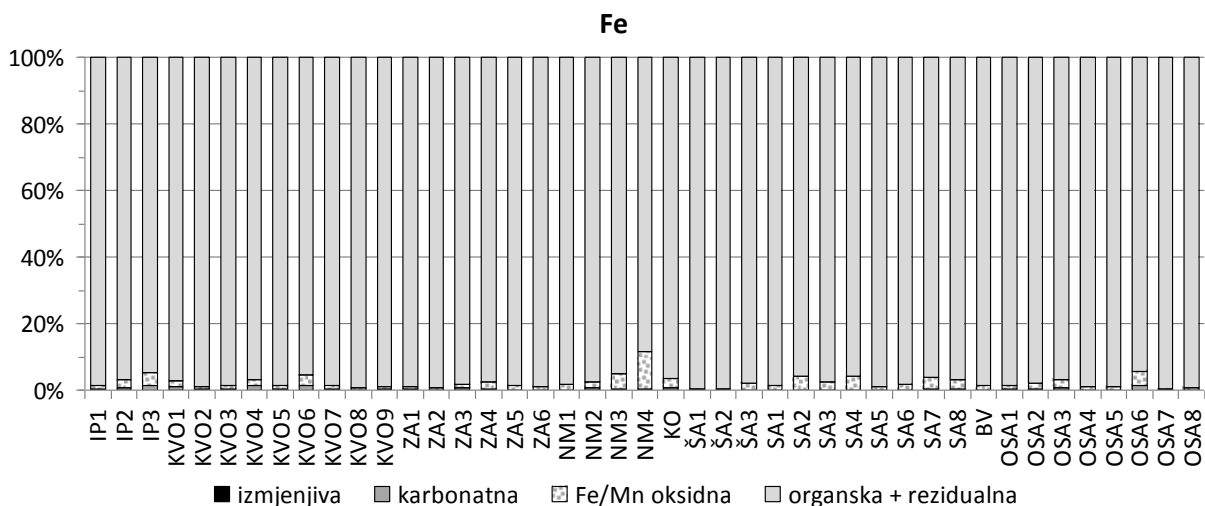
### 5.7.1. Glavni elementi

Rezultati određivanja udjela aluminija u pojedinim sedimentnim frakcijama prikazani su na slici 5.7.1. Na temelju dobivenih rezultata može se zaključiti da su udjeli ekstrahiranog Al u analiziranim frakcijama zanemarivi.



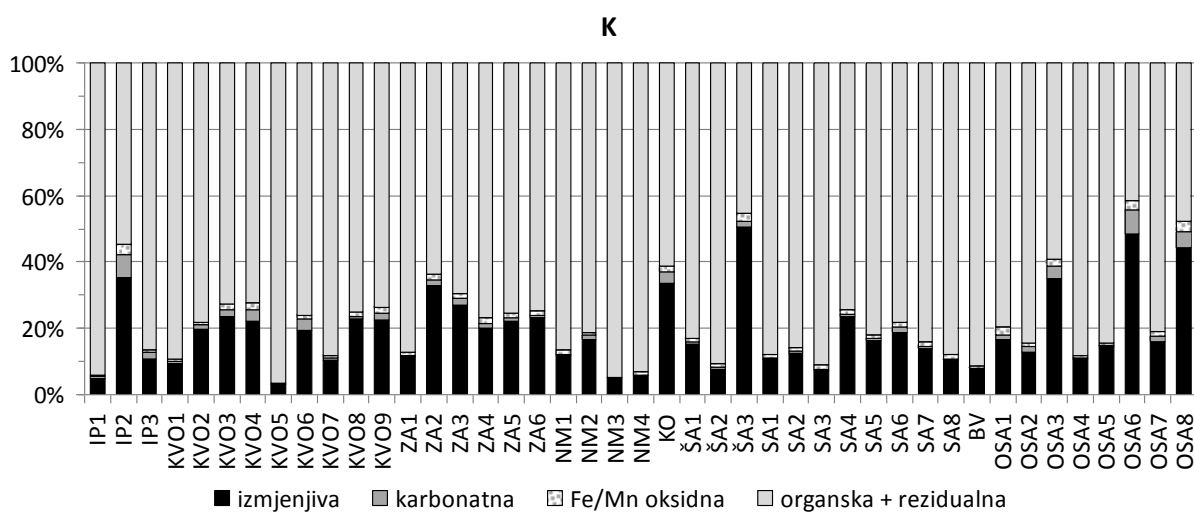
**Slika 5.7.1.** Udjeli aluminija (%) u izmjenjivoj, karbonatnoj, Fe/Mn oksidnoj te organskoj + rezidualnoj frakciji.

Na slici 5.7. 2 prikazani su rezultati određivanja udjela željeza u pojedinim sedimentnim frakcijama. Udjeli ekstrahiranog Fe su niski i kreću se u rasponu od 0,32% do 11,7% ukupne koncentracije u površinskim sedimentima istraženog područja. Prosječna vrijednost ukupno ekstrahiranog Fe iznosi 2,37%. Udjeli Fe u izmjenjivoj i karbonatnoj frakciji su zanemarivi, dok se udjeli u Fe/Mn oksidnoj frakciji kreću u rasponu od 0,24% do 11,5%. Prosječni udio Fe u Fe/Mn oksidnoj frakciji iznosi vrlo niskih 1,99%.



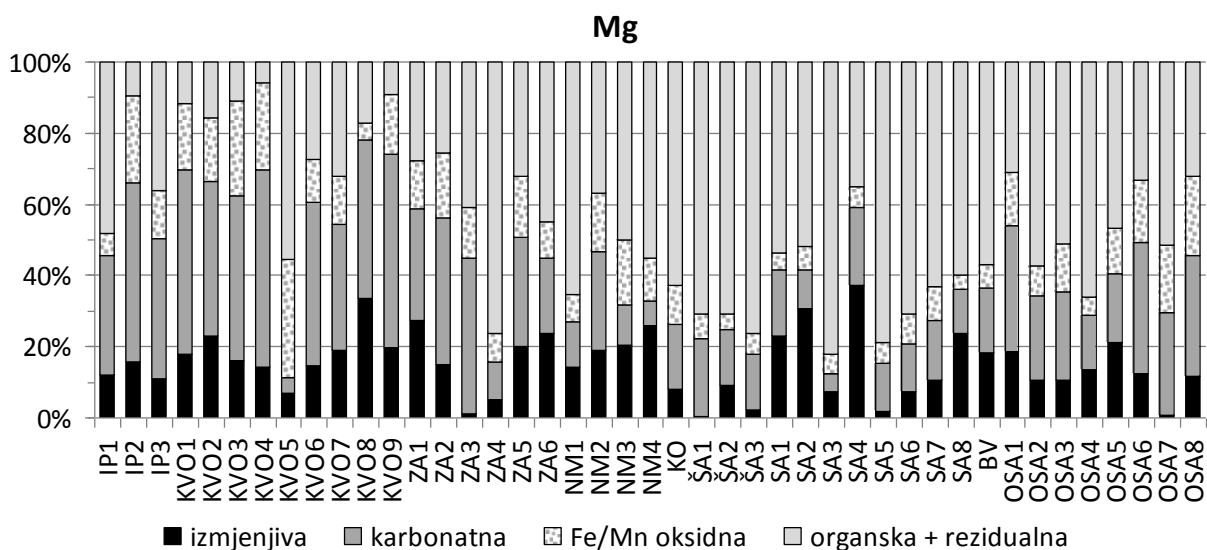
**Slika 5.7.2.** Udjeli željeza (%) u izmjenjivoj, karbonatnoj, Fe/Mn oksidnoj te organskoj + rezidualnoj frakciji.

Na slici 5.7.3 prikazani su rezultati određivanja udjela kalija u pojedinim sedimentnim frakcijama. Udjeli ekstrahiranog K kreću se u rasponu od 3,39% do 58,6% ukupne koncentracije u površinskim sedimentima istraženog područja. Prosječna vrijednost ukupno ekstrahiranog K iznosi 21,5%. Najviši udjeli K ustanovljeni su u izmjenjivoj frakciji, dok su u karbonatnoj i Fe/Mn oksidnoj frakciji izmjerene niže vrijednosti. Udjeli u izmjenjivoj frakciji kreću se u rasponu od 3,11% do 50,5%. Prosječni udio K u izmjenjivoj frakciji iznosi 18,6%. Udjeli K u karbonatnoj frakciji kreću se u rasponu od 0,05% do 7,34%, dok prosječna vrijednost iznosi niskih 1,60%. Udjeli K u Fe/Mn oksidnoj frakciji kreću se u rasponu od 0,19% do 3,12%. Prosječni udio K u Fe/Mn oksidnoj frakciji iznosi niskih 1,31%.



**Slika 5.7.3.** Udjeli kalija (%) u izmjenjivoj, karbonatnoj, Fe/Mn oksidnoj te organskoj + rezidualnoj frakciji.

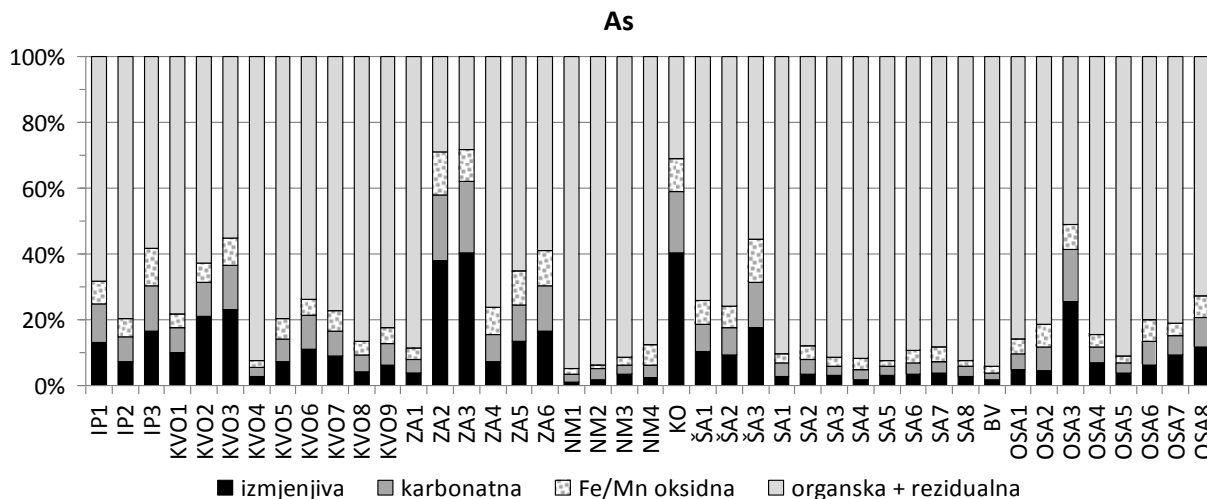
Na slici 5.7.4 prikazani su rezultati određivanja udjela magnezija u pojedinim sedimentnim frakcijama. Udjeli ekstrahiranog Mg kreću se u rasponu od 18,0% do 94,3% ukupne koncentracije u površinskim sedimentima istraženog područja. Prosječna vrijednost ukupno ekstrahiranog Mg iznosi 55,0%. Udjeli Mg u izmjenjivoj frakciji kreću se u rasponu od 0,51% do 37,4%. Prosječni udio Mg u izmjenjivoj frakciji iznosi 15,2%. Udjeli Mg u karbonatnoj frakciji kreću se u rasponu od 4,47% do 55,6%, dok prosječna vrijednost iznosi 27,1%. Udjeli Mg u Fe/Mn oksidnoj frakciji kreću se u rasponu od 4,18% do 33,1%. Prosječni udio Mg u Fe/Mn oksidnoj frakciji iznosi 12,7%.



**Slika 5.7.4.** Udjeli magnezija (%) u izmjenjivoj, karbonatnoj, Fe/Mn oksidnoj te organskoj + rezidualnoj frakciji.

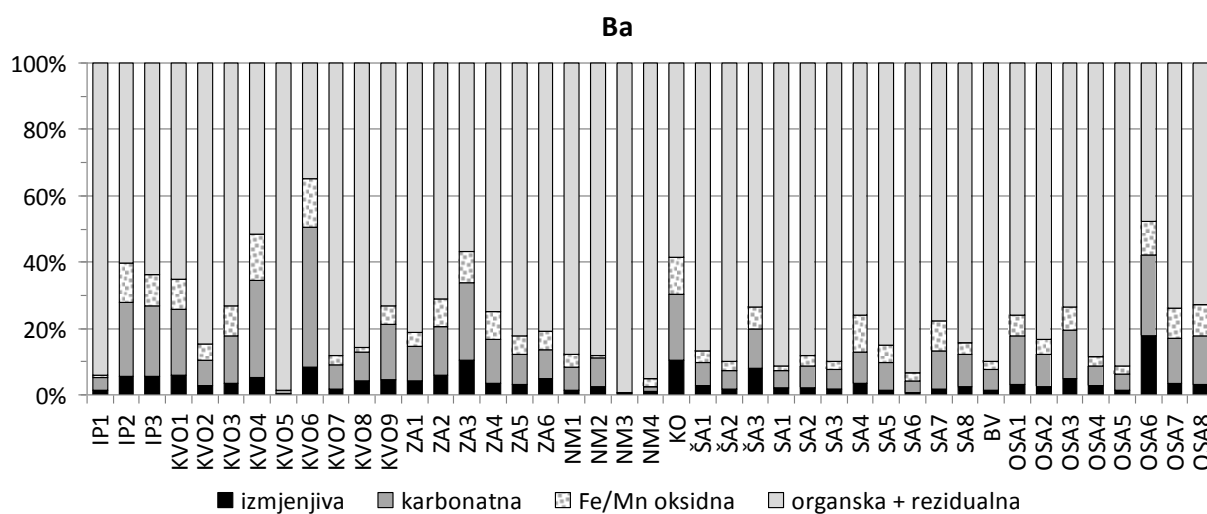
### 5.7.2. Elementi u tragovima

Rezultati određivanja udjela arsena u pojedinim sedimentnim frakcijama prikazani su na slici 5.7.5. Udjeli ekstrahiranog As kreću se u rasponu od 5,26% do 71,6% ukupne koncentracije As u površinskim sedimentima istraženog područja. Prosječna vrijednost iznosi 23,5%. Udjeli As u izmjenjivoj frakciji kreću se u rasponu od 1,18% do 40,3% ukupne koncentracije u sedimentu. Prosječni udio u As u izmjenjivoj frakciji iznosi 10,1%. Udjeli As u karbonatnoj frakciji kreću se u rasponu od 2,14% do 21,7%, dok prosječna vrijednost iznosi 7,70%. Udjeli As u Fe/Mn oksidnoj frakciji kreću se u rasponu od 1,04% do 13,2%. Prosječni udio As u Fe/Mn oksidnoj frakciji iznosi 5,63%.



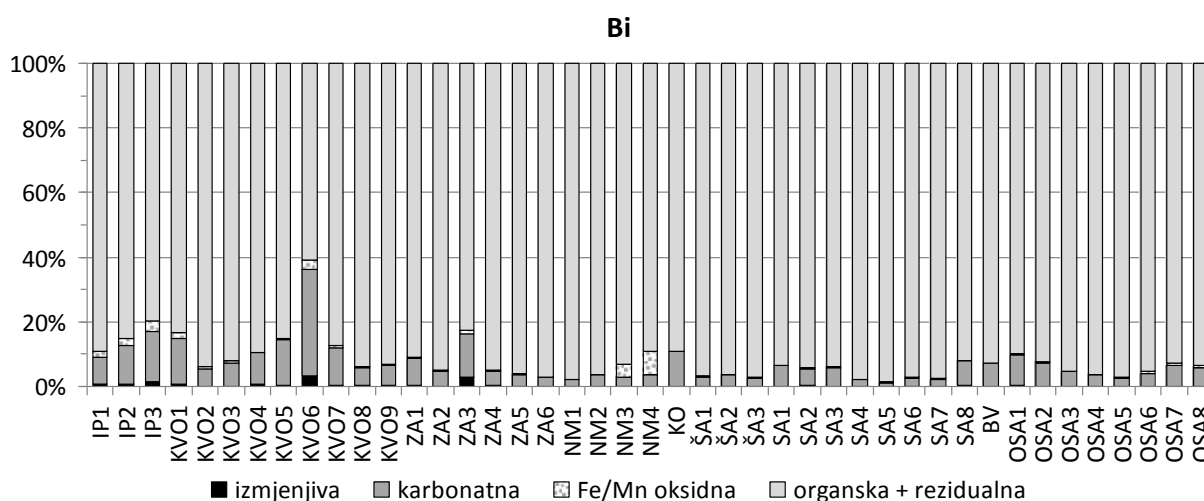
**Slika 5.7.5.** Udjeli arsena (%) u izmjenjivoj, karbonatnoj, Fe/Mn oksidnoj te organskoj + rezidualnoj frakciji.

Rezultati određivanja udjela barija u pojedinim sedimentnim frakcijama prikazani su slici 5.7.6. Udjeli ekstrahiranog Ba kreću se u rasponu od 0,80% do 65,1% ukupne koncentracije u površinskim sedimentima istraženog područja. Prosječna vrijednost ukupno ekstrahiranog Ba iznosi 21,2%. Udjeli Ba u izmjenjivoj frakciji kreću se u rasponu od 0,46% do 17,7%. Prosječni udio Ba u izmjenjivoj frakciji iznosi 3,76%. Udjeli Ba u karbonatnoj frakciji kreću se u rasponu od 0,13% do 42,2%, dok prosječna vrijednost iznosi 11,6%. Udjeli Ba u Fe/Mn oksidnoj frakciji kreću se u rasponu od 0,17% do 14,7%. Prosječni udio Ba u Fe/Mn oksidnoj frakciji iznosi 5,76%.



**Slika 5.7.6.** Udjeli barija (%) u izmjenjivoj, karbonatnoj, Fe/Mn oksidnoj te organskoj + rezidualnoj frakciji.

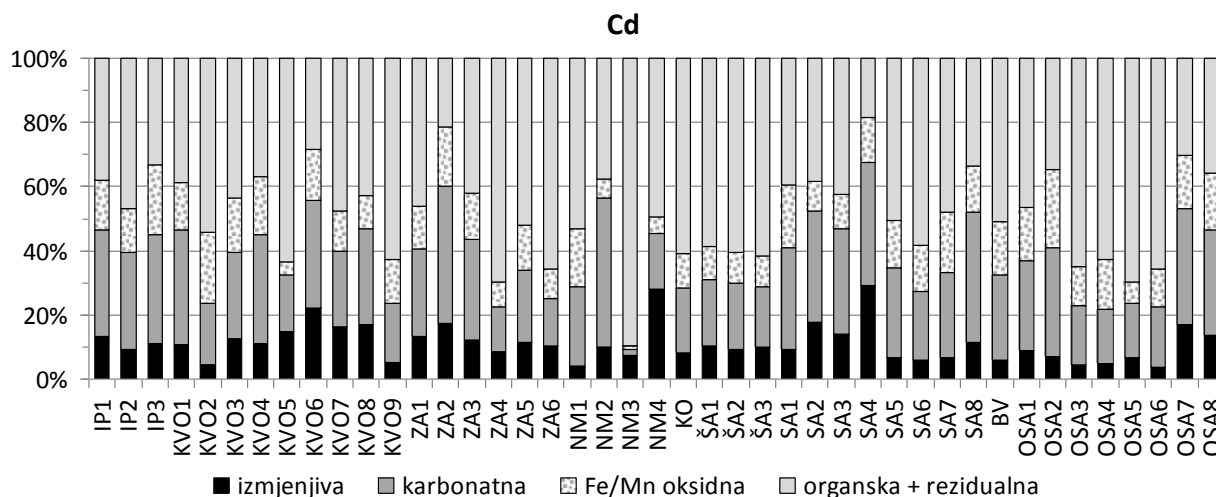
Rezultati određivanja udjela bizmuta u pojedinim sedimentnim frakcijama prikazani su slici 5.7.7. Udjeli ekstrahiranog Bi kreću se u rasponu od 1,43% do 39,3% ukupne koncentracije u površinskim sedimentima istraženog područja. Prosječna vrijednost ukupno ekstrahiranog Bi iznosi 7,98%. Vrijednosti udjela Bi u izmjenjivoj frakciji kreću se do najviše 3,14%. Prosječni udio Bi u izmjenjivoj frakciji iznosi 0,30%. Viši udjeli bizmuta ustanovljeni su u karbonatnoj frakciji, gdje se kreću u rasponu od 1,26% do 33,0%, dok prosječna vrijednost iznosi 6,90%. Udjeli Bi u Fe/Mn oksidnoj frakciji kreću se do najviše 6,94%. Prosječni udio Bi u Fe/Mn oksidnoj frakciji iznosi 0,79%.



**Slika 5.7.7.** Udjeli bizmuta (%) u izmjenjivoj, karbonatnoj, Fe/Mn oksidnoj te organskoj + rezidualnoj frakciji.

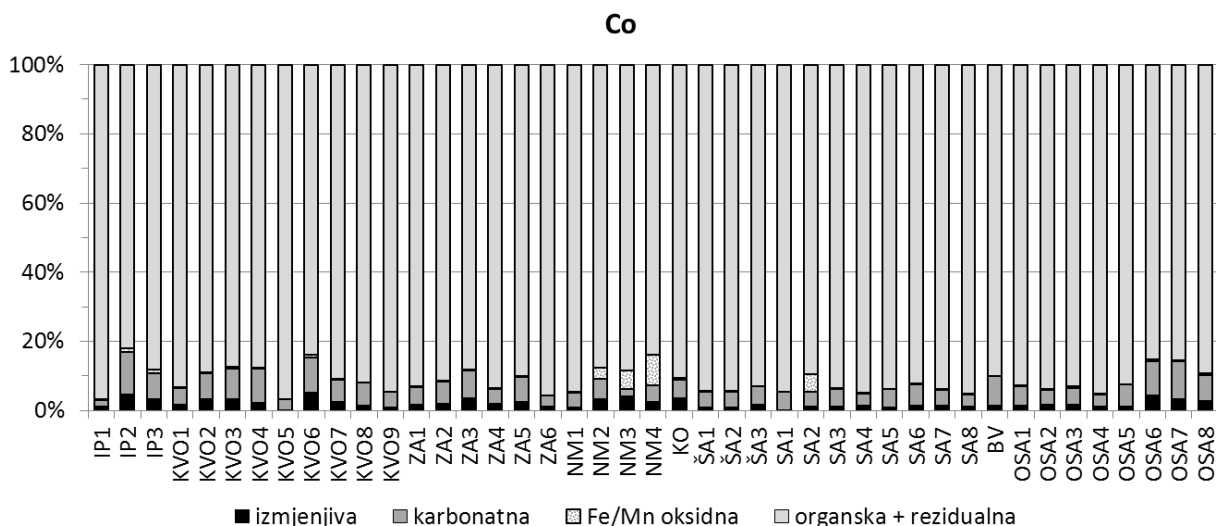
Na slici 5.7.8 prikazani su rezultati određivanja udjela kadmija u pojedinim sedimentnim frakcijama. Udjeli ekstrahiranog Cd kreću se u rasponu od 10,5% do 81,7% ukupne koncentracije u površinskim sedimentima istraženog područja. Prosječna vrijednost ukupno ekstrahiranog Cd iznosi 51,3%. Udjeli Cd u izmjenjivoj frakciji kreću se u rasponu od 3,74% do 29,3%. Prosječni udio Cd u izmjenjivoj frakciji iznosi 11,2%. Udjeli Cd u karbonatnoj frakciji kreću se u rasponu od 1,74% do 46,7%, dok prosječna vrijednost iznosi 26,6%. Udjeli Cd u Fe/Mn oksidnoj frakciji kreću se u rasponu od 0,16% do 24,2%. Prosječni udio Cd u Fe/Mn oksidnoj frakciji iznosi 13,5%.





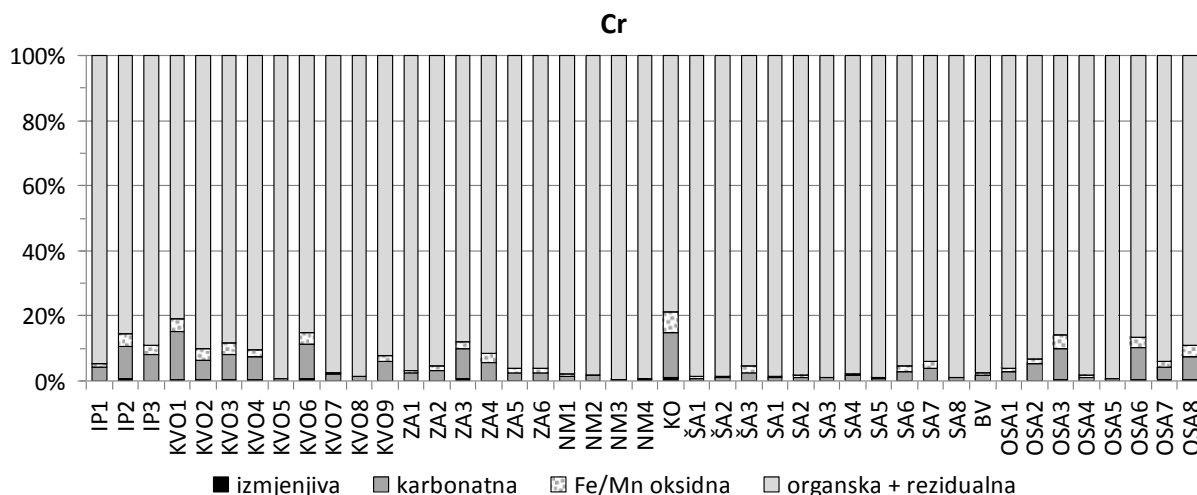
**Slika 5.7.8.** Udjeli kadmija (%) u izmjenjivoj, karbonatnoj, Fe/Mn oksidnoj te organskoj + rezidualnoj frakciji.

Slika 5.7.9 prikazuje rezultate određivanja udjela kobalta u pojedinim sedimentnim frakcijama. Udjeli ekstrahiranog Co kreću se u rasponu od 3,25% do 18,0% ukupne koncentracije u površinskim sedimentima istraženog područja. Prosječna vrijednost ukupno ekstrahiranog Co iznosi 8,74%. Udjeli Co u izmjenjivoj frakciji kreću se u rasponu od 0,73% do 5,32%. Prosječna vrijednost udjela Co u izmjenjivoj frakciji iznosi 2,12%. Udjeli Co u karbonatnoj frakciji kreću se u rasponu od 1,98% do 12,2%. Prosječna vrijednost udjela Co u karbonatnoj frakciji iznosi 5,85%. Udjeli Co u Fe/Mn oksidnoj frakciji kreću se u rasponu od 0,08% do 8,93%. Prosječni udio Co u Fe/Mn oksidnoj frakciji iznosi 0,77%.



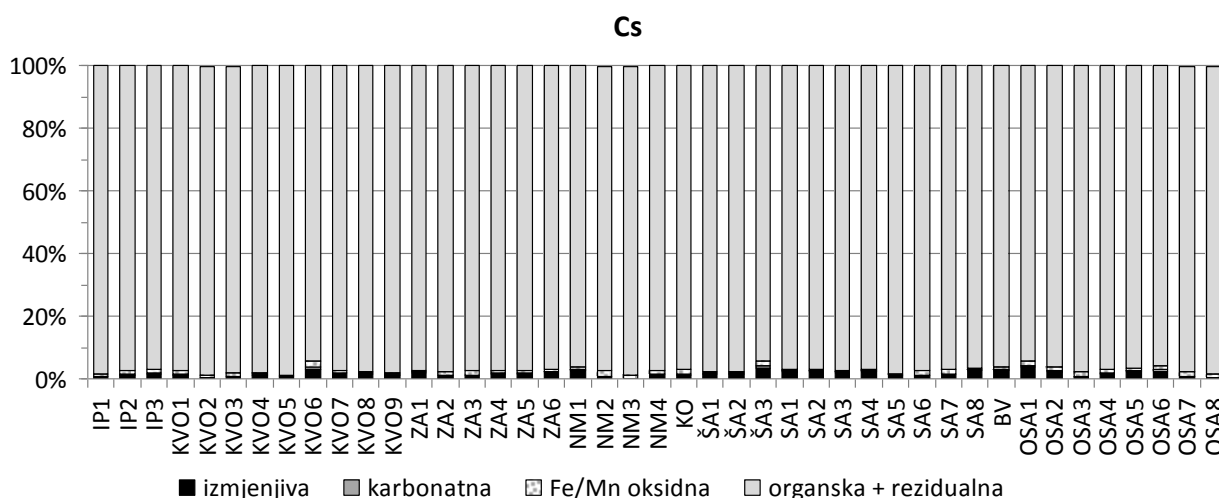
**Slika 5.7.9.** Udjeli kobalta (%) u izmjenjivoj, karbonatnoj, Fe/Mn oksidnoj te organskoj + rezidualnoj frakciji.

Slika 5.7.10 prikazuje rezultate određivanja udjela kroma u pojedinim sedimentnim frakcijama. Udjeli ekstrahiranog Cr kreću se u rasponu od 0,22% do 21,1% ukupne koncentracije u površinskim sedimentima istraženog područja. Prosječna vrijednost ukupno ekstrahiranog Cr iznosi 5,93%. Udjeli Cr u izmjenjivoj frakciji su zanemarivi, a udjeli Cr u karbonatnoj frakciji kreću se u rasponu od 0,03% do 15,0%. Prosječna vrijednost udjela Cr u karbonatnoj frakciji iznosi 4,18%. Udjeli Cr u Fe/Mn oksidnoj frakciji kreću se u rasponu od 0,04% do 6,43%. Prosječni udio Cr u Fe/Mn oksidnoj frakciji iznosi 1,59%.



**Slika 5.7.10.** Udjeli kroma (%) u izmjenjivoj, karbonatnoj, Fe/Mn oksidnoj te organskoj + rezidualnoj frakciji.

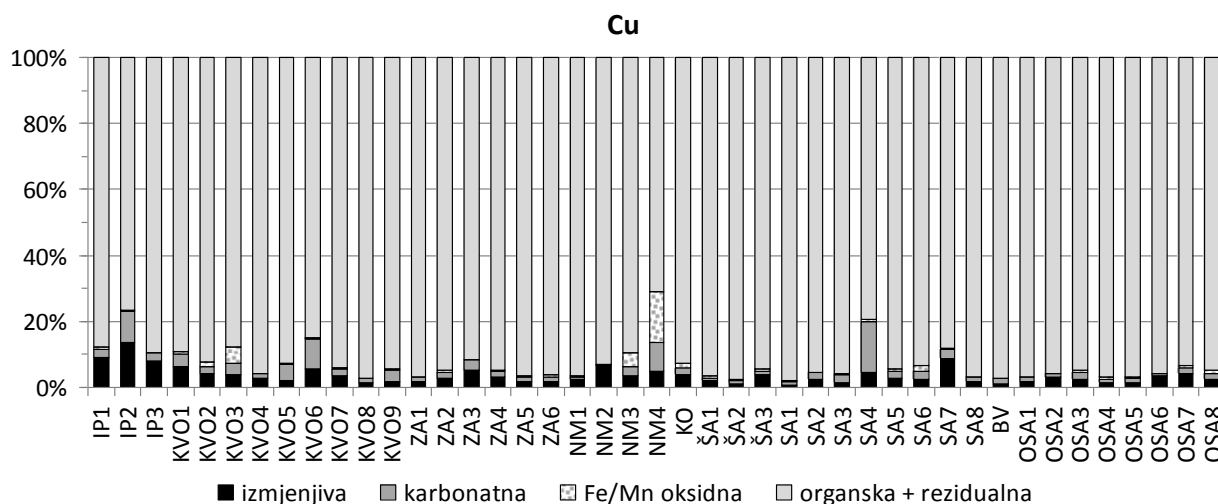
Na slici 5.7.11 prikazani su rezultati određivanja udjela cezija u pojedinim frakcijama analiziranih površinskih sedimenata.



**Slika 5.7.11.** Udjeli cezija (%) u izmjenjivoj, karbonatnoj, Fe/Mn oksidnoj te organskoj + rezidualnoj frakciji.

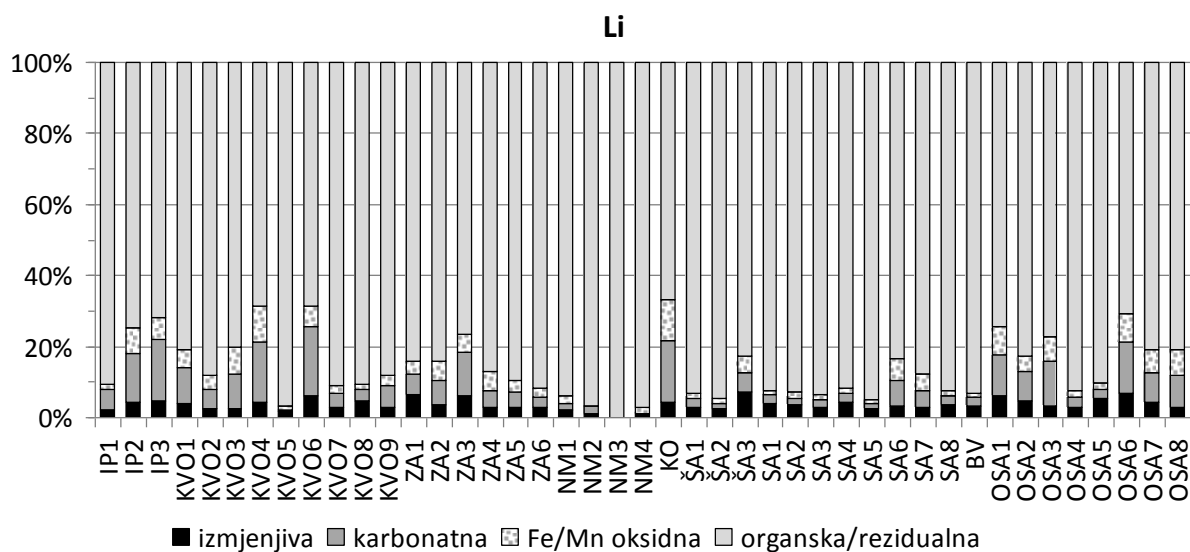
Udjeli ekstrahiranog Cs vrlo su niski i kreću se u rasponu od 0,60% do 5,70% ukupne koncentracije u površinskim sedimentima istraženog područja. Prosječna vrijednost ukupno ekstrahiranog Cs iznosi 2,70%. Udjeli Cs u izmjenjivoj frakciji kreću se u rasponu od 0,13% do 3,69%. Prosječni udio Cs u izmjenjivoj frakciji iznosi 1,58%. Udjeli Cs karbonatnoj frakciji zanemarivi su, a u Fe/Mn oksidnoj frakciji kreću se u rasponu od 0,24% do 1,86%. Prosječni udio Cs u Fe/Mn oksidnoj frakciji iznosi zanemarivih 0,90%.

Slika 5.7.12 prikazuje rezultate određivanja udjela bakra u pojedinim frakcijama analiziranih površinskih sedimentata. Udjeli ekstrahiranog Cu kreću se u rasponu od 1,93% do 29,1% ukupne koncentracije u površinskim sedimentima istraženog područja. Prosječna vrijednost ukupno ekstrahiranog Cu iznosi 7,24%. Udjeli Cu u izmjenjivoj frakciji kreću se u rasponu od 0,82% do 13,8%. Prosječni udio Cu u izmjenjivoj frakciji iznosi 3,55%. Udjeli Cu u karbonatnoj frakciji kreću se u rasponu od 0,52% do 15,4%, dok prosječna vrijednost iznosi 2,76%. Udjeli Cu u Fe/Mn oksidnoj frakciji kreću do najviše 15,4%. Prosječni udio Cu u Fe/Mn oksidnoj frakciji iznosi niskih 0,93%.



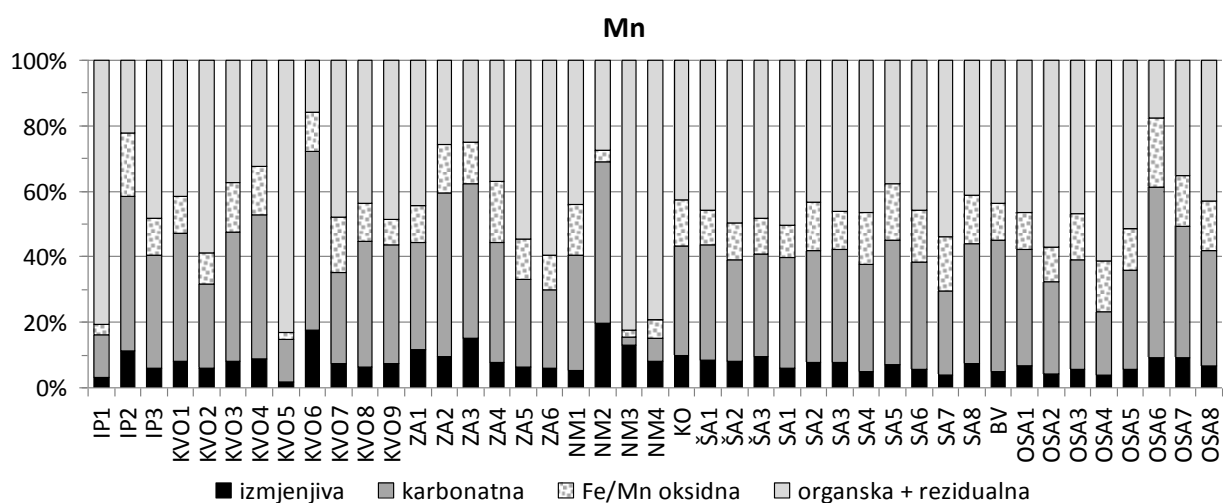
**Slika 5.7.12.** Udjeli bakra (%) u izmjenjivoj, karbonatnoj, Fe/Mn oksidnoj te organskoj + rezidualnoj frakciji.

Na slici 5.7.13 prikazani su rezultati određivanja udjela litija u pojedinim sedimentnim frakcijama. Vrijednosti udjela ekstrahiranog Li kreću se do najviše 33,1% ukupne koncentracije u površinskim sedimentima istraženog područja. Prosječna vrijednost ukupno ekstrahiranog Li iznosi 13,9%. Vrijednosti udjela Li u izmjenjivoj frakciji kreću se do najviše 7,07%. Prosječni udio Li u izmjenjivoj frakciji iznosi 3,61%. Vrijednosti udjela Li u karbonatnoj frakciji kreću se do najviše 19,3%, a prosječna vrijednost iznosi 6,45%. Udjeli Li u Fe/Mn oksidnoj frakciji kreću se u rasponu od 0,05 do 11,3%. Prosječni udio Li u Fe/Mn oksidnoj frakciji iznosi 3,87%.



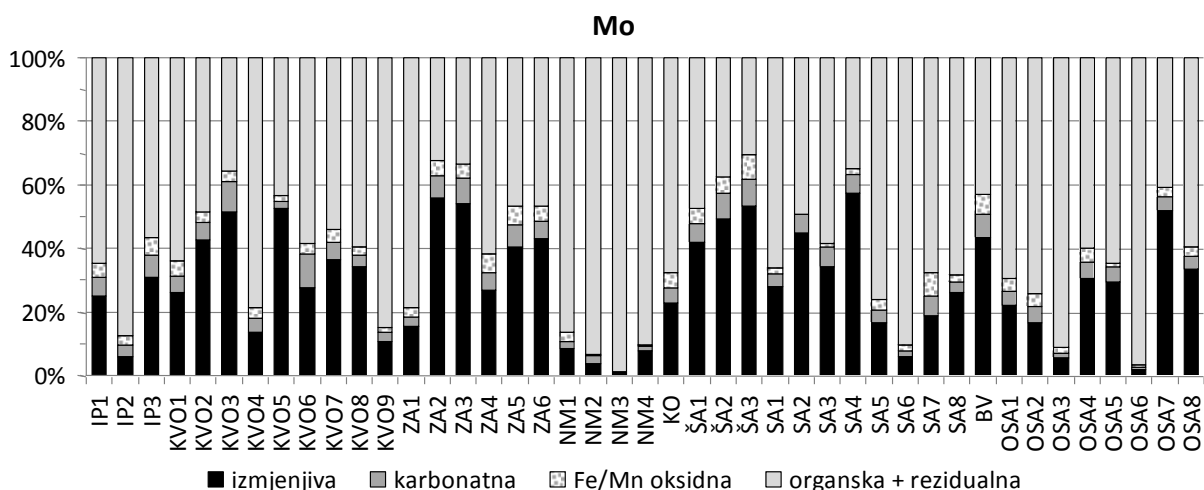
**Slika 5.7.13.** Udjeli litija (%) u izmjenjivoj, karbonatnoj, Fe/Mn oksidnoj te organskoj + rezidualnoj frakciji.

Na slici 5.7.14 prikazani su rezultati određivanja udjela mangana u pojedinim sedimentnim frakcijama. Udjeli ekstrahiranog Mn kreću se u rasponu od 17,0% do 84,1% ukupne koncentracije u površinskim sedimentima istraženog područja. Prosječna vrijednost ukupno ekstrahiranog Mn iznosi 53,3%. Udjeli Mn u izmjenjivoj frakciji kreću se u rasponu od 1,82% do 19,9%, pri čemu prosječni udio iznosi 11,2%. Najviši udjeli Mn izmjereni su u karbonatnoj frakciji. U navedenoj frakciji udjeli Mn kreću se u rasponu od 2,44% do 54,5%, pri čemu prosječna vrijednost iznosi 33,2%. Udjeli Mn u Fe/Mn oksidnoj frakciji kreću se u rasponu od 2,06% do 21,1%. Prosječni udio Mn u Fe/Mn oksidnoj frakciji iznosi 12,3%.



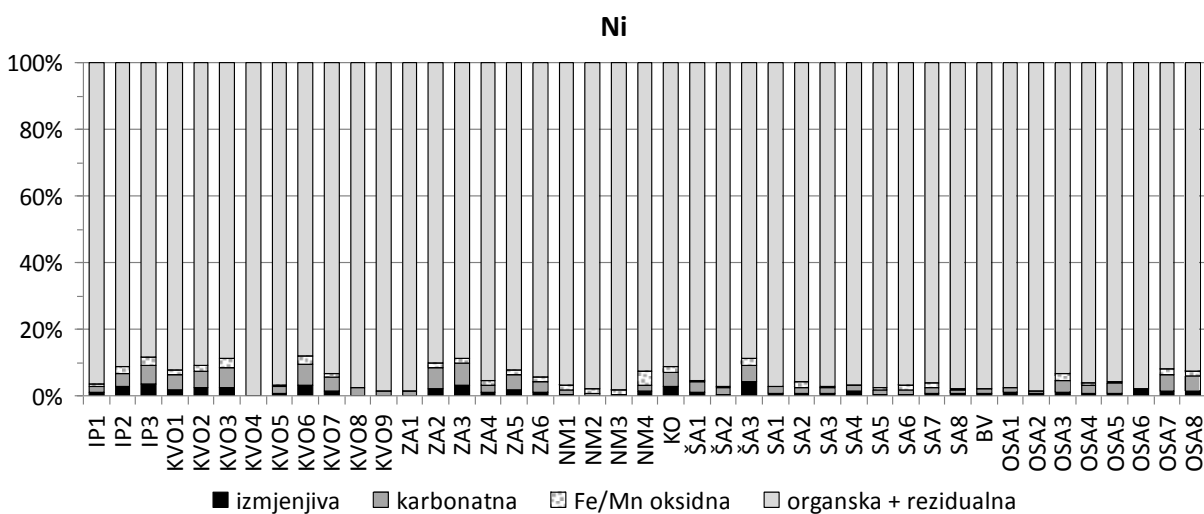
**Slika 5.7.14.** Udjeli mangana (%) u izmjenjivoj, karbonatnoj, Fe/Mn oksidnoj te organskoj + rezidualnoj frakciji.

Na slici 5.7.15 prikazani su rezultati određivanja udjela molibdena u pojedinim sedimentnim frakcijama. Udjeli ekstrahiranog Mo kreću se u rasponu od 1,20% do 69,5% ukupne koncentracije u površinskim sedimentima istraženog područja. Prosječna vrijednost ukupno ekstrahiranog Mo iznosi 37,2%. Najviši udjeli Mo ustanovljeni su u izmjenjivoj frakciji. Udjeli Mo u navedenoj frakciji kreću se u rasponu od 0,89% do 57,5%. Prosječni udio Mo u izmjenjivoj frakciji iznosi 29,0%. Udjeli Mo u karbonatnoj frakciji kreću se u rasponu od 0,16% do 10,4%, pri čemu prosječna vrijednost iznosi 4,90%. Udjeli Mo u Fe/Mn oksidnoj frakciji kreću se u rasponu od 0,16% do 7,77%, pri čemu prosječna vrijednost iznosi 3,33%.



**Slika 5.7.15.** Udjeli molibdena (%) u izmjenjivoj, karbonatnoj, Fe/Mn oksidnoj te organskoj + rezidualnoj frakciji.

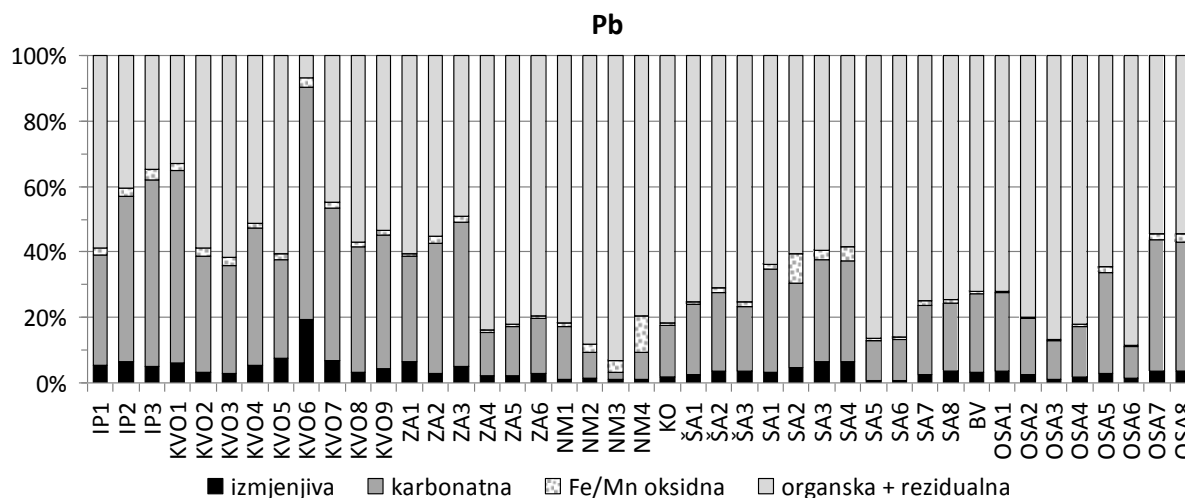
Na slici 5.7.16 prikazani su rezultati određivanja udjela nikla u pojedinim sedimentnim frakcijama.



**Slika 5.7.16.** Udjeli nikla (%) u izmjenjivoj, karbonatnoj, Fe/Mn oksidnoj te organskoj + rezidualnoj frakciji.

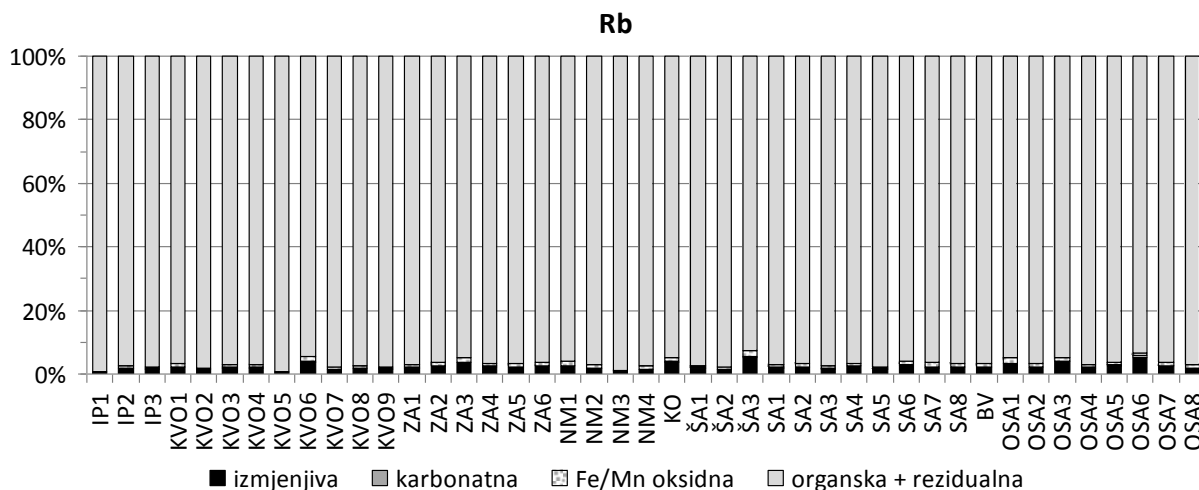
Vrijednosti udjela ekstrahiranog Ni kreću se do najviše 12,0% ukupne koncentracije u površinskim sedimentima istraženog područja. Prosječna vrijednost ukupno ekstrahiranog Ni iznosi 4,79%. Vrijednosti udjela Ni u izmjenjivoj frakciji kreću se do najviše 4,29%, pri čemu prosječna vrijednost iznosi 1,16%. Vrijednosti udjela Ni u karbonatnoj frakciji kreću se do najviše 6,59%, pri čemu prosječna vrijednost iznosi 2,76%. Vrijednosti udjela Ni u Fe/Mn oksidnoj frakciji kreću se do najviše 4,06%. Prosječni udio Ni u Fe/Mn oksidnoj frakciji iznosi 2,76%.

Na slici 5.7.17 prikazani su rezultati određivanja sadržaja olova u pojedinim sedimentnim frakcijama. Udjeli ekstrahiranog Pb kreću se u rasponu od 6,97% do 93,1% ukupne koncentracije u površinskim sedimentima istraženog područja. Prosječna vrijednost ukupno ekstrahiranog Pb iznosi 34,0%. Udjeli Pb u izmjenjivoj frakciji kreću se u rasponu od 0,63% do 19,3%, pri čemu prosječni udio iznosi 3,86%. Najviši udjeli Pb ustanovljeni su u karbonatnoj frakciji. Udjeli u navedenoj frakciji kreću se u rasponu od 2,12% do 70,9%, pri čemu prosječna vrijednost iznosi 28,2%. Udjeli Pb u Fe/Mn oksidnoj frakciji niži su i kreću se u rasponu od 0,36% do 11,0%, pri čemu prosječna vrijednost iznosi 1,96%.



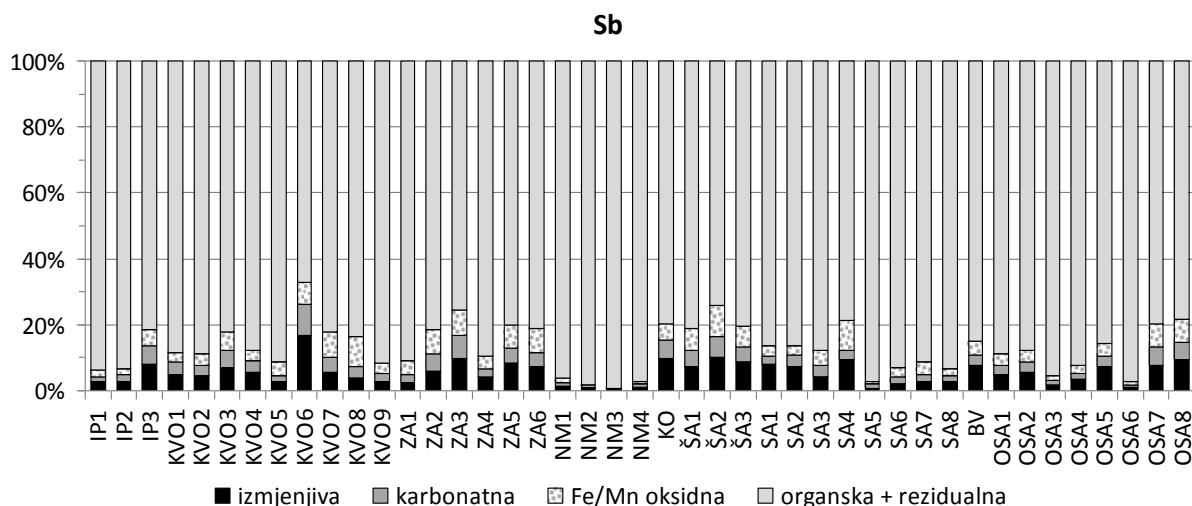
**Slika 5.7.17.** Udjeli olova (%) u izmjenjivoj, karbonatnoj, Fe/Mn oksidnoj te organskoj + rezidualnoj frakciji.

Na slici 5.7.18 prikazani su rezultati određivanja sadržaja rubidija u pojedinim sedimentnim frakcijama. Udjeli ekstrahiranog Rb vrlo su niski i kreću se u rasponu od 0,63% do 7,33% ukupne koncentracije u površinskim sedimentima istraženog područja. Prosječna vrijednost ukupno ekstrahiranog Rb iznosi 3,28%. Udjeli Rb u izmjenjivoj frakciji kreću se u rasponu od 0,36% do 5,28%, pri čemu prosječna vrijednost iznosi 2,23%. Udjeli Rb u karbonatnoj i Fe/Mn oksidnoj frakciji zanemarivi su.



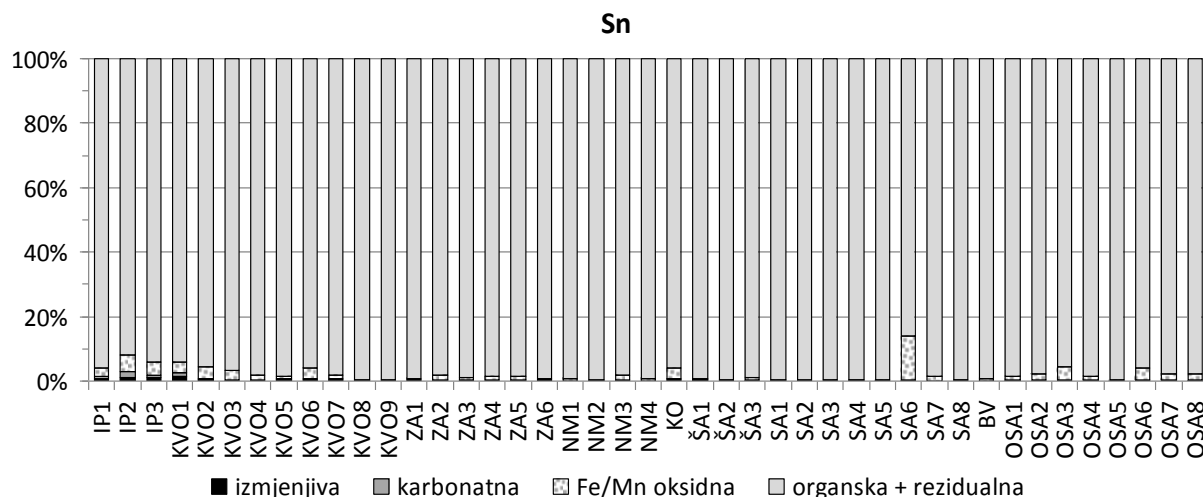
**Slika 5.7.18.** Udjeli rubidija (%) u izmjenjivoj, karbonatnoj, Fe/Mn oksidnoj te organskoj + rezidualnoj frakciji.

Na slici 5.7.19 prikazani su rezultati određivanja sadržaja antimona u pojedinim sedimentnim frakcijama. Udjeli ekstrahiranog Sb kreću se u rasponu od 0,74% do 33,0% ukupne koncentracije u površinskim sedimentima istraženog područja. Prosječna vrijednost udjela ukupno ekstrahiranog Sb iznosi 13,0%. Udjeli Sb najviši su u izmjenjivoj frakciji, gdje se kreću u rasponu od 0,20% do 16,8%. Prosječni udio Sb u izmjenjivoj frakciji iznosi 5,39%. Udjeli Sb u karbonatnoj frakciji kreću se u rasponu od 0,20% do 9,42%, pri čemu prosječna vrijednost iznosi 3,33%. Udjeli Sb u Fe/Mn oksidnoj frakciji kreću se u rasponu od 0,34% do 9,28%, pri čemu prosječna vrijednost iznosi 4,30%.



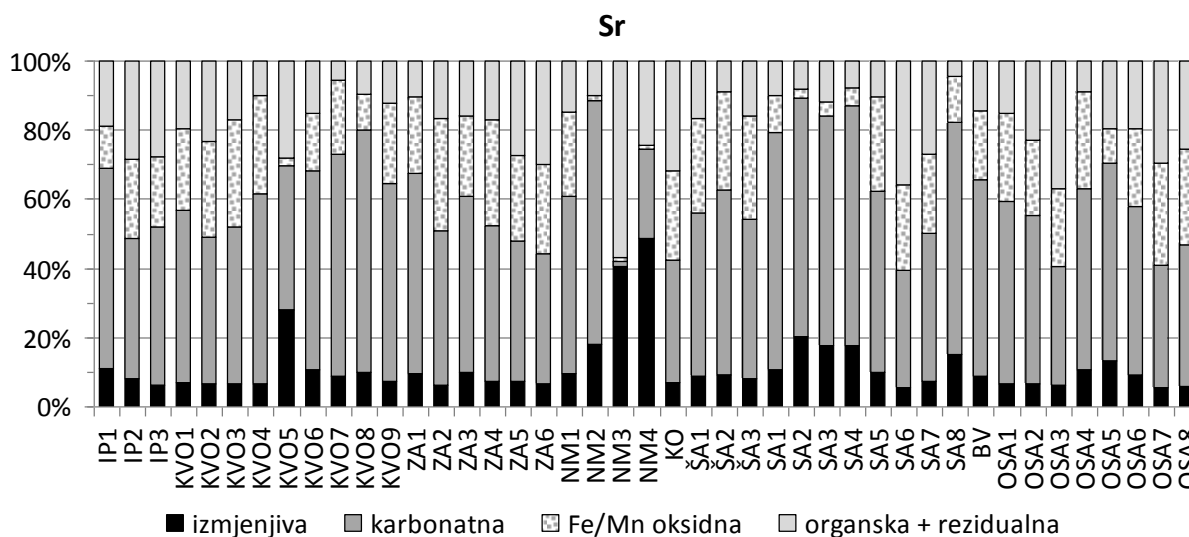
**Slika 5.7.19.** Udjeli antimona (%) u izmjenjivoj, karbonatnoj, Fe/Mn oksidnoj te organskoj + rezidualnoj frakciji.

Slika 5.7.20 prikazuje rezultate određivanja sadržaja kositra u pojedinim sedimentnim frakcijama. Udjeli ekstrahiranog Sn su niski i kreću se u rasponu od 0,18% do 14,0% ukupne koncentracije u površinskim sedimentima istraženog područja. Prosječna vrijednost ukupno ekstrahiranog Sn iznosi 2,20%. Udjeli Sn u izmjenjivoj i karbonatnoj frakciji zanemarivi su, dok se udjeli u Fe/Mn oksidnoj frakciji kreću u rasponu od 0,07% do 13,8%. Prosječna vrijednost udjela Sn u Fe/Mn oksidnoj frakciji iznosi niskih 1,67%.



**Slika 5.7.20.** Udjeli kositra (%) u izmjenjivoj, karbonatnoj, Fe/Mn oksidnoj te organskoj + rezidualnoj frakciji.

Slika 5.7.21 prikazuje rezultate određivanja sadržaja stroncija u pojedinim sedimentnim frakcijama.

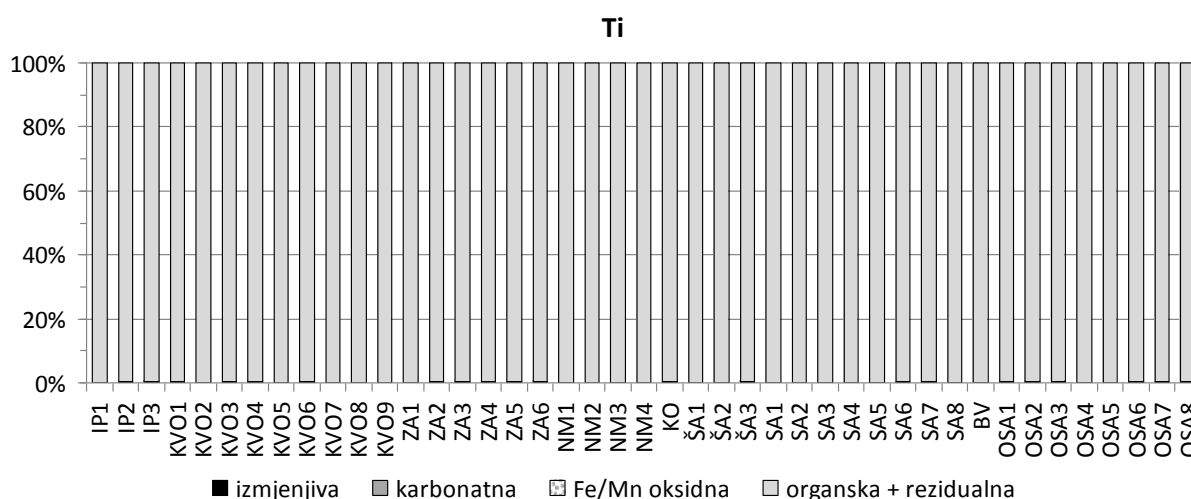


**Slika 5.7.21.** Udjeli stroncija (%) u izmjenjivoj, karbonatnoj, Fe/Mn oksidnoj te organskoj + rezidualnoj frakciji.



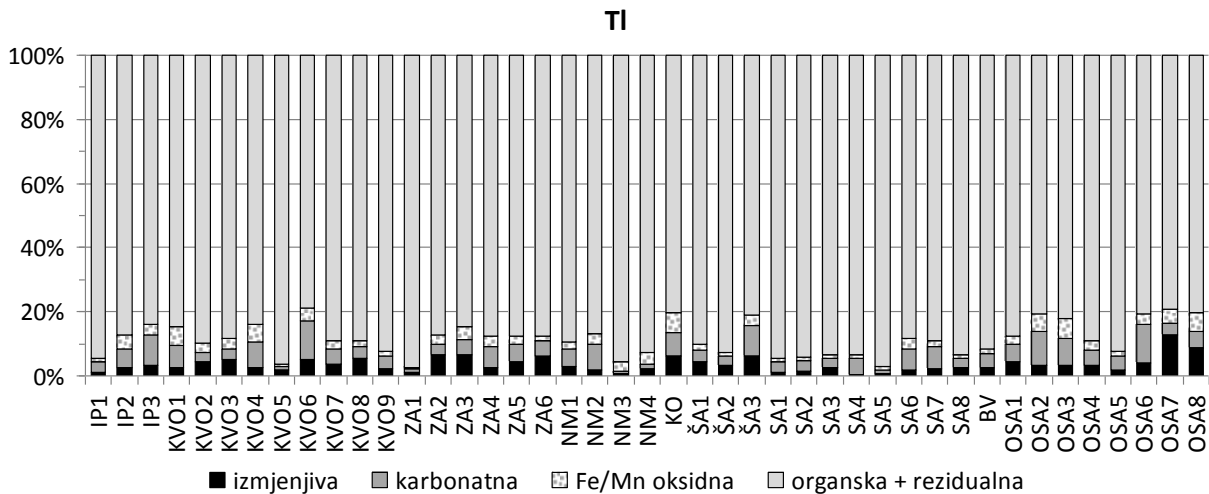
Udjeli ekstrahiranog Sr su visoki i kreću se u rasponu od 43,3% do 95,4% ukupne koncentracije u površinskim sedimentima istraženog područja. Prosječna vrijednost ukupno ekstrahiranog Sr iznosi 81,0 %. Udjeli Sr u izmjenjivoj frakciji kreću se u rasponu od 5,41% do 48,7%, pri čemu prosječni udio iznosi 11,4%. Udjeli Sr u karbonatnoj frakciji kreću se u rasponu od 1,62% do 70,3%, pri čemu prosječna vrijednost iznosi 49,6%. Udjeli Sr u Fe/Mn oksidnoj frakciji kreću se u rasponu od 1,06% do 32,8%. Prosječna vrijednost udjela Sr u Fe/Mn oksidnoj frakciji iznosi 19,9 %.

Na slici 5.7.22 prikazani su rezultati određivanja sadržaja titanija u pojedinim sedimentnim frakcijama. Na temelju dobivenih rezultata može se zaključiti da su udjeli ekstrahiranog Ti u analiziranim frakcijama zanemarivi.



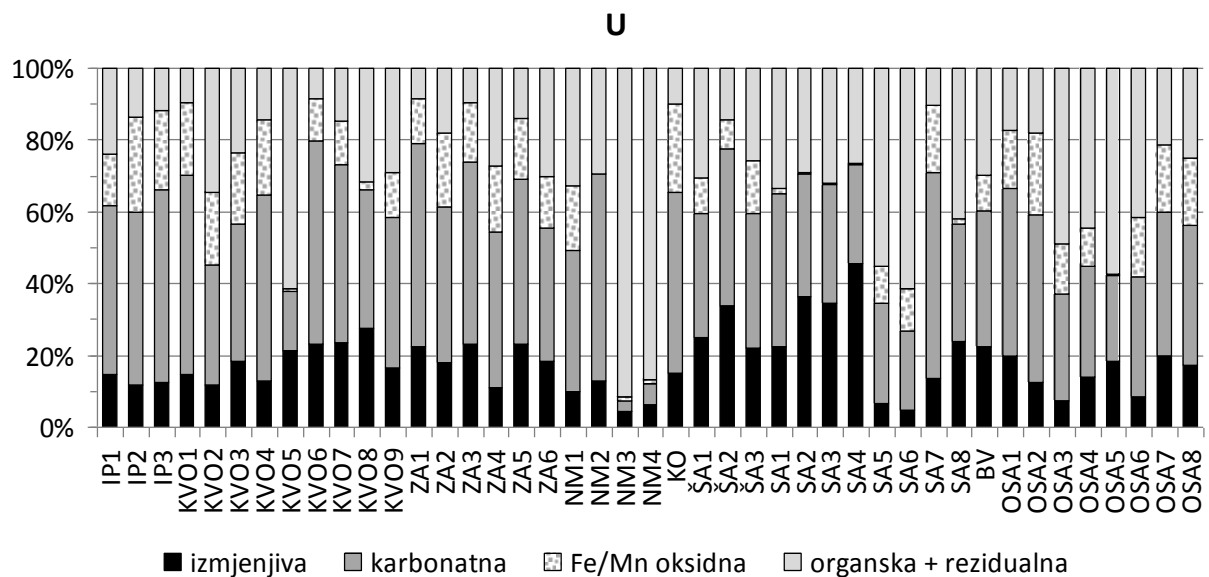
**Slika 5.7.22.** Udjeli titanija (%) u izmjenjivoj, karbonatnoj, Fe/Mn oksidnoj te organskoj + rezidualnoj frakciji.

Na slici 5.7.23 prikazani su rezultati određivanja sadržaja talija u pojedinim sedimentnim frakcijama. Udjeli ekstrahiranog Tl kreću se u rasponu od 2,48% do 21,2% ukupne koncentracije u površinskim sedimentima istraženog područja. Prosječna vrijednost ukupno ekstrahiranog Tl iznosi 11,5%. Udjeli Tl u izmjenjivoj frakciji kreću se u rasponu od 0,46% do 12,8%, pri čemu prosječna vrijednost iznosi 3,52%. Udjeli Tl u karbonatnoj frakciji kreću se u rasponu od 0,65% do 12,3%, pri čemu prosječna vrijednost iznosi 5,16%. Udjeli Tl u Fe/Mn oksidnoj frakciji kreću se u rasponu od 0,47% do 6,32%. Prosječna vrijednost udjela Tl u Fe/Mn oksidnoj frakciji iznosi 2,83%.



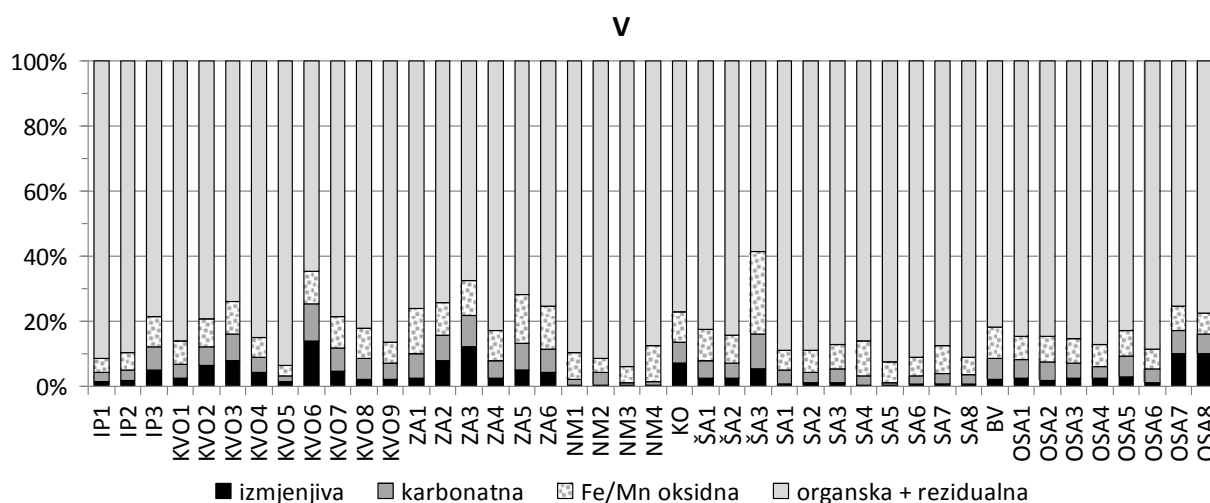
**Slika 5.7.23.** Udjeli talija (%) u izmjenjivoj, karbonatnoj, Fe/Mn oksidnoj te organskoj + rezidualnoj frakciji.

Na slici 5.7.24 prikazani su rezultati određivanja sadržaja uranija u pojedinim sedimentnim frakcijama. Udjeli ekstrahiranog U kreću se u rasponu od 8,40% do 91,6% ukupne koncentracije u površinskim sedimentima istraženog područja. Prosječna vrijednost ukupno ekstrahiranog U iznosi 68,3%. Udjeli U u izmjenjivoj frakciji kreću se u rasponu od 4,54% do 45,4%. Prosječna vrijednost udjela U u izmjenjivoj frakciji iznosi 18,3%. Vrijednosti udjela U u karbonatnoj frakciji kreću se u rasponu od 2,93% do 57,4%, pri čemu prosječna vrijednost iznosi 38,0%. Udjeli U u Fe/Mn oksidnoj frakciji kreću se u rasponu od 0,07% do 26,6%, pri čemu prosječna vrijednost iznosi 12,0%.



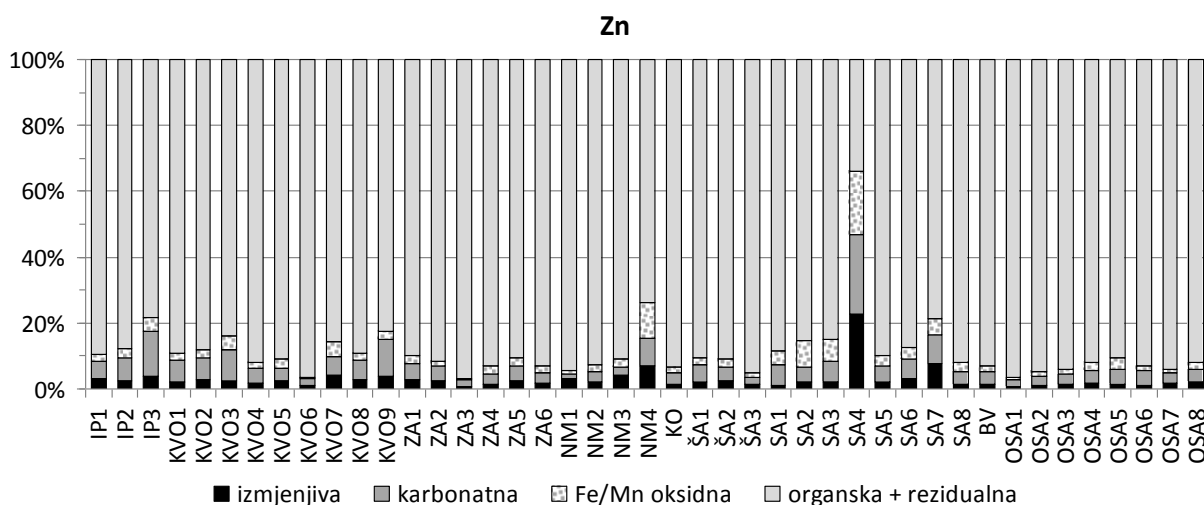
**Slika 5.7.24.** Udjeli uranija (%) u izmjenjivoj, karbonatnoj, Fe/Mn oksidnoj te organskoj + rezidualnoj frakciji.

Na slici 5.7.25 prikazani su rezultati određivanja sadržaja vanadija u pojedinim sedimentnim frakcijama. Udjeli ekstrahiranog V kreću se u rasponu od 6,09% do 41,5% ukupne koncentracije u površinskim sedimentima istraženog područja. Prosječna vrijednost udjela ukupno ekstrahiranog V iznosi 17,1%. Udjeli V u izmjenjivoj frakciji kreću se u rasponu od 0,18% do 13,8%, pri čemu prosječna vrijednost iznosi 3,46%. Udjeli V u karbonatnoj frakciji kreću se u rasponu od 0,60% do 11,7%, pri čemu prosječna vrijednost iznosi 5,16%. Udjeli V u Fe/Mn oksidnoj frakciji kreću se u rasponu od 3,02% do 25,3%. Prosječna vrijednost udjela V u Fe/Mn oksidnoj frakciji iznosi 8,51%.



**Slika 5.7.25.** Udjeli vanadija (%) u izmjenjivoj, karbonatnoj, Fe/Mn oksidnoj te organskoj + rezidualnoj frakciji.

Na slici 5.7.26 prikazani su rezultati određivanja sadržaja cinka u pojedinim sedimentnim frakcijama.

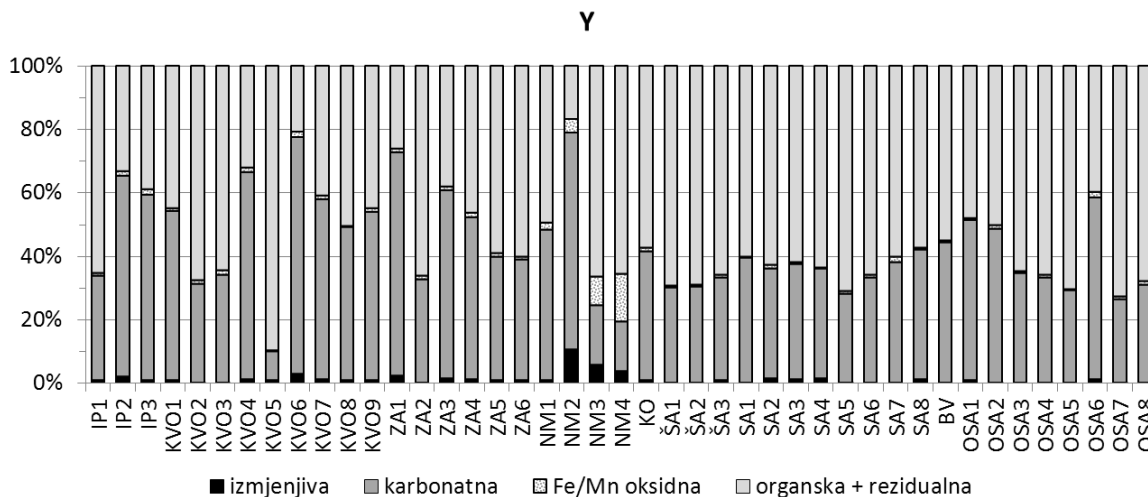


**Slika 5.7.26.** Udjeli cinka (%) u izmjenjivoj, karbonatnoj, Fe/Mn oksidnoj te organskoj + rezidualnoj frakciji.

Udjeli ekstrahiranog Zn kreću se u rasponu od 3,24% do 66,1% ukupne koncentracije u površinskim sedimentima istraženog područja. Prosječna vrijednost ukupno ekstrahiranog Zn iznosi 11,4%. Udjeli Zn u izmjenjivoj frakciji kreću se u rasponu od 0,64% do 22,8%, pri čemu prosječna vrijednost iznosi 2,88%. Udjeli Zn u karbonatnoj frakciji kreću se u rasponu od 1,51% do 24,2%, pri čemu prosječna vrijednost iznosi 5,37%. Udjeli Zn u Fe/Mn oksidnoj frakciji kreću se u rasponu od 0,31% do 19,2%. Prosječna vrijednost udjela Zn u Fe/Mn oksidnoj frakciji iznosi 3,14%.

### 5.7.3. Elementi rijetkih zemalja

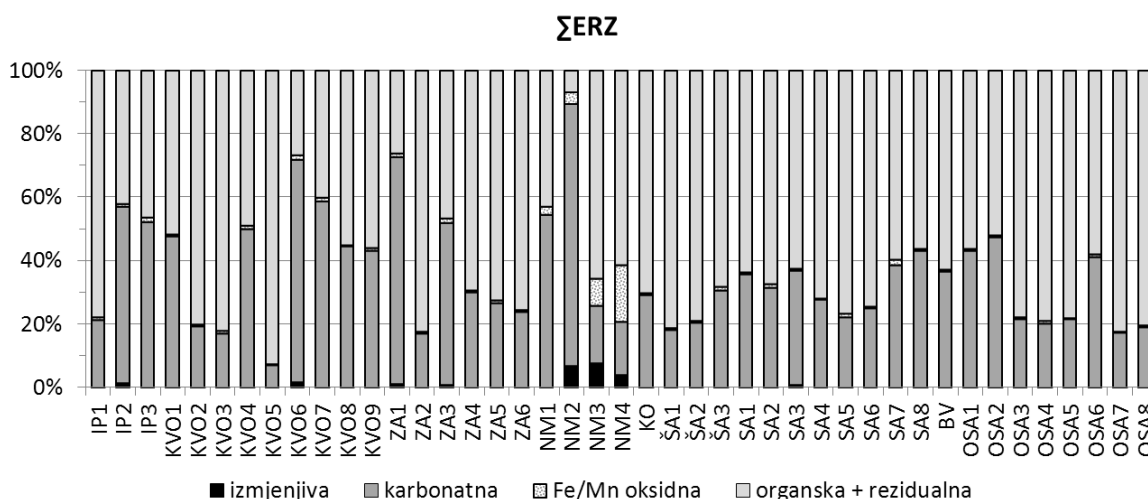
Na slici 5.7.27 prikazani su rezultati određivanja sadržaja itrija u pojedinim sedimentnim frakcijama. Udjeli ekstrahiranog Y kreću se u rasponu od 10,0% do 83,2% ukupne koncentracije u površinskim sedimentima istraženog područja. Prosječna vrijednost ukupno ekstrahiranog Y iznosi 44,4%. Udjeli Y u izmjenjivoj frakciji kreću se u rasponu od 0,26% do 10,3%, pri čemu prosječna vrijednost iznosi 1,14%. Udjeli Y u karbonatnoj frakciji kreću se u rasponu od 9,22% do 74,9%, pri čemu prosječna vrijednost iznosi 41,6%. Udjeli Y u Fe/Mn oksidnoj frakciji kreću se u rasponu od 0,25% do 16,0%. Prosječna vrijednost udjela Y u Fe/Mn oksidnoj frakciji iznosi 1,60%.



**Slika 5.7.27.** Udjeli itrija (%) u izmjenjivoj, karbonatnoj, Fe/Mn oksidnoj te organskoj + rezidualnoj frakciji.

Na slici 5.7.28 prikazani su rezultati određivanja sadržaja skupine elemenata rijetkih zemalja (izraženo kao  $\sum ERZ$ ) u pojedinim sedimentnim frakcijama. Udjeli ekstrahiranih ERZ kreću se u rasponu od 7,59% do 92,3% ukupne koncentracije u površinskim sedimentima istraženog područja. Prosječna vrijednost udjela ukupno ekstrahiranih elemenata ERZ iznosi

38,3%. Udjeli  $\Sigma$ ERZ u izmjenjivoj frakciji kreću se u rasponu od 0,14% do 7,16%. Prosječna vrijednost udjela  $\Sigma$ ERZ u izmjenjivoj frakciji iznosi niskih 0,79%. Najviši udjeli  $\Sigma$ ERZ izmjereni su u karbonatnoj frakciji. Vrijednosti udjela  $\Sigma$ ERZ u karbonatnoj frakciji kreću se u rasponu od 7,07% do 81,4%, a prosječna vrijednost iznosi 36,0%. Vrijednosti udjela  $\Sigma$ ERZ u Fe/Mn oksidnoj frakciji kreću se u rasponu od 0,17% do 17,6%, pri čemu prosječna vrijednosti iznosi 13,5%.



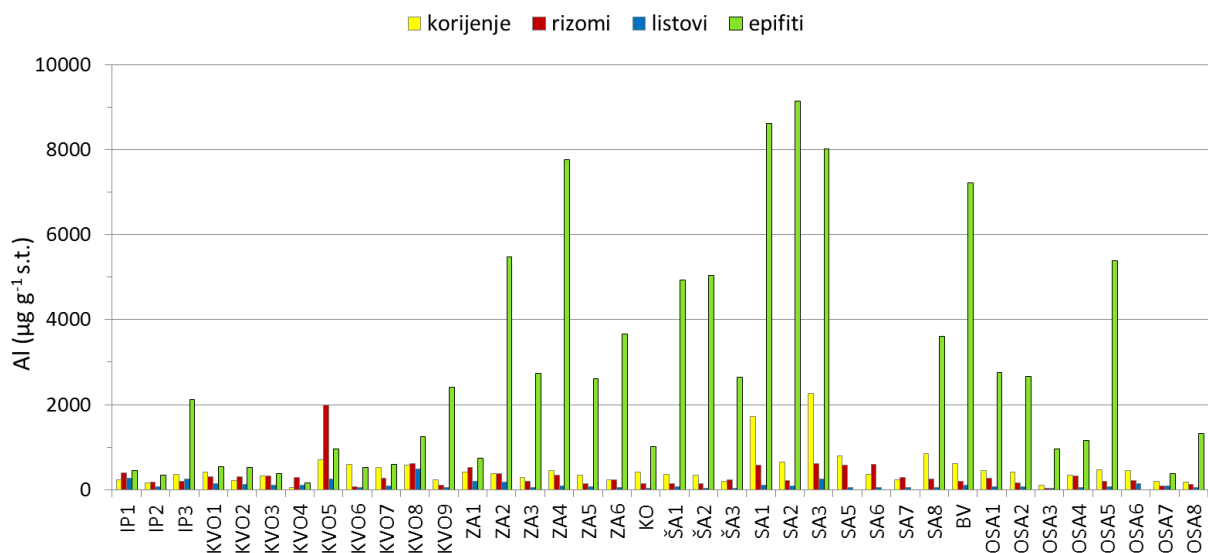
**Slika 5.7.28.** Udjeli skupine elemenata rijetkih zemalja (%) u izmjenjivoj, karbonatnoj, Fe/Mn oksidnoj te organskoj + rezidualnoj frakciji.

## 5.8. Elementi u tragovima u morskoj cvjetnici *P. oceanica*

Maseni udjeli 26 elemenata (Al, As, Ba, Bi, Cd, Co, Cr, Cs, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Mo, Ni, Pb, Rb, Sb, Sn, Sr, Ti, Tl, U, V i Zn) i 15 elemenata rijetkih zemalja (Y, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb i Lu) izmjereni su u uzorcima biljnih organa (list, rizom, korijen) vrste *P. oceanica* prikupljenima na 38 postaja. Na svakoj od postaja mjerenja su provedena na četiri poduzorka, odnosno na korijenu, rizomu i listu biljke te na epifitima, organizmima koji žive na površini listova cvjetnice. Međutim, na postajama SA5, SA6, SA7 i OSA6 epifiti nisu pronađeni u dovoljnim količinama za potrebe daljnje analize, tako da su mjerenja na njima obavljena u uzorcima s ukupno 34 postaje. Rezultati analize masenih udjela elemenata u tragovima u uzorcima vrste *P. oceanica* navedeni su u Prilozima XI–XIII i prikazani na slikama 5.8.1–5.8.26.

Na slici 5.8.1 prikazane su dobivene vrijednosti masenog udjela aluminijskog u pojedinim organima cvjetnice te u epifitima. Najviše vrijednosti masenih udjela Al na većini postaja

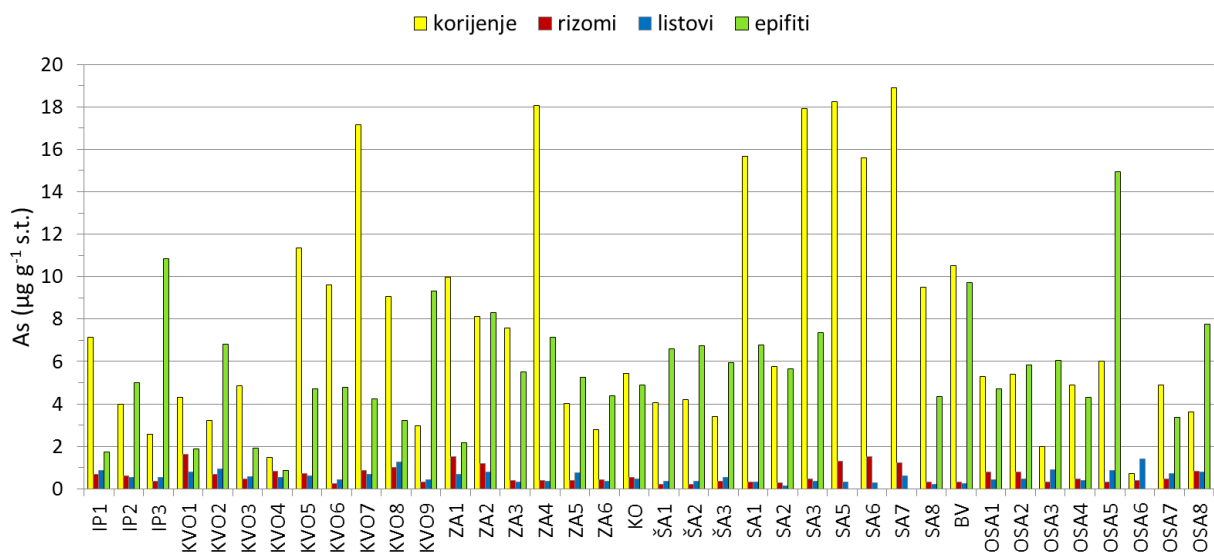
zabilježene su u epifitima, u kojima se sadržaj Al kreće u rasponu od  $159 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $9139 \mu\text{g g}^{-1}$ . Najviša vrijednost zabilježena je na postaji SA2 u području Trogirskog zaljeva, a najniža na postaji uz jugoistočnu obalu otoka Cresa (KVO4). Najniže vrijednosti masenih udjela Al na većini postaja zabilježene su u listovima cvjetnice, u kojima se sadržaj Al kreće u rasponu od  $29,3 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $489 \mu\text{g g}^{-1}$ . Najviši sadržaj Al u lišću zabilježen je na postaji uz sjeverozapadnu obalu otoka Paga (KVO8), a najniži na postaji ŠA3 u Primoštenskom zaljevu. Sadržaj Al u rizomima kreće se unutar raspona od  $39,8 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $1985 \mu\text{g g}^{-1}$ , a u korijenju od  $56,0 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $2271 \mu\text{g g}^{-1}$ . Najviši sadržaj Al u rizomima izmjeren je na postaji uz sjevernu obalu otoka Suska (KVO5), a najniži uz sjeverozapadnu obalu otoka Hvara (OSA3). Najviši sadržaj Al u korijenju zabilježen je na postaji SA3 u području Trogirskog zaljeva, a najniži na postaji kod otoka Cresa (KVO4). Na temelju prikazanih rezultata može se zaključiti da se kod većine ispitanih uzoraka sadržaj akumuliranog Al kreće od najvišeg u epifitima do najnižeg u lišću, odnosno epifiti > korijenje > rizomi > lišće.



**Slika 5.8.1.** Maseni udjeli Al ( $\mu\text{g g}^{-1}$  s.t.) u lišću, rizomima i korijenju vrste *P. oceanica* te u epifitima.

Slika 5.8.2 prikazuje sadržaj As ( $\mu\text{g g}^{-1}$  s.t.) izmjeren u pojedinim organima cvjetnice te u epifitima. Na temelju izmjerenih vrijednosti vezanih uz pojedine organe cvjetnice, može se zaključiti da se najviši udio As akumulira u korijenju, dok je u lišću i rizomima sadržaj akumuliranog As podosta niži. Maseni udio As u korijenju kreće se u rasponu od  $0,73 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $18,9 \mu\text{g g}^{-1}$ , pri čemu je najviša vrijednost zabilježena na postaji SA7 u području Kaštelanskog zaljeva, a najniža na postaji u Starigradskom zaljevu (OSA6). U listovima se vrijednosti kreću od  $0,15 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $1,41 \mu\text{g g}^{-1}$ , dok se zabilježene vrijednosti u rizomima kreću unutar raspona od

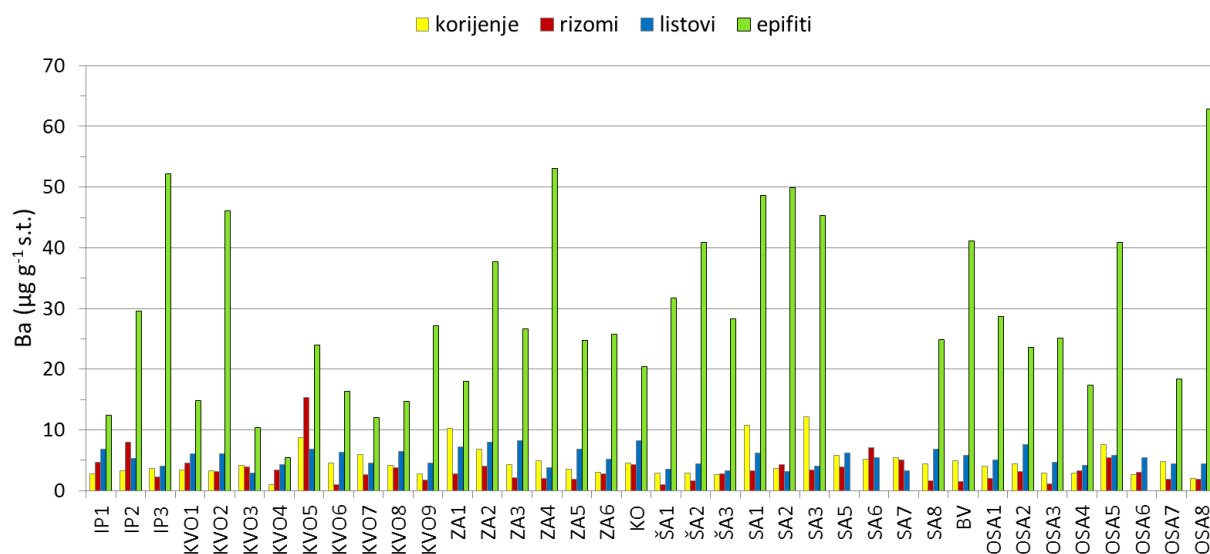
0,20  $\mu\text{g g}^{-1}$  do 1,61  $\mu\text{g g}^{-1}$ . Najviši sadržaj As u listovima zabilježen je na postaji u Starigradskom zaljevu (OSA6), dok je najniži sadržaj izmjeren na postaji u području Trogirskog zaljeva (SA2). Na postaji uz istočnu obalu otoka Zeča (KVO1) zabilježen je najviši sadržaj As u rizomima, dok je najniža vrijednost zabilježena na postaji uz sjeveroistočnu obalu otoka Zlarina (ŠA2). Sadržaj As u epifitima kreće se u rasponu od 0,86  $\mu\text{g g}^{-1}$  do 14,94  $\mu\text{g g}^{-1}$ , pri čemu je najviša vrijednost zabilježena u Starigradskom zaljevu (OSA5), a najniža uz jugoistočnu obalu otoka Cresa (KVO4). Sadržaj As u korijenju i epifitima generalno je viši od sadržaja As zabilježenog u listovima i rizomima cvjetnice. Međutim, odnos koncentracija As u korijenju i rizomima različit je na različitim postajama, na 14 postaja ustanovljene su više koncentracije As u epifitima, a na ostalim postajama više vrijednosti zabilježene su u korijenju.



**Slika 5.8.2.** Maseni udjeli As ( $\mu\text{g g}^{-1}$  s.t.) u lišću, rizomima i korijenju vrste *P. oceanica* te u epifitima.

Na slici 5.8.3 prikazani su maseni udjeli barija ( $\mu\text{g g}^{-1}$  s.t.) izmjereni u organima cvjetnice *P. oceanica* te u epifitima. Na temelju prikazanih rezultata može se zaključiti da se Ba u najvećoj mjeri akumulira u epifitima, u kojima se sadržaj Ba kreće u rasponu od 5,42  $\mu\text{g g}^{-1}$  do 62,9  $\mu\text{g g}^{-1}$ . Najviši sadržaj ustanovljen je na postaji uz sjevernu obalu otoka Visa (OSA8), a najniži na postaji uz jugoistočnu obalu otoka Cresa (KVO4). Ako se razmotre pojedini organi cvjetnice, najviše vrijednosti masenih udjela Ba na većini postaja zabilježene su u lišću. Sadržaj Ba u lišću kreće se unutar raspona od 2,87  $\mu\text{g g}^{-1}$  do 22,9  $\mu\text{g g}^{-1}$ , pri čemu je najviša vrijednost ustanovljena u području Kaštelanskog zaljeva (SA6), a najniža uz zapadnu obalu otoka Lošinja (KVO3). Sadržaj Ba u rizomima i korijenju je sličan i kreće se unutar raspona od 0,95  $\mu\text{g g}^{-1}$  do 15,29  $\mu\text{g g}^{-1}$  (rizomi), te od 0,93  $\mu\text{g g}^{-1}$  do 12,17  $\mu\text{g g}^{-1}$  (korijenje). Najviši maseni udio Ba u

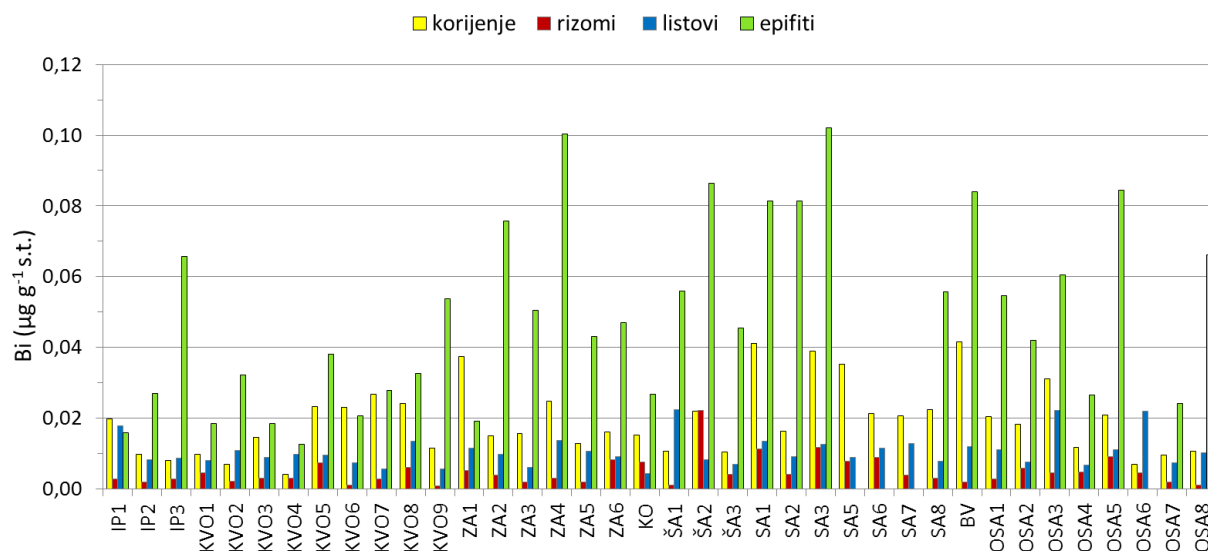
rizomima izmjeren je na postaji uz sjevernu obalu otoka Suska (KVO5), a najniži u području Senjskih vrata (KVO6). Najviši sadržaj u korijenju ustanovljen je na postaji u području Trogirskog zaljeva (SA3), a najniži uz jugoistočnu obalu otoka Cresa (KVO4).



**Slika 5.8.3.** Maseni udjeli Ba ( $\mu\text{g g}^{-1}$  s.t.) u lišću, rizomima i korijenju vrste *P. oceanica* te u epifitima.

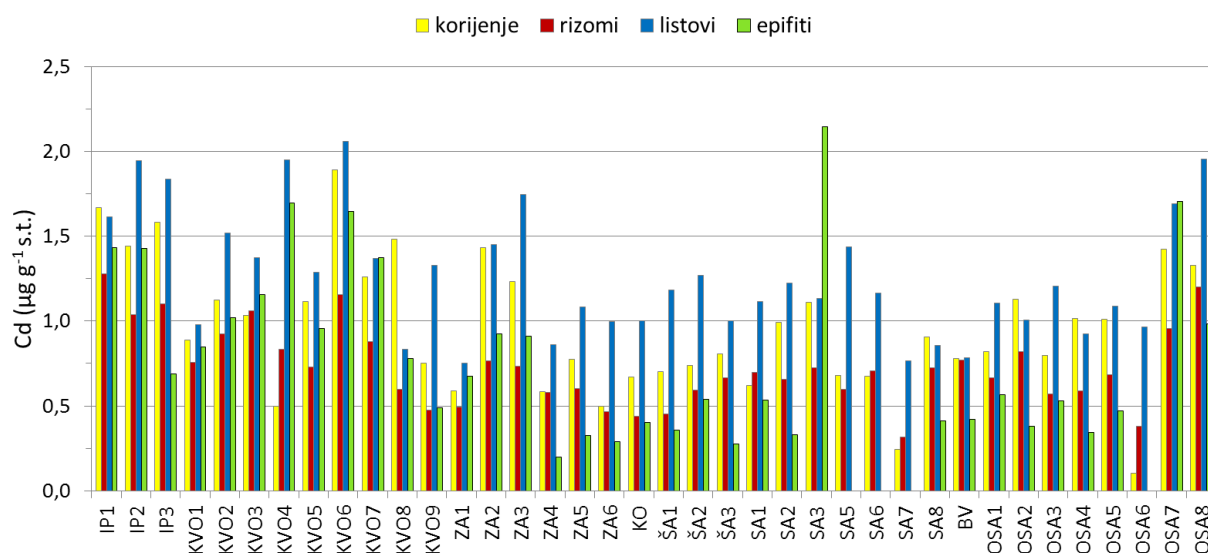
Na slici 5.8.4 prikazani su maseni udjeli bizmuta ( $\mu\text{g g}^{-1}$  s.t.) izmjereni u organima cvjetnice *P. oceanica* te u epifitima. Najviše vrijednosti masenih udjela Bi na većini postaja zabilježene su u epifitima, u kojima se sadržaj Bi kreće u rasponu od  $0,013 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $0,102 \mu\text{g g}^{-1}$ . Najviši sadržaj zabilježen je na postaji SA3 u području Trogirskog zaljeva, a najniži na postaji uz jugoistočnu obalu otoka Cresa (KVO4). Ako se razmotre pojedini organi cvjetnice, najviše vrijednosti masenih udjela Bi na većini postaja zabilježene su u korijenju. Sadržaj Bi u korijenju kreće se u rasponu od  $0,004 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $0,041 \mu\text{g g}^{-1}$ . Najviša vrijednost izmjerena je na postaji u blizini Baške vode (BV), a najniža na postaji uz jugoistočnu obalu otoka Cresa (KVO4). Najniži sadržaj Bi na većini postaja zabilježen je u rizomima cvjetnice i kreće se u rasponu od  $0,001 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $0,022 \mu\text{g g}^{-1}$ . Najviši sadržaj Bi u rizomima zabilježen je na postaji u području Šibenskog kanala, uz sjeveroistočnu obalu otoka Zlarina (ŠA2), dok su najniže vrijednosti ustanovljene na postajama Kvarnerskom zaljevu (KVO6, KVO9), šibenskom akvatoriju (ŠA1) i Viškom akvatoriju (OSA8). Sadržaj Bi u lišću kreće se unutar raspona od  $0,004 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $0,064 \mu\text{g g}^{-1}$ , pri čemu je najviša vrijednost zabilježena na postaji u Starigradskom zaljevu (OSA5), a najniža na postaji u Kornatskom otočju (KO). Na temelju prikazanih rezultata može se zaključiti da se kod većine ispitanih uzoraka sadržaj akumuliranog Bi kreće od najvišeg u epifitima do najnižeg u rizomima, odnosno epifiti > korijenje > lišće > rizomi.





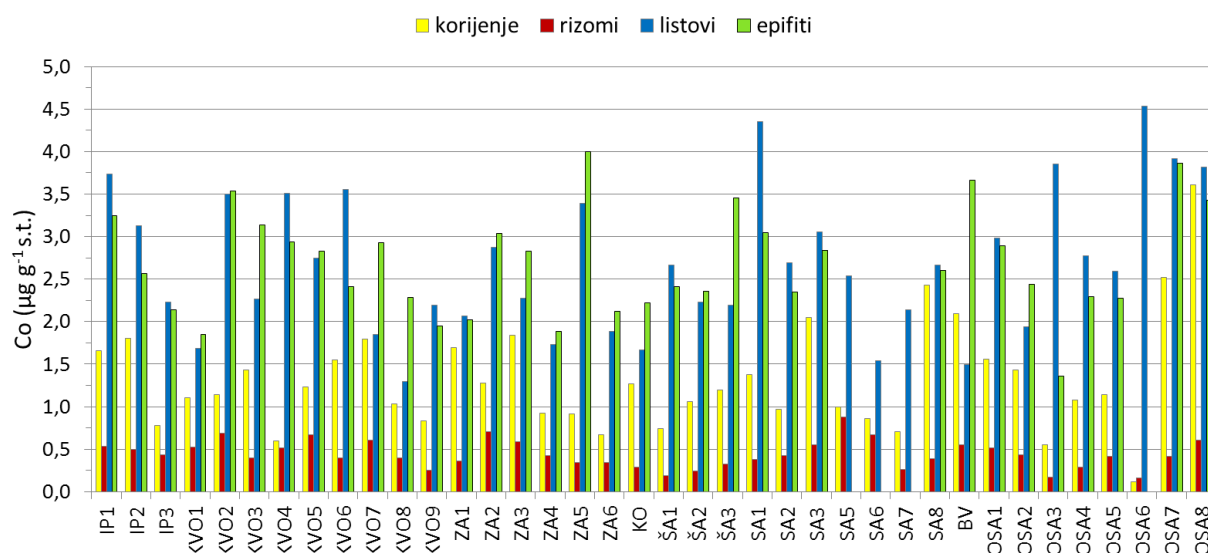
**Slika 5.8.4.** Maseni udjeli Bi ( $\mu\text{g g}^{-1}$  s.t.) u lišću, rizomima i korijenju vrste *P. oceanica* te u epifitima.

Na slici 5.8.5 prikazani su maseni udjeli kadmija ( $\mu\text{g g}^{-1}$  s.t.) izmjereni u organima cvjetnice *P. oceanica* te u epifitima. Ako se razmotre pojedini organi cvjetnice, najviše vrijednosti masenih udjela Cd na većini postaja zabilježene su u lišću. Sadržaj Cd listovima kreće u rasponu od  $0,75 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $2,06 \mu\text{g g}^{-1}$ . Najviši sadržaj zabilježen je na postaji KVO6 u području Senjskih vrata, a najniži na postaji uz zapadnu obalu otoka Vira (ZA1). Sadržaj Cd u korijenju kreće se u rasponu od  $0,10 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $1,89 \mu\text{g g}^{-1}$ , pri čemu je najviša vrijednost izmjerena na postaji KVO6 u području Senjskih vrata, a najniža na postaji u Starigradskom zaljevu (OSA6). Najniži sadržaj Cd na većini postaja zabilježen je u rizomima cvjetnice i kreće se u rasponu od  $0,32 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $1,28 \mu\text{g g}^{-1}$ . Najviši sadržaj Cd u rizomima zabilježen je na postaji uz obalu istarskog poluotoka (IP1), a najniži u području Kaštelanskog zaljeva (SA7). Sadržaj Cd u epifitima kreće se unutar raspona od  $0,20 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $2,15 \mu\text{g g}^{-1}$ , pri čemu je najviša vrijednost izmjerena na postaji u Trogirskom zaljevu (SA3), a najniža na postaji uz jugozapadnu obalu otoka Ošljaka (ZA4). Odnos koncentracija Cd u epifitima i organima cvjetnice različit je na različitim postajama, tj. na nekim postajama najniže koncentracije izmjerene su upravo u epifitima, dok su na nekoliko postaja koncentracije u epifitima bile više od koncentracija ustanovljenih u biljnim organima cvjetnice. Ako se razmotri isključivo raspodjela unutar cvjetnice, može se zaključiti da se kod većine ispitanih uzoraka sadržaj akumuliranog Cd u cvjetnici kreće od najvišeg u lišću do najnižeg u rizomima, odnosno lišće > korijenje > rizomi.



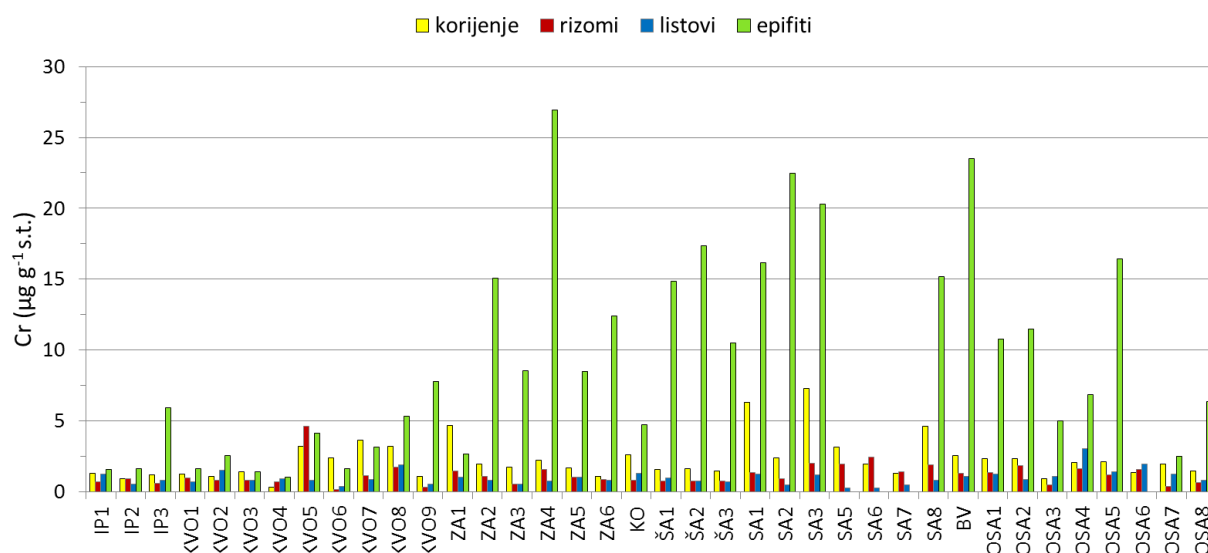
**Slika 5.8.5.** Maseni udjeli Cd ( $\mu\text{g g}^{-1}$  s.t.) u lišću, rizomima i korijenju vrste *P. oceanica* te u epifitima.

Na slici 5.8.6 prikazani su maseni udjeli kobalta ( $\mu\text{g g}^{-1}$  s.t.) izmjereni u organima cvjetnice *P. oceanica* te u epifitima. Ako se razmotre pojedini organi cvjetnice, najviši sadržaj Co na većini postaja zabilježen je u listovima. Sadržaj Co u listovima kreće u rasponu od  $1,29 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $4,54 \mu\text{g g}^{-1}$ . Najviši sadržaj zabilježen je na postaji OSA6 u Starigradskom zaljevu, a najniži na postaji uz sjeverozapadnu obalu otoka Paga (KVO8). Najniže vrijednosti masenog udjela Co na većini postaja ustanovljene su u rizomima cvjetnice. Izmjereni maseni udjeli Co u rizomima kreću se od  $0,16 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $0,88 \mu\text{g g}^{-1}$ , pri čemu je najviša vrijednost izmjerena na postaji SA5 u području Kaštelanskog zaljeva, a najniža na postaji u Starigradskom zaljevu (OSA6). Sadržaj akumuliranog Co u korijenju kreće se u rasponu od  $0,12 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $3,61 \mu\text{g g}^{-1}$ . Najviša vrijednost zabilježena je na postaji uz sjevernu obalu otoka Visa (OSA8), a najniža na postaji u Starigradskom zaljevu (OSA6). Sadržaj Co u epifitima usporediv je s sadržajem Co u lišću cvjetnice. Sadržaj Co u epifitima kreće se u rasponu od  $1,36 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $4,00 \mu\text{g g}^{-1}$ , pri čemu je najviša vrijednost zabilježena uz jugoistočnu obalu otoka Pašmana (ZA5), a najniža na postaji uz sjeverozapadnu obalu Hvara (OSA3). Ako se razmotri isključivo raspodjela unutar cvjetnice, može se zaključiti da se kod većine ispitanih uzoraka sadržaj akumuliranog Co u cvjetnici kreće od najvišeg u lišću do najnižeg u rizomima, odnosno lišće > korijenje > rizomi.



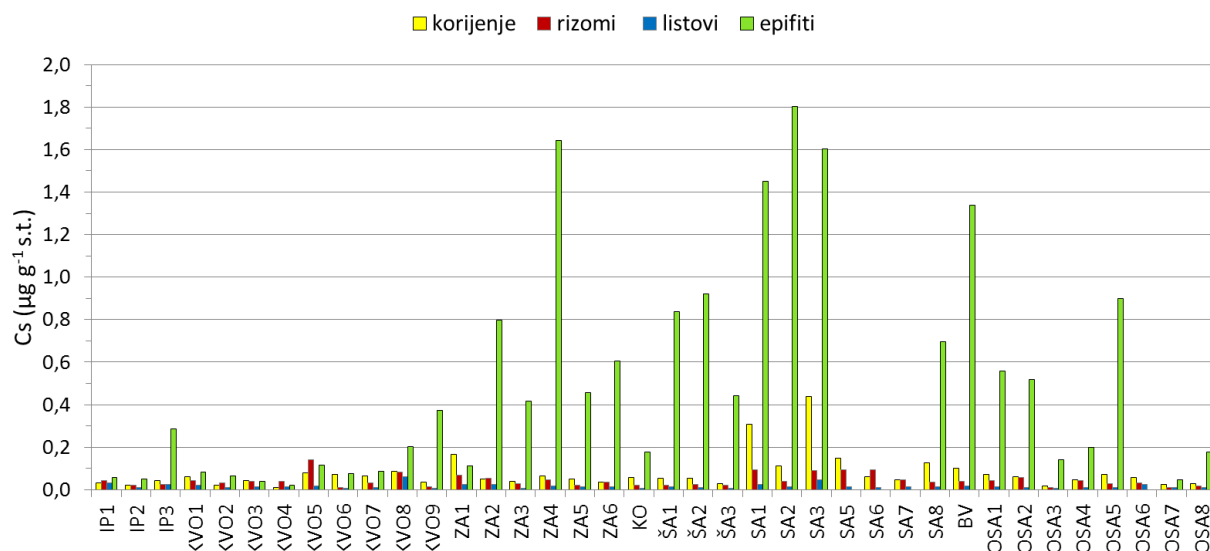
**Slika 5.8.6.** Maseni udjeli Co ( $\mu\text{g g}^{-1}$  s.t.) u lišću, rizomima i korijenju vrste *P. oceanica* te u epifitima.

Na slici 5.8.7 prikazani su maseni udjeli kroma ( $\mu\text{g g}^{-1}$  s.t.) izmjereni u organima cvjetnice *P. oceanica* te u epifitima. Najviše vrijednosti masenog udjela Cr na većini postaja izmjerene su u epifitima i kreću se u rasponu od  $1,00 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $26,9 \mu\text{g g}^{-1}$ . Najviša vrijednost zabilježena je na postaji uz jugozapadnu obalu otoka Ošljaka (ZA4), a najniža uz jugoistočnu obalu Cresa (KVO4). Ako se razmotre pojedini organi cvjetnice, najviši sadržaj Cr na većini postaja zabilježen je u korijenju. Sadržaj Cr u korijenju kreće u rasponu od  $0,30 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $7,29 \mu\text{g g}^{-1}$ . Najviši sadržaj zabilježen je na postaji SA3 u Trogirskom zaljevu, a najniži uz jugoistočnu obalu Cresa (KVO4). Izmjereni maseni udjeli Cr u rizomima i listovima kreću se od  $0,17 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $4,59 \mu\text{g g}^{-1}$  (rizomi), te od  $0,25 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $3,05 \mu\text{g g}^{-1}$  (listovi). Najviša vrijednost u rizomima izmjerena je na postaji uz sjevernu obalu otoka Suska (KVO5), a najniža na postaji u području Senjskih vrata (KVO6). Najviši sadržaj Cr u listovima zabilježen je u Starigradskom zaljevu (OSA4), a najniži na postajama u Kaštelanskom zaljevu (SA5 i SA6). Sadržaj Cr u epifitima usporediv je s sadržajem Cr u lišću cvjetnice. Sadržaj Cr u epifitima kreće se u rasponu od  $1,36 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $4,00 \mu\text{g g}^{-1}$ , pri čemu je najviša vrijednost zabilježena uz jugoistočnu obalu otoka Pašmana (ZA5), a najniža na postaji uz sjeverozapadnu obalu Hvara (OSA3).



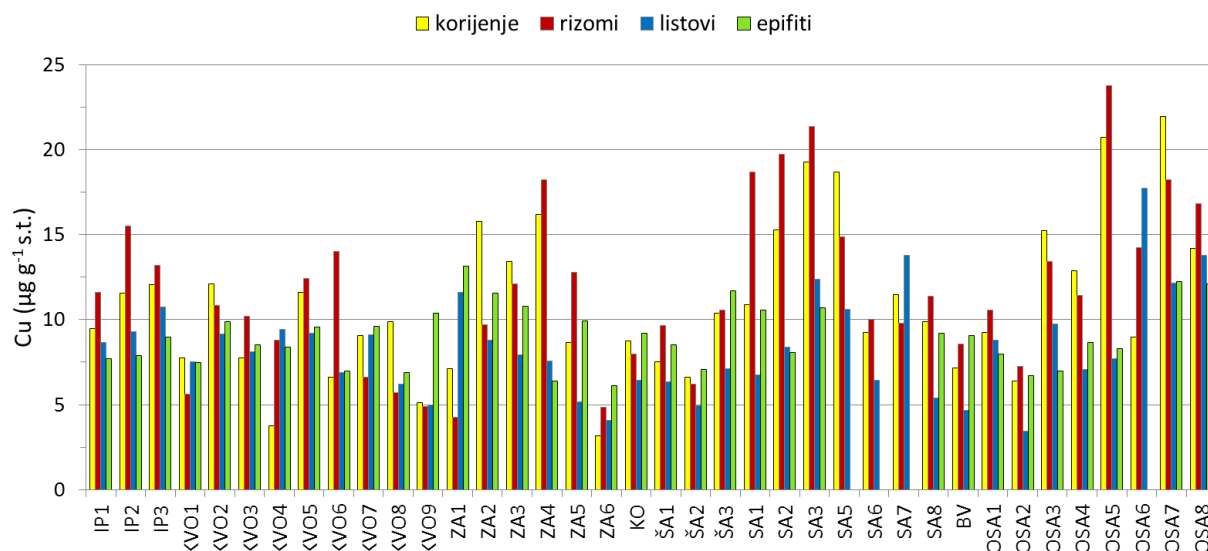
**Slika 5.8.7.** Maseni udjeli Cr ( $\mu\text{g g}^{-1}$  s.t.) u lišću, rizomima i korijenju vrste *P. oceanica* te u epifitima.

Na slici 5.8.8 prikazani su maseni udjeli cezija ( $\mu\text{g g}^{-1}$  s.t.) izmjereni u organima cvjetnice *P. oceanica* te u epifitima. Najviši sadržaj Cs na većini postaja zabilježen je u epifitima i kreće se u rasponu od  $0,021 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $1,80 \mu\text{g g}^{-1}$ . Najviša vrijednost ustanovljena je na postaji SA2 u Trogirskom zaljevu, a najniža uz jugoistočnu obalu Cresa (KVO4). Ako se razmotre pojedini organi cvjetnice, najviši udjeli Cs na većini postaja ustanovljeni su u korijenju, a najniži u listovima. Sadržaj Cs u korijenju kreće u rasponu od  $0,009 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $0,437 \mu\text{g g}^{-1}$ . Najviši sadržaj zabilježen je na postaji SA3 u Trogirskom zaljevu, a najniži uz jugoistočnu obalu Cresa (KVO4). Izmjereni maseni udjeli Cs u lišću kreću se od  $0,006 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $0,061 \mu\text{g g}^{-1}$ , pri čemu je najviša vrijednost izmjerena na postaji uz sjeverozapadnu obalu Paga (KVO8), dok su najniže vrijednosti izmjerene na postajama u Kvarnerskom zaljevu (KVO6, KVO9), Kvarnerskom otočju (KO) i Hvarskom akvatoriju (OSA3). Sadržaj akumuliranog Cs u rizomima kreće se u rasponu od  $0,008 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $0,141 \mu\text{g g}^{-1}$ . Najviši sadržaj zabilježen je na postaji uz sjevernu obalu otoka Suska (KVO5), a najniži u području Senjskih vrata (KVO6). Na temelju prikaznih rezultata može se zaključiti da se kod većine ispitanih uzoraka sadržaj akumuliranog Cs kreće od najvišeg u epifitima do najnižeg u lišću, odnosno epifiti > korijenje > rizomi > lišće.



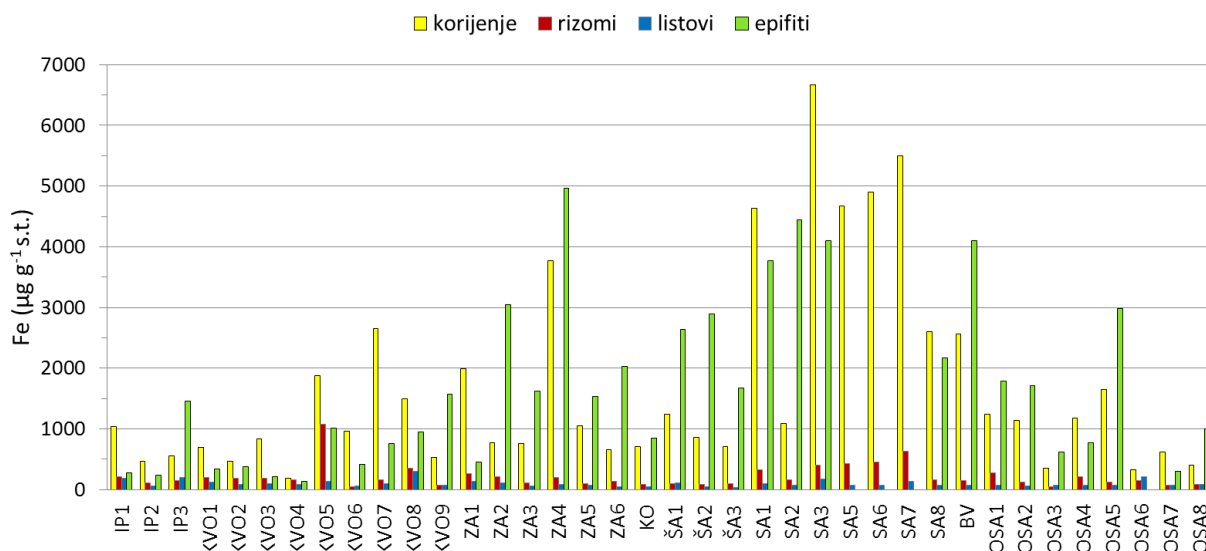
**Slika 5.8.8.** Maseni udjeli Cs ( $\mu\text{g g}^{-1}$  s.t.) u lišću, rizomima i korijenju vrste *P. oceanica* te u epifitima.

Na slici 5.8.9 prikazani su maseni udjeli bakra ( $\mu\text{g g}^{-1}$  s.t.) izmjereni u organima cvjetnice *P. oceanica* te u epifitima. Na temelju prikazanih rezultata ne može se donijeti zaključak o prevladavajućoj raspodjeli bakra između pojedinih organa cvjetnice i epifita, tj. raspodjela Cu je različita na različitim postajama. Vrijednosti masenog udjela Cu u listovima kreću se u rasponu od  $3,44 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $17,7 \mu\text{g g}^{-1}$ , pri čemu je najviša vrijednost ustanovljena na postaji u Starigradskom zaljevu (OSA6), a najniža uz sjeverozapadnu obalu Brača (OSA2). Maseni udjeli Cu u rizomima kreću se od  $4,26 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $23,8 \mu\text{g g}^{-1}$ . Maseni udjeli Cu u korijenju kreću se od  $3,18 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $22,0 \mu\text{g g}^{-1}$ . Najviši sadržaj u rizomima ustanovljen je na postaji OSA5 u Starigradskom zaljevu, a najniži uz zapadnu obalu otoka Vira (ZA1). Najviši sadržaj u korijenju izmjeren je u uvali Rukavac otoka Visa (OSA7), a najniži na postaji uz jugoistočnu obalu otoka Žižanj (ZA6). Sadržaj Cu u epifitima kreće se u rasponu od  $6,13 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $13,2 \mu\text{g g}^{-1}$ , pri čemu je najviša vrijednost zabilježena uz zapadnu obalu otoka Vira (ZA1), a najniža na postaji uz jugoistočnu obalu otoka Žižanj (ZA6).



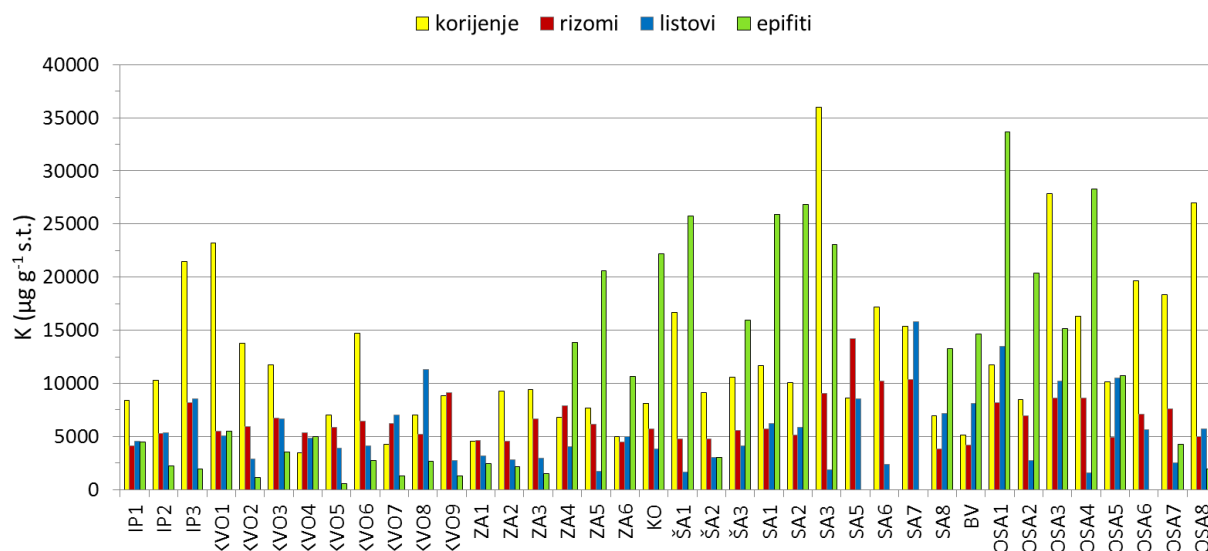
**Slika 5.8.9.** Maseni udjeli Cu ( $\mu\text{g g}^{-1}$  s.t.) u lišću, rizomima i korijenju vrste *P. oceanica* te u epifitima.

Na slici 5.8.10 prikazani su maseni udjeli željeza ( $\mu\text{g g}^{-1}$  s.t.) izmjereni u organima cvjetnice *P. oceanica* te u epifitima. Ako se razmotre pojedini organi cvjetnice, najviši sadržaj Fe na većini postaja zabilježen je u korijenju. Sadržaj Fe u korijenju kreće se u rasponu od  $184 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $6666 \mu\text{g g}^{-1}$ . Najviši sadržaj zabilježen je na postaji SA3 u Trogirskom zaljevu, a najniži uz jugoistočnu obalu otoka Cresa (KVO4). Najniže vrijednosti masenog udjela Fe na većini postaja ustanovljene su u lišću cvjetnice. Sadržaj Fe u listovima kreće se od  $40,1 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $302 \mu\text{g g}^{-1}$ , pri čemu je najviša vrijednost izmjerena uz sjeverozapadnu obalu Paga (KVO8), a najniža na postaji u Primoštenskom zaljevu (ŠA3). Sadržaj Fe u rizomima kreće se u rasponu od  $48,5 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $1073 \mu\text{g g}^{-1}$ . Najviša vrijednost zabilježena je na postaji uz sjevernu obalu Suska (KVO8), a najniža uz sjeverozapadnu obalu Hvara (OSA3). Sadržaj Fe u epifitima viši je od sadržaja Fe u lišću i rizomima cvjetnice. Vrijednosti masenog udjela Fe u epifitima kreću se u rasponu od  $133 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $4961 \mu\text{g g}^{-1}$ . Najviša vrijednost zabilježena je uz jugozapadnu obalu otoka Ošljak (ZA4), a najniža uz jugoistočnu obalu Cresa (KVO4). Ako se razmotri isključivo raspodjela unutar cvjetnice, može se zaključiti da se kod većine ispitanih uzoraka sadržaj akumuliranog Fe u cvjetnici kreće od najvišeg u korijenju do najnižeg u lišću, odnosno korijenje > rizomi > lišće.



**Slika 5.8.10.** Maseni udjeli Fe ( $\mu\text{g g}^{-1}$  s.t.) u lišću, rizomima i korijenju vrste *P. oceanica* te u epifitima.

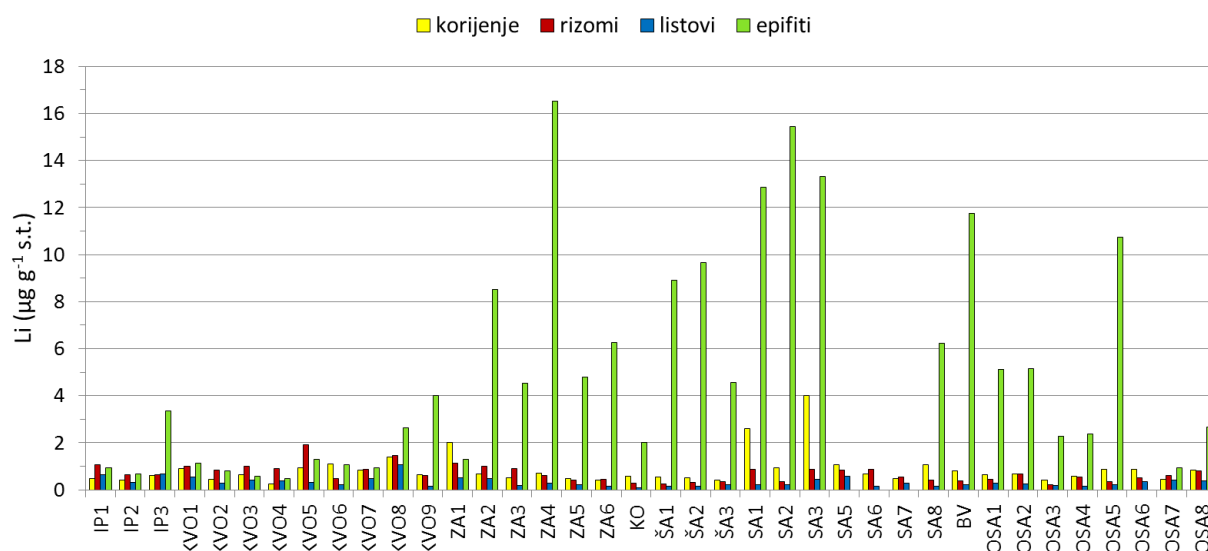
Na slici 5.8.11 prikazani su maseni udjeli kalija ( $\mu\text{g g}^{-1}$  s.t.) izmjereni u organima cvjetnice *P. oceanica* te u epifitima. Ako se razmotre pojedini organi cvjetnice, najviši sadržaj K na većini postaja zabilježen je u korijenju. Sadržaj K u navedenom organu biljke kreće se u rasponu od  $3479 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $36021 \mu\text{g g}^{-1}$ . Najviši sadržaj zabilježen je na postaji SA3 u Trogirskom zaljevu, a najniži uz jugoistočnu obalu otoka Cresca (KVO4). Najniže vrijednosti masenog udjela K na većini postaja ustanovljene su u rizomima cvjetnice. Na temelju prikazanih rezultata ne može se donijeti zaključak o prevladavajućoj raspodjeli kalija između pojedinih organa cvjetnice, tj. raspodjela K je različita na različitim postajama. Sadržaj K u rizomima kreće se od  $3824 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $14176 \mu\text{g g}^{-1}$ , pri čemu je najviša vrijednost izmjerena na postaji SA5 u području Kaštelanskog zaljeva, a najniža na postaji u uvali Žnjan (SA5). Sadržaj K u listovima kreće se u rasponu od  $1598 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $15796 \mu\text{g g}^{-1}$ . Najviša vrijednost zabilježena je na postaji SA7 u području Kaštelanskog zaljeva, a najniža na postaji u Starigradskom zaljevu (OSA4). Sadržaj K u epifitima kreće se u rasponu od  $571 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $33657 \mu\text{g g}^{-1}$ , pri čemu je najviša vrijednost izmjerena uz južnu obalu Čiova (OSA1), a najniža uz sjevernu obalu Suska (KVO5).



**Slika 5.8.11.** Maseni udjeli K ( $\mu\text{g g}^{-1}$  s.t.) u lišću, rizomima i korijenju vrste *P. oceanica* te u epifitima.

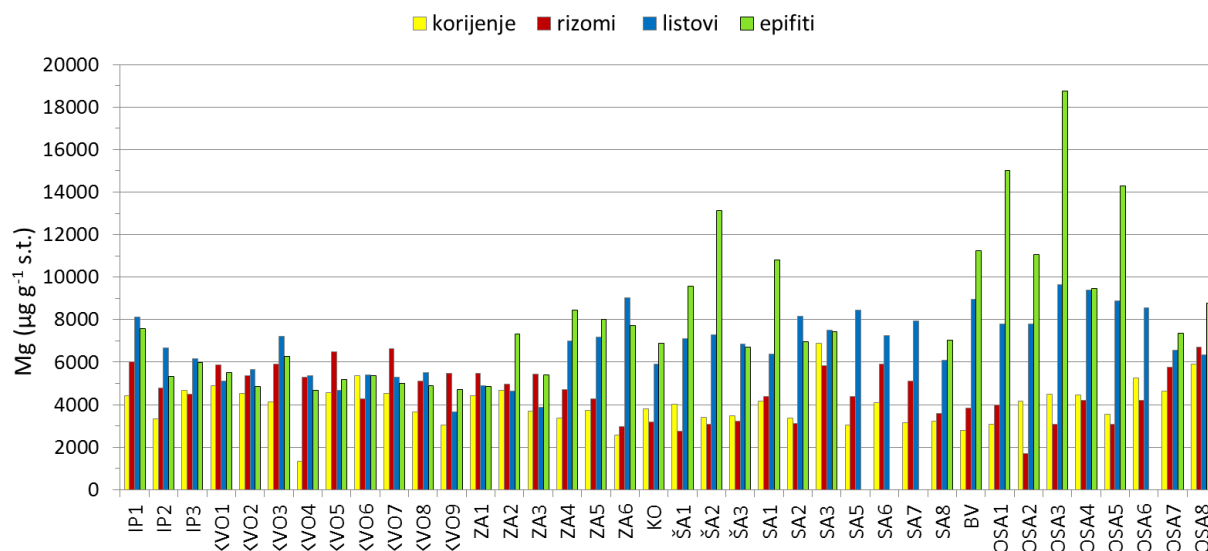
Na slici 5.8.12 prikazani su maseni udjeli litija ( $\mu\text{g g}^{-1}$  s.t.) izmjereni u organima cvjetnice *P. oceanica* te u epifitima. Najviši maseni udjeli Li na većini postaja izmjereni su u epifitima. Sadržaj Li u epifitima kreće se u rasponu od  $0,48 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $16,5 \mu\text{g g}^{-1}$ . Najviša vrijednost izmjerena je uz jugozapadnu obalu otoka Ošljaka (ZA4), a najniža uz jugoistočnu obalu Cresa (KVO4). Ako se razmotre pojedini organi cvjetnice, najniže vrijednosti masenog udjela Li ustanovljene su u listovima, u kojima se sadržaj Li kreće u rasponu od  $0,09 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $1,08 \mu\text{g g}^{-1}$ . Najviši sadržaj zabilježen je uz sjeverozapadnu obalu Paga (KVO8), a najniži kod obale otoka Levrnaka u području Kornatskog otočja (KO). Vrijednosti masenog udjela Li ustanovljene u rizomima i korijenju kreću se u rasponu od  $0,21 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $1,93 \mu\text{g g}^{-1}$  (rizomi), te od  $0,24 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $4,01 \mu\text{g g}^{-1}$  (korijenje). Najviša vrijednost u rizomima izmjerena je na postaji uz sjevernu obalu Suska (KVO5), a najniža na postaji uz sjeverozapadnu obalu Hvara (OSA3). Najviši sadržaj Li u korijenju zabilježen je na postaji SA3 u Trogirskom zaljevu, a najniži uz sjevernu obalu Suska (KVO5). Na temelju prikazanih rezultata ne može se donijeti zaključak o prevladavajućoj raspodjeli litija između pojedinih organa cvjetnice, tj. raspodjela je različita na različitim postajama, na 15 postaja Li se u najvećem djelu akumulira u rizomima, dok je na 22 postaje najviši sadržaj Li ustanovljen u korijenju.





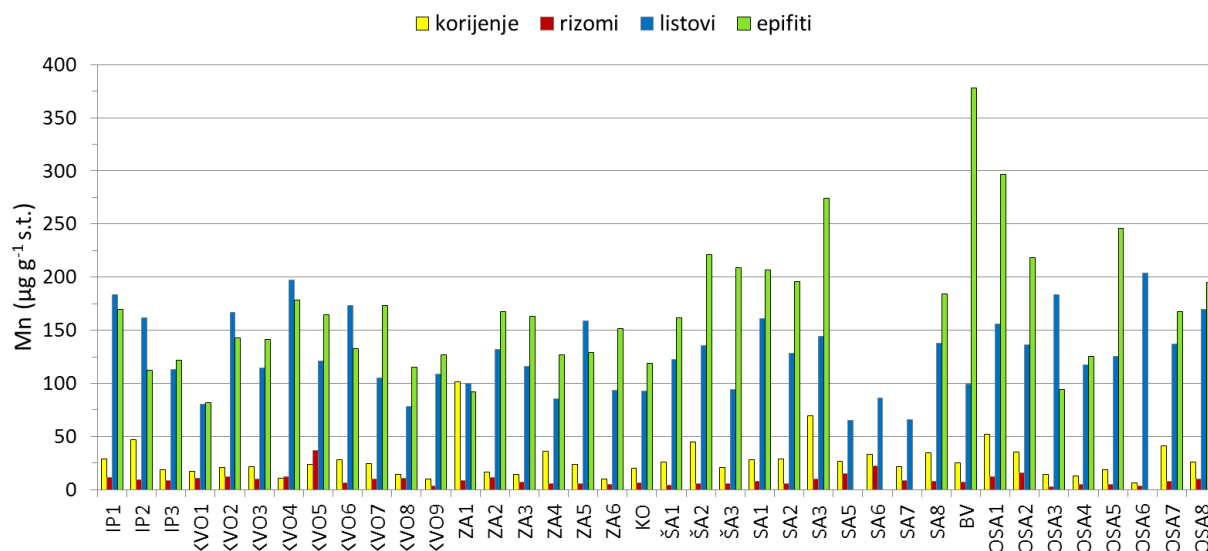
**Slika 5.8.12.** Maseni udjeli Li ( $\mu\text{g g}^{-1}$  s.t.) u lišću, rizomima i korijenju vrste *P. oceanica* te u epifitima.

Na slici 5.8.13 prikazani su maseni udjeli magnezija ( $\mu\text{g g}^{-1}$  s.t.) izmjereni u organima cvjetnice *P. oceanica* te u epifitima. Ako se razmotre pojedini organi cvjetnice, najviši sadržaj Mg na većini postaja zabilježen je u listovima. Sadržaj Mg u listovima kreće se u rasponu od  $3648 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $9660 \mu\text{g g}^{-1}$ . Najviši sadržaj zabilježen je na postaji OSA3 uz sjeverozapadnu obalu Hvara, a najniži na postaji uz južnu obalu otoka Mauna (KVO9). Vrijednosti masenog udjela Mg ustanovljene u rizomima i korijenju kreću se u rasponu od  $1706 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $6693 \mu\text{g g}^{-1}$  (rizomi), te od  $1339 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $6879 \mu\text{g g}^{-1}$  (korijenje). Najviša vrijednost u rizomima izmjerena je na postaji uz sjevernu obalu Visa (OSA8), a najniža na postaji uz sjeverozapadnu obalu Brača (OSA2). Najviši sadržaj Mg u korijenju zabilježen je na postaji SA3 u Trogirskom zaljevu, a najniži na postaji KVO4 uz jugoistočnu obalu Cresa. Izmjereni maseni udjeli Mg u epifitima kreću se u rasponu od  $4671 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $18764 \mu\text{g g}^{-1}$ , pri čemu je najviša vrijednost zabilježena na postaji OSA3 uz sjeverozapadnu obalu Hvara, a najniža na postaji KVO4 uz jugoistočnu obalu Cresa.



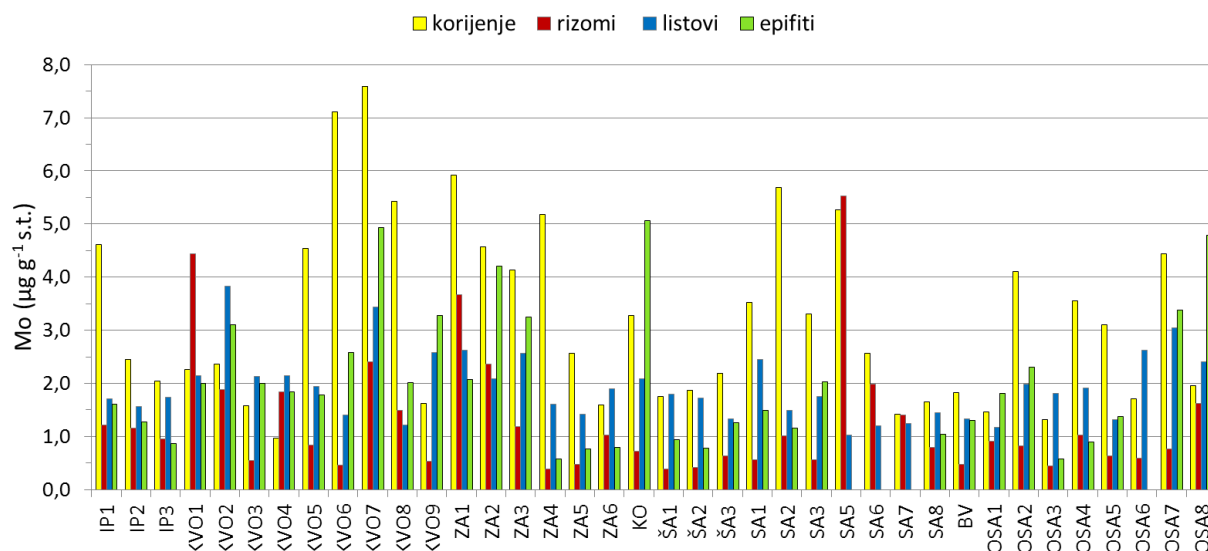
**Slika 5.8.13.** Maseni udjeli Mg ( $\mu\text{g g}^{-1}$  s.t.) u lišću, rizomima i korijenju vrste *P. oceanica* te u epifitima.

Na slici 5.8.14 prikazani su maseni udjeli mangana ( $\mu\text{g g}^{-1}$  s.t.) izmjereni u organima cvjetnice *P. oceanica* te u epifitima. Ako se razmotre pojedini organi cvjetnice, najviši sadržaj Mn na većini postaja zabilježen je u listovima. Sadržaj Mn u listovima kreće u rasponu od  $65,0 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $203 \mu\text{g g}^{-1}$ . Najviši sadržaj zabilježen je na postaji OSA6 u Starigradskom zaljevu, a najniži na postaji SA5 u Kaštelanskom zaljevu. Najniže vrijednosti masenog udjela Mn na većini postaja ustanovljene su u rizomima cvjetnice. Sadržaj Mn u rizomima kreće se od  $2,73 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $37,1 \mu\text{g g}^{-1}$ , pri čemu je najviša vrijednost izmjerena na postaji uz sjevernu obalu Suska (KVO5), a najniža uz sjeverozapadnu obalu otoka Hvara (OSA3). Sadržaj akumuliranog Mn u korijenju kreće se u rasponu od  $6,12 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $101 \mu\text{g g}^{-1}$ . Najviša vrijednost zabilježena je na postaji uz zapadnu obalu otoka Vira (ZA1), a najniža na postaji u Starigradskom zaljevu (OSA6). Sadržaj Mn u epifitima kreće se u rasponu od  $81,9 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $378 \mu\text{g g}^{-1}$ , pri čemu je najviša vrijednost izmjerena na postaji u blizini Baške vode (BV), a najniža na postaji uz istočnu obalu otoka Zeča (KVO3). Ako se razmotri isključivo raspodjela unutar cvjetnice, može se zaključiti da se kod većine ispitanih uzoraka sadržaj akumuliranog Mn u cvjetnici kreće od najvišeg u lišću, do najnižeg u rizomima, odnosno lišće > korijenje > rizomi.



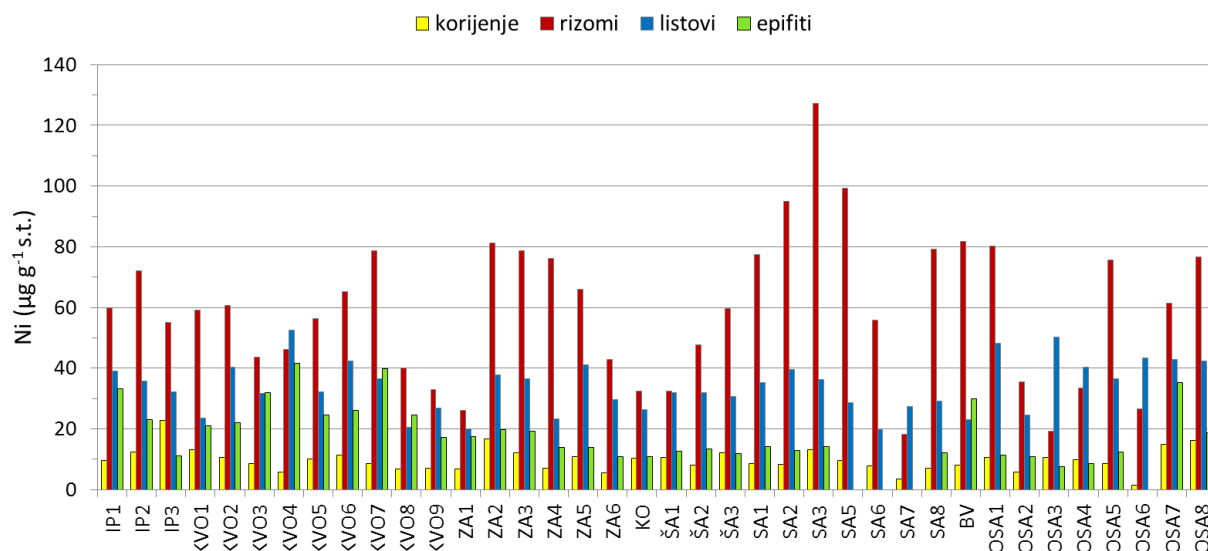
**Slika 5.8.14.** Maseni udjeli Mn ( $\mu\text{g g}^{-1}$  s.t.) u lišću, rizomima i korijenju vrste *P. oceanica* te u epifitima.

Na slici 5.8.15 prikazani su maseni udjeli molibdena ( $\mu\text{g g}^{-1}$  s.t.) izmjereni u organima cvjetnice *P. oceanica* te u epifitima. Na temelju prikazanih rezultata ne može se donijeti zaključak o prevladavajućoj raspodjeli molibdena između pojedinih organa cvjetnice i epifita, tj. raspodjela Mo je različita na različitim postajama. Maseni udjeli Mo ustanovljeni u listovima cvjetnice kreću se u rasponu od  $1,03 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $3,83 \mu\text{g g}^{-1}$ . Najviša vrijednost zabilježena je na postaji uz jugozapadnu obalu otoka Unije (KVO2), a najniža na postaji SA5 u području Kaštelanskog zaljeva. Sadržaj Mo u rizomima kreće se od  $0,39 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $1,28 \mu\text{g g}^{-1}$ , pri čemu je najviša vrijednost izmjerena na postaji SA3 u području Trogirskog zaljeva, a najniža na postaji uz sjeveroistočnu obalu otočića Arta Vela (ŠA1). Sadržaj akumuliranog Mo u korijenju kreće se u rasponu od  $0,96 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $7,59 \mu\text{g g}^{-1}$ . Najviši sadržaj zabilježen je na postaji KVO7 uz obalu poluotoka Frkanj (otok Rab), a najniži uz jugoistočnu obalu Cresa (KVO4). Izmjereni maseni udjeli Mo u epifitima kreću se u rasponu od  $0,57 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $5,06 \mu\text{g g}^{-1}$ , pri čemu je najviša vrijednost izmjerena na postaji u Kornatskom otočju (KO), a najniža na postaji uz jugozapadnu obalu Ošljaka (ZA4).



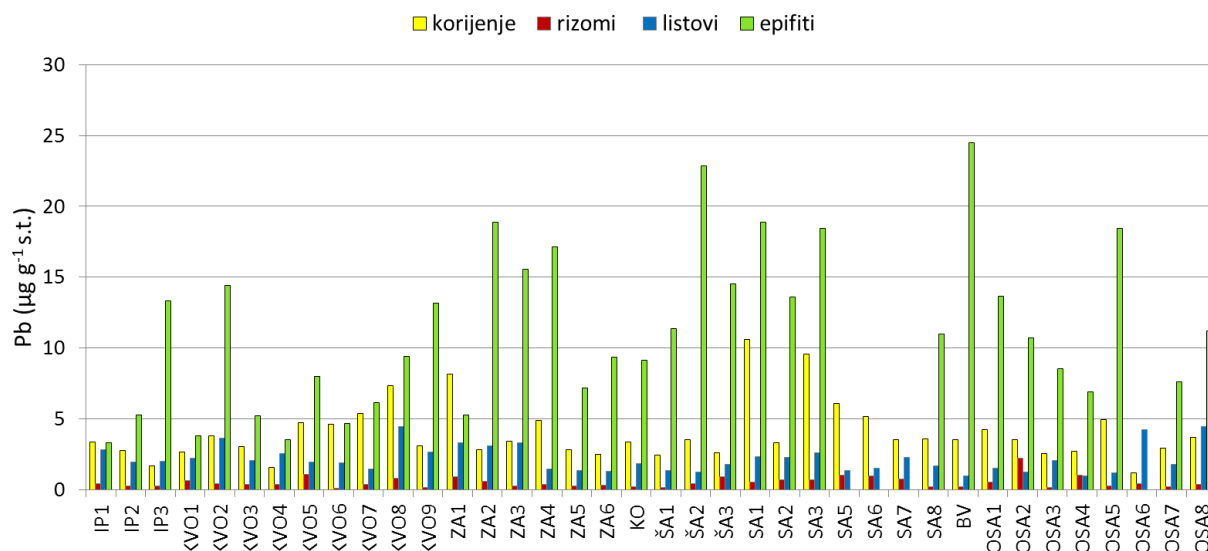
**Slika 5.8.15.** Maseni udjeli Mo ( $\mu\text{g g}^{-1}$  s.t.) u lišću, rizomima i korijenju vrste *P. oceanica* te u epifitima.

Na slici 5.8.16 prikazani su maseni udjeli nikla ( $\mu\text{g g}^{-1}$  s.t.) izmjereni u organima cvjetnice *P. oceanica* te u epifitima. Iz prikazanih rezultata vidljivo je da je najviši sadržaj Ni na većini postaja zabilježen u rizomima cvjetnice. Izmjereni maseni udjeli Ni u rizomima kreću se u rasponu od  $18,1 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $127 \mu\text{g g}^{-1}$ , pri čemu je najviša vrijednost zabilježena na postaji SA3 u Trogirskom zaljevu, a najniža na postaji SA7 u području Kaštelanskog zaljeva. Najniži sadržaj Ni na većini postaja izmjeren je u korijenju cvjetnice. Maseni udjeli Ni u korijenju kreću se unutar raspona od  $1,35 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $22,8 \mu\text{g g}^{-1}$ , pri čemu je najviša vrijednost zabilježena uz jugoistočnu obalu istarskog poluotoka (IP3), a najniža na postaji OSA6 u Starigradskom zaljevu. Izmjereni maseni udjeli Ni u listovima kreću se u rasponu od  $19,6 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $52,6 \mu\text{g g}^{-1}$ , pri čemu je najviša vrijednost izmjerena uz jugoistočnu obalu Cresa (KVO4), a najniža na postaji SA6 u području Kaštelanskog zaljeva. Sadržaj Ni u korijenju kreće se u rasponu od  $0,12 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $3,61 \mu\text{g g}^{-1}$ . Sadržaj Ni u epifitima usporediv je s sadržajem Ni u lišću i korijenju cvjetnice. Sadržaj Ni u epifitima kreće se u rasponu od  $7,44 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $41,59 \mu\text{g g}^{-1}$ , pri čemu je najviša vrijednost izmjerena na postaji uz jugoistočnu obalu otoka Cresa (KVO4), a najniža na postaji uz sjeverozapadnu obalu otoka Hvara (OSA3). Ako se razmotri isključivo raspodjela unutar cvjetnice, može se zaključiti da se kod većine ispitanih uzoraka sadržaj akumuliranog Ni u cvjetnici kreće od najvišeg u rizomima, do najnižeg u korijenju, odnosno rizomi > listovi > korijenje.



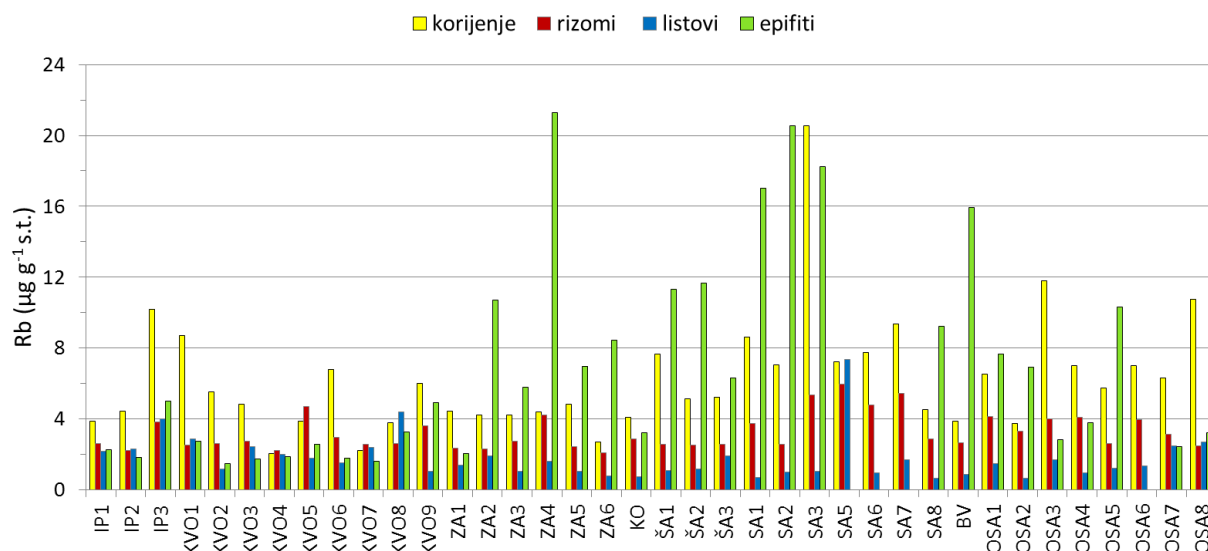
**Slika 5.8.16.** Maseni udjeli Ni ( $\mu\text{g g}^{-1}$  s.t.) u lišću, rizomima i korijenju vrste *P. oceanica* te u epifitima.

Na slici 5.8.17 prikazani su maseni udjeli olova ( $\mu\text{g g}^{-1}$  s.t.) izmjereni u organima cvjetnice *P. oceanica* te u epifitima. Iz prikazanih rezultata vidljivo je da je najviši sadržaj Pb na većini postaja zabilježen u epifitima. Sadržaj Pb u epifitima kreće se u rasponu od  $3,33 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $49,6 \mu\text{g g}^{-1}$ , pri čemu je najviša vrijednost izmjerena na postaji uz sjevernu obalu Visa (OSA8), a najniža uz jugoistočnu obalu otoka Cresa (KVO4). Ako se razmotre pojedini organi cvjetnice, najviši maseni udjeli Pb na većini postaja izmjereni su u korijenju. Sadržaj Pb u korijenju kreće se u rasponu od  $1,18 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $10,6 \mu\text{g g}^{-1}$ . Najviša vrijednost zabilježena je na postaji SA1 u Trogirskom zaljevu, a najniža na postaji OSA6 u Starigradskom zaljevu. Najniže vrijednosti masenog udjela Pb ustanovljene su u rizomima cvjetnice. Izmjereni maseni udjeli Pb u rizomima kreću se od  $0,11 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $2,19 \mu\text{g g}^{-1}$ , pri čemu je najviša vrijednost izmjerena na postaji OSA2 kod otoka Brača, a najniža na postaji u Senjskim vratima (KVO6). Sadržaj akumuliranog Pb u listovima kreće se u rasponu od  $0,98 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $4,46 \mu\text{g g}^{-1}$ . Najviša vrijednost zabilježena je na postaji uz sjevernu obalu otoka Visa (OSA8), a najniža na postaji u blizini Baške vode (BV). Na temelju dobivenih rezultata može se zaključiti da se kod većine ispitanih uzoraka sadržaj akumuliranog Pb kreće od najvišeg u epifitima, do najnižeg u lišću, odnosno epifiti > korijenje > rizomi > lišće.



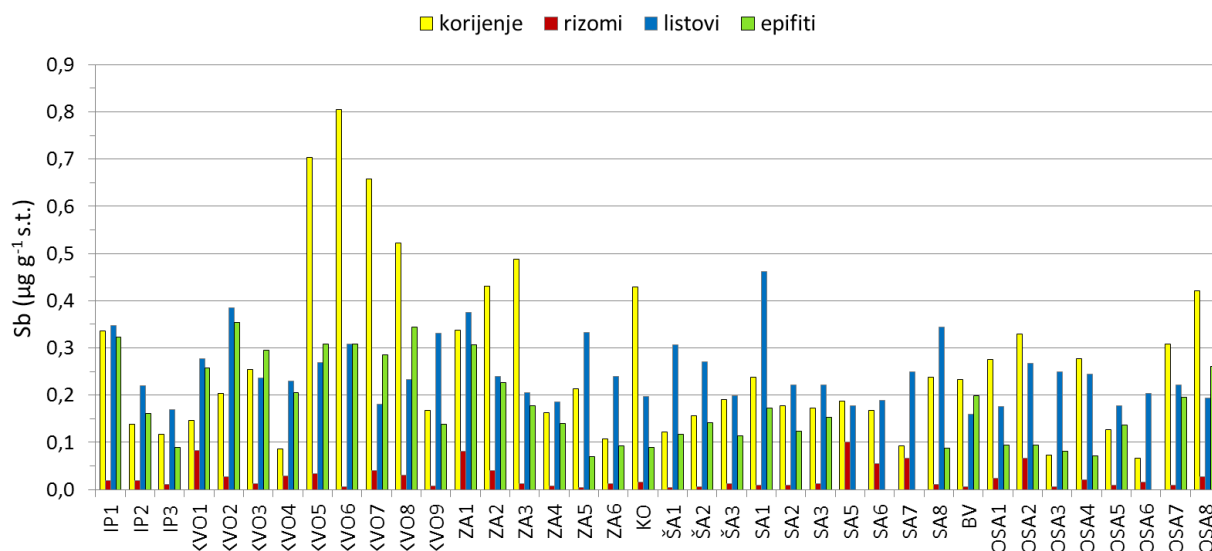
**Slika 5.8.17.** Maseni udjeli Pb ( $\mu\text{g g}^{-1}$  s.t.) u lišću, rizomima i korijenju vrste *P. oceanica* te u epifitima.

Na slici 5.8.18 prikazani su maseni udjeli rubidija ( $\mu\text{g g}^{-1}$  s.t.) izmjereni u organima cvjetnice *P. oceanica* te u epifitima. Ako se razmotre pojedini organi cvjetnice, najviši sadržaj Rb na većini postaja zabilježen je u korijenju. Maseni udjeli Rb u korijenju kreću se u rasponu od  $2,06 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $20,6 \mu\text{g g}^{-1}$ . Najviša vrijednost zabilježena je na postaji SA3 u Trogirskom zaljevu, a najniža na postaji uz jugoistočnu obalu otoka Cresa (KVO4). Najniže vrijednosti masenog udjela Rb na većini postaja ustanovljene su u lišću cvjetnice. Izmjereni sadržaj Rb u listovima kreće se od  $0,62 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $7,36 \mu\text{g g}^{-1}$ , pri čemu je najviša vrijednost izmjerena na postaji SA5 u području Kaštelanskog zaljeva, a najniža na postaji OSA2 kod otoka Brača. Sadržaj akumuliranog Rb u rizomima kreće se u rasponu od  $2,06 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $5,96 \mu\text{g g}^{-1}$ . Najviša vrijednost zabilježena je na postaji SA5 u Kaštelanskom zaljevu, a najniža na postaji uz jugoistočnu obalu otoka Žižanj (ZA6). Izmjereni maseni udjeli Rb u epifitima kreću se u rasponu od  $1,46 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $21,3 \mu\text{g g}^{-1}$ , pri čemu je najviša vrijednost izmjerena uz jugozapadnu obalu otoka Ošljaka (ZA4), a najniža na postaji uz jugozapadnu obalu otoka Unije (KVO2). Ako se razmotri isključivo raspodjela unutar cvjetnice, može se zaključiti da se kod većine ispitanih uzoraka sadržaj akumuliranog Rb u cvjetnici kreće od najvišeg u korijenju, do najnižeg u lišću, odnosno korijenje > rizomi > lišće.



**Slika 5.8.18.** Maseni udjeli Rb ( $\mu\text{g g}^{-1}$  s.t.) u lišću, rizomima i korijenju vrste *P. oceanica* te u epifitima.

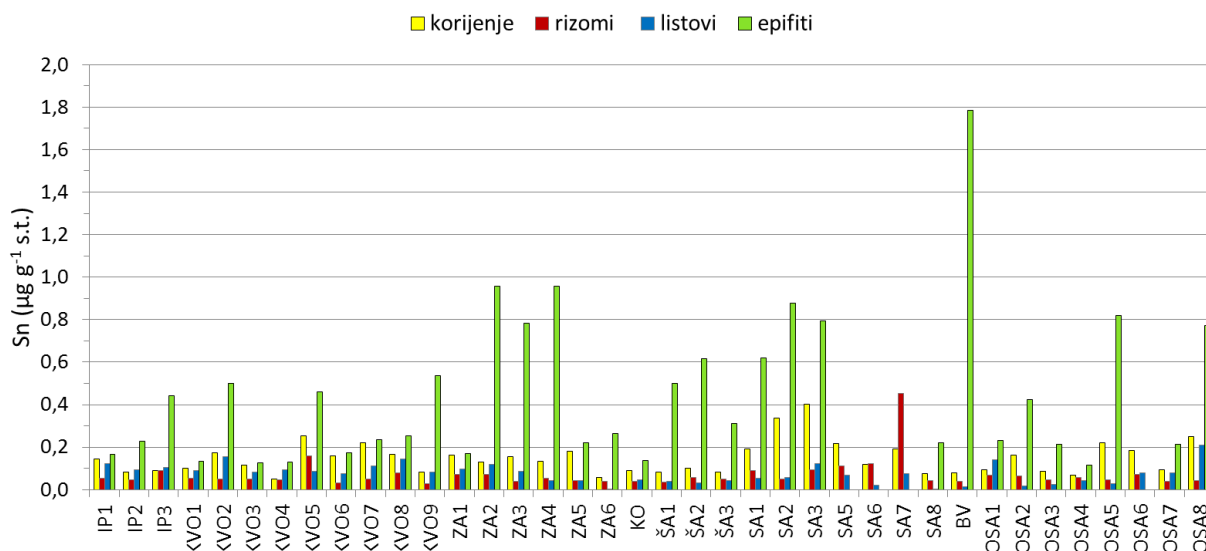
Na slici 5.8.19 prikazani su maseni udjeli antimona ( $\mu\text{g g}^{-1}$  s.t.) izmjereni u organima cvjetnice *P. oceanica* te u epifitima. Ako se razmotre pojedini organi cvjetnice, vidljivo je da je najniži sadržaj Sb na većini postaja zabilježen u rizomima. Maseni udjeli Sb u rizomima kreću se u rasponu od  $0,004 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $0,100 \mu\text{g g}^{-1}$ . Najviša vrijednost zabilježena je na postaji SA5 u Kaštelanskom zaljevu, a najniža na postaji uz jugoistočnu obalu otoka Pašmana (ZA5). Na 23 postaje najviši sadržaj Sb ustanovljen je u lišću, dok su na preostalim postajama najviše vrijednosti zabilježene u korijenju. Sadržaj Sb u lišću kreće se u rasponu od  $0,159 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $0,638 \mu\text{g g}^{-1}$ . Najviša vrijednost zabilježena je na postaji SA7 u području Kaštelanskog zaljeva, a najniža na postaji u blizini Baške vode (BV). Sadržaj Sb u korijenju kreće se u rasponu od  $0,066 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $0,804 \mu\text{g g}^{-1}$ , pri čemu je najviša vrijednost izmjerena na postaji u području Senjskih vrata (KVO6), a najniža na postaji OSA6 u Starigradskom zaljevu. Izmjereni maseni udjeli Sb u epifitima kreću se u rasponu od  $0,070 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $0,355 \mu\text{g g}^{-1}$ , pri čemu je najviša vrijednost izmjerena na postaji uz jugozapadnu obalu otoka Unije (KVO2), a najniža uz jugoistočnu obalu otoka Pašmana (ZA5).



**Slika 5.8.19.** Maseni udjeli Sb ( $\mu\text{g g}^{-1}$  s.t.) u lišću, rizomima i korijenju vrste *P. oceanica* te u epifitima.

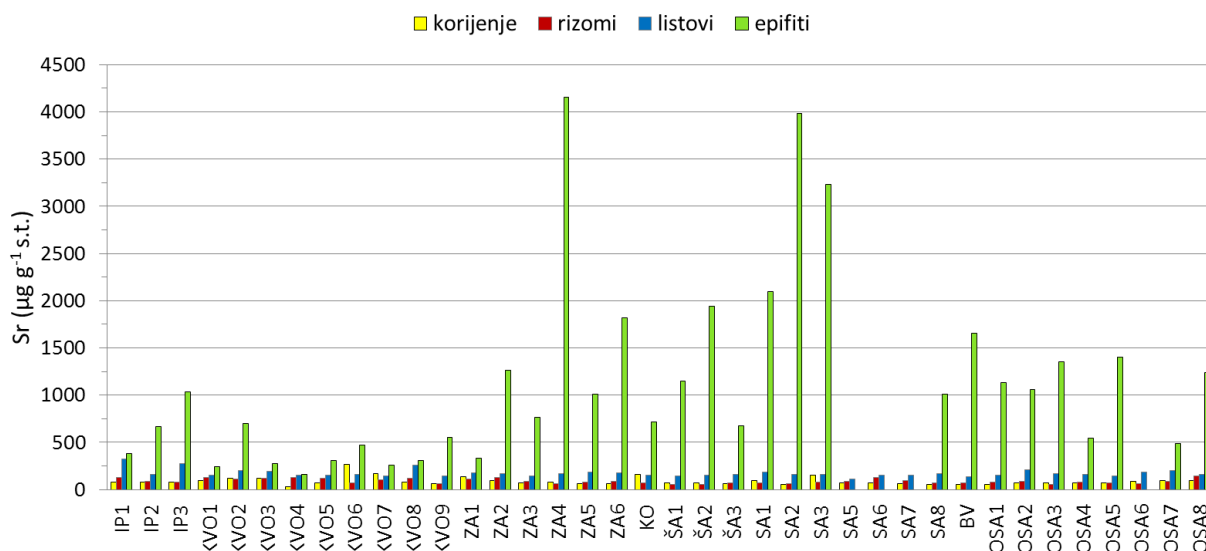
Na slici 5.8.20 prikazani su maseni udjeli kositra ( $\mu\text{g g}^{-1}$  s.t.) izmjereni u organima cvjetnice *P. oceanica* te u epifitima. Iz prikazanih rezultata vidljivo je da su najviše vrijednosti masenog udjela Sn na većini postaja zabilježene u epifitima. Sadržaj Sn u epifitima kreće se u rasponu od  $0,114 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $1,786 \mu\text{g g}^{-1}$ , pri čemu je najviša vrijednost izmjerena na postaji u blizini Baške vode (BV), a najniža na postaji OSA4 u Starigradskom zaljevu. Ako se razmotre pojedini organi cvjetnice, vidljivo je da je najviši sadržaj Sn na većini postaja ustanovljen u korijenju. Maseni udjeli Sn u korijenju kreću se u rasponu od  $0,050 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $0,401 \mu\text{g g}^{-1}$ . Najviša vrijednost zabilježena je na postaji SA3 u Trogirskom zaljevu, a najniža uz jugoistočnu obalu otoka Cresca (KVO4). Izmjereni maseni udjeli Sn u rizomima kreću se od  $0,029 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $0,451 \mu\text{g g}^{-1}$ , pri čemu je najviša vrijednost izmjerena na postaji SA7 u području Kaštelanskog zaljeva, a najniža na postaji uz južnu obalu otoka Mauna (KVO9). Sadržaj Sn u lišću kreće se u rasponu od  $0,003 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $0,208 \mu\text{g g}^{-1}$ . Najviša vrijednost zabilježena je na postaji uz sjevernu obalu otoka Visa (OSA8), a najniža na postaji u uvali Žnjan (SA8).





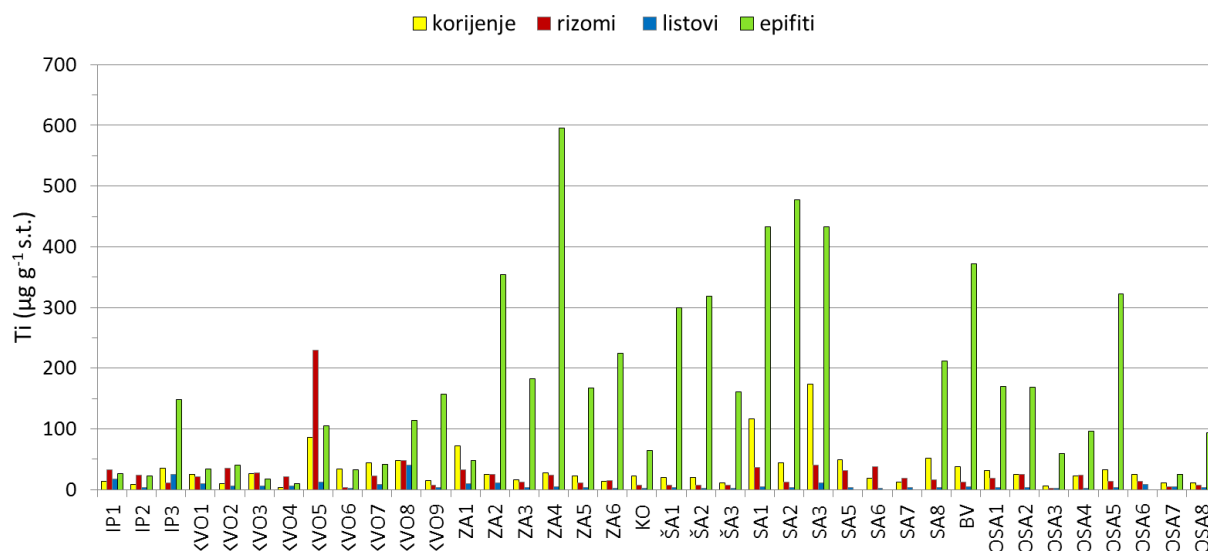
**Slika 5.8.20.** Maseni udjeli Sn ( $\mu\text{g g}^{-1}$  s.t.) u lišću, rizomima i korijenju vrste *P. oceanica* te u epifitima.

Na slici 5.8.21 prikazani su maseni udjeli stroncija ( $\mu\text{g g}^{-1}$  s.t.) izmjereni u organima cvjetnice *P. oceanica* te u epifitima. Iz prikazanih rezultata vidljivo je da je najviši sadržaj Sr na većini postaja zabilježen u epifitima. Sadržaj Sr u epifitima kreće se u rasponu od  $163 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $4151 \mu\text{g g}^{-1}$ , pri čemu je najviša vrijednost izmjerena na postaji uz jugozapadnu obalu otoka Ošljaka (ZA4), a najniža uz jugoistočnu obalu otoka Cresa (KVO4). Ako se razmotre pojedini organi cvjetnice, može se zaključiti da je najviši sadržaj Sr na većini postaja zabilježen u listovima. Sadržaj Sr u listovima kreće se u rasponu od  $115 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $323 \mu\text{g g}^{-1}$ . Najviša vrijednost zabilježena je na postaji uz južni dio istarskog poluotoka (IP1), a najniža na postaji SA5 u području Kaštelanskog zaljeva. Na 23 postaje najniže vrijednosti masenog udjela Sr ustanovljene su u korijenju, a na 14 postaja najniže vrijednosti zabilježene su u rizomima cvjetnice. Sadržaj Sr u korijenju kreće se u rasponu od  $26,8 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $268 \mu\text{g g}^{-1}$ , pri čemu je najviša vrijednost izmjerena na postaji u području Senjskih vrata (KVO6), a najniža uz jugoistočnu obalu otoka Cresa (KVO4). Sadržaj Sr u rizomima kreće se u rasponu od  $52,8 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $141 \mu\text{g g}^{-1}$ . Najviša vrijednost zabilježena je na postaji uz sjevernu obalu otoka Visa (OSA8), a najniža na postaji uz sjeverozapadnu obalu Hvara (OSA3).



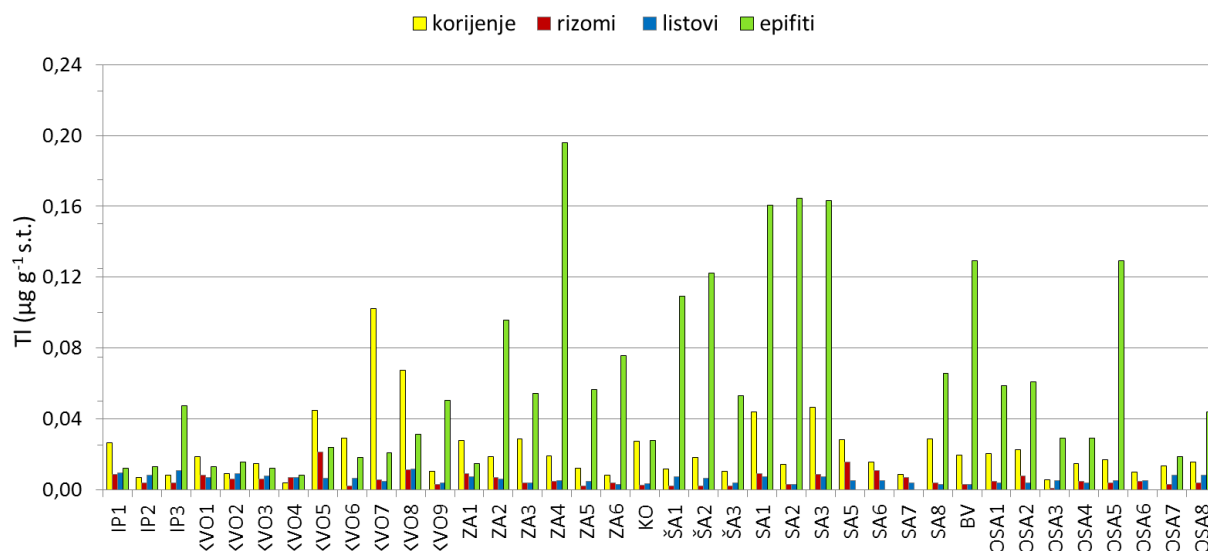
**Slika 5.8.21.** Maseni udjeli Sr ( $\mu\text{g g}^{-1}$  s.t.) u lišću, rizomima i korijenju vrste *P. oceanica* te u epifitima.

Na slici 5.8.22 prikazani su maseni udjeli titanija ( $\mu\text{g g}^{-1}$  s.t.) izmjereni u organima cvjetnice *P. oceanica* te u epifitima. Na temelju prikazanih rezultata ne može se donijeti zaključak o prevladavajućoj raspodjeli titanija između pojedinih organa cvjetnice i epifita, tj. raspodjela Ti je različita na različitim postajama. Ako se razmotre pojedini organi cvjetnice, vidljivo je da su najniže vrijednosti masenog udjela Ti na većini postaja ustanovljene u listovima. Sadržaj Ti u listovima kreće se u rasponu od  $1,64 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $40,0 \mu\text{g g}^{-1}$ . Najviša vrijednost zabilježena je na postaji uz sjeverozapadnu obalu otoka Paga (KVO8), a najniža na postaji u Primoštenskom zaljevu (ŠA3). Vrijednosti masenih udjela Ti ustanovljene u rizomima kreću se u rasponu od  $2,37 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $230 \mu\text{g g}^{-1}$ . Maseni udjeli Ti u korijenju kreću se od  $2,90 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $174 \mu\text{g g}^{-1}$ . Najviša vrijednost u rizomima izmjerena je na postaji uz sjevernu obalu Suska (KVO5), a najniža uz sjeverozapadnu obalu Hvara (OSA3). Najviši sadržaj Ti u korijenju zabilježen je na postaji SA3 u Trogirskom zaljevu, a najniži uz jugoistočnu obalu otoka Cresa (KVO4). Sadržaj Ti u epifitima kreće se u rasponu od  $9,48 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $596 \mu\text{g g}^{-1}$ , pri čemu je najviša vrijednost izmjerena na postaji uz jugozapadnu obalu otoka Ošljaka (ZA4), a najniža uz jugoistočnu obalu otoka Cresa (KVO4).



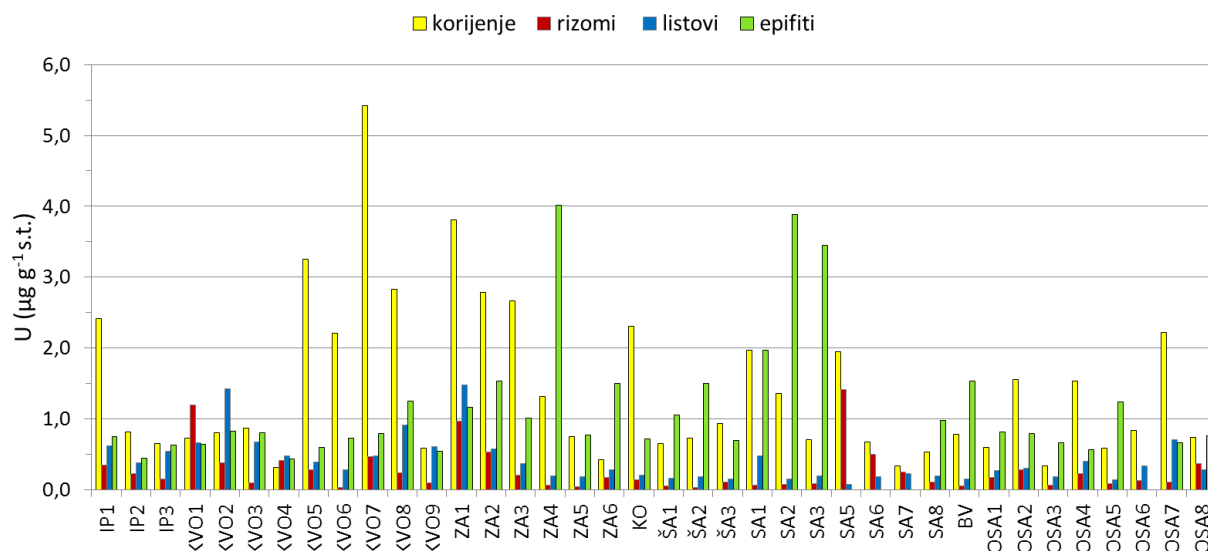
**Slika 5.8.22.** Maseni udjeli Ti ( $\mu\text{g g}^{-1}$  s.t.) u lišću, rizomima i korijenju vrste *P. oceanica* te u epifitima.

Na slici 5.8.23 prikazani su maseni udjeli talija ( $\mu\text{g g}^{-1}$  s.t.) izmjereni u organima cvjetnice *P. oceanica* te u epifitima. Na temelju prikazanih rezultata ne može se donijeti zaključak o prevladavajućoj raspodjeli talija između pojedinih organa cvjetnice i epifita, tj. raspodjela Tl je različita na različitim postajama. Ako se razmotre pojedini organi cvjetnice, vidljivo je da su najviše vrijednosti masenog udjela Tl na većini postaja ustanovljene u korijenju. Maseni udjeli Tl u korijenju kreću se u rasponu od  $0,004 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $0,041 \mu\text{g g}^{-1}$ . Najviša vrijednost zabilježena je na postaji KVO7 kod otoka Raba, a najniža uz jugoistočnu obalu otoka Cresa (KVO4). Vrijednosti masenog udjela Tl ustanovljene u rizomima i listovima kreću se u rasponu od  $0,001 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $0,021 \mu\text{g g}^{-1}$  (rizomi), te od  $0,003 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $0,011 \mu\text{g g}^{-1}$  (listovi). Najviša vrijednost masenog udjela Tl u rizomima izmjerena je uz sjevernu obalu otoka Suska (KVO5), a najniža uz sjeverozapadnu obalu otoka Hvara (OSA3). Najviši sadržaj Tl u listovima zabilježen je na dvije postaje u Kvarnerskom zaljevu (IP2 i KVO8), a najniži na postajama u splitskom akvatoriju (SA2 i SA8), zadarskom akvatoriju (ZA6), Kornatskom otočju (KO) i akvatoriju Baške vode (BV). Sadržaj Tl u epifitima kreće se u rasponu od  $0,008 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $0,196 \mu\text{g g}^{-1}$ , pri čemu je najviša vrijednost izmjerena na postaji uz jugozapadnu obalu otoka Ošljaka (ZA4), a najniža na postaji uz jugoistočnu obalu otoka Cresa (KVO4).



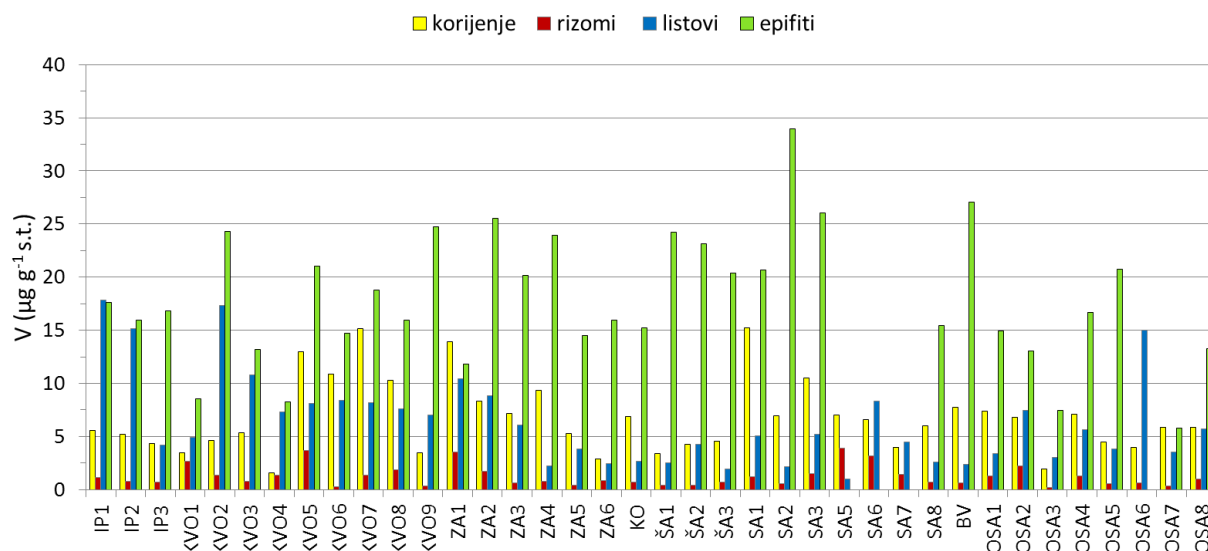
**Slika 5.8.23.** Maseni udjeli Tl ( $\mu\text{g g}^{-1}$  s.t.) u lišću, rizomima i korijenju vrste *P. oceanica* te u epifitima.

Na slici 5.8.24 prikazani su maseni udjeli uranija ( $\mu\text{g g}^{-1}$  s.t.) izmjereni u organima cvjetnice *P. oceanica* te u epifitima. Ako se razmotre pojedini organi cvjetnice, vidljivo je da su najviši maseni udjeli uranija na većini postaja ustanovljeni u korijenju. Maseni udjeli U u korijenju kreću se u rasponu od  $0,312 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $5,42 \mu\text{g g}^{-1}$ . Najviša vrijednost zabilježena je na postaji KVO7 kod otoka Raba, a najniža na postaji uz jugoistočnu obalu otoka Cresca (KVO4). Najniže vrijednosti masenog udjela uranija na većini postaja ustanovljene su u rizomima cvjetnice. Sadržaj U u rizomima kreće se od  $0,033 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $1,415 \mu\text{g g}^{-1}$ , pri čemu je najviša vrijednost izmjerena na postaji SA5 u području Kaštelanskog zaljeva, a najniža na postaji uz sjeveroistočnu obalu otoka Zlarina (ŠA2). Sadržaj U u listovima kreće se u rasponu od  $0,073 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $1,48 \mu\text{g g}^{-1}$ . Najviša vrijednost zabilježena je na postaji uz zapadnu obalu otoka Vira (ZA1), a najniža na postaji u SA5 u području Kaštelanskog zaljeva. Sadržaj U u epifitima kreće se u rasponu od  $0,438 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $4,01 \mu\text{g g}^{-1}$ , pri čemu je najviša vrijednost izmjerena uz jugozapadnu obalu otoka Ošljaka (ZA4), a najniža na postaji uz jugoistočnu obalu otoka Cresca (KVO4). Ako se razmotri isključivo raspodjela unutar cvjetnice, može se zaključiti da se kod većine ispitanih uzoraka sadržaj akumuliranog U u cvjetnici kreće od najvišeg u korijenju, do najnižeg u rizomima, odnosno korijenje > lišće > rizomi.



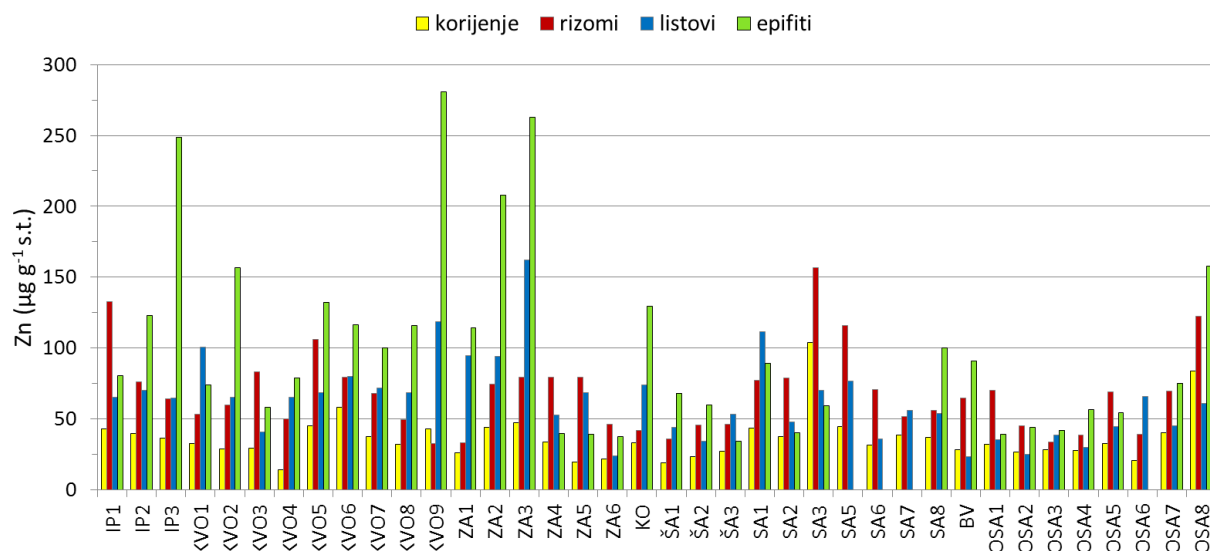
**Slika 5.8.24.** Maseni udjeli U ( $\mu\text{g g}^{-1}$  s.t.) u lišću, rizomima i korijenju vrste *P. oceanica* te u epifitima.

Na slici 5.8.25 prikazani su maseni udjeli vanadija ( $\mu\text{g g}^{-1}$  s.t.) izmjereni u organima cvjetnice *P. oceanica* te u epifitima. Iz prikazanih rezultata vidljivo je da su najviše vrijednosti masenog udjela V na većini postaja zabilježene u epifitima. Sadržaj V u epifitima kreće se u rasponu od  $5,79 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $33,9 \mu\text{g g}^{-1}$ , pri čemu je najviša vrijednost izmjerena na postaji SA2 u Trogirskom zaljevu, a najniža u uvali Rukavac otoka Visa (OSA8). Ako se razmotre pojedini organi cvjetnice, vidljivo je da su najniže vrijednosti masenog udjela V ustanovljene u rizomima cvjetnice. Sadržaj V u rizomima kreće se u rasponu od  $0,19 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $3,90 \mu\text{g g}^{-1}$ , pri čemu je najviša vrijednost izmjerena na postaji SA5 u Kaštelanskom zaljevu, a najniža na postaji uz sjeverozapadnu obalu otoka Hvara (OSA3). Na 24 postaje najviši sadržaj V zabilježen je u korijenju, dok je na preostalim postajama najviši sadržaj V izmjeran u lišću. Sadržaj V u korijenju kreće se u rasponu od  $1,59 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $15,3 \mu\text{g g}^{-1}$ , pri čemu je najviša vrijednost izmjerena na postaji SA1 u Trogirskom zaljevu, a najniža na postaji uz jugoistočnu obalu otoka Cresca (KVO4). Sadržaj V u listovima kreće se u rasponu od  $1,00 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $17,8 \mu\text{g g}^{-1}$ , pri čemu je najviša vrijednost izmjerena na postaji uz jugozapadnu obalu otoka Unije (KVO2), a najniža na postaji SA5 u Kaštelanskom zaljevu. Sadržaj V u epifitima kreće se u rasponu od  $5,79 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $33,9 \mu\text{g g}^{-1}$ , pri čemu je najviša vrijednost izmjerena na postaji SA2 u Trogirskom zaljevu, a najniža u uvali Rukavac otoka Visa (OSA7).



**Slika 5.8.25.** Maseni udjeli V ( $\mu\text{g g}^{-1}$  s.t.) u lišću, rizomima i korijenju vrste *P. oceanica* te u epifitima.

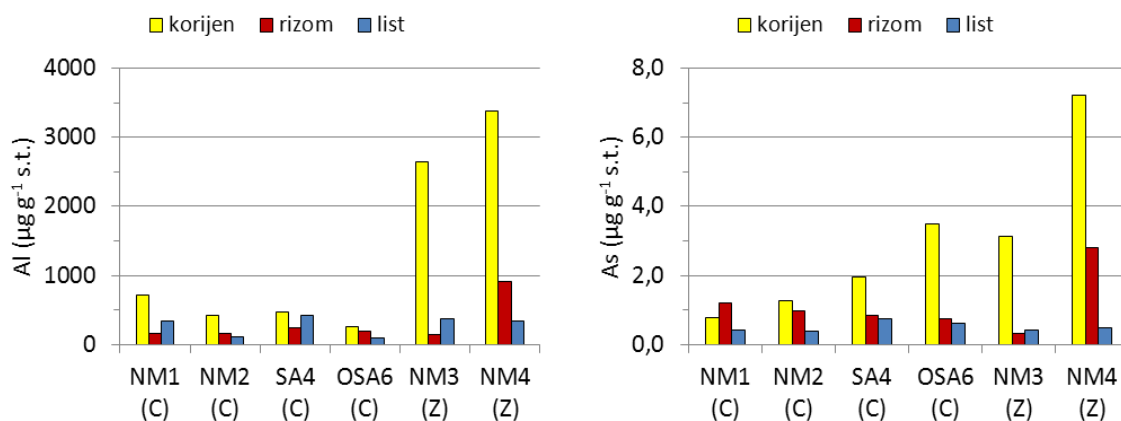
Na slici 5.8.26 prikazani su maseni udjeli cinka ( $\mu\text{g g}^{-1}$  s.t.) izmjereni u organima cvjetnice *P. oceanica* te u epifitima. Na temelju prikazanih rezultata ne može se donijeti zaključak o prevladavajućoj raspodjeli cinka između pojedinih organa cvjetnice i epifita, tj. raspodjela Zn je različita na različitim postajama. Na 20 postaja najviši sadržaj Zn zabilježen je u rizomima, dok je na preostalim postajama najviši sadržaj Zn izmjeren u lišću. Vrijednosti masenog udjela Zn u rizomima kreću se u rasponu od  $32,6 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $156 \mu\text{g g}^{-1}$ , pri čemu je najviša vrijednost izmjerena na postaji SA3 u Trogirskom zaljevu, a najniža na postaji KVO9 uz južnu obalu otoka Mauna. Sadržaj Zn u listovima kreće se u rasponu od  $23,5 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $162 \mu\text{g g}^{-1}$ , pri čemu je najviša vrijednost izmjerena na postaji uz jugozapadnu obalu otoka Molata (ZA3), a najniža na postaji u blizini Baške vode (BV). Izmjereni maseni udjeli Zn u korijenju kreću se u rasponu od  $14,2 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $104 \mu\text{g g}^{-1}$ , pri čemu je najviša vrijednost izmjerena na postaji SA3 u području Trogirskog zaljeva, a najniža uz jugoistočnu obalu otoka Cresa (KVO4). Sadržaj Zn u epifitima kreće se u rasponu od  $34,0 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $281 \mu\text{g g}^{-1}$ . Najviša vrijednost zabilježena je na postaji uz južnu obalu otoka Mauna (KVO9), a najniža na postaji u Primoštenskom zaljevu (ŠA3).



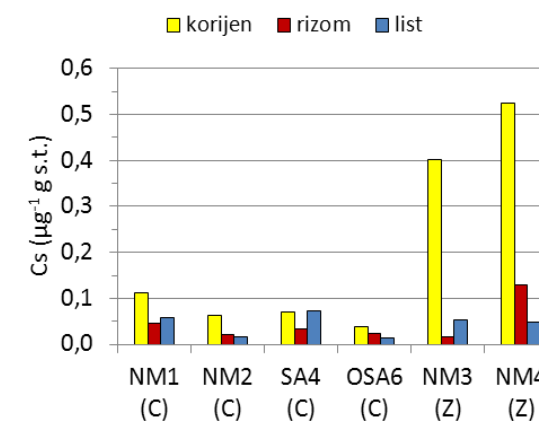
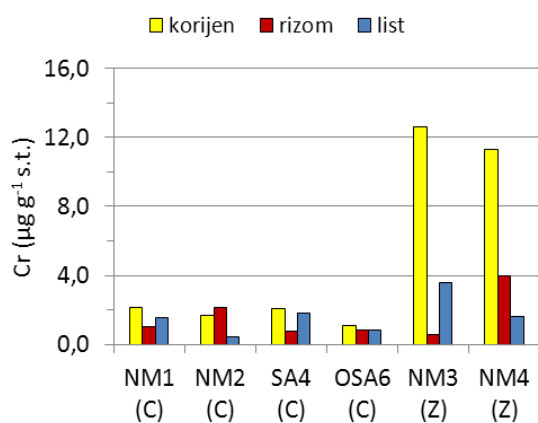
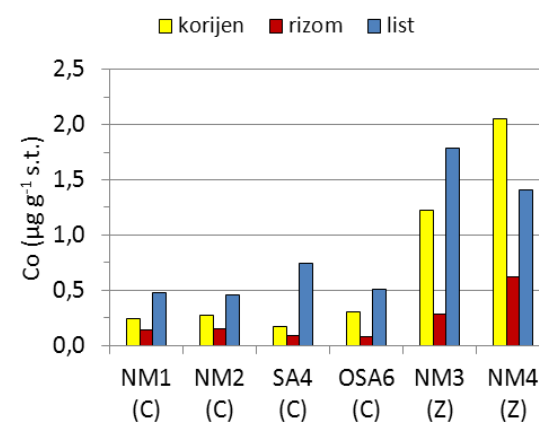
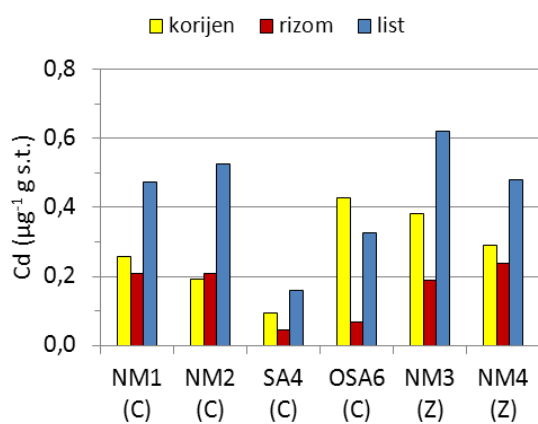
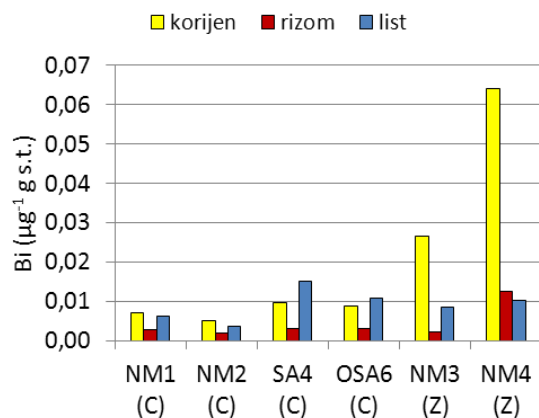
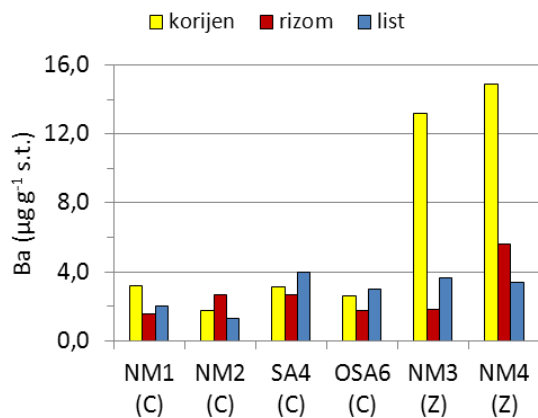
**Slika 5.8.26.** Maseni udjeli Zn ( $\mu\text{g g}^{-1}$  s.t.) u lišću, rizomima i korijenju vrste *P. oceanica* te u epifitima.

### 5.9. Elementi u tragovima u vrstama *C. nodosa* i *Z. noltei*

Rezultati analize masenih udjela elemenata u tragovima u uzorcima vrsta *C. nodosa* i *Z. noltei* navedeni su u Prilozima XV–XVI i prikazani na slikama 5.9.1–5.9.5.

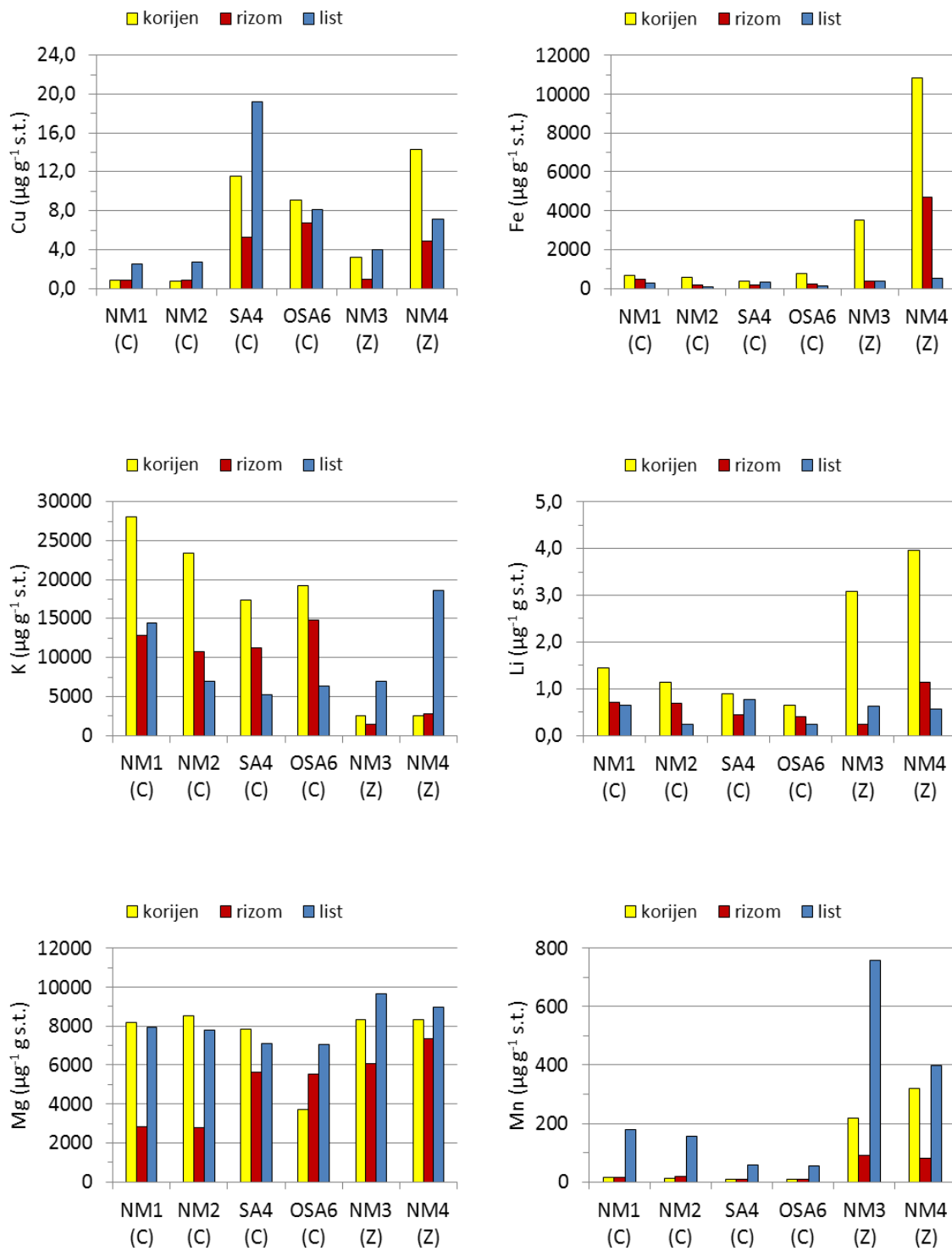


**Slika 5.9.1.** Maseni udjeli Al i As u korijenju, rizomima i lišću vrsta *C. nodosa* (postaje s oznakom C) i *Z. noltei* (postaje s oznakom Z).

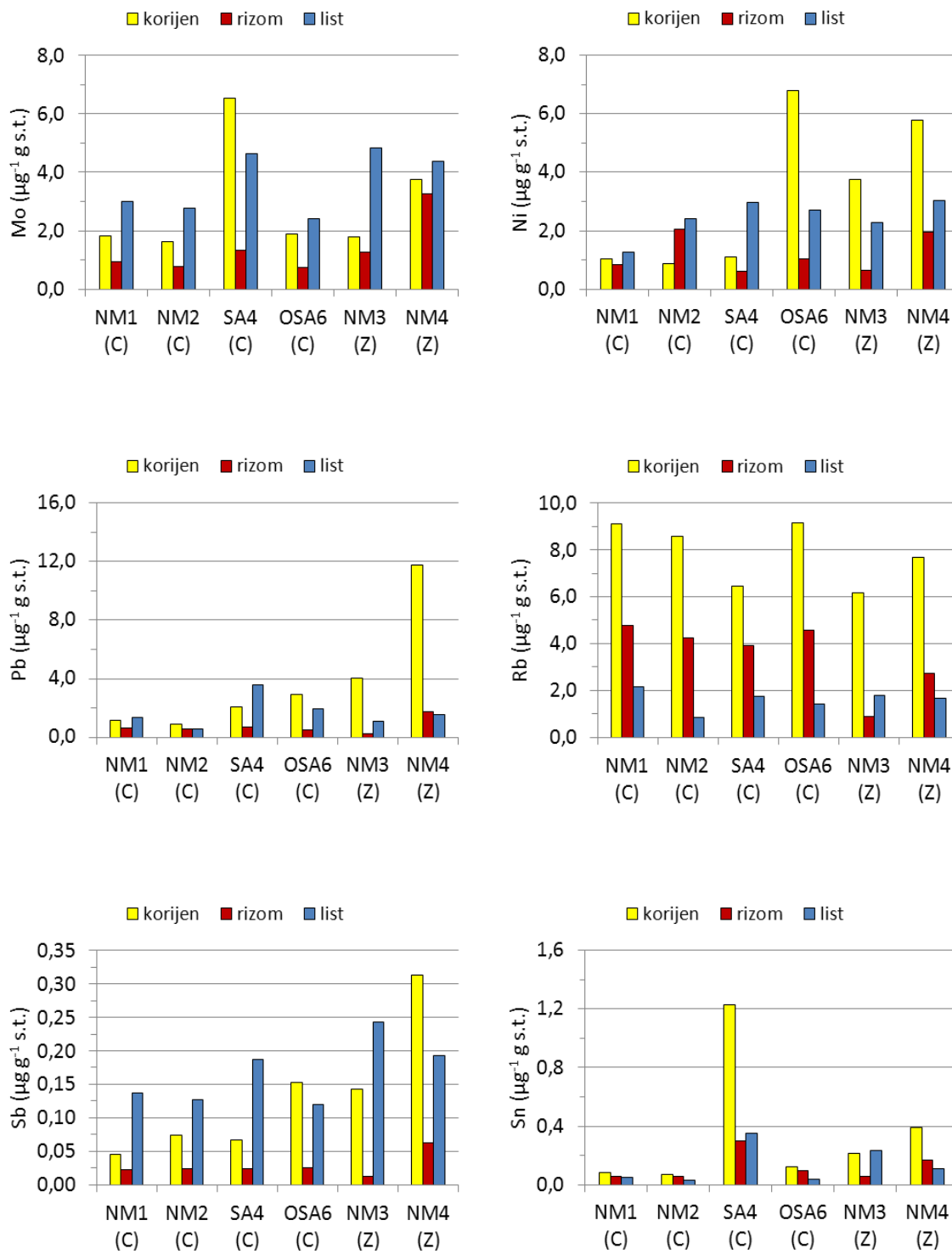


**Slika 5.9.2.** Maseni udjeli Ba, Bi, Cd, Co, Cr i Cs u korijenju, rizomima i lišću vrsta *C. nodosa* (postaje s oznakom C) i *Z. noltei* (postaje s oznakom Z).

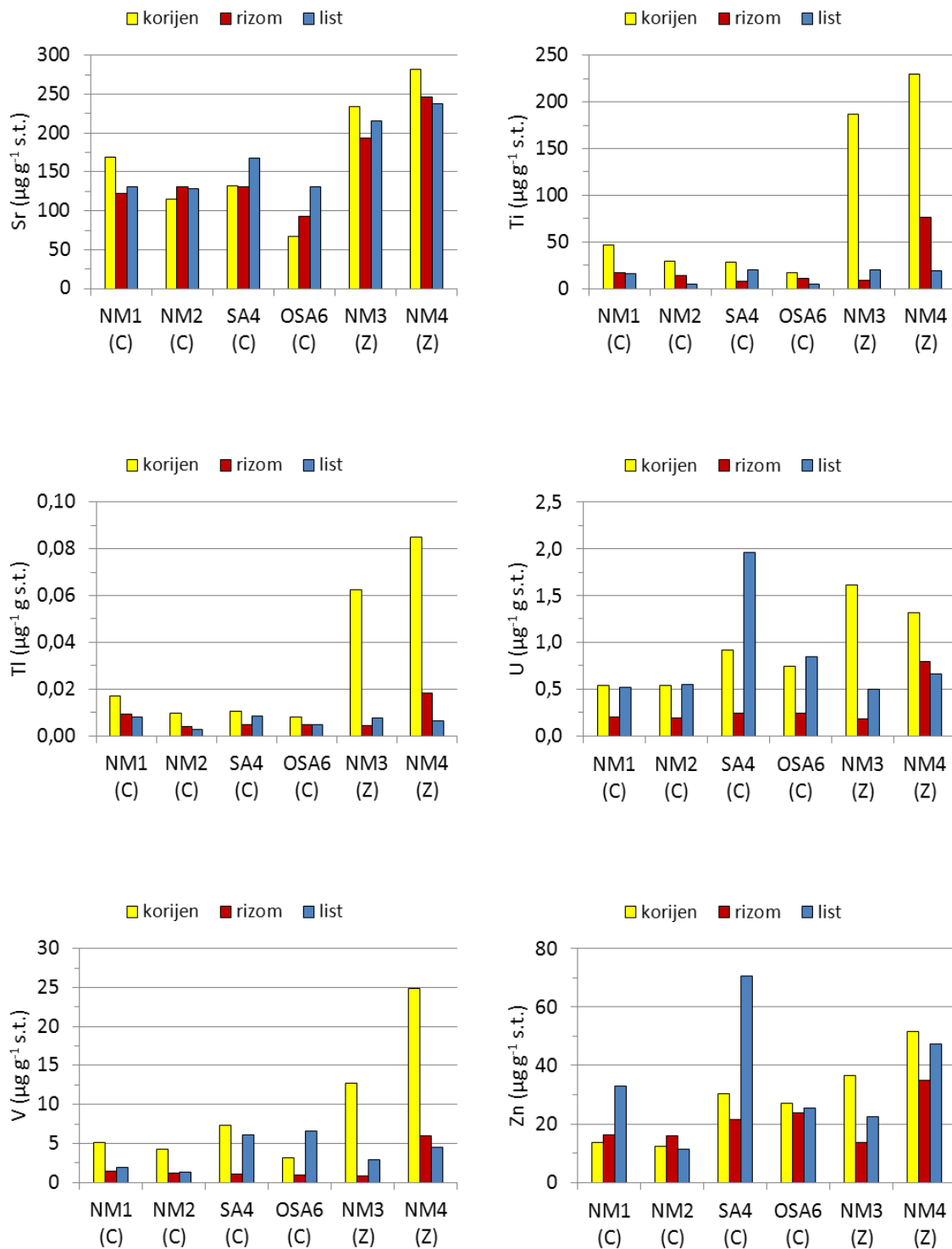




**Slika 5.9.3.** Maseni udjeli Cu, Fe, K, Li, Mg i Mn u korijenju, rizomima i lišću vrsta *C. nodosa* (postaje s oznakom C) i *Z. noltei* (postaje s oznakom Z).



**Slika 5.9.4.** Maseni udjeli Mo, Ni, Pb, Rb, Sb i Sn u korijenju, rizomima i lišću vrsta *C. nodosa* (postaje s oznakom C) i *Z. noltei* (postaje s oznakom Z).



**Slika 5.9.5.** Maseni udjeli Sr, Ti, Tl, U, V i Zn u korijenju, rizomima i lišću vrsta *C. nodosa* (postaje s oznakom C) i *Z. noltei* (postaje s oznakom Z).

Na temelju izmjerenih vrijednosti vezanih uz pojedine organe vrste *C. nodosa* može se zaključiti da se najviši udio Al, As, Cr, Cs, Fe, K, Li, Rb, Sn, Ti, Tl, U i V akumulira u korijenju. Koncentracije Al u korijenju kreću se u rasponu od  $199 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $706 \mu\text{g g}^{-1}$ , pri čemu

prosječna vrijednost iznosi  $411 \mu\text{g g}^{-1}$ . Sadržaj As u korijenju kreće se u rasponu od  $0,78 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $3,50 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $2,06 \mu\text{g g}^{-1}$ . Sadržaj Cr u korijenju kreće se u rasponu od  $1,11 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $2,13 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $1,66 \mu\text{g g}^{-1}$ . Sadržaj Cs u korijenju kreće se u rasponu od  $0,04 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $0,11 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $0,06 \mu\text{g g}^{-1}$ . Sadržaj Fe u korijenju kreće se u rasponu od  $383 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $768 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $598 \mu\text{g g}^{-1}$ . Sadržaj K u korijenju kreću se u rasponu od  $17440 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $28026 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $23066 \mu\text{g g}^{-1}$ . Sadržaj Li u korijenju kreće se u rasponu od  $0,64 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $1,45 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $0,98 \mu\text{g g}^{-1}$ . Sadržaj Rb u korijenju kreće se u rasponu od  $6,45 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $9,81 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $8,62 \mu\text{g g}^{-1}$ . Sadržaj Sn u korijenju kreće se u rasponu od  $0,07 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $1,23 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $0,33 \mu\text{g g}^{-1}$ . Sadržaj Ti u korijenju kreće se u rasponu od  $16,5 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $46,9 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $27,4 \mu\text{g g}^{-1}$ . Sadržaj Tl u korijenju kreće se u rasponu od  $0,01 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $0,02 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $0,01 \mu\text{g g}^{-1}$ . Sadržaj U u korijenju kreće se u rasponu od  $0,54 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $0,92 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $0,66 \mu\text{g g}^{-1}$ . Sadržaj V u korijenju kreće se u rasponu od  $3,15 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $7,32 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $4,68 \mu\text{g g}^{-1}$ .

Ako razmotrimo raspodjelu navedenih elemenata u rizomima i listovima vrste *C. nodosa*, uočljivo je da je najniži sadržaj elemenata Cr, U i V izmjeren u rizomima, a najniži sadržaj elemenata As, K, Li, Rb i Ti u listovima. Elementi Al, Cs, Fe, Sn i Tl na različitim postajama različito su raspodjeljeni između rizoma i listova.

Sadržaj Cr u rizomima kreće se u rasponu od  $0,76 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $2,16 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $1,19 \mu\text{g g}^{-1}$ , dok se vrijednosti zabilježene u listovima kreću u rasponu od  $0,44 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $1,83 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $1,25 \mu\text{g g}^{-1}$ . Sadržaj U u rizomima kreće se u rasponu od  $0,20 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $0,24 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $0,22 \mu\text{g g}^{-1}$ , dok se vrijednosti zabilježene u listovima kreću u rasponu od  $0,52 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $1,96 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $0,90 \mu\text{g g}^{-1}$ . Sadržaj V u rizomima kreće se u rasponu od  $0,99 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $1,46 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $1,18 \mu\text{g g}^{-1}$ , dok se vrijednosti zabilježene u listovima kreću u rasponu od  $1,25 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $6,53 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $4,23 \mu\text{g g}^{-1}$ .

Sadržaj As u rizomima kreće se u rasponu od  $0,73 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $1,18 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $0,93 \mu\text{g g}^{-1}$ , dok se sadržaj As u listovima kreće u rasponu od  $0,38 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $1,02 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $0,63 \mu\text{g g}^{-1}$ . Sadržaj K u rizomima kreće se u rasponu od  $10806 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $14830 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $12442 \mu\text{g g}^{-1}$ , dok se sadržaj K u listovima kreće u rasponu od  $2224 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $14391 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $7030 \mu\text{g g}^{-1}$ . Sadržaj Li u rizomima kreće se u rasponu od  $0,41 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $0,72 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $0,56 \mu\text{g g}^{-1}$ , dok se sadržaj Li u listovima kreće u rasponu od  $0,23 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $0,86 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom

vrijednosti  $0,55 \mu\text{g g}^{-1}$ . Sadržaj Rb u rizomima kreće se u rasponu od  $3,92 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $4,76 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $4,37 \mu\text{g g}^{-1}$ , dok se sadržaj Rb u listovima kreće u rasponu od  $0,83 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $2,14 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $1,46 \mu\text{g g}^{-1}$ . Sadržaj Ti u rizomima kreće se u rasponu od  $7,68 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $17,2 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $12,3 \mu\text{g g}^{-1}$ , dok se sadržaj Ti u listovima kreće u rasponu od  $4,29 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $27,3 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $14,5 \mu\text{g g}^{-1}$ .

Maseni udjeli Al u rizomima kreću se u rasponu od  $151 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $232 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $183 \mu\text{g g}^{-1}$ , dok se vrijednosti zabilježene u listovima kreću u rasponu od  $94 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $523 \mu\text{g g}^{-1}$ , pri čemu prosječna vrijednost iznosi  $296 \mu\text{g g}^{-1}$ . Maseni udjeli Cs u rizomima kreću se u rasponu od  $0,02 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $0,05 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $0,03 \mu\text{g g}^{-1}$ , dok se maseni udjeli Cs u listovima kreću u rasponu od  $0,01 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $0,08 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $0,05 \mu\text{g g}^{-1}$ . Sadržaj Fe u rizomima kreće se u rasponu od  $158 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $446 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $252 \mu\text{g g}^{-1}$ , dok se sadržaj Fe u listovima kreće u rasponu od  $101 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $339 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $229 \mu\text{g g}^{-1}$ . Sadržaj Sn u rizomima kreće se u rasponu od  $0,05 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $0,30 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $0,13 \mu\text{g g}^{-1}$ , dok se sadržaj Sn u listovima kreće u rasponu od  $0,03 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $0,35 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $0,11 \mu\text{g g}^{-1}$ . Sadržaj Tl u rizomima kreće se u rasponu od  $0,004 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $0,009 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $0,006 \mu\text{g g}^{-1}$ , dok se sadržaj Tl u listovima kreće u rasponu od  $0,003 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $0,011 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $0,007 \mu\text{g g}^{-1}$ .

Ako razmotrimo raspodjelu preostalih mjerenih elemenata u organima vrste *C. nodosa* možemo uočiti da je najviši sadržaj elemenata Cd, Co, Mn, Mo i Sb zabilježen u listovima. Najniži sadržaj elemenata Cd, Co, Mo i Sb izmjeren je u rizomima, dok je sadržaj Mn u korijenju i rizomima usporediv.

Maseni udjeli Cd u listovima kreću se u rasponu od  $0,16 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $0,52 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $0,37 \mu\text{g g}^{-1}$ . Sadržaj Cd u rizomima kreće se u rasponu od  $0,04 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $0,21 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $0,13 \mu\text{g g}^{-1}$ , dok se vrijednosti zabilježene u korijenju kreću u rasponu od  $0,09 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $0,43 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $0,25 \mu\text{g g}^{-1}$ . Maseni udjeli Co u listovima kreću se u rasponu od  $0,46 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $0,74 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $0,55 \mu\text{g g}^{-1}$ . Sadržaj Co u rizomima kreće se u rasponu od  $0,08 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $0,15 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $0,11 \mu\text{g g}^{-1}$ , dok se vrijednosti zabilježene u korijenju kreću u rasponu od  $0,17 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $0,31 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $0,26 \mu\text{g g}^{-1}$ . Sadržaj Mn u listovima kreće se u rasponu od  $53,6 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $179 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $102 \mu\text{g g}^{-1}$ . Maseni udjeli Mn u rizomima kreću se u rasponu od  $7,17 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $17,2 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $11,9 \mu\text{g g}^{-1}$ , dok se vrijednosti zabilježene u korijenju kreću u rasponu od  $7,55 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $14,1 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $10,4 \mu\text{g g}^{-1}$ . Sadržaj Mo u listovima kreće se u rasponu od  $1,11 \mu\text{g g}^{-1}$  do

4,63  $\mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti 2,79  $\mu\text{g g}^{-1}$ . Sadržaj Mo u rizomima kreće se u rasponu od 0,75  $\mu\text{g g}^{-1}$  do 1,33  $\mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti 0,95  $\mu\text{g g}^{-1}$ , dok se sadržaj Mo u korijenju kreće u rasponu od 1,26  $\mu\text{g g}^{-1}$  do 6,54  $\mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti 2,63  $\mu\text{g g}^{-1}$ . Sadržaj Sb u listovima kreće se u rasponu od 0,12  $\mu\text{g g}^{-1}$  do 0,19  $\mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti 0,14  $\mu\text{g g}^{-1}$ . Sadržaj Sb u rizomima kreće se u rasponu od 0,02  $\mu\text{g g}^{-1}$  do 0,03  $\mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti 0,02  $\mu\text{g g}^{-1}$ , dok se sadržaj Sb u korijenju kreće u rasponu od 0,05  $\mu\text{g g}^{-1}$  do 0,15  $\mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti 0,09  $\mu\text{g g}^{-1}$ .

Na temelju prikazanih rezultata ne može se donijeti zaključak o prevladavajućoj raspodjeli elemenata Ba, Bi, Cu, Mg, Ni, Pb, Sr i Zn između pojedinih organa vrste *C. nodosa*, jer je raspodjela navedenih elemenata različita na različitim postajama.

Sadržaj Ba u korijenju kreće se u rasponu od 1,72  $\mu\text{g g}^{-1}$  do 3,17  $\mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti 2,70  $\mu\text{g g}^{-1}$ . Sadržaj Ba u rizomima kreće se u rasponu od 1,55  $\mu\text{g g}^{-1}$  do 2,69  $\mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti 2,17  $\mu\text{g g}^{-1}$ , dok se sadržaj Ba u listovima kreće u rasponu od 1,30  $\mu\text{g g}^{-1}$  do 6,88  $\mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti 3,43  $\mu\text{g g}^{-1}$ . Sadržaj Bi u korijenju kreće se u rasponu od 0,005  $\mu\text{g g}^{-1}$  do 0,01  $\mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti 0,008  $\mu\text{g g}^{-1}$ . Sadržaj Bi u rizomima kreće se u rasponu od 0,002  $\mu\text{g g}^{-1}$  do 0,003  $\mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti 0,003  $\mu\text{g g}^{-1}$ , dok se sadržaj Bi u listovima kreće u rasponu od 0,004  $\mu\text{g g}^{-1}$  do 0,015  $\mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti 0,009  $\mu\text{g g}^{-1}$ . Maseni udjeli Cu u korijenju kreću se u rasponu od 0,72  $\mu\text{g g}^{-1}$  do 11,6  $\mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti 6,12  $\mu\text{g g}^{-1}$ . Maseni udjeli Cu u rizomima kreću se u rasponu od 0,80  $\mu\text{g g}^{-1}$  do 6,77  $\mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti 3,42  $\mu\text{g g}^{-1}$ , dok se vrijednosti zabilježene u listovima kreću u rasponu od 2,52  $\mu\text{g g}^{-1}$  do 19,3  $\mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti 8,48  $\mu\text{g g}^{-1}$ . Sadržaj Mg u korijenju kreće se u rasponu od 3702  $\mu\text{g g}^{-1}$  do 8540  $\mu\text{g g}^{-1}$ , pri čemu prosječna vrijednost iznosi 6472  $\mu\text{g g}^{-1}$ . Sadržaj Mg u rizomima kreće se u rasponu od 2798  $\mu\text{g g}^{-1}$  do 5616  $\mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti 4193  $\mu\text{g g}^{-1}$ , dok se sadržaj Mg u listovima kreće u rasponu od 7078  $\mu\text{g g}^{-1}$  do 7926  $\mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti 7475  $\mu\text{g g}^{-1}$ . Maseni udjeli Ni u korijenju kreću se u rasponu od 0,88  $\mu\text{g g}^{-1}$  do 6,80  $\mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti 2,80  $\mu\text{g g}^{-1}$ . Sadržaj Ni u rizomima kreće se u rasponu od 0,59  $\mu\text{g g}^{-1}$  do 2,04  $\mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti 1,12  $\mu\text{g g}^{-1}$ , dok se sadržaj Ni u listovima kreće u rasponu od 1,26  $\mu\text{g g}^{-1}$  do 3,42  $\mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti 2,55  $\mu\text{g g}^{-1}$ . Maseni udjeli Pb u korijenju kreću se u rasponu od 0,86  $\mu\text{g g}^{-1}$  do 2,93  $\mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti 1,96  $\mu\text{g g}^{-1}$ . Sadržaj Pb u rizomima kreće se u rasponu od 0,50  $\mu\text{g g}^{-1}$  do 0,72  $\mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti 0,61  $\mu\text{g g}^{-1}$ , dok se vrijednosti zabilježene u listovima kreću u rasponu od 0,55  $\mu\text{g g}^{-1}$  do 3,54  $\mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti 1,85  $\mu\text{g g}^{-1}$ . Sadržaj Sr u korijenju kreće se u rasponu od 66,6  $\mu\text{g g}^{-1}$  do 169  $\mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti 122  $\mu\text{g g}^{-1}$ . Sadržaj Sr u rizomima kreće se u rasponu od 92,9  $\mu\text{g g}^{-1}$  do 130,7  $\mu\text{g g}^{-1}$ , s

prosječnom vrijednosti  $119 \mu\text{g g}^{-1}$ , dok se sadržaj Sr u listovima kreće u rasponu od  $128 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $211 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $154 \mu\text{g g}^{-1}$ . Sadržaj Zn u korijenju kreće se u rasponu od  $12,3 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $45,1 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $25,7 \mu\text{g g}^{-1}$ . Sadržaj Zn u rizomima kreće se u rasponu od  $15,8 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $23,7 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $19,4 \mu\text{g g}^{-1}$ , dok se sadržaj Zn u listovima kreće u rasponu od  $11,4 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $70,5 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $38,4 \mu\text{g g}^{-1}$ .

Na temelju izmjerenih vrijednosti vezanih uz pojedine organe vrste *Z. noltei* može se zaključiti da se najviši udio Al, As, Ba, Bi, Cr, Cs, Fe, Li, Ni, Pb, Rb, Sr, Ti, Tl, U, V i Zn akumulira u korijenju. Maseni udjeli Al u korijenju kreću se u rasponu od  $2649 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $3389 \mu\text{g g}^{-1}$ , pri čemu prosječna vrijednost iznosi  $3019 \mu\text{g g}^{-1}$ . Maseni udjeli As u korijenju kreću se u rasponu od  $3,13 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $7,23 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $5,18 \mu\text{g g}^{-1}$ . Maseni udjeli Ba u korijenju kreću se u rasponu od  $13,3 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $14,9 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $14,0 \mu\text{g g}^{-1}$ . Maseni udjeli Bi u korijenju kreću se u rasponu od  $0,03 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $0,06 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $0,05 \mu\text{g g}^{-1}$ . Maseni udjeli Cr u korijenju kreću se u rasponu od  $11,3 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $12,6 \mu\text{g g}^{-1}$ , pri čemu prosječna vrijednost iznosi  $12,0 \mu\text{g g}^{-1}$ . Maseni udjeli Cs u korijenju kreću se u rasponu od  $0,40 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $0,13 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $0,07 \mu\text{g g}^{-1}$ . Sadržaj Fe u korijenju kreće se u rasponu od  $3501 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $10821 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $7161 \mu\text{g g}^{-1}$ . Sadržaj K u korijenju kreće se u rasponu od  $2482 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $2533 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $2507 \mu\text{g g}^{-1}$ . Sadržaj Li u korijenju kreće se u rasponu od  $3,09 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $3,97 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $3,53 \mu\text{g g}^{-1}$ . Sadržaj Ni u korijenju kreće se u rasponu od  $3,76 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $5,79 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $4,78 \mu\text{g g}^{-1}$ . Maseni udjeli Pb u korijenju kreću se u rasponu od  $4,06 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $11,8 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $7,90 \mu\text{g g}^{-1}$ . Maseni udjeli Rb u korijenju kreću se u rasponu od  $6,16 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $7,67 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $6,92 \mu\text{g g}^{-1}$ . Maseni udjeli Sr u korijenju kreću se u rasponu od  $234 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $282 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $258 \mu\text{g g}^{-1}$ . Sadržaj Ti u korijenju kreće se u rasponu od  $187 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $230 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $209 \mu\text{g g}^{-1}$ . Sadržaj Tl u korijenju kreće se u rasponu od  $0,06 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $0,08 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $0,07 \mu\text{g g}^{-1}$ . Sadržaj U u korijenju kreće se u rasponu od  $1,31 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $1,62 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $1,46 \mu\text{g g}^{-1}$ . Sadržaj V u korijenju kreće se u rasponu od  $12,8 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $24,9 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $18,9 \mu\text{g g}^{-1}$ .

Ako razmotrimo raspodjelu navedenih elemenata u rizomima i listovima vrste *Z. noltei*, uočljivo je da je najniži sadržaj Ni i Zn izmjeren u rizomima, a najniži sadržaj Fe u listovima. Sadržaj Pb, Sr i V u rizomima i listovima je usporediv, dok su elementi Al, As, Ba, Bi, Cr, Cs, Li, Rb, Ti, Tl i U na različitim postajama različito raspodjeljeni između rizoma i listova.

Sadržaj Ni u rizomima kreće se u rasponu od  $0,63 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $1,95 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $1,29 \mu\text{g g}^{-1}$ , dok se sadržaj Ni u listovima kreće u rasponu od  $2,28 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $3,05$

$\mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $2,66 \mu\text{g g}^{-1}$ . Maseni udjeli Zn u rizomima kreću se u rasponu od  $13,5 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $34,9 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $24,2 \mu\text{g g}^{-1}$ , dok se sadržaj Zn u listovima kreće u rasponu od  $22,5 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $47,2 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $34,9 \mu\text{g g}^{-1}$ . Sadržaj Fe u rizomima kreće se u rasponu od  $365 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $4694 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $2530 \mu\text{g g}^{-1}$ , dok se sadržaj Fe u listovima kreće u rasponu od  $359 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $509 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $434 \mu\text{g g}^{-1}$ .

Sadržaj Pb u rizomima kreće se u rasponu od  $0,24 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $1,73 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $0,98 \mu\text{g g}^{-1}$ , dok se sadržaj Pb u listovima kreće u rasponu od  $1,07 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $1,53 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $1,30 \mu\text{g g}^{-1}$ . Sadržaj Sr u rizomima kreće se u rasponu od  $194 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $247 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $220 \mu\text{g g}^{-1}$ , dok se sadržaj Sr u listovima kreće u rasponu od  $216 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $238 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $227 \mu\text{g g}^{-1}$ . Sadržaj V u rizomima kreće se u rasponu od  $0,84 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $5,97 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $3,41 \mu\text{g g}^{-1}$ , dok se sadržaj V u listovima kreće u rasponu od  $2,94 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $4,49 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $3,71 \mu\text{g g}^{-1}$ .

Maseni udjeli Al u rizomima kreću se u rasponu od  $136 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $911 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $523 \mu\text{g g}^{-1}$ , dok se maseni udjeli Al u listovima kreću u rasponu od  $337 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $375 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $356 \mu\text{g g}^{-1}$ . Maseni udjeli As u rizomima kreću se u rasponu od  $0,33 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $2,80 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $1,56 \mu\text{g g}^{-1}$ , dok se maseni udjeli As u listovima kreću u rasponu od  $0,42 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $0,46 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $0,44 \mu\text{g g}^{-1}$ . Sadržaj Ba u rizomima kreće se u rasponu od  $1,78 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $5,60 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $3,69 \mu\text{g g}^{-1}$ , dok se sadržaj Ba u listovima kreće u rasponu od  $3,36 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $3,62 \mu\text{g g}^{-1}$ , pri čemu prosječna vrijednost iznosi  $3,49 \mu\text{g g}^{-1}$ . Sadržaj Bi u rizomima kreće se u rasponu od  $0,002 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $0,003 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $0,003 \mu\text{g g}^{-1}$ , dok se sadržaj Bi u listovima kreće u rasponu od  $0,004 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $0,015 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $0,009 \mu\text{g g}^{-1}$ . Sadržaj Cr u rizomima kreće se u rasponu od  $0,54 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $4,00 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $2,27 \mu\text{g g}^{-1}$ , dok se sadržaj Cr u listovima kreće u rasponu od  $1,60 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $3,58 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $2,59 \mu\text{g g}^{-1}$ . Maseni udjeli Cs u rizomima kreću se u rasponu od  $0,02 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $0,13 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $0,07 \mu\text{g g}^{-1}$ , dok prosječna vrijednost masenih udjela listovima iznosi  $0,05 \mu\text{g g}^{-1}$ . Sadržaj Li u rizomima kreće se u rasponu od  $0,24 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $1,14 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $0,69 \mu\text{g g}^{-1}$ , dok se sadržaj Li u listovima kreće u rasponu od  $0,57 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $0,62 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $0,60 \mu\text{g g}^{-1}$ . Sadržaj Rb u rizomima kreće se u rasponu od  $0,87 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $2,71 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $1,79 \mu\text{g g}^{-1}$ , dok se sadržaj Rb u listovima kreće u rasponu od  $1,65 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $1,78 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $1,72 \mu\text{g g}^{-1}$ . Maseni udjeli Ti u rizomima kreću se u rasponu od  $8,94 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $76,8$



$\mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $42,9 \mu\text{g g}^{-1}$ , dok se maseni udjeli Ti u listovima kreću u rasponu od  $19,5 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $20,3 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $19,9 \mu\text{g g}^{-1}$ . Sadržaj Tl u rizomima kreće se u rasponu od  $0,004 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $0,009 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $0,006 \mu\text{g g}^{-1}$ , dok se sadržaj Tl u listovima kreće u rasponu od  $0,003 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $0,011 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $0,009 \mu\text{g g}^{-1}$ . Maseni udjeli U u rizomima kreću se u rasponu od  $0,18 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $0,79 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $0,58 \mu\text{g g}^{-1}$ , dok se sadržaj U u listovima kreće u rasponu od  $0,50 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $0,67 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $0,58 \mu\text{g g}^{-1}$ .

Ako razmotrimo raspodjelu preostalih mjenjenih elemenata u organima vrste *Z. noltei* možemo uočiti da je najviši sadržaj elemenata Cd, K, Mg, Mn i Mo zabilježen u listovima. Najniži sadržaj Cd, Mg, Mn i Mo je izmjeren u rizomima, dok je sadržaj K u korijenju i rizomima usporediv.

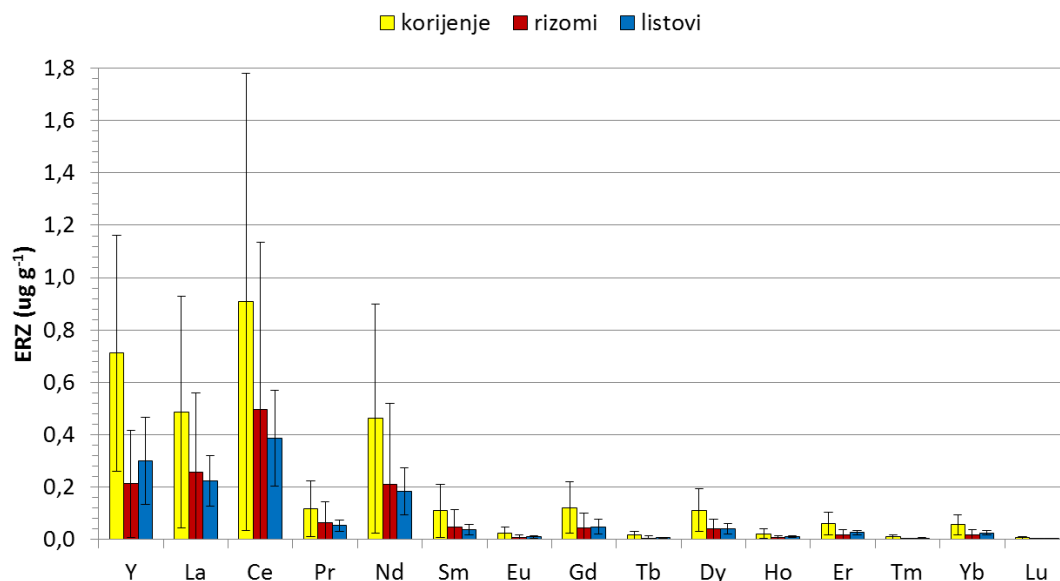
Sadržaj Cd u listovima kreće se u rasponu od  $0,48 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $0,62 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $0,55 \mu\text{g g}^{-1}$ . Sadržaj Cd u rizomima kreće se u rasponu od  $0,19 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $0,24 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $0,21 \mu\text{g g}^{-1}$ , dok se sadržaj Cd u korijenju kreće u rasponu od  $0,29 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $0,38 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $0,32 \mu\text{g g}^{-1}$ . Maseni udjeli K u listovima kreću se u rasponu od  $6916 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $18585 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $12750 \mu\text{g g}^{-1}$ . Maseni udjeli K u rizomima kreću se u rasponu od  $1459 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $2788 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $2124 \mu\text{g g}^{-1}$ , dok se sadržaj K u korijenju kreće u rasponu od  $2482 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $2533 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $2507 \mu\text{g g}^{-1}$ . Maseni udjeli Mg u listovima kreću se u rasponu od  $8948 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $9653 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $9300 \mu\text{g g}^{-1}$ . Maseni udjeli Mg u rizomima kreću se u rasponu od  $6078 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $7365 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $6721 \mu\text{g g}^{-1}$ , dok se sadržaj Mg zabilježen u korijenju kreće u rasponu od  $8324 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $8343 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $8333 \mu\text{g g}^{-1}$ . Sadržaj Mn u listovima kreće se u rasponu od  $397 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $757 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $577 \mu\text{g g}^{-1}$ . Maseni udjeli Mn u rizomima kreću se u rasponu od  $79,2 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $90,9 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $85,0 \mu\text{g g}^{-1}$ , dok se sadržaj Mn zabilježen u korijenju kreće u rasponu od  $218 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $320 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $269 \mu\text{g g}^{-1}$ . Maseni udjeli Mo u listovima kreću se u rasponu od  $4,38 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $4,84 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $4,61 \mu\text{g g}^{-1}$ . Maseni udjeli Mo u rizomima kreću se u rasponu od  $1,27 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $3,26 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $2,26 \mu\text{g g}^{-1}$ , dok se sadržaj Mo u korijenju kreće u rasponu od  $1,80 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $3,75 \mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti  $2,78 \mu\text{g g}^{-1}$ .

Na temelju prikazanih rezultata ne može se donijeti zaključak o prevladavajućoj raspodjeli elemenata Co, Cu, Sb i Sn između pojedinih organa vrste *Z. noltei*, jer je raspodjela navedenih elemenata različita na različitim postajama.

Sadržaj Co u korijenju kreće se u rasponu od 1,22  $\mu\text{g g}^{-1}$  do 2,05  $\mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti 1,64  $\mu\text{g g}^{-1}$ . Sadržaj Co u rizomima kreće se u rasponu od 0,28  $\mu\text{g g}^{-1}$  do 0,62  $\mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti 0,45  $\mu\text{g g}^{-1}$ , dok se sadržaj Co u listovima kreće u rasponu od 1,41  $\mu\text{g g}^{-1}$  do 1,79  $\mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti 1,60  $\mu\text{g g}^{-1}$ . Maseni udjeli Cu u korijenju kreću se u rasponu od 3,18  $\mu\text{g g}^{-1}$  do 14,3  $\mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti 8,74  $\mu\text{g g}^{-1}$ . Maseni udjeli Cu u rizomima kreću se u rasponu od 0,91  $\mu\text{g g}^{-1}$  do 4,86  $\mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti 2,88  $\mu\text{g g}^{-1}$ , dok se sadržaj Cu u listovima kreće u rasponu od 3,95  $\mu\text{g g}^{-1}$  do 7,14  $\mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti 5,54  $\mu\text{g g}^{-1}$ . Maseni udjeli Sb u korijenju kreću se u rasponu od 0,14  $\mu\text{g g}^{-1}$  do 0,31  $\mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti 0,23  $\mu\text{g g}^{-1}$ . Maseni udjeli Sb u rizomima kreću se u rasponu od 0,01  $\mu\text{g g}^{-1}$  do 0,06  $\mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti 0,04  $\mu\text{g g}^{-1}$ , dok se sadržaj Sb u listovima kreće u rasponu od 0,19  $\mu\text{g g}^{-1}$  do 0,24  $\mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti 0,22  $\mu\text{g g}^{-1}$ . Maseni udjeli Sn u korijenju kreću se u rasponu od 0,21  $\mu\text{g g}^{-1}$  do 0,39  $\mu\text{g g}^{-1}$ , pri čemu prosječna vrijednost iznosi 0,30  $\mu\text{g g}^{-1}$ . Maseni udjeli Sn u rizomima kreću se u rasponu od 0,06  $\mu\text{g g}^{-1}$  do 0,17  $\mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti 0,11  $\mu\text{g g}^{-1}$ , dok se sadržaj Sn u listovima kreće u rasponu od 0,11  $\mu\text{g g}^{-1}$  do 0,23  $\mu\text{g g}^{-1}$ , s prosječnom vrijednosti 0,17  $\mu\text{g g}^{-1}$ .

## 5.10. Elementi rijetkih zemalja u morskim cvjetnicama

Izmjereni maseni udjeli elemenata rijetkih zemalja (uključujući itrij) u biljnim organima cvjetnica (*P. oceanica*, *C. nodosa*, *Z. noltei*) te u epifitima, navedeni su u Prilozima XVII– XXII. Srednje vrijednosti masenih udjela ERZ u biljnim organima vrste *P. oceanica* prikazane su na slici 5.10.1, dok su maseni udjeli ERZ izmjereni u epifitima prikazani na slici 5.10.2.



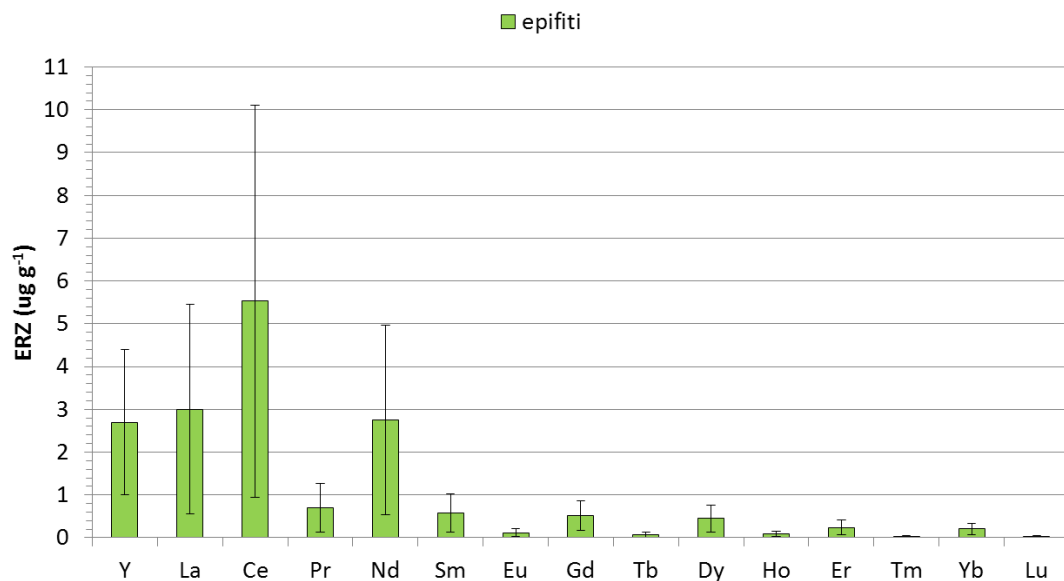
**Slika 5.10.1.** Srednje vrijednosti masenih udjela elemenata rijetkih zemalja (uključujući itrij) u biljnim organima vrste *P. oceanica*.

Iz prikazanih rezultata može se zaključiti da je sadržaj svih ERZ najviši u korijenju. Ako razmotrimo masene udjele ERZ zabilježene u rizomima i listovima, možemo zaključiti da su maseni udjeli lakih elemenata La, Ce, Pr, Nd i Sm u rizomima viši u usporedbi s njihovim masenim udjelima u listovima, dok su vrijednosti masenih udjela preostalih lakih elemenata rijetkih zemalja (Eu i Gd) usporedive. Vrijednosti masenih udjela TERZ, uključujući Y, u listovima blago su povišene u odnosu na vrijednosti zabilježene u rizomima.

Maseni udjeli grupe lakih elemenata ( $\Sigma$ LERZ) u korijenju kreću se u rasponu od  $0,36 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $11,6 \mu\text{g g}^{-1}$ , a prosječna vrijednost iznosi  $2,23 \mu\text{g g}^{-1}$ . Maseni udjeli grupe teških elemenata ( $\Sigma$ TERZ) kreću se u rasponu od  $0,07 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $1,13 \mu\text{g g}^{-1}$ , a prosječna vrijednost iznosi  $0,29 \mu\text{g g}^{-1}$ . Dobiveni omjeri LERZ/TERZ kreću se u rasponu od 4,82 do 10,4. Maseni udjeli grupe lakih elemenata ( $\Sigma$ LERZ) u rizomima kreću se u rasponu od  $0,05 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $9,10 \mu\text{g g}^{-1}$ , a prosječna vrijednost iznosi  $1,13 \mu\text{g g}^{-1}$ . Maseni udjeli grupe teških elemenata ( $\Sigma$ TERZ) kreću se u rasponu od  $0,02 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $0,64 \mu\text{g g}^{-1}$ , a prosječna vrijednost iznosi  $0,09 \mu\text{g g}^{-1}$ . Dobiveni omjeri LERZ/TERZ kreću se u rasponu od 2,90 do 34,9, što upućuje na veći intenzitet akumulacije LERZ u rizomima u odnosu na TERZ.

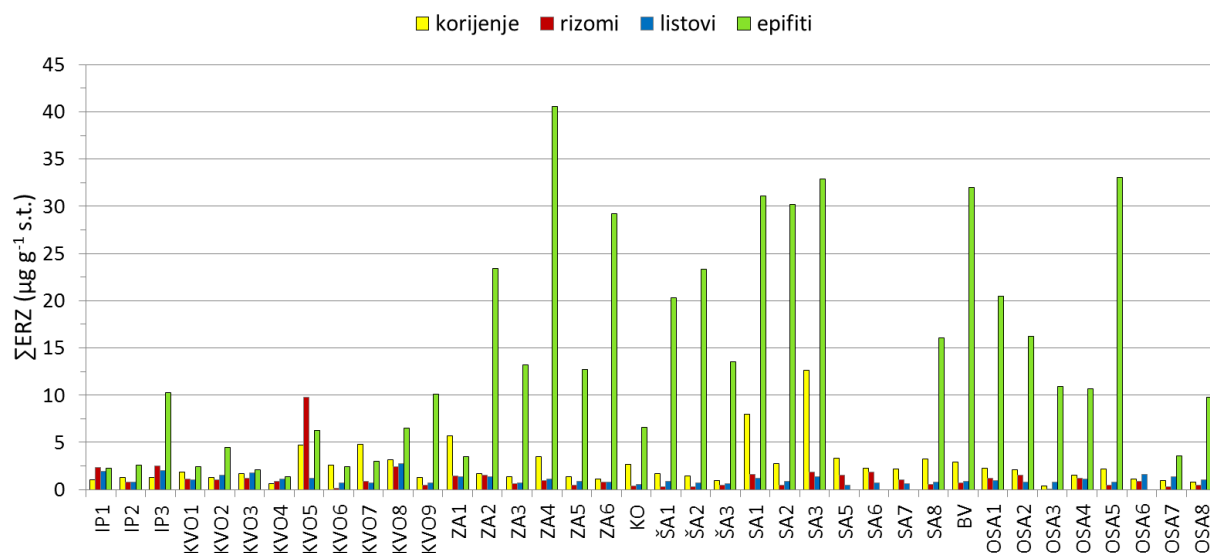
Vrijednosti masenih udjela grupe lakih elemenata (zbroj pojedinačnih masenih udjela svakog elementa,  $\Sigma$ LERZ) u listovima kreću se u rasponu od  $0,38 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $2,52 \mu\text{g g}^{-1}$ , pri čemu prosječna vrijednost iznosi  $0,95 \mu\text{g g}^{-1}$ . Sadržaj grupe teških elemenata (zbroj pojedinačnih masenih udjela svakog elementa,  $\Sigma$ TERZ) u listovima kreće se u rasponu od  $0,06 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $0,26 \mu\text{g g}^{-1}$ , a prosječna vrijednost iznosi  $0,12 \mu\text{g g}^{-1}$ . Na temelju izračunatih omjera LERZ/TERZ, koji se kreću u rasponu od 4,8 do 10,3, možemo donijeti istovjetan zaključak kao ranije za korijenje i rizome, tj. LERZ se u većoj mjeri akumuliraju u listovima u odnosu na TERZ.

Zabilježeni maseni udjeli svih ERZ u epifitima viši su u odnosu na njihove masene udjele u biljnim organima vrste *P. oceanica* (Slika 5.10.2). Vrijednosti masenih udjela LERZ u epifitima kreću se u rasponu od  $1,26 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $38,1 \mu\text{g g}^{-1}$ , pri čemu prosječna vrijednost iznosi  $13,2 \mu\text{g g}^{-1}$ . Sadržaj TERZ u listovima kreće se u rasponu od  $0,14 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $2,55 \mu\text{g g}^{-1}$ , a prosječna vrijednost iznosi  $1,13 \mu\text{g g}^{-1}$ . Izračunati omjeri LERZ/TERZ, koji se kreću u rasponu od 6,85 do 15,8, upućuju na povišen sadržaj LERZ u usporedbi s TERZ.



**Slika 5.10.2.** Srednje vrijednosti masenih udjela elemenata rijetkih zemalja (uključujući itrij) u uzorcima epifita.

Na slici 5.10.3 prikazani su maseni udjeli grupe elemenata rijetkih zemalja (zbroj pojedinačnih masenih udjela svakog elementa,  $\sum ERZ$ ), u organima cvjetnice *P. oceanica* te u epifitima.

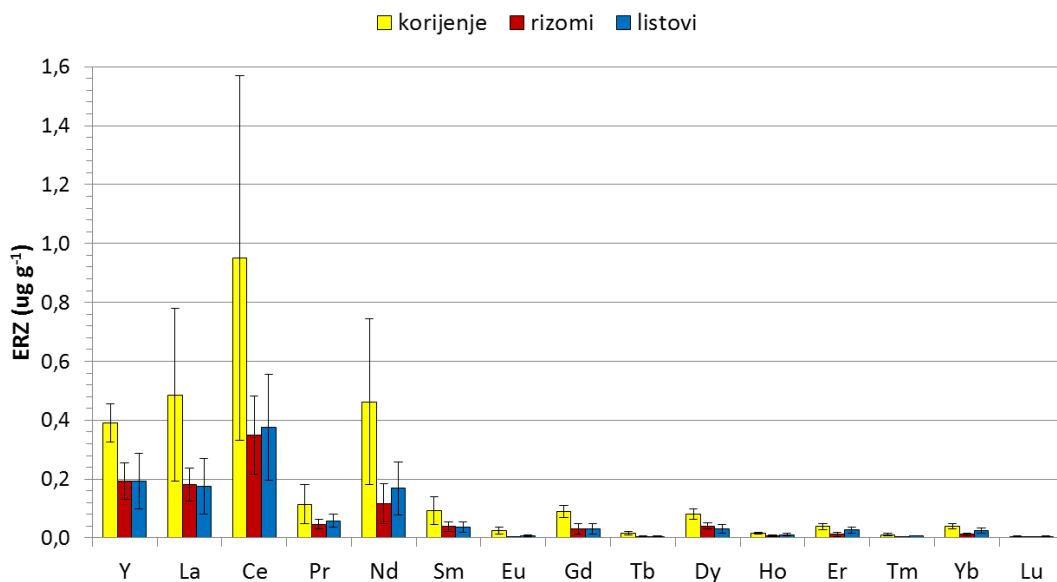


**Slika 5.10.3.** Maseni udjeli skupine elemenata rijetkih zemalja u lišću, rizomima i korijenju vrste *P. oceanica* te u analiziranim uzorcima epifita. Elementi rijetkih zemalja prikazani su kao  $\sum ERZ$  ( $\mu\text{g g}^{-1}$  s.t.)

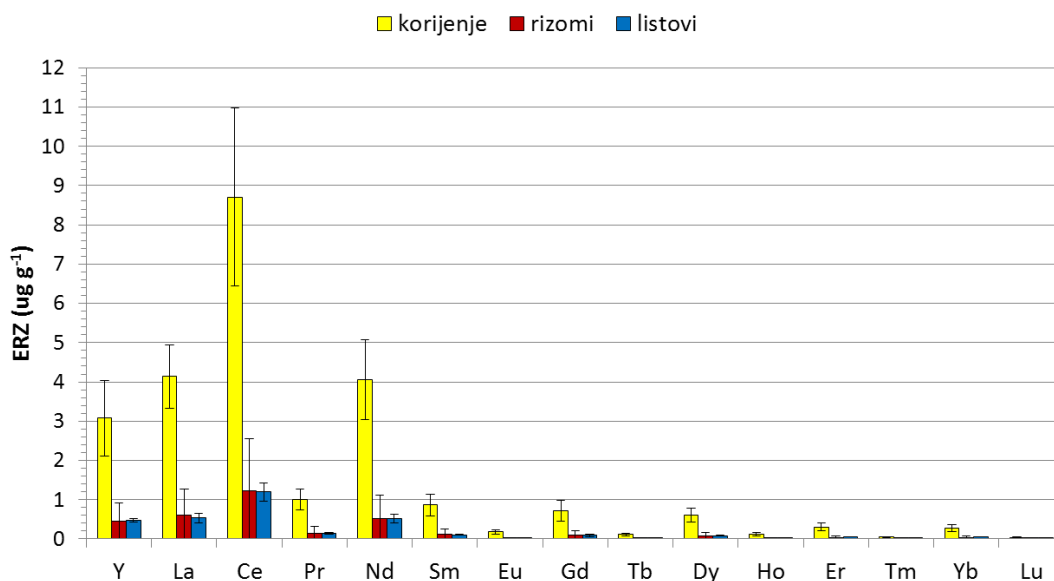
Iz prikazanih rezultata vidljivo je da je najviši sadržaj skupine elemenata rijetkih zemalja ustanovljen u epifitima. Sadržaj  $\sum ERZ$  u epifitima kreće se u rasponu od  $1,40 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $40,6 \mu\text{g g}^{-1}$

$\text{g}^{-1}$ , pri čemu je najviša vrijednost izmjerena na postaji uz jugozapadnu obalu otoka Ošljaka (ZA4), a najniža na postaji uz jugoistočnu obalu otoka Cresa (KVO4). Ako se razmotre pojedini organi cvjetnice, najviši sadržaj  $\Sigma\text{ERZ}$  na većini postaja ustanovljen je u korijenju cvjetnice. Vrijednosti  $\Sigma\text{ERZ}$  u korijenju kreću se u rasponu od  $0,42 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $12,7 \mu\text{g g}^{-1}$ , pri čemu je najviša vrijednost izmjerena na postaji SA3 u Trogirskom zaljevu, a najniža uz sjeverozapadnu obalu otoka Hvara (OSA3). Izmjereni maseni udjeli ERZ u rizomima kreću se u rasponu od  $0,06 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $9,74 \mu\text{g g}^{-1}$ , pri čemu je najviša vrijednost izmjerena na postaji uz sjevernu obalu Suska (KVO5), a najniža uz sjeverozapadnu obalu otoka Hvara (OSA3). Sadržaj  $\Sigma\text{ERZ}$  u listovima kreće se u rasponu od  $0,43 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $2,78 \mu\text{g g}^{-1}$ . Najviša vrijednost zabilježena je na postaji uz sjeverozapadnu obalu Paga (KVO8), a najniža na postaji SA5 u Kaštelanskom zaljevu. Vrijednosti masenih udjela svakog pojedinog elementa rijetkih zemalja (uključujući itrij) u biljnim organima vrstama *C. nodosa* i *Z. noltei*, navedene su u Prilozima XXI i XXII. Srednje vrijednosti masenih udjela prikazane su na slikama 5.10.4 i 5.10.5.

Iz prikazanih raspodjela koncentracija u vrsti *C. nodosa* može se zaključiti da su najviši maseni udjeli svih ERZ zabilježeni u korijenju, dok su vrijednosti masenih udjela ERZ zabilježene u rizomima i listovima usporedive. Slična raspodjela mjerenih ERZ između pojedinih biljnih organa uočena je i za vrstu *Z. noltei*.



**Slika 5.10.4.** Srednje vrijednosti masenih udjela elemenata rijetkih zemalja (uključujući itrij) u korijenju, rizomima i listovima vrste *C. nodosa*.



**Slika 5.10.5.** Srednje vrijednosti masenih udjela elemenata rijetkih zemalja (uključujući itrij) u korijenju, rizomima i listovima vrste *Z. noltei*.

Sadržaj grupe lakih elemenata (zbroj pojedinačnih masenih udjela svakog elementa,  $\sum\text{LERZ}$ ) u korijenju vrste *C. nodosa* kreće se u rasponu od  $1,29 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $4,21 \mu\text{g g}^{-1}$ , a prosječna vrijednost iznosi  $2,22 \mu\text{g g}^{-1}$ . Sadržaj grupe teških elemenata (zbroj pojedinačnih masenih udjela svakog elementa,  $\sum\text{TERZ}$ ) kreće se u rasponu od  $0,18 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $0,27 \mu\text{g g}^{-1}$ , a prosječna vrijednost iznosi  $0,21 \mu\text{g g}^{-1}$ . Dobiveni omjeri LERZ/TERZ kreću se u rasponu od 7,02 do 15,4.

Vrijednosti  $\sum\text{LERZ}$  i  $\sum\text{TERZ}$  u korijenju vrste *Z. noltei* znatno su više u odnosu na vrijednosti zabilježene u vrsti *C. nodosa*. Maseni udjeli grupe LERZ kreću se u rasponu od  $16,2 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $23,2 \mu\text{g g}^{-1}$ , a prosječna vrijednost iznosi  $19,7 \mu\text{g g}^{-1}$ , dok se maseni udjeli grupe TERZ kreću u rasponu od  $1,19 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $1,83 \mu\text{g g}^{-1}$ , a prosječna vrijednost iznosi  $1,51 \mu\text{g g}^{-1}$ . Dobiveni omjeri LERZ/TERZ kreću se u rasponu od 12,7 do 13,6. Iako su vrijednosti masenih udjela ERZ u korijenju vrste *Z. noltei* znatno više nego u vrsti *C. nodosa*, odnosi LREE/HREE su relativno slični.

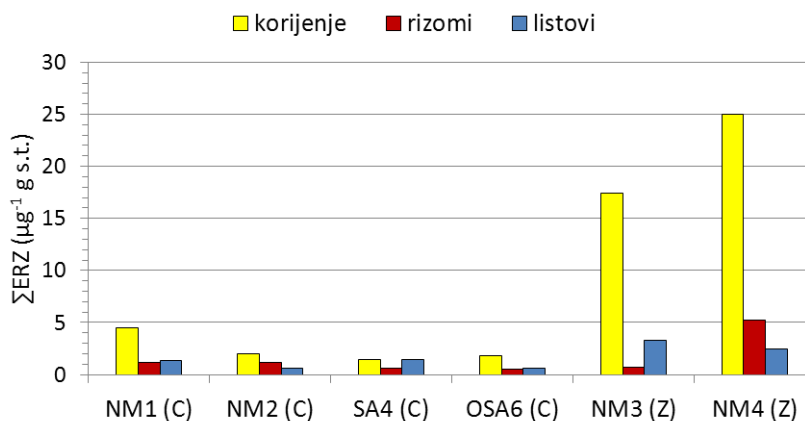
Sadržaj grupe lakih elemenata ( $\sum\text{LERZ}$ ) u rizomima vrste *C. nodosa* kreće se u rasponu od  $0,42 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $1,03 \mu\text{g g}^{-1}$ , a prosječna vrijednost iznosi  $0,77 \mu\text{g g}^{-1}$ . Sadržaj grupe teških elemenata ( $\sum\text{TERZ}$ ) kreće se u rasponu od  $0,06 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $0,12 \mu\text{g g}^{-1}$ , a prosječna vrijednost iznosi  $0,08 \mu\text{g g}^{-1}$ .

Maseni udjeli grupe LERZ u rizomima vrste *Z. noltei* kreću se u rasponu od  $0,61 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $4,88 \mu\text{g g}^{-1}$ , a prosječna vrijednost iznosi  $2,74 \mu\text{g g}^{-1}$ , dok se maseni udjeli grupe TERZ kreću

u rasponu od  $0,06 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $0,35 \mu\text{g g}^{-1}$ , a prosječna vrijednost iznosi  $0,20 \mu\text{g g}^{-1}$ . Dobiveni omjeri LERZ/TERZ kreću se u rasponu od 10,60 do 14,11.

Sadržaj LERZ u listovima vrste *C. nodosa* kreće se u rasponu od  $0,49 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $1,24 \mu\text{g g}^{-1}$ , pri čemu prosječna vrijednost iznosi  $0,85 \mu\text{g g}^{-1}$ . Sadržaj TERZ u listovima kreće se u rasponu od  $0,07 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $0,16 \mu\text{g g}^{-1}$ , a prosječna vrijednost iznosi  $0,11 \mu\text{g g}^{-1}$ . Maseni udjeli grupe LERZ u listovima vrste *Z. noltei* viši su u odnosu na vrijednosti zabilježene u listovima vrste *C. nodosa* i kreću se u rasponu od  $2,22 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $3,00 \mu\text{g g}^{-1}$ , a prosječna vrijednost iznosi  $2,61 \mu\text{g g}^{-1}$ , dok se maseni udjeli grupe TERZ kreću u rasponu od  $0,23 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $0,26 \mu\text{g g}^{-1}$ , a prosječna vrijednost iznosi  $0,24 \mu\text{g g}^{-1}$ . Dobiveni omjeri LERZ/TERZ u listovima vrste *C. nodosa* kreću se u rasponu od 5,56 do 8,96, dok se omjeri LERZ/TERZ u listovima vrste *Z. noltei* kreću u rasponu od 9,86 do 11,7.

Na slici 5.10.6 prikazani su maseni udjeli grupe elemenata rijetkih zemalja (zbroj pojedinačnih masenih udjela svakog elementa,  $\Sigma\text{ERZ}$ ), u korijenju, rizomima i listovima cvjetnica *C. nodosa* i *Z. noltei*.



**Slika 5.10.6.** Maseni udjeli skupine elemenata rijetkih zemalja u korijenju, rizomima i lišću vrsta *C. nodosa* (postaje s oznakom C) i *Z. noltei* (postaje s oznakom Z). Elementi rijetkih zemalja prikazani su kao  $\Sigma\text{ERZ}$  ( $\mu\text{g g}^{-1}$  s.t.).

Ako razmotrimo raspodjelu ERZ u biljnim organima vrste *C. nodosa*, uočljivo je da su, izuzev na postaji SA4 u Trogirskom zaljevu, najviši maseni udjeli ERZ zabilježeni u korijenju. Jednako vrijedi za raspodjelu ERZ u vrsti *Z. noltei*, gdje su razlike u koncentracijama između pojedinih biljnih organa više izražene. Sadržaj  $\Sigma\text{ERZ}$  u korijenju vrste *C. nodosa* kreće se u rasponu od  $1,48 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $4,48 \mu\text{g g}^{-1}$ , pri čemu je najviša vrijednost izmjerena na postaji NM1 u Novigradskom moru, a najniža na postaji SA4 u Trogirskom zaljevu. Maseni udjeli  $\Sigma\text{ERZ}$  u korijenju vrste *Z. noltei* znatno su viši od masenih udjela zabilježenih u vrsti *C. nodosa* i kreću se

u rasponu od  $17,4 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $25,0 \mu\text{g g}^{-1}$ . Najviša vrijednost masenog udjela grupe ERZ na većini postaja ustanovljena je u korijenju cvjetnica. Sadržaj  $\Sigma\text{ERZ}$  u rizomima vrste *C. nodosa* usporediv je s sadržajem  $\Sigma\text{ERZ}$  u listovima. Maseni udjeli grupe ERZ u rizomima vrste *C. nodosa* kreću se u rasponu od  $0,48 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $1,15 \mu\text{g g}^{-1}$ , dok se vrijednosti zabilježene u listovima kreću u rasponu od  $0,56 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $1,40 \mu\text{g g}^{-1}$ . Maseni udjeli grupe ERZ u rizomima vrste *Z. noltei* kreću se u rasponu od  $0,67 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $5,23 \mu\text{g g}^{-1}$ , dok se vrijednosti zabilježene u listovima kreću u rasponu od  $2,44 \mu\text{g g}^{-1}$  do  $3,26 \mu\text{g g}^{-1}$ .

### 5.11. Biokoncentracijski faktori

Vrijednosti izračunatih biokoncentracijskih faktora između Cd, Co, Cu, Ni, Pb i Zn u listovima istraženih cvjetnica i navedenih elemenata u morskoj vodi navedeni su u Prilozima XXIII–XXV.

Vrijednosti ustanovljenih biokoncentracijskih faktora između elemenata u listovima istraženih cvjetnica i elemenata u morskoj vodi vrlo su visoke i ukazuju na akumulaciju mjerenih elemenata u listovima cvjetnica.

Ako razmotrimo vrstu *P. oceanica*, vrijednosti  $\text{BCF}_{\text{list/voda}}$  za Cd kreću se u rasponu od 90207 do 365517, s prosječnom vrijednosti 182696. Ustanovljene vrijednosti biokoncentracijskog faktora za Co kreću se u rasponu od 44999 do 1033522, s prosječnom vrijednosti 194684. Vrijednosti  $\text{BCF}_{\text{list/voda}}$  za Cu kreću se u rasponu od 11195 do 65158, s prosječnom vrijednosti 29795, dok se vrijednosti za Ni kreću u rasponu od 25800 do 144473, s prosječnom vrijednosti 86996. Vrijednosti  $\text{BCF}_{\text{list/voda}}$  za Pb kreću se u rasponu od 2772 do 120391, s prosječnom vrijednosti 33903, dok se vrijednosti za Zn kreću u rasponu od 21892 do 490212, s prosječnom vrijednosti 103709.

Ako razmotrimo vrstu *C. nodosa*, vrijednosti  $\text{BCF}_{\text{list/voda}}$  za Cd kreću se u rasponu od 21569 do 63017, s prosječnom vrijednosti 48182. Ustanovljene vrijednosti biokoncentracijskog faktora za Co kreću se u rasponu od 30588 do 52987, s prosječnom vrijednosti 42895. Vrijednosti  $\text{BCF}_{\text{list/voda}}$  za Cu kreću se u rasponu od 7465 do 42071, s prosječnom vrijednosti 21850, dok se vrijednosti za Ni kreću u rasponu od 3583 do 7671, s prosječnom vrijednosti 6596. Vrijednosti  $\text{BCF}_{\text{list/voda}}$  za Pb kreću se u rasponu od 2662 do 69456, s prosječnom vrijednosti 30414, dok se vrijednosti za Zn kreću u rasponu od 35678 do 78291, s prosječnom vrijednosti 57686.

Ako razmotrimo vrstu *Z. noltei*, vrijednosti  $\text{BCF}_{\text{list/voda}}$  za Cd kreću se u rasponu od 69625 do 102968, s prosječnom vrijednosti 86296. Ustanovljene vrijednosti biokoncentracijskog



faktora za Co kreću se u rasponu od 48979 do 62880, s prosječnom vrijednosti 55930. Vrijednosti  $BCF_{list/voda}$  za Cu kreću se u rasponu od 6090 do 13500, s prosječnom vrijednosti 9795, dok se vrijednosti za Ni kreću u rasponu od 11726 do 17007, s prosječnom vrijednosti 14366. Vrijednosti  $BCF_{list/voda}$  za Pb kreću se u rasponu od 57492 do 66679, s prosječnom vrijednosti 62085, dok se vrijednosti za Zn kreću u rasponu od 85427 do 146927, s prosječnom vrijednosti 116177.

Vrijednosti izračunatih biokoncentracijskih faktora između elemenata u korijenju istraženih cvjetnica i elemenata u sedimentu navedeni su u u Prilogu XXVI. Rasponi i prosječne vrijednosti ustanovljenih biokoncentracijskih faktora između mjerenih elemenata u korijenju istraženih cvjetnica i sedimentu prikazani su u tablici 5.11.1.

**Tablica 5.11.1.** Prosječne vrijednosti biokoncentracijskih faktora između elemenata u korijenju (*P. oceanica*, *C. nodosa*, *Z. noltei*) i sedimentu.

	<i>P. oceanica</i>		<i>C. nodosa</i>		<i>Z. noltei</i>	
	$BCF_{korijenje/sediment}$		$BCF_{korijenje/sediment}$		$BCF_{korijenje/sediment}$	
	Raspon	Srednja vrijednost	Raspon	Srednja vrijednost	Raspon	Srednja vrijednost
<b>Al</b>	0,01 – 0,34	0,06	0,01 – 0,12	0,06	0,28 – 0,37	0,33
<b>As</b>	0,07 – 4,59	1,45	0,07 – 0,34	0,18	1,24 – 2,41	1,83
<b>Ba</b>	0,03 – 0,34	0,12	0,03 – 0,21	0,09	0,14 – 0,17	0,16
<b>Bi</b>	0,05 – 1,24	0,27	0,03 – 0,24	0,12	0,47 – 0,52	0,49
<b>Cd</b>	0,56 – 30,1	9,09	0,47 – 2,35	1,39	2,83 – 7,49	5,16
<b>Co</b>	0,13 – 3,35	0,94	0,02 – 0,54	0,23	0,72 – 1,12	0,92
<b>Cr</b>	0,02 – 0,33	0,07	0,03 – 0,05	0,04	0,07 – 0,12	0,09
<b>Cs</b>	0,02 – 0,34	0,08	0,01 – 0,22	0,12	0,50 – 0,91	0,70
<b>Cu</b>	0,44 – 9,63	2,61	0,22 – 3,67	1,18	0,92 – 1,19	1,05
<b>Fe</b>	0,06 – 1,21	0,36	0,02 – 0,37	0,16	1,63 – 2,00	1,81
<b>K</b>	0,59 – 43,7	7,42	2,34 – 35,6	19,0	0,59 – 0,84	0,72
<b>Li</b>	0,02 – 0,30	0,10	0,03 – 0,21	0,14	0,31 – 0,44	0,38
<b>Mg</b>	0,14 – 0,67	0,37	0,27 – 2,90	1,28	3,16 – 4,85	4,01
<b>Mn</b>	0,05 – 1,04	0,24	0,04 – 0,12	0,07	3,20 – 3,73	3,47
<b>Mo</b>	0,97 – 19,2	5,21	1,21 – 4,67	2,98	1,92 – 8,43	5,17
<b>Ni</b>	0,19 – 7,82	1,25	0,03 – 0,93	0,34	0,57 – 1,08	0,82
<b>Pb</b>	0,06 – 1,16	0,31	0,05 – 0,15	0,08	0,29 – 0,54	0,41
<b>Rb</b>	0,08 – 4,10	0,78	0,11 – 3,40	1,47	0,40 – 0,56	0,48
<b>Sb</b>	0,14 – 7,23	1,14	0,09 – 0,42	0,23	0,32 – 0,49	0,41
<b>Sn</b>	0,01 – 0,14	0,07	0,05 – 0,22	0,10	0,17 – 0,18	0,17
<b>Sr</b>	0,01 – 0,22	0,06	0,04 – 0,21	0,14	2,62 – 4,18	3,40
<b>Ti</b>	0,01 – 0,31	0,06	0,01 – 0,11	0,06	0,09 – 0,15	0,12
<b>Tl</b>	0,03 – 0,82	0,17	0,02 – 0,13	0,09	0,35 – 0,46	0,41
<b>U</b>	0,10 – 2,90	0,80	0,27 – 0,84	0,53	0,99 – 3,38	2,19
<b>V</b>	0,08 – 1,82	0,40	0,09 – 0,29	0,19	1,03 – 1,19	1,11

**Tablica 5.11.1 (nastavak)**

	<i>P. oceanica</i>		<i>C. nodosa</i>		<i>Z. noltei</i>	
	BCF <sub>korijenje/sediment</sub>		BCF <sub>korijenje/sediment</sub>		BCF <sub>korijenje/sediment</sub>	
	Raspon	Srednja vrijednost	Raspon	Srednja vrijednost	Raspon	Srednja vrijednost
<b>Zn</b>	0,27 – 2,34	0,91	0,23 – 0,68	0,47	1,57 – 2,24	1,90
<b>ΣERZ</b>	0,02 – 0,19	0,05	0,01 – 0,05	0,03	0,46 – 0,78	0,62

Prosječne vrijednosti ustanovljenih biokoncentracijskih faktora ukazuju na dobru akumulaciju ( $BCF > 1$ ) elemenata Mo, Cd, Ni, Cu, Sb, K i As te na umjerenu akumulaciju ( $10^{-1} < BCF < 1$ ) elemenata Rb, Tl, Pb, Bi, U, Mg, V, Mn, Fe, Co, Zn i Ba u korijenju vrste *P. oceanica*. Prosječne vrijednosti BCF vezane uz preostale elemente manje su od  $10^{-1}$  i ukazuju na slabu akumulaciju u korijenju cvjetnice.

Vrijednosti ustanovljenih biokoncentracijskih faktora ukazuju na dobru akumulaciju ( $BCF > 1$ ) elemenata Rb, Mo, Cd, Mg, Cu i K te na umjerenu akumulaciju ( $10^{-1} < BCF < 1$ ) elemenata Li, Sn, Cs, Bi, U, V, Fe, Co, Ni, Zn, Sr, Sb i As u korijenju vrste *C. nodosa*. Vrijednosti BCF vezane uz preostale elemente manje su od  $10^{-1}$  i ukazuju na slabu akumulaciju u korijenju cvjetnice.

Vrijednosti ustanovljenih biokoncentracijskih faktora ukazuju na dobru akumulaciju ( $BCF > 1$ ) elemenata Mo, Cd, U, Mg, V, Mn, Fe, Cu, Zn, Sr i As te na umjerenu akumulaciju ( $10^{-1} < BCF < 1$ ) elemenata Li, Rb, Sn, Cs, Tl, Pb, Bi, Al, Ti, Co, Ni, Sb, Ba, K i ΣERZ u korijenju vrste *Z. noltei*. Vrijednosti BCF vezane uz preostale elemente su manje od  $10^{-1}$  i ukazuju na slabu akumulaciju u korijenju cvjetnice.

## 5.12. Translokacijski faktori

Rasponi i prosječne vrijednosti faktora translokacije elemenata između rizoma i korijenja ( $TF_{\text{rizomi/korijenje}}$ ), listova i rizoma ( $TF_{\text{listovi/rizomi}}$ ), te listova i korijenja ( $TF_{\text{listovi/korijenje}}$ ) istraženih vrsta cvjetnica navedene su u tablicama 5.12.1–5.12.3.

Prosječne vrijednosti  $TF_{\text{rizomi/korijenje}} > 1$  upućuju na prijenos Cr, Cu, Li, Mg, Ni, Sr, Ti i Zn iz korijenja u rizome vrste *P. oceanica*. Prosječne vrijednosti  $TF_{\text{rizomi/korijenje}}$  blizu 1 ustanovljene su za elemente Al ( $TF = 0,98$ ), Ba ( $TF = 0,93$ ), Cd ( $TF = 0,94$ ) i Cs ( $TF = 0,86$ ), dok su prosječne vrijednosti za ostale elemente niže od 1 (Tablica 5.12.1).

Prosječne vrijednosti  $TF_{\text{listovi/rizomi}} > 1$  ustanovljene su za elemente As, Ba, Bi, Cd, Co, Cr, Mg, Mn, Mo, Pb, Sb, Sn, Sr, Tl, U, V, Zn i ERZ. Vrijednosti translokacijskog faktora blizu 1 ustanovljene su za elemente Cu ( $TF = 0,84$ ), K ( $TF = 0,90$ ) i Ni ( $TF = 0,73$ ), dok su vrijednosti za ostale elemente niže od 1 (Tablica 5). Prosječne vrijednosti  $TF_{\text{listovi/korijenje}} > 1$  upućuju na

prijenos elemenata Ba, Cd, Co, Mg, Mn, Ni, Sb, Sr, V iz korijenja u listove vrste *P. oceanica*. Vrijednosti  $TF_{\text{listovi/korijenje}}$  blizu 1 ustanovljene su za Bi ( $TF = 0,79$ ), Cu ( $TF = 0,88$ ) i Mo ( $TF = 0,80$ ), dok su za ostale elemente ustanovljene vrijednosti niže od 1 (Tablica 5.12.1).

**Tablica 5.12.1.** Rasponi i prosječne vrijednosti faktora translokacije elemenata između biljnih organa vrste *P. oceanica*.

Element	$TF_{\text{rizomi/korijenje}}$		$TF_{\text{listovi/rizomi}}$		$TF_{\text{listovi/korijenje}}$	
	Raspon	Prosječna vrijednost	Raspon	Prosječna vrijednost	Raspon	Prosječna vrijednost
Al	0,11 – 5,23	0,98	0,09 – 1,30	0,44	0,06 – 1,84	0,36
As	0,02 – 0,55	0,13	0,18 – 3,75	1,18	0,02 – 1,93	0,20
Ba	0,21 – 3,72	0,93	0,45 – 6,59	2,19	0,33 – 4,69	1,47
Bi	0,04 – 1,01	0,29	0,37 – 24,1	4,21	0,21 – 3,22	0,79
Cd	0,40 – 3,75	0,94	1,01 – 2,81	1,80	0,56 – 9,50	1,81
Co	0,16 – 1,37	0,42	2,30 – 28,5	7,67	0,71 – 39,1	4,09
Cr	0,07 – 2,36	0,66	0,10 – 3,39	1,10	0,08 – 2,99	0,64
Cs	0,12 – 4,26	0,86	0,11 – 1,11	0,45	0,07 – 1,43	0,33
Cu	0,58 – 2,33	1,14	0,32 – 2,72	0,84	0,37 – 2,51	0,88
Fe	0,05 – 0,89	0,20	0,12 – 1,58	0,64	0,01 – 0,64	0,13
K	0,18 – 1,64	0,67	0,19 – 2,17	0,91	0,05 – 1,65	0,60
Li	0,22 – 3,81	1,08	0,17 – 1,06	0,50	0,09 – 1,60	0,50
Mg	0,41 – 3,95	1,27	0,67 – 4,58	1,72	0,99 – 4,01	1,87
Mn	0,09 – 1,56	0,43	3,25 – 67,2	19,4	0,99 – 33,1	6,93
Mo	0,06 – 1,97	0,49	0,19 – 4,83	2,32	0,20 – 2,24	0,80
Ni	1,83 – 19,6	6,93	0,28 – 2,60	0,73	1,41 – 32,0	5,05
Pb	0,02 – 0,63	0,16	0,55 – 17,8	6,33	0,22 – 3,58	0,74
Rb	0,23 – 1,21	0,60	0,18 – 1,68	0,59	0,05 – 1,17	0,36
Sb	0,01 – 0,72	0,14	1,77 – 84,5	21,7	0,27 – 3,44	1,35
Sn	0,15 – 2,34	0,56	0,07 – 4,70	1,39	0,04 – 1,90	0,59
Sr	0,26 – 4,76	1,24	1,13 – 3,61	2,08	0,61 – 5,76	2,29
Ti	0,10 – 7,21	1,18	0,05 – 2,34	0,43	0,04 – 2,15	0,35
Tl	0,05 – 1,73	0,37	0,30 – 5,98	1,57	0,05 – 1,73	0,45
U	0,02 – 1,66	0,30	0,05 – 8,29	2,79	0,04 – 1,76	0,44
V	0,02 – 0,84	0,22	0,26 – 33,1	8,21	0,14 – 4,58	1,25
Zn	0,76 – 4,03	1,96	0,36 – 3,64	1,11	0,67 – 4,57	1,92
$\Sigma ERZ$	0,07 – 2,32	0,63	0,12 – 13,2	1,92	0,11 – 1,96	0,70

Prosječne vrijednosti  $TF_{\text{rizomi/korijenje}} > 1$  za vrstu *C. nodosa* ustanovljene su za elemente Mn, Sr i Zn. Prosječne vrijednosti  $TF_{\text{rizomi/korijenje}}$  blizu 1 ustanovljene su za elemente As ( $TF = 0,74$ ), Ba ( $TF = 0,90$ ), Cu ( $TF = 0,83$ ), Ni ( $TF = 0,96$ ) i Mg ( $TF = 0,72$ ), dok su prosječne vrijednosti faktora translokacije preostalih elemenata između rizoma i korijenja vrste *C. nodosa* niže od 1 (Tablica 5.12.2).

Prosječne vrijednosti  $TF_{\text{listovi/izomi}} > 1$  ustanovljene su za elemente Al, Ba, Bi, Cd, Co, Cr, Cs, Cu, Mg, Mn, Mo, Ni, Pb, Sb, Sr, Ti, Tl, U, V, Zn i ERZ. Vrijednosti  $TF_{\text{listovi/izomi}}$  blizu 1 ustanovljene su za elemente Li (TF = 0,90), Fe (TF = 0,88) i Sn (TF = 0,73), dok su prosječne vrijednosti faktora translokacije preostalih elemenata između listova i rizoma vrste *C. nodosa* niže od 1 (Tablica 5.12.2).

Prosječne vrijednosti  $TF_{\text{listovi/korijenje}} > 1$  ustanovljene su za elemente Bi, Cd, Co, Cu, Mg, Mn, Mo, Ni, Pb, Sb, Sr, U i Zn. Vrijednosti  $TF_{\text{listovi/korijenje}}$  blizu 1 ustanovljene su za Ba (TF = 0,05) i V (TF = 0,90), dok su za ostale elemente ustanovljene vrijednosti niže od 1 (Tablica 5.12.2).

**Tablica 5.12.2.** Rasponi i prosječne vrijednosti faktora translokacije elemenata između biljnih organa vrste *C. nodosa*.

Element	$TF_{\text{rizomi/korijenje}}$		$TF_{\text{listovi/rizomi}}$		$TF_{\text{listovi/korijenje}}$	
	Raspon	Srednja vrijednost	Raspon	Srednja vrijednost	Raspon	Srednja vrijednost
Al	0,23 – 0,73	0,45	0,51 – 2,09	1,27	0,24 – 0,89	0,50
As	0,21 – 1,53	0,73	0,34 – 0,87	0,61	0,17 – 0,53	0,35
Ba	0,49 – 1,56	0,90	0,48 – 1,68	1,24	0,64 – 1,26	0,95
Bi	0,33 – 8,63	2,44	0,19 – 3,72	1,99	0,74 – 1,60	1,11
Cd	0,16 – 1,08	0,63	2,27 – 4,73	3,27	0,76 – 2,72	1,75
Co	0,27 – 0,57	0,48	3,06 – 8,76	5,39	1,67 – 4,42	2,45
Cr	0,36 – 1,28	0,71	0,20 – 2,41	1,29	0,26 – 0,88	0,66
Cs	0,32 – 0,65	0,46	0,61 – 2,14	1,21	0,26 – 1,03	0,55
Cu	0,45 – 1,21	0,83	1,20 – 3,67	2,80	0,89 – 3,82	2,32
Fe	0,27 – 0,67	0,43	0,53 – 1,76	0,88	0,16 – 0,83	0,39
K	0,46 – 0,77	0,58	0,43 – 1,12	0,66	0,30 – 0,51	0,36
Li	0,49 – 0,64	0,56	0,34 – 1,77	0,90	0,21 – 0,87	0,47
Mg	0,33 – 1,49	0,72	1,26 – 2,80	2,03	0,90 – 1,91	1,17
Mn	0,86 – 1,30	1,07	7,23 – 11,4	8,78	6,43 – 12,7	9,55
Mo	0,20 – 0,52	0,40	3,18 – 3,62	3,37	0,71 – 1,70	1,33
Ni	0,15 – 2,33	0,95	1,18 – 4,98	2,58	0,40 – 2,75	1,76
Pb	0,17 – 0,63	0,43	1,01 – 4,89	2,93	0,64 – 1,69	1,02
Rb	0,49 – 0,61	0,53	0,20 – 0,45	0,35	0,10 – 0,27	0,19
Sb	0,16 – 0,49	0,33	4,76 – 7,67	6,00	0,78 – 3,03	2,07
Sn	0,24 – 0,80	0,63	0,35 – 1,20	0,73	0,27 – 0,58	0,39
Sr	0,72 – 1,39	1,06	0,98 – 1,42	1,19	0,78 – 1,97	1,29
Ti	0,28 – 0,64	0,44	0,33 – 2,62	1,07	0,16 – 0,72	0,37
Tl	0,40 – 0,62	0,51	0,70 – 1,75	1,09	0,28 – 0,82	0,55
U	0,26 – 0,37	0,33	2,61 – 8,07	4,26	0,96 – 2,13	1,31
V	0,15 – 0,31	0,26	1,03 – 6,63	3,65	0,30 – 2,08	0,89
Zn	0,71 – 1,28	1,02	0,72 – 3,28	1,77	0,93 – 2,44	1,66
$\Sigma$ ERZ	0,26 – 0,57	0,38	0,50 – 2,15	1,25	0,29 – 0,95	0,46

Prosječne vrijednosti faktora translokacije između rizoma i korijenja vrste *Z. noltei* za sve mjerene elemente su niže od 1. Prosječne vrijednosti  $TF_{\text{rizomi/korijenje}}$  blizu 1 ustanovljene su za elemente K (TF = 0,84), Mg (TF = 0,81), Mo (TF = 0,79) i Sr (TF = 0,85) (Tablica 5.12.3).

Prosječne vrijednosti  $TF_{\text{listovi/izomi}} > 1$  u vrsti *Z. noltei* ustanovljene su za većinu elemenata, izuzev As i Fe (Tablica 5.12.3).

Prosječne vrijednosti  $TF_{\text{listovi/korijenje}} > 1$  ustanovljene su za elemente Cd, Co, Mg, Mn, Mo i Sb. Vrijednosti blizu 1 ustanovljene su za Cu (TF = 0,87), Sr (TF = 0,88) i Zn (TF = 0,77), dok su za ostale elemente ustanovljene vrijednosti niže od 1 (Tablica 5.12.3).

**Tablica 5.12.3.** Rasponi i prosječne vrijednosti faktora translokacije elemenata između biljnih organa vrste *Z. noltei*.

Element	$TF_{\text{rizomi/korijenje}}$		$TF_{\text{listovi/rizomi}}$		$TF_{\text{listovi/korijenje}}$	
	Raspon	Srednja vrijednost	Raspon	Srednja vrijednost	Raspon	Srednja vrijednost
Al	0,05 – 0,27	0,16	0,37 – 2,77	1,57	0,10 – 0,14	0,12
As	0,10 – 0,39	0,25	0,17 – 1,28	0,72	0,06 – 0,13	0,10
Ba	0,13 – 0,38	0,26	0,60 – 2,03	1,32	0,23 – 0,27	0,25
Bi	0,08 – 0,19	0,14	0,83 – 4,12	2,47	0,16 – 0,32	0,24
Cd	0,49 – 0,82	0,66	2,02 – 3,28	2,65	1,62 – 1,65	1,63
Co	0,23 – 0,30	0,27	2,25 – 6,43	4,34	0,69 – 1,47	1,08
Cr	0,04 – 0,35	0,20	0,40 – 6,57	3,49	0,14 – 0,28	0,21
Cs	0,04 – 0,24	0,14	0,38 – 3,21	1,79	0,09 – 0,13	0,11
Cu	0,29 – 0,34	0,31	1,47 – 4,34	2,90	0,50 – 1,24	0,87
Fe	0,10 – 0,43	0,27	0,11 – 0,98	0,55	0,05 – 0,10	0,07
K	0,59 – 1,10	0,84	4,74 – 6,67	5,70	2,79 – 7,34	5,06
Li	0,08 – 0,29	0,18	0,51 – 2,59	1,55	0,14 – 0,20	0,17
Mg	0,73 – 0,88	0,81	1,22 – 1,59	1,40	1,08 – 1,16	1,12
Mn	0,25 – 0,42	0,33	5,01 – 8,33	6,67	1,24 – 3,47	2,36
Mo	0,70 – 0,87	0,79	1,34 – 3,82	2,58	1,17 – 2,69	1,93
Ni	0,17 – 0,34	0,25	1,56 – 3,60	2,58	0,53 – 0,60	0,57
Pb	0,06 – 0,15	0,10	0,88 – 4,49	2,69	0,13 – 0,26	0,20
Rb	0,14 – 0,35	0,25	0,61 – 2,05	1,33	0,22 – 0,29	0,25
Sb	0,09 – 0,20	0,14	3,11 – 19,4	11,2	0,62 – 1,71	1,16
Sn	0,26 – 0,43	0,35	0,65 – 4,09	2,37	0,27 – 1,08	0,68
Sr	0,83 – 0,87	0,85	0,96 – 1,11	1,04	0,84 – 0,92	0,88
Ti	0,05 – 0,33	0,19	0,25 – 2,27	1,26	0,08 – 0,11	0,10
Tl	0,07 – 0,21	0,14	0,36 – 1,83	1,10	0,08 – 0,12	0,10
U	0,11 – 0,60	0,36	0,84 – 2,70	1,77	0,31 – 0,51	0,41
V	0,07 – 0,24	0,15	0,75 – 3,49	2,12	0,18 – 0,23	0,20
Zn	0,37 – 0,67	0,52	1,35 – 1,66	1,51	0,62 – 0,91	0,77
$\Sigma$ ERZ	0,04 – 0,21	0,12	0,47 – 4,91	2,69	0,10 – 0,19	0,14

## **6. RASPRAVA**

### **6.1. Fizikalno kemijske karakteristike sedimenta**

Kemijski sastav sedimenta, tj. sadržaj glavnih elemenata, elemenata u tragovima i ERZ, mobilnost i biodostupnost mjerenih elemenata, ovise o brojnim fizikalnim i kemijskim čimbenicima. Fizikalni čimbenici uključuju granulometrijske značajke sedimenta, mineraloški sastav, kapacitet izmjene kationa, površinski naboj i sl. Kemijski čimbenici obuhvaćaju procese adsorpcije, stvaranja spojeva s karbonatima, organskom tvari, manganovim i željeznim oksidima te procese ugrađivanja u kristalnu strukturu mineralnih čestica. Poznavanje fizikalnih i kemijskih karakteristika sedimenta ključno je za razumijevanje podrijetla sedimenta i čimbenika koji utječu na sadržaj akumuliranih elemenata, procese taloženja te razumijevanje utjecaja promatranog sedimenta na okoliš.

#### **6.1.1. Granulometrijske karakteristike**

Veličina zrna je jedan od najznačajnijih čimbenika koji kontroliraju procese prijenosa i taloženja te sadržaj akumuliranih elemenata u sedimentu (Forstner i Wittmann, 1979; De Groot i sur., 1982; Horowitz i Elrick, 1987). Fizikalno–kemijske reakcije elemenata u tragovima odvijaju se na površini sedimentnih čestica. Sitnije čestice imaju veću specifičnu površinu i veći broj aktivnih mjesta za vezivanje elemenata u tragovima, pa se u pravilu sadržaj elemenata u sedimentu povećava sa smanjenjem veličine čestica, tj. povećanjem specifične površine čestica (Forstner i Wittmann, 1979; Horowitz i Elrick, 1986). Elementi se mogu vezati na površinu čestica procesom fizikalne ili kemijske adsorpcije. Elementi se također mogu vezati na organski materijal ili željezove i manganove hidrokside koji su istaloženi, odnosno stvaraju tanke filmove, na sitnim česticama sedimenta.

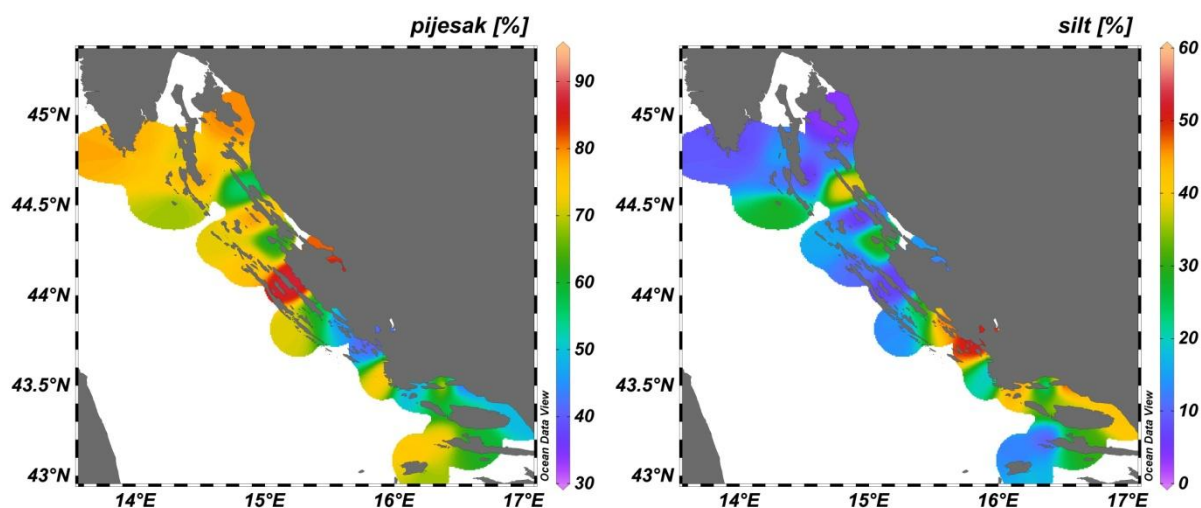
Dobiveni rezultati pokazuju da u sedimentima sjevernog Jadrana prevladavaju grubo–zrnati sedimenti (pijesci, šljunkovito muljeviti pijesci, šljunkoviti pijesci). U području srednjeg Jadrana, na nekoliko postaja uz obale otoka u zadarskom i splitskom akvatoriju, sediment je klasificiran kao šljunkovito muljeviti pijesak, dok na ostalim postajama u zadarskom akvatoriju prevladavaju pijesci i siltozni pijesci. Sedimenti postaja u šibenskom i splitskom akvatoriju klasificirani su kao pijesci, siltozni pijesci ili pjeskoviti siltovi.

U istraženim sedimentima u području sjevernog i srednjeg Jadrana prevladava pješćana veličinska frakcija. Prosječna vrijednost udjela pjeskovite frakcije u sedimentima sjevernog Jadrana iznosi 73,4 %, te 64,0 % u sedimentima srednjeg Jadrana. Prosječni udio krupnozrnate, šljunkovite frakcije u sedimentima sjevernog Jadrana iznosi 10,0%, dok je prosječni udio šljunka

u sedimentima srednjeg Jadrana nešto niži i iznosi 4,4%. Zabilježeni udjeli sitnozrnatih frakcija u sedimentima sjevernog Jadrana niži su u usporedbi sa sedimentima srednjeg Jadrana. Prosječni udio siltozne frakcije u sedimentima sjevernog Jadrana iznosi 14,8%, dok prosječni udio glinovite frakcije iznosi 1,7%. U sedimentima srednjeg Jadrana prosječni udio silta iznosi 27,3%, dok prosječni udio gline iznosi 4,4%.

Većina uzoraka površinskog sedimenta karakterizirana je lošom ili vrlo lošom sortiranošću, što upućuje na različito podrijetlo istaloženih čestica, koje može biti terigeno, biogeno ili antropogeno. Prevladavajuća pozitivna zakošenost granulometrijskih krivulja upućuje na veću zastupljenost krupnijih čestica.

Na slici 6.1.1 prikazane su prostorne raspodjele udjela pijeska i silta u površinskim sedimentima istraženog područja.



**Slika 6.1.1.** Prostorne raspodjele udjela pijeska i silta u površinskim sedimentima istraženog područja.

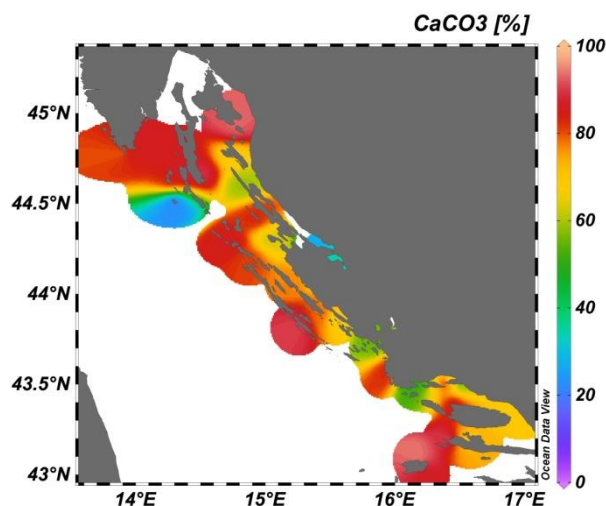
Rezultati određivanja granulometrijskog sastava istraženih sedimenata usporedivi su s rezultatima prethodnih istraživanja sedimenata istočne obale Jadrana (Bogner i sur., 2005; Matijević i sur., 2008; Juračić i sur., 1999; Vdović i Juračić, 1993; Faganeli i sur., 1994; Fiket 2014). Prema Matijević i sur. (2008), u sedimentima istočne obale Jadrana prevladava pjeskovita veličinska frakcija. Udio navedene frakcije kreće se u rasponu od 0,9% do 95,6%, s prosječnom vrijednosti od 53%. Udio šljunka u navedenom istraživanju kreće se do najviše 10%, s prosječnom vrijednosti 1,5% i pretežno je biogenog podrijetla. Prema navedenom istraživanju, vrijednosti udjela silta u sedimentima variraju od 0,5 do 94,1%, s prosječnom vrijednosti od 31%, dok se udjeli gline kreću od 2,0% do 60% s prosječnom vrijednosti od 14%. Povišen sadržaj silta zabilježen je u priobalnim sedimentima u područjima u kojima je prisutno trošenje

flišnih naslaga u zaleđu te u područjima riječnih ušća, dok su povišeni udjeli gline ustanovljeni u dubljim područjima južnog Jadrana. Prema drugim istraživanjima koja su obuhvatila sedimente hrvatskog dijela Jadrana (Bogner i sur., 2005; Faganeli i sur., 1994; Vdović i Juračić, 1993), povišeni udjeli mulja zabilježeni su u sedimentima dubljih područja te u područjima značajnijeg donosa sedimentnog materijala s kopna, dok u sedimentima plićih područja prevladava pjeskovita veličinska frakcija.

U istraženim priobalnim sedimentima istarskog poluotoka i otoka u Kvarnerskom zaljevu prevladavaju grubo-zrnati sedimenti (pijesci, muljeviti pijesci i šljunkoviti pijesci). Slično su zabilježili Juračić i sur. (1999) u istraživanju koje je obuhvatilo područje Kvarnerskog zaljeva. Prema navedenom istraživanju, morsko tlo navedenog područja u najvećoj mjeri prekrivaju pješčani muljevi i muljeviti pijesci. Prema rezultatima istraživanja Fiket (2014), morsko tlo zapadnog dijela Novigradskog mora prekrivaju siltozni pijesci. Prema navedenom istraživanju, udio pijeska u sedimentima navedenog područja kreće se u rasponu od 62,5% do 90,2%, dok se udio silta kreće u rasponu od 8,1% do 32,0%. Udio gline je niži i kreće se u rasponu od 0,9% do 5,5%. Navedene vrijednosti usporedive su s rezultatima ovog istraživanja, u kojem se zabilježeni udjeli pijeska u sedimentima Novigradskog mora kreću u rasponu od 71,7% do 95%, dok se udio silta kreće u rasponu od 3,9% do 23,1%.

### 6.1.2. Udio karbonata u sedimentu

U sastavu istraženih sedimenata vrijednosti udjela karbonata vrlo su raznolike i kreću se u rasponu od 4,3% do 95,5%, pri čemu prosječna vrijednost iznosi 70,1% (Slika 6.1.2).



**Slika 6.1.2.** Prostorna raspodjela udjela karbonata ( $\text{CaCO}_3$ ) u površinskim sedimentima istraženog područja.



Udio karbonata u istraženim sedimentima usporediv je s literaturnim podacima vezanim uz prethodna istraživanja sedimentata u hrvatskom dijelu Jadrana (Faganeli i sur., 1994; Bogner i sur., 2005; Matijević i sur., 2008; Pikelj, 2010). Prema istraživanju Faganeli i sur. (1994) koje je obuhvatilo područje zapadne i istočne Jadranske obale, udio karbonata kreće se u rasponu od 24% do 80%, pri čemu su niže vrijednosti ustanovljene uz zapadni, talijanski dio obale te područje Južne jadranske kotline, dok su najviše vrijednosti, do 95%, ustanovljene uz istočnu obalu Jadrana. Prema Pikelj (2010) prosječna vrijednost udjela karbonata u sedimentima istočnog dijela Jadrana iznosi 61%, dok se prema Matijević i sur. (2008) vrijednosti udjela karbonata u sedimentima istočne obale Jadrana kreću u rasponu od 27% do 75%, s prosječnom vrijednosti od 47%.

U području istočne obala Jadrana prevladavaju vapnenci i dolomiti, što utječe na visoke udjele karbonata i niže udjele klastičnog materijala (Faganeli i sur., 1994). Podrijetlo karbonata je pretežno biogeno, tj. biogena komponenta može činiti i do 95% ukupnog udjela karbonata (Faganeli i sur. 1994; Pikelj, 2010). Promatrano po veličinskim frakcijama, visoki udjeli karbonata su zastupljeni u najvećoj mjeri u šljunkovitoj i pjeskovitoj frakciji (Pikelj, 2010). Karbonati u morskim sedimentima osim biogenog podrijetla, kao minerali kalcita i aragonita, mogu biti i terigenog podrijetla, nastali trošenjem karbonatnih stijena i flišnih naslaga (Mihelčić i sur., 1996).

U ovom istraživanju, povišene vrijednosti udjela karbonata, više od 60%, zabilježene su u obalnim sedimentima otoka u Kvarnerskom zaljevu (izuzev otoka Paga i Suska), otoka u zadarskom akvatoriju, otoka Levrnake u Kornatskom otočju i otoka u splitskom akvatoriju. Vrijednosti udjela iznad 60% zabilježene su u području u obalnim sedimentima otoka Visa u području otvorenog mora (Bogner i sur. 2004), što se podudara s rezultatima dobivenim u ovom istraživanju.

Vrlo niske vrijednosti udjela ustanovljene su u sedimentima Novigradskog mora i u obalnom sedimentu otoka Suska. Prosječna vrijednost udjela karbonata u istraženim sedimentima Novigradskog mora iznosi 30,3%, što je usporedivo s prosječnom vrijednosti udjela karbonata od 20% u sedimentima navedenog područja koju navodi Fiket (2010).

Vrijednost udjela karbonata u obalnom sedimentu otoka Suska iznosi 17,3%, što ukazuje na različit mineralni sastav u usporedbi s sedimentima preostalih istraženih lokacija. Prema Mikulčić Pavlaković i sur. (2011), sediment otoka Suska sadrži veći udio siliciklastične komponente. Pretpostavlja se da je materijal na otok Susak nošen vjetrom iz okolnog područja nekadašnje aluvijalne ravnice rijeke Po (Mikulčić Pavlaković i sur., 2011).

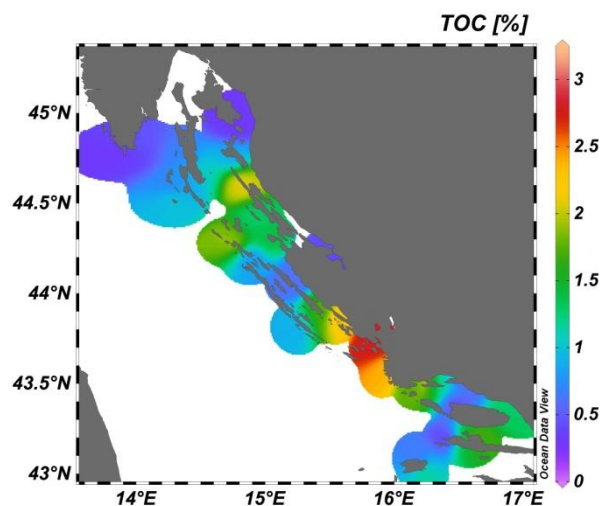
### 6.1.3. Organska tvar u sedimentu

Na raspodjelu elemenata u tragovima u vodi i sedimentu, uz prethodno opisane čimbenike, u velikoj mjeri utječu i proizvodnja i razgradnja organske tvari u vodenom stupcu (Davis, 1984; Stumm, 1992; Young i Harvey, 1992; Schmitt et al., 2002).

Organska tvar sadrži brojne funkcionalne skupine na koje se vežu elementi u tragovima (Kitano i sur., 1980; Katz i Kaplan, 1981). Sposobnost organske tvari za vezanje elemenata ovisi o brojnim čimbenicima, uključujući veličinu čestica, kapacitet izmjene kationa, negativan površinski naboj i stabilnost organo–metalnih kompleksa. Organska tvar se u partikulatnom obliku može vezati uz krupnije čestice sedimenta, a također se može u obliku tankih filmova vezati uz finije čestice s velikom specifičnom površinom (Horowitz i Elrick, 1987).

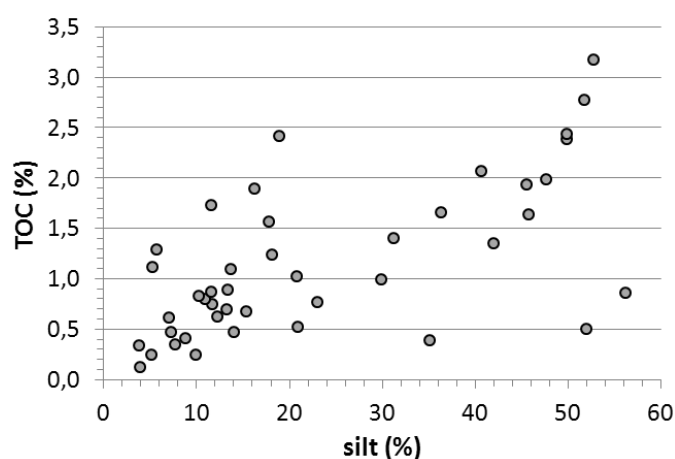
U pravilu, udio organske tvari povećava se sa smanjenjem veličine čestica sedimenta, odnosno porastom specifične površine čestica (Forstner i Wittmann 1979; Salomons i Forstner, 1984; Horowitz i Elrick, 1987, Ujević i sur. 1998; Bogner et al. 2005; Chen et al. 2004; Lin i sur. 2002; Zhang i sur. 2002), međutim, uslijed mogućeg vezivanja partikulatne organske frakcije uz krupnije čestice sedimenta, može doći do izostanka pozitivne korelacije s udjelom sitnozrnatih komponenata.

Koncentracija ukupnog organskog ugljika (TOC) je osnovni pokazatelj udjela organske tvari u sedimentu (Schumacher, 2002). U istraženim površinskim sedimentima udio ukupnog organskog ugljika je relativno nizak i kreće se u rasponu od 0,1% do 3,2%, s prosječnom vrijednosti od 1,1% (Slika 6.1.3).



**Slika 6.1.3.** Prostorna raspodjela udjela ukupnog organskog ugljika (TOC) u površinskim sedimentima istraženog područja.

Dobivene vrijednosti usporedive su s rezultatima prethodnih istraživanja (Matijević i sur., 2008, Fiket, 2014; Faganeli i sur., 1994; Dolenc i sur. 1998, Spagnoli i sur. 2008; Fabbri i sur. 2001). Pozitivna korelacija udjela organskog ugljika s udjelom sitnozrnatih frakcija (Slika 6.1.4) ( $r=0,62$ ;  $p < 0,05$ ), odnosno porast udjela organske tvari s povećanjem udjela sitnozrnate frakcije, potvrđuje rezultate prethodnih istraživanja (Salomons i Forstner, 1984; Horowitz i Elrick, 1987, Bogner et al. 2005; Chen et al. 2004; Forstner i Wittmann 1979; Lin i sur. 2002; Ujević i sur. 1998; Zhang i sur. 2002).



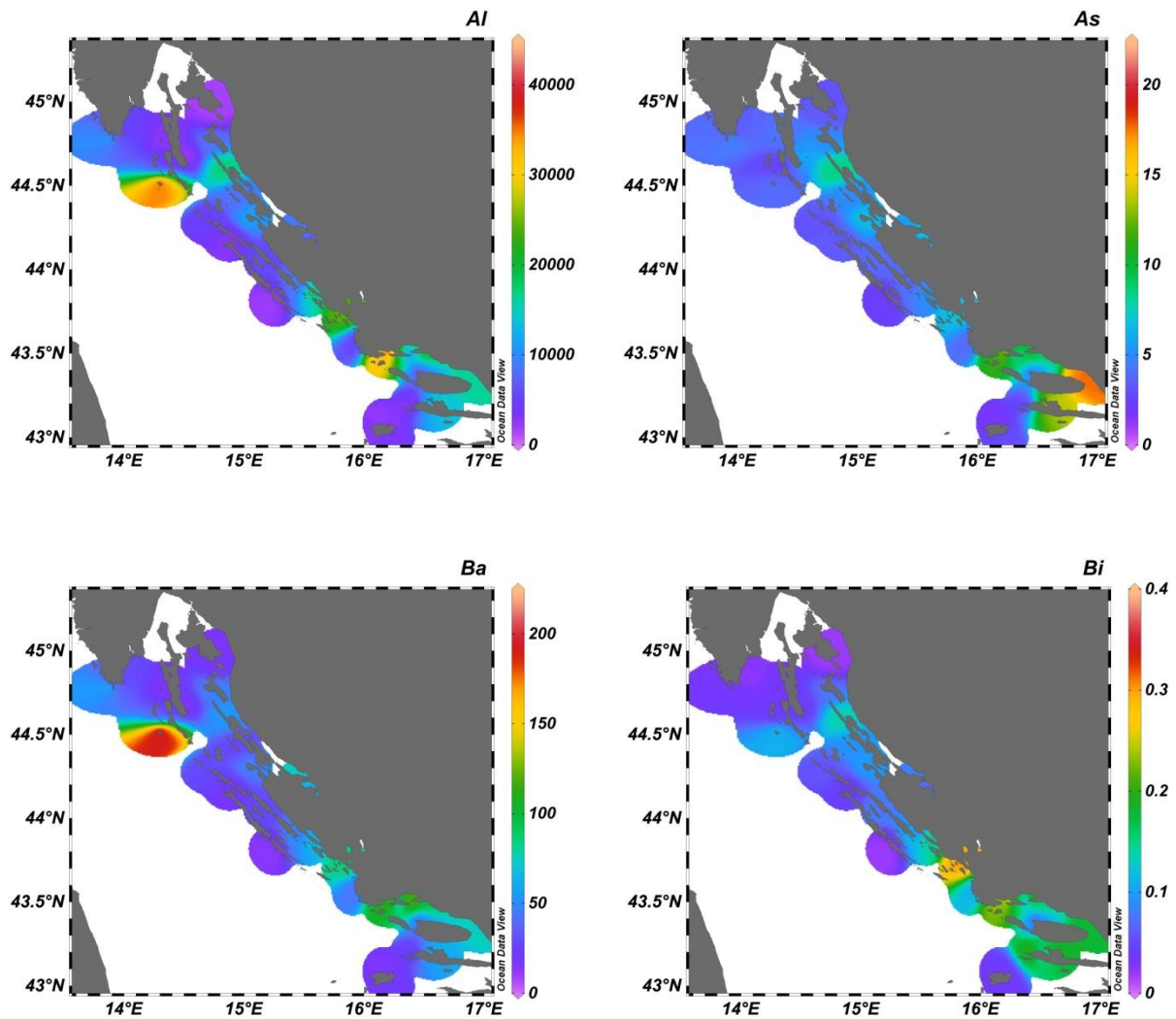
**Slika 6.1.4.** Raspodjela vrijednosti udjela ukupnog organskog ugljika (%) u ovisnosti o udjelu siltozne veličinske frakcije u istraženim sedimentima.

## 6.2. Glavni elementi, elementi u tragovima i elementi rijetkih zemalja u sedimentu

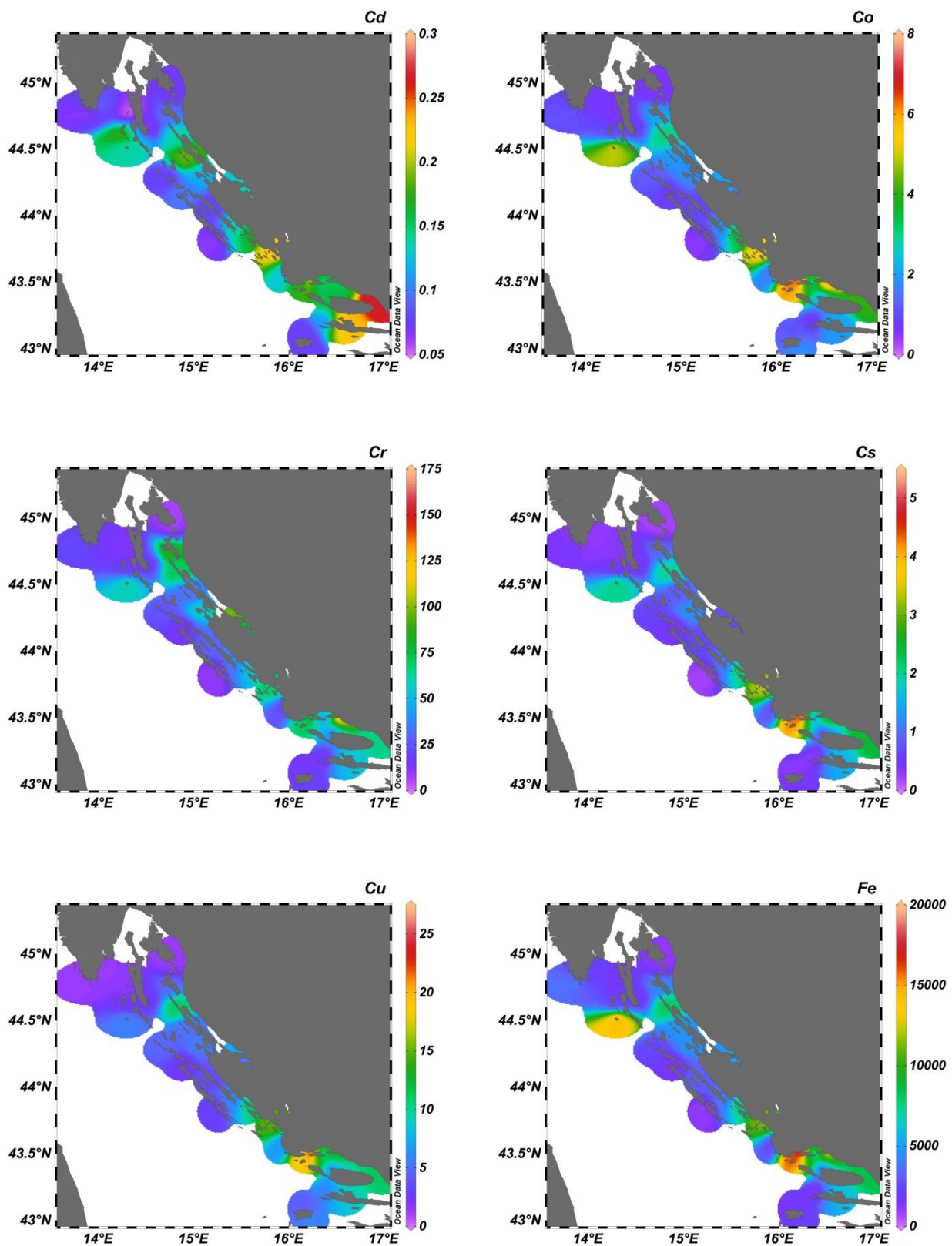
Na slikama 6.2.1–6.2.5 navedene su mape svih mjerenih elemenata ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) u površinskim uzorcima istraživanog područja. Iz priloženih mapa vidljivo je da su najviši maseni udjeli većine mjerenih elemenata zabilježeni u području splitskog akvatorija. Najviši maseni udjeli glavnih elemenata (Al, Fe, K, Mg) zabilježeni su u sedimentima Trogirskog zaljeva, na postajama SA2 i SA3. U području Trogirskog zaljeva također su izmjereni najviši maseni udjeli elemenata u tragovima Co, Cs, Cu, Li, Mo, Ni, Pb, Rb, V i Zn, dok je sadržaj elemenata As, Bi, Cd, Sb, U i grupe elemenata rijetkih zemalja najviši na postaji OSA5 u području Starigradskog zaljeva.

Najviši maseni udjeli preostalih mjerenih elemenata zabilježeni su u sedimentima Kvarnerskog zaljeva s otocima (Ba, Sn i Sr) te u sedimentima zadarskog akvatorija (Cr i Tl). Vrijednosti masenih udjela većine mjerenih elemenata zabilježene u sedimentima Kvarnerskog zaljeva usporedive su s vrijednostima izmjerenim u sedimentima zadarskog i šibenskog

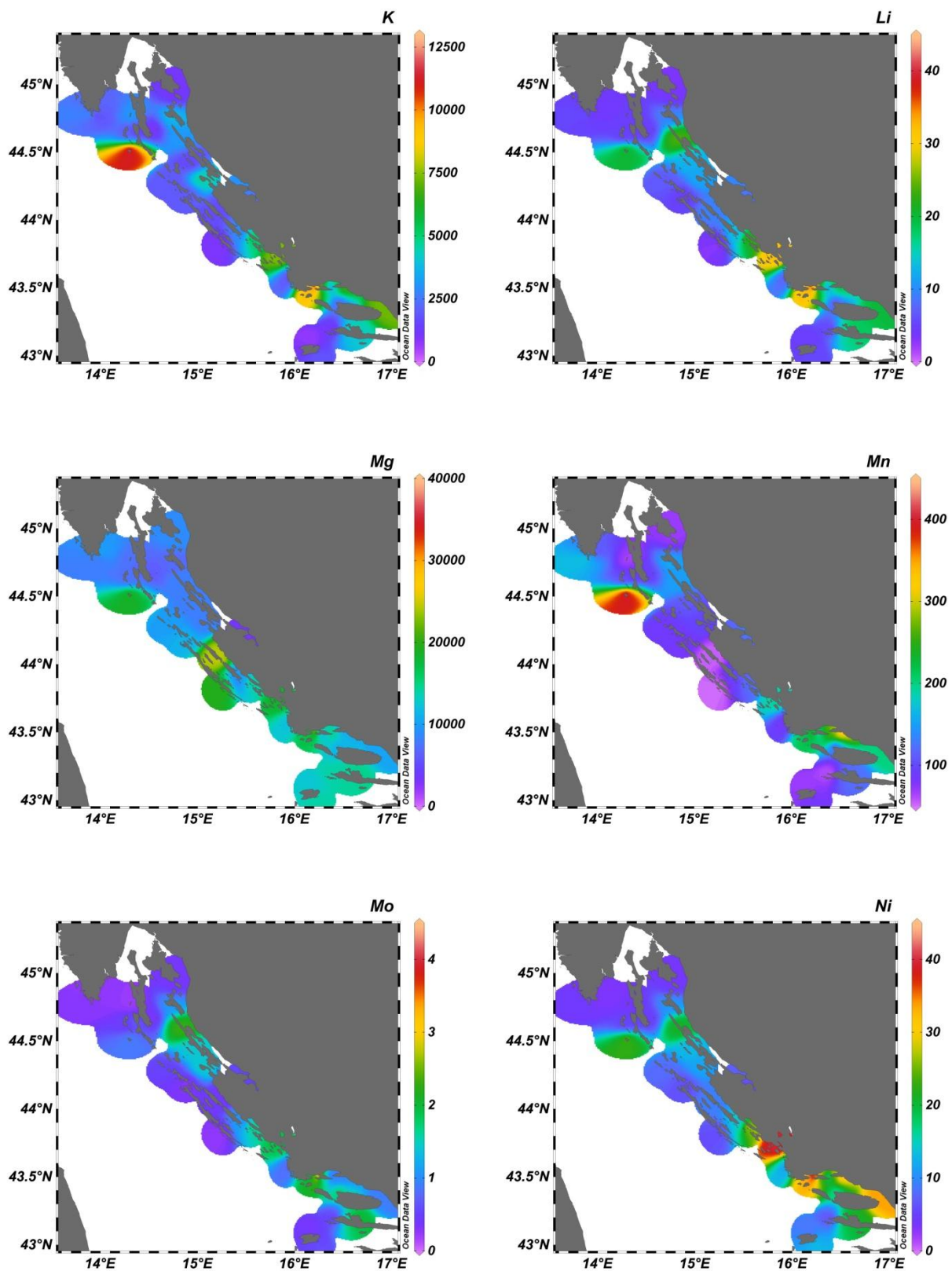
akvatorija. Općenito, najviše vrijednosti za većinu elemenata u sedimentima Kvarnerskog zaljeva izmjerene su u sedimentu otoka Suska i sedimentu otoka Paga. U području zadarskog akvatorija, najviše vrijednosti su najčešće zabilježene u sedimentima Novigradskog mora. Među postajama u šibenskom akvatoriju, najviše vrijednosti zabilježene su u području uz obalu otoka Zlarina, u Šibenskom kanalu.



**Slika 6.2.1.** Mape Al, As, Ba i Bi u površinskim sedimentima ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) istraživanog područja.

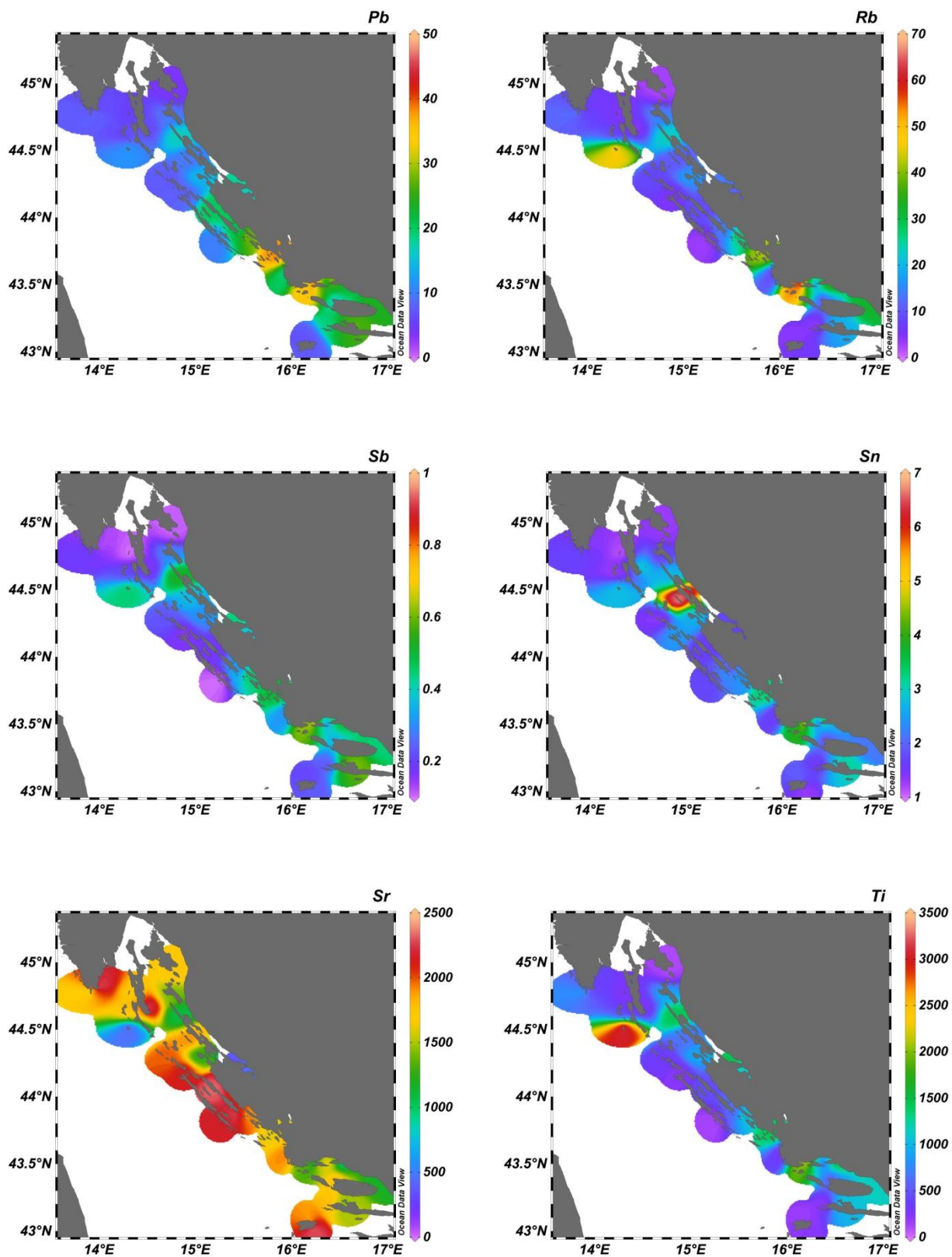


**Slika 6.2.2.** Mape Cd, Co, Cr, Cs, Cu i Fe u površinskim sedimentima ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) istraživanog područja.

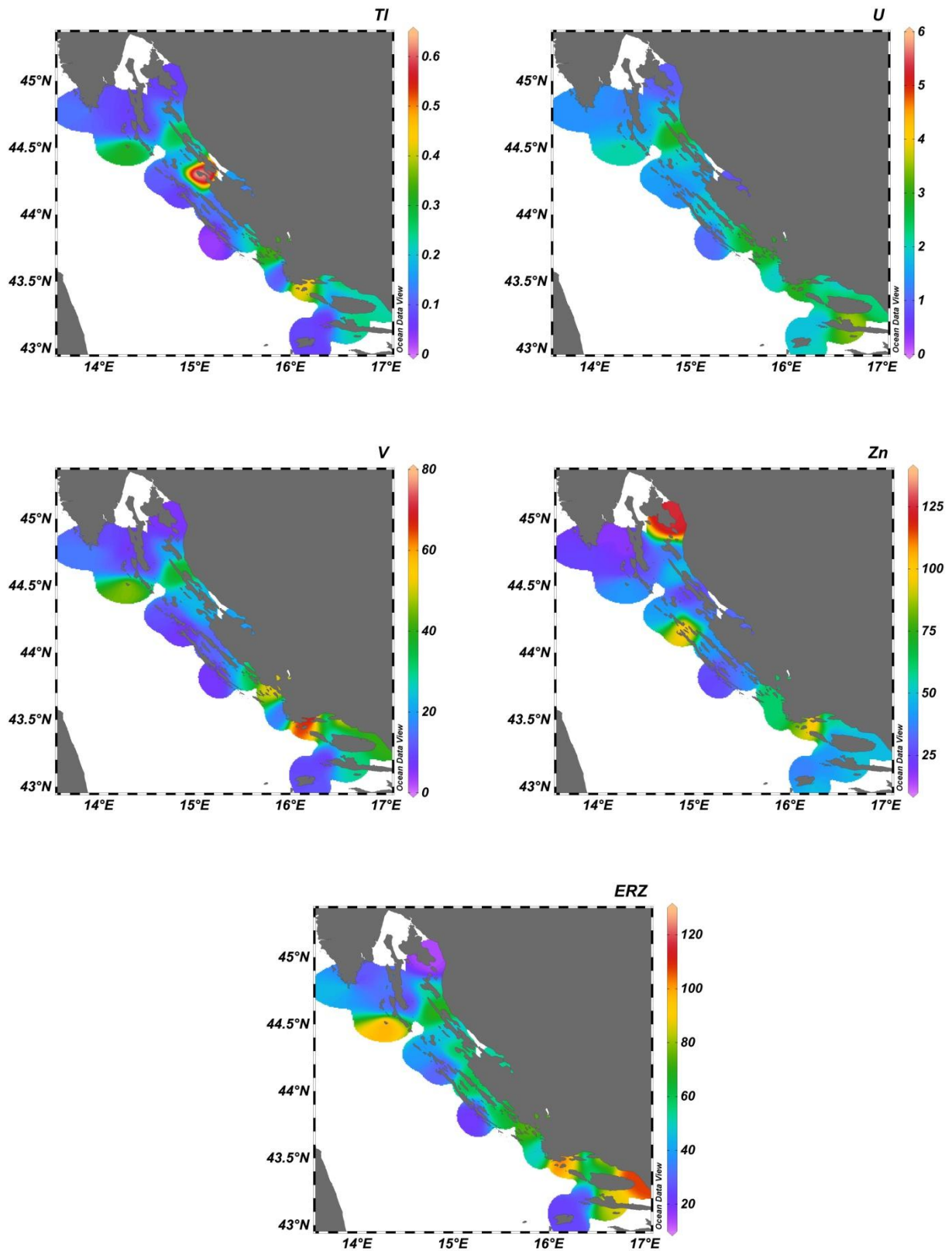


**Slika 6.2.3.** Mape K, Li, Mg, Mn, Mo i Ni u površinskim sedimentima ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) istraživanog područja.





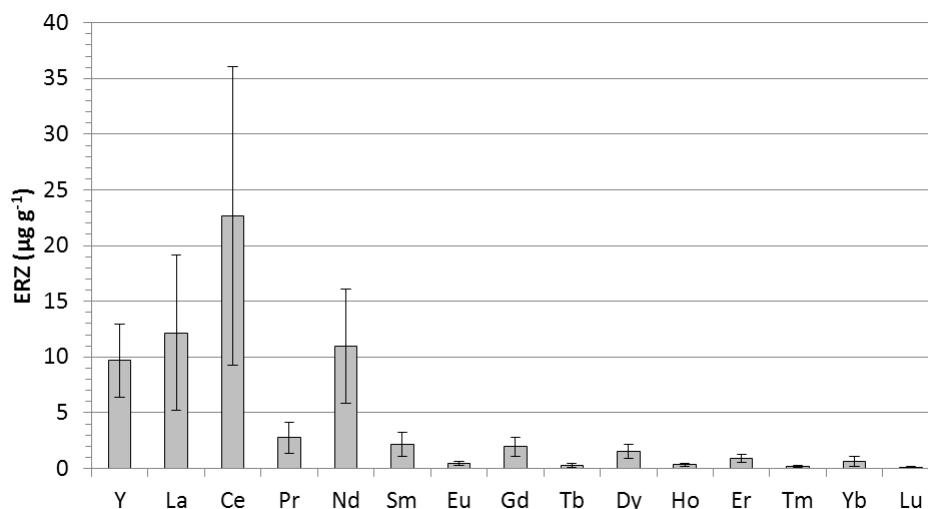
**Slika 6.2.4.** Mape Pb, Rb, Sb, Sn, Sr i Ti u površinskim sedimentima ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) istraživanog područja.



**Slika 6.2.5.** Mape TI, U, V, Zn i  $\Sigma$ ERZ u površinskim sedimentima ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) istraživanog područja.



Srednje vrijednosti masenih udjela elemenata rijetkih zemalja, uključujući itrij, prikazane su na slici 6.2.6.



**Slika 6.2.6.** Srednje vrijednosti masenih udjela elemenata rijetkih zemalja u površinskim sedimentima istraženog područja.

Prosječne vrijednosti masenih udjela elemenata rijetkih zemalja (uključujući itrij) u istraženim sedimentima kreću se u širokom rasponu, od 0,26 µg g<sup>-1</sup> (Tb) do 22,7 µg g<sup>-1</sup> (Ce). Vrijednosti masenih udjela grupe ERZ (zbroy pojedinačnih masenih udjela svakog elementa, ΣERZ), kreću se u rasponu od 13,7 µg g<sup>-1</sup> do 127,8 µg g<sup>-1</sup> (Slika 6.2.6), pri čemu prosječna vrijednost iznosi 57,1 µg g<sup>-1</sup>. Zbroj masenih udjela cerija, lantana i neodimija u prosjeku čini 80% ukupne koncentracije elemenata rijetkih zemalja. Iza cerija, lantana i neodimija, u opadajućem redoslijedu prema koncentraciji, slijede Pr, Sm, Gd, Dy, Er, Yb, Eu, Ho, Tb, Tm i Lu. Prosječne vrijednosti masenih udjela Ce, La, Nd i Y iznose 22,7 µg g<sup>-1</sup>, 12,2 µg g<sup>-1</sup>, 11,0 µg g<sup>-1</sup> i 9,68 µg g<sup>-1</sup>. Sadržaj Pr, Sm, Gd, Dy kreće se u rasponu od 1 µg g<sup>-1</sup> do 3 µg g<sup>-1</sup>, dok je sadržaj ostalih elemenata rijetkih zemalja niži od 1 µg g<sup>-1</sup>. Na temelju navedenog možemo zaključiti da u površinskim sedimentima istraženog područja prevladavaju laki elementi rijetkih zemalja (LERZ). Prosječni udio LERZ u analiziranim uzorcima iznosi 92,6%.

Na svim postajama, izuzev postaje BV, ustanovljena je negativna cerijeva anomalija, što upućuje na prevladavajuće oksidirajuće uvjete, u kojima dolazi do obogaćenja sedimenta cerijem uslijed taloženja CeO<sub>2</sub> (Braun i sur., 1990), ili sutaloženja sa željeznim i manganovim oksihidroksidima (De Carlo i sur., 1998).

U sedimentima postaja u području sjevernog Jadrana ustanovljena je blaga pozitivna europijeva anomalija (Eu/Eu\* = 1,01 – 1,22). Pozitivna europijeva anomalija također je uočena u sedimentima zadarskog akvatorija (ZA1, ZA2, ZA3, NM3), Trogirskog zaljeva (SA1, SA2, SA4)

i u sedimentima otočja u splitskom akvatoriju (OSA1, OSA2, OSA7, OSA8). Pozitivne vrijednosti Eu/Eu\* anomalije odraz su geološke podloge i upućuju na otapanje minerala u čiju se kristalnu rešetku Eu ugrađuje (minerali glina i/ili plagioklasa) (Banks i sur. 1999; Lee i sur. 2003; Leybourne i Johannesson 2008).

### 6.2.1. Utjecaj fizikalno–kemijskih karakteristika sedimenta na sadržaj mjerenih elemenata u sedimentu

Primjenom statističke tehnike analize glavnih komponenta (PCA) kojom reduciramo višedimenzionalnost podataka na nekoliko varijabli, omogućeno je lakše prepoznavanje i interpretacija čimbenika koji utječu na geokemijski sastav sedimenta i sadržaj mjerenih elemenata u sedimentima (Rubio i sur., 2000; Spagnoli i sur., 2008).

Primjenom analize glavnih komponenta na površinske sedimente istraženog područja ustanovljeno je da prve četiri komponente, za koje su ustanovljene svojstvene vrijednosti veće od 1, opisuju 84,4% ukupne varijabilnosti podataka (Prilog XLIII). Faktorska opterećenja, odnosno korelacije između mjerenih elemenata i glavnih komponenta navedena su u tablici 6.2.1.1.

**Tablica 6.2.1.** Izračunata faktorska opterećenja, odnosno korelacije između svih mjerenih elemenata i glavnih komponenta (PC1 – PC4). Podebljane vrijednosti označavaju statistički značajne korelacije ( $p < 0,05$ ).

Element	PC1	PC2	PC3	PC4
Al	<b>-0,94</b>	0,13	0,25	0,08
As	-0,77	-0,19	-0,17	-0,13
Ba	-0,76	0,36	0,28	0,01
Bi	-0,89	-0,19	-0,13	0,09
Cd	-0,71	-0,24	-0,23	-0,22
Co	<b>-0,95</b>	0,07	0,15	-0,07
Cr	-0,71	<b>0,51</b>	-0,27	0,02
Cs	<b>-0,97</b>	-0,08	0,08	0,06
Cu	<b>-0,93</b>	-0,10	-0,03	0,10
Fe	<b>-0,96</b>	0,08	0,20	0,00
K	<b>-0,92</b>	0,16	0,24	0,01
Li	<b>-0,97</b>	-0,09	0,02	0,11

**Tablica 6.2.1. (nastavak)**

Element	PC1	PC2	PC3	PC4
Mg	-0,37	-0,34	<b>0,62</b>	0,02
Mn	-0,68	0,29	0,44	-0,31
Mo	-0,79	-0,25	-0,21	0,28
Ni	<b>-0,96</b>	-0,16	0,05	-0,09
Pb	-0,89	-0,17	-0,12	-0,02
Rb	<b>-0,96</b>	0,07	0,19	0,05
Sb	<b>-0,92</b>	0,08	-0,28	0,15
Sn	-0,73	-0,19	-0,04	0,40
Sr	<b>0,49</b>	<b>-0,79</b>	0,21	-0,02
Ti	-0,84	<b>0,45</b>	0,08	0,15
Tl	-0,86	0,04	-0,08	0,19
U	-0,74	<b>-0,45</b>	-0,16	0,14
V	<b>-0,98</b>	-0,01	0,09	0,00
Zn	-0,56	-0,26	0,23	0,13
ΣERZ	-0,89	0,02	-0,07	-0,11
šljunak	<b>0,72</b>	-0,31	0,17	0,32
pijesak	<b>0,83</b>	0,31	0,09	0,25
silt	<b>-0,90</b>	-0,15	-0,12	-0,27
glina	-0,77	-0,18	-0,17	<b>-0,54</b>
CaCO <sub>3</sub>	<b>0,60</b>	<b>-0,71</b>	0,15	-0,18
TOC	-0,63	<b>-0,49</b>	-0,12	0,17

Prva glavna komponenta (PC1) opisuje 67,3% ukupne varijabilnosti podataka. Visoke pozitivne vrijednosti PC1 karakteristične su za sadržaj karbonata i krupnozrnate frakcije (šljunak i pijesak), dok su nešto niže pozitivne vrijednosti karakteristične za stroncij. Potonje upućuje na to da je Sr u sedimentu uglavnom vezan uz karbonatnu komponentu sedimenta. Povezanost CaCO<sub>3</sub> i krupnozrnate frakcije u sedimentu ukazuje na prevladavanje karbonata u krupnozrnatost frakciji u sedimentu što potvrđuje i opažanje Pikelj (2010).

Visoke negativne vrijednosti PC1 karakteristične su za siltoznu frakciju i elemente Al, Co, Cs, Cu, Fe, K, Li, Ni, Rb, Sb i V. Budući da su Al, Cs, Fe, K, Li i Rb tipični geogeni elementi, grupiranje Co, Cu, Ni, Sb i V uz navedene elemente ukazuje na njihovo zajedničko, terigeno porijeklo. Nadalje, visoke negativne vrijednosti navedenih elemenata i silta ukazuje na njihovu povezanost sa siltoznom frakcijom u sedimentu, odnosno da sadržaj navedenih elemenata

najvećim djelom ovisi o udjelu sitnozrnate siltozne frakcije. Na temelju navedenog može se zaključiti da prva glavna komponenta opisuje utjecaj granulometrijskog sastava na sadržaj elemenata u sedimentu te ukazuje na to da je većina elemenata vezana uz alumosilikatnu litogenu frakciju.

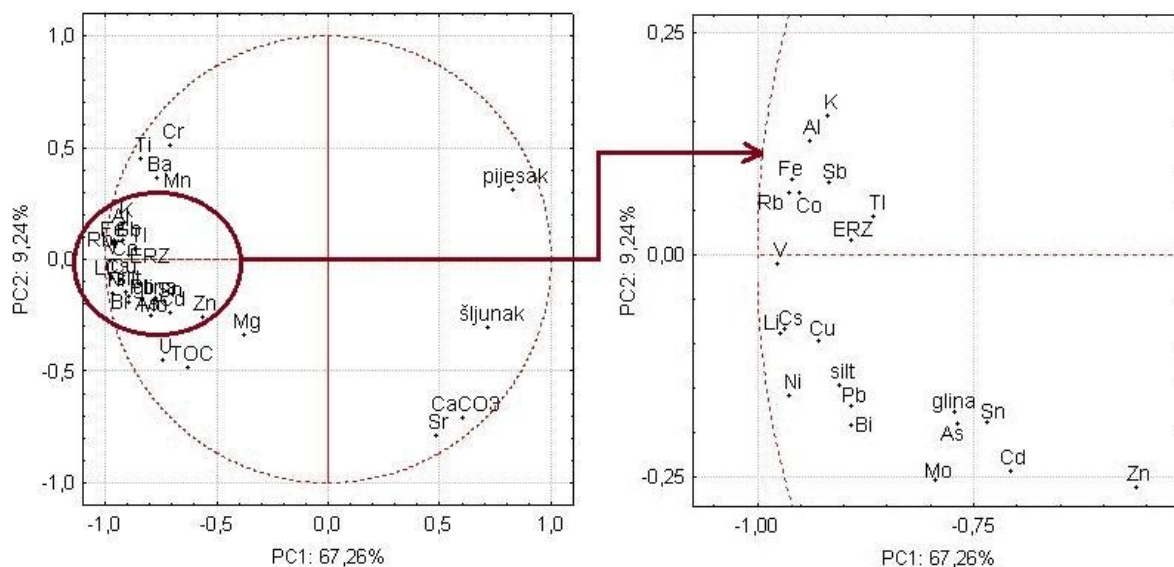
Druga glavna komponenta (PC2) opisuje 9,2% ukupne varijabilnosti podataka. Druga glavna komponenta jasno izdvaja karbonatnu frakciju sedimenta (Slika 6.2.7), koju karakterizira najviša negativna vrijednost PC2. Odvajanje karbonata, kao i njihova negativna korelacija s većinom elemenata, potvrđuju činjenicu da je većina mjerenih elemenata uglavnom vezana uz alumosilikate. Karbonati u sedimentu dijelom su terigenog, a dijelom biogenog podrijetla. Grupiranje Sr s  $\text{CaCO}_3$  upućuje na biogeno podrijetlo karbonata, obzirom da stroncij rado zamjenjuje Ca u karbonatnim mineralima, koji izgrađuju ljušturice i skelete organizama (Speer, 1983).

Negativne vrijednosti PC2 također su karakteristične su za TOC i U. Poznato je da se uranij u morskim sedimentima velikim dijelom adsorbira ili stvara komplekse s organskom tvari (Kochenov i Baturin, 2002; Cumberland i sur., 2016), što potvrđuje i dobra pozitivna korelacija između U i TOC ( $r = 0,7$ ). Grupiranje  $\text{CaCO}_3$ , Sr te TOC i U upućuje na važnost organske tvari i općenito biogene produkcije na raspodjelu elemenata u sedimentima.

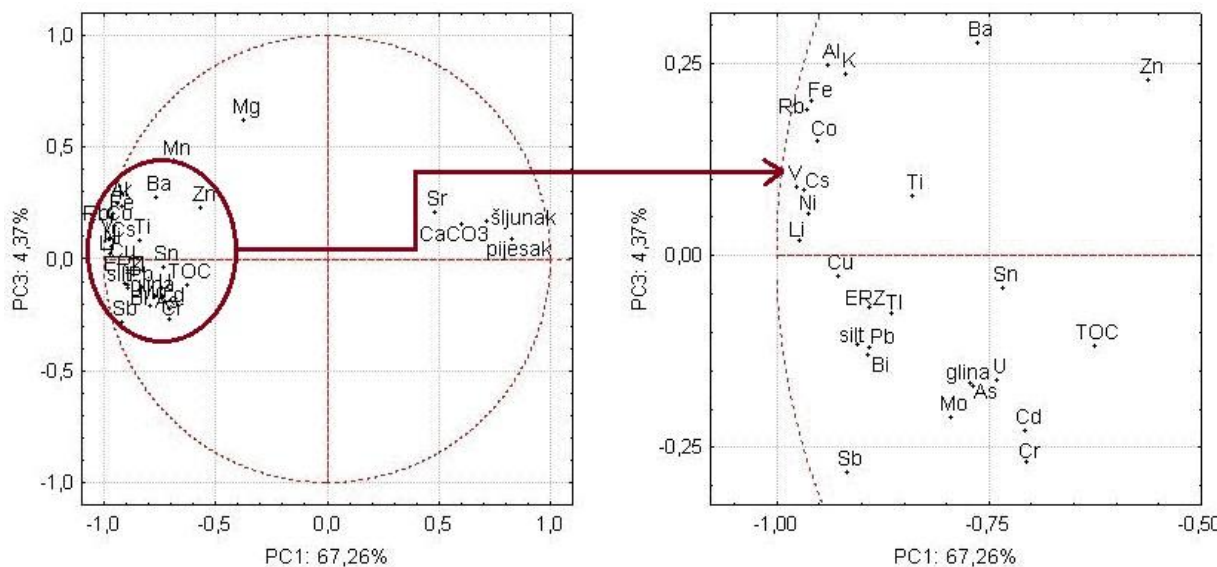
Pozitivne vrijednosti PC2 karakteristične su za grupu elemenata Ba, Cr, Mn i Ti. Odvajanje ove grupe elemenata od ostalih elemenata grupiranih oko Al najvjerojatnije upućuje na utjecaj različitih čimbenika na pojedinim lokacijama. Vrijednosti faktorskih bodova (Prilog XLIV) pokazuju da pozitivnim PC2 vrijednostima najviše doprinose postaje NM3 i NM4 u Novigradskom moru te postaja KVO5 kod otoka Suska. U obalnom sedimentu otoka Suska ustanovljen je najviši sadržaj elemenata Ba, Mn i Ti, dok je u sedimentu postaje NM4 ustanovljen najviši sadržaj Cr. Povišeni maseni udjeli navedenih elemenata u sedimentu otoka Suska odraz su različitog mineralnog sastava sedimenta, u usporedbi sa sedimentima ostalih područja, uslijed eolskih donosa aluvijalnih nanosa rijeke Po (Mikulčić Pavlaković i sur., 2011). Povišeni maseni udjeli Cr u sedimentima Novigradskog mora odraz su utjecaja lokalne geološke i pedološke podloge obogaćene kromom (Fiket, 2014).

Treća komponenta (PC3) opisuje 4,4% ukupne varijabilnosti podataka i pokazuje značajnu pozitivnu korelaciju s Mg (Slika 6.2.8). Nedostatak korelacije Mg s ostalim elementima, što je također vidljivo na slici koja prikazuje ovisnost prve i druge glavne komponente, ukazuje na to da minerali koji sadrže Mg nemaju veliku ulogu u vezivanju elemenata, odnosno uklanjanju elemenata iz vodenog stupca, što se podudara s zaključcima istraživanja Dolenc i sur. (1998).

Četvrta komponenta (PC4) opisuje samo 3,5% ukupne varijabilnosti (Prilog XLIII) i pokazuje relativno homogenu raspodjelu faktorskih opterećenja (Tablica 6.2.1), stoga nije moguća jasna interpretacija raspodjele mjerenih elemenata.



**Slika 6.2.7.** Projekcija mjerenih elemenata (varijabli) na ravninu PC1–PC2.



**Slika 6.2.8.** Projekcija mjerenih elemenata (varijabli) na ravninu PC1–PC3.

Kako bi dobili bolji uvid u podrijetlo elemenata u sedimentima, dodatno su razmotrene korelacije mjerenih elemenata sa sadržajem aluminija u sedimentima. Aluminij se uglavnom nalazi ugrađen u kristalnoj rešetki minerala glina i predstavlja litogenu komponentu sedimenta. Kod elemenata prirodnog podrijetla, omjeri između koncentracija elementa i aluminija u sedimentu relativno su konstantni (linearna ovisnost). S druge strane, odstupanje od linearne

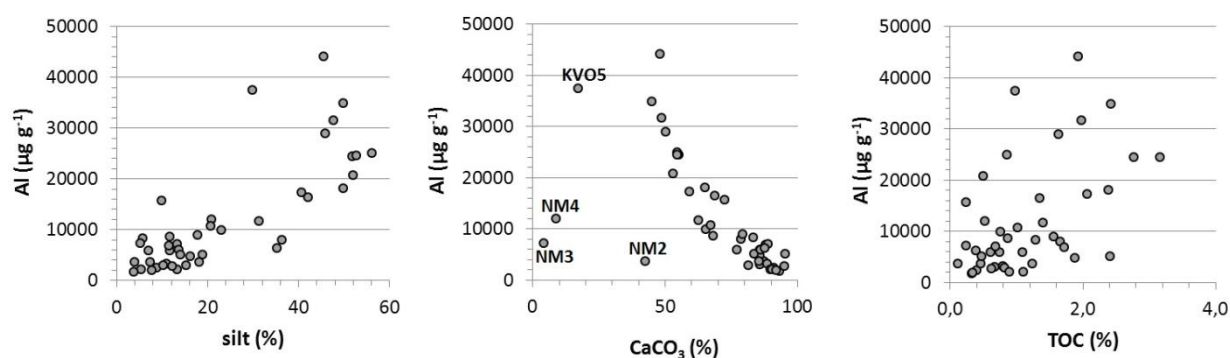
ovisnosti, tj. povišena vrijednost omjera koncentracija element/Al, može upućivati na eventualne antropogene doprinose pojedinih elemenata u sedimentima (Schropp i Windom, 1988).

Sadržaj aluminija u istraženim sedimentima povećava se s porastom udjela siltozne i glinovite frakcije u sedimentu ( $r = 0,68 - 0,76$ ) (Slika 6.2.9).

Visoki sadržaj karbonata u pravilu se povezuje s niskim koncentracijama elemenata u sedimentu (Herut i Sandler, 2006). Sadržaj Al opada s porastom udjela karbonata, međutim, uočena su odstupanja od linearne ovisnosti na postajama u Novigradskom moru (NM2, NM3, NM4) i na postaji kod otoka Suska (KVO5). Navedena odstupanja od linearnog pravca upućuju na različit mineralni sastav sedimenta na navedenim postajama.

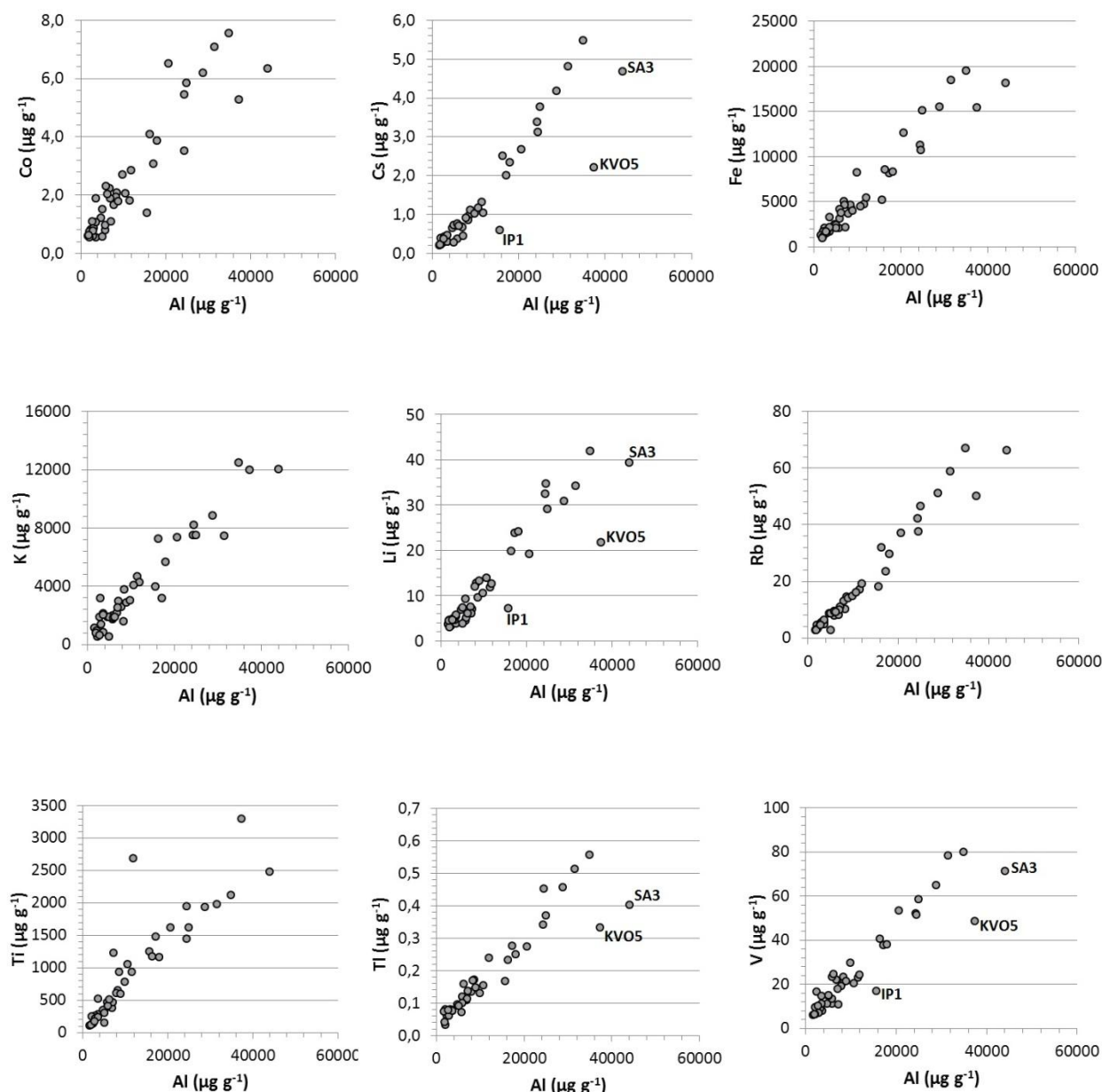
U istraženim sedimentima Novigradskog mora i sedimentu otoka Suska ustanovljeni su niski udjeli karbonata (4,3% – 42,4%) i visoki udjeli pjeskovite veličinske frakcije (68,0% – 95,0%), koja se najvjerojatnije većim dijelom sastoji iz kvarca. Kvarc je relativno inertan mineral, koji prirodno sadrži niske koncentracije elemenata u tragovima. Visoki sadržaj kvarca uzrokuje “razrijeđenje” elemenata vezanih uz glinovitu frakciju u sedimentu i prividno smanjuje njihove koncentracije (Kim i sur., 1998). Izvor materijala kojeg karakterizira visoki udio siliciklastične komponente na otoku Susku je okolno područje nekadašnje aluvijalne ravnice rijeke Po, odakle je materijal nošen vjetrom (Mikulčić Pavlaković i sur., 2011), dok na mineralni sastav sedimenta u Novigradskom moru u velikoj mjeri utječe geološka podloga drenažnog područja rijeke Zrmanje, okolna tla i boksitne pojave te hidrodinamski uvjeti u zaljevu (Fiket, 2014).

Sadržaj aluminija pokazuje umjerenu pozitivnu korelaciju sa sadržajem ukupnog organskog ugljika ( $r = 0,50$ ) (Slika 6.2.9).

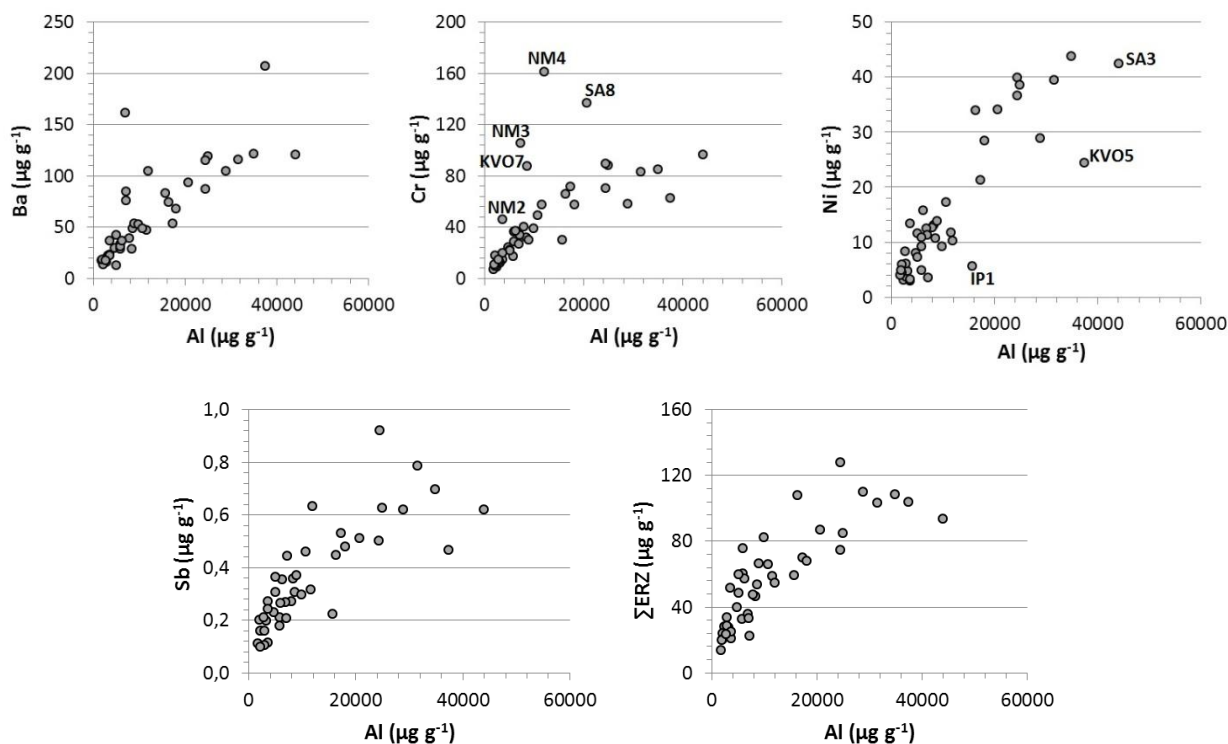


**Slika 6.2.9.** Raspodjela masenih udjela aluminija u ovisnosti o udjelu siltozne frakcije, sadržaju karbonata i ukupnog organskog ugljika u uzorcima sedimenata.

Elementi Co, Cs, Fe, K, Li, Rb, Ti, V pokazuju vrlo dobru pozitivnu korelaciju s aluminijem ( $r = 0,90 - 0,98$ ;  $p < 0,05$ ) (Slika 6.2.10), dok elementi Ba, Cr, Ni, Sb i ERZ pokazuju nešto nižu, ali još uvijek vrlo dobru, pozitivnu korelaciju s Al ( $r = 0,83 - 0,89$ ;  $p < 0,05$ ) (Slika 6.2.11). Vrlo dobre pozitivne korelacije sadržaja navedenih elemenata sa sadržajem Al u sedimentu upućuju na njihovu povezanost sa litogenom komponentom sedimenta i ne ukazuju na eventualne antropogene doprinose (prirodni terigeni izvor).



**Slika 6.2.10.** Raspodjela masenih udjela Co, Cs, Fe, K, Li, Rb, Ti, Tl, V u ovisnosti o sadržaju Al u uzorcima sedimenata.

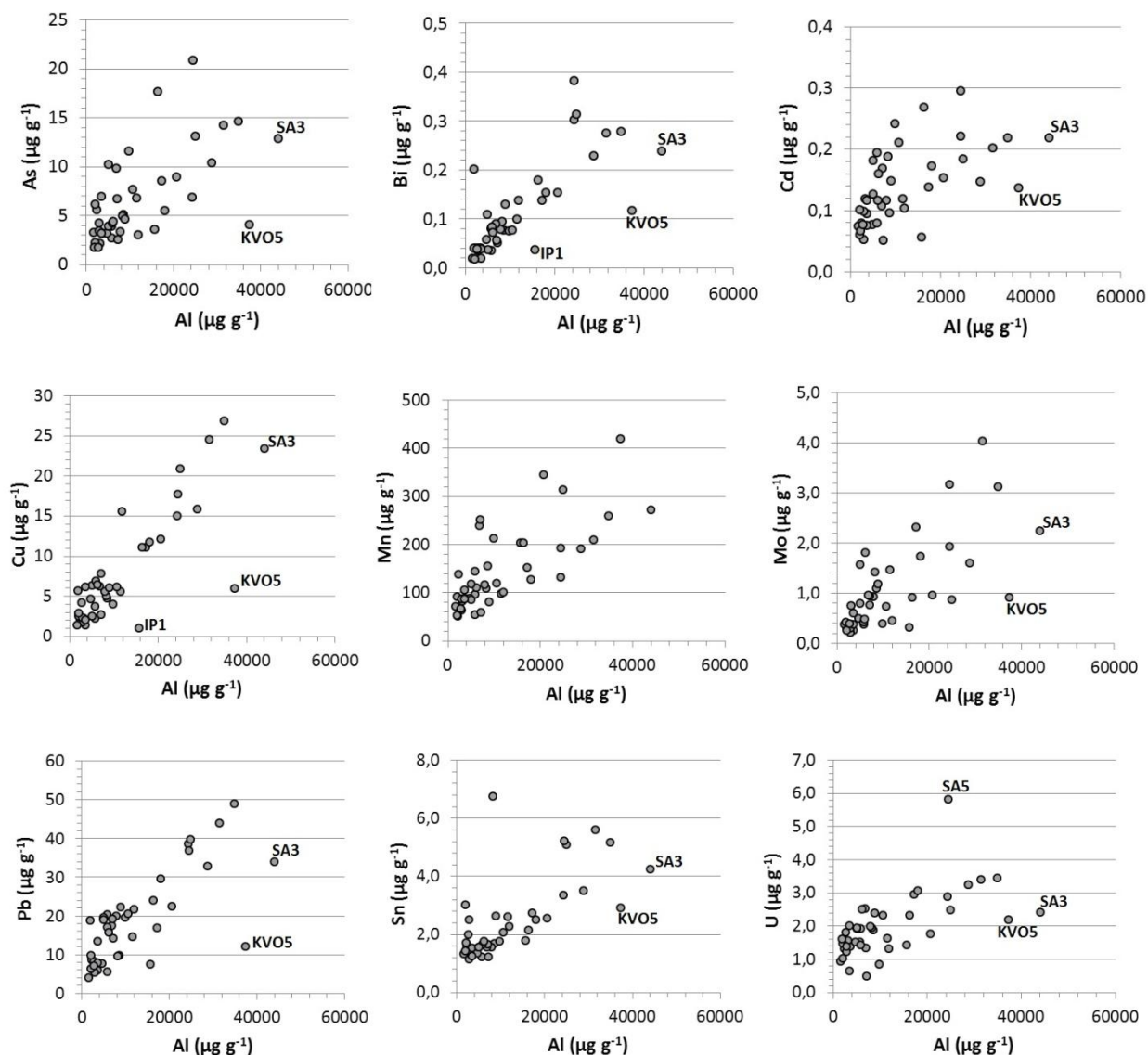


**Slika 6.2.11.** Raspodjela masenih udjela Ba, Cr, Ni, Sb i ERZ u ovisnosti o sadržaju Al u uzorcima sedimenta.

As, Bi, Cd, Cu, Mn Mo, Pb, Sn i U pokazuju nešto nižu, ali još uvijek dobru, pozitivnu korelaciju s Al ( $r = 0,64 - 0,77$ ;  $p < 0,05$ ) (Slika 6.2.12), što upućuje na utjecaj i drugih čimbenika osim litogenog sastava. Statistički značajne pozitivne korelacije navedenih elemenata sa sadržajem željeza ( $r = 0,51 - 0,84$ ;  $p < 0,05$ ) i mangana ( $r = 0,45 - 0,74$ ;  $p < 0,05$ ) upućuju na to da se mjereni elementi u površinskim sedimentima, u oksidnim uvjetima, mogu nalaziti dijelom vezani za manganove i željezne oksihidrokside. Uklanjanje elemenata u tragovima iz vodenog stupca sutaloženjem i adsorpcijom na željezne i manganove oksihidrokside opisano je u brojnim prethodnim istraživanjima (Singh i Subramanian, 1984; Calmano i sur., 1994; Sutherland i sur., 2007; Fernandes i sur. 2011).

Elementi Cd, Cu, Pb, Sn i U ujedno pokazuju statistički značajne pozitivne sa sadržajem organskog ugljika ( $r = 0,42 - 0,70$ ;  $p < 0,05$ ). Pozitivne korelacije elemenata s organskim ugljikom upućuju na značajnu ulogu organske tvari u uklanjanju navedenih elemenata iz vodenog medija i njihovom vezanju u sediment. Organska tvar se adsorbira na finije čestice sa velikom specifičnom površinom i sadrži brojne funkcionalne skupine na koje se vežu elementi (Zhou et al., 1998; Ramos et al., 1999; Kochenov i Baturin, 2002; Morillo i sur., 2004; Kljaković–Gašpić i sur., 2009; Strom i sur., 2011; Cumberland i sur., 2016).

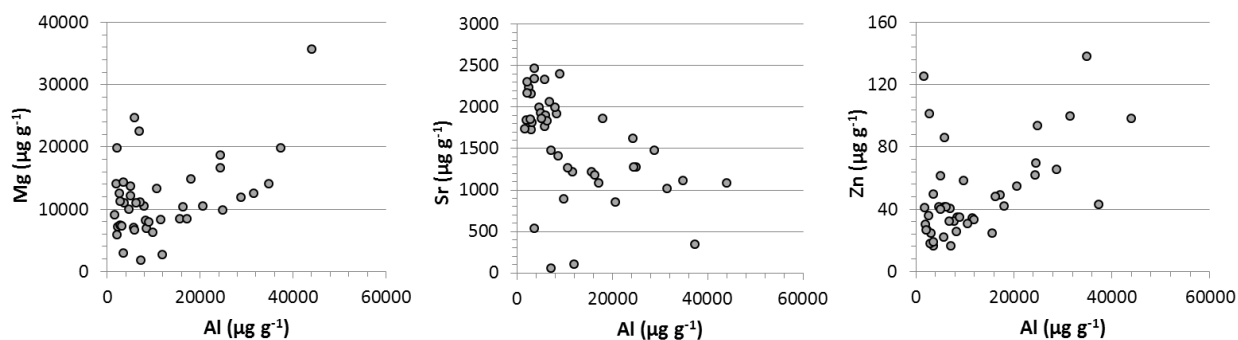




**Slika 6.2.12.** Raspodjela masenih udjela As, Bi, Cd, Cu, Mn Mo, Pb, Sn i U u ovisnosti o sadržaju Al u uzorcima sedimenata.

Vrijednosti masenih udjela elemenata Mg, Sr i Zn odstupaju od linearnog odnosa s Al (Slika 6.2.13), pri čemu Mg ne pokazuje statistički značajnu korelaciju s Al, Zn pokazuje slabu pozitivnu korelaciju ( $r = 0,42$ ;  $p < 0,05$ ), a Sr pokazuje negativnu korelaciju s Al ( $r = -0,61$ ;  $p < 0,05$ ). Osim uz filosilikate, magnezij u sedimentu može biti vezan uz terigenu ili biogenu karbonatnu frakciju (Vdović i sur., 1991; Vdović i Juračić, 1993). Stroncij je jedini element koji pokazuje statistički značajnu pozitivnu korelaciju s udjelom karbonata ( $r = 0,72$ ), što upućuje na njegovo vezivanje uz biogenu karbonatnu frakciju. Povećanjem udjela karbonata, u sedimentu opada sadržaj Al (terigena komponenta), stoga je negativna korelacija stroncija s Al očekivana.

Izostanak korelacije Zn sa sadržajem Al upućuje na povezanost uz druge komponente sedimenta. Statistički značajna pozitivna korelacija masenog udjela cinka sa sadržajem Fe ( $r = 0,48$ ) i Mn ( $r = 0,41$ ) upućuje na to da se Zn u površinskim sedimentima može nalaziti dijelom vezan za manganove i željezne oksihidrokside, dok pozitivna korelacija s ukupnim organskim ugljikom ( $r = 0,45$ ) upućuje na vezivanje Zn s organskom tvari.



**Slika 6.2.13.** Raspodjela masenih udjela Mg, Sr i Zn u ovisnosti o sadržaju Al u uzorcima sedimenta.

U sedimentima postaje KVO5 kod otoka Suska i postaje SA3 u Trogirskom zaljevu vidljiva su odstupanja sadržaja elemenata As, Bi, Cd, Cs, Cu, Li, Mo, Ni, Pb, Sn, Tl, U i V od linearne ovisnosti o sadržaju aluminija (Slike 6.2.10–6.2.12). Također, odstupanja od linearne ovisnosti zabilježena su i za elemente Bi, Cs, Cu, Li, Ni i V u obalnom sedimentu istarskog poluotoka (IP1). Odstupanje od linearnog pravca ukazuje na razlike u mineralnom sastavu sedimenta na navedenim lokacijama, u usporedbi s ostalim istraživanim sedimentima.

U sedimentu postaje SA5 u Kaštelanskom zaljevu zabilježeno je odstupanje uranija od linearne ovisnosti sa Al, tj. vrijednosti uranija su povišene, što je najvjerojatnije posljedica antropogenog doprinosa. Naime, izvor onečišćenja u Kaštelanskom zaljevu je nekadašnja tvornice vinil–klorida. U termoelektrani tvornice korišten je ugljen s povišenim aktivnostima uranija i njegovih prirodnih produkata raspada. Izgaranjem ugljena stvara se pepeo i šljaka, koji su obogaćeni uranijem. Uslijed nekontroliranog zbrinjavanja otpadnog materijala i odlaganja u more, sediment Kaštelanskog zaljeva sadrži povišene masene udjele uranija (Lovrenčić i sur., 2005; Orešćanin i sur., 2005; Mikac i sur., 2006).

U sedimentima Novigradskog mora (NM2, NM3 i NM4) zabilježene su povišene vrijednosti masenih udjela Cr, u odnosu na linearnu ovisnost o Al. Kako je prethodno navedeno, povišeni maseni udjeli Cr u sedimentima Novigradskog mora odražavaju utjecaj lokalne geološke podloge obogaćene kromom (Fiket, 2014). Odstupanja od linearne ovisnosti zabilježena u sedimentima

postaja kod otoka Raba (KVO7) i uvale Žnjan (SA8) mogu upućivati na utjecaj geološke podloge, ili na potencijalni antropogeni doprinos.

Maseni udjeli mjerenih elemenata u površinskim sedimentima istraženog područja uspoređene su s vrijednostima zabilježenim u dosadašnjim istraživanjima sedimenata u različitim područjima Jadrana (Tablica 6.2.2).

Iz prikazanih vrijednosti u tablici, vidljivo je da su izmjerene vrijednosti masenih udjela većine elemenata niže ili usporedive s prosječnim vrijednostima zabilježenim u dosadašnjim istraživanjima sedimenata Jadranskog mora (Martinčić i sur., 1989; Dolenc i sur., 1998; Fabbri i sur., 2001; Ianni i sur., 2000; Oreščanin i sur., 2002; De Lazzari i sur., 2004; Mihelčić i sur., 2006; Valković i sur., 2007; Obhodaš i Valković, 2010; Cukrov i sur., 2011; Komar i sur., 2015). Među analiziranim sedimentima prevladavaju karbonatni pijesci i muljevi, što se odražava na vrijednostima Sr, koje su zbog toga nešto više u usporedbi s vrijednostima navedenim u dosadašnjim istraživanjima.

Srednje vrijednosti masenih udjela Fe u analiziranim sedimentima nekoliko puta su više od srednje vrijednosti zabilježene u područjima bez značajnih antropogenih pritisaka (Obhodaš i Valković 2010). Srednje vrijednosti Mn i Zn također su nešto više od srednje vrijednosti izmjerene u zaljevskim područjima Jadrana (Obhodaš i Valković, 2010), međutim, vrijednosti masenih udjela sva tri navedena elementa niže su od vrijednosti zabilježenih u preostalim istraživanjima.

Možemo zaključiti da su vrijednosti koncentracija većine mjerenih elemenata u sedimentima istraženog područja relativno niske i usporedive s vrijednostima karakterističnim za neonečišćena područja.

Usporedba vrijednosti masenih udjela elemenata sa kriterijima za procjenu stanja i potencijalnog štetnog učinka sedimenta na organizme morskog dna, zadanim za elemente As, Cd, Cr, Cu, Ni i Pb (Long i sur., 2005), pokazuje da su prosječne vrijednosti masenih udjela navedenih elemenata niže od vrijednosti ERL (eng. *effect range low*). ERL vrijednosti predstavljaju koncentracije ispod kojih se rijetko očekuje pojava negativnog utjecaja na morske organizme.

**Tablica 6.2.2.** Maseni udjeli elemenata u tragovima ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) i glavnih elemenata ( $\text{mg g}^{-1}$ ) u sedimentima Jadranskog mora

	Al	Fe	K	Mg	As	Ba	Bi	Cd	Co	Cr	Cs	Cu	Li
Kvarnerski zaljev s otocima*	9,08	4,14	2,97	8,86	4,45	46,9	0,06	0,11	1,55	31,1	0,74	3,43	8,65
zadarski i šibenski akvatorij*	8,87	4,39	3,04	10,8	4,84	49,7	0,10	0,12	1,94	50,3	1,04	6,27	11,5
splitski akvatorij*	16,2	8,68	5,15	14,1	9,55	76,3	0,16	0,17	3,63	56,0	2,15	12,0	18,0
sjeverni Jadran <sup>1</sup>	–	15,9	–	–	–	–	–	–	–	91	–	14	–
Rijeka – luka <sup>2</sup>	17,7	27,4	4,0	14,0	21,4	86,30	0,46	1,07	12,9	71,6	1,77	145	38,9
Morinjski zaljev <sup>3</sup>	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	25	–
Limski kanal <sup>4</sup>	–	–	–	–	–	–	–	0,08 – 0,29	–	–	–	22 – 54	–
Kornati <sup>4</sup>	–	–	–	–	–	–	–	0,29 – 0,31	–	–	–	10 – 18	–
sjeverni Jadran <sup>4</sup>	–	–	–	–	–	–	–	0,13 – 0,35	–	–	–	10 – 21	–
sjeverni Jadran <sup>5</sup>	42,3	20,9	13,3	20,4	3,5	184	–	–	7,0	74	–	18,6	–
srednji Jadran <sup>5</sup>	43,5	26,2	14,1	23,2	10,5	190	–	–	16	115	–	24,7	–
južni Jadran <sup>5</sup>	51,3	29,6	16,1	23	9,1	237	–	–	18	110	–	34,7	–
Novigradsko more <sup>6</sup>	52	26,8	15,1	167	16,7	186	0,31	0,32	9,86	98,2	7,32	18,4	61,4
sjeverni i srednji Jadran <sup>7</sup>	47,5	18,5	8,5	40	–	–	–	0,20	10,9	96,1	–	16,5	–
srednji i južni Jadran <sup>8</sup>	58,8	–	–	–	17,1	–	–	0,10	–	162	–	34,0	–
sjeverna Dalmacija <sup>9</sup>	54,4	28,8	14,1	31,1	16,3	174	0,27	0,28	9,32	103	5,82	29,4	–
sjeverni Jadran <sup>10</sup>	–	25,4	–	–	–	–	–	0,34	14,6	–	–	20,9	–
Kvarnerski zaljev <sup>11</sup>	–	9,5	5,4	–	30,6	–	–	–	–	32	–	576	–
Jadransko more (neonečišćena područja) <sup>12</sup>	–	0,39	5,56	–	6,6	–	–	–	–	43,9	–	16,2	–

\*Ovo istraživanje, <sup>1</sup>Fabbi i sur. (2001), <sup>2</sup>Cukrov i sur. (2011), <sup>3</sup>Mihelčić i sur. (2006), <sup>4</sup>Martinčić i sur. (1989), <sup>5</sup>Dolenec i sur. (1998), <sup>6</sup>Fiket (2014), <sup>7</sup>De Lazzari i sur. (2004), <sup>8</sup>Ilijanić i sur. (2014), <sup>9</sup>Komar i sur. (2015), <sup>10</sup>Ianni i sur. (2000), <sup>11</sup>Valković i sur. (2007), <sup>12</sup>Obhodaš i Valković (2010)

**Tablica 6.2.2. (nastavak)**

Područje	Mn	Mo	Ni	Pb	Rb	Sb	Sn	Sr	Ti	Tl	U	V	Zn
Kvarnerski zaljev s otocima*	139	0,72	8,54	8,26	12,7	0,24	2,23	1666	771	0,14	1,65	17,9	36,6
zadarski i šibenski akvatorij*	104	0,83	12,4	18,5	14,3	0,33	2,01	1517	814	0,18	1,64	20,4	43,1
splitski akvatorij*	183	1,45	23,5	25,0	27,4	0,46	2,85	1511	1080	0,25	2,49	38,1	62,6
sjevni Jadran <sup>1</sup>	330	–	50	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Rijeka – luka <sup>2</sup>	343	3,53	86,1	227	31,3	1,62	6,66	213	–	0,39	2,61	72,4	369
Morinjski zaljev <sup>3</sup>	–	–	–	15	–	–	–	–	–	–	–	–	67
Limski kanal <sup>4</sup>	–	–	–	14 – 41	–	–	–	–	–	–	–	–	54 – 127
Kornati <sup>4</sup>	–	–	–	29 – 33	–	–	–	–	–	–	–	–	47 – 48
sjevni Jadran <sup>4</sup>	–	–	–	25 – 44	–	–	–	–	–	–	–	–	76 – 140
sjevni Jadran <sup>5</sup>	462	–	45	18	–	–	–	460	2300	–	2,7	75	75
srednji Jadran <sup>5</sup>	1216	–	111	11	–	–	–	584	2000	–	2,1	89	73
južni Jadran <sup>5</sup>	1079	–	128	11	–	–	–	453	2400	–	2,0	102	76
Novigradsko more <sup>6</sup>	351	2,27	45,4	33,8	96,4	0,89	2,94	226	3248	0,79	2,62	97	112
sjevni i srednji Jadran <sup>7</sup>	1000	–	59,0	27,3	–	–	–	–	–	–	–	67,7	80,8
srednji i južni Jadran <sup>8</sup>	1517	1,16	188	18,9	–	–	–	–	44260	–	–	–	85,2
sjeverna Dalmacija <sup>9</sup>	300	25,2	33,3	26,1	87,2	0,35	2,84	366	3300	0,60	9,31	104,7	48,8
sjevni Jadran <sup>10</sup>	–	–	–	32,4	–	–	3,74	–	–	–	–	–	76,3
Kvarnerski zaljev <sup>11</sup>	152	–	31	71	35	–	–	682	1184	–	–	–	588
Jadransko more (neonečišćena područja) <sup>12</sup>	75,6	–	15,5	9,8	23,6	–	–	1059	781	–	–	–	33,6

\*Ovo istraživanje, <sup>1</sup>Fabbri i sur. (2001), <sup>2</sup>Cukrov i sur. (2011), <sup>3</sup>Mihelić i sur. (2006), <sup>4</sup>Martinčić i sur. (1989), <sup>5</sup>Dolenec i sur. (1998), <sup>6</sup>Fiket (2014), <sup>7</sup>De Lazzari i sur. (2004), <sup>8</sup>Ilijanić i sur. (2014), <sup>9</sup>Komar i sur. (2015), <sup>10</sup>Ianni i sur. (2000), <sup>11</sup>Valković i sur. (2007), <sup>12</sup>Obhodaš i Valković (2010)

## 6.2.2. Biodostupni udjeli elemenata u tragovima

Podaci o ukupnom sadržaju elemenata u sedimentu ne pružaju uvid o njihovom načinu vezivanja za sediment. Mobilnost i dostupnost elemenata za apsorpciju u organizmima ovise o fizikalno-kemijskom obliku u kojem se elementi nalaze vezani za sediment (Mossop i Davidson, 2003; Hlavay i sur. 2004; Pertsemli i Voutsas, 2007). Način vezivanja elemenata u sedimentu, a samim time i stupanj njihove biodostupnosti, ovisi o svojstvima samog elementa i o geokemijskim svojstvima sedimenta, tj. o njegovim granulometrijskim svojstvima, sadržaju organske tvari i karbonata, sadržaju željeznih i manganovih oksida i sulfida te o pH vrijednosti i redoks potencijalu (Chapman i sur., 1999; Simpson i sur., 2012; Zhang i sur., 2014). Promjene fizikalno-kemijskih uvjeta u okolišu, kao što su temperatura, pH, redoks-potencijal, koncentracija organskih liganada i slično, mogu dovesti do oslobađanja elemenata iz sedimenta u vodeni medij (Sahuquillo i sur. 2003). Kako bi procijenili u kojoj mjeri se elementi u sedimentima nalaze u obliku dostupnom za apsorpciju u organizmima, primijenjena je metoda sekvencijalne ekstrakcije. Metodom sekvencijalne ekstrakcije definirano je nekoliko biodostupnih frakcija, tj. izmjenjiva, karbonatna i Fe/Mn oksidna frakcija. Rasponi i prosječne vrijednosti udjela mjerenih elemenata u biodostupnim frakcijama prikazani su u tablici 6.2.3.

**Tablica 6.2.3.** Udjeli mjerenih elemenata u pojedinim biodostupnim frakcijama određenih postupkom sekvencijalne ekstrakcije.

Element	Izmjenjiva frakcija		Karbonatna frakcija		Fe/Mn oksidna frakcija		Biodostupna (ukupno)	
	Raspon (%)	Prosjeck (%)	Raspon (%)	Prosjeck (%)	Raspon (%)	Prosjeck (%)	Raspon (%)	Prosjeck (%)
<b>Al</b>	< 0,04	0,01	0,04 – 0,64	0,18	0,02 – 1,90	0,17	0,08 – 2,11	0,36
<b>Fe</b>	< 0,04	0,01	0,02 – 1,54	0,37	0,24 – 11,4	1,99	0,32 – 11,7	2,37
<b>K</b>	3,11 – 50,5	18,7	0,05 – 7,34	1,60	0,19 – 3,12	1,32	3,39 – 58,6	21,7
<b>Mg</b>	0,51 – 37,4	15,2	4,47 – 55,6	27,1	4,18 – 33,1	12,7	18,0 – 94,3	55,0
<b>As</b>	1,18 – 40,3	10,1	2,14 – 21,7	7,70	1,03 – 13,2	5,63	5,26 – 71,6	23,5
<b>Ba</b>	0,46 – 17,7	3,83	0,13 – 42,2	11,8	0,17 – 14,7	5,78	0,78 – 65,1	21,4
<b>Bi</b>	< 3,14	0,32	1,26 – 33,0	6,90	< 6,94	0,79	1,43 – 39,3	8,00
<b>Cd</b>	3,73 – 29,3	11,2	1,74 – 46,7	26,6	1,16 – 24,2	13,5	10,5 – 81,7	51,3
<b>Co</b>	0,73 – 5,32	2,12	1,98 – 12,2	5,85	0,08 – 8,93	0,77	3,25 – 18,0	8,74
<b>Cr</b>	< 0,90	0,16	0,03 – 15,0	4,19	0,04 – 6,43	1,60	0,22 – 21,1	5,95
<b>Cs</b>	0,13 – 3,69	1,58	< 0,76	0,29	0,24 – 1,86	0,90	1,07 – 5,71	2,77

**Tablica 6.2.3. (nastavak)**

Element	Izmjenjiva frakcija		Karbonatna frakcija		Fe/Mn oksidna frakcija		Biodostupna (ukupno)	
	Raspon (%)	Prosjeck (%)	Raspon (%)	Prosjeck (%)	Raspon (%)	Prosjeck (%)	Raspon (%)	Prosjeck (%)
<b>Cu</b>	0,82 – 13,8	3,55	0,52 – 15,4	2,76	< 15,4	0,93	1,93 – 29,1	7,24
<b>Li</b>	0,00 – 7,07	3,61	< 19,3	6,48	0,05 – 11,3	3,87	0,05 – 33,1	14,0
<b>Mn</b>	1,82 – 19,9	7,84	2,44 – 54,5	33,4	2,06 – 21,1	12,37	17,0 – 84,1	53,7
<b>Mo</b>	0,89 – 57,5	29,0	0,16 – 10,4	4,89	0,16 – 7,77	3,33	1,20 – 69,5	37,2
<b>Ni</b>	< 4,29	1,28	< 6,59	2,82	< 4,00	1,08	< 12,0	5,18
<b>Pb</b>	0,63 – 19,3	3,86	2,12 – 70,9	28,2	0,36 – 11,0	1,96	6,97 – 93,1	34,0
<b>Rb</b>	0,36 – 5,28	2,22	< 0,52	0,18	0,16 – 1,85	0,88	0,63 – 7,33	3,28
<b>Sb</b>	0,20 – 16,8	5,39	0,20 – 9,42	3,33	0,34 – 9,28	4,30	0,74 – 33,0	13,0
<b>Sn</b>	0,02 – 1,41	0,25	0,02 – 1,93	0,28	0,07 – 13,8	1,69	0,18 – 14,0	2,22
<b>Sr</b>	5,41 – 48,7	11,4	1,62 – 70,3	49,6	1,06 – 32,8	19,92	43,3 – 95,4	81,0
<b>Ti</b>	< 0,02	0,00	< 0,06	0,01	< 0,51	0,17	< 0,54	0,19
<b>Tl</b>	0,46 – 12,8	3,52	0,65 – 12,3	5,16	0,47 – 6,31	2,83	2,48 – 21,2	11,5
<b>U</b>	4,54 – 45,4	18,2	2,93 – 57,4	39,2	0,07 – 26,6	12,42	8,40 – 91,6	69,8
<b>V</b>	0,18 – 13,8	3,46	0,60 – 11,7	5,16	3,02 – 25,3	8,51	6,09 – 41,5	17,1
<b>Zn</b>	0,64 – 22,8	2,88	1,51 – 24,2	5,37	0,31 – 19,2	3,14	3,24 – 66,1	11,4
<b>Y</b>	0,26 – 10,3	1,14	9,22 – 74,9	41,6	0,25 – 15,0	1,60	10,0 – 83,2	44,4
<b>ΣERZ</b>	0,09 – 7,36	0,72	6,70 – 82,8	34,8	0,15 – 18,0	1,44	7,17 – 93,3	37,0

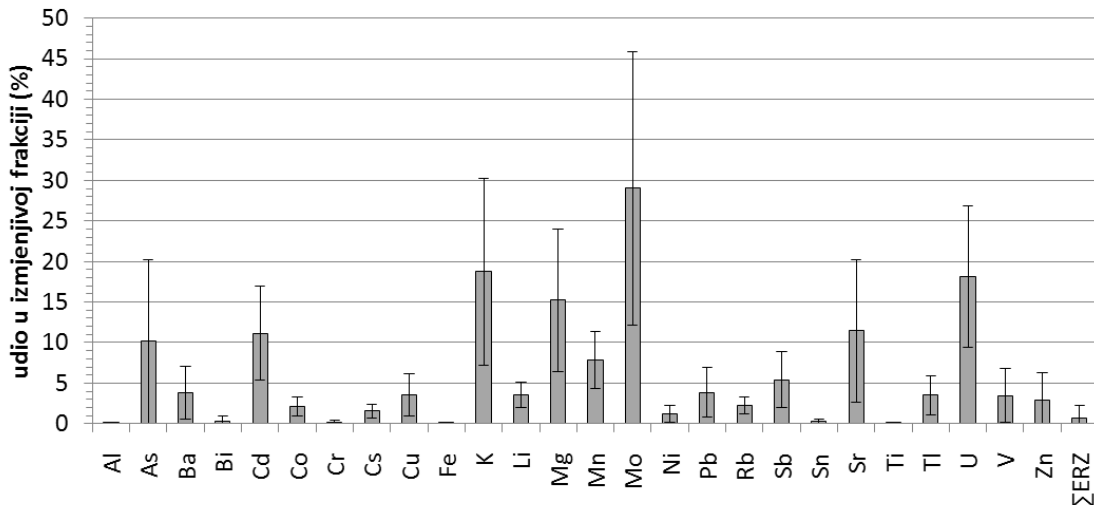
Kako bi se utvrdili čimbenici koji utječu na način vezivanja elemenata u sedimentu, razmotrene su ovisnosti vrijednosti biodostupnih udjela elemenata o karakteristikama sedimenta, tj. granulometrijskom sastavu, udjelu karbonata i organske tvari.

### 6.2.2.1. Izmjenjiva frakcija

Izmjenjivu frakciju čine elementi koji su slabim elektrostatskim silama vezani za čestice sedimenta i otpuštaju se u vodeni medij procesima ionske izmjene ili desorpcije s površine čestica, u obliku topljivih organskih i anorganskih kompleksa.

Prosječne vrijednosti udjela elemenata vezanih uz izmjenjivu frakciju kreću se do najviše 29,0%, pri čemu je najviša vrijednost zabilježena za Mo, dok su prosječni udjeli Al, Fe i Ti vezanih uz ovu frakciju zanemarivi. Relativno visoki prosječni udjeli (15% – 20%) elemenata u izmjenjivoj frakciji odnose se na K, Mg i U, dok su nešto niže vrijednosti (5% – 15%) izmjerene za elemente As, Cd, Mn, Sb i Sr (Slika 6.2.14). Prosječne vrijednosti udjela ostalih mjerenih elemenata u ovoj frakciji niži su

od 5%, međutim, unatoč niskim prosječnim vrijednostima, udjeli određenih elemenata, kao što su Ba, Cu, Pb, Tl, V, kreću se u širokom rasponu i u sedimentima nekih postaja pokazuju relativno visoke udjele (> 10%).



**Slika 6.2.14.** Prosječne vrijednosti udjela elemenata vezanih uz izmjenjivu frakciju u istraženim površinskim sedimentima.

Granulometrijska svojstva sedimenta imaju ograničen utjecaj na sadržaj elemenata u izmjenjivoj frakciji. Od razmotrenih elemenata, samo uranij pokazuje značajnu pozitivnu korelaciju sa sadržajem siltozne frakcije ( $r = 0,48$ ) (Tablica 6.2.4).

Osim granulometrijskih svojstava sedimenta, na sadržaj Mo i U u izmjenjivoj frakciji također utječe i sadržaj organske tvari. Porastom sadržaja organskog ugljika povećava se udio navedenih elemenata u izmjenjivoj frakciji ( $r = 0,56 - 0,60$ ). Relativno visoki udjeli Mo i U vezani uz izmjenjivu frakciju, te navedene pozitivne korelacije s ukupnim organskim ugljikom i siltoznom frakcijom, upućuju na postojanje labilnih veza između elemenata Mo i U i funkcionalnih skupina na površini organske tvari adsorbirane na finijim česticama. Od preostalih elemenata, samo Sb pokazuje značajnu pozitivnu korelaciju sa sadržajem organskog ugljika ( $r = 0,41$ ), pa možemo zaključiti da sadržaj organske tvari ima samo ograničen utjecaj na vezivanje elemenata u izmjenjivoj frakciji.

Razmotreni elementi u izmjenjivoj frakciji, izuzev K i Sr, ne pokazuju značajnu korelaciju s sadržajem karbonata. Sadržaj kalija u izmjenjivoj frakciji povećava se s povećanjem udjela karbonata ( $r = 0,61$ ), dok se udio stroncija smanjuje ( $r = -0,79$ ). Negativna korelacija udjela Sr u



izmjenjivoj frakciji s udjelom karbonata u sedimentu najvjerojatnije je uzrokovana ugradnjom Sr u karbonatne minerale.

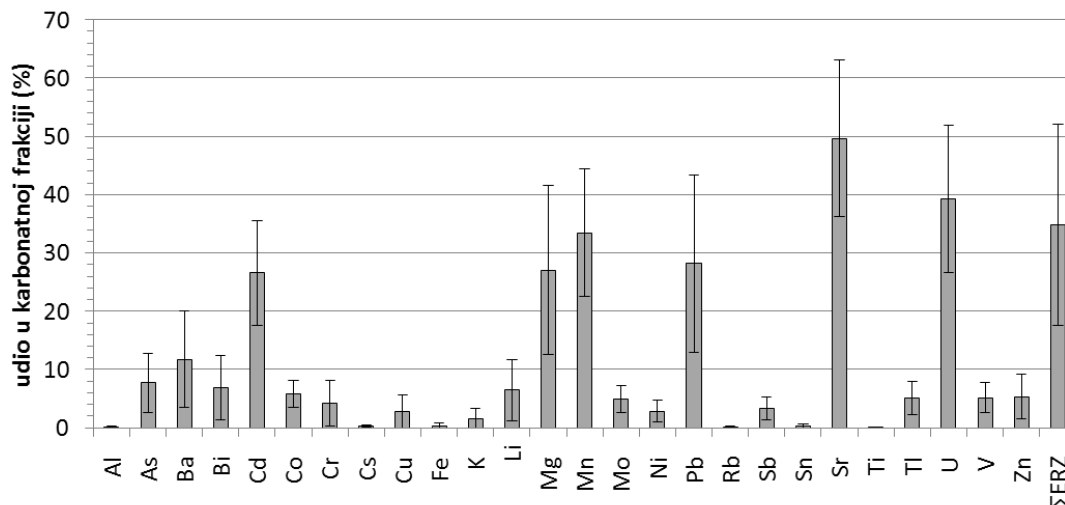
**Tablica 6.2.4.** Spearman–ovi koeficijenti korelacije ( $p < 0,05$ ) između udjela elemenata vezanih uz izmjenjivu frakciju i geokemijskih karakteristika sedimenta.

Element	pijesak (%)	silt (%)	CaCO <sub>3</sub> (%)	TOC (%)
As	–	–	0,53	–
Cd	–	–	–	–
K	–	–	0,61	–
Mg	–	–	–	–
Mn	–	–	–	–
Mo	–	–	–	0,56
Sb	–	–	–	0,41
Sr	–	–	–0,79	–
U	–	0,48	–	0,60

#### 6.2.2.2. Karbonatna frakcija

Karbonatnu frakciju čine elementi vezani za karbonate, koji se lako otapaju i oslobađaju u vodeni medij uslijed promjena pH uvjeta.

Prosječne vrijednosti udjela elemenata vezanih uz karbonatnu frakciju kreću se od 0,01% do 49,6%, pri čemu je očekivano najviša vrijednost zabilježena za Sr. Relativno visoki prosječni udjeli (20% – 40%) elemenata u karbonatnoj frakciji odnose se na Cd, Mg, Mn, Pb, U i ERZ, dok su nešto niže vrijednosti (5% – 20%) izmjerene za elemente As, Ba, Bi, Co, Li, Tl, V i Zn (Slika 6.2.15). Prosječni udjeli ostalih mjerenih elemenata u ovoj frakciji niži su od 5%, međutim, unatoč niskim prosječnim vrijednostima, udjeli određenih elemenata, kao što su Cr, Cu i Mo, kreću se u širokom rasponu i u sedimentima nekih postaja pokazuju relativno visoke udjele (> 10%).



**Slika 6.2.15.** Prosječne vrijednosti udjela elemenata vezanih uz karbonatnu frakciju u istraženim površinskim sedimentima.

Negativne korelacije sadržaja elemenata Ba, Li, Mg, Tl i U vezanih uz karbonatnu frakciju s udjelom silta ( $r = -0,57$  do  $-0,41$ ), upućuju na značajan utjecaj granulometrijskog sastava sedimenta na vezivanje elemenata uz karbonate (Tablica 6.2.5). Navedene ovisnosti u skladu su s ranije opisanom vezom između udjela karbonata i granulometrijskog sastava istraženih sedimenta. Utvrđeno je da udio karbonata u istraženim sedimentima opada s udjelom silta ( $r = -0,52$ ) i gline ( $r = -0,42$ ), a povećava se s udjelom pijeska ( $r = 0,42$ ).

Izostanak korelacija sadržaja elemenata u karbonatnoj frakciji sa sadržajem ukupnog organskog ugljika upućuje na to da sadržaj organske tvari nema značajnu ulogu kod vezivanja elemenata uz karbonatnu frakciju.

Prema očekivanjima, većina razmotrenih elemenata pokazuje pozitivnu korelaciju s udjelom  $\text{CaCO}_3$  u istraženim sedimentima ( $r = 0,41 - 0,90$ ), što upućuje na to da udio karbonata ima značajnu ulogu kod vezivanja elemenata uz karbonatnu frakciju. Izuzetak su elementi Bi, Cd, Pb, Mn i Zn, za koje nisu ustanovljene statistički značajne korelacije s udjelom  $\text{CaCO}_3$ , dok je za Sr uočena slaba negativna korelacija s udjelom karbonata ( $r = -0,40$ ) (Tablica 6.2.5).

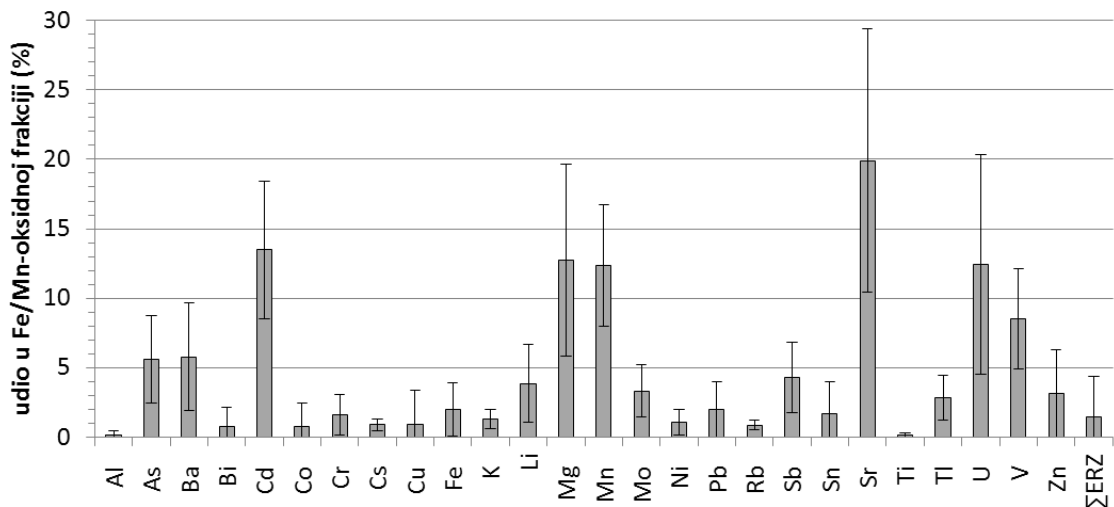
**Tablica 6.2.5.** Spearman–ovi koeficijenti korelacije ( $p < 0,05$ ) između udjela elemenata vezanih uz karbonatnu frakciju i geokemijskih karakteristika sedimenta.

Element	pijesak (%)	silt (%)	glina (%)	CaCO <sub>3</sub> (%)	TOC (%)
As	–	–	–	0,52	–
Ba	–	–0,47	–0,44	0,75	–
Bi	–	–	–	–	–
Cd	–	–	–	–	–
Co	–	–	–	0,55	–
Li	0,42	–0,57	–0,53	0,90	–
Mg	–	–0,46	–0,50	0,60	–
Mn	–	–	–	–	–
Pb	–	–	–	–	–
Rb	–	–	–	0,49	–
Sr	–	–	–	–0,40	–
Tl	0,41	–0,45	–	0,68	–
U	–	–0,41	–	0,41	–
V	–	–	–	0,44	–
Zn	–	–	–	–	–
ΣERZ	–	–	–	–	–

### 6.2.2.3. Fe/Mn–oksidna frakcija

Reducirajuću, odnosno Fe/Mn–oksidnu frakciju čine elementi vezani za željezne i manganove okside. Elementi vezani uz Fe–Mn–okside otapaju se i otpuštaju u vodeni medij uslijed promjena redoks uvjeta.

Prosječne vrijednosti udjela elemenata vezanih uz Fe/Mn oksidnu frakciju kreću se od 0,17% do 19,9%, pri čemu je najviša vrijednost zabilježena za Sr, a najniža za Al i Ti. Relativno visoki prosječni udjeli (10% – 20%) elemenata u Fe/Mn oksidnoj frakciji odnose se na Cd, Mg, Mn i U, dok su nešto niže vrijednosti (5% – 10%) izmjerene za elemente As, Ba i V (Slika 6.2.16). Prosječni udjeli ostalih mjerenih elemenata u ovoj frakciji niži su od 5%. Prosječni udjeli elemenata Fe, Cu, Li, Pb, Sn, Zn i ERZ niži su od 5%, međutim u sedimentima nekih postaja pokazuju relativno visoke udjele (> 10%).



**Slika 6.2.16.** Prosječne vrijednosti udjela elemenata vezanih uz Fe/Mn–oksidnu frakciju u istraženim površinskim sedimentima.

Negativne korelacije udjela U i Mg u Fe/Mn oksidnoj frakciji s udjelom silta ( $r = -0,43$  do  $-0,55$ ), ukazuju na ograničenu ulogu granulometrijskog sastava kod vezivanja elemenata uz ovu frakciju (Tablica 6.2.6). Nadalje, izostanak korelacija sadržaja elemenata u Fe/Mn oksidnoj frakciji sa sadržajem ukupnog organskog ugljika upućuje na to da sadržaj organske tvari nema značajnu ulogu kod vezivanja elemenata uz ovu frakciju.

**Tablica 6.2.6.** Spearman–ovi koeficijenti korelacije ( $p < 0,05$ ) između udjela elemenata vezanih uz Fe/Mn–oksidnu frakciju i geokemijskih karakteristika sedimenata.

Element	pijesak (%)	silt (%)	glina (%)	CaCO <sub>3</sub> (%)	TOC (%)
As	–	–	–	0,44	–
Ba	–	–	–	0,74	–
Cd	–	–	–	0,51	–
Mg	0,45	–0,55	–0,62	0,41	–
Mn	–	–	–	0,35	–
Sr	–	–	–	0,53	–
U	–	–0,43	–	0,81	–
V	–	–	–	–	–

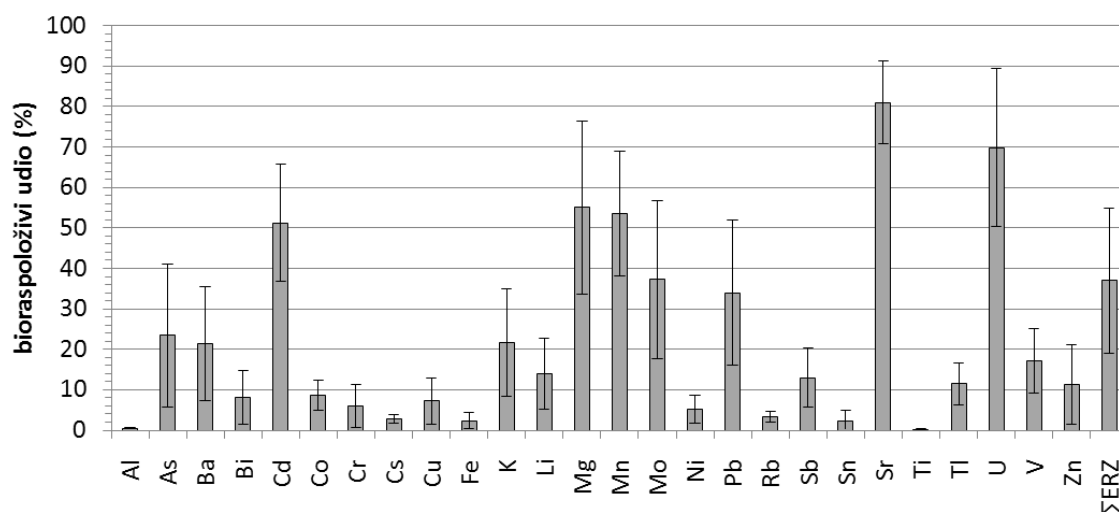
Maseni udjeli Cd, Mn i V u Fe/Mn–oksidnoj frakciji pokazuju statistički značajne pozitivne korelacije s ukupnim sadržajem željeza ( $r = 0,4 - 0,85$ ) i mangana ( $r = 0,48 - 0,73$ ) u sedimentu.

Maseni udio arsena u Fe/Mn–oksidnoj frakciji pokazuje pozitivnu korelaciju sa ukupnim sadržajem Fe ( $r = 0,40$ ), dok Mg, Sr i U pokazuju negativnu korelaciju ( $r = -0,41$  do  $-0,58$ ). Stroncij ujedno pokazuje i statistički značajnu negativnu korelaciju sa ukupnim sadržajem Mn ( $r = -0,52$ ).

#### 6.2.2.4. Ukupni biodostupni udio

Ako se razmotre ukupni biodostupni udjeli elemenata (zbroj izmjenjive, karbonatne i Fe/Mn frakcije), može se uočiti da su najviši biodostupni udjeli (50 % – 80 %) izmjereni za elemente Cd, Mg, Mn, Sr i U (Slika 6.2.17). Nešto niže vrijednosti (20 % – 40 %) izmjerene su za As, Ba, K, Pb, Mo i ERZ. Biodostupni udjeli elemenata Bi, Co, Cr, Cu, Ni, Li, Sb, Tl, V i Zn nalaze se u rasponu od 5 % do 20 %, dok su biodostupni udjeli preostalih elemenata niži od 5% (Slika 6.2.17).

Dobivene vrijednosti usporedive su sa dosadašnjim istraživanjima biodostupnosti elemenata u sedimentu (Prohić i Kniewald, 1987; Šurija i Branica, 1995; Ianni i sur., 2000; Yu i sur., 2001; Guevara–Riba i sur., 2004; Morillo i sur., 2004; Yuan i sur., 2004; Cuong i Obbard, 2006; Gao i sur., 2010; Liu i sur., 2011).



**Slika 6.2.17.** Prosječne vrijednosti biodostupnih udjela elemenata u istraženim površinskim sedimentima.

Negativne korelacije biodostupnih udjela Ba, Bi, Co, Cr, Cu, Li, Mg i Tl s udjelom silta ( $r = -0,62$  do  $-0,42$ ) u istraženim sedimentima upućuju na značajan utjecaj granulometrijskog sastava na mobilnost elemenata u sedimentu (Tablica 6.2.7). Elementi koji su slabim elektrostatskim silama

vezani uz krupnije čestice (pijesak, šljunak) lako se otpuštaju u vodeni medij procesima desorpcije i ionske izmjene te na taj način postaju dostupni organizmima.

Udio karbonata također ima važnu ulogu kod načina vezivanja elemenata u sedimentu. Uočljivo je da se biodostupni udjeli elemenata Li, Tl, U, Mg, V, Cr, Ba, K i As povećavaju s udjelom CaCO<sub>3</sub> u sedimentu, dok se vrijednost biodostupnog udjela Sr smanjuje s povećanjem udjela CaCO<sub>3</sub> (Tablica 6.2.7).

**Tablica 6.2.7.** Spearman–ovi koeficijenti korelacije ( $p < 0,05$ ) između biodostupnih udjela elemenata i geokemijskih karakteristika sedimenta.

Element	pijesak (%)	silt (%)	glina (%)	CaCO <sub>3</sub> (%)	TOC (%)
As	–	–	–	0,51	–
Ba	–	–0,42	–0,40	0,76	–
Bi	–	–	–0,46	–	–0,41
Cd	–	–	–	–	–
Co	–	–0,44	–0,41	–	–
Cr	0,49	–0,62	–0,55	0,89	–
Cu	0,57	–0,57	–0,58	–	–0,52
K	–	–	–	0,66	–
Li	–	–0,49	–0,46	0,89	–
Mg	–	–0,44	–0,52	–	–
Mn	–	–	–	–	–
Mo	–	–	–	–	0,51
Ni	–	–	–	–	–
Pb	–	–	–	–	–
Sb	–	–	–	–	0,48
Sr	–	–	–	–0,44	–
Tl	–	–0,49	–	0,79	–
U	–	–	–	0,48	–
V	–	–	–	0,41	–
Zn	–	–	–	–	–
ΣERZ	–	–	–	–	–

Negativne korelacije vrijednosti biodostupnih udjela elemenata Li, Tl, U, Mg, Mn, V, Cr, Co, Ni, Cu, Ba, K i As s ukupnom koncentracijom Al u sedimentu upućuju na to da se navedeni

elementi u sedimentima s višim sadržajem aluminija u većoj mjeri vežu za alumosilikatne minerale i teže se otpuštaju u vodeni medij te pokazuju manji stupanj biodostupnosti.

Od razmotrenih elemenata, samo Bi i Cu pokazuju negativnu korelaciju s TOC ( $r = -0,52$  do  $-0,41$ ), dok se udio biodostupnog Sb povećava sadržajem TOC ( $r = 0,48$ ). Izostanak korelacije biodostupnog udjela ostalih elemenata s udjelom organskog ugljika upućuje na to da organska tvar u istraženim sedimentima nema značajan utjecaj na biodostupnost razmotrenih elemenata.

Na temelju navedenih podataka o sadržaju elemenata u pojedinim frakcijama, definiranim postupkom sekvencijalne ekstrakcije, možemo procijeniti njihovu dostupnost za unos u cvjetnice. Udjeli u pojedinim frakcijama razlikuju se između elemenata, pa možemo zaključiti da i mobilnost u sedimentu u velikoj mjeri ovisi o svojstvima pojedinog elementa.

Na temelju opisanih ovisnosti sadržaja elemenata u frakcijama o geokemijskim karakteristikama sedimenta, možemo zaključiti da stupanj mobilnosti i biodostupnosti pojedinog elementa, osim o svojstvima samog elementa i uvjetima u okolišu, ovisi i o karakteristikama sedimenta, odnosno o njegovom granulometrijskom sastavu, udjelu karbonata i sadržaju organske tvari na pojedinoj postaji. Dakle, biodostupnost određenog elementa nije univerzalna vrijednost, već ovisi i o specifičnim uvjetima na pojedinoj lokaciji, odnosno varijacije u biodostupnosti elementa između postaja možemo pripisati razlikama u geokemijskim svojstvima sedimenta na postajama. Najmobilniji, odnosno najdostupniji za unos u organizme, su oni elementi koji su određeni u izmjenjivoj frakciji, tj. elementi koji su slabim elektrostatskim silama vezani za čestice sedimenta, i koji se lako otpuštaju u vodeni medij u obliku topljivih organskih i anorganskih kompleksa procesima ionske izmjene ili desorpcije s površine čestica. Najviši udjeli elemenata zabilježeni u ovoj frakciji su elementi K, Mg, Mo i U.

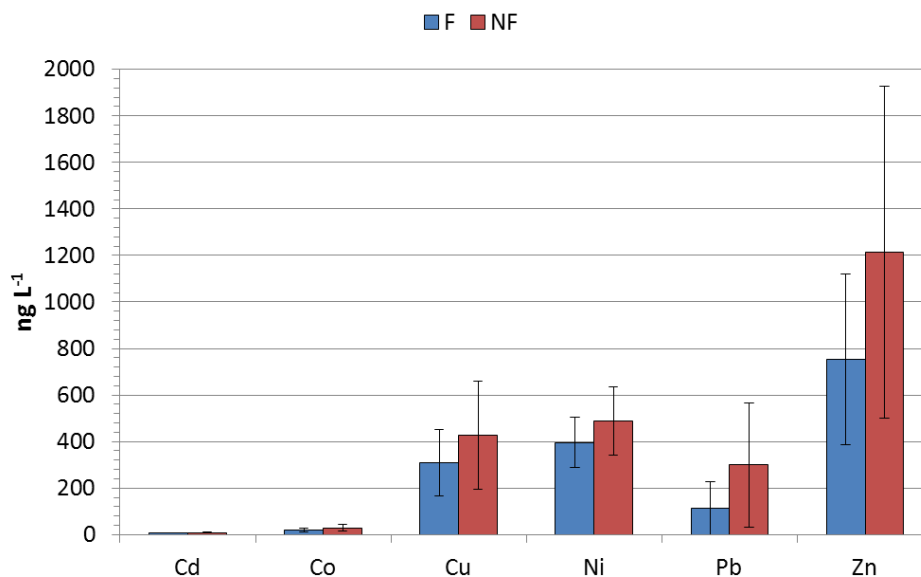
U karbonatnoj frakciji dominantni su elementi Sr, Cd, Mg, Mn, Pb, U i ERZ (prosječni udjeli viši od 20%). Do njihovog otpuštanja dolazi prilikom promjena pH vrijednosti, kad postanu dostupni cvjetnicama i ostalim organizmima. Prema Brodersen i sur. (2015), cvjetnice mogu utjecati na pH uvjete mikropodručja sedimenta uz korijenje i rizome biljke (rizosfera).

U Fe/Mn frakciji najviši udjeli odnose se na Cd, Mg, Mn, Sr i U, s prosječnim vrijednostima iznad 10%. U području livada cvjetnica može doći do povišenog unosa organske tvari u sediment, ne samo zbog odumrlog biljnog materijala, već i zbog toga što listovi cvjetnica umanjuju pokretnost čestica organske tvari suspendiranih u vodenom stupcu (Ward i sur., 1984; Duarte i sur., 1999).

U slučaju povišenog unosa organske tvari u sediment u područjima livada cvjetnica, dolazi do stvaranja anoksičnih uvjeta, uslijed povećanja potrošnje kisika uzrokovanog biokemijskom razgradnjom organske tvari. U tako stvorenim anoksičnim uvjetima dolazi do redukcije spojeva Fe i Mn oksida, odnosno njihova otapanja i oslobađanja vezanih elemenata iz sedimenta u vodeni stupac, tako ih čineći dostupnima za unos u cvjetnice.

### 6.3. Elementi u tragovima (Cd, Co, Cu, Ni, Pb i Zn) u morskoj vodi

Prosječne vrijednosti mjerenih elemenata (Cd, Co, Cu, Ni, Pb, Zn) u uzorcima morske vode prikazane su na slici 6.3.1.



**Slika 6.3.1.** Prosječne vrijednosti, s pripadajućim standardnim devijacijama, ukupnih koncentracija Cd, Co, Cu, Ni, Pb i Zn i njihovih koncentracija u otopljenoj frakciji u istraženim uzorcima pridnenog vodenog sloja.

Koncentracije kadmija i kobalta pokazuju relativno uniformnu raspodjelu u cijelom istraživanom području, dok ustanovljene prostorne varijabilnosti ukupnih koncentracija bakra, nikla, olova i cinka u vodi najvjerojatnije odražavaju varijabilnost u prostornoj raspodjeli njihovih koncentracija u sedimentu. Navedeno potvrđuju statistički značajne korelacije između sadržaja Cu, Ni, Pb i Zn u vodi i sadržaja navedenih elemenata u sedimentu ( $r = 0,40 - 0,53$ ;  $p < 0,05$ ), koje upućuju na utjecaj procesa resuspenzije i remobilizacije na granici sediment–voda (Mikulić i sur., 2008). Obzirom da se odabrane lokacije uzorkovanja nalaze u područjima bez značajnih



antropogenih pritisaka, možemo zaključiti da je podrijetlo navedenih elemenata uglavnom prirodno. U usporedbi s prethodnim istraživanjima, izmjerene ukupne koncentracije Cd, Co, Cu, Ni, Pb i Zn, kao i njihove koncentracije u otopljenom obliku, nalaze se u rasponu vrijednosti izmjerenih u neonečišćenim područjima Jadrana (Mikulić i sur., 2008, Cuculić i sur., 2009, Cindrić i sur., 2015). Utvrđene koncentracije Cd, Cu, Ni i Zn nešto su niže od koncentracija izmjerenih u otvorenom području Južnog Jadrana (Tankere i Statham, 1996).

Obzirom da su dobivene koncentracije znatno niže od vrijednosti propisanih Uredbom o standardu kakvoće vode (NN 73/2013), kojom su određene granične vrijednosti za Cd, Cu, Ni i Pb i Zn, sva istražena područja možemo svrstati u neonečišćena područja obzirom na navedene metale. Raspon omjera između ukupnih koncentracija Cd (nefiltrirani uzorci) i koncentracija Cd u otopljenoj frakciji (filtrirani uzorci) kreće se od 1,01 do 1,77, s prosječnom vrijednosti od 1,19. Prosječna vrijednost omjera blizu 1 upućuje na to da se kadmij u vodenom stupcu istraženog područja uglavnom nalazi u otopljenom obliku.

Raspon omjera između koncentracija izmjerenim u nefiltriranim i filtriranim uzorcima Cu kreće se od 1,05 do 4,20, s prosječnom vrijednosti od 1,38, dok se vrijednosti omjera Ni kreću od 1,00 do 4,58, s prosječnom vrijednosti od 1,28. Najviše vrijednosti izračunatih omjera za oba elementa izmjerene su na postaji NM3 u Novigradskom moru, dok su odstupanja izračunatih omjera od prosječne vrijednosti na ostalim postajama mala. Povišene vrijednosti omjera upućuju na to da se određeni dio Cu i Ni u vodi nalazi vezan uz partikulatnu tvar, dok se na većini ostalih postaja navedena dva elementa u vodi pretežno nalaze u otopljenom obliku.

Rasponi omjera koncentracija u nefiltriranim i filtriranim uzorcima za Co i Zn su slični i kreću se od 1,01 do 8,08 (Co), te od 1,01 do 8,98 (Zn). Najviše vrijednosti Co izmjerene su na postaji SA1 u Trogirskom zaljevu, dok su najviše vrijednosti Zn izmjerene na postaji NM3 u Novigradskom moru. Povišene vrijednosti omjera upućuju na to da se određeni dio cinka i kobalta nalazi vezan uz partikulatnu tvar, dok se na većini ostalih postaja navedena dva elementa u vodi pretežno nalaze u otopljenom obliku.

Najviše vrijednosti omjera između ukupne koncentracije i koncentracije elemenata u otopljenom obliku izmjerene su za olovo. Rasponi omjera kreću se od 1,04 do 83,64, pri čemu je najviša vrijednost izmjerena u području Novigradskog mora, na postaji NM3. Manji udio olova u otopljenoj frakciji posljedica je njegovog visokog afiniteta vezivanja na netopljivu organsku tvar (Bilinski i sur., 2008).

#### 6.4. Glavni elementi i elementi u tragovima u morskim cvjetnicama

Morske cvjetnice imaju važnu ulogu u kruženju elemenata u priobalnim područjima Jadrana i Mediterana uslijed široke rasprostranjenosti, značajne primarne proizvodnje te uslijed sposobnosti za akumulaciju elemenata u tragovima (Sans–Lázaro i sur., 2012). Cvjetnice apsorbiraju biodostupne elemente iz porne vode u sedimentu putem korijenja i rizoma, te biodostupne elemente iz vodenog stupca putem listova, pa možemo pretpostaviti da koncentracije akumuliranih elemenata u cvjetnicama odražavaju koncentracije biodostupnih elemenata u sedimentu i vodenom stupcu (Schlacher–Hoenlinger i Schlacher, 1998; Pergent–Martini i Pergent, 2000; Bonano i Di Martino, 2016).

Kako bi dobili bolji uvid u raspodjelu i kruženje elemenata u livadama cvjetnica, istraženi su elementi u tragovima, glavni elementi i ERZ u biljnim organima cvjetnica (*P. oceanica*, *C. nodosa*, *Z. noltei*) i u epifitima koji rastu na listovima vrste *P. oceanica*. Izmjereni maseni udjeli elemenata u biljnim organima vrsta *P. oceanica*, *C. nodosa* i *Z. noltei* uspoređeni su s vrijednostima zabilježenim u dosadašnjim istraživanjima bioakumulacije elemenata u različitim vrstama cvjetnica (Tablica 6.4.1).

Izmjerene vrijednosti masenih udjela većine elemenata u organima vrste *P. oceanica* niže su, ili usporedive s prosječnim vrijednostima zabilježenim u različitim područjima Jadranskog mora ili Mediterana (Tablica 6.4.2). Vrijednosti masenih udjela Al, As, Bi, Co, Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, Pb, Sb, Sn i Zn zabilježene u lišću vrste *P. oceanica* usporedive su s vrijednostima izmjerenim u istraživanju provedenom u priobalju Francuske (Luy i sur., 2012), dok su vrijednosti masenih udjela Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb i Zn zabilježene u sva tri biljna organa te u epifitima slične vrijednostima zabilježenim u različitim područjima Mediterana (Schlacher–Hoenlinger i Schlacher, 1998; Campanella i sur., 2001; Conti i sur., 2007; Sans–Lazarro i sur., 2012; Di Leo i sur., 2013). Potrebno je napomenuti da su dosadašnja istraživanja vezana uz preostale mjerene elemente u vrsti *P. oceanica* malobrojna, dok za neke elemente, npr. ERZ, uopće nisu pronađeni objavljeni literaturni podaci, stoga neke dobivene vrijednosti uopće ne možemo usporediti, jer je u ovom radu prvi put obrađen veći niz elemenata, uključujući ERZ.

Izmjerene vrijednosti masenih udjela elemenata Al, As, Ba, Co, Cr, Cu, Mn, Mo, Ni, Pb, Tl, U, V i Zn u organima vrste *C. nodosa* niže su, ili usporedive s prosječnim vrijednostima zabilježenim u dosadašnjim istraživanjima provedenim u različitim područjima Mediterana (Llagostera i sur., 2011; Malea i sur., 2013; Malea i Kevrekidis, 2013; Bonano i Di Martino, 2016).

Obzirom na već spomenuti manjak literaturnih podataka vezanih uz preostale mjerene elemente, usporedba dobivenih vrijednosti nije moguća. Izmjerene vrijednosti masenih udjela elemenata rijetkih zemalja usporedive su s vrijednostima zabilježenim u istraživanju provedenom u uvali Makirina u području sjeverne Dalmacije (Komar i sur., 2014).

Maseni udjeli elemenata Cu, Fe, Mn i Zn u biljnim organima vrste *Z. noltei* usporedivi su s rezultatima istraživanja Wasserman i Wasserman (2002), a uslijed nedostatka literaturnih podataka, za preostale mjerene elemente nije moguće usporediti dobivene rezultate.

Na temelju navedenog, možemo zaključiti da su vrijednosti masenih udjela većine mjerenih elemenata u cvjetnicama istraženog područja relativno niske, a obzirom da se lokacije uzorkovanja nalaze u područjima u kojima nema pristunih značajnih antropogenih utjecaja, možemo zaključiti da zabilježene vrijednosti masenih udjela elemenata u istraženim vrstama cvjetnica odgovaraju vrijednostima karakterističnim za neonečišćena područja.

**Tablica 6.4.1.** Srednje vrijednosti ili rasponi masenih udjela ( $\mu\text{g g}^{-1}$  s.m.) prema dosadašnjim istraživanjima elemenata u tragovima u vrsti *P. oceanica*

Područje istraživanja	Vrsta	Organ	Al	As	Ba	Bi	Cd	Co	Cr	Cs	Cu	Fe	K	Li	Mg
srednji i sjeverni Jadran*	<i>P. oceanica</i>	korijenje	470	7,64	4,65	0,019	0,96	1,32	2,25	0,075	11,0	1680	12422	0,86	3994
		rizomi	321	0,63	3,46	0,005	0,73	0,44	1,19	0,042	11,7	214	6547	0,70	4593
		lišće	109	0,57	6,31	0,012	1,26	2,67	0,97	0,016	8,37	100	5382	0,33	6796
		epifiti	2884	5,68	29,4	0,049	0,80	2,68	9,30	0,508	9,03	1681	10841	5,11	7985
Egejsko more <sup>1</sup>	<i>P. oceanica</i>	korijenje					0,74	1,02	5,52		10,5	1092			
		rizomi					0,53	0,47	5,93		5,1	411			
		lišće					1,19	1,24	5,46		10,9	105			
		epifiti					0,48	1,9	15,7		17,3	2000			
Balearski otoci <sup>2</sup>	<i>P. oceanica</i>	rizomi				0,72	0,22	0,24		9,41	48,5				
Tirensko more <sup>3</sup>	<i>P. oceanica</i>	korijenje					1,23				27				
		rizomi					0,63				17				
		lišće					1,05				14				
		epifiti					0,25				16				
obala Sicilije <sup>4</sup>	<i>P. oceanica</i>	rizomi					0,40–1,16		0,91–1,29		6,6–15,3				
		lišće					1,1–3,03		0,31–0,94		5,7–20,2				
Tirensko more <sup>5</sup>	<i>P. oceanica</i>	korijenje/ rizomi					0,6–1,7		0,1–1,4		9,4–14,3				
		lišće					3,6–7,5		0,3–0,5		19,8–53,2				
obala Francuske <sup>6</sup>	<i>P. oceanica</i>	lišće	96	1,81		0,01	2,4	2,56	0,3		12,8	102			
Tarantski zaljev <sup>7</sup>	<i>P. oceanica</i>	korijenje					0,22–0,39				5,26–7,09				
		rizomi					0,10–0,18				2,66–3,49				
		lišće					0,4–0,57				2,21–6,95				
priobalje Crne Gore <sup>8</sup>	<i>P. oceanica</i>			1,2–8,0			2,2–3,9	3,7– 6,5		5,3–8,9	540–1700				

\*Ovo istraživanje, <sup>1</sup>Sans–Lázaro i sur. (2012), <sup>2</sup>Tovar–Sánchez i sur. (2010) <sup>3</sup>Schlacher–Hoenlinger i Schlacher (1998), <sup>4</sup>Campanella i sur. (2001), <sup>5</sup>Conti i sur. (2007), <sup>6</sup>Luy i sur. (2012), <sup>7</sup>Di Leo i sur. (2013), <sup>8</sup>Stanković i sur. (2015)

**Tablica 6.4.1. (nastavak)**

Područje istraživanja	Vrsta	Organ	Mn	Mo	Ni	Pb	Rb	Sb	Sn	Sr	Ti	Tl	U	V	Zn
srednji i sjeverni Jadran*	<i>P. oceanica</i>	korijenje	27,7	3,22	9,78	3,98	6,23	0,267	0,146	89,1	33,3	0,022	1,42	6,75	36,6
		rizomi	9,20	1,27	59,4	0,52	3,23	0,025	0,070	89,3	25,0	0,006	0,27	1,24	67,7
		lišće	127	1,93	34,0	2,16	1,77	0,260	0,076	174	6,7	0,006	0,41	6,34	63,1
		epifiti	170	2,03	19,1	12,5	6,96	0,183	0,452	1128	177	0,062	1,17	17,9	100
Egejsko more <sup>1</sup>	<i>P. oceanica</i>	korijenje	26,4		11,2	43,1									55
		rizomi	9,1		23	15,2									59
		lišće	27,5		24,5	6,12									133
		epifiti	181		15,8	123									123
Balearski otoci <sup>2</sup>	<i>P. oceanica</i>	rizomi	4,22		3,66	0,45								23,4	
Tirensko more <sup>3</sup>	<i>P. oceanica</i>	korijenje				4									75
		rizomi				12									60
		lišće				3									167
		epifiti				30									109
obala Sicilije <sup>4</sup>	<i>P. oceanica</i>	rizomi				2,81–16,8									41–140
		lišće				0,7–10									105–155
Tirensko more <sup>5</sup>	<i>P. oceanica</i>	korijenje/ rizomi				0,03–0,32									28–58
		lišće				1,1–5,0									142–260
obala Francuske <sup>6</sup>	<i>P. oceanica</i>	lišće	60	2,20	30,00	2,14		0,19	0,02				7,20	98	
Tarantski zaljev <sup>7</sup>	<i>P. oceanica</i>	korijenje				3,3–5,9			0,18–0,73						46–132
		rizomi				0,29–0,83			0,14–0,38						34–73
		lišće				1,26–1,71			0,15–0,23						129–193
priobalje Crne Gore <sup>8</sup>	<i>P. oceanica</i>		104–385	23–39	3,4–10,5									35–110	

\*Ovo istraživanje, <sup>1</sup>Sans–Lázaro i sur. (2012), <sup>2</sup>Tovar–Sánchez i sur. (2010) <sup>3</sup>Schlacher–Hoenlinger i Schlacher (1998), <sup>4</sup>Campanella i sur. (2001), <sup>5</sup>Conti i sur. (2007), <sup>6</sup>Luy i sur. (2012), <sup>7</sup>Di Leo i sur. (2013), <sup>8</sup>Stanković i sur. (2015)

**Tablica 6.4.2.** Srednje vrijednosti ili rasponi masenih udjela ( $\mu\text{g g}^{-1}$  s.m.) prema dosadašnjim istraživanjima elemenata u tragovima u vrstama *C. nodosa* i *Z. noltei*

Područje istraživanja	Vrsta	Organ	Al	As	Ba	Bi	Cd	Co	Cr	Cs	Cu	Fe	K	Li	Mg
srednji i sjeverni Jadran*	<i>C. nodosa</i>	korijenje	410	2,06	2,70	0,008	0,252	0,26	1,66	0,065	6,12	598	23066	0,98	6472
		rizomi	183	0,93	4,86	0,003	0,133	0,11	1,19	0,031	3,42	252	12442	0,56	4193
		lišće	296	0,63	3,43	0,009	0,374	0,55	1,25	0,048	8,48	229	7030	0,55	7475
priobalje Španjolske <sup>1</sup>	<i>C. nodosa</i>	korijenje					0,12–0,60				2,2–6,2				
		rizomi					0,15–0,40				1,5–3,0				
		lišće					0,30–0,95	–			3,0–7,2				
Tršćanski zaljev <sup>2</sup>	<i>C. nodosa</i>					1,2–2,4	–			11,8–13,6					
Solunski zaljev (Grčka) <sup>3</sup>	<i>C. nodosa</i>	korijenje					0,43	0,65			21,1				
		rizomi					0,20	0,43			15,9				
		lišće					0,45	2,64			18,7				
obala Sicilije <sup>4</sup>	<i>C. nodosa</i>	korijenje		15,40			0,30		5,72		10,30				
		rizomi		1,57			0,01		1,51		9,33				
		lišće		8,32			0,26		4,34		11,00				
Salunski zaljev (Grčka) <sup>5</sup>	<i>C. nodosa</i>	korijenje	468	1,73	169,9				13,30						
		rizomi	290	1,23	138,8				18,1						
		lišće	731	1,67	143,1				12,1						
srednji i sjeverni Jadran*	<i>Z. noltei</i>	korijenje	3019	5,18	14,04	0,045	0,337	1,64	11,96	0,464	8,74	7161	2507	3,53	8333
		rizomi	523	1,56	3,69	0,007	0,213	0,45	2,27	0,072	2,88	2530	2124	0,69	6721
		lišće	356	0,44	3,49	0,009	0,550	1,60	2,59	0,051	5,54	434	12750	0,60	9300
obala Francuske <sup>6</sup>	<i>Z. noltei</i>	korijenje									7,6	8135			
		lišće									4,9	2133			
		epifiti										12,7	19136		

\*Ovo istraživanje, <sup>1</sup> Llagostera i sur. (2011), <sup>2</sup> Faganeli i sur. (1997) <sup>3</sup> Malea i sur. (2013), <sup>4</sup> Bonanno i Di Martino (2016), <sup>5</sup> Malea i Kevrekidis (2013), <sup>6</sup> Wasserman i Wasserman (2002)

**Tablica 6.4.2. (nastavak)**

Područje istraživanja	Vrsta	Organ	Mn	Mo	Ni	Pb	Rb	Sb	Sn	Sr	Ti	Tl	U	V	Zn	
srednji i sjeverni Jadran*	<i>C. nodosa</i>	korijenje	10,4	2,63	2,80	1,96	8,62	0,093	0,329	122,0	27,4	0,011	0,66	4,68	25,7	
		rizomi	11,9	0,95	1,12	0,61	4,37	0,024	0,126	119,0	12,3	0,006	0,22	1,18	19,4	
		lišće	102	2,79	2,55	1,85	1,46	0,139	0,108	154,1	14,5	0,007	0,90	4,23	38,3	
priobalje Španjolske <sup>1</sup>	<i>C. nodosa</i>	korijenje	80–250			1,0–3,1									5,0–28	
		rizomi	–			0,2–0,8										7,0–25
		lišće	600–1600			0,4–3,8										8,0–50
Tršćanski zaljev <sup>2</sup>	<i>C. nodosa</i>		–			5,5–29,1									49,1–787,5	
Solunski zaljev (Grčka) <sup>3</sup>	<i>C. nodosa</i>	korijenje	18,60			7,14										163
		rizomi	24,90			2,44										141
		lišće	201,70			7,76										185
obala Sicilije <sup>4</sup>	<i>C. nodosa</i>	korijenje			4,89	5,31										40,0
		rizomi			2,17	0,69										23,7
		lišće			4,49	2,38										55,0
Salunski zaljev (Grčka) <sup>5</sup>	<i>C. nodosa</i>	korijenje		0,98	1,56					84,0		0,013	0,35	10,16		
		rizomi		0,52	0,85					76,5		0,009	0,19	6,05		
		lišće		0,97	2,33					86,4		0,020	0,22	6,77		
srednji i sjeverni Jadran*	<i>Z. noltei</i>	korijenje	269,0	2,78	4,78	7,90	6,92	0,227	0,302	258,0	208,7	0,074	1,46	18,85	44,1	
		rizomi	85,0	2,26	1,29	0,98	1,79	0,037	0,111	220,3	42,9	0,011	0,49	3,41	24,2	
		lišće	577,1	4,61	2,66	1,30	1,72	0,218	0,169	226,8	19,9	0,007	0,58	3,71	34,9	
obala Francuske <sup>6</sup>	<i>Z. noltei</i>	korijenje	129												50	
		lišće	713												70	
		epifiti	193												108	

\*Ovo istraživanje, <sup>1</sup> Llagostera i sur. (2011), <sup>2</sup> Faganeli i sur. (1997) <sup>3</sup> Malea i sur. (2013), <sup>4</sup> Bonanno i Di Martino (2016), <sup>5</sup> Malea i Kevrekidis (2013), <sup>6</sup> Wasserman i Wasserman (2002)

### 6.4.1. Raspodjela mjerenih elemenata u biljnim organima vrste *P. oceanica*

Rasponi i prosječne vrijednosti masenih udjela elemenata u biljnim organima vrste *P. oceanica* i epifitima prikazani su u tablici 6.4.3.

**Tablica 6.4.3.** Rasponi i prosječne vrijednosti sadržaja mjerenih elemenata u biljnim organima vrste *P. oceanica* i epifitima

	korijenje		rizomi		lišće		epifiti	
	raspon	srednja vrijednost	raspon	srednja vrijednost	raspon	srednja vrijednost	raspon	srednja vrijednost
Al	56,0 – 2272	470	39,8 – 1985	321	29,3 – 490	109	160 – 9140	2884
As	0,728 – 18,8	7,63	0,203 – 1,61	0,629	0,146 – 1,41	0,57	0,855 – 14,9	5,68
Ba	0,927 – 12,2	4,64	0,949 – 15,3	3,46	2,87 – 8,26	5,40	5,42 – 62,9	29,4
Bi	0,004 – 0,041	0,019	0,001 – 0,022	0,005	0,004 – 0,022	0,011	0,013 – 0,102	0,049
Cd	0,101 – 1,89	0,6	0,317 – 1,277	0,728	0,751 – 2,06	1,26	0,199 – 2,15	0,801
Co	0,116 – 3,61	1,32	0,159 – 0,880	0,442	1,29 – 4,54	2,67	1,36 – 4,00	2,68
Cr	0,301 – 7,29	2,25	0,169 – 4,59	1,19	0,252 – 3,05	0,969	1,00 – 26,9	9,30
Cs	0,009 – 0,437	0,075	0,008 – 0,141	0,042	0,006 – 0,061	0,016	0,021 – 1,80	0,508
Cu	3,18 – 21,9	10,9	4,26 – 23,8	11,7	3,44 – 17,7	8,37	6,13 – 13,2	9,03
Fe	184 – 6666	1679	48,5 – 1073	213	40,1 – 302	99,5	133 – 4961	1681
K	3479 – 36021	12422	3824 – 14176	6547	1598 – 15795	5465	570 – 33657	10840
Li	0,236 – 4,01	0,856	0,212 – 1,93	0,698	0,094 – 1,08	0,329	0,477 – 16,5	5,11
Mg	1338 – 6878	3993	1705 – 6693	4593	3648 – 9659	6795	4670 – 18764	7985
Mn	6,12 – 101	27,7	2,73 – 37,1	9,21	65,0 – 203	127	81,9 – 378	170
Mo	0,962 – 7,59	3,22	0,392 – 5,53	1,27	1,03 – 3,83	1,93	0,571 – 5,06	2,03
Ni	1,35 – 22,8	9,78	18,1 – 127	59,4	19,6 – 52,6	34,0	7,44 – 41,6	19,1
Pb	1,18 – 10,6	3,98	0,110 – 2,19	0,518	0,975 – 4,46	2,16	3,33 – 49,6	12,4
Rb	2,06 – 20,6	6,22	2,06 – 5,96	3,23	0,625 – 7,36	1,77	1,46 – 21,3	6,96
Sb	0,066 – 0,804	0,26	0,004 – 0,100	0,025	0,159 – 0,462	0,250	0,070 – 0,355	0,183
Sn	0,050 – 0,401	0,146	0,029 – 0,451	0,070	0,003 – 0,208	0,074	0,114 – 1,79	0,452
Sr	26,8 – 267	89,1	52,8 – 140	89,3	114 – 323	173	162 – 4150	1128
Ti	2,90 – 173	33,3	2,37 – 229	25,0	1,64 – 40,0	6,66	9,48 – 595	177
Tl	0,004 – 0,102	0,022	0,001 – 0,021	0,006	0,003 – 0,011	0,006	0,008 – 0,196	0,062
U	0,312 – 5,42	1,41	0,033 – 1,42	0,268	0,073 – 1,48	0,41	0,438 – 4,01	1,17
V	1,59 – 15,3	6,74	0,193 – 3,90	1,24	1,00 – 17,8	6,34	5,79 – 33,9	17,9
Zn	14,2 – 103	36,5	32,5 – 156	67,7	23,5 – 162	63,1	34,0 – 280	100
ΣERZ	0,418 – 12,7	2,52	0,062 – 9,74	1,23	0,433 – 2,78	1,07	1,40 – 40,5	14,3

Rezultati mjerenja koncentracija elemenata u biljnim organima vrste *P. oceanica* i epifitima pokazuju da se različiti elementi različito raspodjeljuju između pojedinih organa cvjetnice i epifita.



Primjenom analize varijance (Kruskal–Wallis test) utvrđene su značajne razlike u koncentracijama svih mjerenih elemenata između biljnih organa. Daljnjom analizom pomoću post–hoc testova određeni su parovi biljnih organa vrste *P. oceanica* između kojih su razlike statistički značajne (Tablica 6.4.4).

**Tablica 6.4.4.** Rezultati analize varijance (hi–kvadrat vrijednosti s pripadajućim stupnjevima slobode (df = 2, n = 114) i odgovarajućom p–vrijednosti) i post–hoc testova kojima su utvrđene statistički značajne razlike (p < 0,05) između parova biljnih organa; te raspodjela elemenata između biljnih organa.

Element	$\chi^2$	korijen–rizom	rizom–list	korijen–list	raspodjela
Al	36,2***	–	***	***	korijenje = rizomi > listovi
As	51,4***	***	–	***	korijenje > rizomi = listovi
Ba	21,1***	*	***	*	listovi > korijenje > rizomi
Bi	50,7***	***	***	**	korijenje > listovi > rizomi
Cd	33,1***	**	***	**	listovi > korijenje > rizomi
Co	76,0***	***	***	***	listovi > korijenje > rizomi
Cr	23,6***	***	–	***	korijenje > rizomi = listovi
Cs	42,3***	–	***	***	korijenje = rizomi > listovi
Cu	17,7**	–	**	*	korijenje = rizomi > listovi
Fe	65,9***	***	**	***	korijenje > rizomi > listovi
K	31,8***	***	–	***	korijenje > rizomi = listovi
Li	27,2***	–	***	***	korijenje = rizomi > listovi
Mg	44,4***	–	***	***	listovi > korijenje = rizomi
Mn	72,2***	***	***	***	listovi > korijenje > rizomi
Mo	50,7***	***	***	*	korijenje > listovi > rizomi
Ni	63,4***	***	**	***	rizomi > listovi > korijenje
Pb	61,5***	***	***	**	korijenje > listovi > rizomi
Rb	50,7***	***	***	***	korijenje > rizomi > listovi
Sb	63,4***	***	***	–	korijenje = listovi > rizomi
Sn	36,2***	***	–	***	korijenje > rizomi = listovi
Sr	58,3***	–	***	***	listovi > korijenje = rizomi
Ti	42,3***	–	***	***	korijenje = rizomi > listovi
Tl	40,6***	***	–	***	korijenje > rizomi = listovi
U	43,8***	***	–	***	korijenje > rizomi = listovi
V	54,5***	***	***	–	korijenje = listovi > rizomi
Zn	35,6***	***	–	***	rizomi = listovi > korijenje
ΣERZ	22,9***	***	–	***	korijenje > rizomi = listovi

\*\*\*p < 0,001; \*\*p < 0,01; \*p < 0,05

Ako se razmotre raspodjele različitih elemenata u uzorcima pojedinih organa vrste *P. oceanica*, odnosno u uzorcima korijenja, rizoma i listova, može se uočiti da se sadržaj akumuliranih elemenata Fe i Rb kreće od najvišeg u korijenju do najnižeg u lišću, odnosno korijenje > rizomi > listovi. Sadržaj elemenata Ba, Cd, Co i Mn kreće se od najvišeg u lišću do najnižeg u rizomima, odnosno listovi > korijenje > rizomi. Sadržaj elemenata Bi, Mo i Pb kreće se od najvišeg u korijenju do najnižeg u rizomima, odnosno korijenje > listovi > rizomi, dok se sadržaj Ni kreće od najvišeg u rizomima do najnižeg u korijenju. Cink pokazuje sličnu raspodjelu kao nikal. Sadržaj cinka u rizomima usporediv je s njegovim sadržajem u listovima i viši je od njegovog sadržaja u korijenju. Sadržaj akumuliranih elemenata As, Cr, K, Sn, Tl, U i grupe ERZ najviši je u korijenju, dok su vrijednosti masenih udjela navedenih elemenata u rizomima i listovima usporedive. Sadržaj elemenata Al, Cs, Cu, Li i Ti u korijenju i rizomima je usporediv i viši je od sadržaja navedenih elemenata zabilježenih u listovima, dok je sadržaj elemenata Sb i V u listovima i korijenju usporediv i viši od sadržaja navedenih elemenata zabilježenih u rizomima.

U istraživanju u području Egejskog mora, Sans-Lázaro i sur. (2012) uočili su jednake trendove u raspodjeli elemenata As, Cd, Co, Cr, Cs, Fe, Mn, Ni, Pb, Rb, Tl i Zn akumuliranih u korijenju, rizomima i listovima, a sličan trend vezan uz raspodjelu Sn u organima vrste *P. oceanica* ustanovljen je u istraživanju Di Leo i sur. (2013). U istraživanju Sans-Lázaro i sur. (2012) uočeno je da se Ba, Bi i V u najvećoj mjeri akumuliraju u korijenju, a Li u listovima, dok rezultati ovog istraživanja ukazuju na prevladavajuću akumulaciju Ba u listovima i Bi u korijenju. Nadalje, sadržaj Li u korijenju usporediv je s njegovim sadržajem u rizomima, a sadržaj V u listovima usporediv je s njegovim sadržajem u korijenju.

Rezultati ovog istraživanja ukazuju da se neki elementi (Al, As, Ba, Bi, Co, Cr, Cs, Fe, Li, Pb, Sn, Sr, V i ERZ) u najvećoj mjeri akumuliraju u epifitima, tj. sadržaj navedenih elemenata u epifitima viši je od sadržaja zabilježenih u organima cvjetnice. Slična zapažanja opisana su u istraživanju Sans-Lázaro i sur. (2012), za elemente As, Ba, Bi, Co, Cr, Cs, Cu, Fe, Li, Mn, Pb, Sr, Tl i V. Epifiti apsorbiraju elemente iz vodenog stupca, pa se može zaključiti da sadržaj akumuliranih elemenata u epifitima odražava biodostupne koncentracije navedenih elemenata u vodenom stupcu. Razlike između sadržaja akumuliranih elemenata u epifitima i listovima najvjerojatnije su posljedica razlika u fiziologiji epifita i cvjetnice. Osim navedenog, epifiti mogu prekrivati veliki dio površine listova te tako smanjiti dostupnost aktivnih mjesta za apsorpciju na površini stanica listova.

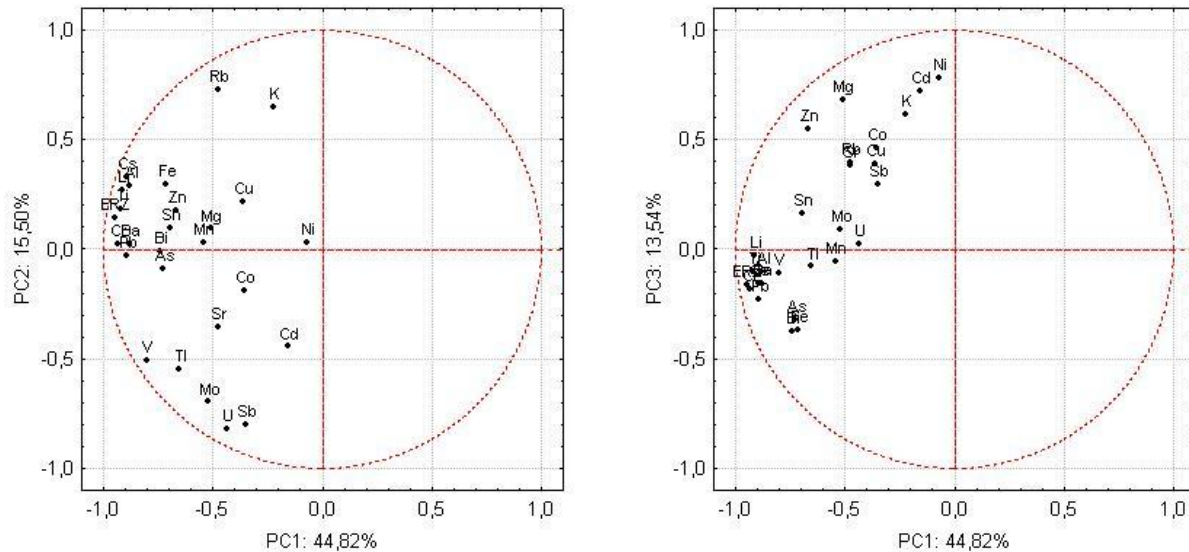
Primjenom analize glavnih komponenata (PCA) na podatke o sadržaju mjerenih elemenata u uzorcima korijenja vrste *P. oceanica* ustanovljeno je da prvih pet komponenata, za koje su ustanovljene svojstvene vrijednosti veće od 1, opisuju 83,0% ukupne varijabilnosti podataka (Prilog 45). Faktorska opterećenja, odnosno korelacije između mjerenih elemenata i glavnih komponenata navedena su u Prilogu XLVI.

Prva glavna komponenta (PC1) predstavlja 44,8% ukupne varijabilnosti podataka. Vrijednosti PC1 negativne su za sve mjerene elemente. Elementi As, Bi, Fe, Sn, Ti i Zn pokazuju dobru, a elementi Al, Ba, Cr, Cs, Li, Pb i ERZ vrlo dobru negativnu korelaciju s PC1 (Slika 6.4.1). Pozitivne međusobne korelacije između navedenih elemenata upućuju na sličan mehanizam njihovog unosa u korijenje.

Druga glavna komponenta (PC2) predstavlja 15,5% ukupne varijabilnosti podataka. Visoke pozitivne vrijednosti PC2 karakteristične su za elemente Rb i K. Suprotno tome, elementi Mn, U i Sb pokazuju dobru negativnu korelaciju s PC2 (Slika 6.4.1., Prilog XLVI). Odvajanje grupe Rb i K, te grupe Mn, U i Sb, može biti posljedica različite biodostupnosti navedenih elemenata u sedimentu, a također može upućivati na različitosti u mehanizmu unosa i kapacitetu apsorpcije navedenih elemenata. Translokacijski mehanizmi i prijenos elemenata u druge dijelove biljke također može doprinijeti razlikama u raspodjeli elemenata unutar korijenja (Sanchiz i sur., 1999).

Treća glavna komponenta (PC3) predstavlja 13,5% ukupne varijabilnosti podataka. Elementi Cd, Mg, Ni i K pokazuju dobru pozitivnu korelaciju s PC3 (Slika 6.4.1., Prilog XLVI), pa možemo zaključiti da na unos i raspodjelu navedenih elemenata u korijenju utječe kombinacija više čimbenika, tj. biodostupnost navedenih elemenata u sedimentu, kinetika apsorpcije i translokacija elemenata u ili iz drugih dijelova biljke (Sanchiz i sur., 1999; Malea i Kevrekidis, 2013).

Četvrta komponenta (PC4) opisuje 4,7%, dok peta glavna komponenta (PC5) opisuje samo 4,5% ukupne varijabilnosti podataka (Prilog XLVI). Navedene komponente pokazuju relativno homogenu raspodjelu faktorskih opterećenja (Prilog XLVI), stoga nije moguća jasna interpretacija raspodjele mjerenih elemenata.



**Slika 6.4.1.** Projekcija mjerenih elemenata (varijabli) u korijenu na ravninu PC1–PC2 i PC1–PC3.

Primjenom analize glavnih komponentata (PCA) na podatke o sadržaju mjerenih elemenata u uzorcima rizoma vrste *P. oceanica* ustanovljeno je da prvih pet komponentata, za koje su ustanovljene svojstvene vrijednosti veće od 1, opisuju 84,8% ukupne varijabilnosti podataka (Prilog XLVII). Faktorska opterećenja, odnosno korelacije između mjerenih elemenata i glavnih komponentata navedena su u Prilogu XLVIII.

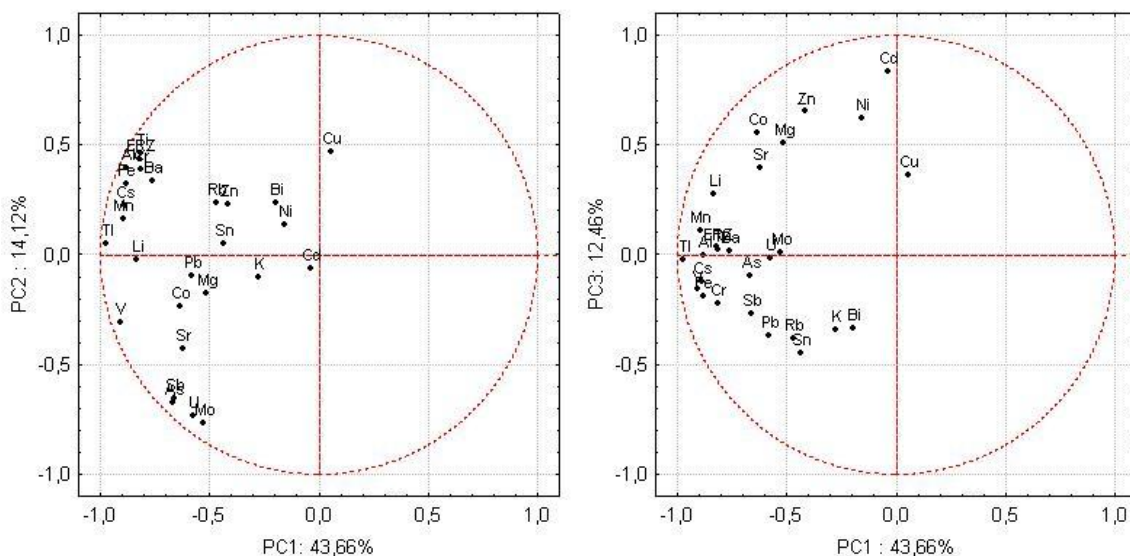
Prva glavna komponenta (PC1) predstavlja 43,7% ukupne varijabilnosti podataka. Vrijednosti PC1 negativne su za većinu mjerenih elemenata (Slika 6.4.2, Prilog XLVIII). Elementi As, Ba, Co, Sb i Sr pokazuju dobru, a elementi Al, Cr, Cs, Fe, Li, Pb, Mn, Ti, Tl, V i ERZ vrlo dobru negativnu korelaciju s PC1 (Slika 6.4.2). Pozitivne međusobne korelacije za navedene elemente upućuju na sličan mehanizam njihovog unosa u rizome cvjetnica.

Druga glavna komponenta (PC2) predstavlja 14,1% ukupne varijabilnosti podataka. Dobre negativne korelacije s PC2 izračunate su za elemente As, Mo, Sb i U (Slika 6.4.2, Prilog XLVIII). Treća glavna komponenta (PC3) predstavlja 12,5% ukupne varijabilnosti podataka (Prilog XLVIII). Visoke vrijednosti PC3 karakteristične su za elemente Cd, Ni i Zn (Slika 6.4.2).

Četvrta komponenta (PC4) opisuje 9,2%, dok peta glavna komponenta (PC5) opisuje samo 5,4% ukupne varijabilnosti podataka (Prilog XLVIII). Elementi Cu, K i Rb pokazuju dobre negativne korelacije s PC4, dok peta glavna komponenta pokazuje relativno homogenu raspodjelu faktorskih opterećenja (Prilog XLVIII).

Ako usporedimo raspodjelu elemenata u korijenju s raspodjelom u rizomima, nailazimo na određene sličnosti. Naime, elementi Al, As, Ba, Cr, Cs, Fe, Li, Pb, Tl i ERZ slično su grupirani i karakteriziraju ih negativne PC1 vrijednosti. Sličnosti u raspodjeli elemenata unutar korijenja i rizoma upućuju na sličan mehanizam unosa navedenih elemenata u korijenje i rizome. Dodatno su ispitane korelacije između koncentracija navedenih elemenata u korijenju i rizomima te su ustanovljene pozitivne korelacije između koncentracija elemenata Al, Cr, Cs, Fe i Tl u korijenju i koncentracija navedenih elemenata u rizomima ( $r = 0,40 - 0,61$ ). Navedene korelacije mogu upućivati na translokacijske mehanizme između navedenih organa (Brix i Lyngby, 1984).

Različitosti u raspodjeli preostalih elemenata unutar korijenja i rizoma upućuju na razlike u kinetici i kapacitetu apsorpcije. Također je bitno napomenuti da su rizomi samo jednim dijelom ukopani ili položeni na sediment, dok je korijenje u potpunosti ukopano u sediment te je cijelom svojom površinom, na kojoj se nalaze aktivna mjesta za apsorpciju elemenata, u dodiru s sedimentom. Razlike u broju aktivnih mjesta za vezanje elemenata doprinose razlikama u raspodjelama elemenata između korijenja i rizoma (Lyngby i sur., 1982; Brix i Lyngby, 1982, Malea i sur., 2013). Proces translokacije elemenata iz korijenja u rizome i obrnuto, kao i translokacije elemenata iz listova u rizome i obrnuto, također mogu doprinijeti razlikama u raspodjeli elemenata unutar korijenja (Ralph i sur., 2006).



**Slika 6.4.2.** Projekcija mjerenih elemenata (varijabli) u rizomima na ravninu PC1–PC2 i PC1–PC3.

Primjenom analize glavnih komponenata (PCA) na podatke o sadržaju mjerenih elemenata u uzorcima listova vrste *P. oceanica* izračunato je 6 glavnih komponenata koje opisuju 79,7% ukupne varijabilnosti podataka (Prilog XLIX). Faktorska opterećenja, odnosno korelacije između mjerenih elemenata i glavnih komponenata navedena su u Prilogu L.

Prva glavna komponenta (PC1) predstavlja 32,7% ukupne varijabilnosti podataka (Prilog XLIX). Vrijednosti PC1 negativne su za većinu mjerenih elemenata (Slika 6.4.3, Prilog L). Elementi As, Cs, Pb, Sn, Sr i U pokazuju dobru, a elementi Al, Fe, Li i Ti vrlo dobru negativnu korelaciju s PC1 (Slika 6.4.3, Prilog L).

Druga glavna komponenta (PC2) predstavlja 15,7% ukupne varijabilnosti podataka. Dobre negativne korelacije s PC2 izračunate su za elemente Co, Ni, Mn i Mo (Slika 6.4.3, Prilog L).

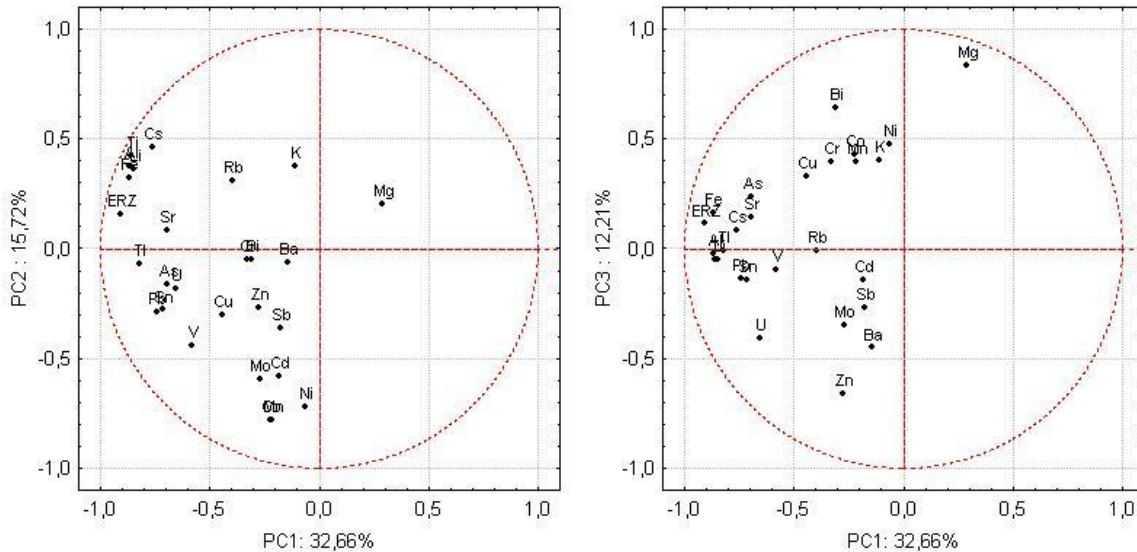
Treća glavna komponenta (PC3) predstavlja 12,2% ukupne varijabilnosti podataka (Prilog XLIX). Za elemente Bi i Mg izračunate su dobre pozitivne korelacije s PC3. Suprotno tome, Zn pokazuje negativnu korelaciju s PC3.

Četvrta komponenta (PC4) opisuje 9,11%, peta glavna komponenta (PC5) opisuje 5,4%, a šesta glavna komponenta (PC6) samo 4,6% ukupne varijabilnosti podataka (Prilog XLIX). Rubidij pokazuje dobru negativnu korelaciju s PC4, dok peta i šesta glavna komponenta pokazuju relativno homogenu raspodjelu faktorskih opterećenja (Prilog L).

Usporedba raspodjele elemenata listovima s raspodjelama u korijenju i rizomima ukazuje na određene sličnosti u raspodjeli elemenata As, Al, Cs, Fe, Li i Pb u korijenju, rizomima i listovima. Navedeni elementi u sva tri organa karakterizirani su negativnim vrijednostima PC1. Kositar je karakteriziran sličnim negativnim vrijednostima PC1 u listovima i korijenju, dok su Sr i Ti karakterizirani negativnim vrijednostima PC1 u listovima i rizomima. Sličnosti u raspodjeli upućuju na sličnosti u sadržaju biodostupnih elemenata u sedimentu i pridnenom sloju vodenog stupca, ili pak mogu upućivati na translokacijske mehanizme unutar biljke. Korelacijskom analizom između koncentracija elemenata u listovima i koncentracija u rizomima ustanovljene su pozitivne međusobne korelacije između elemenata Al, Cs, Fe, Li i Ti ( $r = 0,52 - 0,67$ ), što upućuje na translokaciju elemenata između rizoma i listova (Brix i Lyngby, 1984).

Različitosti u raspodjeli preostalih elemenata unutar listova i ostalih biljnih organa upućuju na razlike u biodostupnosti elemenata na glavnim mjestima njihovog aktivnog unosa (korijenje, listovi), tj. upućuju na razlike u biodostupnim koncentracijama elemenata u vodenom stupcu i pornoj vodi sedimenta (Llagostera i sur., 2011). Nadalje, kinetika unosa i procesi pasivne apsorpcije

elemenata razlikuju se između listova i korijenja. Pojedini elementi u različitoj mjeri se translociraju iz listova ili u listove biljke, što također doprinosi razlikama u raspodjeli elemenata unutar organa (Lyngby i Brix, 1987; Malea i Haritonidis, 1999; Ralph i sur., 2006).



**Slika 6.4.3.** Projekcija mjerenih elemenata (varijabli) u listovima na ravninu PC1–PC2 i PC1–PC3.

Primjenom analize glavnih komponenta (PCA) na podatke o sadržaju mjerenih elemenata u uzorcima epifita koji rastu na listovima vrste *P. oceanica* izračunato je 5 glavnih komponenta koje opisuju 87,0% ukupne varijabilnosti podataka (Prilog LI). Faktorska opterećenja, odnosno korelacije između mjerenih elemenata i glavnih komponenta navedena su u Prilogu LII.

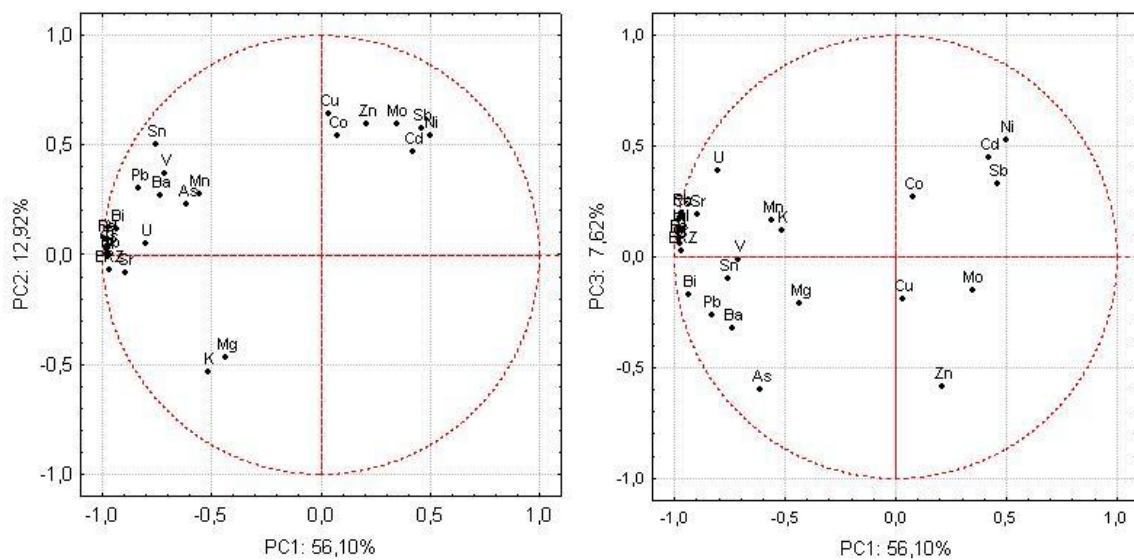
Prva glavna komponenta (PC1) predstavlja 56,1% ukupne varijabilnosti podataka (Prilog LI). Iz prikaza projiciranih varijabli na ravninu PC1–PC2 (Slika 6.4.4), vidljive su jasne grupacije pojedinih elemenata. Grupa elemenata Al, As, Ba, Bi, Cr, Cs, Fe, Li, Pb, Rb, Sn, Sr, Ti, Tl, U, V i ERZ odvojena je od ostalih elemenata i grupirana je uz negativni dio osi prve glavne komponente (PC1). Elementi As, Ba i V pokazuju dobru, a elementi Al, Bi, Cr, Cs, Fe, Li, Pb, Rb, Sn, Sr, Ti, Tl, U i ERZ vrlo dobru negativnu korelaciju s PC1 (Slika 6.4.4, Prilog LII).

Elementi Co, Ni, Mo, Sb i Zn grupirani su uz pozitivni dio osi druge glavne komponente (PC2) koja predstavlja 12,9% ukupne varijabilnosti podataka. Preostala dva elementa, Mg i K, odvojena su od ostalih elemenata i karakterizirana su negativnim vrijednostima PC2 (Prilog LII).

Treća glavna komponenta (PC3) predstavlja 7,6%, četvrta komponenta (PC4) opisuje 6,5%, dok peta glavna komponenta (PC5) opisuje samo 4,8% ukupne varijabilnosti podataka (Prilog LI).

Arsen pokazuje dobru negativnu korelaciju s PC3, dok Mn i Co pokazuju dobru pozitivnu korelaciju s PC4 (Prilog LI). Peta glavna komponenta pokazuje relativno homogenu raspodjelu faktorskih opterećenja (Prilog LII).

Elementi se u epifite unose isključivo iz vode. Razlike u raspodjeli elemenata u listovima i epifitima upućuju na razlike u kinetici unosa pojedinih elemenata iz vode, što je vezano uz broj aktivnih mjesta za apsorpciju pojedinih elemenata na površini stanica. Ustanovljene razlike također ukazuju na to da na koncentracije elemenata akumuliranih u listovima, osim unosa iz vode, u određenoj mjeri utječu i mehanizmi translokacije pojedinih elemenata unutar biljke.

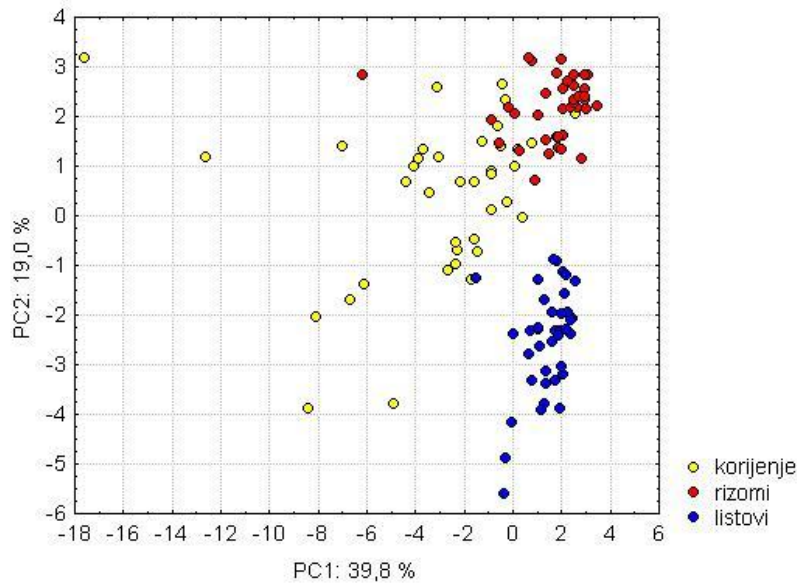


**Slika 6.4.4.** Projekcija mjerenih elemenata (varijabli) u epifitima na ravninu PC1–PC2 i PC1–PC3.

Primjenom analize glavnih komponenta na podatke o sadržaju mjerenih elemenata u uzorcima svih triju biljnih organa vrste *P. oceanica*, izračunato je pet glavnih komponenta koje zajedno opisuju 81,1 % ukupne varijabilnosti podataka (Prilog LIII).

Rezultati analize glavnih komponenta pokazuju grupiranje uzoraka u odnosu na pojedine biljne organe. Prva glavna komponenta (PC1) opisuje 39,8% ukupne varijabilnosti podataka i odvaja uzorke korijenja od uzoraka listova i rizoma (Slika 6.4.5). Većinu uzoraka korijenja karakteriziraju negativne PC1 vrijednosti, dok većinu uzoraka rizoma i listova karakteriziraju pozitivne PC1 vrijednosti (Slika 6.4.5).



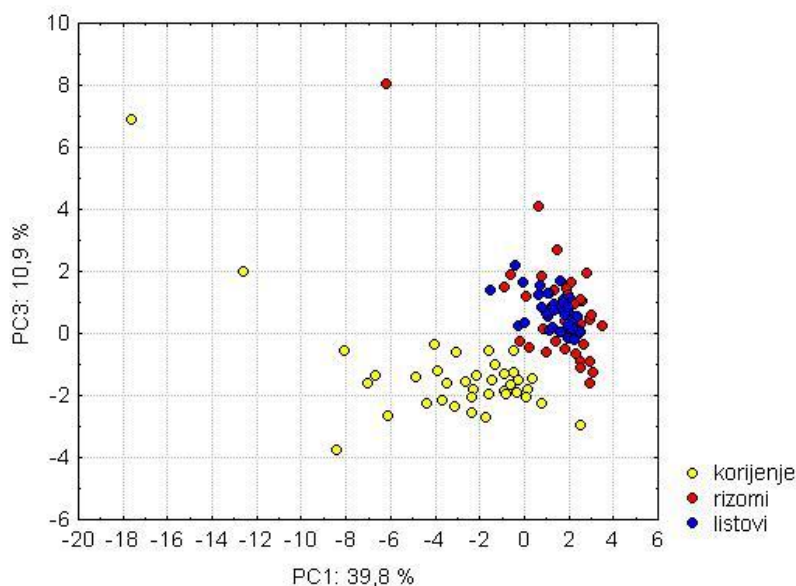


**Slika 6.4.5.** Grupiranje uzoraka korijenja, rizoma i listova (*P. oceanica*) u odnosu na prvu i drugu glavnu komponentu.

Za elemente Bi, Li, Mo, Rb, Sn, Ti, U, V izračunate su dobre ( $r = -0,60$  do  $-0,79$ ), a za elemente As, Al, Cr, Cs, Fe, Pb, Tl i ERZ vrlo dobre negativne korelacije s PC1 ( $r = -0,80$  do  $-0,90$ ) (Prilog LIV), što upućuje na veći intenzitet akumulacije navedenih elemenata u korijenju. Nikal pokazuje umjerenu pozitivnu korelaciju s PC1, što upućuje na veći intenzitet njegove akumulacije u rizomima i listovima.

Druga glavna komponenta (PC2) opisuje 19,0% ukupne varijabilnosti podataka i odvaja rizome od listova cvjetnica. Uzorci rizoma grupirani su u području pozitivnih, dok su uzorci listova grupirani u području negativnih PC2 vrijednosti (Slika 6.4.5). Elementi Cd, Co, Mg, Mn, Sb, S i V pokazuju negativnu korelaciju s PC2 ( $r = -0,54$  do  $-0,87$ ) (Prilog LIV), što upućuje na to da se navedeni elementi u većoj mjeri akumuliraju u listovima.

Treća glavna komponenta (PC3) opisuje 10,9% ukupne varijabilnosti podataka (Prilog LIII). Uzorci listova grupirani su uz pozitivne vrijednosti PC3, dok su uzorci korijenja grupirani u području negativnih PC3 vrijednosti. Uzorke rizoma karakteriziraju dijelom pozitivne i dijelom negativne vrijednosti PC3 (Slika 6.4.6).



**Slika 6.4.6.** Grupiranje uzoraka korijenja, rizoma i listova (*P. oceanica*) u odnosu na prvu i treću glavnu komponentu.

Barij, Mg, Ni, Ti i Zn pokazuju pozitivnu korelaciju s PC3 ( $r = 0,45 - 0,69$ ) (Prilog LIV), što upućuje na veći intenzitet akumulacije navedenih elemenata u listovima i rizomima, u usporedbi s korijenjem. Suprotno tome, uranij pokazuje negativnu korelaciju s PC3 ( $r = -0,41$ ), što upućuje na viši sadržaj akumuliranog U u korijenju.

Četvrta komponenta (PC4) opisuje 5,9%, a peta glavna komponenta (PC5) opisuje samo 5,5% ukupne varijabilnosti podataka (Prilog LIII). Uslijed ravnomjernije raspodjele faktorskih bodova, na temelju PC4 i PC5 nije moguće jasno odrediti razlike u akumulaciji mjerenih elemenata između biljnih organa.

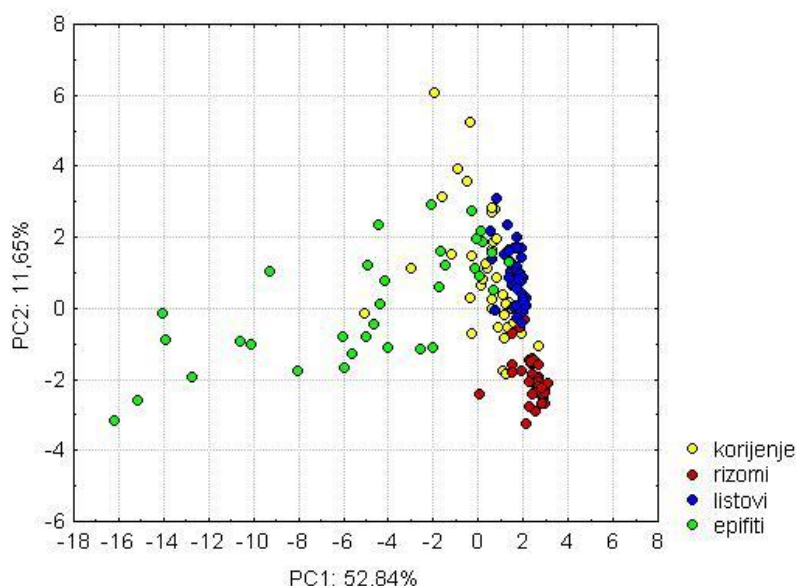
Primjenom analize glavnih komponenata na podatke o sadržaju mjerenih elemenata u uzorcima svih triju biljnih organa vrste *P. oceanica* i uzorcima epifita, izračunato je pet glavnih komponenata koje zajedno opisuju 85,0% ukupne varijabilnosti podataka (Prilog LV).

Prva glavna komponenta (PC1) opisuje 52,8% ukupne varijabilnosti podataka i odvaja epifite od biljnih organa cvjetnice. Većinu uzoraka epifita karakteriziraju negativne vrijednosti PC1, dok biljne organe cvjetnice karakteriziraju uglavnom pozitivne vrijednosti PC1 (Slika 6.4.7). Za elemente Fe, Mn i Rb izračunate su dobre ( $r = -0,62$  do  $-0,79$ ), a za elemente Al, Ba, Bi, Cr, Cs, Li, Pb, Sn, Sr, Ti, Tl, V i ERZ vrlo dobre negativne korelacije s PC1 ( $r = -0,84$  do  $-0,97$ ) (Prilog LVI), što upućuje na veći intenzitet akumulacije navedenih elemenata u epifitima.

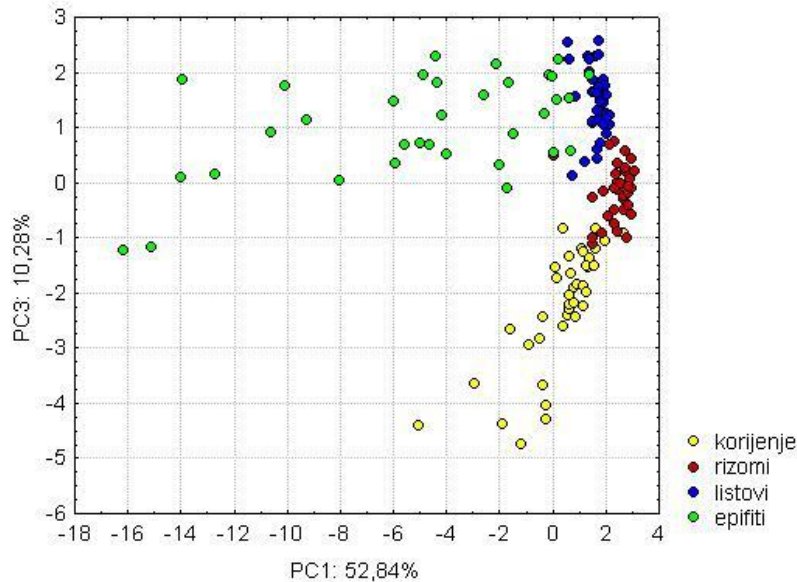
Druga glavna komponenta (PC2) opisuje 11,7% ukupne varijabilnosti podataka i odvaja rizome od listova i korijenja cvjetnice. Elementi Cd, Mo i Sb pokazuju dobru pozitivnu korelaciju s PC2 ( $r = 0,61 - 0,90$ ) (Prilog LVI), što upućuje na manji intenzitet akumulacije navedenih elemenata u rizomima u odnosu na druge organe.

Treća glavna komponenta (PC3) opisuje 10,3% ukupne varijabilnosti podataka (Prilog LV). Treća glavna komponenta odvaja uzorke epifita i listova, grupirane u području pozitivnih PC3 vrijednosti, od uzoraka korijenja, grupiranih u području negativnih PC3 vrijednosti. Uzorci rizoma grupirani su između uzoraka listova i korijenja. Karakteriziraju ih dijelom pozitivne, dijelom negativne vrijednosti PC3 (Slika 6.4.8). Kobalt i Mn pokazuju pozitivnu korelaciju s PC3 ( $r = 0,56 - 0,62$ ), dok As i Fe pokazuju negativnu korelaciju s PC3 ( $r = -0,50$  do  $-0,59$ ) (Prilog LVI). Navedeno upućuje na intenzivniju akumulaciju Co i Mn u listovima i epifitima, dok se As i Fe u većoj mjeri akumuliraju u korijenju.

Četvrta komponenta (PC4) opisuje 5,9%, a peta glavna komponenta (PC5) opisuje samo 4,3% ukupne varijabilnosti podataka (Prilog LV). Uslijed ravnomjernije raspodjele faktorskih bodova, na temelju PC4 i PC5 nije moguće jasno odrediti razlike u akumulaciji mjerenih elemenata između biljnih organa i epifita.



**Slika 6.4.7.** Grupiranje uzoraka korijenja, rizoma i listova (*P. oceanica*) te epifita, u odnosu na prvu i drugu glavnu komponentu.



**Slika 6.4.8.** Grupiranje uzoraka korijenja, rizoma i listova (*P. oceanica*) te epifita, u odnosu na prvu i treću glavnu komponentu.

#### 6.4.2. Raspodjela mjerenih elemenata u biljnim organima vrsta *C. nodosa* i *Z. noltei*

Rezultati mjerenja akumuliranih elemenata u korijenju, rizomima i listovima vrsta *C. nodosa* i *Z. noltei* upućuju na sličnosti u raspodjeli mjerenih elemenata između analiziranih organa dvaju vrsta. Međutim, uočene su razlike u raspodjeli elemenata Ba, Bi, Cu, K, Li, Mg, Mo, Ni, Pb, Sr, U i Zn između organa vrsta *C. nodosa* i *Z. noltei* u usporedbi s raspodjelama navedenih elemenata u vrsti *P. oceanica*. Razlike u raspodjeli mogu biti izazvane razlikama u fizikalno kemijskim karakteristikama područja u kojima su uzorkovane analizirane vrste cvjetnica, ili pak mogu upućivati na razlike u mehanizmima unosa, translokacije i izlučivanja mjerenih elemenata između navedenih vrsta cvjetnica.

Dobiveni rezultati vezani uz raspodjelu elemenata akumuliranih u organima vrste *C. nodosa* ukazuju na viši sadržaj elemenata Cd, Co, Cu, Mo, Mn, Ni, Pb u listovima, u odnosu na rizome i korijenje, dok je sadržaj Cr, Fe, K, Mg, U, V povišen u korijenju. Navedena zapažanja podudaraju se s prethodno objavljenim istraživanjima vezanim uz raspodjelu navedenih elemenata u vrsti *C. nodosa* (Malea i sur., 1999 i 2013; Sanchiz i sur., 1999). Prethodna istraživanja raspodjele elemenata u vrsti *C. nodosa* upućuju na prevladavajuću akumulaciju elemenata Zn, Al, As i Tl u listovima, te Ba u korijenju (Malea i sur. 1999 i 2013, Sanchiz i sur. 1999), što nije potvrđeno u ovom

istraživanju. Naime, zbog malog broja uzoraka ne može se donijeti zaključak o prevladavajućoj raspodjeli Ba, Sr i Zn, dok su maseni udjeli As i Tl viši u korijenju.

Wasserman i Wasserman (2002) istražili su raspodjelu Cu, Fe, Mn i Zn u organima *Z. noltei*. Rezultati njihovog istraživanja ukazuju na povišenu akumulaciju Cu, Fe i Zn u korijenju, u usporedbi s listovima, dok su koncentracije Mn u listovima bile više od koncentracija u korijenju. Sanchiz i sur. (1999) ustanovili su povišene koncentracije Cd i Pb u korijenju, te usporedive koncentracije Zn u korijenju i listovima. Brix i Lyngby (1984) istražili su raspodjelu Cd, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Pb i Zn u vrsti *Z. marina*. Zbog međusobnih sličnosti dvaju vrsta cvjetnica, dobivena saznanja se mogu primijeniti i na vrstu *Z. noltei*. U spomenutom radu, ustanovljene koncentracije svih istraženih elemenata, izuzev Fe i Pb, bile su više u lišću, u usporedbi s rizomima i korijenjem. Koncentracije Fe bile su više u korijenju, dok su koncentracije Pb u sustavu rizoma i korijenja bile usporedive s koncentracijama u listovima.

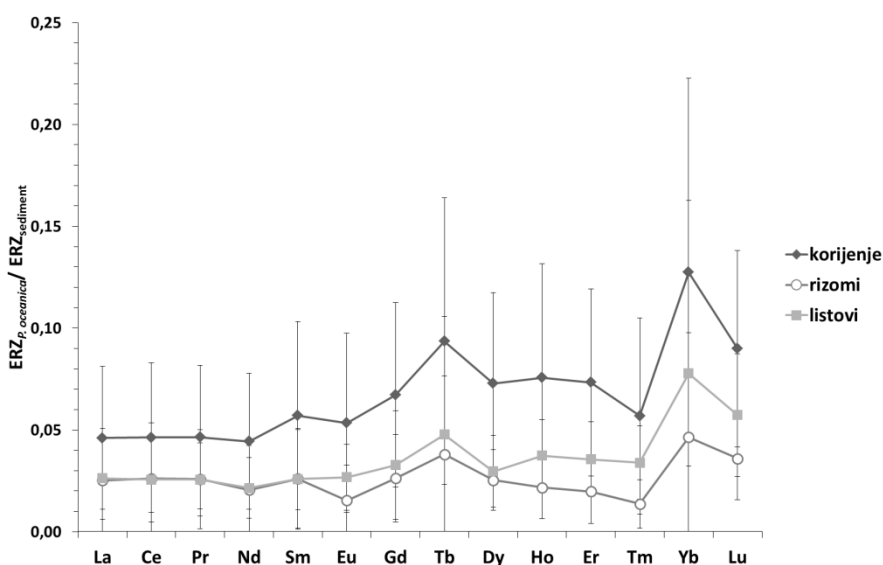
Dobiveni rezultati vezani uz raspodjelu elemenata Cd, Fe, K, Mg i Mn, slažu se sa zapažanjima autora Brix i Lyngby (1984) te Wasserman i Wasserman (2002), tj. izmjerene koncentracije Mn, Cd, K i Mg više su u listovima, dok su koncentracije Fe više u korijenju. Prema istraživanju Brinkhius i sur. (1980), Mn i Cd se u najvećoj mjeri unose u cvjetnicu putem listova. Pri tom se Mn, nakon unosa u citoplazmu stanica listova, uključuje u brojne fiziološke i biokemijske procese te se samo u maloj mjeri translocira u rizome i korijenje. Translokacija Cd je značajnija i odvija se uglavnom iz listova u rizome i korijenje (Faraday i Churchill, 1979), dok je u manjoj mjeri zabilježena i translokacija iz korijenja i rizoma u listove (Brinkhius, 1980).

Izmjerene vrijednosti masenih udjela Zn i Pb u korijenju vrste *Z. noltei* više su od masenih udjela u listovima i rizomima, što se podudara s istraživanjem Sanchiz i sur. (1999). Translokacija Zn i Pb u vrsti *Z. marina* je zanemariva (Peter i sur. 1979; Brix i Lyngby, 1982), stoga se Zn i Pb najvjerojatnije apsorbiraju u cvjetnicu putem listova i korijenja, te odražavaju koncentracije navedenih elemenata u sedimentu i vodi, dok koncentracije Cd u cvjetnici odražavaju koncentraciju navedenog elementa u vodenom stupcu. Sadržaj Cu u listovima može odražavati koncentracije u sedimentu uslijed translokacijskih mehanizama koji se odvijaju iz korijenja prema listovima (Peter i sur., 1979). Dobiveni rezultati vezani uz raspodjelu Cr i Ni upućuju na povišenu akumulaciju u korijenju, što se podudara s rezultatima istraživanja akumulacije navedenih elemenata u vrsti *Z. marina* (De Casabianca i sur., 2004). Zbog nedostatka literature vezane uz druge elemente, saznanja o raspodjeli ostalih elemenata dobivenih u ovom radu ne možemo usporediti s prethodnim

istraživanjima. Također, uslijed malog broja prikupljenih uzoraka vrsta *C. nodosa* i *Z. noltei*, ne može se donijeti konačni zaključak o razlikama u akumulacijskim mehanizmima, međutim, dobiveni rezultati ipak upućuju na određene trendove, koje je potrebno dodatno istražiti u budućnosti, na većem broju uzoraka.

### 6.4.3. Raspodjela elemenata rijetkih zemalja u istraženim cvjetnicama

Razlike u raspodjeli elemenata rijetkih zemalja između istraženih organa cvjetnica lakše su uočljive ako razmotrimo njihove koncentracije normalizirane prema sadržaju ERZ u sedimentu (Slike 6.4.9–6.4.11). Iz prikazanih raspodjela normaliziranih koncentracija ERZ vidljivo je da su najviše normalizirane koncentracije zabilježene u korijenju, nešto niže u listovima, te najniže u rizomima vrste *P. oceanica* (Slika 6.4.9).



**Slika 6.4.9.** Krivulje raspodjele normaliziranih koncentracija ERZ u biljnim organima vrste *P. oceanica*.

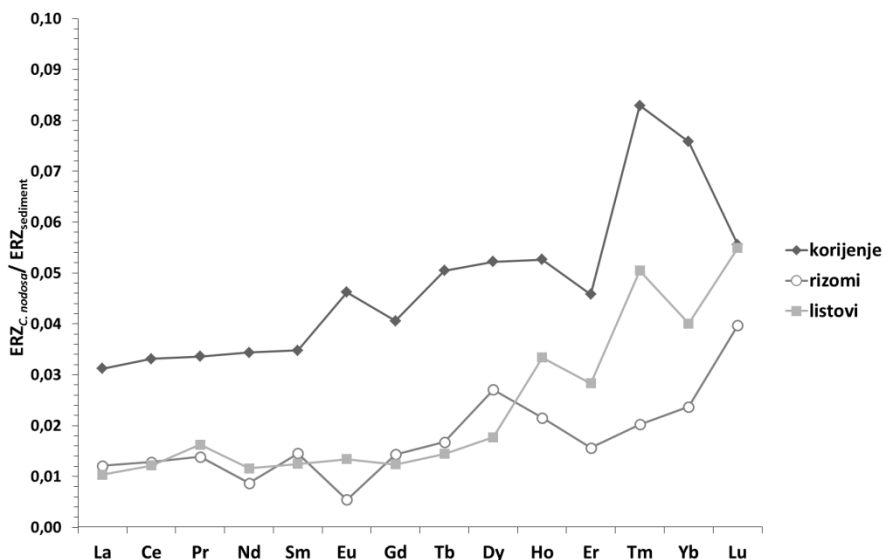
Ustanovljene varijabilnosti normaliziranih koncentracija elemenata u istraženim biljnim organima najvjerojatnije odražavaju varijabilnost u prostornoj raspodjeli njihovih koncentracija u sedimentu i vodenom stupcu.

Uočljive su vrlo slične krivulje raspodjele (frakcionacije) u sva tri istražena organa. Također, uočljiva je sličnost s krivuljom raspodjele normaliziranih koncentracija ERZ u epifitima. Elementi rijetkih zemalja se u epifite unose isključivo iz vodenog stupca, pa sličnost krivulja

raspodjela koncentracija ERZ u epifitima i raspodjela u organima cvjetnice *P. oceanica* upućuje na zajednički izvor ERZ, tj. na unos iz vodenog stupca.

U listovima je izražen povišen sadržaj TERZ u odnosu na LERZ i MERZ, što također upućuje na utjecaj vodenog stupca, odnosno na mehanizam unosa elemenata iz vodenog stupca u listove. U pravilu, teški elementi rijetkih zemalja (TERZ) više su zastupljeni u otopljenom obliku, dok se laki elementi rijetkih zemalja (LERZ) u većoj mjeri nalaze vezani na čestice sedimenta (Dubinin, 2004; Piper i Bau, 2013). Povišen sadržaj TERZ u odnosu na LERZ u korijenju i rizomima u suprotnosti su sa zapažanjima vezanim uz raspodjelu ERZ u istraženim površinskim sedimentima, u kojima je zabilježen viši sadržaj lakih nego teških elemenata rijetkih zemalja. Izostanak sličnosti u raspodjelama ERZ u sedimentu i korijenju/rizomima stoga upućuje na to da se glavnina unosa ERZ u cvjetnicu najvjerojatnije odvija iz vode u listove, odakle se elementi najvjerojatnije translociraju dalje prema rizomima i korijenju. Obzirom da elementi rijetkih zemalja nisu esencijalni za morske cvjetnice, mehanizmi translokacije iz listova u korijenje mogu biti povezani s obrambenim mehanizmima biljke (Fitzgerald i sur., 2003; Fritioff i Greger, 2006). Na krivuljama raspodjele normaliziranih koncentracija ERZ u korijenju i rizomima uočljivo je i blago povišenje sadržaja MERZ u odnosu na LERZ. Više koncentracije MERZ u sedimentima, rizomima i korijenju mogu biti posljedica stvaranja kompleksa s fosfatima i organskim ligandima (Johannesson i sur., 1996; Semhi i sur., 2009).

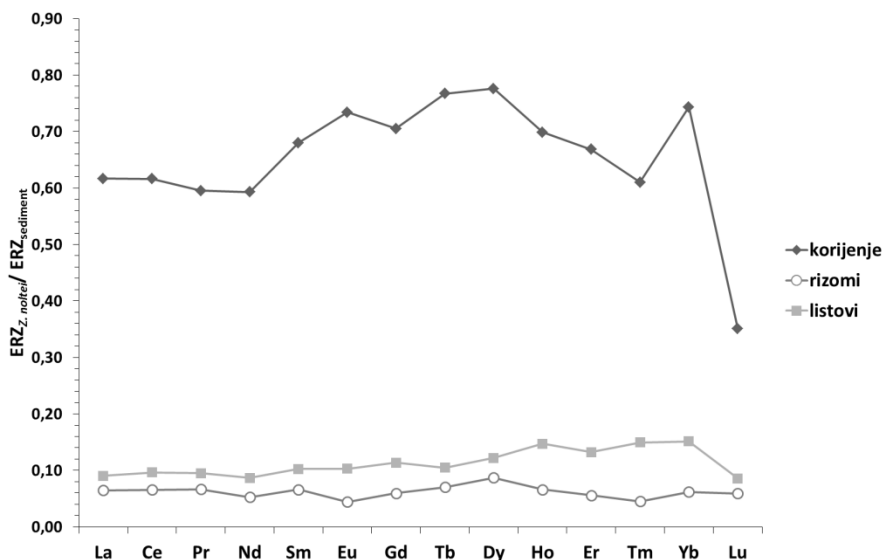
Na temelju dobivenih rezultata o sadržaju ERZ u biljnim organima vrste *C. nodosa* (Slika 6.4.10) možemo uočiti određene sličnosti u krivuljama raspodjele elemenata u vrstama *C. nodosa* i *P. oceanica*. Kao i kod vrste *P. oceanica*, u sva tri organa vrste *C. nodosa* ustanovljen je povišen sadržaj TERZ u odnosu na LERZ i MERZ, dok je u korijenju i rizomima također uočljivo blago povišenje MERZ u odnosu na LERZ.



**Slika 6.4.10.** Krivulje raspodjele normaliziranih koncentracija ERZ u biljnim organima vrste *C. nodosa*.

Vrijednosti normaliziranih koncentracija ERZ u korijenju vrste *Z. noltei* nekoliko puta su više od vrijednosti ustanovljenih u vrstama *C. nodosa* i *P. oceanica*, što može upućivati na različitosti u mehanizmu unosa elemenata rijetkih zemalja u korijenje vrste *Z. noltei*. U korijenju i rizomima vrste *Z. noltei* uočen je povišen sadržaj MERZ u odnosu na LERZ i TERZ, dok je u listovima izražen povišen sadržaj TERZ u odnosu na LERZ i MERZ (Slika 6.4.11). Omjeri između srednjih vrijednosti koncentracija LERZ i TERZ iznose 0,98 (korijenje) i 0,94 (rizomi), što ukazuje na to da su koncentracije LERZ i TERZ u korijenju i rizomima usporedive. Povišen sadržaj ERZ u korijenju, te razlike između krivulja raspodjele normaliziranih koncentracija u korijenju i listovima, upućuju na različitosti u mehanizmima unosa ERZ u organe ove cvjetnice, tj. na unos iz sedimenta u korijenje te na unos iz vodenog stupca u listove, međutim, uslijed malog broja uzoraka *Z. noltei* nije moguće sa sigurnošću donijeti zaključke o mehanizmima unosa u biljku, te su potrebna dodatna istraživanja na većem broju uzoraka.





**Slika 6.4.11.** Krivulje raspodjele normaliziranih koncentracija ERZ u biljnim organima vrste *Z. noltei*.

#### 6.4.4. Unos Cd, Co, Cu, Ni, Pb i Zn iz vodenog stupca u cvjetnice

Prijenos elemenata iz vode u listove cvjetnice predstavlja jedan od glavnih mehanizama unosa elemenata u biljku (Schroeder i Thorhaug, 1980; Romero i sur., 2006; Ralph i sur., 2006; Richir i sur., 2013). Mjerenja koncentracija elemenata Cd, Co, Cu, Ni, Pb i Zn u uzorcima morske vode iznad livada cvjetnica pokazuju da su koncentracije u vodenom stupcu nekoliko redova veličine niže od koncentracija u listovima, što upućuje na to da unos elemenata iz vodenog stupca u listove, uslijed velikog koncentracijskog gradijenta, iziskuje veliki utrošak energije cvjetnice. Izostanak statistički značajnih korelacija između koncentracija mjerenih elemenata u vodenom stupcu i koncentracija elemenata akumuliranih u listovima cvjetnice upućuje na različite mehanizme unosa elemenata u listove, tj. mjereni elementi se najvjerojatnije u listove unose jednim dijelom iz vodenog stupca, a drugim dijelom translokacijskim mehanizmima iz korijenja i rizoma.

Potrebno je naglasiti da su u ovom radu u uzorcima vode mjerene ukupne koncentracije elemenata, koje ne daju uvid u koncentracije biodostupnog oblika elemenata, tj. koncentracije elemenata koje se stvarno unose u listove biljaka (Rainbow, 1995). To također može biti jedan od razloga izostanka korelacije između koncentracije elemenata u vodi i listovima. Elementi u tragovima iz vodenog stupca unose se u biljne stanice uglavnom u obliku slobodnih iona, putem

ionskih kanala, dok se, u manjoj mjeri, mali lipofilni metalni kompleksi mogu prenositi kroz staničnu membranu putem procesa difuzije (Worms i sur., 2006). Stoga, za točniju procjenu bilo bi potrebno odrediti koncentraciju slobodnih iona, tj. koncentraciju biodostupnih elemenata u vodi.

#### 6.4.5. Unos elemenata iz sedimenta u cvjetnice

Uz unos elemenata iz vodenog stupca u listove, jedan od glavnih mehanizama unosa elemenata u biljku je i prijenos elemenata iz porne vode sedimenta u korijenje. Kako bi razmotrili vezu između sadržaja elemenata u sedimentu i sadržaja elemenata u pojedinim organima cvjetnice, ispitane su ovisnosti koncentracija mjerenih elemenata u korijenju vrste *P. oceanica* o ukupnim koncentracijama i koncentracijama biodostupnih elemenata u sedimentu (Tablica 6.4.5).

**Tablica 6.4.5.** Spearman–ovi korelacijski koeficijenti koji opisuju ovisnost između sadržaja mjerenih elemenata u korijenju vrste *P. oceanica* u odnosu na sadržaj biodostupnih elemenata u sedimentu.

Spearman–ov koeficijent korelacije					
Element	Izmjenjiva frakcija	Karbonatna frakcija	Fe/Mn–oksidna frakcija	Ukupna biodostupna frakcija	Ukupna koncentracija u sedimentu
Al	–	0,71	0,45	0,70	0,61
Ba	–	–	–	–	0,45
Bi	–	0,63	–	0,63	0,61
Co	0,42	–	–	–	–
Cr	–0,46	–	–	–	0,64
Cs	0,74	0,68	0,60	0,74	0,65
Cu	0,48	–	–	–	–
Fe	–	–	0,63	0,58	0,72
Li	0,50	–	–	0,41	0,41
Mg	–	–	0,43	0,45	–
Mn	0,41	–	–	–	–
Ti	–	–	–	–	0,59
Tl	–	–	–	–	0,44
Zn	0,42	0,40	–	0,40	–
∑ERZ	0,56	0,58	–	0,57	0,56

Ustanovljene su pozitivne korelacije između sadržaja elemenata Al, Ba, Bi, Cr, Cs, Fe, Li, Ti, Tl i ERZ u korijenju i ukupnih koncentracija navedenih elemenata u sedimentu ( $r = 0,41 - 0,72$ ), što upućuje na unos navedenih elemenata iz sedimenta u korijenje. Obzirom da se u biljke može unositi samo onaj udio elemenata koji se nalazi u njima dostupnom obliku, a koji čini samo manji dio ukupne koncentracije elemenata u sedimentu i vrlo je različit za pojedine elemente, izostanak značajnih korelacija između ukupnih koncentracija u sedimentu i koncentracija u korijenju može biti posljedica neprimjerenosti primjene ukupnih koncentracija za ocjenu unosa elemenata u cvjetnice. Stoga su razmotreni odnosi između koncentracija elemenata u korijenju i koncentracija biodostupnih elemenata u sedimentu, koje su procijenjene primjenom postupka sekvencijalne ekstrakcije.

Izračunati Spearman-ovi koeficijenti korelacije ukazuju na statistički značajne pozitivne korelacije između sadržaja Al, Bi, Cs, Fe, Li, Mg, Zn i ERZ u korijenju i ukupnih biodostupnih koncentracija (zbroy koncentracije elemenata u izmjenjivoj, karbonatnoj i Fe/Mn-oksidoj frakciji) navedenih elemenata u sedimentu ( $r = 0,40 - 0,74$ ), dok za preostale elemente nisu ustanovljene značajne korelacije (Tablica 6.4.5). Pozitivne korelacije između sadržaja elemenata u korijenju i biodostupnih udjela elemenata u sedimentu upućuju na unos navedenih elemenata iz sedimenta u korijenje.

Razmatranjem pojedinih biodostupnih frakcija, ustanovljene su statistički značajne pozitivne korelacije između sadržaja elemenata Co, Cs, Cu, Li, Mn i ERZ u korijenju i sadržaja navedenih elemenata vezanih uz izmjenjivu frakciju ( $r = 0,41 - 0,76$ ), dok Cr u korijenju pokazuje negativnu korelaciju sa sadržajem Cr u izmjenjivoj frakciji ( $r = -0,46$ ). Elementi vezani uz izmjenjivu frakciju lako se otpuštaju iz sedimenta, a pozitivne korelacije između navedenih elemenata u korijenju i njihovog sadržaja u izmjenjivoj frakciji upućuju na njihov unos u korijenje cvjetnice. Negativna korelacija sadržaja kroma u korijenju sa sadržajem izmjenjive frakcije u sedimentu može upućivati na procese translokacije Cr u druge djelove biljke.

Maseni udjeli Al, Bi, Cs, Zn i ERZ u korijenju pokazuju pozitivne korelacije sa sadržajem navedenih elemenata u karbonatnoj frakciji ( $r = 0,40 - 0,71$ ). Elementi u navedenoj frakciji otpuštaju se iz sedimenta uslijed promjena pH uvjeta, a navedene korelacije upućuju na njihov unos u korijenje. Izostanak korelacija između sadržaja preostalih elemenata u korijenju i karbonatnoj frakciji sedimenta upućuje na translokaciju elemenata između biljnih organa.

Maseni udjeli Al, Cs, Fe i Mg u korijenju pokazuju pozitivne korelacije ( $r = 0,43 - 0,63$ ) sa sadržajem navedenih elemenata u Fe/Mn-oksidoj frakciji. U navedenoj frakciji zabilježeni su

relativno visoki udjeli (> 5%) elemenata As, Ba, Cd, Mg, Mn, Sr, U i V, međutim, nije ustanovljena veza između njihovih koncentracija u Fe/Mn–oksidnoj frakciji i njihovih koncentracija u korijenju. Izostanak korelacije može upućivati na prevladavajuće oksidirajuće uvjete u istraženim površinskim sedimentima, u kojima nema otpuštanja navedenih elemenata vezanih uz Fe/Mn okside u poru vodu, te tako ni njihova unosa u korijenje. Razmotrene korelacije upućuju na razlike u kapacitetu apsorpcije za pojedine elemente. Utjecaj karakteristika pojedinog elementa na intenzitet akumulacije ustanovljen je u ranijim istraživanjima (Bargagli, 1998; Fitzgerald i sur., 2003; Deng i sur., 2004; Sanz–Lázaro i sur., 2012; Lewis i Devereux, 2009; Bonanno i Di Martino 2016). Interakcije između elemenata i međusobna kompeticija za aktivna mjesta vezanja na površini stanica utječu na unos, akumulaciju i translokaciju unutar biljke, neovisno o biodostupnosti pojedinog elementa u sedimentu (Bonanno i Lo Giudice, 2010).

Iako korelacije navode na zaključak da se na temelju ukupnih koncentracija elemenata Al, Ba, Bi, Cr, Cs, Fe, Li, Ti, Tl i ERZ u sedimentu može procijeniti njihov sadržaj u korijenju, u skladu sa istraživanjem Jackson i sur. (1991), ukupne koncentracije elemenata u sedimentu ipak ne daju uvid u stvarne biodostupne koncentracije za bentoske organizme (Campbell i Lewis, 1988).

Na temelju primijenjenog postupka sekvencijalne ekstrakcije, može se procijeniti da se veliki udio elemenata nalazi u organskoj i rezidualnoj frakciji, koje nisu dostupne za organizme. Stoga se stvarna procjena unosa elemenata iz sedimenta u cvjetnice ne može jednostavno odrediti mjerenjem njihove ukupne koncentracije u sedimentu, već je potrebno uzeti u obzir specijaciju, odnosno sadržaj navedenih elemenata u biodostupnom obliku (Jackson, 1993).

Ustanovljene korelacije između sadržaja elemenata u izmjenjivoj frakciji i sadržaja u korijenju (Tablica 6.4.5) upućuju da se na temelju sadržaja Co, Cs, Cu, Li, Mn, Zn i ERZ u izmjenjivoj frakciji može procijeniti sadržaj elemenata u sedimentu dostupan za unos u cvjetnice. Sadržaj Al, Bi, Cs, Zn, ERZ u karbonatnoj frakciji, i sadržaj Al, Cs, Fe, Mg u Fe/Mn–oksidnoj frakciji, povezan je s sadržajem navedenih elemenata u korijenju, što ukazuje da su koncentracije u korijenju odraz biodostupnosti navedenih elemenata u sedimentu. Na temelju navedenog može se zaključiti da se na temelju primijenjenog postupka sekvencijalne ekstrakcije može uspješno procijeniti biodostupnost elemenata Al, Bi, Co, Cs, Cu, Fe, Li, Mg, Mn, Zn i ERZ za unos u cvjetnice.

Izostanak statistički značajnih korelacija između ostalih mjerenih elemenata u biodostupnim frakcijama i elemenata u korijenju može odražavati procese translokacije, tj. doprinos unosa

elemenata iz vode u listove i dalju translokaciju u korijenje (St–Cyr i Campbell, 2000). Izostanak korelacija također može upućivati na neprimjerenost primijenjene metode ekstrakcije za procjenu biodostupnosti navedenih elemenata. Obzirom da ne postoji opće prihvaćena univerzalna metoda za procjenu biodostupnosti elemenata, navedeno ukazuje na potrebu za razvojem i validacijom nove metode i dodatnim istraživanjima na različitim tipovima sedimenta i bentoskih organizama.

Kako bi razmotrili unos iz sedimenta u rizome, razmotreni su odnosi između koncentracija u rizomima i sedimentu. Elementi iz sedimenta unose se u rizome direktno iz porne vode sedimenta, ili mehanizmima translokacije iz drugih dijelova biljke (Richir i sur., 2013). Ako se razmotre ukupne koncentracije elemenata u sedimentu, uočljive su umjerene pozitivne korelacije elemenata Al, Bi, Cr, Cs, Fe i Ti, te negativna korelacija Cd, s sadržajem navedenih elemenata u rizomima (Tablica 6.4.6).

**Tablica 4.6.4.** Spearman–ovi korelacijski koeficijenti koji opisuju ovisnost između sadržaja mjerenih elemenata u rizomima vrste *P. oceanica* u odnosu na sadržaj biodostupnih elemenata u sedimentu.

Spearman–ov koeficijent korelacije					
Element	Izmjenjiva frakcija	Karbonatna frakcija	Fe/Mn–oksidna frakcija	Ukupna biodostupna frakcija	Ukupna koncentracija u sedimentu
Al	–	–	–	–	0,44
Bi	–	–	–	–	0,45
Cd	–	–	–	–	–0,43
Cr	–0,56	–	–	–	0,6
Cs	–	–	–	–	0,45
Fe	–	–	0,47	0,46	0,49
Ni	0,46	0,41	–	0,44	–
Sb	–0,47	–	–	–	–
Sr	–0,49	–	–	–	–
Ti	–	–	–	–	0,43
U	–0,43	–	–	–	–

Razmatranjem odnosa između sadržaja elemenata u rizomima i sadržaja biodostupnih elemenata (zbroy koncentracija elemenata u izmjenjivoj, karbonatnoj i Fe/Mn–oksidnoj frakciji) u sedimentu, ustanovljene su statistički značajne pozitivne korelacije između izmjerenih koncentracija elemenata Fe i Ni u rizomima i sadržaja navedenih biodostupnih elemenata u sedimentu ( $r = 0,44$  –

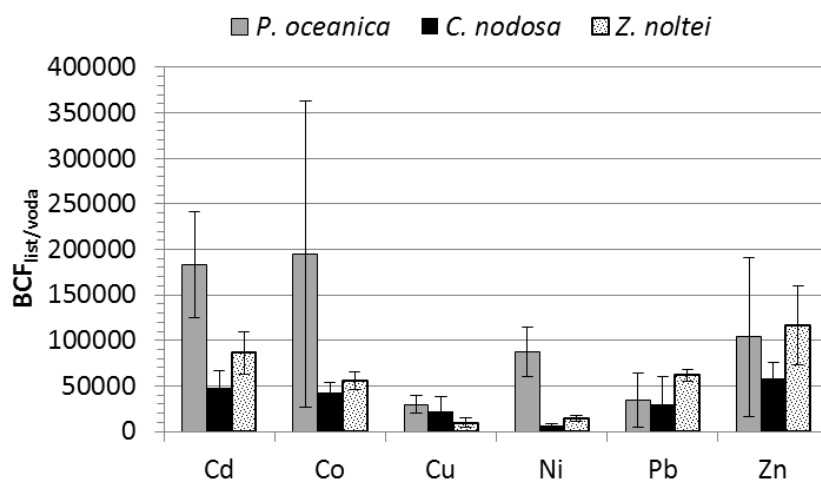
0,46) (Tablica 6.4.6). Ranije je ustanovljeno da se nikel u najvećoj mjeri akumulira u rizomima. Može se zaključiti da se Ni u cvjetnicu unosi pretežno iz sedimenta putem rizoma, te da koncentracije Ni u rizomima odražavaju biodostupne koncentracije Ni u sedimentu. Razmatranjem pojedinih biodostupnih frakcija ustanovljena je statistički značajna pozitivna korelacija između sadržaja Ni u rizomima i sadržaja navedenog elementa vezanog uz izmjenjivu frakciju ( $r = 0,46$ ), dok Cr, Sb, Sr i U u rizomima pokazuju negativnu korelaciju sa sadržajem navedenih elemenata u izmjenjivoj frakciji ( $r = -0,43$  do  $-0,56$ ). Ustanovljena je pozitivna korelacija sadržaja Ni u rizomima sa sadržajem tog elementa u karbonatnoj frakciji ( $r = 0,40 - 0,71$ ), dok je sadržaj Fe u rizomima pozitivno koreliran sa sadržajem tog elementa u Fe/Mn–oksidnoj frakciji (Tablica 6.4.6).

Dobiveni rezultati, kao i izostanak značajnih korelacija između koncentracija većine mjerenih elemenata u rizomima i sedimentu, upućuju na razlike u kapacitetu apsorpcije elemenata između korijenja i rizoma. Na koncentracije elemenata u rizomima u velikoj mjeri utječu procesi translokacija prema korijenu ili iz korijenja ili/i listova, stoga rizomi u manjoj mjeri odražavaju koncentracije u sedimentu (Bonanno i Di Martino, 2016). Prema Richir i sur. (2013), rizomi predstavljaju glavni organ za pohranu nutrijenata, odakle se, tijekom razdoblja intenzivnog rasta, translociraju u listove (Alcoverro i sur., 2000; Romero i sur., 2006).

#### **6.4.6. Biokoncentracijski i translokacijski faktori**

Biokoncentracijski faktori (BCF) između cvjetnice i sedimenta ili vodenog stupca ukazuju na intenzitet apsorpcije i akumulacije određenog elementa u biljnom tkivu.

Vrlo visoki biokoncentracijski faktori između listova i vode (Slika 6.4.12) ukazuju na dobra bioakumulatorska svojstva cvjetnica. Jedan od glavnih putova unosa elemenata u cvjetnice je unos iz vode u listove, odakle se elementi mogu translocirati u rizome i korijenje (Ralph i sur., 2006). Dobiveni rezultati pokazuju da su koncentracije mjerenih elemenata u vodenom stupcu vrlo niske u usporedbi s koncentracijama istih elemenata u biljnim organima, što upućuje na to da se unos elemenata iz vodenog stupca u listove odvija uz određeni utrošak metaboličke energije biljke. Prema Guilizzoni (1991), morske cvjetnice s razvijenim sustavom korijenja i rizoma elemente unose uglavnom iz sedimenta, međutim, i unos putem listova može biti značajan u područjima povišenih koncentracija elemenata u vodi, ili u područjima gdje se elementi u sedimentu nalaze u kemijskim oblicima koji su nedostupni za unos u korijenje.

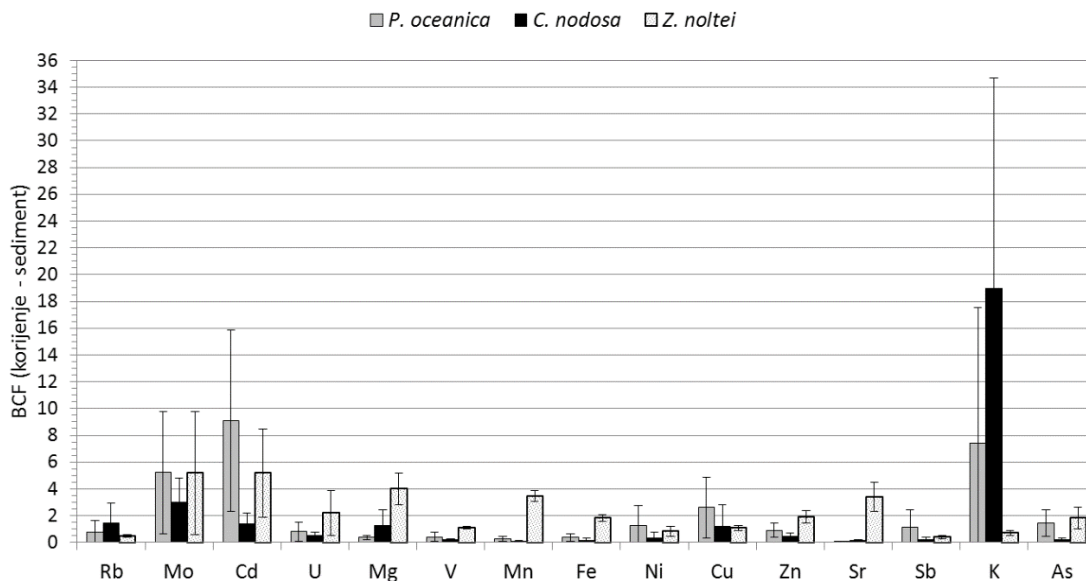


**Slika 6.4.12.** Biokonzentracijski faktori između Cd, Co, Cu, Ni, Pb i Zn u listovima cvjetnica i vodenom stupcu.

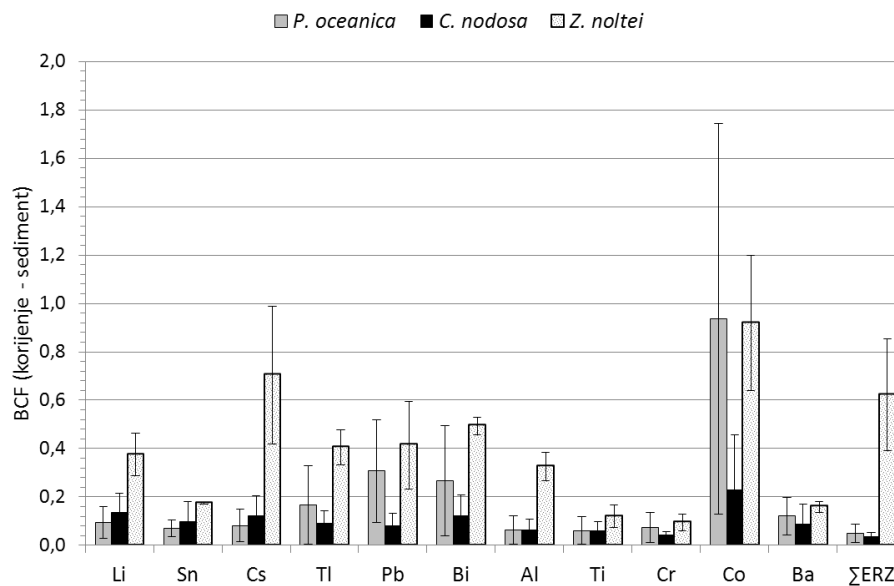
Rezultati korelacijske analize pokazuju negativne korelacije između koncentracija Co, Ni, Pb i Zn u vodi i vrijednosti biokonzentracijskih faktora između elemenata u listovima vrste *P. oceanica* i vode ( $r = -0,50$  do  $-0,91$ ). Negativne korelacije ukazuju na to da se porastom koncentracije mjerenih elemenata u vodi ne povećavaju i njihove koncentracije u listovima, stoga se vrijednosti biokonzentracijskih faktora smanjuju. Izostanak korelacija između vrijednosti  $BCF_{list/voda}$  i koncentracija elemenata u vodi upućuje na različite putove unosa elemenata u listove (unos iz vode, translokacija iz korijenja).

Razmatranjem biokonzentracijskih faktora između korijenja i sedimenta dobivamo uvid u sposobnost cvjetnice za akumulaciju elemenata iz sedimenta u korijenju. Prosječne vrijednosti  $BCF_{korijenje/sediment} > 1$  za vrstu *P. oceanica* ustanovljene su za esencijalne elemente Cu, K, Mo i Ni te za neesencijalne elemente As, Cd i Sb. Prosječne vrijednosti biokonzentracijskih faktora blizu 1 ustanovljene su za elemente Co ( $BCF = 0,94$ ), U ( $BCF = 0,80$ ), Rb ( $BCF = 0,78$ ) i Zn ( $BCF = 0,91$ ) (Slike 6.4.13 i 6.4.14). Vrijednosti  $BCF > 1$  upućuju na viši intenzitet akumulacije navedenih elemenata u korijenju cvjetnice u usporedbi s njihovom akumulacijom u sedimentu. Velika varijabilnost u izračunatim vrijednostima biokonzentracijskih faktora može biti posljedica razlike u biodostupnosti elemenata u vodi i sedimentu na pojedinim lokacijama uzorkovanja, što utječe na unos, akumulaciju i translokaciju elemenata unutar biljke (Sanchiz i sur., 1999; Lewis i Devereux, 2009). Razlike između pojedinih lokacija u salinitetu, temperaturi vode i pH uvjetima, kao i

granulometrijske karakteristike sedimenta, sadržaj organske tvari, sadržaj karbonata, redoks potencijal i kapacitet za ionsku izmjenu, utječu na biodostupnost i unos elemenata i njihovu translokaciju unutar biljke (Fritioff i sur., 2005; Sousa i sur., 2008).



**Slika 6.4.13.** Biokonzentracijski faktori između elemenata u korijenju i sedimentu u istraženim vrstama morskih cvjetnica. Prikazane su vrijednosti  $BCF_{\text{korijenje/sediment}} > 1$ .



**Slika 6.4.14.** Biokonzentracijski faktori između elemenata u korijenju i sedimentu u istraženim vrstama morskih cvjetnica. Prikazane su vrijednosti  $BCF_{\text{korijenje/sediment}} < 1$ .



Prosječne vrijednosti  $BCF_{\text{korijenje/sediment}} > 1$  za vrstu *C. nodosa* ustanovljene su za esencijalne elemente Cu, K, Mg i Mo te za neesencijalne elemente Cd i Rb (Slike 6.4.13 i 6.4.14). Prosječne vrijednosti  $BCF_{\text{korijenje/sediment}} > 1$  za vrstu *Z. noltei* ustanovljene su za esencijalne elemente Cu, Fe, Mg, Mn, Mo i Zn te za neesencijalne elemente As, Cd, Sr, U i V, dok su prosječne vrijednosti blizu 1 ustanovljene za esencijalne elemente Co ( $BCF = 0,92$ ) i Ni ( $BCF = 0,82$ ) (Slike 6.4.13 i 6.4.14).

Ustanovljene vrijednosti biokoncentracijskih faktora upućuju na razlike u sposobnosti akumulacije elemenata iz sedimenta između vrsta *P. oceanica*, *C. nodosa* i *Z. noltei*. Međutim, kako bismo mogli sa sigurnošću donijeti konačan zaključak o akumulacijskim svojstvima pojedine vrste, potrebno je dobivena saznanja potvrditi na većem broju uzoraka vrsta *C. nodosa* i *Z. noltei*.

Iako korelacija između koncentracija elemenata u korijenju i sedimentu upućuje na unos biodostupnih elemenata iz sedimenta u korijenje, izostanak takve korelacije ne mora nužno značiti smanjen intenzitet unosa određenih elemenata u korijenje, nego može upućivati i na odvijanje drugih procesa unutar biljke, poput translokacije i preraspodjele elemenata unutar biljke (Jackson, 1998; Wasserman i Wasserman, 2002), odnosno složenost mehanizama koji utječu na unos i akumulaciju u korijenju.

Relativno ravnomjerna raspodjela određenih elemenata između pojedinih, fiziološki povezanih organa, upućuje na preraspodjelu, odnosno translokaciju elemenata unutar biljke (Sanchiz i sur., 1999). Razmotreni su odnosi između koncentracija elemenata u različitim biljnim organima i ustanovljene su značajne pozitivne korelacije između koncentracija elemenata Al, Cd, Co, Cr, Cs, Cu, Fe, K, Rb, Sn, Ti, Tl i Zn u korijenju i rizomima te značajne pozitivne korelacije između koncentracija elemenata Al, Cd, Cs, Cu, Fe, Li, Ti, U i ERZ u rizomima i listovima (Tablica 6.4.7). Značajne korelacije u koncentracijama elemenata između različitih biljnih organa upućuju na translokaciju elemenata unutar biljke (Malea i Haritonidis, 1999; Sanchiz i sur., 1999; Malea i sur., 2013), dok njihov izostanak upućuje na to da je prijenos određenih elemenata unutar biljke ograničen (Llagostera i sur. 2011).

Rezultati korelacijske analize ukazuju na postojanje statistički značajnih pozitivnih korelacija između sadržaja elemenata Al, Cd, Co, Cr, Cs, Cu, Fe, K, Rb, Sn, Ti, Tl i Zn akumuliranih u korijenju s sadržajem navedenih elemenata u rizomima ( $r = 0,40 - 0,75$ ), dok za ostale elemente nisu ustanovljeni značajni korelacijski odnosi (Tablica 6.4.7).

Ako se razmotre odnosi između koncentracija elemenata akumuliranih u rizomima i njihovih koncentracija u listovima, uočljive su pozitivne korelacije za elemente Al, Cd, Cs, Cu, Fe, Li, Ti, U i

ERZ ( $r = 0,44 - 0,67$ ), dok je za Mg ustanovljena umjerena negativna korelacija između sadržaja navedenog elementa u rizomima i listovima ( $r = -0,51$ ). Koncentracije elemenata Cd, Cs, Cu i Zn u listovima pokazuju umjerenu pozitivnu korelaciju s koncentracijama navedenih elemenata u korijenju ( $r = 0,47 - 0,53$ ) (Tablica 6.4.7).

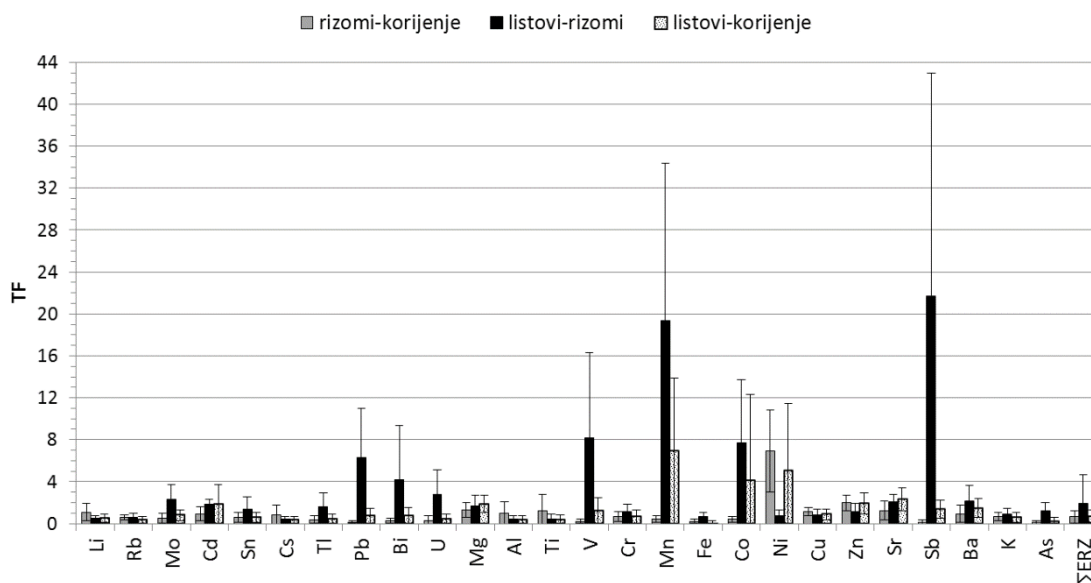
**Tablica 6.4.7.** Spearman–ovi korelacijski koeficijenti koji opisuju odnose koncentracija elemenata između pojedinih organa vrste *P. oceanica*

Element	Spearman–ov koeficijent korelacije		
	korijenje–rizomi	rizomi–listovi	korijenje–listovi
Al	0,40	0,53	–
Cd	0,75	0,65	0,53
Co	0,42	–	–
Cr	0,59	–	–
Cs	0,56	0,67	0,47
Cu	0,75	0,44	0,53
Fe	0,61	0,54	–
K	0,44	–	–
Li	–	0,66	–
Mg	–	–0,51	–
Rb	0,43	–	–
Sn	0,47	–	–
Ti	0,41	0,52	–
Tl	0,43	–	–
U	–	0,46	–
Zn	0,65	–	0,52
$\Sigma$ ERZ	–	0,50	–

Statistički značajne korelacije između sadržaja elemenata u rizomima i korijenju/listovima (Tablica 6.4.7) upućuju na to da su koncentracije elemenata akumuliranih u rizomima u velikoj mjeri povezane s translokacijom iz drugih dijelova biljke (Sans–Lázaro i sur., 2012). Prijenos, odnosno translokacija elemenata unutar biljke može se kvantificirati translokacijskim faktorom (TF). Više TF vrijednosti upućuju na jači intenzitet translokacije određenog elementa unutar biljke (Deng i sur., 2004). Translokacijskim mehanizmima esencijalni elementi prenose se na mjesta u

biljci gdje su potrebni za odvijanje određenih metaboličkih procesa. Translokacija elemenata također je povezana s obrambenim mehanizmima biljke, naime, jedan od načina na koji se cvjetnice štite od toksičnog djelovanja nekog elementa je pohrana takvih toksičnih elemenata u korijenju (Williams i sur., 1994; Cardwell i sur., 2002; Stoltz i Greger, 2002; Fitzgerald i sur., 2003; Matthews i sur., 2004; Fritioff i Greger, 2006). Akumulacijom toksičnih elemenata u korijenju smanjen je njihov štetan utjecaj na odvijanje fotosintetskih procesa. Osim pohrane u korijenju, biljka se od štetnih učinaka toksičnih elemenata može zaštititi i pohranom elemenata u listovima, nakon čega se otpadanjem listova navedeni elementi uklanjaju iz biljke (Malea i Haritonidis, 1999).

Prosječne vrijednosti  $TF_{\text{rizomi/korijenje}} > 1$  za vrstu *P. oceanica* ustanovljene su za esencijalne elemente Cu, Mg, Ni i Zn te za neesencijalne elemente Cr, Li, Sr i Ti, dok su vrijednosti blizu 1 ustanovljene za elemente Al (TF = 0,98), Ba (TF = 0,93), Cd (TF = 0,94) i Cs (TF = 0,86) (Slika 6.4.15).



**Slika 6.4.15.** Prosječne vrijednosti translokacijskih faktora  $TF_{\text{rizomi/korijenje}}$ ,  $TF_{\text{listovi/rizomi}}$  i  $TF_{\text{listovi/korijenje}}$  za mjerene elemente u biljnim organima vrste *P. oceanica*.

Prosječne vrijednosti translokacijskih faktora između rizoma i korijenja za sve mjerene elemente, izuzev Al, Cs, Cu, Li, Ni, Ti i Zn, niže su od vrijednosti translokacijskih faktora između listova i rizoma. Prosječne vrijednosti  $TF_{\text{listovi/izomi}} > 1$  u vrsti *P. oceanica* ustanovljene su za većinu elemenata, izuzev Al, Cs, Fe, Li, Rb, Ti (Slika 6.4.15). Vrijednosti  $TF_{\text{listovi/izomi}}$  blizu 1 ustanovljene

su za elemente Cu (TF = 0,84), K (TF = 0,90) i Ni (TF = 0,73). Prosječne vrijednosti  $TF_{\text{listovi/korijenje}} > 1$  za vrstu *P. oceanica* ustanovljene su za esencijalne elemente Co, Mg, Mn, Ni i Zn te za neesencijalne elemente Ba, Cd, Sb, Sr i V. Vrijednosti  $TF_{\text{listovi/korijenje}}$  blizu 1 ustanovljene su za Bi (TF = 0,79), Cu (TF = 0,88) i Mo (TF = 0,80) (Slika 6.4.15).

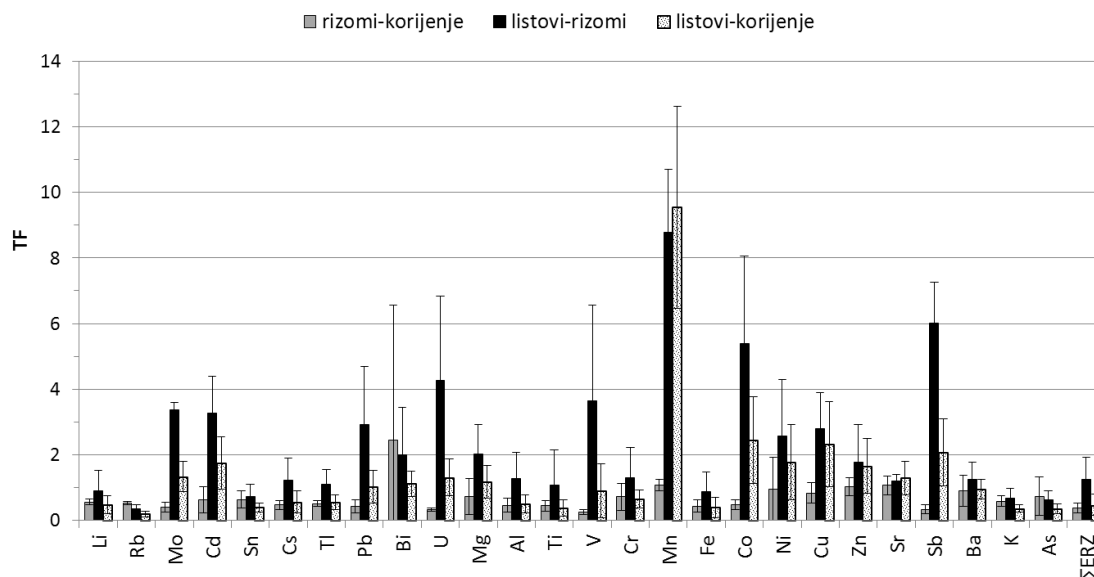
Vrijednosti translokacijskih faktora veće od 1, odnosno  $TF_{\text{listovi/korijenje}} > 1$ , upućuju na prijenos navedenih elemenata iz korijenja i rizoma u listove cvjetnice te na smanjenu akumulaciju u rizomima. To potvrđuju i rezultati mjerenja sadržaja elemenata u biljnim organima, koji pokazuju da je najniži sadržaj mjerenih elemenata, izuzev Al, As, Cr, Cs, Fe, Li, Ni, Pb, Rb i Zn, izmjeren upravo u rizomima vrste *P. oceanica*.

Dobivene vrijednosti translokacijskih faktora između listova i korijenja upućuju na značajnu mobilnost esencijalnih elemenata Co, Mg, Mn, Ni i Zn unutar biljke, odnosno translokacijskim mehanizmima navedeni esencijalni elementi prenose se iz korijenja u listove, gdje se najvjerojatnije uključuju u metaboličke procese. Dobiveni translokacijski faktori vezani uz neesencijalne elemente Ba, Cd, Sb, Sr i V upućuju na dobru mobilnost i translokaciju navedenih elemenata iz korijenja u listove. Translokacija neesencijalnih elemenata iz korijenja u listove može upućivati na obrambene mehanizme biljke (Malea i Haritonidis, 1999). Pri interpretaciji vrijednosti translokacijskih faktora, ne smije se zanemariti doprinos unosa određenih elemenata iz vodenog stupca u listove. Naime, izravni unos otopljenih esencijalnih elemenata Cu, Mg, Mn, Zn te neesencijalnih elemenata Cd, Ba i Sr, iz vodenog stupca u listove cvjetnice, utječe na pozitivnu vrijednost  $TF_{\text{listovi/korijenje}}$ , koja u tom slučaju ne daje stvaran uvid u translokacijske mehanizme unutar biljke.

Prosječne vrijednosti  $TF_{\text{rizomi/korijenje}} > 1$  za vrstu *C. nodosa* ustanovljene su samo za elemente Mn, Sr i Zn, dok su vrijednosti blizu 1 ustanovljene za elemente As (TF = 0,74), Ba (TF = 0,90), Cu (TF = 0,83), Ni (TF = 0,96) i Mg (TF = 0,72) (Slika 6.4.16). Prosječne vrijednosti translokacijskih faktora između rizoma i korijenja za sve mjerene elemente, izuzev As i Rb, niže su od vrijednosti translokacijskih faktora između listova i rizoma. Prosječne vrijednosti  $TF_{\text{listovi/izomi}} > 1$  za vrstu *C. nodosa* ustanovljene su za većinu elemenata, izuzev As, Fe, K, Li, Rb i Sn (Slika 6.4.16). Vrijednosti  $TF_{\text{listovi/izomi}}$  blizu 1 ustanovljene su za elemente Li (TF = 0,90), Fe (TF = 0,88) i Sn (TF = 0,73).

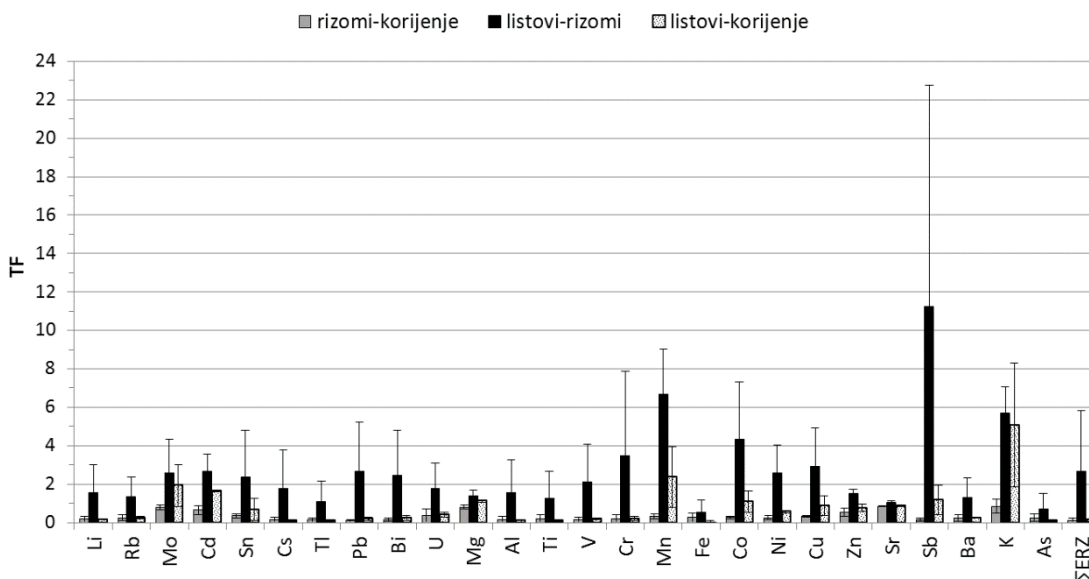
Prosječne vrijednosti  $TF_{\text{listovi/korijenje}} > 1$  za vrstu *C. nodosa* ustanovljene su za elemente Bi, Cd, Co, Cu, Mg, Mn, Mo, Ni, Pb, Sb, Sr, U i Zn. Vrijednosti  $TF_{\text{listovi/korijenje}}$  blizu 1 ustanovljene su za elemente Ba (TF = 0,95) i V (TF = 0,90). Visoke vrijednosti  $TF_{\text{listovi/izomi}}$  i  $TF_{\text{listovi/korijenje}}$  upućuju

na prijenos navedenih elemenata iz korijenja i rizoma u listove. Visoke vrijednosti  $TF_{\text{listovi/izomi}}$  i  $TF_{\text{listovi/korijenje}}$  također upućuju na smanjenu akumulaciju navedenih elemenata u rizomima. Rezultati mjerenja sadržaja elemenata u biljnim organima vrste *C. nodosa* pokazuju da su najniže koncentracije većine elemenata, za koje su ustanovljeni translokacijski faktori  $TF_{\text{listovi/izomi}}$  i  $TF_{\text{listovi/korijenje}}$  veći od 1, ustanovljene upravo u rizomima cvjetnice vrste *C. nodosa*.



**Slika 6.4.16.** Prosječne vrijednosti translokacijskih faktora  $TF_{\text{rizomi/korijenje}}$ ,  $TF_{\text{listovi/rizomi}}$  i  $TF_{\text{listovi/korijenje}}$  za mjerene elemente u biljnim organima vrste *C. nodosa*.

Za vrstu *Z. noltei* ustanovljene prosječne vrijednosti  $TF_{\text{rizomi/korijenje}}$  za sve mjerene elemente bile su niže od 1. Vrijednosti  $TF_{\text{rizomi/korijenje}}$  blizu 1 ustanovljene su za elemente K ( $TF = 0,84$ ), Mg ( $TF = 0,81$ ), Mo ( $TF = 0,79$ ) i Sr ( $TF = 0,85$ ) (Slika 6.4.17). Prosječne vrijednosti translokacijskih faktora između rizoma i korijenja za sve mjerene elemente niže su od vrijednosti translokacijskih faktora između listova i rizoma. Prosječne vrijednosti  $TF_{\text{listovi/izomi}} > 1$  u vrsti *Z. noltei* ustanovljene su za većinu elemenata, izuzev As i Fe (Slika 6.4.17). Prosječne vrijednosti  $TF_{\text{listovi/korijenje}} > 1$  za vrstu *Z. noltei* ustanovljene su za elemente Cd, Co, Mg, Mn, Mo i Sb, dok su vrijednosti  $TF_{\text{listovi/korijenje}}$  blizu 1 ustanovljene za elemente Cu ( $TF = 0,87$ ), Sr ( $TF = 0,88$ ) i Zn ( $TF = 0,77$ ).



**Slika 6.4.17.** Prosječne vrijednosti translokacijskih faktora  $TF_{\text{rizomi/korijenje}}$ ,  $TF_{\text{listovi/rizomi}}$  i  $TF_{\text{listovi/korijenje}}$  za mjerene elemente u biljnim organima vrste *Z. noltei*.

Rezultati ovog istraživanja pokazuju da bioakumulacija mjenjenih elemenata u cvjetnicama ovisi o vrsti cvjetnice i o biljnom organu, o elementu koji se bioakumulira, te o fizikalno–kemijskim svojstvima sedimenta ili vodenog stupca u području istraživanja. Karakteristike određenog elementa utječu na intenzitet njegove apsorpcije, akumulacije i translokacije (Fitzgerald i sur., 2003; Deng i sur., 2004), a fizikalno–kemijske osobine sedimenta i vodenog stupca u određenom području istraživanja (pH, temperatura, salinitet, redoks uvjeti, sadržaj organske tvari i hranjivih tvari, prisutnost drugih elemenata) utječu na sadržaj biodostupnih elemenata, te na taj način utječu i na vrijednosti biokoncentracijskih faktora (Fritioff i sur., 2005; Sousa i sur., 2008).

U nastavku će se razmotriti utjecaj određenih fizikalno–kemijskih svojstava sedimenta (granulometrijski sastav, sadržaj organskog ugljika, karbonata i aluminijska) na bioakumulaciju mjenjenih elemenata u vrsti *P. oceanica*.

Za elemente Al, Bi, Cd, Co, Cr, Cs, Cu, K, Li, Mo, Ni, Rb, Tl, V i Zn ustanovljene su umjerene do dobre negativne korelacije između vrijednosti  $BCF_{\text{korijenje/sediment}}$  i udjela ukupnog organskog ugljika (Tablica 6.4.8). Spearman–ovi korelacijski koeficijenti također ukazuju na negativne korelacije između vrijednosti  $BCF_{\text{korijenje/sediment}}$  i udjela sitnozrnatih frakcija (silt, glina) za elemente Al, Ba, Bi, Cd, Co, Cr, Cs, Cu, K, Li, Mo, Ni, Pb, Rb, Sb, Tl, U, V i Zn.

Negativne korelacije između navedenih fizikalno–kemijskih karakteristika sedimenta i akumulacije elemenata u tragovima u vrstama *P. oceanica* i *C. nodosa* zabilježili su Sanchiz i sur. (1999). Možemo zaključiti da navedeni čimbenici utječu na akumulaciju i biodostupnost mjerenih elemenata u sedimentu, odnosno smanjuju njihovu dostupnost za unos u biljke. Ustanovljene pozitivne korelacije BCF vrijednosti s udjelom karbonata (Tablica 6.4.8) upućuju na vezu između sadržaja karbonata i udjela biodostupnih elemenata u sedimentu (Tablica 6.4.8).

Ustanovljene su značajne negativne korelacije između biokoncentracijskih faktora i ukupne koncentracije aluminija. Aluminij je pokazatelj terigene, sitnozrnate frakcije, uz koju se u najvećoj mjeri vežu elementi u sedimentu. U sedimentima s većim udjelom aluminija veća je i koncentracija ostalih elemenata. Navedene negativne korelacije upućuju na to da se povećanjem udjela aluminija, a onda povećanjem i ukupne koncentracije elemenata u sedimentu, koncentracije elemenata u korijenju ne povećavaju u jednakoj mjeri, jer zbog povećane koncentracije elemenata dolazi do njihovog jačeg vezivanja uz finije čestice sedimenta, a tim i njihove smanjene biodostupnosti.

**Tablica 6.4.8.** Statistički značajni Spearman–ovi koeficijenti korelacije između biokoncentracijskih faktora (korijenje/sediment) i fizikalno–kemijskih karakteristika sedimenta

<b>BCF<sub>korijenje/sediment</sub></b>	<b>TOC (%)</b>	<b>CaCO<sub>3</sub> (%)</b>	<b>pijesak (%)</b>	<b>silt (%)</b>	<b>Al (<math>\mu\text{g g}^{-1}</math>)</b>
Al	-0,47	0,59	–	-0,44	-0,68
As	–	–	0,40	–	–
Ba	–	0,53	–	-0,43	-0,67
Bi	-0,60	0,45	0,57	-0,55	-0,50
Cd	-0,43	–	0,44	-0,52	-0,58
Co	-0,54	0,63	0,59	-0,69	-0,82
Cr	-0,40	0,46	–	-0,43	-0,59
Cs	-0,54	0,55	0,44	-0,49	-0,55
Cu	-0,65	0,57	0,68	-0,71	-0,70
Fe	–	–	0,41	–	–
K	-0,47	0,89	0,57	-0,64	-0,83
Li	-0,58	0,66	0,47	-0,52	-0,65
Mg	-0,43	–	–	–	–
Mn	–	–	–	–	-0,51

**Tablica 6.4.8. (nastavak)**

<b>BCF<sub>korijenje/sediment</sub></b>	<b>TOC (%)</b>	<b>CaCO<sub>3</sub> (%)</b>	<b>pijesak (%)</b>	<b>silt (%)</b>	<b>Al (<math>\mu\text{g g}^{-1}</math>)</b>
Mo	-0,52	–	0,48	-0,54	-0,55
Ni	-0,46	0,60	0,60	-0,72	-0,79
Pb	–	–	–	-0,43	–
Rb	-0,52	0,88	0,62	-0,67	-0,86
Sb	–	–	0,47	-0,49	-0,52
Sn	–	–	–	–	–
Sr	–	–	–	–	–
Ti	–	0,50	–	–	-0,54
Tl	-0,42	0,40	0,43	-0,44	-0,52
U	–	–	–	–	–
V	-0,45	0,48	0,59	-0,60	-0,60
Zn	-0,42	–	0,41	-0,42	-0,42
$\Sigma$ ERZ	–	–	–	–	–

#### 6.4.7. Ocjena cvjetnica kao mogućeg biološkog pokazatelja onečišćenja metalima u tragovima

Morske cvjetnice mogu akumulirati visoke koncentracije elemenata u tragovima u odnosu na njihove koncentracije u vodi (Burrell i Schubel, 1977; Schroeder i Thorhaug, 1980; Wasserman i Wasserman, 2002), stoga se smatraju dobrim bioakumulatorima elemenata u tragovima (Ward, 1989). Utvrđene visoke vrijednosti biokoncentracijskih faktora koji opisuju unos mjerenih elemenata iz vode (Cd, Co, Cu, Ni, Pb, Zn) u listove cvjetnica, upućuju na visoki kapacitet akumulacije navedenih elemenata u cvjetnicama.

Ustanovljene vrijednosti biokoncentracijskih faktora koji upisuju unos mjerenih elemenata iz sedimenta u korijenje vrste *P. oceanica* više su od, ili su približno 1 za elemente As, Cd, Co, Cu, K, Mo, Ni, Sb, Rb, U i Zn, što upućuje na veliki intenzitet unosa i akumulacije navedenih elemenata u tkivu vrste *P. oceanica*. Ustanovljene vrijednosti BCF<sub>korijen/sediment</sub> različite su za pojedine vrste cvjetnica, ali, obzirom na mali broj uzoraka vrsta *C. nodosa* i *Z. noltei*, nije moguće sa sigurnošću donijeti zaključak o akumulacijskim svojstvima ovih dviju vrsta, stoga je u nastavku razmotrena samo vrsta *P. oceanica*, koja uslijed navedenih bioakumulacijskih sposobnosti, široke



rasprostranjenosti, lake identifikacije, jednostavnog uzorkovanja i relativno dugog životnog vijeka, pokazuje potencijal za primjenu kao bioindikator onečišćenja morskog okoliša metalima.

Rezultati ovog istraživanja upućuju na veliku varijabilnost u sadržaju elemenata u organima cvjetnica, što je ustanovljeno i u ranijim istraživanjima (Brix i Lingby, 1984; Catsiki i Panayotidis, 1993). Raspodjela elemenata u biljnim organima cvjetnice može značajno varirati između pojedinih lokacija, iako se radi o neonečišćenim lokacijama. Na navedene razlike u akumulaciji utječe prvenstveno biodostupnost elemenata u vodenom stupcu i sedimentu (Malea i sur., 2008).

Iako istražene cvjetnice pokazuju visok kapacitet za akumulaciju elemenata Cd, Co, Cu, Ni, Pb i Zn iz vodenog stupca, nije ustanovljena značajna korelacija između sadržaja elemenata u listovima s sadržajem navedenih elemenata u vodi. Izostanak korelacija najvjerojatnije je posljedica složenih mehanizama unosa iz vodenog stupca u listove i preraspodjele elemenata unutar biljke, ali može navesti na zaključak da cvjetnice nisu primjeren pokazatelj onečišćenja vodenog stupca navedenim elementima. Stoga, nužno je napomenuti da je ovo istraživanje provedeno u područjima bez značajnih antropogenih doprinosa, što se odražava na niskim koncentracijama mjerenih elemenata, kao i njihovoj relativno uniformnoj prostornoj raspodjeli u vodenom stupcu. Navedeno može utjecati na izostanak korelacija između sadržaja mjerenih elemenata u listovima i njihovih koncentracija u vodi, te je stoga potrebno izvršiti dodatna istraživanja na lokacijama s jače izraženim antropogenim pritiscima i povišenim koncentracijama elemenata u vodi, kako bi mogli sa sigurnošću utvrditi primjerenost cvjetnice kao pokazatelja onečišćenja vodenog stupca.

Utvrđene su statistički značajne pozitivne korelacije između sadržaja Al, Ba, Bi, Cr, Cs, Fe, Li, Tl i ERZ u korijenju i njihovog sadržaja u sedimentu, pa možemo zaključiti da koncentracije navedenih elemenata u korijenju cvjetnice odražavaju koncentracije u sedimentu. Osim navedenih korelacija ustanovljene su također statistički značajne korelacije između sadržaja Co, Cu i Mn u korijenju i izmjenjivoj frakciji, te sadržaja Zn u korijenju i karbonatnoj frakciji. Obzirom da je ovo istraživanje provedeno u područjima bez značajnih antropogenih utjecaja, potrebna su dodatna istraživanja kako bi mogli procijeniti mogućnost primjene cvjetnice *P. oceanica* kao bioindikatora onečišćenja, međutim, navedene korelacije svakako upućuju na mogućnost primjene cvjetnice, odnosno njenog korijenja, kao pokazatelja stanja sedimenta u odnosu na sadržaj Al, Ba, Bi, Cs, Fe, Li, Mn, Tl i ERZ, te pogotovo kao pokazatelja povišenog sadržaja elemenata Cr, Cu i Zn, koji tipično proizlaze iz antropogenih izvora.

Ustanovljene korelacije između sadržaja Al, Bi, Cr, Cs, Fe i Ti u rizomima vrste *P. oceanica* i sadržaja navedenih elemenata u sedimentu upućuju na mogućnost primjene rizoma u svrhu praćenja stanja sedimenta u odnosu na sadržaj navedenih elemenata. Osim navedenih korelacija, utvrđene su i pozitivne korelacije između sadržaja Ni u rizomima s biodostupnim koncentracijama navedenog elementa u sedimentu. Navedeno upućuje da se rizomi mogu koristiti u svrhu praćenja antropogenog doprinosa i onečišćenja morskog sedimenta niklom.

## 7. ZAKLJUČCI

Raspodjele analiziranih elemenata u sedimentima s istraživanih lokacija su pokazale da su koncentracije većine mjerenih elemenata relativno niske i usporedive s vrijednostima karakterističnim za neonečišćena područja Jadrana i Mediterana. Usporedba izmjerenih koncentracija s kriterijima za procjenu stanja i potencijalnog štetnog učinka sedimenta na organizme morskog dna, definiranim za elemente As, Cd, Cr, Cu, Ni i Pb (Long i sur., 2005), pokazuje da su prosječne vrijednosti koncentracija navedenih elemenata niže od vrijednosti ERL (eng. *Effect range low*), koja predstavlja koncentracije ispod kojih se rijetko očekuje pojava negativnog utjecaja na morske organizme.

Dobiveni rezultati upućuju na to da kemijski sastav istraženih sedimenata, tj. sadržaj glavnih elemenata, elemenata u tragovima i elemenata rijetkih zemalja, u najvećoj mjeri ovisi o granulometrijskim značajkama sedimenta i njegovom mineraloškom sastavu.

Visoki udjeli karbonata, relativno niski udjeli sitnozrnate frakcije (silt, glina) i niski udjeli organske tvari povezani su s niskim koncentracijama elemenata u sedimentu. Na temelju odnosa između izmjerenih koncentracija elemenata u sedimentu i sadržaja aluminija, koji predstavlja litogenu komponentu sedimenta, može se zaključiti da su elementi u sedimentu pretežno prirodnog podrijetla te nisu ustanovljeni značajni antropogeni doprinosi.

Primjenom postupka sekvencijalne ekstrakcije procijenjena je biodostupnost elemenata u sedimentu, a određivane su tri biodostupne frakcije, izmjenjiva, karbonatna i Fe/Mn–oksidna frakcija. Izmjenjivu frakciju čine elementi koji su slabim elektrostatskim silama vezani za čestice sedimenta i koji se otpuštaju u vodeni medij u obliku topljivih organskih i anorganskih kompleksa procesima ionske izmjene ili desorpcije s površine čestica. Karbonatnu frakciju čine elementi vezani za karbonate, koji se lako otapaju i oslobađaju u vodeni medij uslijed promjene pH uvjeta. Reducirajuću, odnosno Fe/Mn oksidnu frakciju, čine elementi vezani za željezne i manganove okside, koji se otapaju i otpuštaju u vodeni medij uslijed promjene redoks uvjeta. Najviši stupanj biodostupnosti pokazuju elementi Cd, Mg, Mn, Sr i U, kod kojih su ustanovljeni ukupni biodostupni udjeli (zbroy izmjenjive, karbonatne i Fe/Mn–oksidne frakcije) viši od 50 %. Nešto niže vrijednosti, od 20% do 40%, utvrđene su za As, Ba, K, Pb, Mo i ERZ.

Biodostupni udjeli elemenata Bi, Co, Cr, Cu, Ni, Li, Sb, Tl, V i Zn nalaze se u rasponu od 5% do 20%, dok su biodostupni udjeli preostalih elemenata niži od 5%.

Najviši udjeli elemenata u izmjenjivoj frakciji zabilježeni su za K, Mg, Mo i U, s prosječnim udjelima višim od 15%. Najviši udjeli elemenata u karbonatnoj frakciji odnose se na Sr, Cd, Mg, Mn, Pb, U i ERZ, s prosječnim udjelima višim od 20%. Najviše vrijednosti udjela elemenata vezanih uz Fe/Mn–oksidnu frakciju zabilježene su za Cd, Mg, Mn, Sr i U, s prosječnim vrijednostima iznad 10%.

U ovom radu prvi put je istražena raspodjela većeg broja elemenata u tragovima, uključujući elemente rijetkih zemalja, u različitim vrstama cvjetnica (*P. oceanica*, *C. nodosa* i *Z. noltei*) prisutnim u priobalnim područjima hrvatskog Jadrana. Maseni udjeli većine mjerenih elemenata u cvjetnicama istraženog područja relativno su niski i odgovaraju literaturnim vrijednostima karakterističnim za neonečišćena područja, što je u skladu s činjenicom da se lokacije uzorkovanja nalaze u područjima u kojima nema značajnih antropogenih utjecaja.

Rezultati mjerenja koncentracija elemenata u cvjetnicama upućuju na to da sadržaj akumuliranih elemenata ovisi o svojstvima elementa, biljnom organu i o koncentraciji/biodostupnosti elemenata u sedimentu i vodenom stupcu. Utvrđeno je da se različiti elementi različito raspodjeljuju između pojedinih organa vrste *P. oceanica* (korijen, rizomi, list) i epifita (organizama koji su pričvršćeni na listovima). U istraženim biljnim organima elementi slijede trend koncentracija:

- korijenje > rizomi > listovi: Fe, Rb
- korijenje = rizomi > listovi: Al, Cs, Cu, Li, Ti
- korijenje > rizomi = listovi: As, Cr, K, Sn, Tl, U, ERZ
- korijenje > listovi > rizomi: Mo, Pb
- korijenje = listovi > rizomi: Sb, V
- rizomi > listovi > korijenje: Ni
- rizomi = listovi > korijenje: Zn
- listovi > korijenje > rizomi: Ba, Cd, Co, Mn
- listovi > korijenje = rizomi: Mg, Sr

Utvrđeno je da se elementi Al, As, Ba, Bi, Co, Cr, Cs, Fe, Li, Pb, Sn, Sr, V i ERZ u najvećoj mjeri akumuliraju u epifitima, tj. sadržaj navedenih elemenata u epifitima viši je od njihovog sadržaja u organima cvjetnice.

Rezultati mjerenja akumuliranih elemenata u korijenju, rizomima i listovima vrsta *C. nodosa* i *Z. noltei* upućuju na razlike u raspodjeli koncentracija elemenata Ba, Bi, Cu, K, Li, Mg, Mo, Ni, Pb, Sr, U i Zn između organa vrsta *C. nodosa* i *Z. noltei*, u usporedbi s raspodjelama koncentracija navedenih elemenata u vrsti *P. oceanica*. Uslijed malog broja prikupljenih uzoraka vrsta *C. nodosa* i *Z. noltei* ne može se donijeti konačni zaključak o razlikama u akumulacijskim mehanizmima, međutim, dobiveni rezultati ipak upućuju na određene trendove, koje je potrebno dodatno istražiti na većem broju uzoraka.

Cvjetnice, uslijed dobrih bioakumulacijskih sposobnosti, široke rasprostranjenosti, lake identifikacije, jednostavnog uzorkovanja i relativno dugog životnog vijeka, pokazuju potencijal za primjenu kao bioindikatora onečišćenja morskog okoliša metalima u tragovima. Metali se u cvjetnice mogu unositi ili iz vode u listove, ili iz sedimenta (porne vode) u korijen i rizome, te translocirati unutar biljke iz jednih organa u druge. Istražen je unos manjeg broja elemenata iz vode te svih mjerenih elemenata iz sedimenta i njihova translokacija unutar cvjetnica.

Vrlo visoki biokoncentracijski faktori između listova i vode za elemente čija ukupna koncentracija je mjerena u vodenom stupcu (Cd, Co, Cu, Ni, Pb i Zn) ukazuju na dobra bioakumulatorska svojstva cvjetnica. Međutim, nije ustanovljena značajna korelacija između sadržaja tih elemenata u listovima vrste *P. oceanica* i njihovih koncentracija u morskoj vodi. Izostanak korelacija najvjerojatnije je posljedica više čimbenika: složenih mehanizama unosa elemenata iz vodenog stupca u listove i njihove preraspodjele unutar biljke, činjenice da je određivana ukupna, a ne biodostupna koncentracija tih elemenata u morskoj vodi, kao i odsutnosti lokacija koje su zagađene istraživanim metalima. Primjerenost listova ove cvjetnice kao pokazatelja onečišćenja vodenog stupca bilo bi dobro provjeriti na lokacijama s jače izraženim antropogenim pritiscima i povišenim koncentracijama elemenata u vodi, a u usporedbi s bazom podataka koja je dobivena u ovom radu.

Ustanovljene vrijednosti biokoncentracijskih faktora koji opisuju unos mjerenih elemenata iz sedimenta u korijenje vrste *P. oceanica* upućuju na veliki intenzitet unosa i akumulacije elemenata As, Cd, Co, Cu, K, Mo, Ni, Sb, Rb, U i Zn. Ustanovljene vrijednosti biokoncentracijskih faktora različite su za pojedine vrste cvjetnica, ali, obzirom na mali broj uzoraka *C. nodosa* i *Z. noltei*, nije bilo moguće sa sigurnošću donijeti zaključak o akumulacijskim svojstvima tih dviju vrsta.

Ustanovljene pozitivne korelacije između ukupnih koncentracija elemenata Al, Ba, Bi, Cr, Cs, Fe, Li, Ti, Tl i ERZ u sedimentu i njihovih koncentracija u korijenju vrste *P. oceanica* navode na

zaključak da se na temelju ukupnih koncentracija navedenih elemenata u sedimentu može procijeniti njihov unos u korijenje cvjetnice. Međutim, primjenom postupka sekvencijalne ekstrakcije uočeno je da su stvarne biodostupne koncentracije elemenata u sedimentu ipak značajno manje od ukupnih, odnosno da se samo manji udio elemenata nalazi u frakcijama biodostupnim cvjetnicama. Stoga je za točniju procjenu unosa elemenata i njihovog potencijalno štetnog djelovanja na morske organizme potrebno odrediti koncentracije navedenih elemenata u biodostupnom obliku.

Rezultati pokazuju da su koncentracije elemenata Co, Cs, Cu, Li, Mn, Zn i ERZ u izmjenjivoj frakciji, koncentracije Al, Bi, Cs, Zn, ERZ u karbonatnoj frakciji i koncentracije Al, Cs, Fe, Mg u Fe/Mn–oksidnoj frakciji pozitivno korelirane s koncentracijama u korijenju. Ako promatramo isključivo ukupne koncentracije navedenih elemenata u sedimentu, Co, Cu, Mg, Mn i Zn ne pokazuju korelaciju s koncentracijama u korijenju. Stoga se može zaključiti da se unos Al, Bi, Cs, Fe, Li i ERZ iz sedimenta u cvjetnice može procijeniti i određivanjem biodostupnih frakcija i na temelju njihovih ukupnih koncentracija, dok je procjena biodostupnosti Co, Cu, Mg, Mn i Zn za unos u cvjetnice moguća primjenom postupka sekvencijalne ekstrakcije.

Ustanovljene pozitivne korelacije između sadržaja Al, Bi, Cr, Cs, Fe i Ti u rizomima vrste *P. oceanica* i sedimentu upućuju na mogućnost primjene rizoma u svrhu praćenja stanja sedimenta u odnosu na sadržaj navedenih elemenata. Osim navedenih korelacija, utvrđene su i pozitivne korelacije između sadržaja Ni u rizomima i biodostupnih koncentracija navedenog elementa u sedimentu. Navedeno upućuje da se rizomi mogu koristiti u svrhu praćenja antropogenog doprinosa i onečišćenja morskog sedimenta niklom.

Elementi se nakon unosa u cvjetnice iz vodenog stupca putem listova, ili iz sedimenta putem korijenja/rizoma, mogu translocirati unutar biljke. Dobivene vrijednosti translokacijskih faktora između listova i korijenja upućuju na značajnu mobilnost esencijalnih elemenata Co, Mg, Mn, Ni i Zn unutar biljke, odnosno translokacijskim mehanizmima navedeni esencijalni elementi prenose se iz korijenja u listove, gdje se uključuju u metaboličke procese. Translokacija neesencijalnih elemenata iz korijenja u listove može upućivati na obrambene mehanizme biljke, na što ukazuju dobiveni translokacijski faktori za neesencijalne elemente Ba, Cd, Sb, Sr i V, koji upućuju na dobru mobilnost i translokaciju tih elemenata iz korijenja u listove.

Potrebno je napomenuti da je ovo istraživanje provedeno u područjima bez značajnih antropogenih utjecaja, tako da nije bilo moguće sa sigurnošću utvrditi uvjete primjene cvjetnice *P. oceanica* kao bioindikatora onečišćenja analiziranim elementima. Međutim, veliki fond podataka o

sadržaju velikog broja elemenata u različitim organima cvjetnica, prije svega najraširenije cvjetnice u Jadranu, *P. oceanica*, prikazan u ovom radu, predstavlja izvrsnu bazu za korištenje cvjetnica kao indikatora zagađenja metalima iz antropogenih izvora u području Jadranske obale.

## 8. LITERATURA

Alcoverro, T., M. Manzanera & J. Romero. 2000. Nutrient mass balance of the seagrass *Posidonia oceanica*: the importance of nutrient retranslocation. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 194: 13–21.

Alibo, D.S. & Y. Nozaki. 2000. Dissolved rare earth elements in the South China Sea: geochemical characterization of the water masses. *J. Geophys. Res.*, 105: 28771–28783.

Andročec V., G. Beg–Paklar, V. Dadić, T. Djakovac, B. Grbec, I. Janeković, N. Krstulović, G. Kupilić, N. Leder, G. Lončar, I. Marasović, R. Precali & M. Šolić. 2009, The Adriatic Sea Monitoring Program – Final Report, MCEPP, Zagreb, Croatia.

Antolić, B. 1994. Floristički sastav i struktura zajednice posidonije, *Posidonia oceanica* (L.) Delile, u srednjem Jadranu. Doktorska disertacija, Prirodoslovno–matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu, 349 str.

Banks, D., G. Hall, C. Reimanna & U. Siewers. 1999. Distribution of rare earth elements in crystalline bedrock groundwaters: Oslo and Bergen regions, Norway. *Appl. Geochem.*, 14: 27–39.

Bargagli, R. 1998. Trace Elements in Terrestrial Plants. An Ecophysiological Approach to Biomonitoring and Biorecovery. Springer, Berlin, 324 str.

Bau, M. & P. Dulski. 1996. Anthropogenic origin of positive gadolinium anomalies in river waters. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 143: 245–255.

Bau, M., 1999. Scavenging of dissolved yttrium and rare earths by precipitating iron oxyhydroxide: experimental evidence for Ce oxidation, Y–Ho fractionation, and lanthanide tetrad effect. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 63 (1): 67–77.

Bilinski, H., S. Kozar, M. Plavšić, Ž. Kwokal & M. Branica. 1991. Trace–metal adsorption on inorganic solid–phases under estuarine conditions. *Marine Chemistry*, 32: 225–233.



Boening D.W. 1999. An Evaluation of Bivalves as Biomonitors of Heavy Metals Pollution in Marine Waters. *Environ. Monit. Assess.*, 55: 459–470.

Bogner D., I. Ujević, T. Zvonarić & A. Barić. 2004. Distribution of selected trace metals in coastal surface sediments from the middle and south Adriatic Sea. *Fresen. Environ. Bull.*, 13: 1281–1287.

Bogner, D., I. Ujević & A. Barić. 2005. Trace metal (Cd, Pb, Cu, Zn and Cr) distribution in sediments along east coast of the Adriatic Sea (Croatia). *Fresen. Environ. Bull.* 14 (1): 50–58.

Bonanno, G. & R. La Giudice. 2010. Heavy metal bioaccumulation by the organs of *Phragmites australis* (common reed) and their potential use as contamination indicators. *Ecol. Indic.*, 10: 639–645.

Bonanno G. & V. Di Martino. 2016. Seagrass *Cymodocea nodosa* as a trace element biomonitor: Bioaccumulation patterns and biomonitoring uses. *J. Geochem. Explor.*, 169: 43–49.

Bordas, F. & A.C.M. Bourg. 1998. A critical evaluation of sample pretreatment for storage of contaminated sediments to be investigated for the potential mobility of their heavy metal load. *Water, Air, Soil Pollut.*, 103: 137–149.

Braun, J.–J., M. Pagel, J.–P. Muller, P. Bilong, A. Michard & B. Guillet. 1990. Cerium anomalies in lateritic profiles. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 54 (3): 781–795.

Braun, J., M. Pagel, A. Herbillon & C. Rosin. 1993. Mobilization and redistribution of REE's and thorium in a synthetic lateritic profile: a mass balance study. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 57: 4419–4434.

Brinkhuis, B. H., W.F. Penello, & A.C. Churchill. 1980. Cadmium and manganese flux in eelgrass *Zostera marina* II. Metal uptake by leaf and root–rhizome tissues. *Mar. Biol.*, 58: 187–196.

Brix, H. & J.E. Lyngby. 1982. The distribution of cadmium, copper, lead, and zinc in eelgrass (*Zostera marina* L.). *Sci. Total Environ.*, 24: 51–63.

Brix, H. & J.E. Lyngby. 1984. A survey of metallic composition of *Zostera marina* (L.) in the Limfjord, Denmark. *Arch. Hydrobiol.*, 99: 347–359.

Brodersen, K.E., D.A. Nielsen, P.J. Ralph & M. Kühl. 2015. Oxic microshield and local pH enhancement protects *Zostera muelleri* from sediment derived hydrogen sulphide. *New Phytol.* 205: 1264–1276.

Buljan M. & M. zore–Armanda. 1976. Oceanographical properties of the Adriatic Sea, *Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev.*, 14: 11–98.

Burrell, D.C. & J.R. Schubel. 1977. Seagrass ecosystem oceanography. In: C.P. McRoy & C. Helfferich (eds.), *Seagrass ecosystem: A scientific perspective*. Marcel Dekker, New York, pp. 195–232.

Burger, J. 2006. Bioindicators: A review of their use in the environmental literature 1970–2005. *Environmental Bioindicators*, 1: 136–144.

Burton, G. A. J. 2010. Metal bioavailability and toxicity in sediments. *Environ. Sci. Technol.*, 40: 852–907.

Calmano, W., J. Hong & U. Förstner. 1994. Binding and mobilization of heavy metals in contaminated sediments affected by pH and redox potential. *Water Science & Technology*, 28: 223–235.

Campanella, L., M. E. Conti, F. Cubadda & C. Sucapane. 2001. Trace metals in seagrass, algae and molluscs from an uncontaminated area in the Mediterranean. *Environ. Pollut.*, 111: 117–126.

Campbell, P. G. C., 1995, Interactions between trace metals and aquatic organisms: A critique of the free-ion activity model. In: A. Tessier & D. R. Turner (eds.), *Metal Speciation and Bioavailability in Aquatic Systems*. Wiley, New York. pp 45-102.

Cancemi, G., M. C. Buia & L. Mazzella. 2002. Structure and growth dynamics of *Cymodocea nodosa* meadows. *Sci. Mar.*, 66: 365–73.

Cardwell, A.J., D.W. Hawker & M. Greenway. 2002. Metal accumulation in aquatic macrophytes from Southeast Queensland, Australia. *Chemosphere*, 48: 653–663.

Catsiki, V.A ., P. Panayotidis, P . & E. Papathanassiou. 1987. Bioaccumulation of heavy metals by seagrasses in Greek coastal waters. *Posidonia Newsletter*, 2 (1): 21–30.

Catsiki, V.A. & P. Panayotidis. 1993. Copper, chromium and nickel in tissues of the Mediterranean seagrasses *Posidonia oceanica* and *Cymodocea nodosa* (Potamogetonaceae) from Greek coastal areas. *Chemosphere*, 26 (5): 963–978.

Chakraborty, P., D. Ramteke & S. Chakraborty. 2015. Geochemical partitioning of Cu and Ni in mangrove sediments: Relationships with their bioavailability. *Mar. Pollut. Bull.*, 93 (1): 194–201.

Chapman, P. M., F. Wang, W.J. Adams & A. Green. 1999. Appropriate applications of sediment quality values for metals and metalloids. *Environ. Sci. Technol.*, 33 (22): 3937–3941.

Chapman, P. M. 2008. Environmental risks of inorganic metals and metalloids: A continuing, evolving scientific odyssey. *Hum. Ecol. Risk Assess.*, 14 (1): 5–40.

Chaudhuri, S. & R. L. Cullers. 1979. The distribution of rare earth elements in deeply buried Gulf coast sediments, *Chem. Geol.*, 24: 327–338.

Chen, Z, Y. Saito, Y. Kanai, T. Wei, L. Li, H. Yao & Z. Wang. 2004. Low concentration of heavy metals in the Yangtze estuarine sediments, China: a diluting setting. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 60: 91–100.

Cindrić, A.–M., C. Garnier, B. Oursel, I. Pižeta & D. Omanović. 2015. Evidencing the natural and anthropogenic processes controlling trace metals dynamic in a highly stratified estuary: The Krka River estuary (Adriatic, Croatia). *Mar. Pollut. Bull.*, 94 (1–2): 199–216.

Clijsters, H. & Van Assche, F. 1985. Inhibition of photosynthesis by heavy metals. *Photosynth. Res.*, 7: 31–40.

Connelly, N.G. 2005. Nomenclature of inorganic chemistry: IUPAC recommendations 2005. The red book. Royal Society of Chemistry, Cambridge.

Conti, M., B. Bocca, M. Iacobucci, M. Finoia, M. Mecozzi & A. Pino. 2010. Baseline trace metals in seagrass, algae, and mollusks in a Southern Tyrrhenian Ecosystem (Linosa Island, Sicily). *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 58: 79–95.

Cossa, D. 1989. A review of the use of *Mytilus* spp. as quantitative indicators of cadmium and mercury contamination in coastal waters. *Oceanol. Acta*, 12 (4): 417–432.

Cozza, R., A. Iaquina, D. Cozza & L. Ruffolo. 2013. Trace metals in *Posidonia oceanica* in a coastal area of the Ionian Sea (Calabria, Italy). *Open Journal of Ecology*, 3 (2): 102–108.

Cuculić, V., N. Cukrov, Ž. Kwokal & M. Mlakar. 2009. Natural and anthropogenic sources of Hg, Cd, Pb, Cu and Zn in seawater and sediment of Mljet National Park, Croatia. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 81: 311–320.

Cukrov, N., S. Frančičković–Bilinski, B. Hlača & D. Barišić. 2011. A recent history of metal accumulation in the sediments of Rijeka harbor, Adriatic Sea, Croatia. *Mar. Pollut. Bull.*, 62 (1): 154–167.

Cukrov, N., S. Frančišković–Bilinski, & D. Bogner. 2014. Metal contamination recorded in the sediment of the semi–closed Bakar Bay (Croatia). *Environ. Geochem. Health*, 36: 195–208.

Cumberland, S.A., G. Douglas, K. Grice & J.W. Moreau. 2016. Uranium mobility in organic matter–rich sediments: A review of geological and geochemical processes. *Earth–Sci. Rev.*, 159: 160–185.

Cuong, T. D. & J.P. Obbard. 2006. Metal speciation in coastal marine sediments from Singapore using a modified BCR–sequential extraction procedure. *Appl. Geochem.*, 21: 1335–1346.

Davis, J.A. 1984. Complexation of trace metals by adsorbed natural organic matter. *Geochim. Cosmochim. Acta.*, 48: 679–691.

De Baar, H.J.W., C.R. German, H. Elderfield & P. van Gaans. 1988. Rare earth element distributions in anoxic waters of the Cariaco Trench. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 52 (5): 1203–1219.

De Carlo, E. H., X.–I. Wen & M. Irving. 1998. The influence of redox reactions on the uptake of dissolved Ce by suspended Fe and Mn oxide particles. *Aquatic Geochemistry*, 3: 357–389.

De Casabianca, M.L., P.S. Tari, R. Gaucher, C. Raynaud & V. Rigollet. 2004. Relationships between heavy metal concentrations in sediments and eelgrass and environmental variables (*Zostera marina*, Thau Lagoon, France). *Vie et Milieu*, 54 (4): 231–238.

De Groot, A., K. Zshuppe & W. Salomons, W. 1982. Standardization of methods of analysis for heavy metals in sediments. *Hydrobiologia*, 92: 689–695.

De Lazzari, A., G. Rampazzo & B. Pavoni. 2004. Geochemistry of sediments in the Northern and Central Adriatic Sea. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 59: 429–440.

Deng, H., Z.H. Yea & M.H. Wong. 2004. Accumulation of lead, zinc, copper and cadmium by 12 wetland plant species thriving in metal-contaminated sites in China. *Environ.Pollut.*, 132: 29–40.

Di Leo, A., C. Annicchiarico, N. Cardellicchio, L. Spada & S. Giandomenico. 2013. Trace metal distributions in *Posidonia oceanica* and sediments from Taranto Gulf (Ionian Sea, Southern Italy). *Med. Mar. Sci.*, 14: 204–213.

2000/60/EZ. 2000. Direktiva Europskog parlamenta i Vijeća o uspostavi okvira za djelovanje Zajednice u području vodne politike (Okvirna direktiva o vodama). SL L 327.

2008/56/EZ. 2008. Direktiva Europskog parlamenta i Vijeća o uspostavljanju okvira za djelovanje Zajednice u području politike morskog okoliša (Okvirna direktiva o pomorskoj strategiji). SL L 164.

Dolenec T., J. Faganeli & S. Pirc. 1998. Major, minor and trace elements in surficial sediments from the open Adriatic Sea. *Geol. Croat.*, 51 (1): 59–73.

Donat, J. R. & K. W. Bruland. 1994. Trace elements in the Oceans. In: B. Steinnes & E. Salbu (eds.), *Trace Elements in Natural Waters*. CRC Press, Boca Raton, pp. 247–281.

Drifmeyer, J.E., G.W. Thayer, F.A. Cross, & J. Zieman. 1980. Cycling of Mn, Fe, Cu and Zn by eelgrass, *Zostera marina* L.. *Am. J. Bot.*, 67: 1089–1906.

Duarte, C.M., E. Benavent & S.M. Sánchez. 1999. The microcosm of particles within seagrass *Posidonia oceanica* canopies. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 181: 289–295.

Dubinina, A.V. 2004. Geochemistry of rare earth elements in the ocean. *Lithol. Miner. Resour.*, 39: 289–307.

Elderfield, H. & M.J. Greaves. 1982. The Rare Earth Elements in Seawater, *Nature*, 296 (5854): 214–218.

Elderfield, H. & E.R. Sholkovitz. 1987. Rare Earth Elements in the Pore Waters of Reducing Nearshore Sediments, *Earth Planet. Sci. Lett.*, 82: 280–288.

Fabbri, D., G. Gabbianelli, C. Locatelli, D. Lubrano, C. Trombini & I. Vassura. 2001. Distribution of mercury and other heavy metals in core sediments of the Northern Adriatic Sea. *Water, Air, and Soil Pollut.*, 129: 143–153.

Faganeli, J., J. Pezdic, B. Ogorelec, M. Mišič & M. Najdek. 1994. The origin of sedimentary organic matter in the Adriatic. *Cont. Shelf Res.*, 14 (4): 365–384.

Faraday, W.E. & A.C. Churchill, A. C. 1979. Uptake of cadmium by the eelgrass *Zostera marina*. *Mar. Biol.*, 53: 293–298.

Ferrat, L., C. Pergent–Martini & M. Roméo. 2003. Assessment of the use of biomarkers in aquatic plants for the evaluation of environmental quality: application to seagrasses. *Aquat. Toxicol.*, 65: 187–204.

Fernández–Torquemada, Y. & J.L. Sánchez–Lizaso. 2005. Monitoring of brine discharges from seawater desalination plants in the Mediterranean. *Int. J. Environment and Health*, 1 (3): 449–461.

Fernandes, L., G.N. Nayak, D. Ilangoan & D.V. Borol. 2011. Accumulation of sediment, organic matter and trace metals with space and time, in a creek along Mumbai coast, India. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 91: 388–399.

Fiket Ž, V. Roje, N. Mikac & G. Kniewald. 2007. Determination of arsenic and other trace elements in bottled waters by high resolution inductively coupled plasma mass spectrometry. *Croat. Chem. Acta*, 80: 91–100

Fiket Ž. 2014. Geokemijske značajke sedimenata područja Novigradskog mora. Doktorska disertacija, Prirodoslovno–matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu, 309 str.

Fiket Ž, N. Mikac & G. Kniewald. 2016. Concentrations of 46 major and trace elements, including rare earths, in sediment and soil reference materials used in environmental studies. *Geostand. Geoanal. Res.* (rad prihvaćen za objavljivanje)

Filgueiras, A. V., I. Lavilla & C. Bendicho. 2002. Chemical sequential extraction for metal partitioning in environmental solid samples. *J. Environ. Monit.*, 4: 823–857.

Fitzgerald, E.J., J.M. Caffrey, S.T. Nesaratnam & P. McLoughlin. 2003. Copper and lead concentrations in salt marsh plants on the Suir Estuary, Ireland. *Environ. Pollut.*, 123: 67–74.

Forstner, U. & G. Wittmann. 1979. *Metal Pollution in the Aquatic Environment*, Springer, Berlin. 486 pp.

Fritioff, A., L. Kautsky & M. Greger. 2005. Influence of temperature and salinity on heavy metal uptake by submerged plants. *Environ. Pollut.*, 133: 265–274.

Fritioff, A. & M. Greger. 2006. Uptake and distribution of Zn, Cu, Cd, and Pb in an aquatic plant *Potamogeton natans*. *Chemosphere*, 63 (2): 220–227.

Gao X., C.–T. A. Chen, G. Wang, Q. Xue, C. Tang & S. Chen. 2010. Environmental status of Daya Bay surface sediments inferred from a sequential extraction technique. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 86 (3): 369–378.

German, R., T. Masuzawa, M.J. Greaves, H. Elderfield & J.M. Edmond. 1995. Dissolved rare earth elements in the Southern Ocean: cerium oxidation and the influence of hydrography. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 59: 1551–1558.

Giangrande, A., M. Licciano & L. Musco. 2005. Polychaetes as environmental indicators revisited. *Mar. Pollut. Bull.*, 50 (11): 1153–1162.



Gosselin, M., J.-M. Bouquegneau, F. Lefèbvre, G. Lepoint, G. Pergent, C. Pergent–Martini & S. Gobert. 2006. Trace metal concentrations in *Posidonia oceanica* of North Corsica (northwestern Mediterranean Sea): use as a biological monitor? *BMC Ecol.*, 6: 12–30.

Goudeau, M.L.S., A.-L. Grauel, S.M. Bernasconi, & G.J. de Lange. 2013. Provenance of surface sediments along the southeastern Adriatic coast off Italy: an overview. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 134: 45–56.

Goyer R.A. 2001. Toxic effects of metals. In: C.D. Klaassen (ed.), *Cassarett and Doull's Toxicology: The Basic Science of Poisons*. McGraw–Hill Publisher, New York. pp. 811–867.

Gromet, L. P., R.F. Dymek, L.A. Haskin & R.L. Korotev. 1984. The North American Shale Composite: Its compilation, major and trace element characteristics. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 48: 2469–2482.

Guevara–Riba, A., A. Sahuquillo, R. Rubio & G. Rauret. 2004. Assessment of metal mobility in dredged harbour sediments from Barcelona, Spain. *Sci. Total Environ.* 321 (1–3): 241–255.

Guilizzoni, P. 1991. The role of heavymetals and toxicmaterials in the physiological ecology of submersed macrophytes. *Aquat. Bot.*, 41: 87–109.

Hannigan, R., E. Dorval & C. Jones. 2010. The rare earth element chemistry of estuarine surface sediments in Chesapeake Bay. *Chem. Geol.*, 272: 20–30.

Haley, B.A., G.P. Klinkhammer & J. McManus. 2004. Rare earth elements in pore waters of marine sediments. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 68: 1265–1279.

Hemminga, M.A. & C.M. Duarte. 2000. *Seagrass Ecology*. Cambridge University Press. pp 298.

Henderson, P., 1984. *Rare earth element geochemistry: Developments in Geochemistry*, vol. 2. Elsevier, Amsterdam. 510 pp.

Herut, B. & A. Sandler. 2006. Final report normalization methods for pollutants in marine sediments: review and recommendations for the Mediterranean. Israel Oceanographic and Limnological Research, Jerusalem, Israel.

Hlavay, J., T. Prohaska, M. Weisz, W. Wenzel & J.J. Stinger. 2004. Determination of trace elements bound to soils and sediment fractions. *Pure Appl. Chem.*, 76: 415–442.

Hoffman, D. J., B. A. Rattner, G. A. Burton & J. Cairns. 2003. *Handbook of Ecotoxicology*, 2nd ed. CRC Press, Boca Raton, Florida. 1290 pp.

Horowitz, A. & K. Elrick. 1987. The relation of stream sediment surface area, grain size and composition to trace element chemistry. *Applied Geochemistry*, 2: 437–451.

Ianni, C., E. Magi, P. Rivaro & N. Ruggieri. 2000. Trace metals in Adriatic coastal sediments: Distribution and speciation pattern. *Toxicol. Environ. Chem.*, 78 (1–2): 73–92.

Ilijanić, N., S. Miko, B. Petrinc & Z. Franić. 2014. Metal deposition in deep sediments from the Central and South Adriatic Sea. *Geol. Croat.*, 67 (3), 185–205.

Jackson, L.J. 1998. Paradigms of metal accumulation in rooted aquatic vascular plants. *Sci. Total Environ.*, 219: 223–231.

Janssen, R.P.T. & W. Verweij. 2003. Geochemistry of some rare earth elements in groundwater, Vierlingsbeek, The Netherlands. *Water Res.*, 37: 1320–1350.

Johannesson, K.H., W.B. Lyons, M.A. Yelken, H.E. Gaudette & K.J. Stetzenbach. 1996. Geochemistry of the rare–earth elements in hypersaline and dilute acidic natural terrestrial waters: complexation behavior and middle rare–earth element enrichments. *Chem. Geol.*, 133: 125–144.

Johannesson, K.H. & X. Zhou. 1999. Origin of middle rare earth elements enrichments in acid waters of a Canadian High Arctic lake. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 63: 153–165.

Joksimović, D., A.R. Sanković & S. Sanković. 2011. Metal accumulation in a biological indicator (*Posidonia oceanica*) from the Montenegrin coast. *Stud. Mar.*, 25: 37–58.

Juračić, B., Č. Benac & R. Crmarić. 1999. Seabed and Surface Sediment Map of the Kvarner Region, Adriatic Sea, Croatia (Lithological Map, 1:500,000). *Geol. Croat.*, 52 (2): 131–140.

Kaldy J. 2006. Carbon, nitrogen, phosphorus and heavy metal budgets: how large is the eelgrass (*Zostera marina L.*) sink in a temperate estuary? *Mar. Pollut. Bull.* 52: 332–56.

Katz, A. & I.R. Kaplan. 1981. Heavy metals behavior in coastal sediments of southern California: a critical review and synthesis. *Mar. Chem.*, 10: 261–299.

Kersten, M. & U. Förstner. 1986. Chemical fractionation of heavy metals in anoxic estuarine and coastal sediments. *Water Sci. Technol.*, 18: 121–130.

Kim, G.B., H.S. Yang & Y. Komada. 1998. Distribution of transition elements in the surface sediments of the Yellow sea. *Cont. Shelf Res.*, 18: 1531–1542.

King, R.J. 1988. The seagrasses of lake Illawarra, NSW. *Wetlands*, 8 (1): 21.

Kitano, Y., M. Sakata & E. Matsumoto. 1980. Partitioning of heavy metals into mineral and organic fractions in sediment core from Tokyo Bay. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 44: 1279–1285.

Kljaković–Gaspić, Z., B. Antolić, T. Zvonarić & A. Barić. 2004. Distribution of cadmium and lead in *Posidonia oceanica (L.) Delile* from the middle Adriatic sea. *Fresen. Environ. Bull.*, 13: 1210–1215.

Kljaković–Gašpić, Z., D. Bogner & I. Ujević. 2009. Trace metals (Cd, Pb, Cu, Zn and Ni) in sediment of the submarine pit Dragon ear (Soline Bay, Rogoznica, Croatia). *Environ. Geol.*, 58: 751–760.

Kochenov, A. V. & G. N. Baturin. 2002. The paragenesis of organic matter, phosphorus, and uranium in marine sediments: *Lithol. Miner. Resour.*, 37: 107–120.

Komar, D., N. Rogan Šmuc, Ž. Lambaša Belak, S.S. Matešić, S. Lojen, G. Kniewald, P. Vrhovnik, T. Dolenc & M. Dolenc. 2014. Geochemical characteristics and distribution of rare earth elements in Makirina Bay sediments (northern Dalmatia, Republic of Croatia). *Geologica Macedonica*, 28 (2): 127–137.

Komar, D., M. Dolenc, Ž. Lambaša Belak, S.S. Matešić, S. Lojen, G. Kniewald, P. Vrhovnik, T. Dolenc & N. Rogan Šmuc. 2015. Geochemical characterization and environmental status of Makirina Bay sediments (northern Dalmatia, Republic of Croatia). *Geol. Croat.*, 68 (1): 79–92.

Kružić, P. 2008. Variations in *Posidonia oceanica* meadow structure along the coast of the Dugi Otok Island (Eastern Adriatic Sea). *J. Mar. Biol. Assoc. U. K.*, 88(5): 883–892.

Kuo, J. & C. den Hartog. 2006. Seagrass Morphology, Anatomy, and Ultrastructure. In: A.W.D. Larkum, R.J. Orth & C.M. Duarte (eds.). *Seagrasses: Biology, Ecology and Conservation*. Springer, Dordrecht. pp. 51–87.

Lafabrie, C., G. Pergent, R. Kantin, C. Pergent–Martini & L. J. Gonzalez. 2007. Trace metals assessment in water, sediment, mussel, and seagrass species – validation of the use of *Posidonia oceanica* as a metal biomonitor. *Chemosphere*, 68: 2033–2039.

Lafabrie, C., G. Pergent & C. Pergent–Martini. 2009. Utilization of the seagrass *Posidonia oceanica* to evaluate the spatial dispersion of metal contamination. *Sci. Total Environ.* 407 (7): 2440–2446.

Laufer, F., S. Yariv & M. Steinberg. 1984. The adsorption of quadrivalent cerium by kaolinite. *Clay Minerals*, 19: 137–149.

Lee, S.G., D.H. Lee, Y. Kim, B.G. Chae, W.Y. Kim & N.C. Woo. 2003. Rare earth elements as indicators of groundwater environment changes in a fractured rock system: evidence from fracture-filling calcite. *Appl Geochem.*, 18: 135–143.

Lewis, M.A. & R. Devereux. 2009. Non-nutrient anthropogenic chemicals in seagrass ecosystems: fate and effects. *Environ. Toxicol. Chem.* 28 (3): 644–661.

Leybourne, M. I., W.D. Goodfellow, D.R. Boyle & G.M. Hall. 2000. Rapid development of negative Ce anomalies in surface waters and contrasting ERZ patterns in ground-waters associated with Zn–Pb massive sulphide deposits. *Appl. Geochem.*, 15: 695–723.

Leybourne, M.I. & K.H. Johannesson. 2008. Rare earth elements (REE) and yttrium in stream waters, stream sediments, and Fe–Mn oxyhydroxides: fractionation, speciation, and controls over REE+ Y patterns in the surface environment. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 72: 5962–5983.

Lin, S., I.-J. Hsieh, K.-M. Huang & C.-H. Wang. 2002. Influence of the Yangtze River and grain size on the spatial variations of heavy metals and organic carbon in the East China Sea continental shelf sediments. *Chem. Geol.*, 182: 377–394.

Liu, Y.-G., M.R.U. Miah & R.A. Schmitt. 1988. Cerium: a chemical tracer for paleoceanic redox conditions. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 52: 1361–1371.

Liu, B., K. Hu, Z. Jiang, J. Yang, X. Luo & A. Liu. 2011. Distribution and enrichment of heavy metals in a sediment core from the Pearl River Estuary. *Environ. Earth Sci.*, 62, 265–275.

Llagostera, I., M. Pérez & J. Romero. 2011. Trace metal content in the seagrass *Cymodocea nodosa*: Differential accumulation in plant organs. *Aquat. Bot.*, 95: 124–128.

Long, E.R., D.D. MacDonald, S.L. Smith & F.D. Calder. 1995. Incidence of adverse biological effects within ranges of chemical concentrations in marine and estuarine sediments. *Environ. Manage.*, 19: 81–97.

Lovrenčić I., V. Oreščanin, D. Barišić, L. Mikelić, M. Rozmarić Macefat, S. Lulić & G. Pavlović. 2005. Characterization of tenorm and sediments of Kaštela Bay and the influence of tenorm on the quality of sediments. *Global NEST Journal*, 7 (2): 188–196.

Lovrenčić Mikelić, I., V. Oreščanin & D. Barišić. 2013. Distribution and origin of major, minor, and trace elements in sediments and sedimentary rocks of the Kaštela Bay (Croatia) coastal area. *J. Geochem. Explor.*, 128: 1–13.

Luoma, S.N. 1983. Bioavailability of trace metals to aquatic organisms – A review. *Sci. Total Environ.*, 28: 1–22.

Luy, N., S. Gobert, S. Sartoretto, R. Biondo, J.–M. Bouquegneau & J. Richir. 2012. Chemical contamination along the Mediterranean French coast using *Posidonia oceanica* (L.) Delile above-ground tissues: a multiple trace element study. *Ecol. Ind.* 18:269–277

Lyngby, J.E. & H. Brix, H. 1982. Seasonal and environmental variation of cadmium, copper, lead and zinc concentration in eelgrass (*Zostera marina* L.) in the Limfjord, Denmark. *Aquat. Bot.*, 14: 5–74.

Lyngby, J.E., H., Brix, H.–H. Schierup. 1982. Absorption and translocation of zinc in eelgrass (*Zostera marina* L.). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 58, 259–270.

Lyngby, J.E. & H. Brix. 1987. Monitoring of heavy metal contamination in the Limfjord Denmark, using biological indicators and sediment. *Sci. Total Environ.* 64: 239–252.

- Luy, N., S. Goberta, S. Sartoretto, R. Biondo, J.-M. Bouquegneau & J. Richir. 2012. Chemical contamination along the Mediterranean French coast using *Posidonia oceanica* (L.) Delile above-ground tissues: a multiple trace element study. *Ecol. Indic.*, 18: 269–277
- Ma, H., L. Hua & J. Ji. 2011. Speciation and phytoavailability of heavy metals in sediments in Nanjing section of Changjiang River. *Environ. Earth Sci.* 64 (1): 185–192.
- MacFarlane, G.R. & M.D. Burchett. 2001. Photosynthetic pigments and peroxidase activity as indicators of heavy metal stress in the grey mangrove, *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh. *Mar. Pollut. Bull.*, 42: 233–240.
- Malea, P. 1994. Seasonal variation and local distribution of metals in the seagrass *Halophila stipulacea* (Forsk.) Aschers in the Antikyra Gulf, Greece. *Environ. Pollut.*, 85: 77–85.
- Malea, P. & S. Haritonidis. 1999. *Cymodocea nodosa* (Ucria) Aschers. as a bioindicator of metals in Thermaikos Gulf Greece, during monthly samplings. *Bot. Mar.*, 42: 419–430.
- Malea, P. & Kevrekidis, T. 2013. Trace element (Al, As, B, Ba, Cr, Mo, Ni, Se, Sr, Tl, U and V) distribution and seasonality in compartments of the seagrass *Cymodocea nodosa*. *Sci. Total Environ.*, 463–464: 611–623.
- Malea, P., T. Kevrekidis & M. Potouroglou. 2013. Seasonal variation of trace metal (Mn, Zn, Cu, Pb, Co, Cd) concentrations in compartments of the seagrass *Cymodocea nodosa*. *Bot. Mar.*, 56: 169–84.
- Marín-Guirao, L., A. Marín-Atucha, J.L. Barba, E. Martínez López & A.J. García Fernández. 2005. Effects of mining wastes on a seagrass ecosystem: metal accumulation and bioavailability, seagrass dynamics and associated community structure. *Mar. Environ. Res.*, 60: 317–37.
- Markert, B. 1987. Distribution of lanthanide elements in soil and plants. *Phytochemistry*, 26: 3167–3170.

Markert, B., A. Breure & H. Zechmeister. 2003. Bioindicators and Biomonitors. Principles, Concepts and Applications. Elsevier, Amsterdam.

Marsh, J.S. 1991. REE fractionation and Ce anomalies in weathered Karoo dolerite. *Chem. Geol.*, 90: 189–194.

Martin, J. M., O. Høgdahl & J. C. Philippot. 1976. Rare earth element supply to the Ocean. *J. Geophys. Res.*, 81 (18): 3119–3124.

Martinčić, D., Ž. Kwokal, & M. Branica. 1989. Trace metals in sediments from the Adriatic Sea. *Sci. Total Environ.*, 84: 135–147.

Martínez–Crego, B., A. Vergés, T. Alcoverro & J. Romero. 2008. Selection of multiple seagrass indicators for environmental biomonitoring. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 361: 93–109.

Mason, A.Z. & K.D. Jenkins. 1995. Metal detoxification in aquatic organisms. In: A. Tessier & D.R. Turner (eds.), *Metal speciation and bioavailability in aquatic systems*. John Wiley & Sons, Chichester. pp. 479–608.

Matijević, S., D. Bogner, M. Morović, V. Tičina & B. Grbec. 2008. Characteristics of the sediment along the eastern Adriatic coast (Croatia). *Fresen. Environ. Bull.*, 17 (10b): 1763–1772.

Matthews, D.J., B.M. Moran, P.F. McCabe & M.L. Otte. 2004. Zinc tolerance, uptake, accumulation and distribution in plants and protoplasts of five European populations of the wetland grass *Glyceria fluitans*. *Aquat. Bot.*, 80: 39–52.

Megharaj, M., S.R. Ragusa & R. Naidu. 2003. Metal–algae interactions: implication of bioavailability. In: R. Naidu, V.V. Gupta, S. Rogers, R. S. Kookana, N.S. Bolan & D.C. Adriano (eds.), *Bioavailability, Toxicity and Risk Relationships in Ecosystems*. Science Publishers, Enfield, New Hampshire. pp. 109–144.



Mihelčić, G., B. Šurija, M. Juračić, B. Barišić, & M. Branica. 1996. History of accumulation of trace metals in sediments of the saline Rogoznica Lake (Croatia). *Sci. Total Environ.*, 182: 105–115.

Mihelčić, G., S. Lojen, T. Dolenc & G. Kniewald. 2006. Trace Metals Conservation in Morinje Bay Sediment: Historical Record of Anthropogenic Emissions into a Shallow Adriatic Bay. *Croat. Chem. Acta*, 79 (1): 161–167.

Mikac, N., D. Foucher, Ž. Kwokal & D. Barišić. 2006. Mercury and radionuclides in sediments of the Kaštela bay (Croatia) – evaluation of the sediment pollution history. *Croat. Chem. Acta*, 79: 85–93.

Mikac, I., Z. Fiket, S. Terzic, J. Baresic, N. Mikac & M. Ahel. 2011. Chemical indicators of anthropogenic impacts in sediments of the pristine karst lakes. *Chemosphere*, 84 (8): 1140–1149.

Mikulić, N., V. Oreščanin, L. Elez, Lj. Pavičić, Đ. Pezelj, I. Lovrenčić & S. Lulić. 2008. Distribution of trace elements in the coastal sea sediments of Maslinica Bay, Croatia. *Environ. Geol.*, 53: 1413–1419.

Mikuličić Pavlaković, S., M. Crnjaković, D. Tibljaš, M. Šoufek, L. Wacha, M. Frechen & D. Lacković. 2011. Mineralogical and geochemical characteristic of Quaternary sediments from the Island of Susak (Northern Adriatic, Croatia). *Quatern. Int.*, 234: 32–49.

Miragaya, J. G. & A. M. Sosa. 1994. Trace elements in the Valencia Lake (Venezuela) sediments. *Water, Air, Soil Pollut.*, 77: 141–150.

Morillo, J., J. Usero, & I. Garcia. 2004. Heavy metals distribution in marine sediments from the southwest coast of Spain, *Chemosphere*, 55: 431–442.

Morillo, J., J. Usero, I. Gracia. 2005. Biomonitoring of trace metals in a mine-polluted estuarine system (Spain). *Chemosphere*, 58 (10), 1421–1430.

Morse, J.W. 1994. Interactions of trace metals with authigenic sulfide minerals: implications for their bioavailability. *Mar. Chem.*, 46: 1–4.

Mossop, K.F. & C.M. Davidson. 2003. Comparison of original and modified BCR sequential extraction procedures for the fractionation of copper, iron, lead, manganese and zinc in soils and sediments. *Anal. Chim. Acta.*, 478: 111–118.

Murray K. S., D. Cauvent, M. Lybeer & J.C. Thomas. 1999. Particle size and chemical control of heavy metals in bed sediment from the Rouge river, southeast Michigan. *Environ. Sci. Technol.*, 33: 987–992.

Murray, R.W., M.R. Buchholtzen Brink, D.C. Gerlach, G.P. Russ & D.L. Jones. 1991. Rare earth, major, and trace elements in chert from the Franciscan Complex and Monterey Group, California: assessing REE source to fine-grained marine sediments. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 55: 1875–1895.

NN 73/2013. 2013.Uredba o standardu kakvoće voda. *Narodne novine*, 73.

Nicolaidou, A. & J.A. Nott. 1998. Metals in sediment, seagrass and gastropods near a nickel smelter in Greece: possible interactions. *Mar. Pollut. Bull.*, 36: 360–365.

Nozaki, Y., D. Lerche, D.S. Alibo & A. Snidvongs. 2000. The estuarine geochemistry of rare earth elements and indium in the Chao Phraya River, Thailand. *Geochim. Cosmochim. Acta.*, 64: 3983–3994.

Obhodaš, J. & V. Valković. 2010. Contamination of the coastal sea sediments by heavy metals. *Appl. Radiat. Isot.*, 68: 807–811.

Obhodaš, J., V. Valković, L. Matjačić, K. Nađ & D. Sudac. 2012. Evaluation of elemental composition of sediments from the Adriatic Sea by using EDXRF technique. *Appl. Radiat. Isot.*, 70: 1392–1395.

Ohlander, B., M. Land, J. Ingri & A. Widerlund. 1996. Mobility of rare earth elements during weathering of till in northern Sweden. *Appl. Geochem.* 11, 93–99.

Ohta, A. & I. Kawabe. 2001. Ce(III) adsorption onto Mn dioxide ( $\delta$ -MnO<sub>2</sub>) and Fe oxyhydroxide: Ce(III) oxidation by  $\delta$ -MnO<sub>2</sub>. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 65 (5): 695–703.

Oleson, B. & K. Sand-Jensen. 1993. The seasonal acclimatization of the eelgrass *Z. marina* growth to light. *Mar. Ecol. Prog. Series*, 94: 91–99.

Oliveri, E., R. Neri, A. Bellanca & R. Riding. 2010. Carbonate stromatolites from a Messinian hypersaline setting in the Caltanissetta Basin, Sicily: petrographic evidence of microbial activity and related stable isotope and rare earth element signatures. *Sedimentology*, 57: 142–161.

Olmez, I., E.R. Sholkovitz, D. Hermann & R.P. Eganhouse. 1991. Rare earth elements in sediments off southern California: a new anthropogenic indicator. *Environ. Sci. Technol.*, 25: 310–316.

Omanović, D., Ž. Kwokal, A. Goodwin, A. Lawrence, C.E. Banks, R.G. Compton & S. Komorsky-Lovrić. 2006. Trace metal detection in Sibenik Bay, Croatia: cadmium, lead and copper with anodic stripping voltammetry and manganese via sonoelectrochemistry. A case study. *J. Iran. Chem. Soc.* 3: 128–139.

Oreščanin, V., N. Mikulić, J. Obhodaš, K. Nad & V. Valković. 2002. Distribution of trace elements in the coastal sea sediments: Punat Bay in the Northern Adriatic. *J. Trace Microprobe Tech.*, 20 (2): 247–260.

Oreščanin, V., D. Barišić, I. Lovrencic, L. Mikelić, M. Rozmarić-Macefat, G. Pavlović & S. Lulić. 2005. The influence of fly and bottom ash deposition on the quality of Kaštela Bay sediments. *Environ. Geol.*, 49 (1): 53–64.

Pan, K. & W. X. Wang, 2012. Trace metal contamination in estuarine and coastal environments in China. *Sci. Total Environ.*, 421–422: 3–16.

Paul J. & D. Meischner. 1976. Heavy metal analyses from sediments of the Adriatic Sea. *Senckenbergiana Marit.*, 8: 91–102.

Patrick W.H. & R.E. Henderson. 1980. Reduction and reoxidation cycles of manganese and iron in flooded soil and in water solution. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 45: 855–859.

Peña–Castro, J.M., F. Martínez–Jerónimo, F. Esparza–García & R.O. Cañizares–Villanueva. 2004. Heavy metals removal by the microalga *Scenedesmus incrassatulus* in continuous cultures. *Bioresour. Technol.*, 94: 219–222.

Pergent–Martini, C. & G. Pergent. 2000. Marine phanerogams as a tool in the evaluation of marine trace–metal contamination: an example from the Mediterranean. *Int. J. Environ. Pollut.*, 13: 1–6.

Pertsemli E. & D. Voutsas. 2007. Distribution of heavy metals in Lakes Doirani and Kerkini, Northern Greece. *J. Hazard. Mater.*, 148 (3): 529–537.

Peter, R., H. Welsh & P. Denny. 1979. Translocation of lead and copper in two submerged aquatic angiosperm species. *J. Exp. Bot.*, 30: 339–345.

Phillips, D.J.H. 1994. Macrophytes as biomonitors of trace metals. In: K.J.M. Kramer (ed.), *Biomonitoring of Coastal Waters and Estuaries*. CRC Press, Boca Raton, Florida, pp. 85–106.

Pikelj, K. 2010. Sastav i porijeklo površinskih sedimenata dna istočne strane Jadranskog mora. Doktorska disertacija, Prirodoslovno–matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu, 239 str.

Piper, D.Z. 1974. Rare earth elements in the sedimentary cycle: a summary. *Chem.Geol.* 14: 285–304.

Piper, D.Z., R.B. Perkins & H.D. Rowe. 2007. Rare–earth elements in the permian phosphoria formation: paleo proxies of ocean geochemistry. *Deep–Sea Res.*, 54: 1396–1413.

Piper, D.Z. & M. Bau. 2013. Normalized Rare Earth Elements in Water, Sediments, and Wine: Identifying Sources and Environmental Redox Conditions. *Am. J. Analyt. Chem.*, 4: 69–83.

Prange, J.A. & W.C. Dennison. 2000. Physiological responses of five seagrass species to trace metals. *Mar. Pollut. Bull.*, 41: 327–336.

Procaccini, G., M.–C. Buia, M.–C. Gambi, M. Perez, G. Pergent, C. Pergent–Martini & J. Romero, 2003. The seagrasses of the western Mediterranean. In: E. P. Green & F. T. Short (eds.), *World Atlas of seagrasses*. University of California Press, Berkeley. pp. 48–58.

Prohić, E. & G. Kniewald. 1987. Heavy Metal Distribution in Recent Sediments of the Krka River Estuary: An Example of Sequential Extraction Analysis. *Mar. Chem.*, 22: 279–297.

Rainbow, P.S. & D.J.H. Phillips. 1993. Cosmopolitan biomonitors of trace metals. *Mar. Pollut. Bull.*, 26 (11): 593–601.

Rainbow, P.S. 1995. Biomonitoring of heavy metal availability in the marine environment. *Mar. Pollut. Bull.*, 31 (4–12): 183–192.

Rainbow, P.S. 2002. Trace metal concentrations in aquatic invertebrates: why and so what? *Environ. Pollut.*, 120: 497–507.

Ralph, P.J., D. Tomasko, K.A. Moore, S. Seddon, C.M.O. Macimmis, 2006. Human impacts on seagrass: eutrophication, sedimentation and contamination. In: A.W.D. Larkum, R.J. Orth & C.M. Duarte (eds.), *Seagrasses: Biology, Ecology and Conservation*. Springer, Dordrecht. pp. 567–593.

Ramos, L., M.J. Gonzalez & L.M. Hernandez. 1999. Sequential extraction of copper, lead, cadmium, and zinc in sediments from Ebro River (Spain): Relationship with levels detected in earthworms. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 62: 301–308.

Rauret, G., J.F. Lopez–Sanchez, A. Sahuquillo, R. Rubio, C. Davidson, A. Ure & P. Quevauviller. 1999. Improvement of the BCR three step sequential extraction procedure prior to the certification of new sediment and soil reference materials. *J. Environ. Monit.*, 1: 57–61.

Richir, J., N. Luy, G. Lepoint, E. Rozet, A. Alvera Azcarate & S. Gobert. 2013. Experimental in situ exposure of the seagrass *Posidonia oceanica* (L.) Delile to 15 trace elements. *Aquat. Toxicol.*, 140–141: 157–173.

Richir, J., M. Salivas–Decaux, C. Lafabrie, Y. Royo, S. Gobert, G. Pergent, & C. Pergent–Martini. 2015. Bioassessment of trace element contamination of Mediterranean coastal waters using the seagrass *Posidonia oceanica*. *Journal of Environmental Management*, 150: 1–14.

Romano, S., L. Langone, M. Frignani, S. Albertazzi, P. Focaccia, L.G. Bellucci & M. Ravaioli. 2013. Historical pattern and mass balance of trace metals in sediments of the northwestern Adriatic Shelf. *Mar. Poll. Bull.*, 76: 32–41.

Romero J., K.S. Lee, M. Pérez, M.A. Mateo & T. Alcoverro. 2006. Nutrient dynamics in seagrass ecosystems. In: A.W.D Larkum, R.J. Orth & C.M. Duarte (eds.) *Seagrasses: biology, ecology and conservation*. Springer, Dordrecht, pp. 227–254.

Rubio, B., M.A. Nombela & F. Vilas. 2000. Geochemistry of major and trace elements in sediments of the Ria de Vigo (NW Spain): an assessment of metal pollution. *Mar. Pollut. Bull.*, 40: 968–980.

Sadiq, M. 1992. *Toxic metal chemistry in marine environments*. Marcel Dekker, New York, NY.

Sahuquillo, A., A. Rigol & G. Rauret. 2003. Overview of the use of leaching/extraction tests for risk assessment of trace metals in contaminated soils and sediments. *Trends Analyt. Chem.*, 22 (3): 152–159.

Salivas–Decaux, M., C. Alglave, L. Ferrat, T. Bakran–Pettricioli, R. Turk, C. Pergent–Martini & G. Pergent. 2009. Evaluation of trace–metal contamination in the Northeastern Adriatic coastal waters using the seagrass *Posidonia oceanica*. *Varstvo narave*, 22: 147–156.

Salomons, W. & U. Forstner. 1984. *Metals in Hydrocycle*. Springer–Verlag, Berlin, 349 pp.

Salomons, W. 1995. Environmental impact of metals derived from mining activities: Processes, predictions and prevention. *J. Geochem. Expl.* 52: 5–23.

Sanchiz, C., V. Benedito, A. Pastor & A.M. Garcías–Carrascosa. 1999. Bioaccumulation of Hg, Cd, Pb and Zn in four marine phanerogams and the alga *Caulerpa prolifera* (Försskal) Lamouroux from the east coast of Spain. *Bot. Mar.*, 42: 157–64.

Sanchiz, C., A. M. Garcia–Carrascosa & A. Pastor. 2000. Heavy metal contents in soft–bottom marine macrophytes and sediments along the Mediterranean coast of Spain. *Mar. Ecol.*, 21 (1): 1–16.

Sanz–Lázaro, C., P. Malea, E. T. Apostolaki, I. Kalantzi, A. Marín & I. Karakassis. 2012. The role of the seagrass *Posidonia oceanica* in the cycling of trace elements. *Biogeosciences*, 9: 2497–2507.

Schlacher–Hoenlinger, M.A. & T.A. Schlacher. 1998. Accumulation, contamination and seasonal variability of trace metals in the coastal zone – patterns in a seagrass meadow from the Mediterranean. *Mar. Biol.*, 131: 401–410.

Schmitt, D., H.E. Taylor, G.R. Aiken, D.A. Roth & F.H. Frimmel. 2002. Influence of natural organic matter on the adsorption of metal ions onto clay minerals. *Environ. Sci. Technol.*, 36: 2932–2938.

Schnoor, J.L., J.P. Connolly & D.M. Di Toro. 1997. Environmental fate and transport. In: H.L. Bergman & E.J. Doward–King (eds.), *Reassessment of metals criteria for aquatic life protection: priorities for research and implementation*. SETAC Press, Pensacola, FL. pp. 71–79.

Schroeder, P. B. & A. Thorhaug. 1980. Trace metal cycling in tropical–subtropical estuaries dominated by the seagrass *Thalassia testudinum*. *Am. J. Bot.*, 67: 1075–1088.

Schropp, S. & H. Windom. 1988. A Guide to the Interpretation of Metal Concentrations in Estuarine Sediments. Florida Department of Environmental Protection. Tallahassee, Florida.

Schumacher, B. A. 2002. Methods for the determination of total organic carbon (TOC) in soils and sediments. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC.

Semhi, K., A.E. Osman, A.S. Al Khirbash, T. Khan, S. Asaidi & S. Farooq. 2009. Mobility of rare earth elements in the system soils–plants–groundwaters: a case study of an arid area (Oman). *Arab. J. Geosci.*, 2: 143–150.

Shanker A. K., C. Cervantes, H. Loza–Tavera & S. Avudainayagam. 2005. Chromium toxicity in plants – A review. *Environ. Int.*, 31: 739–753.

Shepard, F.P. 1954. Nomenclature based on sand–silt–clay ratios. *J. Sediment. Petrol.*, 24: 151–158.

Sholkovitz, E.R. 1990. Rare earth elements in marine sediments and geochemical standards. *Chem. Geol.*, 88: 333–347.

Sholkovitz, E.R. 1995. The aquatic chemistry of rare earth elements in rivers and estuaries. *Aquat. Geochem.*, 1: 1–34.

Simkiss, K. & M.G. Taylor. 1995. Transport of metals across membranes. In: A. Tessier & D.R. Turner (eds.), *Metal Speciation and Bioavailability in Aquatic Systems*. John Wiley and Sons, Chichester. pp. 1–44.

Simpson, S. L., D. Ward, D. Stroma & D.F. Jolley. 2012. Oxidation of acid–volatile sulfide in surface sediments increases the release and toxicity of copper to the benthic amphipod *Melita plumulosa*. *Chemosphere*, 88: 953–961.



Singh, S.K. & V. Subramanian. 1984. Hydrous Fe and Mn oxides – scavengers of heavy metals in the aquatic environment. *Crit. Rev. Env. Contr.*, 14(1): 33–90.

Sokolowski, A., P. Richard, D. Fichet & G. Radenac. 2005. Cd transfer in the deposit–feeder *Prosobranch Hydrobia ulvae* (Pennant) from benthic diatoms: the kinetics of rapid Cd assimilation and efflux. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 317 (2): 159–174.

Sousa, A.I., I. Caçador, A.I. Lillebø & M.A. Pardal. 2008. Heavy metal accumulation in *Halimione portulacoides*: intra– and extra–cellular metal binding sites. *Chemosphere*, 70: 850–857.

Spagnoli, F., G. Bartholini, E. Dinelli & P. Giordano. 2008. Geochemistry and particles size of surface sediments of Gulf of Manfredonia (Southern Adriatic Sea). *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 80: 21–30.

Speer, J.A. 1983. Crystal chemistry and phase relations of orthorhombic carbonates. In: R.J. Reeder (ed.), *Carbonates: mineralogy and chemistry. Reviews in Mineralogy*, 11: 145–190. Mineralogical Society of America, Washington, DC.

Stanković, S., M. Jović, B. Tanaskovski, M. L. Mihajlović, D. Joksimović & L. Pezo. 2015. Can the origin of some metals in the seagrass *Posidonia oceanica* be determined by the indexes of metals pollutions? *Environ. Sci. Pollut. Res. Int.*, 22 (11): 8253–63.

Stoltz, E. & M. Greger. 2002. Accumulation properties of As, Cd, Cu, Pb and Zn by four wetland plant species growing on submerged mine tailings. *Environ. Exp. Bot.*, 47: 271–280.

Strom, D., S.L. Simpson, G.E. Batley & D.F. Jolley. 2011. The influence of sediment particle size and organic carbon on toxicity of copper to benthic invertebrates in oxic/suboxic surface sediments. *Environ. Toxicol. Chem.*, 30: 1599–1610.

Stumm, W. 1992. *Chemistry of the Solid–Water Interface*. John Wiley & Sons, Inc., New York, 448 pp.

Sutherland, T.F., S.A. Petersen, C.D. Levings & A.J. Martin. 2007. Distinguishing between natural and aquaculture-derived sediment concentrations of heavy metals in the Broughton Archipelago, British Columbia. *Mar. Pollut. Bull.*, 54: 1451–1460.

Sverjensky, D. A. 1984. Europium redox equilibria in aqueous solution. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 67: 70–78.

Šurija, B. & M. Branica. 1995. Distribution of Cd, Pb, Cu and Zn in carbonate sediments from the Krka river estuary obtained by sequential extraction. *Sci. Total Environ.*, 170: 101–118.

Tack, F. M. G. & M. G. Verloo. 1995. Chemical speciation and fractionation in soil and sediment heavy metal analysis: a review. *Int. J. Environ. Anal. Chem.*, 59 (2–4): 225–238.

Tankere, S.P.C. & P.J. Statham. 1996. Distribution of dissolved Cd, Cu, Ni and Zn in the Adriatic Sea. *Mar. Pollut. Bull.*, 32: 623–630.

Taylor, S. R. & S.M. McLennan. 1995. The geochemical evolution of the continental crust. *Reviews of Geophysics*, 33: 241–265.

Terrados J, C. M. Duarte & W. J. Kenworthy. 1997. Experimental evidence for apical dominance in the seagrass *Cymodocea nodosa*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 148: 263–268.

Tessier, A., P.G.C. Campbell, & M. Bisson. 1979. Sequential extraction procedure for the speciation of particulate trace metals. *Anal. Chem.*, 51: 844–851.

Templeton, D.M., F. Ariese, R. Cornelis, L. G. Danielsson, H. Muntau, H. P. Van Leeuwen & R. Łobiński, 2000. Guidelines for terms related to chemical speciation and fractionation of elements. Definitions, structural aspects, and methodological approaches (IUPAC recommendations 2000). *Pure Appl. Chem.*, 72 (8): 1453–1470.

Tchounwou, P.B., C.G. Yedjou, A.K. Patlolla, & D.J. Sutton. 2012. Heavy Metals Toxicity and the Environment. *Molecular, Clinical and Environmental Toxicology*, 101: 133–164.

Tyler, G. 2004. Rare earth elements in soil and plant systems – a review. *Plant Soil*, 267: 191–206.

Ujević, I., D. Bogner, T. Zvonarić & A. Barić. 1998. Trace metal distribution in coastal sediment from the Adriatic Sea. *Fresen. Environ. Bull.*, 7: 701–708.

Valković, V., J. Obhodaš & M. Črnjar. 2007. Concentration of some elements in the Adriatic coastal sea sediments. Case study: the Kvarner Bay. *X-Ray Spectrom.*, 36: 11–19.

Vdović, N., J. Bišćan & M. Juračić. 1991. Relationship between specific surface area and some chemical and physical properties of particulates: study in the Northern Adriatic. *Mar. Chem.*, 36: 317–328.

Vdović, N. & M. Juračić. 1993. Sedimentological and Surface Characteristics of the Northern and Central Adriatic Sediments. *Geol. Croat.*, 46 (1): 157–163.

Vega, M. & C.M.G. Van den Berg. 1997. Determination of cobalt in seawater by catalytic adsorptive cathodic stripping voltammetry. *Anal. Chem.*, 69: 874–881.

Violante, A., V. Cozzolino, L. Perelomov, A.G. Caporale, & M. Pigna. 2010. Mobility and bioavailability of heavy metals and metalloids in soil environments. *J. Soil Sci. Plant Nutr.*, 10 (3): 268–292.

Wallace, W.G., B.G. Lee & S.N. Luoma. 2003. Subcellular compartmentalization of Cd and Zn in two bivalves. Significance of metal-sensitive fractions (MSF) and biologically detoxified metal (BDM). *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 249: 183–197.

Wang, W.X. & P.S. Rainbow. 2006. Subcellular partitioning and the prediction of cadmium toxicity to aquatic organisms. *Environ. Chem.*, 3: 395–399.

Ward, L.G, W.M. Kemp & W.R. Boynton. 1984. The influence of waves and seagrass communities on suspended particulates in an estuarine embayment. *Mar. Geol.* 59: 85–103.

Ward, T.J. 1989. The accumulation and effects of metals in seagrass habitats. In: A.W.D. Larkum, A.J. McComb & S.A. Shepherd (eds.), *Biology of seagrasses: A treatise on the biology of seagrasses with special reference to the Australian region*. Elsevier, New York. pp. 797–820.

Warnau, M., G. Ledent, A. Temara, J.M. Bouquegneau, M. Jagoux & P. Dubois. 1995. Heavy metals in *Posidonia oceanica* and *Paracentrotus lividus* from seagrass beds of the north–western Mediterranean. *Sci. Total. Environ.*, 171: 95–99.

Warnau, M., S.W. Fowler & J.L. Teyssie. 1996. Biokinetics of selected heavy metals and radionuclides in two marine macrophytes: the seagrass *Posidonia oceanica* and the alga *Caulerpa taxifolia*. *Mar. Environ. Res.*, 41 (4): 343–362.

Wasserman, J.C. & G. Lavaux. 1991. Metal concentrations in leaves of eelgrass (*Zostera noltei* Hornem.). The importance of age structure in concentrations of Zn, Cu, Fe and Mn. *Environ. Technol. Lett.*, 12: 713–717.

Wasserman, J.C. & M.A. Wasserman. 2002. Cu, Fe, Mn and Zn Cycling in Seagrass (*Zostera noltei* Hornemann) Stands from the Arcachon Bay (Atlantic French Coast). *Mundo & Vida*, 3 (2), 2002.

Whitfield, M. & D.R. Turner. 1987. The role of particle in regulating the composition of seawater. In: W.Stumm (ed.), *Aquatic Surface Chemistry*. Wiley, New York, pp. 457–493.

Williams, T.P., J.M. Bubb & J.N. Lester. 1994. The occurrence and distribution of trace metals in halophytes. *Chemosphere*, 28: 1189–1199.

Worms, I., D.F. Simona, C.S. Hasslera & K.J. Wilkinson. 2006. Bioavailability of trace metals to aquatic microorganisms: importance of chemical, biological and physical processes on biouptake. *Biochimie*, 88: 1721–1731.

Yuan, C., J. Shi, B. He, J. Liu, L. Liang & G. Jiang. 2004. Speciation of heavy metals in marine sediments from the East China Sea by ICP–MS with sequential extraction. *Environ. Int.*, 30: 769–783.

Young, L.B. & H.H. Harvey. 1992. The relative importance of manganese and iron oxides and organic matter in the sorption of trace metals by surficial lake sediments. *Geochim. Cosmochim. Acta.*, 56 (3): 1175–1186.

Yu, K–C., L.–J. Tsai, S.–H. Chen & S.–T. Ho. 2001. Correlation analyses on binding behavior of heavy metals with sediment matrices. *Wat. Res.*, 35 (10): 2417–2428.

Zhang, J. & Y. Nozaki. 1996. Rare earth elements and yttrium in seawater: ICP–MS determinations in the East Caroline, Coral Sea, and South Fiji basins of the western South Pacific Ocean. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 60: 4631–4644.

Zhang, C., L. Wang, G. Li, S. Dong, J. Yang & X. Wang. 2002. Grain size effect on multi–element concentrations in sediments from the intertidal flats of Bohai Bay, China. *Appl. Geochem.*, 17: 59–68.

Zhang, W., X. Liu, H. Cheng, E. Y. Zeng & Y. Hu. 2012. Heavy metal pollution in sediments of a typical mariculture zone in South China. *Mar. Pollut. Bull.*, 64: 712–720.

Zhang, C., Z. Yu, G. Zeng, M. Jiang, Z. Yang, F. Cui, M. Zhu, L. Shen & L. Hu. 2014. Effects of sediment geochemical properties on heavy metal bioavailability. *Environ. Int.*, 73: 270–281.

Zhou, H.Y., R.Y.H. Cheung, K.M. Chan & M.H. Wong. 1998. Metal concentrations in sediments and *Tilapia* collected from inland waters of Hong Kong. *Water Res.*, 32: 3331–3340.

Zhou, Q. F., J. B. Zhang, J. J. Fu, J. B. Shi & G. B. Jiang. 2008. Biomonitoring: An appealing tool for assessment of metal pollution in the aquatic ecosystem. *Anal. Chim. Acta*, 606 (2): 135–150.

## 9. DODATAK

**Prilog I.** Maseni udjeli karbonata i ukupnog organskog ugljika u površinskim sedimentima istraženog područja.

Lokacija	CaCO <sub>3</sub> (%)	TOC (%)	Lokacija	CaCO <sub>3</sub> (%)	TOC (%)
IP1	72,5	0,24	KO	90,5	0,89
IP2	91,2	0,40	ŠA1	65,1	2,38
IP3	87,4	0,47	ŠA2	55,2	2,77
KVO1	85,8	0,67	ŠA3	83,6	2,42
KVO2	85,7	0,74	SA1	50,2	1,64
KVO3	88,7	0,79	SA2	45,1	2,43
KVO4	89,9	1,11	SA3	48,0	1,93
KVO5	17,3	0,99	SA4	48,7	1,98
KVO6	93,2	0,33	SA5	54,5	0,86
KVO7	68,1	0,86	SA6	87,9	1,72
KVO8	59,2	2,07	SA7	88,8	0,69
KVO9	83,5	1,29	SA8	53,0	0,50
ZA1	62,7	1,40	BV	68,8	1,35
ZA2	85,7	1,89	OSA1	86,2	1,10
ZA3	81,4	0,82	OSA2	87,5	0,39
ZA4	77,3	0,61	OSA3	91,9	0,34
ZA5	78,8	1,66	OSA4	67,3	1,02
ZA6	79,5	1,57	OSA5	54,6	3,17
NM1	65,6	0,76	OSA6	95,5	0,47
NM2	42,4	0,12	OSA7	85,4	1,24
NM3	4,3	0,24	OSA8	95,2	0,62
NM4	9,0	0,52			

**Prilog II.** Koncentracije Cd, Co, Cu, Ni, Pb i Zn (ng L<sup>-1</sup>) u filtriranim (F) i nefiltriranim (NF) uzorcima morske vode.

Lokacija	Cd (F)	Cd (NF)	Co (F)	Co (NF)	Cu (F)	Cu (NF)	Ni (F)	Ni (NF)	Pb (F)	Pb (NF)	Zn (F)	Zn (NF)
IP1	9,72 ± 0,96	10,4 ± 1,67	21,1 ± 3,45	36,8 ± 4,80	257 ± 22,5	314 ± 16,0	390 ± 22,7	356 ± 39,1	31,7 ± 2,35	134 ± 7,23	515 ± 49,8	692 ± 45,0
IP2	7,54 ± 1,77	8,46 ± 0,82	22,3 ± 2,14	26,2 ± 4,14	255 ± 17,1	290 ± 15,9	383 ± 30,0	383 ± 30,0	30,7 ± 3,99	90,8 ± 4,34	479 ± 23,4	608 ± 34,5
IP3	7,81 ± 1,21	6,69 ± 0,85	25,6 ± 1,74	31,3 ± 2,86	280 ± 14,6	307 ± 9,54	382 ± 35,5	535 ± 39,0	55,1 ± 2,63	89,8 ± 4,32	594 ± 28,4	799 ± 24,7
KVO1	6,85 ± 1,08	7,66 ± 0,81	25,3 ± 2,73	36,3 ± 3,36	252 ± 18,8	344 ± 27,8	359 ± 22,4	395 ± 47,4	38,4 ± 2,93	119 ± 9,14	372 ± 36,7	537 ± 37,7
KVO2	8,13 ± 1,04	9,97 ± 0,60	27,8 ± 3,20	36,3 ± 3,36	281 ± 36,3	476 ± 44,2	381 ± 21,5	406 ± 26,2	–	–	467 ± 14,6	720 ± 19,1
KVO3	7,79 ± 0,88	8,20 ± 0,81	20,7 ± 4,47	36,6 ± 3,04	278 ± 16,8	344 ± 24,5	371 ± 28,8	444 ± 20,1	44,6 ± 3,78	86,9 ± 3,46	461 ± 31,8	557 ± 34,0
KVO4	5,34 ± 1,29	7,69 ± 0,68	24,6 ± 1,80	45,3 ± 3,41	258 ± 26,6	319 ± 22,2	364 ± 14,6	369 ± 60,8	131 ± 6,95	147 ± 9,40	1070 ± 72,6	1088 ± 50,7
KVO5	7,69 ± 0,68	5,34 ± 1,29	21,1 ± 2,57	41,1 ± 2,81	255 ± 24,0	311 ± 16,9	396 ± 16,9	413 ± 46,6	26,9 ± 2,27	69,2 ± 7,35	367 ± 21,4	541 ± 21,1
KVO6	7,50 ± 0,78	7,42 ± 1,08	23,9 ± 1,71	39,5 ± 4,59	238 ± 44,4	290 ± 32,0	349 ± 15,5	362 ± 24,6	66,9 ± 3,78	103 ± 6,29	495 ± 16,8	1160 ± 58,6
KVO7	7,32 ± 1,14	7,50 ± 2,09	25,2 ± 3,08	64,0 ± 4,32	268 ± 39,1	407 ± 28,0	345 ± 26,7	438 ± 46,3	59,7 ± 3,14	152 ± 7,22	1391 ± 90,5	1352 ± 31,0
KVO8	4,31 ± 0,72	7,64 ± 0,87	28,7 ± 1,84	69,5 ± 5,99	267 ± 25,4	381 ± 45,0	354 ± 19,3	451 ± 30,5	36,8 ± 4,52	228 ± 12,3	686 ± 38,8	847 ± 42,6
KVO9	5,32 ± 0,81	8,23 ± 0,62	24,3 ± 2,93	59,6 ± 7,39	302 ± 33,1	482 ± 30,9	320 ± 43,0	480 ± 58,6	79,6 ± 5,83	582 ± 24,5	644 ± 41,6	1477 ± 115
ZA1	8,94 ± 1,37	8,32 ± 0,82	25,1 ± 5,61	54,9 ± 10,3	312 ± 46,4	504 ± 73,4	407 ± 22,3	575 ± 57,2	–	–	808 ± 49,6	818 ± 53,9
ZA2	7,83 ± 1,10	8,22 ± 1,05	28,0 ± 1,69	35,8 ± 3,08	279 ± 12,5	300 ± 25,4	381 ± 39,5	394 ± 22,3	31,1 ± 5,69	57,1 ± 3,38	459 ± 27,3	535 ± 23,6
ZA3	7,46 ± 0,94	7,28 ± 0,86	27,8 ± 6,04	35,8 ± 4,10	268 ± 25,6	292 ± 21,3	357 ± 26,8	404 ± 19,6	54,4 ± 4,57	81,1 ± 3,31	331 ± 35,7	607 ± 40,3
ZA4	8,23 ± 2,28	11,3 ± 0,69	12,0 ± 1,77	13,8 ± 2,00	301 ± 16,8	340 ± 23,9	424 ± 24,5	409 ± 41,0	534 ± 39,5	701 ± 104	1322 ± 104	1199 ± 75,1
ZA5	11,2 ± 1,05	7,81 ± 1,35	21,4	20,0 ± 2,55	266 ± 24,7	242 ± 29,3	438 ± 59,0	414 ± 38,4	94,7 ± 7,55	117 ± 8,55	988 ± 62,1	868 ± 122
ZA6	8,20 ± 5,68	8,02 ± 1,33	10,5	30,5 ± 0,83	271 ± 22,4	369 ± 20,2	359 ± 51,7	591 ± 66,6	158 ± 22,4	469 ± 14,5	1083 ± 90,5	1178 ± 119
NM1	9,29 ± 1,34	8,04 ± 0,67	15,6 ± 1,72	23,0 ± 2,84	337 ± 16,7	391 ± 12,9	352 ± 36,4	412 ± 40,4	91,6 ± 4,32	316 ± 8,83	638 ± 57,3	532 ± 28,9
NM2	8,33 ± 0,58	9,40 ± 0,79	12,7 ± 1,61	9,11 ± 2,23	342 ± 21,8	404 ± 22,1	314 ± 39,0	328 ± 8,50	205 ± 10,6	308 ± 7,83	320 ± 18,2	384 ± 19,0
NM3	6,02 ± 0,57	8,36 ± 0,68	28,5 ± 4,30	30,4 ± 3,07	292 ± 18,9	1227 ± 90,7	194 ± 18,1	889 ± 44,1	16,0 ± 1,87	1338 ± 51,5	264 ± 23,6	2366 ± 69,6
NM4	7,71 ± 0,32	6,90 ± 0,58	28,7 ± 3,76	30,4 ± 2,18	1173 ± 38,2	1486 ± 84,1	179 ± 17,8	274 ± 21,7	26,6 ± 2,60	197 ± 10,5	322 ± 15,3	740 ± 43,5
KO	7,17 ± 0,72	8,56 ± 1,21	14,9 ± 1,79	20,9 ± 1,97	301 ± 31,1	420 ± 24,2	396 ± 35,9	453 ± 57,5	144 ± 6,44	481 ± 23,9	1110 ± 107	2038 ± 94,8
ŠA1	6,53 ± 1,50	10,7 ± 0,65	13,4 ± 1,92	22,2 ± 3,03	258 ± 25,0	331 ± 15,0	366 ± 53,6	491 ± 57,0	55,0 ± 7,64	255 ± 28,2	819 ± 108	1132 ± 139
ŠA2	5,75 ± 0,58	9,76 ± 0,88	15,4 ± 1,86	30,3 ± 4,45	263 ± 26,1	376 ± 20,5	390 ± 57,6	490 ± 61,6	75,9 ± 9,61	216 ± 4,88	958 ± 101	1085 ± 108
ŠA3	7,44 ± 1,58	11,8 ± 1,73	10,7 ± 1,32	24,7 ± 2,46	263 ± 33,3	577 ± 29,5	393 ± 43,8	511 ± 54,8	240 ± 8,42	257 ± 10,2	1774 ± 59,5	3788 ± 355
SA1	7,16 ± 1,32	7,03 ± 1,26	4,21 ± 1,99	34,0 ± 5,03	337 ± 15,1	463 ± 15,2	419 ± 59,9	557 ± 77,8	95,8 ± 5,19	311 ± 7,68	1412 ± 76,3	1716 ± 230
SA2	7,47 ± 0,59	7,08 ± 1,08	13,4 ± 3,28	12,9	342 ± 12,1	528 ± 8,22	407 ± 30,7	511 ± 57,3	279 ± 8,33	697 ± 17,4	1171 ± 146	2697 ± 381

**Prilog II. (nastavak)**

<b>Lokacija</b>	<b>Cd (F)</b>	<b>Cd (NF)</b>	<b>Co (F)</b>	<b>Co (NF)</b>	<b>Cu (F)</b>	<b>Cu (NF)</b>	<b>Ni (F)</b>	<b>Ni (NF)</b>	<b>Pb (F)</b>	<b>Pb (NF)</b>	<b>Zn (F)</b>	<b>Zn (NF)</b>
SA3	6,42 ± 1,20	6,93 ± 1,30	6,47 ± 1,40	29,7 ± 3,63	341 ± 16,0	581 ± 24,6	372	544 ± 39,5	107 ± 4,04	382 ± 9,20	1014 ± 133	2411 ± 249
SA4	7,39 ± 1,42	9,28 ± 2,41	14,0 ± 4,50	15,9 ± 2,08	458 ± 21,7	787 ± 32,3	397 ± 40,3	546 ± 29,0	51,0 ± 5,06	415 ± 18,1	901 ± 113	2018 ± 276
SA5	8,42 ± 0,58	9,27 ± 0,32	16,7 ± 1,22	22,8 ± 1,15	380 ± 22,9	486 ± 28,1	763 ± 44,3	870 ± 78,7	67,4 ± 3,73	216 ± 5,90	624 ± 34,0	941 ± 78,1
SA6	8,10 ± 0,57	8,17 ± 0,46	13,4 ± 1,89	15,4 ± 5,43	264 ± 19,3	323 ± 22,4	761 ± 67,9	921 ± 50,9	410 ± 19,9	393 ± 8,26	482 ± 26,0	645 ± 32,3
SA7	7,01 ± 0,49	7,98 ± 0,56	12,9 ± 2,42	13,6 ± 3,89	327 ± 11,9	471 ± 20,8	693 ± 47,5	886 ± 13,5	106 ± 3,96	606 ± 11,8	485 ± 27,0	782 ± 42,7
SA8	5,73 ± 1,07	6,29 ± 0,90	10,1 ± 4,86	25,8 ± 2,04	294 ± 21,2	336 ± 13,8	418 ± 56,6	502 ± 46,1	161 ± 7,14	251 ± 6,66	1220 ± 81,9	2236 ± 89,2
BV	6,83 ± 0,71	7,46 ± 0,95	8,92 ± 2,52	23,7 ± 2,45	264 ± 18,8	351 ± 26,4	459 ± 68,3	542 ± 81,3	63,0 ± 2,31	177 ± 15,1	874 ± 90,9	1303 ± 125
OSA1	6,00 ± 0,83	6,08 ± 2,54	9,51 ± 3,90	21,0 ± 1,86	269 ± 12,4	327 ± 12,9	381 ± 127	466 ± 10,2	49,3 ± 3,30	87,0 ± 4,56	698 ± 99,4	1791 ± 215
OSA2	6,27 ± 0,62	7,32 ± 0,78	7,26 ± 1,47	7,36 ± 2,25	307 ± 26,2	324 ± 19,6	369 ± 40,8	420 ± 47,0	98,0 ± 4,53	246 ± 6,65	814 ± 101	1320 ± 89,2
OSA3	6,87 ± 1,86	6,25 ± 1,27	12,5 ± 1,15	17,2 ± 0,89	253 ± 29,9	276 ± 18,6	390 ± 50,9	421 ± 24,9	424 ± 53,6	1012 ± 49,5	941 ± 130	1415 ± 176
OSA4	5,93 ± 0,88	6,83 ± 1,01	13,3 ± 0,91	13,7 ± 1,49	249 ± 12,9	292 ± 18,4	391 ± 54,6	411 ± 12,3	75,6 ± 5,79	99,2 ± 4,32	636 ± 75,1	1040 ± 152
OSA5	7,38 ± 0,95	7,06 ± 0,90	6,52 ± 0,06	14,3 ± 2,30	248 ± 14,8	333 ± 16,9	346	458 ± 35,9	161 ± 8,06	349 ± 16,1	1522 ± 85,8	1788 ± 151
OSA6	6,57 ± 0,36	6,93 ± 0,94	13,6 ± 2,11	13,7 ± 4,48	272 ± 13,1	296 ± 12,7	373 ± 44,1	352 ± 43,7	54,6 ± 1,62	79,3 ± 2,78	595 ± 74,4	465 ± 69,1
OSA7	6,48 ± 0,95	8,10 ± 0,64	35,1 ± 2,44	42,6 ± 8,21	287 ± 28,9	315 ± 44,4	433 ± 24,7	444 ± 25,3	46,6 ± 3,64	197 ± 9,20	429 ± 20,0	859 ± 84,1
OSA8	7,45 ± 0,44	8,89 ± 0,82	32,2 ± 3,89	38,4 ± 3,91	306 ± 31,3	361 ± 19,7	388 ± 24,1	401 ± 35,3	62,8 ± 3,22	167 ± 7,20	391 ± 43,4	584 ± 43,4



**Prilog III.** Maseni udjeli elemenata u tragovima i glavnih elemenata ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) u površinskom sloju sedimenta (0–2 cm) istraženih lokacija.

Lokacija	Al	As	Ba	Bi	Cd	Co	Cr	Cs	Cu	Fe	K	Li	Mg
IP1	15710	3,56	82,6	0,04	0,06	1,39	30,0	0,59	0,98	5148	3954	7,17	8394
IP2	2390	5,61	16,3	0,04	0,08	0,81	9,11	0,26	2,00	2077	538	3,24	7153
IP3	3626	3,15	22,7	0,02	0,09	0,53	14,8	0,28	1,36	1627	2131	3,79	10946
KVO1	2921	4,21	15,6	0,03	0,05	0,59	12,5	0,40	1,72	1639	3191	4,63	7337
KVO2	5807	2,73	33,1	0,04	0,19	0,79	17,0	0,37	2,19	2056	1962	4,41	6961
KVO3	3180	2,16	21,9	0,04	0,12	0,87	11,8	0,36	2,19	1797	1377	4,58	7254
KVO4	2080	6,13	14,8	0,04	0,06	0,74	17,5	0,38	2,49	1662	890	4,67	5913
KVO5	37397	4,06	207	0,12	0,14	5,26	62,9	2,20	5,96	15405	11975	21,7	19854
KVO6	1708	3,26	17,8	0,02	0,07	0,58	7,07	0,20	1,34	1221	1132	3,62	9104
KVO7	8573	5,10	48,3	0,08	0,10	2,08	87,4	0,95	4,72	4305	3774	9,50	6921
KVO8	17249	8,51	53,7	0,14	0,14	3,06	71,3	2,00	11,1	8159	3170	23,8	8367
KVO9	8324	4,91	28,4	0,09	0,19	1,92	31,8	0,85	5,05	4617	1583	12,7	8126
	Mn	Mo	Ni	Pb	Rb	Sb	Sn	Sr	Ti	Tl	U	V	Zn
IP1	204	0,31	5,65	7,50	18,1	0,22	1,80	1217	1249	0,17	1,43	17,0	24,6
IP2	139	0,30	3,02	8,64	4,03	0,16	1,58	2236	142	0,06	1,32	16,7	26,4
IP3	87,6	0,25	2,92	5,87	5,64	0,11	1,31	2462	285	0,08	1,38	7,90	16,5
KVO1	63,9	0,21	3,73	5,33	5,40	0,10	1,15	1721	253	0,07	1,24	7,18	17,9
KVO2	96,7	0,37	4,80	5,59	7,94	0,21	1,23	1762	390	0,07	1,52	11,1	21,8
KVO3	81,4	0,75	4,68	7,65	5,47	0,20	1,32	1812	223	0,08	1,56	8,91	24,3
KVO4	91,9	0,30	4,47	6,36	4,49	0,16	3,02	2301	248	0,08	1,47	9,40	30,3
KVO5	419	0,92	24,3	12,0	50,0	0,47	2,92	342	3293	0,33	2,18	48,5	42,7
KVO6	70,4	0,37	3,91	3,97	2,63	0,11	1,32	1735	111	0,07	0,95	5,97	125
KVO7	155	1,09	10,7	9,75	14,6	0,30	1,70	1405	928	0,17	1,87	21,2	34,7
KVO8	151	2,32	21,3	16,8	23,4	0,53	2,73	1079	1479	0,28	2,95	37,8	49,1
KVO9	109	1,41	13,0	9,64	10,2	0,36	6,74	1922	651	0,17	1,94	23,2	25,2

**Prilog III. (nastavak)**

<b>Lokacija</b>	<b>Al</b>	<b>As</b>	<b>Ba</b>	<b>Bi</b>	<b>Cd</b>	<b>Co</b>	<b>Cr</b>	<b>Cs</b>	<b>Cu</b>	<b>Fe</b>	<b>K</b>	<b>Li</b>	<b>Mg</b>
ZA1	11578	6,75	46,9	0,10	0,12	1,81	57,6	1,32	5,53	4718	4662	11,8	8247
ZA2	4720	3,21	29,2	0,06	0,08	1,20	24,5	0,65	4,66	2441	1898	6,79	10012
ZA3	2894	3,42	18,8	0,04	0,10	0,77	13,2	0,42	2,27	1531	1900	4,86	11289
ZA4	5844	3,94	28,4	0,08	0,08	0,95	28,5	0,70	3,70	3120	1739	9,20	24725
ZA5	7905	3,37	39,0	0,08	0,12	1,64	40,3	0,91	5,55	3630	2571	12,0	10483
ZA6	8948	4,65	53,6	0,13	0,15	1,77	30,0	1,11	6,00	3990	2847	13,2	7844
NM1	9871	11,6	52,8	0,07	0,24	2,70	38,9	1,02	4,01	8214	3012	10,5	6278
NM2	3586	6,91	36,7	0,04	0,12	1,05	45,7	0,29	2,00	3267	816	5,35	2944
NM3	7214	2,53	75,7	0,05	0,05	1,09	105	0,44	2,68	2152	2954	7,06	1720
NM4	11951	3,00	105	0,14	0,10	2,84	161	1,04	15,6	5417	4288	12,7	2630
KO	2118	2,23	13,6	0,02	0,07	0,53	9,40	0,21	2,83	1069	913	3,01	19793
ŠA1	18072	5,47	67,4	0,15	0,17	3,86	57,4	2,34	11,7	8314	5669	24,2	14823
ŠA2	24401	6,86	86,7	0,30	0,22	5,43	70,4	3,38	15,0	11263	7479	32,5	18594
<b>Mn</b>	<b>Mo</b>	<b>Ni</b>	<b>Pb</b>	<b>Rb</b>	<b>Sb</b>	<b>Sn</b>	<b>Sr</b>	<b>Ti</b>	<b>Tl</b>	<b>U</b>	<b>V</b>	<b>Zn</b>	
ZA1	97,0	1,46	11,7	14,5	17,1	0,31	2,60	1220	937	0,65	1,63	23,1	34,4
ZA2	88,1	0,50	8,02	7,56	8,61	0,23	1,35	1990	344	0,10	1,53	11,1	41,4
ZA3	86,3	0,30	6,01	8,14	5,18	0,16	2,49	2154	217	0,06	1,38	6,90	101
ZA4	54,5	0,42	9,15	20,4	9,42	0,18	1,63	2331	461	0,12	1,93	13,3	41,5
ZA5	116	0,93	12,6	20,0	12,9	0,27	1,57	1993	607	0,14	1,99	19,3	32,1
ZA6	80,8	1,18	13,8	22,3	14,0	0,37	2,64	2398	592	0,15	2,38	21,5	34,9
NM1	212	0,39	9,14	19,5	14,7	0,30	1,77	892	776	0,13	0,86	29,6	58,4
NM2	106	0,37	3,19	13,3	4,86	0,27	1,52	536	515	0,08	0,64	14,5	18,9
NM3	58,5	0,94	3,50	14,2	11,1	0,44	1,21	56,0	1224	0,14	0,48	10,8	16,2
NM4	99,9	0,45	10,2	21,7	19,1	0,63	2,28	108	2683	0,24	1,32	24,2	33,0
KO	51,1	0,25	5,88	9,83	3,24	0,10	1,72	2166	126	0,03	1,02	6,30	26,4
ŠA1	127	1,73	28,3	29,5	29,6	0,48	2,50	1862	1161	0,25	3,05	38,1	41,9
ŠA2	192	1,93	39,9	38,5	42,1	0,50	3,34	1616	1450	0,34	2,88	52,0	61,8

**Prilog III. (nastavak)**

<b>Lokacija</b>	<b>Al</b>	<b>As</b>	<b>Ba</b>	<b>Bi</b>	<b>Cd</b>	<b>Co</b>	<b>Cr</b>	<b>Cs</b>	<b>Cu</b>	<b>Fe</b>	<b>K</b>	<b>Li</b>	<b>Mg</b>
ŠA3	5054	3,87	42,2	0,11	0,13	1,51	22,2	0,72	6,32	2387	1862	7,24	12165
SA1	28843	10,4	105	0,23	0,15	6,18	58,0	4,18	15,8	15472	8865	30,8	11815
SA2	34911	14,6	122	0,28	0,22	7,55	85,2	5,49	26,9	19485	12463	41,9	14032
SA3	44046	12,8	120	0,24	0,22	6,33	96,6	4,67	23,4	18174	12047	39,3	35614
SA4	31555	14,2	115	0,27	0,20	7,07	82,9	4,82	24,5	18452	7467	34,2	12523
SA5	24968	13,1	119	0,31	0,18	5,85	88,0	3,76	20,8	15126	7519	29,0	9802
SA6	6881	9,84	162	0,09	0,11	2,23	26,4	0,68	6,21	5015	2153	7,43	22470
SA7	7068	6,67	84,7	0,06	0,17	1,87	33,6	0,66	7,81	4650	2505	6,09	11083
SA8	20688	8,98	93,4	0,15	0,15	6,52	137	2,68	12,1	12638	7357	19,2	10437
BV	16365	17,6	74,4	0,18	0,27	4,08	65,9	2,50	11,04	8513	7267	19,7	10297
OSA1	5943	4,24	30,9	0,08	0,12	2,30	36,6	0,76	6,87	4166	1837	5,00	6639
OSA2	6257	4,37	36,3	0,07	0,16	2,02	37,3	0,71	6,42	3777	1896	5,96	10964
OSA3	1940	1,71	18,2	0,20	0,10	0,60	10,8	0,22	5,62	980	776	4,38	13990
	<b>Mn</b>	<b>Mo</b>	<b>Ni</b>	<b>Pb</b>	<b>Rb</b>	<b>Sb</b>	<b>Sn</b>	<b>Sr</b>	<b>Ti</b>	<b>Tl</b>	<b>U</b>	<b>V</b>	<b>Zn</b>
ŠA3	85,4	0,79	11,6	19,5	8,72	0,31	1,55	1928	307	0,09	1,93	14,6	61,5
SA1	190	1,60	28,9	32,9	51,2	0,62	3,49	1475	1935	0,46	3,25	65,0	65,3
SA2	259	3,12	43,8	48,9	67,0	0,70	5,17	1116	2114	0,56	3,44	80,0	138,1
SA3	272	2,24	42,5	33,9	66,2	0,62	4,23	1079	2482	0,40	2,41	71,1	98,1
SA4	209	4,03	39,4	43,9	58,8	0,79	5,59	1015	1979	0,51	3,39	78,2	99,8
SA5	313	0,87	38,6	39,8	46,4	0,63	5,09	1278	1623	0,37	2,47	58,4	93,3
SA6	239	0,95	12,5	17,5	8,22	0,27	1,54	2057	375	0,11	2,53	22,0	32,0
SA7	251	0,77	11,3	19,2	10,0	0,21	1,67	1475	465	0,11	1,33	17,7	40,6
SA8	345	0,96	34,0	22,5	37,0	0,51	2,56	851	1616	0,27	1,77	53,5	54,4
BV	203	0,91	33,9	23,9	32,1	0,45	2,15	1179	1173	0,23	2,33	40,4	48,2
OSA1	143	0,48	10,8	17,0	9,40	0,26	1,66	1901	412	0,10	1,42	23,2	86,0
OSA2	109	1,81	15,8	15,8	9,27	0,35	1,77	1831	510	0,16	2,51	24,5	41,5
OSA3	52,8	0,42	4,92	18,8	2,87	0,20	1,43	1845	116	0,04	1,61	6,20	40,9

**Prilog III. (nastavak)**

<b>Lokacija</b>	<b>Al</b>	<b>As</b>	<b>Ba</b>	<b>Bi</b>	<b>Cd</b>	<b>Co</b>	<b>Cr</b>	<b>Cs</b>	<b>Cu</b>	<b>Fe</b>	<b>K</b>	<b>Li</b>	<b>Mg</b>
OSA4	10641	7,62	48,9	0,08	0,21	2,05	49,2	1,17	6,17	4490	4075	13,9	13287
OSA5	24498	20,9	115	0,38	0,30	3,51	89,7	3,11	17,7	10711	8202	34,6	16558
OSA6	5062	10,2	12,3	0,04	0,18	0,56	21,6	0,27	2,47	2062	539	3,82	13636
OSA7	3602	3,20	22,3	0,04	0,07	1,87	19,8	0,47	6,11	2137	2009	5,66	14279
OSA8	2756	1,76	17,1	0,04	0,08	1,08	14,5	0,37	4,15	1639	617	4,58	12448
	<b>Mn</b>	<b>Mo</b>	<b>Ni</b>	<b>Pb</b>	<b>Rb</b>	<b>Sb</b>	<b>Sn</b>	<b>Sr</b>	<b>Ti</b>	<b>Tl</b>	<b>U</b>	<b>V</b>	<b>Zn</b>
OSA4	119	0,73	17,3	20,4	16,1	0,46	2,07	1263	1056	0,15	2,32	20,5	30,6
OSA5	132	3,17	36,6	36,7	37,6	0,92	5,22	1272	1947	0,45	5,81	51,5	69,3
OSA6	117	1,56	7,27	19,0	2,69	0,36	1,55	1862	153	0,09	1,95	14,9	40,0
OSA7	86,0	0,60	13,4	7,78	6,34	0,24	1,25	2344	236	0,07	2,00	11,3	49,4
OSA8	66,6	0,38	8,35	7,12	4,58	0,21	1,98	1853	174	0,08	1,81	10,0	35,8

**Prilog IV.** Maseni udjeli elemenata rijetkih zemalja ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) u površinskom sloju sedimenta (0–2 cm) istraženih lokacija.

Lokacija	Y	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
IP1	9,24	12,2	24,3	2,96	11,9	2,13	0,48	1,80	0,13	1,65	0,31	0,85	0,19	0,48	0,09
IP2	8,02	5,69	9,88	1,42	5,95	1,03	0,30	1,26	0,04	1,17	0,20	0,53	0,16	0,16	0,06
IP3	5,59	4,15	7,59	1,02	4,73	0,57	0,19	0,83	< GD	0,81	0,15	0,44	0,13	0,11	0,04
KVO1	8,89	6,62	11,8	1,66	7,33	1,36	0,33	1,48	0,10	1,27	0,26	0,66	0,16	0,26	0,07
KVO2	9,01	6,68	11,2	1,64	7,14	1,38	0,32	1,15	0,09	1,38	0,26	0,72	0,16	0,34	0,09
KVO3	7,21	5,87	10,1	1,40	5,93	0,93	0,28	1,17	0,04	1,05	0,20	0,49	0,14	0,14	0,04
KVO4	6,16	4,89	8,89	1,19	5,23	0,87	0,24	0,95	< GD	0,91	0,16	0,50	0,14	0,06	0,04
KVO5	17,9	20,4	42,4	5,15	19,7	3,84	0,84	3,43	0,43	3,29	0,64	1,85	0,33	1,33	0,25
KVO6	3,56	2,86	4,97	0,67	3,04	0,41	0,13	0,61	< GD	0,59	0,09	0,28	0,11	< GD	0,04
KVO7	9,70	10,2	21,3	2,69	11,1	2,08	0,50	1,89	0,19	1,66	0,30	0,86	0,17	0,44	0,10
KVO8	12,2	13,8	28,2	3,42	13,9	2,81	0,59	2,40	0,24	2,00	0,39	1,06	0,22	0,67	0,12
KVO9	10,3	9,64	17,3	2,32	9,79	1,77	0,43	1,62	0,15	1,60	0,30	0,79	0,19	0,40	0,08
ZA1	8,70	12,2	24,0	2,93	11,9	2,11	0,49	1,85	0,14	1,56	0,28	0,79	0,18	0,37	0,12
ZA2	8,34	8,19	14,4	2,02	8,95	1,58	0,40	1,41	0,10	1,30	0,25	0,69	0,15	0,29	0,06
ZA3	7,63	6,05	10,2	1,48	6,21	1,03	0,30	1,13	0,04	1,13	0,22	0,57	0,16	0,14	0,06
ZA4	8,43	11,6	24,9	2,88	11,4	2,66	0,54	2,19	0,48	1,51	0,46	0,91	0,22	0,74	0,08
ZA5	9,32	9,42	18,0	2,28	9,05	2,17	0,44	1,76	0,43	1,57	0,44	0,95	0,23	0,83	0,10
ZA6	8,54	13,7	25,1	3,51	13,9	3,04	0,55	2,10	0,46	1,62	0,42	0,85	0,22	0,74	0,07
NM1	11,0	17,4	32,6	4,29	16,9	3,40	0,61	2,83	0,37	1,78	0,33	0,84	0,13	0,58	0,09
NM2	5,58	11,1	20,2	2,68	10,9	2,10	0,37	1,61	0,21	1,01	0,19	0,58	0,08	0,29	0,06
NM3	2,56	4,35	9,33	1,13	4,49	0,78	0,17	0,58	0,10	0,48	0,10	0,29	0,05	0,20	0,10
NM4	6,59	11,4	21,9	2,60	10,8	2,11	0,38	1,83	0,24	1,32	0,29	0,75	0,14	0,74	0,12
KO	6,61	4,41	6,56	1,09	4,33	1,02	0,18	0,98	0,13	0,76	0,15	0,46	0,07	0,21	0,05
ŠA1	11,7	14,2	25,6	3,42	13,3	2,90	0,60	2,38	0,52	2,00	0,56	1,11	0,27	1,04	0,12
ŠA2	13,0	15,9	28,5	3,62	13,9	3,14	0,58	2,72	0,54	2,09	0,56	1,27	0,30	1,21	0,16
ŠA3	9,98	10,1	17,1	2,36	9,69	2,27	0,45	2,05	0,43	1,50	0,43	0,86	0,22	0,74	0,07
SA1	14,3	22,3	44,9	5,30	21,4	4,24	0,90	2,83	0,44	2,81	0,55	1,50	0,34	1,53	0,20
SA2	15,1	22,9	43,7	5,33	20,2	4,17	0,91	3,58	0,46	2,88	0,56	1,69	0,40	1,63	0,20

**Prilog IV. (nastavak)**

<b>Lokacija</b>	<b>Y</b>	<b>La</b>	<b>Ce</b>	<b>Pr</b>	<b>Nd</b>	<b>Sm</b>	<b>Eu</b>	<b>Gd</b>	<b>Tb</b>	<b>Dy</b>	<b>Ho</b>	<b>Er</b>	<b>Tm</b>	<b>Yb</b>	<b>Lu</b>
SA3	15,1	20,6	38,1	4,64	17,9	3,47	0,64	2,85	0,40	2,14	0,42	1,22	0,18	0,97	0,16
SA4	14,5	21,7	42,0	5,02	19,5	3,90	0,88	3,08	0,44	2,77	0,53	1,58	0,37	1,41	0,20
SA5	12,5	17,5	34,3	4,28	16,6	3,25	0,66	2,82	0,39	2,14	0,46	1,25	0,18	0,96	0,18
SA6	9,03	7,54	13,3	1,74	7,06	1,51	0,34	1,60	0,22	1,11	0,23	0,65	0,11	0,38	0,07
SA7	9,33	7,23	11,7	1,67	6,76	1,39	0,30	1,48	0,21	1,14	0,24	0,66	0,09	0,41	0,06
SA8	12,2	17,2	34,3	4,32	18,0	3,65	0,80	3,49	0,34	2,30	0,43	1,28	0,31	1,19	0,17
BV	13,3	29,0	49,1	4,24	14,1	3,02	0,50	3,09	0,54	1,95	0,50	0,95	0,23	0,86	0,11
OSA1	9,54	15,5	29,2	3,91	16,4	3,15	0,68	2,47	0,25	1,71	0,30	0,89	0,23	0,75	0,10
OSA2	9,93	11,4	21,9	2,83	11,8	2,41	0,60	2,00	0,25	1,66	0,30	0,90	0,27	0,81	0,09
OSA3	5,62	3,80	5,92	0,88	4,08	1,14	0,20	1,12	0,32	0,80	0,32	0,56	0,20	0,52	0,06
OSA4	9,18	16,9	28,8	2,87	9,37	2,15	0,33	1,80	0,42	1,23	0,40	0,73	0,21	0,65	0,08
OSA5	14,8	32,2	59,8	5,11	17,7	3,27	0,59	3,30	0,54	2,09	0,50	1,20	0,24	1,03	0,12
OSA6	11,4	14,7	26,1	2,33	8,47	1,91	0,36	1,84	0,45	1,44	0,42	0,89	0,20	0,75	0,13
OSA7	7,70	5,18	8,37	1,27	5,38	0,95	0,28	1,12	0,04	1,16	0,22	0,58	0,15	0,24	0,07
OSA8	7,12	5,02	7,79	1,21	5,13	0,83	0,27	1,06	0,06	1,02	0,19	0,54	0,15	0,19	0,06

**Prilog V.** Maseni udjeli elemenata u tragovima i glavnih elemenata ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) u izmjenjivoj frakciji sedimenata istraženih lokacija.

Lokacija	Al	As	Ba	Bi	Cd	Co	Cr	Cs	Cu	Fe	K	Li	Mg
IP1	5,91	0,468	1,21	0,0003	0,007	0,015	0,035	0,004	0,089	0,277	193	0,164	1012
IP2	0,380	0,403	0,882	0,0003	0,007	0,038	0,060	0,003	0,275	0,332	190	0,138	1118
IP3	0,295	0,518	1,28	0,0003	0,010	0,018	0,014	0,004	0,108	0,281	229	0,175	1192
KVO1	0,141	0,418	0,903	0,0003	0,006	0,010	0,036	0,005	0,106	0,144	293	0,187	1305
KVO2	0,521	0,576	0,927	< GD	0,009	0,027	0,043	0,001	0,090	0,272	384	0,108	1603
KVO3	0,232	0,495	0,784	< GD	0,015	0,029	0,040	0,003	0,084	0,207	324	0,118	1171
KVO4	< GD	0,159	0,760	0,0003	0,007	0,017	0,047	0,004	0,073	0,112	196	0,210	841
KVO5	0,197	0,294	0,956	0,0003	0,020	0,038	0,011	0,013	0,129	0,361	372	0,372	1395
KVO6	0,469	0,364	1,47	0,001	0,016	0,031	0,057	0,006	0,074	0,458	220	0,228	1315
KVO7	1,25	0,460	0,805	0,0003	0,016	0,049	0,023	0,017	0,164	0,460	394	0,272	1318
KVO8	0,997	0,346	2,30	0,0003	0,023	0,042	0,037	0,033	0,174	0,363	718	1,09	2819
KVO9		0,311	1,27	0,0003	0,009	0,020	0,044	0,009	0,083	0,227	356	0,384	1601
	Mn	Mo	Ni	Pb	Rb	Sb	Sn	Sr	Ti	Tl	U	V	Zn
IP1	6,65	0,079	0,066	0,410	0,079	0,006	0,013	134	0,007	0,002	0,209	0,259	0,757
IP2	15,7	0,018	0,084	0,572	0,068	0,005	0,017	186	0,011	0,001	0,157	0,274	0,647
IP3	5,24	0,076	0,099	0,304	0,093	0,009	0,013	154	0,010	0,002	0,173	0,384	0,661
KVO1	5,27	0,054	0,066	0,327	0,114	0,005	0,016	122	0,009	0,002	0,182	0,169	0,393
KVO2	5,89	0,158	0,114	0,173	0,104	0,009	0,003	117	0,017	0,003	0,177	0,699	0,588
KVO3	6,52	0,387	0,114	0,208	0,107	0,014	0,002	123	0,011	0,004	0,289	0,693	0,591
KVO4	8,10	0,041	0,000	0,339	0,085	0,009	0,002	149	0,006	0,002	0,190	0,394	0,576
KVO5	7,65	0,481	0,143	0,903	0,180	0,012	0,011	95,8	0,019	0,006	0,469	0,639	1,08
KVO6	12,5	0,103	0,126	0,764	0,093	0,019	0,006	184	0,019	0,004	0,221	0,825	1,33
KVO7	11,3	0,396	0,156	0,678	0,214	0,018	0,006	122	0,031	0,006	0,438	0,977	1,49
KVO8	9,61	0,795	< GD	0,571	0,438	0,020	0,003	108	0,033	0,015	0,812	0,853	1,31
KVO9	7,90	0,152	< GD	0,399	0,158	0,010	0,002	140	0,012	0,004	0,322	0,537	0,930

Prilog V. (nastavak)

Lokacija	Al	As	Ba	Bi	Cd	Co	Cr	Cs	Cu	Fe	K	Li	Mg
ZA1	< GD	0,256	1,99	0,0003	0,016	0,031	0,047	0,024	0,097	0,302	527	0,780	2252
ZA2	0,235	1,22	1,70	0,0000	0,013	0,023	0,037	0,007	0,132	0,231	623	0,255	1510
ZA3	0,346	1,38	1,96	0,001	0,012	0,028	0,104	0,005	0,121	0,338	515	0,292	143
ZA4	0,415	0,291	0,999	0,0003	0,007	0,019	0,019	0,010	0,121	0,197	348	0,253	1256
ZA5	0,282	0,455	1,16	< GD	0,013	0,042	0,020	0,014	0,094	0,200	569	0,360	2103
ZA6	0,589	0,768	2,68	< GD	0,015	0,022	0,020	0,020	0,109	0,275	658	0,368	1854
NM1	0,867	0,137	0,771	< GD	0,010	0,026	< GD	0,026	0,096	0,103	349	0,240	888
NM2	0,566	0,121	0,856	< GD	0,011	0,035	0,047	0,002	0,130	0,217	136	0,057	561
NM3	0,440	0,083	0,363	< GD	0,004	0,044	0,006	0,001	0,092	0,398	148	< GD	353
NM4	0,569	0,071	1,06	< GD	0,029	0,074	0,0003	0,016	0,765	0,349	246	0,140	685
KO	0,394	0,900	1,41	< GD	0,005	0,019	0,084	0,002	0,109	0,206	307	0,126	1620
ŠA1	0,217	0,558	1,94	< GD	0,018	0,039	0,017	0,038	0,230	0,232	868	0,707	75,0
ŠA2	0,251	0,641	1,38	0,0003	0,020	0,053	0,021	0,049	0,172	0,191	570	0,762	1674
	Mn	Mo	Ni	Pb	Rb	Sb	Sn	Sr	Ti	Tl	U	V	Zn
ZA1	11,2	0,227	< GD	0,945	0,346	0,008	0,003	117	0,016	0,006	0,368	0,618	1,01
ZA2	8,26	0,278	0,176	0,227	0,209	0,014	0,002	128	0,015	0,006	0,273	0,869	1,01
ZA3	13,2	0,160	0,194	0,410	0,187	0,016	0,003	212	0,018	0,004	0,319	0,832	0,789
ZA4	4,23	0,111	0,097	0,434	0,216	0,007	0,002	173	0,016	0,003	0,213	0,320	0,652
ZA5	7,36	0,376	0,211	0,458	0,270	0,023	0,004	146	0,027	0,006	0,461	0,988	0,839
ZA6	4,78	0,506	0,161	0,616	0,354	0,026	0,006	163	0,024	0,009	0,439	0,954	0,641
NM1	11,0	0,033	0,038	0,240	0,369	0,004	0,001	84,0	0,006	0,004	0,084	0,086	1,74
NM2	21,0	0,013	0,002	0,194	0,091	0,002	0,003	97,7	0,009	0,001	0,084	0,076	0,420
NM3	7,60	0,008	0,012	0,133	0,064	0,001	0,004	22,7	0,002	0,001	0,022	0,051	0,654
NM4	7,95	0,035	0,132	0,249	0,250	0,007	0,003	52,4	0,031	0,005	0,083	0,129	2,30
KO	5,12	0,056	0,156	0,191	0,123	0,010	0,004	150	0,013	0,002	0,153	0,447	0,414
ŠA1	10,7	0,723	0,331	0,740	0,582	0,036	0,004	165	0,027	0,011	0,763	1,02	0,940
ŠA2	15,3	0,952	0,189	1,33	0,621	0,051	0,002	147	0,033	0,011	0,975	1,37	1,51



Prilog V. (nastavak)

Lokacija	Al	As	Ba	Bi	Cd	Co	Cr	Cs	Cu	Fe	K	Li	Mg
ŠA3	0,259	0,685	3,33	< GD	0,012	0,027	0,022	0,025	0,236	0,348	941	0,512	270
SA1	0,072	0,298	2,03	0,0003	0,013	0,045	0,000	0,092	0,130	0,225	941	1,21	2728
SA2	0,209	0,498	2,48	0,001	0,038	0,095	0,007	0,117	0,670	0,376	1572	1,56	4305
SA3	0,143	0,392	2,06	0,0003	0,031	0,073	0,011	0,094	0,325	0,253	892	1,16	2571
SA4	0,252	0,232	4,05	< GD	0,059	0,108	0,011	0,106	1,10	1,21	1763	1,45	4679
SA5	0,344	0,428	1,50	< GD	0,012	0,047	0,007	0,044	0,582	0,200	1222	0,711	182
SA6	0,305	0,347	1,13	< GD	0,006	0,031	0,006	0,008	0,147	0,113	400	0,241	1645
SA7	0,305	0,249	1,34	< GD	0,011	0,028	0,026	0,010	0,679	0,200	343	0,167	1157
SA8	0,093	0,262	2,35	0,0003	0,018	0,076	0,001	0,066	0,198	0,250	759	0,707	2465
BV	0,131	0,282	0,965	0,0003	0,016	0,059	< GD	0,067	0,115	0,140	542	0,664	1894
OSA1	0,075	0,212	1,01	0,0003	0,010	0,033	< GD	0,028	0,115	0,115	308	0,312	1224
OSA2	0,336	0,193	0,864	< GD	0,011	0,034	0,011	0,016	0,197	0,142	246	0,269	1145
OSA3	0,215	0,435	0,894	< GD	0,004	0,011	0,043	0,001	0,147	0,081	272	0,134	1466
	Mn	Mo	Ni	Pb	Rb	Sb	Sn	Sr	Ti	Tl	U	V	Zn
ŠA3	8,06	0,422	0,499	0,676	0,441	0,027	0,002	155	0,024	0,006	0,424	0,765	0,767
SA1	11,7	0,447	0,176	1,03	1,03	0,050	0,001	158	0,015	0,004	0,724	0,578	0,721
SA2	20,3	1,40	0,347	2,20	1,45	0,051	0,010	225	0,031	0,007	1,25	0,732	2,95
SA3	20,7	0,769	0,302	2,21	1,04	0,026	0,001	192	0,021	0,011	0,835	0,817	2,03
SA4	10,6	2,32	0,509	2,78	1,46	0,073	0,007	181	0,048	0,002	1,54	0,297	22,7
SA5	22,0	0,144	0,152	0,251	0,750	0,005	0,002	128	0,008	0,002	0,161	0,105	2,11
SA6	13,4	0,056	0,050	0,150	0,217	0,005	0,002	113	0,007	0,002	0,120	0,144	1,05
SA7	9,83	0,144	0,091	0,467	0,202	0,006	0,002	106	0,010	0,003	0,183	0,135	3,10
SA8	25,6	0,248	0,243	0,819	0,805	0,015	0,002	130	0,002	0,007	0,422	0,429	0,741
BV	9,94	0,395	0,186	0,798	0,684	0,034	0,001	103	0,016	0,006	0,523	0,800	0,610
OSA1	9,68	0,106	0,105	0,630	0,299	0,013	0,002	127	0,004	0,004	0,282	0,598	0,550
OSA2	4,64	0,299	0,138	0,389	0,198	0,020	0,005	123	0,015	0,005	0,313	0,433	0,417
OSA3	2,98	0,023	0,054	0,229	0,113	0,004	0,002	115	0,011	0,001	0,120	0,164	0,508

**Prilog V. (nastavak)**

<b>Lokacija</b>	<b>Al</b>	<b>As</b>	<b>Ba</b>	<b>Bi</b>	<b>Cd</b>	<b>Co</b>	<b>Cr</b>	<b>Cs</b>	<b>Cu</b>	<b>Fe</b>	<b>K</b>	<b>Li</b>	<b>Mg</b>
OSA4	0,299	0,529	1,34	< GD	0,010	0,024	0,013	0,019	0,088	0,217	432	0,423	1785
OSA5	1,52	0,755	1,50	0,0003	0,019	0,041	0,017	0,073	0,245	0,312	1195	1,81	3524
OSA6	0,407	0,638	2,18	< GD	0,007	0,025	0,073	0,006	0,085	0,290	262	0,258	1695
OSA7	0,331	0,300	0,799	< GD	0,013	0,063	0,038	0,004	0,254	0,166	320	0,239	88,0
OSA8	0,418	0,209	0,524	< GD	0,010	0,031	0,042	0,001	0,098	0,133	273	0,125	1436
	<b>Mn</b>	<b>Mo</b>	<b>Ni</b>	<b>Pb</b>	<b>Rb</b>	<b>Sb</b>	<b>Sn</b>	<b>Sr</b>	<b>Ti</b>	<b>Tl</b>	<b>U</b>	<b>V</b>	<b>Zn</b>
OSA4	4,81	0,222	0,121	0,388	0,319	0,016	0,008	134	0,040	0,005	0,325	0,525	0,584
OSA5	7,43	0,936	0,241	1,10	0,995	0,068	0,002	169	0,075	0,009	1,06	1,55	1,06
OSA6	10,5	0,026	0,155	0,259	0,142	0,004	0,003	172	0,004	0,004	0,163	0,186	0,395
OSA7	7,99	0,310	0,202	0,268	0,161	0,019	0,005	127	0,019	0,010	0,400	1,13	0,798
OSA8	4,50	0,128	0,123	0,252	0,086	0,020	0,004	112	0,033	0,007	0,313	1,00	0,712

**Prilog VI.** Maseni udjeli elemenata u tragovima i glavnih elemenata ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) u karbonatnoj frakciji sedimenata istraženih lokacija.

Lokacija	Al	As	Ba	Bi	Cd	Co	Cr	Cs	Cu	Fe	K	Li	Mg
IP1	7,07	0,421	3,15	0,003	0,018	0,028	1,26	0,001	0,025	26,2	26,8	0,415	2822
IP2	3,77	0,427	3,63	0,005	0,024	0,099	0,913	0,001	0,185	15,4	37,5	0,445	3604
IP3	7,74	0,441	4,78	0,003	0,032	0,040	1,18	0,001	0,037	20,4	45,0	0,656	4317
KVO1	6,65	0,326	3,12	0,005	0,019	0,028	1,87	0,001	0,069	15,3	30,8	0,463	3796
KVO2	4,80	0,283	2,53	0,002	0,037	0,057	1,06	< GD	0,050	4,36	28,3	0,237	3025
KVO3	7,36	0,297	3,12	0,003	0,032	0,076	0,921	< GD	0,076	4,93	29,5	0,446	3345
KVO4	8,40	0,187	4,34	0,004	0,020	0,071	1,26	0,001	0,030	22,3	33,5	0,792	3286
KVO5	17,2	0,280	1,74	0,017	0,024	0,131	0,330	0,002	0,296	73,2	5,61	0,133	887
KVO6	11,0	0,330	7,50	0,006	0,025	0,058	0,751	0,001	0,122	17,2	37,2	0,699	4187
KVO7	16,0	0,383	3,53	0,009	0,022	0,135	1,69	0,003	0,108	18,1	23,0	0,391	2447
KVO8	29,6	0,436	4,59	0,008	0,041	0,207	0,889	0,005	0,124	6,12	29,2	0,787	3715
KVO9	16,4	0,322	4,78	0,006	0,035	0,083	1,85	0,003	0,190	19,1	33,4	0,747	4430
	Mn	Mo	Ni	Pb	Rb	Sb	Sn	Sr	Ti	Tl	U	V	Zn
IP1	26,7	0,019	0,084	2,52	0,009	0,003	0,013	705	0,064	0,006	0,670	0,491	1,29
IP2	65,3	0,011	0,121	4,36	0,011	0,003	0,030	905	0,020	0,004	0,638	0,551	1,83
IP3	30,2	0,017	0,167	3,35	0,012	0,006	0,011	1126	0,043	0,007	0,744	0,588	2,22
KVO1	24,8	0,011	0,176	3,14	0,010	0,004	0,013	857	0,046	0,005	0,688	0,317	1,19
KVO2	24,8	0,020	0,236	1,99	0,005	0,007	0,007	750	0,046	0,002	0,512	0,640	1,47
KVO3	32,1	0,072	0,288	2,52	0,005	0,010	0,003	822	0,045	0,003	0,597	0,726	2,32
KVO4	40,6	0,012	0,000	2,67	0,009	0,005	0,004	1271	0,057	0,006	0,761	0,460	1,38
KVO5	54,8	0,021	0,517	3,63	0,007	0,009	0,012	143	0,044	0,004	0,355	0,966	1,65
KVO6	38,4	0,038	0,245	2,82	0,013	0,010	0,006	997	0,058	0,009	0,533	0,700	2,52
KVO7	43,2	0,058	0,431	4,53	0,019	0,014	0,005	902	0,081	0,008	0,927	1,54	1,91
KVO8	58,1	0,083	0,492	6,44	0,029	0,019	0,004	756	0,077	0,010	1,14	2,41	2,91
KVO9	39,6	0,039	0,176	3,97	0,019	0,009	0,005	1105	0,064	0,007	0,815	1,08	2,90

**Prilog VI. (nastavak)**

<b>Lokacija</b>	<b>Al</b>	<b>As</b>	<b>Ba</b>	<b>Bi</b>	<b>Cd</b>	<b>Co</b>	<b>Cr</b>	<b>Cs</b>	<b>Cu</b>	<b>Fe</b>	<b>K</b>	<b>Li</b>	<b>Mg</b>
ZA1	20,1	0,279	4,91	0,008	0,033	0,092	1,41	0,004	0,076	8,93	26,4	0,666	2581
ZA2	6,92	0,636	4,26	0,003	0,033	0,076	0,721	< GD	0,081	2,15	33,3	0,459	4122
ZA3	12,1	0,742	4,38	0,005	0,031	0,061	1,21	< GD	0,066	7,82	39,8	0,601	4918
ZA4	11,3	0,318	3,81	0,004	0,011	0,041	1,64	0,002	0,054	8,41	26,8	0,454	2589
ZA5	11,5	0,366	3,63	0,003	0,026	0,120	0,965	0,003	0,075	4,77	28,5	0,494	3234
ZA6	10,2	0,640	4,68	0,004	0,022	0,054	0,684	0,004	0,088	3,64	25,9	0,396	1656
NM1	9,56	0,248	3,58	0,002	0,060	0,114	0,493	0,003	0,035	10,3	15,3	0,188	805
NM2	11,1	0,229	3,25	0,001	0,055	0,062	0,686	0,000	0,010	17,9	11,3	0,108	819
NM3	6,08	0,077	0,10	0,001	0,001	0,025	0,031	0,000	0,079	4,89	1,90	< GD	192
NM4	24,4	0,116	1,32	0,005	0,018	0,131	0,334	0,001	1,38	14,4	7,64	0,015	181
KO	4,71	0,414	2,73	0,002	0,013	0,029	1,30	0,001	0,061	7,00	30,6	0,531	3563
ŠA1	11,2	0,454	4,72	0,005	0,036	0,174	0,483	0,007	0,118	2,57	38,7	0,595	3249
ŠA2	15,9	0,554	5,07	0,010	0,045	0,250	0,623	0,010	0,130	2,80	42,8	0,563	2953
	<b>Mn</b>	<b>Mo</b>	<b>Ni</b>	<b>Pb</b>	<b>Rb</b>	<b>Sb</b>	<b>Sn</b>	<b>Sr</b>	<b>Ti</b>	<b>Tl</b>	<b>U</b>	<b>V</b>	<b>Zn</b>
ZA1	31,7	0,043	0,188	4,64	0,025	0,008	0,004	705	0,050	0,007	0,923	1,71	1,69
ZA2	44,1	0,034	0,513	3,00	0,011	0,012	0,001	882	0,033	0,003	0,666	0,884	1,93
ZA3	40,5	0,023	0,396	3,57	0,008	0,011	0,004	1101	0,053	0,003	0,705	0,674	1,93
ZA4	20,0	0,023	0,201	2,73	0,017	0,004	0,005	1045	0,044	0,008	0,836	0,705	1,19
ZA5	31,1	0,063	0,574	2,96	0,020	0,012	0,005	809	0,053	0,008	0,913	1,56	1,41
ZA6	19,5	0,066	0,441	3,78	0,025	0,016	0,005	896	0,049	0,006	0,883	1,52	1,11
NM1	75,2	0,009	0,109	3,11	0,029	0,003	0,001	459	0,029	0,007	0,337	0,515	0,879
NM2	52,2	0,010	0,024	1,06	0,004	0,001	0,001	377	0,043	0,006	0,368	0,537	0,573
NM3	1,43	0,001	0,000	0,301	< GD	0,001	0,001	0,908	0,010	0,001	0,014	0,065	0,425
NM4	7,31	0,006	0,203	1,76	0,018	0,007	0,001	27,7	0,030	0,004	0,077	0,218	2,81
KO	17,0	0,012	0,255	1,54	0,009	0,005	0,008	773	0,036	0,002	0,520	0,417	0,897
ŠA1	44,7	0,104	0,858	6,30	0,044	0,023	0,004	882	0,050	0,009	1,06	1,96	2,08
ŠA2	60,2	0,157	0,837	9,23	0,054	0,032	0,005	870	0,066	0,010	1,25	2,40	2,55

**Prilog VI. (nastavak)**

<b>Lokacija</b>	<b>Al</b>	<b>As</b>	<b>Ba</b>	<b>Bi</b>	<b>Cd</b>	<b>Co</b>	<b>Cr</b>	<b>Cs</b>	<b>Cu</b>	<b>Fe</b>	<b>K</b>	<b>Li</b>	<b>Mg</b>
ŠA3	10,2	0,529	5,01	0,003	0,024	0,079	0,558	0,005	0,079	3,77	32,2	0,395	1915
SA1	28,3	0,428	5,77	0,014	0,046	0,284	0,705	0,018	0,162	8,60	42,5	0,751	2200
SA2	27,9	0,639	7,96	0,015	0,076	0,310	0,973	0,026	0,528	8,86	53,6	0,747	1528
SA3	31,8	0,373	7,10	0,014	0,073	0,325	0,969	0,020	0,592	10,7	42,4	0,860	1791
SA4	42,7	0,456	10,8	0,006	0,077	0,243	1,58	0,018	3,76	29,4	53,0	0,937	2729
SA5	13,4	0,361	10,2	0,004	0,052	0,311	0,551	0,009	0,475	4,32	40,5	0,414	1329
SA6	12,8	0,336	5,66	0,002	0,023	0,137	0,767	0,0003	0,150	6,05	38,0	0,541	3048
SA7	15,6	0,224	9,77	0,001	0,045	0,085	1,31	0,001	0,217	21,5	22,0	0,295	1863
SA8	23,1	0,252	9,19	0,012	0,062	0,230	1,22	0,012	0,165	56,1	31,3	0,488	1291
BV	23,8	0,393	4,85	0,013	0,071	0,344	1,26	0,011	0,196	12,8	27,1	0,473	1855
OSA1	19,6	0,203	4,53	0,008	0,032	0,133	1,01	0,004	0,101	9,40	23,8	0,579	2359
OSA2	15,5	0,314	3,61	0,005	0,054	0,089	1,92	0,003	0,062	17,7	28,2	0,515	2600
OSA3	5,92	0,274	2,68	0,009	0,019	0,029	1,01	0,001	0,116	5,91	29,8	0,559	3511
	<b>Mn</b>	<b>Mo</b>	<b>Ni</b>	<b>Pb</b>	<b>Rb</b>	<b>Sb</b>	<b>Sn</b>	<b>Sr</b>	<b>Ti</b>	<b>Tl</b>	<b>U</b>	<b>V</b>	<b>Zn</b>
ŠA3	26,9	0,068	0,574	3,88	0,037	0,014	0,006	892	0,052	0,008	0,722	1,60	1,30
SA1	63,9	0,067	0,652	10,3	0,087	0,016	0,003	1012	0,073	0,015	1,38	2,58	4,14
SA2	87,9	0,183	0,768	12,7	0,124	0,024	0,005	770	0,083	0,019	1,19	2,61	6,30
SA3	94,0	0,138	0,774	10,6	0,102	0,022	0,004	716	0,083	0,011	0,795	3,06	6,08
SA4	68,2	0,228	0,713	13,6	0,108	0,024	0,016	701	0,152	0,025	0,942	2,10	24,1
SA5	119	0,034	0,572	4,90	0,061	0,008	0,003	670	0,031	0,004	0,692	0,625	4,48
SA6	78,3	0,017	0,189	2,20	0,016	0,006	0,001	697	0,035	0,007	0,558	0,560	1,86
SA7	64,1	0,049	0,182	4,11	0,016	0,005	0,0003	636	0,030	0,008	0,760	0,530	3,61
SA8	126	0,033	0,407	4,63	0,064	0,008	0,003	571	0,031	0,008	0,581	1,47	2,17
BV	81,5	0,066	0,584	5,70	0,053	0,014	0,003	674	0,097	0,010	0,878	2,65	1,88
OSA1	50,9	0,022	0,154	4,02	0,026	0,007	0,004	1002	0,078	0,005	0,668	1,31	1,75
OSA2	31,0	0,095	0,080	2,70	0,020	0,011	0,004	894	0,122	0,017	1,17	1,41	1,14
OSA3	17,7	0,006	0,167	2,20	0,009	0,003	0,005	632	0,040	0,003	0,477	0,287	1,35

**Prilog VI. (nastavak)**

<b>Lokacija</b>	<b>Al</b>	<b>As</b>	<b>Ba</b>	<b>Bi</b>	<b>Cd</b>	<b>Co</b>	<b>Cr</b>	<b>Cs</b>	<b>Cu</b>	<b>Fe</b>	<b>K</b>	<b>Li</b>	<b>Mg</b>
OSA4	10,9	0,374	2,90	0,003	0,036	0,071	0,546	0,004	0,073	4,08	22,2	0,400	2041
OSA5	19,5	0,703	5,84	0,010	0,050	0,222	0,517	0,014	0,244	3,08	38,9	0,981	3185
OSA6	10,7	0,740	3,02	0,001	0,034	0,056	2,12	0,002	0,019	31,8	39,6	0,550	5010
OSA7	6,10	0,185	2,99	0,002	0,027	0,202	0,801	< GD	0,115	1,57	34,3	0,478	4153
OSA8	5,94	0,156	2,52	0,002	0,025	0,081	1,06	< GD	0,083	2,66	29,1	0,423	4252
	<b>Mn</b>	<b>Mo</b>	<b>Ni</b>	<b>Pb</b>	<b>Rb</b>	<b>Sb</b>	<b>Sn</b>	<b>Sr</b>	<b>Ti</b>	<b>Tl</b>	<b>U</b>	<b>V</b>	<b>Zn</b>
OSA4	22,9	0,038	0,399	3,12	0,023	0,009	0,004	665	0,056	0,008	0,712	0,717	1,14
OSA5	39,8	0,149	1,16	11,3	0,075	0,029	0,005	726	0,112	0,019	1,38	3,304	3,08
OSA6	61,2	0,013	0,000	1,83	0,014	0,003	0,004	909	0,087	0,011	0,653	0,626	1,82
OSA7	34,5	0,027	0,646	3,13	0,006	0,013	0,001	837	0,066	0,003	0,799	0,783	1,61
OSA8	23,4	0,016	0,363	2,82	0,003	0,011	0,001	757	0,049	0,004	0,706	0,592	1,46

**Prilog VII.** Maseni udjeli elemenata u tragovima i glavnih elemenata ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) u Fe/Mn–oksidnoj frakciji sedimenata istraženih lokacija.

Lokacija	Al	As	Ba	Bi	Cd	Co	Cr	Cs	Cu	Fe	K	Li	Mg
IP1	2,36	0,236	0,642	0,001	0,009	0,003	0,327	0,003	0,005	54,5	7,62	0,097	515
IP2	2,16	0,321	1,96	0,001	0,011	0,009	0,340	0,003	0,009	46,4	16,1	0,236	1765
IP3	4,20	0,353	2,18	0,001	0,021	0,005	0,417	0,003	< GD	62,7	15,1	0,239	1487
KVO1	2,95	0,175	1,41	0,001	0,008	0,001	0,487	0,004	0,012	27,9	21,5	0,242	1369
KVO2	3,38	0,160	1,61	0,0003	0,043	0,004	0,553	0,003	0,030	19,3	14,3	0,174	1249
KVO3	5,46	0,173	1,96	0,0003	0,020	0,004	0,430	0,004	0,110	20,5	21,0	0,339	1946
KVO4	4,62	0,127	2,09	< GD	0,011	0,003	0,337	0,003	0,002	33,0	17,9	0,463	1448
KVO5	10,8	0,245	0,390	0,001	0,006	0,004	0,026	0,010	0,008	162	28,6	0,167	6578
KVO6	3,48	0,158	2,61	0,001	0,012	0,004	0,234	0,004	0,003	38,7	15,3	0,210	1098
KVO7	5,62	0,326	1,35	0,001	0,012	0,005	0,415	0,007	0,006	48,6	30,6	0,201	938
KVO8	5,73	0,372	0,779	0,0003	0,014	0,004	0,169	0,007	0,005	41,5	41,7	0,360	411
KVO9	5,10	0,224	1,55	0,0003	0,026	0,002	0,533	0,004	0,002	33,1	24,4	0,390	1361
	Mn	Mo	Ni	Pb	Rb	Sb	Sn	Sr	Ti	Tl	U	V	Zn
IP1	6,38	0,013	0,041	0,156	0,029	0,005	0,049	149	0,422	0,002	0,207	0,727	0,549
IP2	26,6	0,008	0,063	0,194	0,024	0,003	0,079	508	0,248	0,003	0,352	0,931	0,736
IP3	10,0	0,013	0,069	0,171	0,028	0,006	0,054	504	0,631	0,002	0,306	0,713	0,690
KVO1	7,26	0,010	0,042	0,102	0,049	0,003	0,040	406	0,582	0,004	0,249	0,516	0,379
KVO2	9,17	0,013	0,086	0,132	0,033	0,008	0,043	486	0,447	0,002	0,306	0,956	0,513
KVO3	12,5	0,024	0,129	0,193	0,047	0,011	0,039	558	0,545	0,003	0,308	0,913	1,02
KVO4	13,4	0,010	< GD	0,098	0,033	0,005	0,044	650	0,463	0,004	0,311	0,541	0,498
KVO5	8,63	0,016	0,149	0,205	0,128	0,019	0,018	7,09	0,073	0,002	0,018	1,47	1,14
KVO6	8,36	0,013	0,098	0,115	0,040	0,008	0,041	289	0,514	0,003	0,113	0,577	0,394
KVO7	26,4	0,044	0,137	0,173	0,105	0,023	0,021	301	0,954	0,004	0,226	1,99	1,60
KVO8	17,6	0,059	< GD	0,223	0,157	0,047	0,008	110	0,395	0,005	0,068	3,43	1,12
KVO9	8,24	0,024	< GD	0,110	0,065	0,011	0,020	442	0,796	0,002	0,239	1,53	0,550

Prilog VII. (nastavak)

Lokacija	Al	As	Ba	Bi	Cd	Co	Cr	Cs	Cu	Fe	K	Li	Mg
ZA1	6,66	0,229	1,87	0,0003	0,016	0,002	0,391	0,006	0,005	44,9	47,5	0,431	1124
ZA2	5,10	0,424	2,47	0,0003	0,014	0,004	0,341	0,006	0,027	12,6	32,0	0,371	1826
ZA3	5,82	0,331	1,80	0,0003	0,014	0,004	0,271	0,006	0,002	16,4	20,8	0,251	1608
ZA4	8,95	0,327	2,33	0,0003	0,006	0,002	0,795	0,007	0,023	67,7	30,1	0,473	2040
ZA5	8,66	0,346	2,12	0,0003	0,016	0,002	0,556	0,009	0,017	41,5	32,2	0,382	1768
ZA6	8,46	0,494	2,92	< GD	0,014	0,002	0,421	0,010	0,028	44,9	33,8	0,306	826
NM1	7,55	0,224	2,14	< GD	0,044	0,007	0,350	0,009	0,008	142	41,8	0,206	493
NM2	16,9	0,071	0,209	< GD	0,007	0,033	0,096	0,005	0,001	57,3	5,97	0,005	478
NM3	35,9	0,057	0,129	0,002	0,001	0,058	0,195	0,004	0,113	104	7,58	0,003	315
NM4	227	0,180	2,78	0,010	0,005	0,254	1,06	0,012	2,40	619	47,5	0,209	311
KO	4,04	0,222	1,50	< GD	0,007	0,002	0,604	0,003	0,039	30,5	17,6	0,338	2178
ŠA1	10,4	0,406	2,25	0,0003	0,018	0,005	0,300	0,011	0,043	25,4	55,4	0,392	1030
ŠA2	11,7	0,471	2,33	0,0003	0,022	0,005	0,338	0,012	0,062	40,8	79,8	0,427	817
	Mn	Mo	Ni	Pb	Rb	Sb	Sn	Sr	Ti	Tl	U	V	Zn
ZA1	11,2	0,042	< GD	0,149	0,147	0,013	0,010	270	1,08	0,003	0,206	3,18	0,786
ZA2	13,2	0,023	0,110	0,167	0,084	0,017	0,020	653	0,663	0,003	0,314	1,10	0,593
ZA3	10,9	0,013	0,077	0,150	0,064	0,012	0,024	504	0,509	0,002	0,227	0,742	0,560
ZA4	10,0	0,025	0,104	0,127	0,094	0,007	0,018	714	1,26	0,004	0,358	1,24	1,09
ZA5	14,1	0,055	0,179	0,137	0,114	0,019	0,015	496	1,71	0,003	0,339	2,86	0,756
ZA6	8,37	0,059	0,172	0,155	0,135	0,027	0,012	624	1,70	0,003	0,336	2,85	0,664
NM1	32,6	0,011	0,132	0,218	0,180	0,004	0,010	219	0,667	0,003	0,156	2,42	0,729
NM2	3,53	0,001	0,037	0,302	0,046	0,002	0,004	9,37	0,001	0,002	0,001	0,658	0,377
NM3	1,23	0,001	0,048	0,555	0,046	0,001	0,017	0,592	0,153	0,004	0,004	0,539	0,383
NM4	5,60	0,002	0,414	2,390	0,236	0,005	0,010	1,26	0,577	0,009	0,013	2,65	3,50
KO	7,19	0,012	0,101	0,070	0,035	0,005	0,059	555	0,568	0,002	0,251	0,585	0,454
ŠA1	13,7	0,080	0,153	0,292	0,187	0,032	0,008	504	1,27	0,005	0,298	3,75	0,982
ŠA2	21,2	0,095	0,150	0,548	0,269	0,047	0,010	456	1,27	0,005	0,238	4,43	1,50



Prilog VII. (nastavak)

Lokacija	Al	As	Ba	Bi	Cd	Co	Cr	Cs	Cu	Fe	K	Li	Mg
ŠA3	8,61	0,505	2,84	0,0003	0,012	0,003	0,415	0,009	0,028	49,8	46,2	0,336	695
SA1	9,74	0,281	1,36	0,0003	0,029	0,005	0,184	0,012	0,013	199	85,2	0,374	535
SA2	138	0,602	4,05	0,001	0,020	0,389	0,454	0,017	0,033	814	159	0,692	948
SA3	19,8	0,346	2,97	0,001	0,023	0,012	0,115	0,013	0,048	421	131	0,535	2050
SA4	20,5	0,510	12,8	0,0003	0,028	0,006	0,250	0,017	0,175	774	106	0,511	726
SA5	12,8	0,227	6,13	0,001	0,027	0,007	0,433	0,009	0,094	138	81,2	0,316	577
SA6	9,63	0,367	4,05	0,0003	0,016	0,005	0,399	0,009	0,108	80,0	32,0	0,455	1841
SA7	10,5	0,311	7,85	0,0003	0,031	0,005	0,651	0,009	0,026	159	32,2	0,275	1069
SA8	6,25	0,173	3,08	0,0003	0,022	0,009	0,193	0,012	0,023	349	98,9	0,261	437
BV	7,24	0,338	1,69	0,0003	0,044	0,003	0,358	0,012	0,007	92,5	68,0	0,249	672
OSA1	7,68	0,183	1,91	0,0003	0,020	0,003	0,359	0,010	0,006	44,6	43,3	0,390	1004
OSA2	5,79	0,312	1,65	0,0003	0,039	0,002	0,525	0,008	0,003	61,4	21,8	0,240	933
OSA3	4,21	0,129	1,27	<GD	0,012	0,002	0,453	0,003	0,037	25,7	14,7	0,303	1885
	Mn	Mo	Ni	Pb	Rb	Sb	Sn	Sr	Ti	Tl	U	V	Zn
ŠA3	9,20	0,062	0,215	0,236	0,161	0,019	0,008	577	1,57	0,003	0,284	3,68	0,952
SA1	19,0	0,027	<GD	0,534	0,345	0,018	0,007	159	0,371	0,005	0,057	3,93	2,70
SA2	38,8	0,007	0,732	4,304	0,621	0,018	0,007	29,6	0,039	0,007	0,002	5,65	11,2
SA3	31,3	0,024	0,136	0,889	0,463	0,027	0,007	45,8	0,177	0,005	0,009	5,15	6,48
SA4	33,1	0,082	0,079	1,827	0,473	0,072	0,007	54,5	0,317	0,007	0,009	8,51	19,2
SA5	54,7	0,028	0,278	0,288	0,246	0,006	0,007	349	1,66	0,004	0,255	3,57	2,80
SA6	37,7	0,020	0,153	0,105	0,097	0,007	0,213	514	0,959	0,004	0,297	1,28	1,06
SA7	42,2	0,057	0,166	0,217	0,143	0,008	0,021	333	1,05	0,002	0,250	1,55	1,94
SA8	51,7	0,021	0,069	0,259	0,381	0,011	0,007	111	0,246	0,003	0,031	2,94	1,47
BV	23,0	0,057	<GD	0,184	0,270	0,019	0,011	233	1,62	0,003	0,234	3,93	0,951
OSA1	16,0	0,019	<GD	0,109	0,165	0,009	0,016	489	1,16	0,003	0,231	1,69	0,764
OSA2	11,3	0,069	<GD	0,091	0,086	0,013	0,028	397	1,26	0,009	0,573	1,90	0,596
OSA3	7,39	0,008	0,100	0,084	0,025	0,002	0,057	416	0,506	0,002	0,224	0,466	0,525

**Prilog VII. (nastavak)**

<b>Lokacija</b>	<b>Al</b>	<b>As</b>	<b>Ba</b>	<b>Bi</b>	<b>Cd</b>	<b>Co</b>	<b>Cr</b>	<b>Cs</b>	<b>Cu</b>	<b>Fe</b>	<b>K</b>	<b>Li</b>	<b>Mg</b>
OSA4	6,96	0,275	1,45	< GD	0,033	0,004	0,298	0,011	0,026	37,9	23,1	0,218	701
OSA5	13,3	0,418	2,66	0,0003	0,020	0,003	0,157	0,016	0,050	111	54,8	0,641	2125
OSA6	10,1	0,658	1,26	0,0003	0,022	0,004	0,713	0,003	0,003	80,2	14,8	0,313	2391
OSA7	6,22	0,121	2,03	0,0003	0,012	0,007	0,357	0,005	0,033	5,09	26,9	0,362	2689
OSA8	5,23	0,111	1,62	0,0003	0,014	0,004	0,465	0,004	0,033	11,5	19,3	0,334	2763
	<b>Mn</b>	<b>Mo</b>	<b>Ni</b>	<b>Pb</b>	<b>Rb</b>	<b>Sb</b>	<b>Sn</b>	<b>Sr</b>	<b>Ti</b>	<b>Tl</b>	<b>U</b>	<b>V</b>	<b>Zn</b>
OSA4	18,4	0,032	0,115	0,155	0,121	0,011	0,017	354	1,30	0,004	0,252	1,36	0,762
OSA5	17,1	0,031	0,186	0,604	0,301	0,036	0,004	127	0,424	0,006	0,030	3,98	2,47
OSA6	24,6	0,013	< GD	0,068	0,023	0,004	0,055	414	0,490	0,003	0,321	0,866	0,512
OSA7	13,2	0,017	0,211	0,133	0,059	0,017	0,021	688	0,603	0,003	0,377	0,844	0,602
OSA8	10,1	0,010	0,142	0,159	0,038	0,015	0,036	514	0,716	0,004	0,336	0,653	0,657

**Prilog VIII.** Maseni udjeli elemenata rijetkih zemalja ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) u izmjenjivoj frakciji sedimenata istraženih lokacija.

Lokacija	Y	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
IP1	0,057	0,017	0,028	0,005	0,019	0,007	< GD	0,011	0,001	0,007	0,002	0,004	< GD	0,004	0,001
IP2	0,152	0,047	0,072	0,014	0,067	0,023	0,003	0,031	0,004	0,022	0,005	0,013	< GD	0,007	0,002
IP3	0,042	0,014	0,021	0,004	0,014	0,005	< GD	0,006	0,001	0,004	0,001	0,004	< GD	0,002	0,001
KVO1	0,050	0,017	0,026	0,005	0,019	0,008	< GD	0,009	0,001	0,006	0,002	0,005	< GD	0,003	0,001
KVO2	0,033	0,008	0,012	0,002	0,012	0,004	0,001	0,005	0,001	0,004	0,001	0,002	0,0003	0,001	< GD
KVO3	0,027	0,007	0,009	0,001	0,009	0,003	0,001	0,004	0,001	0,003	0,001	0,002	0,0003	0,001	< GD
KVO4	0,050	0,012	0,020	0,004	0,022	0,010	0,002	0,007	0,003	0,008	0,001	0,004	< GD	0,004	0,002
KVO5	0,101	0,059	0,092	0,015	0,074	0,022	0,003	0,031	0,003	0,016	0,004	0,008	< GD	0,006	0,002
KVO6	0,096	0,031	0,055	0,008	0,039	0,014	0,001	0,017	0,003	0,013	0,003	0,008	< GD	0,005	0,002
KVO7	0,091	0,038	0,072	0,011	0,054	0,019	0,002	0,025	0,003	0,012	0,003	0,008	< GD	0,005	0,001
KVO8	0,069	0,024	0,050	0,008	0,040	0,013	0,003	0,014	0,003	0,011	0,002	0,005	< GD	0,005	0,002
KVO9	0,055	0,016	0,026	0,005	0,027	0,009	0,002	0,008	0,003	0,008	0,002	0,004	< GD	0,004	0,002
ZA1	0,183	0,083	0,168	0,026	0,149	0,043	0,011	0,045	0,007	0,032	0,006	0,014	0,001	0,008	0,003
ZA2	0,026	0,008	0,013	0,002	0,011	0,003	0,001	0,004	0,001	0,003	0,001	0,002	0,0003	0,001	< GD
ZA3	0,083	0,024	0,037	0,006	0,034	0,010	0,003	0,015	0,002	0,010	0,002	0,005	0,001	0,003	0,0003
ZA4	0,070	0,024	0,051	0,007	0,034	0,011	0,003	0,015	0,002	0,010	0,002	0,006	0,001	0,003	0,001
ZA5	0,059	0,019	0,033	0,005	0,027	0,008	0,002	0,010	0,001	0,007	0,001	0,004	0,001	0,002	0,0003
ZA6	0,059	0,020	0,032	0,005	0,029	0,010	0,003	0,013	0,001	0,009	0,002	0,004	0,0003	0,003	0,0003
NM1	0,086	0,049	0,090	0,013	0,067	0,018	0,005	0,021	0,002	0,014	0,002	0,006	0,001	0,004	0,001
NM2	0,575	0,589	1,12	0,170	0,872	0,211	0,044	0,173	0,022	0,105	0,019	0,043	0,004	0,023	0,003
NM3	0,138	0,342	0,668	0,081	0,346	0,072	0,014	0,050	0,006	0,029	0,005	0,011	0,001	0,006	0,001
NM4	0,227	0,424	0,766	0,096	0,436	0,090	0,020	0,078	0,009	0,041	0,008	0,017	0,001	0,008	0,001
KO	0,050	0,012	0,016	0,003	0,018	0,005	0,001	0,008	0,001	0,005	0,001	0,004	0,0003	0,002	0,0003
ŠA1	0,051	0,017	0,025	0,004	0,025	0,007	0,002	0,010	0,001	0,007	0,001	0,004	0,0003	0,002	0,0003
ŠA2	0,056	0,020	0,030	0,005	0,029	0,010	0,003	0,010	0,002	0,008	0,002	0,004	0,0003	0,002	0,0003
ŠA3	0,078	0,028	0,045	0,007	0,042	0,013	0,003	0,019	0,002	0,012	0,002	0,005	0,001	0,003	0,0003
SA1	0,068	0,030	0,059	0,009	0,046	0,015	0,004	0,018	0,002	0,012	0,002	0,005	0,001	0,003	0,001
SA2	0,164	0,077	0,135	0,020	0,110	0,036	0,008	0,047	0,005	0,029	0,006	0,012	0,001	0,008	0,001

**Prilog VIII. (nastavak)**

<b>Lokacija</b>	<b>Y</b>	<b>La</b>	<b>Ce</b>	<b>Pr</b>	<b>Nd</b>	<b>Sm</b>	<b>Eu</b>	<b>Gd</b>	<b>Tb</b>	<b>Dy</b>	<b>Ho</b>	<b>Er</b>	<b>Tm</b>	<b>Yb</b>	<b>Lu</b>
SA3	0,152	0,080	0,147	0,021	0,116	0,036	0,009	0,040	0,004	0,026	0,005	0,013	0,001	0,006	0,001
SA4	0,198	0,081	0,146	0,021	0,120	0,038	0,010	0,045	0,005	0,032	0,006	0,015	0,001	0,009	0,001
SA5	0,042	0,021	0,036	0,005	0,028	0,008	0,002	0,010	0,001	0,006	0,001	0,003	0,0003	0,002	0,0003
SA6	0,031	0,010	0,015	0,002	0,012	0,004	0,001	0,005	0,001	0,004	0,001	0,002	0,0003	0,001	0,0003
SA7	0,039	0,014	0,022	0,003	0,019	0,005	0,001	0,006	0,001	0,004	0,001	0,003	0,0003	0,002	0,0003
SA8	0,132	0,066	0,109	0,017	0,098	0,027	0,007	0,032	0,004	0,022	0,004	0,010	0,001	0,005	0,001
BV	0,056	0,027	0,044	0,007	0,038	0,009	0,003	0,011	0,001	0,009	0,002	0,004	0,0003	0,003	0,0003
OSA1	0,053	0,026	0,046	0,007	0,039	0,013	0,003	0,010	0,002	0,009	0,002	0,004	0,0003	0,003	0,0003
OSA2	0,041	0,015	0,025	0,004	0,021	0,006	0,002	0,006	0,001	0,005	0,001	0,003	0,0003	0,003	0,0003
OSA3	0,016	0,003	0,004	0,001	0,004	0,001	0,0003	0,001	0,0003	0,001	0,000	0,001	< GD	0,001	< GD
OSA4	0,040	0,015	0,023	0,004	0,020	0,005	0,002	0,009	0,001	0,005	0,001	0,002	0,0003	0,002	0,0003
OSA5	0,057	0,030	0,053	0,008	0,036	0,011	0,002	0,013	0,002	0,008	0,002	0,004	0,0003	0,002	0,0003
OSA6	0,118	0,037	0,063	0,009	0,055	0,014	0,004	0,017	0,003	0,014	0,003	0,009	0,001	0,006	0,001
OSA7	0,020	0,005	0,007	0,001	0,007	0,002	0,001	0,003	0,0003	0,002	0,001	0,001	< GD	0,001	< GD
OSA8	0,024	0,006	0,008	0,001	0,008	0,003	0,001	0,003	0,0003	0,003	0,001	0,001	0,0003	0,001	< GD

**Prilog IX.** Maseni udjeli elemenata rijetkih zemalja ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) u karbonatnoj frakciji sedimenata istraženih lokacija.

Lokacija	Y	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
IP1	3,06	2,31	4,07	0,611	2,76	0,659	0,148	0,620	0,095	0,561	0,109	0,292	0,036	0,213	0,032
IP2	5,09	2,53	4,18	0,722	3,74	0,980	0,227	1,00	0,152	0,912	0,185	0,492	0,058	0,339	0,051
IP3	3,28	1,83	3,08	0,502	2,49	0,632	0,141	0,664	0,096	0,594	0,118	0,324	0,040	0,237	0,034
KVO1	4,76	2,56	4,46	0,730	3,74	0,966	0,229	1,00	0,149	0,881	0,178	0,468	0,054	0,320	0,046
KVO2	2,78	0,90	1,43	0,275	1,54	0,437	0,104	0,510	0,070	0,417	0,085	0,217	0,024	0,125	0,019
KVO3	2,41	0,69	1,01	0,193	1,09	0,318	0,081	0,433	0,059	0,351	0,074	0,189	0,021	0,118	0,017
KVO4	4,04	1,86	3,35	0,562	2,85	0,730	0,175	0,747	0,113	0,675	0,143	0,374	0,045	0,269	0,039
KVO5	1,65	1,25	2,23	0,334	1,50	0,377	0,091	0,382	0,057	0,328	0,064	0,174	0,021	0,129	0,020
KVO6	2,67	1,65	3,13	0,447	2,06	0,533	0,121	0,530	0,080	0,474	0,096	0,263	0,031	0,195	0,029
KVO7	5,52	5,35	11,3	1,55	7,14	1,64	0,353	1,41	0,203	1,10	0,205	0,519	0,061	0,350	0,047
KVO8	5,89	4,94	11,8	1,44	6,74	1,65	0,366	1,49	0,200	1,10	0,211	0,499	0,058	0,330	0,044
KVO9	5,50	3,35	6,28	0,972	4,66	1,17	0,269	1,10	0,156	0,914	0,183	0,461	0,055	0,306	0,043
ZA1	6,14	7,53	15,9	2,16	9,61	2,15	0,454	1,72	0,227	1,22	0,227	0,543	0,063	0,351	0,047
ZA2	2,70	0,99	1,57	0,296	1,66	0,478	0,116	0,582	0,077	0,432	0,087	0,211	0,023	0,119	0,018
ZA3	4,55	2,58	4,35	0,713	3,48	0,863	0,196	0,890	0,128	0,718	0,145	0,369	0,042	0,234	0,033
ZA4	4,32	2,75	6,16	0,810	4,04	1,09	0,238	1,08	0,147	0,784	0,155	0,380	0,043	0,245	0,034
ZA5	3,63	2,12	3,95	0,579	2,84	0,744	0,171	0,808	0,113	0,613	0,122	0,295	0,035	0,188	0,026
ZA6	3,24	2,55	4,70	0,771	3,99	1,03	0,214	0,935	0,120	0,609	0,112	0,268	0,029	0,150	0,020
NM1	5,21	8,32	16,9	2,30	10,2	2,19	0,430	1,66	0,226	1,10	0,197	0,457	0,052	0,293	0,039
NM2	3,83	9,19	17,3	2,27	8,98	1,68	0,309	1,12	0,166	0,786	0,141	0,328	0,040	0,220	0,028
NM3	0,48	0,84	1,69	0,196	0,791	0,170	0,036	0,148	0,019	0,099	0,018	0,040	0,004	0,023	0,004
NM4	1,04	1,89	3,82	0,455	1,81	0,373	0,074	0,292	0,043	0,217	0,038	0,092	0,011	0,062	0,008
KO	2,68	0,96	1,38	0,262	1,41	0,393	0,095	0,469	0,066	0,385	0,084	0,215	0,024	0,137	0,020
ŠA1	3,45	2,08	3,55	0,582	2,92	0,775	0,175	0,842	0,110	0,575	0,115	0,268	0,029	0,149	0,021
ŠA2	3,86	2,60	4,59	0,717	3,52	0,916	0,206	1,03	0,127	0,658	0,126	0,293	0,032	0,164	0,023
ŠA3	3,23	2,45	4,49	0,734	3,67	0,899	0,195	0,877	0,110	0,556	0,105	0,237	0,025	0,136	0,018
SA1	5,57	7,11	15,3	1,86	8,15	1,93	0,398	1,64	0,224	1,15	0,212	0,506	0,058	0,319	0,044
SA2	5,25	6,64	12,7	1,64	6,83	1,59	0,343	1,46	0,199	1,07	0,195	0,463	0,054	0,305	0,043

**Prilog IX. (nastavak)**

<b>Lokacija</b>	<b>Y</b>	<b>La</b>	<b>Ce</b>	<b>Pr</b>	<b>Nd</b>	<b>Sm</b>	<b>Eu</b>	<b>Gd</b>	<b>Tb</b>	<b>Dy</b>	<b>Ho</b>	<b>Er</b>	<b>Tm</b>	<b>Yb</b>	<b>Lu</b>
SA3	5,51	6,32	12,7	1,71	7,51	1,73	0,377	1,41	0,198	1,06	0,199	0,481	0,055	0,324	0,043
SA4	5,01	5,24	10,2	1,42	6,27	1,47	0,313	1,17	0,164	0,894	0,170	0,414	0,047	0,277	0,038
SA5	3,49	3,33	6,40	0,921	4,37	1,03	0,222	0,947	0,130	0,667	0,127	0,305	0,035	0,185	0,026
SA6	2,96	1,42	2,55	0,390	2,05	0,540	0,129	0,589	0,087	0,486	0,098	0,252	0,030	0,167	0,024
SA7	3,49	2,33	4,00	0,603	2,89	0,695	0,155	0,714	0,102	0,585	0,116	0,293	0,036	0,206	0,029
SA8	4,99	7,43	14,2	1,91	8,09	1,67	0,352	1,39	0,191	1,02	0,189	0,476	0,056	0,323	0,046
BV	5,81	7,92	14,7	1,99	8,65	1,81	0,382	1,53	0,208	1,09	0,201	0,482	0,057	0,325	0,044
OSA1	4,83	5,66	11,1	1,74	8,37	1,81	0,378	1,34	0,178	0,934	0,173	0,421	0,049	0,278	0,037
OSA2	4,79	5,21	9,81	1,32	5,90	1,27	0,270	1,20	0,155	0,852	0,165	0,412	0,049	0,299	0,041
OSA3	1,92	0,746	1,04	0,186	0,979	0,259	0,063	0,332	0,046	0,271	0,058	0,154	0,019	0,107	0,016
OSA4	3,00	2,35	4,07	0,654	3,19	0,768	0,168	0,766	0,100	0,542	0,104	0,250	0,028	0,154	0,021
OSA5	4,24	5,18	10,5	1,29	5,62	1,31	0,270	1,22	0,159	0,809	0,152	0,354	0,038	0,203	0,028
OSA6	6,52	4,40	8,81	1,15	5,15	1,19	0,256	1,20	0,167	0,969	0,195	0,527	0,064	0,359	0,053
OSA7	2,01	0,650	0,966	0,183	1,02	0,288	0,073	0,372	0,051	0,296	0,063	0,155	0,017	0,092	0,013
OSA8	2,17	0,699	0,986	0,190	1,02	0,290	0,072	0,378	0,053	0,314	0,069	0,175	0,019	0,112	0,016

**Prilog X.** Maseni udjeli elemenata rijetkih zemalja ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) u Fe/Mn–oksidnoj frakciji sedimenata istraženih lokacija.

Lokacija	Y	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
IP1	0,084	0,148	0,157	0,017	0,054	0,009	< GD	0,007	0,001	0,006	0,002	0,004	< GD	0,004	0,001
IP2	0,118	0,073	0,077	0,011	0,039	0,008	< GD	0,013	0,001	0,010	0,002	0,007	< GD	0,006	0,002
IP3	0,094	0,083	0,087	0,012	0,035	0,007	< GD	0,010	0,001	0,008	0,002	0,007	< GD	0,006	0,002
KVO1	0,088	0,067	0,078	0,009	0,030	0,006	< GD	0,008	0,001	0,007	0,002	0,005	< GD	0,006	0,001
KVO2	0,107	0,079	0,085	0,011	0,050	0,010	0,002	0,008	0,002	0,009	0,002	0,006	0,001	0,005	0,001
KVO3	0,107	0,057	0,058	0,009	0,036	0,007	0,002	0,007	0,001	0,010	0,002	0,005	0,001	0,004	0,001
KVO4	0,096	0,061	0,073	0,009	0,038	0,008	0,002	0,007	0,002	0,008	0,002	0,006	< GD	0,005	0,002
KVO5	0,045	0,055	0,061	0,007	0,017	0,005	< GD	0,006	0,001	0,003	0,001	0,003	< GD	0,002	0,001
KVO6	0,061	0,071	0,076	0,009	0,027	0,005	< GD	0,005	0,001	0,003	0,001	0,004	< GD	0,003	0,001
KVO7	0,113	0,207	0,250	0,024	0,081	0,012	< GD	0,012	0,002	0,009	0,002	0,006	< GD	0,004	0,001
KVO8	0,043	0,075	0,103	0,009	0,031	0,006	0,001	0,005	0,002	0,005	0,001	0,002	< GD	0,004	0,002
KVO9	0,107	0,115	0,128	0,016	0,059	0,012	0,002	0,010	0,003	0,010	0,002	0,006	0,0003	0,006	0,002
ZA1	0,103	0,255	0,302	0,028	0,104	0,017	0,003	0,009	0,003	0,011	0,002	0,006	< GD	0,005	0,002
ZA2	0,078	0,069	0,075	0,010	0,040	0,008	0,002	0,007	0,001	0,007	0,001	0,004	0,001	0,003	0,000
ZA3	0,089	0,119	0,124	0,015	0,058	0,009	0,002	0,004	0,001	0,007	0,001	0,005	0,001	0,005	0,001
ZA4	0,123	0,115	0,166	0,016	0,066	0,014	0,003	0,010	0,002	0,011	0,002	0,007	0,001	0,006	0,001
ZA5	0,104	0,115	0,134	0,015	0,053	0,009	0,002	0,007	0,002	0,009	0,001	0,005	0,001	0,004	0,001
ZA6	0,074	0,129	0,155	0,018	0,073	0,011	0,002	0,006	0,001	0,007	0,001	0,004	0,0003	0,003	0,000
NM1	0,247	0,737	0,865	0,089	0,311	0,042	0,009	0,032	0,005	0,024	0,005	0,011	0,001	0,009	0,001
NM2	0,243	0,538	0,846	0,095	0,327	0,044	0,008	0,037	0,005	0,029	0,006	0,015	0,002	0,011	0,002
NM3	0,233	0,403	0,837	0,093	0,344	0,063	0,013	0,043	0,008	0,042	0,008	0,019	0,003	0,018	0,002
NM4	0,991	2,16	4,38	0,485	1,75	0,316	0,061	0,236	0,034	0,179	0,035	0,087	0,011	0,067	0,008
KO	0,074	0,033	0,033	0,005	0,022	0,004	0,001	0,002	0,001	0,004	0,001	0,004	0,001	0,004	0,0003
ŠA1	0,069	0,126	0,128	0,015	0,053	0,010	0,002	0,005	0,001	0,006	0,001	0,004	0,001	0,002	0,0003
ŠA2	0,078	0,170	0,177	0,019	0,065	0,011	0,002	0,008	0,002	0,008	0,002	0,004	0,001	0,004	0,001
ŠA3	0,084	0,188	0,216	0,025	0,093	0,013	0,003	0,010	0,002	0,007	0,001	0,004	0,001	0,004	0,0003
SA1	0,057	0,168	0,202	0,016	0,060	0,010	0,002	0,006	0,002	0,005	0,001	0,003	< GD	0,004	0,002
SA2	0,201	0,409	0,477	0,043	0,149	0,026	0,004	0,023	0,005	0,021	0,004	0,013	0,001	0,010	0,003

Prilog X. (nastavak)

Lokacija	Y	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
SA3	0,059	0,134	0,148	0,014	0,050	0,009	0,002	0,005	0,003	0,007	0,001	0,002	0,000	0,004	0,002
SA4	0,070	0,139	0,155	0,016	0,056	0,009	0,004	0,008	0,003	0,007	0,001	0,004	0,000	0,004	0,002
SA5	0,090	0,279	0,301	0,030	0,110	0,014	0,003	0,011	0,002	0,010	0,002	0,005	0,001	0,004	0,001
SA6	0,076	0,064	0,075	0,009	0,034	0,005	0,002	0,003	0,001	0,006	0,001	0,004	0,001	0,003	0,0003
SA7	0,169	0,195	0,203	0,023	0,090	0,015	0,003	0,012	0,002	0,012	0,003	0,009	0,001	0,007	0,001
SA8	0,076	0,228	0,237	0,023	0,072	0,012	0,003	0,008	0,003	0,008	0,002	0,004	< GD	0,004	0,002
BV	0,072	0,215	0,223	0,023	0,075	0,013	0,002	0,004	0,003	0,007	0,001	0,004	< GD	0,005	0,002
OSA1	0,076	0,143	0,168	0,019	0,076	0,012	0,002	0,007	0,002	0,007	0,002	0,004	< GD	0,005	0,002
OSA2	0,091	0,121	0,146	0,016	0,060	0,010	0,002	0,010	0,003	0,009	0,002	0,004	< GD	0,005	0,003
OSA3	0,043	0,023	0,022	0,003	0,012	0,002	0,001	0,001	0,0003	0,003	0,001	0,002	0,0003	0,001	0,000
OSA4	0,083	0,151	0,160	0,018	0,067	0,011	0,002	0,006	0,001	0,007	0,002	0,004	0,001	0,003	0,001
OSA5	0,051	0,131	0,153	0,013	0,045	0,007	0,002	0,002	0,001	0,005	0,001	0,003	0,0003	0,002	0,0003
OSA6	0,190	0,137	0,174	0,018	0,069	0,014	0,003	0,014	0,004	0,014	0,003	0,010	0,001	0,010	0,003
OSA7	0,060	0,032	0,032	0,004	0,022	0,003	0,001	0,002	0,001	0,005	0,001	0,004	0,001	0,003	0,0003
OSA8	0,081	0,043	0,042	0,006	0,028	0,006	0,001	0,004	0,001	0,007	0,002	0,005	0,001	0,004	0,001



**Prilog XI.** Maseni udjeli elemenata u tragovima i glavnih elemenata ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) u korijenju vrste *P.*

*oceanica*

Lokacija	Al	As	Ba	Bi	Cd	Co	Cr	Cs	Cu	Fe	K	Li	Mg
IP1	237	7,15	2,74	0,020	1,67	1,65	1,30	0,031	9,45	1038	8399	0,478	4431
IP2	162	3,97	3,23	0,010	1,44	1,80	0,936	0,022	11,5	466	10318	0,402	3336
IP3	351	2,55	3,70	0,008	1,58	0,775	1,16	0,043	12,1	552	21448	0,617	4685
KVO1	412	4,30	3,38	0,010	0,888	1,10	1,26	0,062	7,74	698	23226	0,918	4882
KVO2	206	3,22	3,28	0,007	1,12	1,14	1,07	0,021	12,1	465	13783	0,459	4530
KVO3	329	4,87	4,22	0,014	1,03	1,43	1,42	0,041	7,76	839	11768	0,630	4137
KVO4	56,0	1,48	0,927	0,004	0,500	0,592	0,301	0,009	3,76	184	3480	0,236	1338
KVO5	694	11,3	8,75	0,023	1,12	1,23	3,19	0,077	11,6	1875	7038	0,933	4549
KVO6	585	9,62	4,55	0,023	1,89	1,54	2,36	0,070	6,63	958	14713	1,10	5369
KVO7	525	17,2	5,90	0,027	1,26	1,80	3,66	0,065	9,04	2650	4249	0,837	4523
KVO8	574	9,05	4,19	0,024	1,48	1,04	3,21	0,085	9,89	1497	7004	1,40	3667
KVO9	235	2,96	2,74	0,011	0,751	0,831	1,07	0,035	5,10	526	8813	0,634	3031
ZA1	418	9,98	10,2	0,037	0,590	1,69	4,66	0,166	7,12	1989	4538	2,02	4433
ZA2	375	8,13	6,79	0,015	1,43	1,27	1,93	0,050	15,8	775	9249	0,678	4670
ZA3	288	7,59	4,23	0,016	1,23	1,84	1,75	0,037	13,4	763	9426	0,507	3703
ZA4	442	18,1	4,93	0,025	0,583	0,920	2,19	0,066	16,2	3770	6780	0,719	3348
ZA5	338	4,03	3,52	0,013	0,772	0,912	1,67	0,049	8,65	1051	7699	0,490	3721
ZA6	234	2,77	2,99	0,016	0,498	0,666	1,06	0,037	3,18	653	5004	0,410	2584
KO	420	5,45	4,58	0,015	0,671	1,27	2,58	0,055	8,74	713	8131	0,589	3799
ŠA1	362	4,06	2,90	0,011	0,700	0,744	1,54	0,052	7,53	1240	16708	0,559	4014
ŠA2	344	4,20	2,84	0,022	0,739	1,06	1,64	0,052	6,60	860	9132	0,516	3408
ŠA3	194	3,42	2,63	0,010	0,808	1,19	1,46	0,028	10,4	707	10609	0,408	3477
SA1	1719	15,7	10,8	0,041	0,622	1,37	6,30	0,309	10,9	4639	11644	2,60	4161
SA2	651	5,74	3,63	0,016	0,991	0,965	2,41	0,110	15,3	1095	10091	0,943	3348
SA3	2272	17,9	12,2	0,039	1,11	2,05	7,29	0,437	19,3	6667	36021	4,01	6879
SA5	796	18,3	5,75	0,035	0,682	0,993	3,13	0,148	18,7	4672	8652	1,06	3040
SA6	362	15,6	5,22	0,021	0,677	0,858	1,94	0,060	9,23	4899	17196	0,679	4074
SA7	229	18,9	5,38	0,021	0,245	0,703	1,28	0,045	11,4	5500	15369	0,480	3132
SA8	843	9,51	4,38	0,022	0,908	2,43	4,59	0,127	9,89	2601	6920	1,07	3203
BV	609	10,5	4,89	0,041	0,780	2,10	2,53	0,100	7,18	2568	5157	0,814	2792
OSA1	454	5,31	4,02	0,020	0,820	1,56	2,33	0,072	9,26	1246	11743	0,646	3065
OSA2	409	5,39	4,42	0,018	1,13	1,43	2,33	0,060	6,38	1145	8454	0,685	4150
OSA3	107	1,98	2,83	0,031	0,798	0,548	0,882	0,017	15,2	355	27893	0,418	4473
OSA4	346	4,90	2,83	0,012	1,01	1,07	2,06	0,048	12,9	1174	16282	0,572	4444
OSA5	469	6,02	7,61	0,021	1,01	1,15	2,11	0,070	20,7	1651	10169	0,865	3564
OSA6	449	0,728	2,68	0,007	0,101	0,116	1,36	0,059	8,96	331	19635	0,878	5270
OSA7	193	4,88	4,85	0,010	1,42	2,52	1,93	0,023	22,0	618	18326	0,437	4625
OSA8	185	3,62	2,03	0,011	1,33	3,61	1,47	0,026	14,2	402	26973	0,855	5904

**Prilog XI. (nastavak)**

<b>Lokacija</b>	<b>Mn</b>	<b>Mo</b>	<b>Ni</b>	<b>Pb</b>	<b>Rb</b>	<b>Sb</b>	<b>Sn</b>	<b>Sr</b>	<b>Ti</b>	<b>Tl</b>	<b>U</b>	<b>V</b>	<b>Zn</b>
IP1	29,2	4,61	9,57	3,34	3,86	0,337	0,144	80,7	13,9	0,027	2,42	5,57	42,7
IP2	46,7	2,45	12,3	2,77	4,42	0,139	0,083	82,4	8,84	0,007	0,810	5,18	39,8
IP3	18,6	2,04	22,8	1,65	10,2	0,118	0,089	81,7	35,0	0,008	0,650	4,33	36,3
KVO1	16,9	2,26	13,1	2,66	8,72	0,147	0,101	95,9	24,8	0,018	0,721	3,47	32,7
KVO2	20,6	2,37	10,6	3,79	5,53	0,204	0,173	118	10,3	0,009	0,808	4,59	28,9
KVO3	21,8	1,59	8,64	3,03	4,81	0,254	0,114	117	25,8	0,014	0,871	5,37	29,4
KVO4	10,9	0,962	5,85	1,57	2,06	0,086	0,050	26,8	2,90	0,004	0,312	1,59	14,2
KVO5	23,9	4,55	10,1	4,74	3,86	0,703	0,252	74,7	86,5	0,045	3,25	13,0	44,8
KVO6	27,8	7,11	11,3	4,60	6,77	0,804	0,158	267	33,9	0,029	2,21	10,9	58,2
KVO7	24,6	7,59	8,57	5,39	2,22	0,658	0,219	170	44,1	0,102	5,42	15,2	37,3
KVO8	14,4	5,42	6,85	7,31	3,76	0,522	0,165	75,2	47,3	0,068	2,83	10,3	32,1
KVO9	10,0	1,62	7,16	3,11	5,99	0,167	0,081	66,8	14,5	0,010	0,590	3,44	42,6
ZA1	101	5,91	6,87	8,13	4,45	0,338	0,161	138	72,0	0,028	3,81	14,0	25,7
ZA2	16,8	4,57	16,8	2,82	4,22	0,430	0,131	96,7	25,1	0,019	2,78	8,30	44,0
ZA3	14,7	4,14	12,2	3,40	4,22	0,488	0,156	70,1	15,6	0,028	2,66	7,19	47,2
ZA4	35,9	5,18	7,01	4,87	4,39	0,163	0,132	79,2	27,9	0,019	1,32	9,35	33,5
ZA5	23,9	2,56	10,8	2,84	4,82	0,213	0,180	63,5	21,9	0,012	0,743	5,31	19,7
ZA6	10,3	1,59	5,50	2,48	2,69	0,108	0,057	62,5	13,9	0,008	0,425	2,91	21,6
KO	19,9	3,28	10,4	3,33	4,10	0,429	0,091	161	23,0	0,027	2,31	6,89	33,0
ŠA1	26,2	1,75	10,6	2,42	7,64	0,122	0,084	73,5	20,1	0,011	0,654	3,41	19,0
ŠA2	45,1	1,87	8,15	3,51	5,12	0,156	0,100	75,0	19,6	0,018	0,725	4,23	23,5
ŠA3	20,6	2,19	12,2	2,58	5,20	0,191	0,084	66,1	11,0	0,010	0,932	4,53	27,2
SA1	28,0	3,52	8,52	10,6	8,60	0,238	0,190	99,4	117	0,044	1,96	15,3	43,2
SA2	28,6	5,69	8,29	3,31	7,06	0,178	0,338	58,1	43,5	0,014	1,36	6,91	37,3
SA3	69,8	3,30	13,3	9,54	20,6	0,172	0,401	156	174	0,047	0,701	10,5	104
SA5	26,7	5,27	9,65	6,08	7,22	0,187	0,216	69,5	48,7	0,028	1,94	7,04	44,6
SA6	33,4	2,57	7,92	5,15	7,74	0,167	0,118	69,3	19,1	0,016	0,675	6,59	31,2
SA7	21,5	1,42	3,49	3,54	9,34	0,092	0,193	66,2	12,9	0,008	0,336	3,96	38,6
SA8	34,9	1,65	7,12	3,57	4,52	0,239	0,075	55,1	51,1	0,029	0,526	6,04	37,0
BV	25,1	1,82	8,05	3,53	3,86	0,232	0,078	56,6	37,4	0,019	0,778	7,75	28,4
OSA1	51,9	1,47	10,7	4,23	6,51	0,275	0,092	57,7	31,9	0,020	0,592	7,39	31,7
OSA2	35,3	4,11	5,90	3,50	3,74	0,329	0,162	69,9	25,0	0,022	1,56	6,78	26,7
OSA3	14,0	1,32	10,6	2,54	11,8	0,072	0,085	69,6	6,17	0,006	0,335	1,94	28,3
OSA4	12,7	3,55	9,80	2,72	6,98	0,277	0,067	74,2	22,5	0,015	1,53	7,06	27,8
OSA5	18,3	3,10	8,46	4,96	5,74	0,127	0,219	68,5	32,2	0,017	0,585	4,50	32,8
OSA6	6,12	1,70	1,35	1,18	7,00	0,066	0,184	85,7	24,8	0,010	0,834	3,98	20,4
OSA7	41,3	4,44	15,0	2,90	6,32	0,308	0,094	95,5	10,6	0,013	2,22	5,85	40,0
OSA8	26,3	1,95	16,1	3,67	10,7	0,421	0,250	94,6	11,3	0,016	0,742	5,88	83,7

**Prilog XII.** Maseni udjeli elemenata u tragovima i glavnih elemenata ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) u rizomima vrste *P. oceanica*

Lokacija	Al	As	Ba	Bi	Cd	Co	Cr	Cs	Cu	Fe	K	Li	Mg
IP1	399	0,690	4,61	0,003	1,28	0,529	0,713	0,044	11,6	208	4113	1,06	6023
IP2	180	0,601	8,02	0,002	1,04	0,498	0,922	0,019	15,5	116	5268	0,647	4767
IP3	197	0,367	2,26	0,003	1,10	0,429	0,574	0,023	13,2	147	8161	0,647	4499
KVO1	309	1,61	4,51	0,005	0,756	0,521	0,958	0,044	5,63	200	5488	1,02	5855
KVO2	309	0,675	3,17	0,002	0,922	0,691	0,800	0,031	10,8	189	5947	0,846	5348
KVO3	321	0,466	3,85	0,003	1,06	0,401	0,787	0,039	10,2	187	6720	1,01	5917
KVO4	293	0,808	3,44	0,003	0,832	0,515	0,708	0,038	8,77	164	5330	0,900	5283
KVO5	1985	0,699	15,3	0,007	0,729	0,667	4,59	0,141	12,4	1073	5882	1,93	6474
KVO6	61,6	0,256	0,949	0,001	1,16	0,394	0,169	0,008	14,0	52,5	6440	0,476	4259
KVO7	275	0,865	2,67	0,003	0,881	0,606	1,12	0,031	6,59	167	6252	0,869	6628
KVO8	610	1,02	3,76	0,006	0,597	0,399	1,75	0,081	5,69	347	5219	1,47	5124
KVO9	107	0,308	1,75	0,001	0,473	0,252	0,321	0,015	4,88	76,4	9136	0,602	5484
ZA1	512	1,50	2,80	0,005	0,494	0,357	1,47	0,068	4,26	261	4650	1,15	5485
ZA2	376	1,19	4,01	0,004	0,768	0,701	1,10	0,053	9,70	211	4516	0,991	4959
ZA3	198	0,398	2,17	0,002	0,732	0,586	0,509	0,029	12,1	112	6653	0,913	5431
ZA4	347	0,387	1,94	0,003	0,578	0,420	1,54	0,046	18,2	196	7918	0,614	4718
ZA5	143	0,396	1,92	0,002	0,601	0,344	1,04	0,022	12,8	101	6169	0,423	4267
ZA6	235	0,410	2,81	0,008	0,467	0,343	0,877	0,034	4,86	139	4511	0,441	2949
KO	133	0,517	4,34	0,008	0,441	0,284	0,796	0,020	7,99	82,5	5687	0,284	3181
ŠA1	136	0,210	0,990	0,001	0,451	0,186	0,744	0,020	9,64	100	4790	0,267	2765
ŠA2	133	0,203	1,64	0,022	0,592	0,241	0,750	0,024	6,22	86,1	4762	0,312	3069
ŠA3	237	0,359	2,73	0,004	0,667	0,328	0,773	0,022	10,6	103	5574	0,352	3203
SA1	566	0,317	3,29	0,011	0,696	0,381	1,35	0,094	18,7	322	5707	0,887	4370
SA2	214	0,264	4,28	0,004	0,657	0,426	0,893	0,037	19,7	162	5131	0,360	3098
SA3	614	0,463	3,45	0,012	0,724	0,553	1,99	0,091	21,3	406	9043	0,874	5848
SA5	578	1,30	3,91	0,008	0,597	0,880	1,96	0,092	14,9	431	14177	0,832	4374
SA6	596	1,50	7,11	0,009	0,705	0,670	2,45	0,093	10,0	454	10245	0,888	5913
SA7	289	1,22	5,02	0,004	0,317	0,259	1,39	0,045	9,77	628	10345	0,535	5119
SA8	249	0,315	1,66	0,003	0,727	0,390	1,90	0,036	11,4	156	3824	0,412	3598
BV	200	0,299	1,51	0,002	0,770	0,553	1,28	0,037	8,55	146	4196	0,383	3827
OSA1	274	0,770	1,94	0,003	0,668	0,512	1,34	0,041	10,6	280	8153	0,447	4000
OSA2	154	0,793	3,19	0,006	0,821	0,434	1,81	0,056	7,25	120	6922	0,674	1706
OSA3	39,8	0,311	1,06	0,004	0,570	0,173	0,458	0,009	13,4	48,5	8603	0,212	3079
OSA4	327	0,449	3,30	0,005	0,588	0,285	1,61	0,043	11,4	209	8636	0,532	4215
OSA5	186	0,320	5,38	0,009	0,685	0,415	1,17	0,027	23,8	124	4917	0,350	3070
OSA6	211	0,375	2,97	0,005	0,381	0,159	1,54	0,031	14,2	152	7082	0,509	4189
OSA7	86,5	0,464	1,90	0,002	0,954	0,414	0,372	0,011	18,2	72,5	7631	0,609	5754
OSA8	117	0,818	1,85	0,001	1,20	0,608	0,613	0,015	16,8	88,0	4985	0,808	6693

**Prilog XII. (nastavak)**

<b>Lokacija</b>	<b>Mn</b>	<b>Mo</b>	<b>Ni</b>	<b>Pb</b>	<b>Rb</b>	<b>Sb</b>	<b>Sn</b>	<b>Sr</b>	<b>Ti</b>	<b>Tl</b>	<b>U</b>	<b>V</b>	<b>Zn</b>
IP1	11,4	1,21	59,9	0,412	2,60	0,020	0,053	125	33,0	0,009	0,342	1,16	133
IP2	9,42	1,15	72,0	0,283	2,20	0,019	0,047	88,3	23,9	0,004	0,225	0,768	75,9
IP3	8,18	0,950	55,1	0,283	3,82	0,011	0,088	77,3	10,8	0,004	0,153	0,723	64,0
KVO1	10,9	4,44	59,1	0,612	2,52	0,083	0,053	126	21,8	0,008	1,20	2,63	53,3
KVO2	12,4	1,89	60,8	0,401	2,61	0,027	0,051	109	35,2	0,006	0,379	1,35	59,5
KVO3	10,0	0,546	43,7	0,351	2,75	0,012	0,049	122	28,1	0,006	0,098	0,786	82,9
KVO4	11,8	1,84	46,3	0,390	2,19	0,028	0,045	128	20,9	0,007	0,413	1,33	49,9
KVO5	37,1	0,841	56,3	1,10	4,68	0,034	0,157	119	230	0,021	0,279	3,67	106
KVO6	6,06	0,459	65,2	0,110	2,95	0,006	0,031	68,2	3,46	0,002	0,033	0,255	79,1
KVO7	9,63	2,40	78,7	0,354	2,55	0,041	0,051	103	22,5	0,006	0,462	1,39	68,0
KVO8	10,7	1,49	40,2	0,802	2,61	0,030	0,079	122	48,3	0,011	0,239	1,85	49,5
KVO9	3,58	0,536	33,0	0,149	3,58	0,008	0,029	63,9	7,56	0,003	0,096	0,344	32,6
ZA1	8,77	3,67	26,0	0,912	2,36	0,081	0,071	113	32,2	0,009	0,968	3,53	32,8
ZA2	11,2	2,37	81,2	0,595	2,30	0,040	0,073	127	25,0	0,007	0,533	1,74	74,2
ZA3	7,21	1,19	78,7	0,254	2,75	0,013	0,038	90,3	12,7	0,004	0,205	0,655	79,2
ZA4	5,91	0,393	76,0	0,375	4,21	0,008	0,054	64,9	23,2	0,005	0,060	0,807	79,5
ZA5	5,82	0,472	65,9	0,246	2,45	0,004	0,042	78,0	10,8	0,002	0,037	0,389	79,4
ZA6	4,91	1,03	42,7	0,294	2,06	0,013	0,039	90,0	15,0	0,004	0,174	0,863	46,0
KO	6,38	0,720	32,5	0,226	2,86	0,016	0,038	68,8	7,86	0,003	0,135	0,688	41,7
ŠA1	3,91	0,392	32,4	0,159	2,55	0,005	0,035	57,5	7,84	0,002	0,052	0,381	35,9
ŠA2	5,46	0,411	47,7	0,433	2,49	0,006	0,058	58,6	7,60	0,002	0,033	0,392	45,4
ŠA3	5,72	0,631	59,7	0,891	2,55	0,013	0,049	71,4	7,84	0,002	0,101	0,695	45,9
SA1	7,94	0,557	77,5	0,508	3,74	0,009	0,091	69,3	36,9	0,009	0,060	1,19	77,3
SA2	5,52	1,01	94,9	0,688	2,56	0,009	0,051	63,2	12,9	0,003	0,074	0,538	78,8
SA3	9,65	0,562	127	0,666	5,34	0,013	0,095	78,9	39,7	0,009	0,087	1,52	156
SA5	15,0	5,53	99,3	1,00	5,96	0,100	0,112	90,3	31,9	0,016	1,41	3,90	116
SA6	22,0	1,99	55,9	0,944	4,78	0,055	0,122	131	37,2	0,011	0,498	3,14	70,5
SA7	8,15	1,41	18,1	0,729	5,44	0,066	0,451	97,8	18,5	0,007	0,246	1,47	51,8
SA8	7,85	0,800	79,2	0,221	2,84	0,011	0,042	67,8	15,9	0,004	0,102	0,737	55,8
BV	6,97	0,475	81,7	0,212	2,62	0,006	0,038	72,8	12,9	0,003	0,046	0,615	64,8
OSA1	12,0	0,917	80,2	0,510	4,12	0,024	0,067	76,2	19,0	0,005	0,174	1,25	70,2
OSA2	15,5	0,825	35,5	2,19	3,31	0,066	0,065	85,6	24,9	0,008	0,276	2,20	45,2
OSA3	2,73	0,448	19,3	0,135	3,99	0,006	0,047	52,8	2,37	0,001	0,058	0,193	33,8
OSA4	5,15	1,03	33,3	0,992	4,06	0,020	0,057	76,5	23,2	0,005	0,225	1,26	38,6
OSA5	4,55	0,641	75,7	0,264	2,58	0,009	0,046	74,6	13,1	0,004	0,089	0,577	68,8
OSA6	3,42	0,591	26,6	0,443	3,95	0,016	0,070	59,5	13,8	0,005	0,128	0,615	39,2
OSA7	7,43	0,759	61,5	0,176	3,12	0,010	0,039	84,1	4,95	0,003	0,102	0,377	69,6
OSA8	9,60	1,62	76,7	0,387	2,47	0,027	0,044	141	6,98	0,004	0,370	0,973	122

**Prilog XIII.** Maseni udjeli elemenata u tragovima i glavnih elemenata ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) u listovima vrste *P. oceanica*

Lokacija	Al	As	Ba	Bi	Cd	Co	Cr	Cs	Cu	Fe	K	Li	Mg
IP1	268	0,872	6,83	0,018	1,61	3,74	1,23	0,033	8,65	183	4544	0,635	8131
IP2	73,2	0,517	5,26	0,008	1,94	3,12	0,526	0,009	9,30	65,7	5330	0,327	6666
IP3	257	0,517	4,00	0,009	1,83	2,23	0,789	0,025	10,8	195	8512	0,683	6152
KVO1	145	0,802	6,04	0,008	0,979	1,69	0,666	0,022	7,52	120	5050	0,539	5107
KVO2	114	0,939	6,12	0,011	1,52	3,50	1,50	0,010	9,16	83,8	2873	0,272	5661
KVO3	112	0,560	2,87	0,009	1,37	2,27	0,790	0,014	8,13	92,0	6662	0,423	7215
KVO4	103	0,523	4,34	0,010	1,95	3,51	0,899	0,013	9,45	90,8	4830	0,377	5361
KVO5	254	0,611	6,88	0,010	1,29	2,75	0,818	0,016	9,21	134	3927	0,323	4656
KVO6	48,2	0,411	6,26	0,007	2,06	3,55	0,385	0,006	6,90	64,8	4087	0,222	5396
KVO7	86,9	0,690	4,48	0,006	1,37	1,85	0,828	0,011	9,11	91,7	7000	0,482	5302
KVO8	490	1,24	6,49	0,013	0,833	1,29	1,87	0,061	6,22	303	11321	1,08	5509
KVO9	53,9	0,435	4,52	0,006	1,33	2,19	0,517	0,006	4,97	77,7	2728	0,147	3648
ZA1	186	0,672	7,20	0,011	0,751	2,06	1,02	0,024	11,6	142	3146	0,526	4876
ZA2	170	0,788	7,93	0,010	1,45	2,87	0,798	0,023	8,80	113	2834	0,470	4621
ZA3	57,4	0,318	8,26	0,006	1,74	2,28	0,529	0,008	7,94	56,7	2991	0,193	3871
ZA4	78,1	0,361	3,81	0,014	0,860	1,73	0,766	0,016	7,56	81,1	4049	0,271	6982
ZA5	61,3	0,755	6,78	0,011	1,08	3,39	1,03	0,012	5,15	72,3	1753	0,214	7186
ZA6	49,1	0,346	5,15	0,009	0,997	1,88	0,800	0,013	4,05	50,7	4965	0,167	9031
KO	31,4	0,468	8,24	0,004	1,00	1,67	1,28	0,006	6,44	53,4	3831	0,094	5913
ŠA1	70,7	0,356	3,54	0,022	1,18	2,67	0,947	0,012	6,33	104	1633	0,168	7100
ŠA2	34,9	0,361	4,42	0,008	1,27	2,23	0,758	0,008	4,93	51,9	3025	0,168	7296
ŠA3	29,3	0,542	3,21	0,007	1,00	2,20	0,666	0,008	7,09	40,1	4138	0,228	6864
SA1	103	0,331	6,19	0,013	1,12	4,35	1,24	0,023	6,75	101	6233	0,226	6389
SA2	93,9	0,146	3,08	0,009	1,22	2,69	0,491	0,014	8,37	73,1	5887	0,228	8150
SA3	254	0,335	4,00	0,013	1,13	3,05	1,18	0,044	12,4	178	1894	0,443	7488
SA5	51,7	0,325	6,24	0,009	1,44	2,54	0,252	0,012	10,6	73,2	8533	0,563	8440
SA6	56,4	0,267	5,40	0,011	1,17	1,54	0,252	0,011	6,45	72,9	2397	0,152	7239
SA7	57,3	0,616	3,30	0,013	0,765	2,14	0,474	0,013	13,8	140	15796	0,278	7936
SA8	58,0	0,218	6,88	0,008	0,855	2,67	0,810	0,014	5,36	73,4	7197	0,145	6091
BV	106	0,230	5,83	0,012	0,781	1,50	1,09	0,018	4,67	76,8	8146	0,224	8973
OSA1	74,4	0,428	5,07	0,011	1,11	2,99	1,22	0,015	8,77	77,5	13518	0,288	7811
OSA2	67,0	0,443	7,55	0,008	1,00	1,94	0,861	0,009	3,44	57,3	2733	0,244	7810
OSA3	39,6	0,901	4,72	0,022	1,21	3,86	1,07	0,006	9,74	76,7	10226	0,183	9660
OSA4	55,8	0,398	4,10	0,007	0,926	2,77	3,05	0,011	7,05	73,8	1599	0,152	9393
OSA5	73,4	0,876	5,84	0,011	1,09	2,59	1,41	0,011	7,69	72,6	10498	0,208	8875
OSA6	148	1,41	5,40	0,022	0,964	4,54	1,96	0,023	17,7	212	5606	0,353	8554
OSA7	82,2	0,723	4,42	0,007	1,69	3,91	1,26	0,009	12,2	77,7	2499	0,411	6548
OSA8	58,1	0,799	4,45	0,010	1,96	3,81	0,788	0,008	13,8	79,9	5690	0,392	6330

**Prilog XIII. (nastavak)**

<b>Lokacija</b>	<b>Mn</b>	<b>Mo</b>	<b>Ni</b>	<b>Pb</b>	<b>Rb</b>	<b>Sb</b>	<b>Sn</b>	<b>Sr</b>	<b>Ti</b>	<b>Tl</b>	<b>U</b>	<b>V</b>	<b>Zn</b>
IP1	183	1,72	39,0	2,82	2,17	0,347	0,123	323	18,0	0,009	0,614	17,8	64,9
IP2	162	1,57	35,8	1,96	2,31	0,220	0,093	159	3,67	0,008	0,374	15,1	70,3
IP3	113	1,73	32,1	1,97	4,01	0,169	0,105	279	25,3	0,011	0,542	4,15	64,6
KVO1	80,5	2,14	23,7	2,21	2,86	0,276	0,090	154	9,20	0,007	0,656	4,94	101
KVO2	167	3,83	40,4	3,65	1,16	0,384	0,155	202	6,53	0,009	1,423	17,4	65,3
KVO3	115	2,13	31,7	2,06	2,44	0,237	0,083	190	6,06	0,008	0,669	10,8	40,9
KVO4	197	2,15	52,6	2,57	2,01	0,231	0,094	154	6,24	0,007	0,474	7,29	64,9
KVO5	121	1,94	32,3	1,93	1,78	0,270	0,088	155	12,3	0,006	0,386	8,14	68,3
KVO6	173	1,40	42,3	1,89	1,50	0,308	0,075	163	2,58	0,006	0,276	8,44	79,6
KVO7	105	3,43	36,4	1,46	2,39	0,180	0,111	148	8,05	0,005	0,475	8,19	71,6
KVO8	78,1	1,22	20,4	4,43	4,38	0,233	0,145	262	40,0	0,011	0,912	7,62	68,6
KVO9	109	2,59	26,7	2,65	1,03	0,332	0,083	145	3,40	0,004	0,604	7,03	119
ZA1	100	2,62	20,1	3,28	1,36	0,375	0,098	178	10,4	0,007	1,48	10,4	94,4
ZA2	132	2,09	37,7	3,11	1,89	0,239	0,118	167	10,9	0,006	0,569	8,84	93,9
ZA3	116	2,57	36,5	3,30	1,05	0,206	0,087	143	3,35	0,004	0,364	6,09	162
ZA4	85,3	1,60	23,3	1,48	1,58	0,185	0,042	167	4,33	0,005	0,188	2,20	52,4
ZA5	159	1,42	41,2	1,35	1,02	0,333	0,044	183	3,95	0,005	0,178	3,83	68,3
ZA6	93,2	1,90	29,7	1,29	0,790	0,240	0,003	181	2,65	0,003	0,277	2,41	23,7
KO	92,6	2,08	26,4	1,83	0,707	0,197	0,045	155	2,03	0,003	0,205	2,64	73,7
ŠA1	123	1,80	31,9	1,32	1,10	0,306	0,038	145	3,23	0,007	0,164	2,54	43,9
ŠA2	136	1,72	31,9	1,25	1,18	0,270	0,031	153	2,36	0,006	0,185	4,28	34,1
ŠA3	94,5	1,33	30,5	1,79	1,91	0,198	0,041	157	1,64	0,004	0,146	1,93	52,9
SA1	161	2,45	35,4	2,35	0,681	0,462	0,054	188	5,07	0,007	0,479	5,09	112
SA2	128	1,49	39,6	2,26	0,978	0,222	0,058	162	3,17	0,003	0,146	2,16	47,9
SA3	145	1,75	36,1	2,57	1,05	0,222	0,123	161	10,8	0,007	0,191	5,23	69,8
SA5	65,0	1,03	28,5	1,32	7,36	0,177	0,067	115	3,08	0,005	0,073	1,00	76,4
SA6	86,3	1,21	19,6	1,51	0,936	0,190	0,022	155	2,79	0,005	0,187	8,32	35,7
SA7	66,1	1,24	27,4	2,27	1,68	0,250	0,074	149	2,96	0,004	0,222	4,49	56,0
SA8	138	1,45	29,2	1,68	0,643	0,344	0,003	169	2,84	0,003	0,192	2,58	53,6
BV	99,5	1,34	23,0	0,975	0,848	0,159	0,013	140	5,08	0,003	0,146	2,41	23,5
OSA1	156	1,17	48,1	1,53	1,46	0,176	0,140	151	3,33	0,004	0,273	3,41	35,5
OSA2	136	1,98	24,5	1,21	0,625	0,267	0,017	207	3,21	0,004	0,297	7,47	24,9
OSA3	183	1,81	50,3	2,07	1,68	0,249	0,025	173	2,64	0,005	0,182	3,04	38,6
OSA4	118	1,91	40,4	0,990	0,927	0,244	0,041	164	2,79	0,004	0,402	5,61	29,6
OSA5	125	1,31	36,6	1,20	1,22	0,178	0,028	148	3,12	0,005	0,135	3,81	44,7
OSA6	203	2,63	43,3	4,23	1,34	0,203	0,079	188	8,39	0,005	0,339	15,0	65,7
OSA7	137	3,04	42,9	1,80	2,48	0,222	0,078	200	4,32	0,008	0,706	3,55	45,3
OSA8	170	2,40	42,2	4,46	2,70	0,194	0,208	158	3,50	0,008	0,283	5,74	61,1

**Prilog XIV.** Maseni udjeli elemenata u tragovima i glavnih elemenata ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) u epifitima koji rastu na listovima vrste *P. oceanica*

Lokacija	Al	As	Ba	Bi	Cd	Co	Cr	Cs	Cu	Fe	K	Li	Mg
IP1	442	1,73	12,4	0,016	1,43	3,25	1,58	0,058	7,72	270	4446	0,925	7575
IP2	340	4,99	29,5	0,027	1,43	2,56	1,64	0,048	7,89	239	2207	0,677	5331
IP3	2114	10,9	52,2	0,066	0,689	2,14	5,93	0,286	8,98	1459	1958	3,35	5979
KVO1	537	1,88	14,9	0,018	0,848	1,85	1,62	0,082	7,45	345	5505	1,14	5503
KVO2	518	6,82	46,1	0,032	1,02	3,54	2,53	0,065	9,86	374	1106	0,811	4852
KVO3	375	1,90	10,3	0,019	1,16	3,14	1,39	0,040	8,50	209	3571	0,573	6261
KVO4	160	0,855	5,42	0,013	1,70	2,94	1,00	0,021	8,37	134	4990	0,477	4671
KVO5	963	4,71	24,0	0,038	0,957	2,83	4,11	0,114	9,54	1009	571	1,30	5173
KVO6	518	4,79	16,3	0,021	1,65	2,41	1,61	0,076	6,99	409	2716	1,08	5353
KVO7	591	4,25	12,1	0,028	1,37	2,93	3,17	0,086	9,59	754	1255	0,926	5000
KVO8	1246	3,23	14,7	0,033	0,780	2,28	5,33	0,201	6,87	953	2689	2,64	4895
KVO9	2410	9,30	27,1	0,054	0,488	1,95	7,79	0,371	10,4	1574	1297	4,02	4712
ZA1	735	2,17	18,0	0,019	0,676	2,02	2,66	0,111	13,2	451	2478	1,29	4836
ZA2	5474	8,31	37,7	0,076	0,925	3,04	15,1	0,798	11,5	3047	2122	8,53	7339
ZA3	2741	5,50	26,7	0,050	0,909	2,83	8,56	0,415	10,8	1621	1486	4,52	5386
ZA4	7755	7,14	53,1	0,100	0,199	1,89	26,9	1,64	6,36	4961	13822	16,5	8465
ZA5	2605	5,24	24,8	0,043	0,326	4,00	8,49	0,456	9,90	1535	20578	4,79	8013
ZA6	3661	4,40	25,7	0,047	0,290	2,12	12,4	0,604	6,13	2023	10670	6,27	7714
KO	1003	4,87	20,4	0,027	0,404	2,22	4,72	0,175	9,18	852	22190	2,02	6898
ŠA1	4940	6,61	31,7	0,056	0,357	2,41	14,8	0,836	8,54	2639	25764	8,90	9563
ŠA2	5045	6,76	40,8	0,086	0,537	2,35	17,4	0,920	7,05	2894	3037	9,67	13118
ŠA3	2646	5,94	28,2	0,045	0,274	3,45	10,5	0,442	11,7	1673	15924	4,55	6700
SA1	8621	6,76	48,7	0,081	0,535	3,04	16,1	1,45	10,6	3774	25902	12,8	10793
SA2	9140	5,64	49,9	0,081	0,331	2,35	22,5	1,80	8,06	4438	26868	15,4	6945
SA3	8024	7,37	45,3	0,102	2,14	2,83	20,3	1,60	10,7	4098	23066	13,3	7440
SA8	3615	4,34	24,8	0,056	0,413	2,60	15,2	0,697	9,18	2163	13232	6,24	7025
BV	7222	9,72	41,1	0,084	0,422	3,67	23,5	1,34	9,06	4105	14647	11,8	11243
OSA1	2747	4,71	28,7	0,055	0,566	2,89	10,7	0,557	7,99	1783	33657	5,13	15006
OSA2	2662	5,82	23,6	0,042	0,379	2,44	11,4	0,518	6,72	1713	20391	5,15	11063
OSA3	964	6,04	25,1	0,060	0,529	1,36	4,99	0,139	6,99	613	15177	2,27	18764
OSA4	1154	4,32	17,4	0,026	0,343	2,30	6,84	0,198	8,65	774	28302	2,38	9464
OSA5	5390	14,9	40,8	0,084	0,469	2,27	16,4	0,898	8,30	2978	10737	10,7	14287
OSA7	383	3,36	18,4	0,024	1,71	3,86	2,50	0,046	12,2	307	4287	0,925	7341
OSA8	1322	7,76	62,9	0,066	0,985	3,42	6,37	0,176	12,1	999	1944	2,67	8789

**Prilog XIV. (nastavak)**

	<b>Mn</b>	<b>Mo</b>	<b>Ni</b>	<b>Pb</b>	<b>Rb</b>	<b>Sb</b>	<b>Sn</b>	<b>Sr</b>	<b>Ti</b>	<b>Tl</b>	<b>U</b>	<b>V</b>	<b>Zn</b>
IP1	170	1,60	33,2	3,32	2,26	0,324	0,165	385	26,1	0,012	0,751	17,6	80,3
IP2	112	1,27	22,9	5,24	1,83	0,161	0,229	666	22,0	0,013	0,448	15,9	123
IP3	122	0,870	11,2	13,3	5,01	0,090	0,440	1038	149	0,047	0,631	16,9	249
KVO1	81,9	1,99	21,0	3,81	2,75	0,257	0,132	241	34,4	0,013	0,644	8,57	74,0
KVO2	143	3,10	22,0	14,4	1,45	0,355	0,500	700	40,0	0,015	0,830	24,3	156
KVO3	141	2,00	32,0	5,20	1,74	0,294	0,124	276	17,3	0,012	0,800	13,2	58,0
KVO4	178	1,83	41,6	3,52	1,85	0,205	0,129	163	9,5	0,008	0,438	8,24	78,8
KVO5	165	1,78	24,7	7,98	2,56	0,308	0,461	304	105	0,024	0,598	21,0	132
KVO6	132	2,57	26,1	4,66	1,79	0,308	0,173	471	32,9	0,018	0,731	14,7	116
KVO7	173	4,93	39,8	6,14	1,61	0,285	0,236	258	41,1	0,021	0,792	18,8	99,9
KVO8	115	2,02	24,6	9,38	3,25	0,344	0,252	312	114	0,031	1,25	15,9	116
KVO9	127	3,28	17,2	13,2	4,90	0,139	0,536	549	157	0,050	0,543	24,7	281
ZA1	91,8	2,07	17,5	5,28	2,02	0,307	0,171	333	47,8	0,015	1,16	11,8	114
ZA2	167	4,21	19,7	18,9	10,7	0,227	0,957	1267	354	0,096	1,53	25,6	208
ZA3	163	3,25	19,1	15,6	5,79	0,177	0,783	765	183	0,054	1,01	20,2	263
ZA4	127	0,571	13,9	17,2	21,3	0,140	0,958	4151	596	0,196	4,01	23,9	39,6
ZA5	129	0,764	14,0	7,17	6,95	0,070	0,222	1007	167	0,056	0,771	14,5	39,1
ZA6	152	0,793	10,8	9,33	8,42	0,092	0,264	1815	224	0,076	1,50	15,9	37,3
KO	119	5,06	10,8	9,15	3,19	0,089	0,136	714	64,1	0,028	0,719	15,2	129
ŠA1	161	0,939	12,7	11,4	11,3	0,116	0,499	1151	299	0,109	1,05	24,2	68,1
ŠA2	221	0,783	13,5	22,9	11,7	0,141	0,617	1942	319	0,122	1,50	23,1	59,6
ŠA3	209	1,26	12,0	14,5	6,29	0,114	0,312	675	161	0,053	0,690	20,4	34,0
SA1	207	1,49	14,1	18,9	17,0	0,173	0,620	2093	433	0,161	1,97	20,7	89,0
SA2	196	1,16	12,8	13,6	20,6	0,123	0,877	3982	478	0,165	3,88	33,9	40,3
SA3	274	2,03	14,3	18,5	18,2	0,153	0,795	3231	433	0,163	3,45	26,0	59,3
SA8	184	1,05	12,1	11,0	9,21	0,088	0,219	1013	212	0,065	0,976	15,4	100
BV	378	1,31	29,9	24,5	15,9	0,198	1,79	1658	372	0,129	1,53	27,1	90,7
OSA1	297	1,82	11,2	13,6	7,65	0,095	0,231	1129	170	0,059	0,819	14,9	39,0
OSA2	218	2,31	10,9	10,7	6,93	0,094	0,422	1060	169	0,061	0,797	13,1	43,8
OSA3	94,1	0,579	7,4	8,52	2,82	0,081	0,214	1356	59,2	0,029	0,660	7,48	41,7
OSA4	125	0,895	8,6	6,89	3,76	0,071	0,114	547	95,8	0,029	0,560	16,6	56,3
OSA5	246	1,38	12,5	18,5	10,3	0,137	0,819	1401	322	0,129	1,24	20,7	54,5
OSA7	168	3,37	35,1	7,60	2,41	0,195	0,212	488	25,0	0,019	0,662	5,78	75,0
OSA8	195	4,79	18,8	11,2	3,19	0,261	0,773	1241	93,4	0,044	0,756	13,3	158



**Prilog XV.** Maseni udjeli elemenata u tragovima i glavnih elemenata ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) u korijenju, rizomima i listovima vrste *C. nodosa*

Organ	Lokacija	Al	As	Ba	Bi	Cd	Co	Cr	Cs	Cu	Fe	K	Li	Mg
korijenje	NM1	706	0,775	3,17	0,007	0,259	0,243	2,13	0,112	0,867	663	28026	1,45	8202
	NM2	425	1,26	1,72	0,005	0,193	0,267	1,70	0,064	0,717	580	23468	1,13	8540
	SA4	472	1,94	3,13	0,009	0,094	0,168	2,09	0,071	11,6	383	17440	0,893	7846
	OSA6	251	3,50	2,61	0,009	0,427	0,305	1,11	0,037	9,07	768	19184	0,637	3702
		<b>Mn</b>	<b>Mo</b>	<b>Ni</b>	<b>Pb</b>	<b>Rb</b>	<b>Sb</b>	<b>Sn</b>	<b>Sr</b>	<b>Ti</b>	<b>Tl</b>	<b>U</b>	<b>V</b>	<b>Zn</b>
	NM1	14,1	1,82	1,03	1,18	9,10	0,045	0,083	169	46,9	0,017	0,543	5,11	13,5
	NM2	13,2	1,64	0,875	0,858	8,57	0,075	0,069	114	29,2	0,010	0,542	4,22	12,3
	SA4	7,55	6,54	1,11	2,10	6,45	0,067	1,23	132	27,9	0,010	0,919	7,32	30,2
	OSA6	8,34	1,89	6,80	2,93	9,14	0,153	0,123	66,6	16,5	0,008	0,747	3,15	27,1
		<b>Al</b>	<b>As</b>	<b>Ba</b>	<b>Bi</b>	<b>Cd</b>	<b>Co</b>	<b>Cr</b>	<b>Cs</b>	<b>Cu</b>	<b>Fe</b>	<b>K</b>	<b>Li</b>	<b>Mg</b>
rizomi	NM1	164	1,18	1,55	0,003	0,208	0,139	1,01	0,045	0,796	446	12860	0,715	2833
	NM2	151	0,961	2,69	0,002	0,209	0,150	2,16	0,020	0,870	158	10806	0,689	2798
	SA4	232	0,848	2,68	0,003	0,045	0,085	0,761	0,034	5,246	181	11270	0,439	5616
	OSA6	184	0,732	1,77	0,003	0,069	0,081	0,821	0,024	6,773	224	14830	0,408	5525
		<b>Mn</b>	<b>Mo</b>	<b>Ni</b>	<b>Pb</b>	<b>Rb</b>	<b>Sb</b>	<b>Sn</b>	<b>Sr</b>	<b>Ti</b>	<b>Tl</b>	<b>U</b>	<b>V</b>	<b>Zn</b>
	NM1	15,7	0,947	0,828	0,656	4,76	0,022	0,058	122	17,2	0,009	0,199	1,46	16,4
	NM2	17,2	0,767	2,04	0,542	4,22	0,023	0,055	131	13,9	0,004	0,195	1,22	15,8
	SA4	7,74	1,33	0,594	0,724	3,92	0,024	0,295	131	7,68	0,005	0,243	1,07	21,5
	OSA6	7,17	0,754	1,03	0,504	4,57	0,025	0,095	92,9	10,5	0,005	0,240	0,985	23,7
		<b>Al</b>	<b>As</b>	<b>Ba</b>	<b>Bi</b>	<b>Cd</b>	<b>Co</b>	<b>Cr</b>	<b>Cs</b>	<b>Cu</b>	<b>Fe</b>	<b>K</b>	<b>Li</b>	<b>Mg</b>
listovi	NM1	341	0,408	2,01	0,006	0,472	0,478	1,54	0,059	2,52	264	14391	0,647	7926
	NM2	103	0,383	1,30	0,004	0,525	0,460	0,441	0,016	2,74	101	6936	0,235	7792
	SA4	419	0,738	3,94	0,015	0,159	0,743	1,83	0,073	19,3	319	5274	0,778	7101
	OSA6	94,1	0,609	2,98	0,011	0,325	0,510	0,849	0,015	8,11	120	6328	0,230	7078
		<b>Mn</b>	<b>Mo</b>	<b>Ni</b>	<b>Pb</b>	<b>Rb</b>	<b>Sb</b>	<b>Sn</b>	<b>Sr</b>	<b>Ti</b>	<b>Tl</b>	<b>U</b>	<b>V</b>	<b>Zn</b>
	NM1	179	3,01	1,26	1,32	2,14	0,137	0,048	131	16,1	0,008	0,519	1,89	32,96
	NM2	154	2,78	2,41	0,546	0,829	0,127	0,030	128	4,59	0,003	0,553	1,25	11,42
	SA4	55,9	4,63	2,96	3,54	1,75	0,187	0,354	168	20,1	0,009	1,96	6,04	70,52
	OSA6	53,6	2,42	2,70	1,920	1,41	0,120	0,033	131	4,29	0,005	0,845	6,53	25,52

**Prilog XVI.** Maseni udjeli elemenata u tragovima i glavnih elemenata ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) u korijenju, rizomima i listovima vrste *Z. noltei*

<b>Organ</b>	<b>Lokacija</b>	<b>Al</b>	<b>As</b>	<b>Ba</b>	<b>Bi</b>	<b>Cd</b>	<b>Co</b>	<b>Cr</b>	<b>Cs</b>	<b>Cu</b>	<b>Fe</b>	<b>K</b>	<b>Li</b>	<b>Mg</b>
korijenje	NM3	2649	3,13	13,2	0,027	0,383	1,22	12,6	0,402	3,18	3501	2482	3,09	8343
	NM4	3389	7,23	14,9	0,064	0,291	2,05	11,3	0,526	14,3	10821	2533	3,97	8324
		<b>Mn</b>	<b>Mo</b>	<b>Ni</b>	<b>Pb</b>	<b>Rb</b>	<b>Sb</b>	<b>Sn</b>	<b>Sr</b>	<b>Ti</b>	<b>Tl</b>	<b>U</b>	<b>V</b>	<b>Zn</b>
	NM3	218	1,80	3,76	4,06	6,16	0,142	0,213	234	187	0,062	1,62	12,8	36,5
	NM4	320	3,75	5,79	11,8	7,67	0,313	0,390	282	230	0,085	1,31	24,9	51,7
		<b>Al</b>	<b>As</b>	<b>Ba</b>	<b>Bi</b>	<b>Cd</b>	<b>Co</b>	<b>Cr</b>	<b>Cs</b>	<b>Cu</b>	<b>Fe</b>	<b>K</b>	<b>Li</b>	<b>Mg</b>
rizomi	NM3	136	0,328	1,78	0,002	0,189	0,278	0,544	0,017	0,909	365	1459	0,240	6078
	NM4	911	2,80	5,60	0,012	0,238	0,625	4,00	0,128	4,86	4694	2788	1,14	7365
		<b>Mn</b>	<b>Mo</b>	<b>Ni</b>	<b>Pb</b>	<b>Rb</b>	<b>Sb</b>	<b>Sn</b>	<b>Sr</b>	<b>Ti</b>	<b>Tl</b>	<b>U</b>	<b>V</b>	<b>Zn</b>
	NM3	90,9	1,27	0,633	0,238	0,871	0,013	0,056	194	8,94	0,004	0,184	0,842	13,5
	NM4	79,2	3,26	1,95	1,73	2,71	0,062	0,166	247	76,8	0,018	0,792	5,97	34,9
		<b>Al</b>	<b>As</b>	<b>Ba</b>	<b>Bi</b>	<b>Cd</b>	<b>Co</b>	<b>Cr</b>	<b>Cs</b>	<b>Cu</b>	<b>Fe</b>	<b>K</b>	<b>Li</b>	<b>Mg</b>
listovi	NM3	375	0,421	3,62	0,009	0,620	1,79	3,58	0,053	3,95	359	6916	0,622	9653
	NM4	337	0,462	3,36	0,010	0,480	1,41	1,60	0,049	7,14	508	18585	0,575	8948
		<b>Mn</b>	<b>Mo</b>	<b>Ni</b>	<b>Pb</b>	<b>Rb</b>	<b>Sb</b>	<b>Sn</b>	<b>Sr</b>	<b>Ti</b>	<b>Tl</b>	<b>U</b>	<b>V</b>	<b>Zn</b>
	NM3	757	4,84	2,28	1,07	1,78	0,243	0,230	216	20,3	0,008	0,496	2,94	22,5
	NM4	397	4,38	3,05	1,53	1,65	0,193	0,107	238	19,5	0,007	0,665	4,49	47,2
		<b>Al</b>	<b>As</b>	<b>Ba</b>	<b>Bi</b>	<b>Cd</b>	<b>Co</b>	<b>Cr</b>	<b>Cs</b>	<b>Cu</b>	<b>Fe</b>	<b>K</b>	<b>Li</b>	<b>Mg</b>

**Prilog XVII.** Maseni udjeli elemenata u rijetkih zemalja ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) u korijenju vrste *P. oceanica*

Lokacija	Y	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
IP1	0,395	0,200	0,343	0,046	0,182	0,044	0,009	0,062	0,006	0,048	0,010	0,031	0,004	0,029	0,004
IP2	0,431	0,234	0,414	0,058	0,237	0,060	0,012	0,081	0,008	0,061	0,012	0,035	0,005	0,029	0,004
IP3	0,408	0,238	0,426	0,056	0,227	0,061	0,013	0,070	0,008	0,062	0,013	0,035	0,005	0,031	0,004
KVO1	0,543	0,369	0,665	0,088	0,338	0,074	0,018	0,095	0,010	0,077	0,016	0,043	0,006	0,034	0,005
KVO2	0,527	0,252	0,408	0,057	0,227	0,052	0,013	0,076	0,008	0,066	0,013	0,039	0,005	0,037	0,005
KVO3	0,591	0,345	0,585	0,079	0,320	0,076	0,017	0,106	0,011	0,078	0,017	0,045	0,006	0,039	0,005
KVO4	0,241	0,112	0,197	0,024	0,103	0,026	0,005	0,050	0,004	0,031	0,007	0,018	0,003	0,019	0,002
KVO5	1,05	0,890	1,81	0,230	0,888	0,208	0,036	0,214	0,024	0,165	0,033	0,089	0,012	0,079	0,010
KVO6	0,8	0,523	0,952	0,123	0,479	0,101	0,024	0,131	0,015	0,105	0,024	0,058	0,008	0,053	0,008
KVO7	1,84	0,836	1,69	0,216	0,860	0,209	0,047	0,272	0,032	0,243	0,051	0,149	0,019	0,128	0,017
KVO8	1,22	0,563	1,14	0,143	0,566	0,140	0,030	0,194	0,021	0,163	0,033	0,094	0,013	0,087	0,011
KVO9	0,437	0,243	0,435	0,060	0,232	0,054	0,011	0,081	0,008	0,059	0,012	0,036	0,005	0,030	0,004
ZA1	1,46	1,09	2,25	0,272	1,05	0,235	0,048	0,233	0,031	0,212	0,046	0,113	0,016	0,103	0,013
ZA2	0,669	0,330	0,570	0,081	0,326	0,076	0,015	0,107	0,011	0,086	0,018	0,050	0,007	0,047	0,006
ZA3	0,584	0,265	0,459	0,063	0,242	0,061	0,012	0,083	0,008	0,069	0,015	0,040	0,006	0,041	0,006
ZA4	0,860	0,669	1,37	0,165	0,632	0,157	0,028	0,156	0,023	0,138	0,029	0,074	0,010	0,063	0,010
ZA5	0,429	0,284	0,529	0,071	0,212	0,057	0,008	0,054	0,009	0,070	0,013	0,037	0,005	0,034	0,006
ZA6	0,304	0,239	0,414	0,058	0,164	0,048	0,004	0,049	0,008	0,058	0,010	0,022	0,003	0,018	0,005
KO	0,983	0,548	0,842	0,136	0,524	0,132	0,023	0,131	0,021	0,140	0,027	0,074	0,011	0,072	0,012
ŠA1	0,480	0,348	0,593	0,084	0,293	0,070	0,011	0,072	0,011	0,080	0,015	0,038	0,006	0,034	0,007
ŠA2	0,475	0,283	0,497	0,073	0,233	0,074	0,010	0,063	0,012	0,079	0,015	0,036	0,006	0,035	0,008
ŠA3	0,425	0,190	0,308	0,047	0,141	0,047	0,005	0,049	0,009	0,066	0,012	0,029	0,005	0,028	0,008
SA1	1,63	1,55	3,01	0,366	1,52	0,343	0,080	0,318	0,057	0,299	0,063	0,158	0,029	0,152	0,021
SA2	0,783	0,504	0,959	0,111	0,526	0,117	0,036	0,145	0,026	0,136	0,029	0,075	0,017	0,072	0,009
SA3	2,28	2,51	4,78	0,594	2,40	0,576	0,123	0,555	0,082	0,461	0,090	0,226	0,039	0,206	0,029
SA5	0,749	0,636	1,19	0,147	0,667	0,136	0,037	0,157	0,026	0,133	0,028	0,075	0,018	0,077	0,009
SA6	0,624	0,429	0,765	0,103	0,446	0,100	0,031	0,113	0,024	0,110	0,027	0,060	0,016	0,062	0,008
SA7	0,630	0,407	0,764	0,087	0,401	0,086	0,030	0,084	0,022	0,099	0,024	0,055	0,016	0,059	0,006

**Prilog XVII. (nastavak)**

<b>Lokacija</b>	<b>Y</b>	<b>La</b>	<b>Ce</b>	<b>Pr</b>	<b>Nd</b>	<b>Sm</b>	<b>Eu</b>	<b>Gd</b>	<b>Tb</b>	<b>Dy</b>	<b>Ho</b>	<b>Er</b>	<b>Tm</b>	<b>Yb</b>	<b>Lu</b>
SA8	0,709	0,634	1,20	0,143	0,639	0,135	0,038	0,138	0,025	0,124	0,029	0,066	0,016	0,069	0,008
BV	0,759	0,543	0,997	0,124	0,554	0,122	0,038	0,149	0,025	0,130	0,029	0,068	0,016	0,072	0,010
OSA1	0,576	0,402	0,743	0,100	0,480	0,097	0,030	0,102	0,022	0,112	0,024	0,059	0,016	0,067	0,007
OSA2	0,859	0,355	0,682	0,082	0,397	0,090	0,029	0,116	0,024	0,128	0,029	0,078	0,018	0,075	0,010
OSA3	0,160	0,114	0,165	0,022	0,023	0,018	< SD	0,014	0,004	0,031	0,005	0,010	0,002	0,010	0,004
OSA4	0,570	0,303	0,530	0,077	0,228	0,072	0,007	0,073	0,013	0,088	0,016	0,050	0,006	0,038	0,008
OSA5	0,576	0,425	0,813	0,106	0,377	0,099	0,016	0,103	0,015	0,101	0,019	0,048	0,006	0,042	0,007
OSA6	0,251	0,266	0,460	0,065	0,162	0,045	0,002	0,034	0,007	0,049	0,008	0,020	0,003	0,020	0,005
OSA7	0,444	0,181	0,289	0,042	0,170	0,045	0,010	0,071	0,007	0,053	0,012	0,036	0,005	0,032	0,004
OSA8	0,324	0,164	0,259	0,036	0,138	0,030	0,007	0,054	0,005	0,040	0,008	0,026	0,003	0,025	0,003

**Prilog XVIII.** Maseni udjeli elemenata u rijetkih zemalja ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) u rizomima vrste *P. oceanica*

Lokacija	Y	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
IP1	0,303	0,472	0,986	0,120	0,457	0,083	0,015	0,088	0,010	0,056	0,011	0,029	0,004	0,025	0,003
IP2	0,135	0,160	0,304	0,039	0,152	0,032	0,008	0,042	0,003	0,024	0,004	0,012	0,002	0,012	0,001
IP3	0,151	0,579	1,16	0,131	0,447	0,063	0,006	0,055	0,005	0,027	0,005	0,014	0,002	0,015	0,002
KVO1	0,283	0,225	0,406	0,053	0,206	0,048	0,010	0,059	0,006	0,043	0,008	0,022	0,003	0,024	0,003
KVO2	0,257	0,217	0,383	0,053	0,206	0,047	0,009	0,062	0,006	0,037	0,008	0,022	0,003	0,020	0,002
KVO3	0,259	0,240	0,425	0,058	0,231	0,053	0,012	0,065	0,007	0,039	0,008	0,023	0,003	0,019	0,002
KVO4	0,184	0,186	0,342	0,043	0,170	0,034	0,008	0,046	0,005	0,028	0,006	0,015	0,002	0,016	0,002
KVO5	1,29	1,89	3,99	0,501	1,897	0,409	0,072	0,337	0,046	0,256	0,049	0,130	0,019	0,126	0,017
KVO6	0,037	0,033	0,063	0,007	0,031	0,006	0,002	0,022	0,001	0,006	0,001	0,003	0,000	0,005	0,000
KVO7	0,155	0,160	0,321	0,039	0,160	0,037	0,007	0,047	0,005	0,025	0,005	0,015	0,002	0,014	0,002
KVO8	0,394	0,478	0,947	0,118	0,455	0,101	0,019	0,111	0,012	0,064	0,013	0,035	0,004	0,036	0,005
KVO9	0,087	0,089	0,161	0,023	0,089	0,017	0,004	0,032	0,003	0,014	0,003	0,007	0,001	0,007	0,001
ZA1	0,284	0,297	0,580	0,073	0,272	0,060	0,012	0,062	0,008	0,048	0,009	0,024	0,003	0,023	0,005
ZA2	0,299	0,331	0,586	0,079	0,296	0,062	0,013	0,067	0,008	0,050	0,009	0,024	0,003	0,021	0,003
ZA3	0,138	0,130	0,238	0,033	0,127	0,026	0,006	0,042	0,004	0,020	0,004	0,012	0,001	0,011	0,001
ZA4	0,142	0,203	0,424	0,050	0,130	0,036	< SD	0,026	0,005	0,033	0,005	0,010	0,002	0,013	0,004
ZA5	0,093	0,099	0,189	0,026	0,036	0,021	< SD	0,013	0,003	0,024	0,003	0,003	0,001	0,007	0,003
ZA6	0,168	0,173	0,329	0,045	0,109	0,033	0,001	0,021	0,005	0,035	0,006	0,011	0,002	0,013	0,004
KO	0,122	0,096	0,154	0,024	0,044	0,017	< SD	0,010	0,003	0,026	0,003	0,005	0,002	0,008	0,003
ŠA1	0,069	0,079	0,145	0,019	0,006	0,013	< SD	0,005	0,002	0,020	0,003	0,000	0,001	0,006	0,003
ŠA2	0,067	0,079	0,141	0,019	0,011	0,011	< SD	0,006	0,002	0,019	0,002	0,002	0,001	0,006	0,003
ŠA3	0,103	0,111	0,193	0,027	0,030	0,020	< SD	0,011	0,002	0,025	0,003	0,003	0,001	0,006	0,004
SA1	0,240	0,357	0,687	0,086	0,271	0,054	0,004	0,038	0,008	0,051	0,008	0,017	0,003	0,019	0,005
SA2	0,089	0,111	0,218	0,028	0,044	0,018	< SD	0,012	0,003	0,024	0,003	0,004	0,001	0,006	0,003
SA3	0,286	0,396	0,768	0,098	0,321	0,072	0,009	0,054	0,009	0,057	0,010	0,023	0,004	0,022	0,006
SA5	0,325	0,347	0,625	0,083	0,251	0,067	0,006	0,048	0,009	0,058	0,012	0,026	0,004	0,026	0,006
SA6	0,442	0,391	0,722	0,096	0,323	0,080	0,010	0,064	0,012	0,075	0,013	0,035	0,005	0,036	0,007
SA7	0,251	0,241	0,411	0,059	0,170	0,048	0,004	0,026	0,007	0,046	0,007	0,018	0,003	0,016	0,005

**Prilog XVIII. (nastavak)**

<b>Lokacija</b>	<b>Y</b>	<b>La</b>	<b>Ce</b>	<b>Pr</b>	<b>Nd</b>	<b>Sm</b>	<b>Eu</b>	<b>Gd</b>	<b>Tb</b>	<b>Dy</b>	<b>Ho</b>	<b>Er</b>	<b>Tm</b>	<b>Yb</b>	<b>Lu</b>
SA8	0,122	0,134	0,249	0,033	0,064	0,025	< SD	0,014	0,004	0,030	0,005	0,008	0,002	0,011	0,003
BV	0,122	0,160	0,304	0,041	0,085	0,033	< SD	0,019	0,004	0,030	0,005	0,007	0,002	0,008	0,003
OSA1	0,196	0,248	0,472	0,064	0,205	0,051	0,004	0,042	0,007	0,043	0,007	0,014	0,003	0,014	0,004
OSA2	0,308	0,319	0,613	0,083	0,254	0,069	0,007	0,050	0,009	0,058	0,011	0,024	0,003	0,023	0,005
OSA3	0,037	0,030	0,050	0,007	< SD	0,002	< SD	< SD	0,001	0,012	0,001	< SD	0,000	0,002	0,002
OSA4	0,206	0,260	0,469	0,062	0,190	0,048	0,005	0,036	0,007	0,041	0,007	0,015	0,003	0,016	0,004
OSA5	0,093	0,108	0,209	0,027	0,038	0,019	< SD	0,010	0,002	0,025	0,003	0,004	0,001	0,006	0,003
OSA6	0,137	0,190	0,361	0,051	0,122	0,035	< SD	0,025	0,005	0,032	0,005	0,008	0,002	0,009	0,003
OSA7	0,080	0,061	0,103	0,014	0,056	0,014	0,003	0,030	0,002	0,012	0,003	0,007	0,001	0,009	0,001
OSA8	0,137	0,100	0,165	0,025	0,095	0,019	0,005	0,038	0,003	0,018	0,004	0,011	0,001	0,010	0,001

**Prilog XIX.** Maseni udjeli elemenata u rijetkih zemalja ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) u listovima vrste *P. oceanica*

Lokacija	Y	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
IP1	0,633	0,387	0,679	0,088	0,340	0,078	0,019	0,109	0,013	0,084	0,017	0,045	0,006	0,043	0,006
IP2	0,308	0,165	0,293	0,035	0,134	0,031	0,008	0,050	0,005	0,036	0,008	0,022	0,003	0,023	0,003
IP3	0,538	0,416	0,742	0,096	0,370	0,080	0,016	0,099	0,011	0,073	0,014	0,041	0,005	0,036	0,005
KVO1	0,357	0,204	0,383	0,046	0,190	0,042	0,010	0,063	0,006	0,047	0,009	0,025	0,004	0,026	0,003
KVO2	0,709	0,306	0,464	0,066	0,274	0,066	0,016	0,094	0,011	0,081	0,018	0,046	0,007	0,047	0,006
KVO3	0,494	0,421	0,681	0,080	0,290	0,055	0,013	0,080	0,009	0,059	0,013	0,037	0,004	0,031	0,004
KVO4	0,352	0,235	0,434	0,047	0,178	0,043	0,010	0,064	0,006	0,046	0,009	0,025	0,003	0,025	0,004
KVO5	0,336	0,236	0,427	0,054	0,217	0,047	0,012	0,076	0,006	0,047	0,010	0,025	0,003	0,023	0,005
KVO6	0,186	0,164	0,285	0,029	0,106	0,022	0,006	0,046	0,003	0,026	0,005	0,013	0,002	0,017	0,002
KVO7	0,230	0,135	0,256	0,029	0,110	0,025	0,007	0,049	0,004	0,029	0,006	0,017	0,003	0,018	0,003
KVO8	0,773	0,567	1,052	0,133	0,511	0,109	0,023	0,126	0,014	0,100	0,021	0,056	0,008	0,051	0,007
KVO9	0,259	0,161	0,265	0,031	0,121	0,029	0,006	0,047	0,004	0,032	0,006	0,019	0,003	0,020	0,003
ZA1	0,542	0,266	0,481	0,056	0,239	0,052	0,013	0,078	0,008	0,063	0,013	0,038	0,005	0,039	0,005
ZA2	0,423	0,275	0,494	0,062	0,246	0,054	0,012	0,074	0,008	0,050	0,011	0,029	0,004	0,025	0,003
ZA3	0,225	0,158	0,253	0,030	0,106	0,025	0,006	0,046	0,004	0,024	0,005	0,016	0,002	0,017	0,002
ZA4	0,176	0,233	0,411	0,046	0,214	0,030	0,018	0,036	0,010	0,041	0,009	0,023	0,010	0,024	0,002
ZA5	0,225	0,179	0,319	0,035	0,166	0,031	0,014	0,045	0,011	0,040	0,011	0,024	0,011	0,026	0,003
ZA6	0,198	0,161	0,261	0,049	0,131	0,023	0,005	0,021	0,005	0,029	0,011	0,027	0,007	0,023	0,006
KO	0,134	0,130	0,215	0,041	0,083	0,020	0,004	0,014	0,003	0,017	0,010	0,018	0,006	0,018	0,005
ŠA1	0,183	0,187	0,277	0,036	0,167	0,026	0,015	0,041	0,010	0,036	0,010	0,020	0,011	0,024	0,002
ŠA2	0,155	0,160	0,225	0,027	0,131	0,021	0,015	0,033	0,009	0,033	0,008	0,016	0,009	0,022	0,002
ŠA3	0,151	0,133	0,188	0,024	0,127	0,016	0,013	0,033	0,010	0,031	0,008	0,017	0,010	0,020	0,002
SA1	0,305	0,249	0,472	0,069	0,200	0,047	0,010	0,038	0,008	0,046	0,015	0,034	0,008	0,032	0,007
SA2	0,169	0,189	0,315	0,054	0,133	0,028	0,006	0,018	0,004	0,026	0,011	0,022	0,007	0,020	0,006
SA3	0,253	0,299	0,520	0,080	0,233	0,055	0,011	0,049	0,007	0,042	0,015	0,033	0,008	0,025	0,006
SA5	0,078	0,098	0,151	0,033	0,066	0,015	0,003	0,009	0,002	0,010	0,008	0,014	0,006	0,015	0,005
SA6	0,168	0,147	0,221	0,046	0,112	0,026	0,007	0,021	0,003	0,022	0,010	0,021	0,007	0,022	0,006
SA7	0,256	0,141	0,200	0,044	0,107	0,028	0,006	0,021	0,005	0,029	0,012	0,028	0,008	0,027	0,007

**Prilog XIX. (nastavak)**

<b>Lokacija</b>	<b>Y</b>	<b>La</b>	<b>Ce</b>	<b>Pr</b>	<b>Nd</b>	<b>Sm</b>	<b>Eu</b>	<b>Gd</b>	<b>Tb</b>	<b>Dy</b>	<b>Ho</b>	<b>Er</b>	<b>Tm</b>	<b>Yb</b>	<b>Lu</b>
SA8	0,180	0,166	0,295	0,051	0,138	0,031	0,007	0,017	0,004	0,027	0,011	0,024	0,007	0,023	0,006
BV	0,176	0,202	0,336	0,055	0,157	0,032	0,008	0,029	0,004	0,026	0,011	0,021	0,007	0,020	0,006
OSA1	0,197	0,217	0,330	0,057	0,153	0,035	0,007	0,035	0,005	0,031	0,012	0,024	0,007	0,023	0,007
OSA2	0,230	0,177	0,276	0,049	0,128	0,029	0,008	0,033	0,005	0,031	0,012	0,026	0,008	0,024	0,007
OSA3	0,240	0,164	0,304	0,049	0,124	0,029	0,006	0,028	0,005	0,031	0,013	0,026	0,007	0,024	0,006
OSA4	0,245	0,235	0,448	0,054	0,164	0,033	0,007	0,030	0,006	0,035	0,012	0,025	0,008	0,025	0,007
OSA5	0,190	0,179	0,260	0,051	0,143	0,030	0,006	0,028	0,004	0,025	0,011	0,022	0,007	0,022	0,006
OSA6	0,358	0,311	0,610	0,085	0,274	0,061	0,015	0,059	0,008	0,055	0,018	0,042	0,009	0,038	0,008
OSA7	0,533	0,276	0,446	0,065	0,241	0,053	0,014	0,084	0,009	0,060	0,013	0,036	0,005	0,034	0,005
OSA8	0,278	0,201	0,431	0,042	0,170	0,036	0,009	0,052	0,006	0,037	0,007	0,021	0,003	0,020	0,003



**Prilog XX.** Maseni udjeli elemenata u rijetkih zemalja ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) u epifitima.

Lokacija	Y	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
IP1	0,742	0,455	0,797	0,102	0,404	0,095	0,021	0,117	0,013	0,094	0,019	0,056	0,007	0,049	0,007
IP2	0,956	0,475	0,912	0,115	0,465	0,108	0,026	0,150	0,016	0,126	0,027	0,073	0,010	0,068	0,010
IP3	2,93	2,03	3,94	0,494	1,83	0,430	0,089	0,448	0,055	0,394	0,079	0,226	0,029	0,197	0,028
KVO1	0,675	0,495	0,906	0,115	0,440	0,103	0,023	0,119	0,013	0,091	0,021	0,053	0,008	0,046	0,007
KVO2	1,46	0,854	1,56	0,217	0,844	0,202	0,048	0,237	0,029	0,207	0,040	0,112	0,015	0,098	0,013
KVO3	0,579	0,423	0,792	0,096	0,384	0,081	0,020	0,100	0,012	0,075	0,016	0,045	0,007	0,043	0,008
KVO4	0,396	0,283	0,559	0,059	0,224	0,053	0,012	0,073	0,008	0,052	0,010	0,031	0,003	0,030	0,003
KVO5	1,27	1,24	2,48	0,309	1,17	0,254	0,050	0,260	0,031	0,204	0,041	0,116	0,014	0,087	0,013
KVO6	0,594	0,499	0,923	0,115	0,429	0,097	0,021	0,120	0,012	0,087	0,017	0,048	0,006	0,041	0,006
KVO7	0,725	0,567	1,19	0,138	0,528	0,116	0,025	0,154	0,015	0,110	0,023	0,062	0,008	0,057	0,007
KVO8	1,44	1,32	2,62	0,319	1,18	0,256	0,054	0,256	0,034	0,213	0,043	0,112	0,016	0,103	0,014
KVO9	2,20	2,13	3,88	0,504	1,89	0,409	0,087	0,401	0,054	0,328	0,065	0,177	0,024	0,156	0,021
ZA1	0,845	0,704	1,38	0,163	0,637	0,142	0,030	0,146	0,017	0,117	0,024	0,064	0,009	0,057	0,008
ZA2	4,70	4,97	8,93	1,17	4,53	0,943	0,191	0,930	0,115	0,709	0,140	0,373	0,050	0,311	0,042
ZA3	2,94	2,80	5,01	0,660	2,50	0,544	0,113	0,526	0,065	0,440	0,084	0,223	0,029	0,187	0,025
ZA4	4,36	8,57	17,0	2,01	7,60	1,54	0,292	1,17	0,180	0,980	0,189	0,500	0,067	0,428	0,064
ZA5	2,33	2,63	4,97	0,622	2,41	0,521	0,113	0,431	0,070	0,404	0,086	0,213	0,033	0,197	0,029
ZA6	3,83	6,17	11,3	1,50	6,16	1,21	0,231	0,891	0,138	0,730	0,143	0,378	0,050	0,304	0,042
KO	1,52	1,40	2,33	0,339	1,30	0,293	0,066	0,254	0,042	0,244	0,055	0,141	0,023	0,115	0,020
ŠA1	3,51	4,33	7,79	1,04	3,98	0,846	0,173	0,614	0,110	0,624	0,128	0,338	0,049	0,272	0,044
ŠA2	4,47	4,91	8,72	1,15	4,53	0,978	0,206	0,905	0,131	0,768	0,157	0,428	0,060	0,361	0,054
ŠA3	2,56	2,79	5,15	0,670	2,64	0,559	0,126	0,500	0,077	0,443	0,093	0,244	0,035	0,199	0,032
SA1	4,69	6,51	12,7	1,52	5,84	1,17	0,236	0,960	0,156	0,857	0,175	0,457	0,065	0,410	0,059
SA2	4,52	6,53	12,0	1,48	5,69	1,18	0,233	0,907	0,151	0,823	0,171	0,468	0,067	0,409	0,060
SA3	5,27	7,08	13,1	1,61	6,26	1,24	0,257	1,02	0,167	0,938	0,188	0,509	0,075	0,416	0,067
SA8	2,82	3,31	6,12	0,785	3,14	0,672	0,141	0,609	0,091	0,508	0,108	0,273	0,040	0,230	0,035
BV	5,83	6,75	12,2	1,57	6,21	1,34	0,283	1,09	0,185	1,01	0,204	0,549	0,075	0,454	0,069
OSA1	4,72	4,30	7,47	0,985	4,09	0,890	0,184	0,750	0,133	0,752	0,153	0,391	0,056	0,307	0,046

**Prilog XX. (nastavak)**

<b>Lokacija</b>	<b>Y</b>	<b>La</b>	<b>Ce</b>	<b>Pr</b>	<b>Nd</b>	<b>Sm</b>	<b>Eu</b>	<b>Gd</b>	<b>Tb</b>	<b>Dy</b>	<b>Ho</b>	<b>Er</b>	<b>Tm</b>	<b>Yb</b>	<b>Lu</b>
OSA2	3,17	3,45	6,13	0,794	3,10	0,665	0,145	0,579	0,094	0,528	0,112	0,296	0,040	0,238	0,035
OSA3	3,94	2,23	3,32	0,541	2,24	0,520	0,124	0,560	0,089	0,518	0,116	0,326	0,046	0,247	0,040
OSA4	1,96	2,23	4,05	0,541	2,14	0,455	0,097	0,354	0,061	0,344	0,070	0,181	0,026	0,138	0,022
OSA5	6,03	6,98	12,9	1,61	6,27	1,35	0,273	1,13	0,180	1,02	0,204	0,546	0,076	0,450	0,068
OSA7	1,09	0,703	1,30	0,158	0,665	0,142	0,034	0,184	0,020	0,143	0,030	0,077	0,010	0,066	0,009
OSA8	2,58	2,00	3,69	0,464	1,80	0,426	0,096	0,440	0,053	0,362	0,075	0,193	0,025	0,164	0,022

**Prilog XXI.** Maseni udjeli elemenata u tragovima i glavnih elemenata ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) u korijenju, rizomima i listovima vrste *C. nodosa*

Organ	Lokacija	Y	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
korijenje	NM1	0,460	0,923	1,87	0,213	0,884	0,161	0,039	0,119	0,024	0,103	0,021	0,054	0,014	0,050	0,006
	NM2	0,328	0,377	0,746	0,088	0,367	0,077	0,025	0,085	0,017	0,071	0,017	0,035	0,013	0,043	0,005
	SA4	0,343	0,282	0,500	0,065	0,289	0,056	0,021	0,079	0,014	0,065	0,015	0,036	0,012	0,037	0,004
	OSA6	0,430	0,363	0,690	0,091	0,311	0,078	0,011	0,076	0,012	0,082	0,014	0,031	0,005	0,031	0,007
rizomi	NM1	0,258	0,234	0,463	0,059	0,169	0,054	0,005	0,046	0,007	0,051	0,009	0,021	0,004	0,018	0,005
	NM2	0,233	0,223	0,460	0,060	0,177	0,052	0,005	0,044	0,007	0,048	0,008	0,015	0,003	0,013	0,004
	SA4	0,148	0,153	0,268	0,036	0,084	0,028	0,001	0,017	0,004	0,032	0,005	0,007	0,002	0,011	0,004
	OSA6	0,131	0,115	0,207	0,028	0,036	0,020	0,000	0,015	0,003	0,030	0,004	0,007	0,002	0,009	0,003
listovi	NM1	0,216	0,250	0,542	0,076	0,227	0,048	0,009	0,044	0,007	0,040	0,013	0,030	0,008	0,030	0,006
	NM2	0,104	0,092	0,242	0,036	0,083	0,019	0,005	0,013	0,003	0,017	0,008	0,017	0,006	0,017	0,005
	SA4	0,317	0,263	0,517	0,078	0,264	0,058	0,011	0,049	0,009	0,046	0,015	0,038	0,009	0,033	0,008
	OSA6	0,138	0,095	0,202	0,042	0,100	0,023	0,005	0,019	0,003	0,022	0,010	0,022	0,007	0,020	0,005

**Prilog XXII.** Maseni udjeli elemenata u tragovima i glavnih elemenata ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) u korijenju, rizomima i listovima vrste *Z. noltei*

Organ	Lokacija	Y	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
korijenje	NM3	2,40	3,57	7,11	0,825	3,33	0,675	0,148	0,532	0,096	0,479	0,091	0,244	0,041	0,212	0,030
	NM4	3,76	4,71	10,3	1,19	4,78	1,05	0,226	0,905	0,143	0,726	0,148	0,373	0,058	0,334	0,049
rizomi	NM3	0,131	0,149	0,301	0,036	0,080	0,025	0,000	0,016	0,004	0,030	0,004	0,006	0,001	0,008	0,003
	NM4	0,791	1,09	2,174	0,263	0,942	0,212	0,033	0,169	0,024	0,146	0,027	0,068	0,010	0,061	0,011
listovi	NM3	0,508	0,615	1,36	0,162	0,599	0,125	0,026	0,111	0,016	0,090	0,023	0,057	0,011	0,049	0,010
	NM4	0,440	0,451	1,03	0,120	0,434	0,095	0,021	0,067	0,012	0,075	0,021	0,050	0,010	0,048	0,009

**Prilog XXIII. Biokoncentracijski faktori  $BCF_{\text{korijenje/sediment}}$  za vrstu *P. oceanica***

Lokacija	Al	As	Ba	Bi	Cd	Co	Cr	Cs	Cu	Fe	K	Li	Mg
IP1	0,015	2,01	0,033	0,531	30,1	1,19	0,043	0,051	9,63	0,202	2,12	0,067	0,528
IP2	0,068	0,708	0,198	0,244	18,2	2,22	0,103	0,086	5,78	0,224	19,2	0,124	0,466
IP3	0,097	0,809	0,163	0,422	16,7	1,46	0,078	0,151	8,84	0,340	10,1	0,163	0,428
KVO1	0,141	1,02	0,216	0,279	17,0	1,86	0,101	0,155	4,49	0,426	7,28	0,198	0,665
KVO2	0,035	1,18	0,099	0,199	5,78	1,44	0,063	0,057	5,53	0,226	7,03	0,104	0,651
KVO3	0,103	2,25	0,193	0,366	8,72	1,64	0,121	0,114	3,54	0,467	8,55	0,137	0,570
KVO4	0,027	0,242	0,063	0,100	8,38	0,805	0,017	0,024	1,51	0,111	3,91	0,051	0,226
KVO5	0,019	2,80	0,042	0,199	8,17	0,234	0,051	0,035	1,94	0,122	0,588	0,043	0,229
KVO6	0,343	2,95	0,256	1,24	25,5	2,69	0,333	0,344	4,96	0,785	13,0	0,303	0,590
KVO7	0,061	3,36	0,122	0,351	13,2	0,865	0,042	0,069	1,91	0,616	1,13	0,088	0,653
KVO8	0,033	1,06	0,078	0,175	10,8	0,338	0,045	0,042	0,891	0,183	2,21	0,059	0,438
KVO9	0,028	0,602	0,096	0,121	3,99	0,433	0,034	0,041	1,01	0,114	5,57	0,050	0,373
ZA1	0,036	1,48	0,217	0,380	5,00	0,935	0,081	0,125	1,29	0,422	0,973	0,171	0,538
ZA2	0,080	2,53	0,233	0,261	18,7	1,06	0,079	0,078	3,39	0,318	4,87	0,100	0,466
ZA3	0,100	2,22	0,225	0,397	12,5	2,38	0,132	0,090	5,90	0,499	4,96	0,104	0,328
ZA4	0,076	4,59	0,173	0,312	7,34	0,964	0,077	0,095	4,38	1,21	3,90	0,078	0,135
ZA5	0,043	1,20	0,090	0,165	6,65	0,555	0,041	0,054	1,56	0,289	2,99	0,041	0,355
ZA6	0,026	0,596	0,056	0,124	3,37	0,376	0,035	0,033	0,530	0,164	1,76	0,031	0,329
KO	0,198	2,44	0,337	0,914	10,1	2,40	0,274	0,258	3,09	0,667	8,90	0,196	0,192
ŠA1	0,020	0,742	0,043	0,068	4,05	0,193	0,027	0,022	0,644	0,149	2,95	0,023	0,271
ŠA2	0,014	0,613	0,033	0,073	3,34	0,196	0,023	0,015	0,440	0,076	1,22	0,016	0,183
ŠA3	0,038	0,882	0,062	0,096	6,41	0,789	0,066	0,039	1,64	0,296	5,70	0,056	0,286
SA1	0,060	1,50	0,103	0,180	4,24	0,222	0,109	0,074	0,688	0,300	1,31	0,084	0,352
SA2	0,019	0,394	0,030	0,059	4,53	0,128	0,028	0,020	0,568	0,056	0,810	0,022	0,239
SA3	0,052	1,40	0,101	0,164	5,08	0,323	0,075	0,093	0,823	0,367	2,99	0,102	0,193
SA5	0,032	1,39	0,048	0,112	3,69	0,170	0,036	0,039	0,896	0,309	1,15	0,037	0,310
SA6	0,053	1,58	0,032	0,238	6,28	0,386	0,073	0,088	1,49	0,977	7,99	0,091	0,181
SA7	0,032	2,83	0,063	0,367	1,45	0,375	0,038	0,068	1,47	1,18	6,14	0,079	0,283
SA8	0,041	1,06	0,047	0,146	5,91	0,372	0,034	0,048	0,816	0,206	0,941	0,056	0,307
BV	0,037	0,596	0,066	0,232	2,91	0,514	0,039	0,040	0,650	0,302	0,710	0,041	0,271
OSA1	0,076	1,25	0,130	0,246	7,08	0,677	0,064	0,095	1,35	0,299	6,39	0,129	0,462
OSA2	0,065	1,23	0,122	0,258	7,09	0,710	0,063	0,085	0,993	0,303	4,46	0,115	0,379
OSA3	0,055	1,16	0,155	0,155	7,95	0,910	0,082	0,077	2,71	0,362	35,9	0,095	0,320
OSA4	0,033	0,642	0,058	0,152	4,82	0,524	0,042	0,041	2,09	0,262	4,00	0,041	0,334
OSA5	0,019	0,288	0,066	0,055	3,42	0,326	0,024	0,022	1,17	0,154	1,24	0,025	0,215
OSA6	0,089	0,071	0,218	0,188	0,56	0,206	0,063	0,215	3,62	0,161	36,4	0,230	0,386
OSA7	0,054	1,53	0,218	0,257	19,0	1,35	0,098	0,049	3,59	0,289	9,12	0,077	0,324
OSA8	0,067	2,05	0,118	0,278	17,3	3,35	0,102	0,072	3,41	0,245	43,7	0,187	0,474

**Prilog XXIII. (nastavak)**

<b>Lokacija</b>	<b>Mn</b>	<b>Mo</b>	<b>Ni</b>	<b>Pb</b>	<b>Rb</b>	<b>Sb</b>	<b>Sn</b>	<b>Sr</b>	<b>Ti</b>	<b>Tl</b>	<b>U</b>	<b>V</b>	<b>Zn</b>
IP1	0,143	14,7	1,69	0,445	0,213	1,51	0,080	0,066	0,011	0,159	1,70	0,328	1,73
IP2	0,337	8,26	4,06	0,321	1,10	0,877	0,052	0,037	0,062	0,114	0,612	0,311	1,51
IP3	0,213	8,27	7,82	0,280	1,80	1,04	0,068	0,033	0,123	0,105	0,470	0,548	2,20
KVO1	0,264	10,8	3,52	0,498	1,61	1,40	0,088	0,056	0,098	0,265	0,583	0,483	1,82
KVO2	0,213	6,39	2,22	0,678	0,697	0,965	0,140	0,067	0,026	0,128	0,533	0,412	1,32
KVO3	0,269	2,11	1,84	0,396	0,878	1,29	0,086	0,064	0,116	0,183	0,558	0,603	1,21
KVO4	0,119	3,23	1,31	0,246	0,457	0,543	0,016	0,012	0,012	0,050	0,212	0,169	0,469
KVO5	0,057	4,96	0,417	0,395	0,077	1,50	0,086	0,219	0,026	0,134	1,49	0,268	1,05
KVO6	0,395	19,2	2,89	1,16	2,57	7,23	0,120	0,154	0,305	0,392	2,34	1,82	0,46
KVO7	0,159	6,99	0,802	0,553	0,152	2,16	0,129	0,121	0,048	0,597	2,90	0,716	1,08
KVO8	0,095	2,34	0,322	0,435	0,161	0,984	0,060	0,070	0,032	0,246	0,959	0,272	0,655
KVO9	0,092	1,14	0,550	0,323	0,587	0,467	0,012	0,035	0,022	0,062	0,304	0,148	1,69
ZA1	1,04	4,06	0,585	0,562	0,260	1,07	0,062	0,113	0,077	0,042	2,33	0,604	0,748
ZA2	0,191	9,20	2,09	0,373	0,490	1,88	0,096	0,049	0,073	0,196	1,82	0,749	1,06
ZA3	0,170	14,0	2,04	0,417	0,815	3,09	0,063	0,033	0,072	0,480	1,93	1,04	0,466
ZA4	0,660	12,4	0,766	0,239	0,466	0,911	0,081	0,034	0,061	0,160	0,682	0,705	0,808
ZA5	0,206	2,76	0,859	0,142	0,373	0,788	0,115	0,032	0,036	0,088	0,373	0,276	0,613
ZA6	0,127	1,35	0,399	0,111	0,191	0,293	0,022	0,026	0,024	0,054	0,179	0,135	0,620
KO	0,388	13,2	1,77	0,339	1,26	4,33	0,053	0,074	0,183	0,823	2,25	1,09	1,25
ŠA1	0,206	1,01	0,374	0,082	0,258	0,255	0,034	0,039	0,017	0,046	0,214	0,090	0,452
ŠA2	0,234	0,969	0,204	0,091	0,122	0,310	0,030	0,046	0,014	0,053	0,252	0,081	0,380
ŠA3	0,241	2,77	1,05	0,132	0,596	0,623	0,054	0,034	0,036	0,115	0,483	0,311	0,442
SA1	0,147	2,20	0,295	0,323	0,168	0,383	0,054	0,067	0,060	0,096	0,605	0,235	0,661
SA2	0,110	1,82	0,189	0,068	0,105	0,256	0,065	0,052	0,021	0,026	0,396	0,086	0,270
SA3	0,257	1,47	0,312	0,281	0,311	0,278	0,095	0,144	0,070	0,116	0,291	0,148	1,06
SA5	0,085	6,08	0,250	0,153	0,155	0,298	0,042	0,054	0,030	0,076	0,786	0,121	0,478
SA6	0,140	2,70	0,634	0,294	0,941	0,620	0,077	0,034	0,051	0,144	0,267	0,299	0,975
SA7	0,086	1,85	0,309	0,184	0,932	0,447	0,116	0,045	0,028	0,076	0,253	0,223	0,953
SA8	0,101	1,73	0,209	0,159	0,122	0,466	0,029	0,065	0,032	0,105	0,296	0,113	0,680
BV	0,124	2,00	0,237	0,148	0,120	0,520	0,036	0,048	0,032	0,083	0,335	0,192	0,590
OSA1	0,362	3,05	0,991	0,250	0,693	1,04	0,056	0,030	0,077	0,205	0,416	0,319	0,369
OSA2	0,322	2,28	0,373	0,222	0,403	0,929	0,092	0,038	0,049	0,140	0,620	0,277	0,642
OSA3	0,265	3,12	2,15	0,135	4,10	0,361	0,059	0,038	0,053	0,141	0,208	0,312	0,692
OSA4	0,107	4,88	0,568	0,133	0,433	0,602	0,032	0,059	0,021	0,096	0,662	0,344	0,907
OSA5	0,139	0,978	0,231	0,135	0,153	0,138	0,042	0,054	0,017	0,037	0,101	0,087	0,473
OSA6	0,052	1,09	0,186	0,062	2,60	0,182	0,119	0,046	0,163	0,107	0,429	0,267	0,510
OSA7	0,480	7,43	1,12	0,373	1,00	1,27	0,075	0,041	0,045	0,180	1,11	0,520	0,809
OSA8	0,395	5,07	1,93	0,516	2,35	1,99	0,126	0,051	0,065	0,202	0,411	0,587	2,34

**Prilog XXIV.** Biokoncentracijski faktori  $BCF_{\text{korijenje/sediment}}$  za vrstu *C. nodosa*

Lokacija	Al	As	Ba	Bi	Cd	Co	Cr	Cs	Cu	Fe	K	Li	Mg
NM1	0,072	0,067	0,060	0,094	1,07	0,090	0,055	0,110	0,216	0,081	9,30	0,138	1,31
NM2	0,119	0,182	0,047	0,126	1,66	0,254	0,037	0,219	0,358	0,178	28,8	0,211	2,90
SA4	0,015	0,137	0,027	0,035	0,466	0,024	0,025	0,015	0,473	0,021	2,34	0,026	0,627
OSA6	0,050	0,342	0,212	0,239	2,35	0,541	0,052	0,137	3,67	0,373	35,6	0,167	0,272
	Mn	Mo	Ni	Pb	Rb	Sb	Sn	Sr	Ti	Tl	U	V	Zn
NM1	0,067	4,67	0,113	0,061	0,619	0,152	0,047	0,189	0,060	0,131	0,635	0,173	0,232
NM2	0,125	4,43	0,274	0,064	1,76	0,274	0,045	0,213	0,057	0,126	0,844	0,291	0,652
SA4	0,036	1,62	0,028	0,048	0,110	0,086	0,220	0,130	0,014	0,020	0,271	0,094	0,303
OSA6	0,071	1,21	0,935	0,154	3,40	0,420	0,080	0,036	0,108	0,086	0,384	0,211	0,677

**Prilog XXV.** Biokoncentracijski faktori  $BCF_{\text{korijenje/sediment}}$  za vrstu *Z. noltei*

Lokacija	Al	As	Ba	Bi	Cd	Co	Cr	Cs	Cu	Fe	K	Li	Mg
NM3	0,367	1,24	0,174	0,519	7,49	1,12	0,120	0,906	1,19	1,63	0,840	0,437	4,85
NM4	0,284	2,41	0,142	0,467	2,83	0,722	0,070	0,503	0,918	2,00	0,591	0,313	3,16
	Mn	Mo	Ni	Pb	Rb	Sb	Sn	Sr	Ti	Tl	U	V	Zn
NM3	3,73	1,92	1,08	0,286	0,557	0,320	0,176	4,18	0,153	0,457	3,38	1,19	2,24
NM4	3,20	8,43	0,569	0,542	0,402	0,494	0,171	2,62	0,086	0,355	0,995	1,03	1,57

**Prilog XXVI.** Biokoncentracijski faktori u odnosu na elemente rijetkih zemalja u korijenju vrste *P.*

*oceanica* i sedimentu

Lokacija	Y	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd
IP1	0,043	0,016	0,014	0,016	0,015	0,021	0,019	0,035
IP2	0,054	0,041	0,042	0,041	0,040	0,058	0,040	0,064
IP3	0,073	0,057	0,056	0,055	0,048	0,107	0,069	0,084
KVO1	0,061	0,056	0,056	0,053	0,046	0,054	0,054	0,064
KVO2	0,058	0,038	0,036	0,035	0,032	0,038	0,041	0,066
KVO3	0,082	0,059	0,058	0,056	0,054	0,082	0,061	0,091
KVO4	0,039	0,023	0,022	0,020	0,020	0,030	0,021	0,052
KVO5	0,058	0,044	0,043	0,045	0,045	0,054	0,043	0,062
KVO6	0,225	0,183	0,191	0,184	0,157	0,247	0,185	0,214
KVO7	0,189	0,082	0,079	0,080	0,077	0,101	0,095	0,144
KVO8	0,100	0,041	0,040	0,042	0,041	0,050	0,051	0,081
KVO9	0,042	0,025	0,025	0,026	0,024	0,031	0,025	0,050
ZA1	0,168	0,090	0,094	0,093	0,088	0,112	0,098	0,126
ZA2	0,080	0,040	0,040	0,040	0,036	0,048	0,037	0,076
ZA3	0,077	0,044	0,045	0,043	0,039	0,059	0,040	0,074
ZA4	0,102	0,058	0,055	0,057	0,055	0,059	0,052	0,071
ZA5	0,046	0,030	0,029	0,031	0,023	0,026	0,019	0,030
ZA6	0,036	0,017	0,017	0,017	0,012	0,016	0,007	0,023
KO	0,149	0,124	0,128	0,125	0,121	0,129	0,127	0,134
ŠA1	0,041	0,024	0,023	0,025	0,022	0,024	0,018	0,030
ŠA2	0,037	0,018	0,017	0,020	0,017	0,024	0,017	0,023
ŠA3	0,043	0,019	0,018	0,020	0,015	0,021	0,010	0,024
SA1	0,114	0,069	0,067	0,069	0,071	0,081	0,090	0,112
SA2	0,052	0,022	0,022	0,021	0,026	0,028	0,039	0,040
SA3	0,151	0,122	0,125	0,128	0,134	0,166	0,192	0,195
SA5	0,060	0,036	0,035	0,034	0,040	0,042	0,056	0,055
SA6	0,069	0,057	0,058	0,059	0,063	0,066	0,091	0,070
SA7	0,068	0,056	0,065	0,052	0,059	0,062	0,101	0,057
SA8	0,058	0,037	0,035	0,033	0,036	0,037	0,047	0,039
BV	0,057	0,019	0,020	0,029	0,039	0,041	0,075	0,048
OSA1	0,060	0,026	0,025	0,025	0,029	0,031	0,045	0,041
OSA2	0,087	0,031	0,031	0,029	0,034	0,038	0,049	0,058
OSA3	0,028	0,030	0,028	0,024	0,006	0,016	0,000	0,013
OSA4	0,062	0,018	0,018	0,027	0,024	0,033	0,023	0,040
OSA5	0,039	0,013	0,014	0,021	0,021	0,030	0,026	0,031
OSA6	0,022	0,018	0,018	0,028	0,019	0,024	0,005	0,019
OSA7	0,058	0,035	0,035	0,033	0,032	0,047	0,036	0,063
OSA8	0,046	0,033	0,033	0,030	0,027	0,036	0,026	0,051

Prilog XXVI. (nastavak)

Lokacija	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
IP1	0,046	0,029	0,032	0,036	0,022	0,060	0,043
IP2	0,202	0,052	0,061	0,066	0,032	0,183	0,067
IP3	–	0,076	0,086	0,080	0,038	0,273	0,106
KVO1	0,096	0,061	0,061	0,065	0,038	0,130	0,072
KVO2	0,091	0,048	0,049	0,054	0,032	0,110	0,057
KVO3	0,278	0,074	0,086	0,091	0,043	0,282	0,127
KVO4	–	0,034	0,044	0,036	0,022	0,319	0,050
KVO5	0,056	0,050	0,051	0,048	0,036	0,060	0,039
KVO6	–	0,177	0,259	0,208	0,072	–	0,216
KVO7	0,168	0,147	0,167	0,174	0,111	0,292	0,179
KVO8	0,089	0,081	0,084	0,089	0,060	0,130	0,093
KVO9	0,053	0,037	0,040	0,046	0,027	0,076	0,053
ZA1	0,225	0,136	0,167	0,144	0,090	0,275	0,110
ZA2	0,115	0,066	0,073	0,073	0,046	0,164	0,105
ZA3	0,202	0,061	0,069	0,070	0,038	0,296	0,101
ZA4	0,048	0,091	0,063	0,081	0,044	0,086	0,120
ZA5	0,022	0,044	0,029	0,039	0,022	0,041	0,061
ZA6	0,017	0,036	0,024	0,026	0,014	0,024	0,068
KO	0,160	0,184	0,183	0,159	0,168	0,333	0,244
ŠA1	0,022	0,040	0,027	0,034	0,021	0,033	0,058
ŠA2	0,022	0,038	0,027	0,028	0,020	0,029	0,050
ŠA3	0,020	0,044	0,028	0,034	0,022	0,038	0,105
SA1	0,129	0,107	0,114	0,105	0,085	0,099	0,107
SA2	0,057	0,047	0,052	0,044	0,044	0,044	0,044
SA3	0,204	0,216	0,215	0,185	0,214	0,213	0,174
SA5	0,067	0,062	0,061	0,060	0,096	0,080	0,051
SA6	0,113	0,099	0,116	0,093	0,144	0,165	0,108
SA7	0,106	0,087	0,100	0,083	0,168	0,144	0,108
SA8	0,075	0,054	0,067	0,052	0,053	0,058	0,048
BV	0,047	0,067	0,058	0,072	0,070	0,084	0,090
OSA1	0,090	0,066	0,082	0,066	0,070	0,090	0,072
OSA2	0,098	0,077	0,098	0,087	0,069	0,092	0,115
OSA3	0,012	0,039	0,015	0,018	0,009	0,020	0,062
OSA4	0,030	0,071	0,039	0,068	0,030	0,058	0,110
OSA5	0,027	0,049	0,037	0,040	0,026	0,041	0,060
OSA6	0,015	0,034	0,019	0,022	0,015	0,027	0,038
OSA7	0,187	0,046	0,054	0,062	0,033	0,132	0,054
OSA8	0,087	0,039	0,042	0,048	0,020	0,130	0,052



**Prilog XXVII.** Biokoncentracijski faktori u odnosu na elemente rijetkih zemalja u korijenju vrste *C. nodosa* i sedimentu

Lokacija	Y	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
NM1	0,042	0,053	0,057	0,050	0,052	0,047	0,064	0,042	0,065	0,058	0,063	0,065	0,108	0,087	0,065
NM2	0,059	0,034	0,037	0,033	0,034	0,036	0,066	0,053	0,078	0,070	0,086	0,061	0,164	0,148	0,084
SA4	0,024	0,013	0,012	0,013	0,015	0,014	0,024	0,026	0,032	0,024	0,029	0,023	0,034	0,026	0,019
OSA6	0,038	0,025	0,026	0,039	0,037	0,041	0,031	0,042	0,027	0,057	0,033	0,035	0,026	0,042	0,055

**Prilog XXVIII.** Biokoncentracijski faktori u odnosu na elemente rijetkih zemalja u korijenju vrste *Z. noltei* i sedimentu

Lokacija	Y	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
NM3	0,936	0,821	0,761	0,733	0,742	0,860	0,869	0,916	0,939	1,00	0,889	0,842	0,799	1,03	0,290
NM4	0,570	0,412	0,471	0,458	0,443	0,500	0,599	0,494	0,595	0,551	0,508	0,494	0,421	0,453	0,411

**Prilog XXIX.** Faktori translokacije elemenata između korijenja i rizoma vrste *P. oceanica*

Lokacija	$TF_{\text{rizomi/korijenje}}$												
	Al	As	Ba	Bi	Cd	Co	Cr	Cs	Cu	Fe	K	Li	Mg
IP1	1,69	0,096	1,68	0,144	0,765	0,320	0,549	1,43	1,23	0,200	0,490	2,22	1,36
IP2	1,11	0,151	2,49	0,200	0,721	0,276	0,985	0,868	1,34	0,248	0,511	1,61	1,43
IP3	0,562	0,144	0,610	0,355	0,695	0,554	0,496	0,528	1,09	0,267	0,381	1,05	0,960
KVO1	0,752	0,375	1,33	0,472	0,851	0,473	0,760	0,709	0,727	0,286	0,236	1,11	1,20
KVO2	1,50	0,209	0,965	0,288	0,822	0,606	0,748	1,49	0,895	0,406	0,432	1,84	1,18
KVO3	0,977	0,096	0,914	0,208	1,03	0,280	0,553	0,960	1,31	0,223	0,571	1,60	1,43
KVO4	5,23	0,546	3,72	0,743	1,66	0,869	2,36	4,29	2,33	0,891	1,53	3,81	3,95
KVO5	2,86	0,062	1,75	0,319	0,653	0,541	1,44	1,82	1,07	0,572	0,836	2,07	1,42
KVO6	0,105	0,027	0,209	0,040	0,612	0,255	0,072	0,119	2,11	0,055	0,438	0,435	0,793
KVO7	0,524	0,050	0,453	0,105	0,699	0,337	0,307	0,470	0,729	0,063	1,47	1,04	1,47
KVO8	1,06	0,113	0,895	0,252	0,402	0,385	0,543	0,956	0,575	0,232	0,745	1,05	1,40
KVO9	0,456	0,104	0,641	0,080	0,630	0,303	0,299	0,417	0,957	0,145	1,04	0,948	1,81
ZA1	1,23	0,151	0,275	0,135	0,838	0,211	0,316	0,409	0,599	0,131	1,02	0,569	1,24
ZA2	1,00	0,147	0,590	0,260	0,537	0,550	0,568	1,06	0,615	0,272	0,488	1,46	1,06
ZA3	0,687	0,052	0,512	0,126	0,595	0,319	0,291	0,768	0,904	0,147	0,706	1,80	1,47
ZA4	0,785	0,021	0,394	0,118	0,991	0,456	0,702	0,696	1,13	0,052	1,17	0,855	1,41
ZA5	0,424	0,098	0,545	0,155	0,778	0,377	0,622	0,440	1,48	0,096	0,801	0,862	1,15
ZA6	1,01	0,148	0,939	0,516	0,938	0,515	0,825	0,917	1,53	0,213	0,902	1,08	1,14
KO	0,315	0,095	0,947	0,503	0,657	0,224	0,309	0,366	0,914	0,116	0,699	0,482	0,837
ŠA1	0,375	0,052	0,341	0,088	0,644	0,249	0,484	0,395	1,28	0,081	0,287	0,478	0,689
ŠA2	0,385	0,048	0,577	1,01	0,802	0,227	0,457	0,463	0,942	0,100	0,522	0,605	0,900
ŠA3	1,22	0,105	1,04	0,385	0,825	0,275	0,529	0,776	1,02	0,145	0,525	0,862	0,921
SA1	0,330	0,020	0,305	0,273	1,12	0,277	0,215	0,304	1,72	0,069	0,490	0,341	1,05
SA2	0,328	0,046	1,18	0,247	0,662	0,442	0,371	0,340	1,29	0,148	0,509	0,381	0,926
SA3	0,270	0,026	0,283	0,300	0,651	0,270	0,273	0,208	1,11	0,061	0,251	0,218	0,850
SA5	0,727	0,071	0,679	0,221	0,876	0,887	0,625	0,617	0,797	0,092	1,64	0,784	1,44
SA6	1,65	0,096	1,36	0,415	1,04	0,781	1,26	1,54	1,09	0,093	0,596	1,31	1,45
SA7	1,26	0,064	0,933	0,190	1,30	0,368	1,08	1,00	0,853	0,114	0,673	1,11	1,63
SA8	0,295	0,033	0,379	0,129	0,800	0,161	0,415	0,279	1,15	0,060	0,553	0,386	1,12
BV	0,328	0,028	0,309	0,045	0,987	0,264	0,507	0,370	1,19	0,057	0,814	0,471	1,37
OSA1	0,604	0,145	0,482	0,140	0,814	0,329	0,577	0,564	1,14	0,224	0,694	0,692	1,30
OSA2	0,377	0,147	0,722	0,314	0,727	0,303	0,778	0,942	1,14	0,105	0,819	0,984	0,411
OSA3	0,373	0,157	0,373	0,143	0,715	0,315	0,519	0,523	0,881	0,137	0,308	0,507	0,689
OSA4	0,946	0,092	1,17	0,400	0,580	0,265	0,782	0,900	0,887	0,178	0,530	0,929	0,949
OSA5	0,396	0,053	0,707	0,431	0,677	0,362	0,553	0,386	1,15	0,075	0,484	0,404	0,861
OSA6	0,469	0,516	1,11	0,667	3,752	1,37	1,13	0,529	1,59	0,460	0,361	0,580	0,795
OSA7	0,448	0,095	0,392	0,198	0,671	0,165	0,193	0,495	0,830	0,117	0,416	1,39	1,24
OSA8	0,631	0,226	0,913	0,090	0,906	0,168	0,416	0,586	1,19	0,219	0,185	0,945	1,13

Prilog XXIX. (nastavak)

Lokacija	TF <sub>rizomi/korijenje</sub>												
	Mn	Mo	Ni	Pb	Rb	Sb	Sn	Sr	Ti	Tl	U	V	Zn
IP1	0,391	0,263	6,27	0,124	0,673	0,059	0,369	1,55	2,38	0,320	0,141	0,208	3,11
IP2	0,202	0,470	5,87	0,102	0,499	0,139	0,569	1,07	2,71	0,570	0,278	0,148	1,91
IP3	0,440	0,466	2,42	0,172	0,375	0,096	0,989	0,946	0,309	0,473	0,235	0,167	1,76
KVO1	0,645	1,97	4,50	0,230	0,290	0,563	0,527	1,32	0,880	0,448	1,66	0,759	1,63
KVO2	0,601	0,798	5,72	0,106	0,473	0,134	0,292	0,921	3,42	0,673	0,469	0,295	2,06
KVO3	0,459	0,344	5,06	0,116	0,572	0,047	0,431	1,04	1,09	0,415	0,113	0,146	2,82
KVO4	1,08	1,91	7,91	0,249	1,07	0,330	0,911	4,76	7,21	1,73	1,32	0,837	3,52
KVO5	1,56	0,185	5,55	0,232	1,21	0,049	0,625	1,59	2,66	0,478	0,086	0,283	2,37
KVO6	0,218	0,065	5,77	0,024	0,436	0,007	0,199	0,255	0,102	0,064	0,015	0,023	1,36
KVO7	0,392	0,316	9,19	0,066	1,152	0,062	0,233	0,611	0,511	0,055	0,085	0,092	1,82
KVO8	0,741	0,274	5,86	0,110	0,696	0,058	0,480	1,62	1,02	0,165	0,084	0,180	1,54
KVO9	0,357	0,331	4,61	0,048	0,598	0,049	0,363	0,956	0,522	0,263	0,163	0,100	0,764
ZA1	0,087	0,620	3,79	0,112	0,530	0,239	0,441	0,818	0,447	0,330	0,254	0,253	1,28
ZA2	0,663	0,518	4,84	0,211	0,544	0,093	0,558	1,32	0,997	0,364	0,192	0,210	1,69
ZA3	0,492	0,288	6,43	0,075	0,651	0,026	0,247	1,29	0,816	0,139	0,077	0,091	1,68
ZA4	0,165	0,076	10,8	0,077	0,959	0,048	0,407	0,820	0,830	0,255	0,046	0,086	2,37
ZA5	0,244	0,184	6,10	0,087	0,507	0,018	0,235	1,23	0,494	0,166	0,050	0,073	4,03
ZA6	0,477	0,649	7,77	0,119	0,767	0,119	0,676	1,44	1,08	0,459	0,410	0,297	2,13
KO	0,322	0,220	3,12	0,068	0,697	0,037	0,419	0,428	0,342	0,093	0,059	0,100	1,26
ŠA1	0,149	0,225	3,06	0,066	0,333	0,038	0,419	0,782	0,389	0,162	0,079	0,112	1,90
ŠA2	0,121	0,220	5,85	0,123	0,487	0,042	0,583	0,781	0,388	0,103	0,046	0,093	1,93
ŠA3	0,278	0,288	4,89	0,346	0,491	0,068	0,582	1,08	0,710	0,192	0,108	0,154	1,69
SA1	0,284	0,158	9,10	0,048	0,435	0,039	0,477	0,697	0,316	0,209	0,031	0,078	1,79
SA2	0,193	0,177	11,5	0,208	0,363	0,051	0,149	1,09	0,297	0,210	0,054	0,078	2,11
SA3	0,138	0,170	9,60	0,070	0,260	0,074	0,236	0,507	0,229	0,189	0,124	0,144	1,50
SA5	0,563	1,05	10,3	0,165	0,826	0,537	0,519	1,30	0,656	0,556	0,728	0,554	2,60
SA6	0,658	0,772	7,06	0,183	0,618	0,330	1,03	1,89	1,95	0,697	0,738	0,476	2,26
SA7	0,379	0,989	5,20	0,206	0,582	0,721	2,34	1,48	1,43	0,806	0,733	0,370	1,34
SA8	0,225	0,485	11,1	0,062	0,629	0,044	0,561	1,23	0,312	0,135	0,194	0,122	1,51
BV	0,277	0,260	10,1	0,060	0,680	0,024	0,487	1,29	0,345	0,144	0,060	0,079	2,28
OSA1	0,231	0,626	7,51	0,121	0,633	0,086	0,727	1,32	0,595	0,233	0,294	0,170	2,21
OSA2	0,439	0,201	6,02	0,626	0,886	0,201	0,400	1,22	0,994	0,342	0,177	0,324	1,69
OSA3	0,195	0,341	1,83	0,053	0,339	0,086	0,554	0,759	0,384	0,157	0,175	0,100	1,20
OSA4	0,406	0,290	3,40	0,365	0,582	0,074	0,852	1,03	1,03	0,314	0,147	0,179	1,39
OSA5	0,249	0,207	8,95	0,053	0,449	0,071	0,210	1,09	0,406	0,240	0,152	0,128	2,10
OSA6	0,559	0,347	19,6	0,375	0,564	0,247	0,380	0,694	0,558	0,467	0,154	0,154	1,92
OSA7	0,180	0,171	4,10	0,061	0,494	0,031	0,414	0,880	0,465	0,212	0,046	0,064	1,74
OSA8	0,365	0,832	4,75	0,105	0,230	0,064	0,177	1,49	0,619	0,247	0,499	0,166	1,46

**Prilog XXX.** Faktori translokacije elemenata između rizoma i listova vrste *P. oceanica*

Lokacija	TF <sub>listovi/rizomi</sub>												
	Al	As	Ba	Bi	Cd	Co	Cr	Cs	Cu	Fe	K	Li	Mg
IP1	0,671	1,26	1,48	6,30	1,26	7,07	1,72	0,750	0,745	0,880	1,10	0,598	1,35
IP2	0,406	0,860	0,656	4,31	1,87	6,27	0,570	0,479	0,600	0,568	1,01	0,505	1,40
IP3	1,30	1,41	1,77	3,06	1,67	5,20	1,37	1,11	0,817	1,32	1,04	1,06	1,37
KVO1	0,468	0,498	1,34	1,74	1,30	3,24	0,695	0,499	1,34	0,599	0,920	0,529	0,872
KVO2	0,370	1,39	1,93	5,38	1,65	5,07	1,87	0,316	0,846	0,444	0,483	0,321	1,06
KVO3	0,348	1,20	0,744	2,94	1,29	5,66	1,00	0,352	0,798	0,491	0,991	0,420	1,22
KVO4	0,352	0,647	1,26	3,33	2,35	6,81	1,27	0,333	1,08	0,554	0,906	0,419	1,01
KVO5	0,128	0,874	0,450	1,28	1,76	4,12	0,178	0,113	0,741	0,125	0,668	0,167	0,719
KVO6	0,783	1,61	6,59	7,85	1,78	9,00	2,27	0,748	0,493	1,23	0,635	0,467	1,27
KVO7	0,315	0,797	1,67	2,03	1,56	3,04	0,738	0,368	1,38	0,550	1,12	0,555	0,800
KVO8	0,802	1,22	1,73	2,20	1,39	3,24	1,07	0,754	1,09	0,872	2,169	0,730	1,07
KVO9	0,503	1,41	2,58	6,07	2,81	8,71	1,61	0,443	1,02	1,02	0,299	0,245	0,665
ZA1	0,363	0,447	2,57	2,27	1,52	5,78	0,694	0,354	2,72	0,544	0,677	0,458	0,889
ZA2	0,451	0,661	1,98	2,52	1,89	4,10	0,726	0,422	0,907	0,533	0,627	0,474	0,932
ZA3	0,290	0,799	3,81	3,01	2,38	3,88	1,04	0,277	0,655	0,505	0,450	0,211	0,713
ZA4	0,225	0,933	1,96	4,65	1,49	4,13	0,497	0,342	0,414	0,414	0,511	0,440	1,48
ZA5	0,428	1,91	3,53	5,36	1,80	9,87	0,996	0,576	0,403	0,715	0,284	0,506	1,68
ZA6	0,209	0,844	1,84	1,11	2,13	5,49	0,912	0,391	0,834	0,365	1,10	0,379	3,06
KO	0,237	0,905	1,90	0,558	2,28	5,88	1,60	0,314	0,805	0,647	0,674	0,333	1,86
ŠA1	0,520	1,70	3,58	24,1	2,62	14,4	1,27	0,598	0,656	1,04	0,341	0,628	2,57
ŠA2	0,263	1,78	2,70	0,37	2,14	9,26	1,01	0,340	0,792	0,604	0,635	0,538	2,38
ŠA3	0,124	1,51	1,18	1,74	1,50	6,70	0,862	0,363	0,670	0,391	0,742	0,649	2,14
SA1	0,182	1,04	1,88	1,19	1,60	11,4	0,919	0,241	0,361	0,315	1,09	0,255	1,46
SA2	0,439	0,555	0,721	2,26	1,86	6,32	0,550	0,381	0,424	0,450	1,15	0,633	2,63
SA3	0,414	0,725	1,16	1,08	1,56	5,52	0,592	0,488	0,580	0,438	0,209	0,507	1,28
SA5	0,089	0,251	1,60	1,13	2,41	2,88	0,129	0,129	0,713	0,170	0,602	0,677	1,93
SA6	0,095	0,179	0,759	1,29	1,66	2,30	0,103	0,123	0,643	0,160	0,234	0,172	1,22
SA7	0,198	0,506	0,657	3,27	2,41	8,27	0,341	0,285	1,41	0,223	1,53	0,520	1,55
SA8	0,233	0,692	4,15	2,72	1,18	6,84	0,425	0,385	0,472	0,470	1,88	0,352	1,69
BV	0,531	0,772	3,86	6,40	1,01	2,71	0,853	0,480	0,546	0,528	1,94	0,583	2,34
OSA1	0,271	0,556	2,62	3,87	1,66	5,83	0,909	0,368	0,829	0,277	1,66	0,644	1,95
OSA2	0,434	0,559	2,37	1,32	1,22	4,47	0,475	0,168	0,475	0,479	0,395	0,362	4,58
OSA3	0,994	2,90	4,47	5,02	2,12	22,3	2,34	0,718	0,726	1,58	1,19	0,866	3,14
OSA4	0,171	0,887	1,24	1,43	1,57	9,72	1,89	0,267	0,616	0,353	0,185	0,287	2,23
OSA5	0,395	2,74	1,09	1,22	1,59	6,24	1,21	0,403	0,324	0,583	2,13	0,594	2,89
OSA6	0,702	3,75	1,82	4,83	2,53	28,5	1,27	0,744	1,25	1,39	0,792	0,693	2,04
OSA7	0,950	1,56	2,33	3,90	1,77	9,45	3,39	0,812	0,668	1,07	0,327	0,675	1,14
OSA8	0,498	0,977	2,41	10,6	1,63	6,28	1,29	0,543	0,818	0,908	1,14	0,485	0,946

**Prilog XXX. (nastavak)**

Lokacija	TF <sub>listovi/rizomi</sub>												
	Mn	Mo	Ni	Pb	Rb	Sb	Sn	Sr	Ti	Tl	U	V	Zn
IP1	16,1	1,41	0,651	6,84	0,836	17,5	2,32	2,58	0,546	1,11	1,80	15,4	0,489
IP2	17,2	1,36	0,498	6,92	1,05	11,4	1,97	1,80	0,154	2,15	1,66	19,7	0,927
IP3	13,8	1,82	0,582	6,99	1,05	14,9	1,20	3,61	2,34	2,81	3,54	5,74	1,01
KVO1	7,40	0,482	0,401	3,61	1,13	3,35	1,69	1,22	0,421	0,846	0,546	1,88	1,89
KVO2	13,5	2,03	0,665	9,09	0,445	14,1	3,07	1,86	0,186	1,47	3,76	12,8	1,10
KVO3	11,4	3,90	0,725	5,88	0,885	19,7	1,68	1,56	0,216	1,31	6,81	13,8	0,493
KVO4	16,7	1,17	1,14	6,59	0,917	8,10	2,08	1,21	0,298	0,999	1,15	5,47	1,30
KVO5	3,25	2,31	0,574	1,76	0,381	7,87	0,557	1,30	0,053	0,298	1,38	2,22	0,644
KVO6	28,6	3,06	0,648	17,2	0,509	55,5	2,37	2,39	0,745	3,36	8,29	33,1	1,01
KVO7	10,9	1,43	0,463	4,12	0,936	4,40	2,17	1,43	0,357	0,844	1,03	5,90	1,05
KVO8	7,32	0,818	0,509	5,52	1,68	7,63	1,84	2,15	0,828	1,03	3,82	4,12	1,39
KVO9	30,4	4,83	0,810	17,8	0,287	40,3	2,85	2,26	0,450	1,35	6,28	20,4	3,64
ZA1	11,4	0,714	0,772	3,59	0,577	4,63	1,39	1,57	0,323	0,803	1,53	2,94	2,88
ZA2	11,8	0,881	0,465	5,22	0,825	6,00	1,61	1,31	0,434	0,865	1,07	5,08	1,27
ZA3	16,1	2,15	0,464	13,0	0,381	16,0	2,26	1,59	0,263	1,00	1,77	9,29	2,05
ZA4	14,4	4,07	0,307	3,95	0,375	23,7	0,780	2,57	0,187	1,07	3,12	2,73	0,659
ZA5	27,3	3,01	0,625	5,47	0,416	84,5	1,04	2,35	0,364	2,44	4,74	9,85	0,860
ZA6	19,0	1,84	0,695	4,37	0,383	18,7	0,078	2,01	0,176	0,834	1,59	2,80	0,515
KO	14,5	2,89	0,812	8,10	0,247	12,3	1,17	2,26	0,258	1,26	1,51	3,83	1,77
ŠA1	31,3	4,59	0,985	8,32	0,431	66,0	1,07	2,52	0,412	3,84	3,15	6,67	1,22
ŠA2	24,9	4,18	0,670	2,88	0,472	41,7	0,531	2,61	0,311	3,44	5,55	10,9	0,752
ŠA3	16,5	2,11	0,512	2,01	0,748	15,3	0,834	2,20	0,209	1,99	1,44	2,78	1,15
SA1	20,3	4,41	0,457	4,62	0,182	50,4	0,600	2,72	0,137	0,783	7,97	4,27	1,44
SA2	23,2	1,48	0,418	3,28	0,382	24,4	1,15	2,56	0,245	1,01	1,98	4,01	0,608
SA3	15,0	3,12	0,284	3,87	0,196	17,4	1,30	2,04	0,273	0,840	2,20	3,44	0,446
SA5	4,33	0,187	0,287	1,32	1,24	1,77	0,595	1,27	0,096	0,315	0,051	0,257	0,660
SA6	3,93	0,607	0,351	1,60	0,196	3,44	0,178	1,18	0,075	0,479	0,375	2,65	0,507
SA7	8,11	0,882	1,51	3,12	0,309	3,76	0,164	1,53	0,160	0,575	0,903	3,06	1,08
SA8	17,6	1,81	0,369	7,59	0,226	32,5	0,069	2,49	0,178	0,764	1,88	3,51	0,960
BV	14,3	2,82	0,282	4,61	0,323	28,6	0,338	1,92	0,394	1,07	3,16	3,92	0,362
OSA1	13,0	1,27	0,600	3,00	0,355	7,43	2,08	1,99	0,175	0,845	1,57	2,72	0,505
OSA2	8,81	2,40	0,691	0,554	0,189	4,05	0,263	2,42	0,129	0,497	1,08	3,40	0,551
OSA3	67,2	4,03	2,60	15,4	0,421	40,2	0,542	3,28	1,11	5,98	3,12	15,7	1,14
OSA4	22,8	1,85	1,21	0,999	0,228	11,9	0,722	2,14	0,120	0,820	1,79	4,45	0,766
OSA5	27,5	2,04	0,483	4,53	0,474	19,8	0,603	1,99	0,238	1,24	1,51	6,60	0,650
OSA6	59,5	4,44	1,63	9,56	0,339	12,4	1,12	3,15	0,606	1,15	2,64	24,4	1,67
OSA7	18,4	4,00	0,697	10,2	0,794	23,3	2,00	2,38	0,873	2,92	6,93	9,42	0,651
OSA8	17,7	1,48	0,551	11,5	1,09	7,21	4,70	1,13	0,501	2,17	0,765	5,90	0,500

**Prilog XXXI.** Faktori translokacije elemenata između listova i korijenja vrste *P. oceanica*

Lokacija	TF <sub>listovi/korijenje</sub>												
	Al	As	Ba	Bi	Cd	Co	Cr	Cs	Cu	Fe	K	Li	Mg
IP1	1,13	0,122	2,49	0,909	0,965	2,26	0,945	1,07	0,916	0,176	0,541	1,33	1,83
IP2	0,452	0,130	1,63	0,860	1,35	1,73	0,561	0,416	0,806	0,141	0,517	0,814	2,00
IP3	0,732	0,203	1,08	1,09	1,16	2,88	0,682	0,584	0,892	0,352	0,397	1,11	1,31
KVO1	0,352	0,187	1,79	0,822	1,10	1,53	0,528	0,353	0,972	0,172	0,217	0,587	1,05
KVO2	0,555	0,291	1,86	1,55	1,35	3,07	1,40	0,470	0,757	0,180	0,208	0,591	1,25
KVO3	0,340	0,115	0,680	0,611	1,33	1,59	0,555	0,338	1,05	0,110	0,566	0,672	1,74
KVO4	1,84	0,353	4,69	2,47	3,90	5,92	2,99	1,43	2,51	0,493	1,388	1,60	4,01
KVO5	0,366	0,054	0,786	0,409	1,15	2,23	0,257	0,205	0,794	0,071	0,56	0,347	1,02
KVO6	0,082	0,043	1,38	0,315	1,09	2,30	0,164	0,089	1,04	0,068	0,278	0,203	1,01
KVO7	0,165	0,040	0,759	0,212	1,09	1,03	0,226	0,173	1,01	0,035	1,65	0,576	1,17
KVO8	0,853	0,137	1,55	0,555	0,561	1,25	0,581	0,721	0,629	0,202	1,62	0,770	1,50
KVO9	0,230	0,147	1,65	0,488	1,77	2,64	0,483	0,185	0,975	0,148	0,310	0,232	1,20
ZA1	0,444	0,067	0,706	0,307	1,27	1,22	0,219	0,145	1,63	0,072	0,693	0,260	1,10
ZA2	0,452	0,097	1,17	0,656	1,02	2,25	0,413	0,447	0,558	0,145	0,306	0,693	0,989
ZA3	0,199	0,042	1,95	0,379	1,42	1,24	0,302	0,213	0,592	0,074	0,317	0,381	1,05
ZA4	0,177	0,020	0,773	0,548	1,47	1,88	0,349	0,238	0,466	0,022	0,597	0,377	2,09
ZA5	0,182	0,187	1,92	0,828	1,40	3,72	0,620	0,253	0,595	0,069	0,228	0,437	1,93
ZA6	0,210	0,125	1,72	0,574	2,00	2,83	0,753	0,359	1,27	0,078	0,992	0,408	3,50
KO	0,075	0,086	1,80	0,281	1,50	1,32	0,495	0,115	0,736	0,075	0,471	0,160	1,56
ŠA1	0,195	0,088	1,22	2,13	1,69	3,59	0,616	0,236	0,840	0,084	0,098	0,300	1,77
ŠA2	0,101	0,086	1,56	0,373	1,72	2,10	0,462	0,158	0,747	0,060	0,331	0,326	2,14
ŠA3	0,151	0,159	1,22	0,671	1,24	1,84	0,456	0,281	0,682	0,057	0,390	0,559	1,97
SA1	0,060	0,021	0,574	0,324	1,79	3,17	0,197	0,073	0,621	0,022	0,535	0,087	1,54
SA2	0,144	0,025	0,848	0,558	1,23	2,79	0,204	0,130	0,548	0,067	0,583	0,241	2,43
SA3	0,112	0,019	0,329	0,324	1,02	1,49	0,162	0,101	0,642	0,027	0,053	0,110	1,09
SA5	0,065	0,018	1,08	0,250	2,11	2,56	0,080	0,079	0,568	0,016	0,986	0,531	2,78
SA6	0,156	0,017	1,03	0,534	1,72	1,79	0,130	0,189	0,698	0,015	0,139	0,224	1,78
SA7	0,250	0,033	0,613	0,620	3,12	3,04	0,369	0,285	1,20	0,026	1,03	0,580	2,53
SA8	0,069	0,023	1,57	0,350	0,941	1,10	0,176	0,108	0,542	0,028	1,04	0,136	1,90
BV	0,174	0,022	1,19	0,286	1,00	0,714	0,432	0,178	0,650	0,030	1,58	0,275	3,21
OSA1	0,164	0,081	1,26	0,541	1,35	1,92	0,524	0,208	0,947	0,062	1,15	0,446	2,55
OSA2	0,164	0,082	1,71	0,416	0,890	1,35	0,369	0,159	0,539	0,050	0,323	0,356	1,88
OSA3	0,371	0,456	1,67	0,717	1,51	7,03	1,22	0,375	0,640	0,216	0,367	0,439	2,16
OSA4	0,161	0,081	1,45	0,574	0,912	2,58	1,48	0,241	0,547	0,063	0,098	0,266	2,11
OSA5	0,156	0,146	0,767	0,527	1,07	2,26	0,669	0,156	0,372	0,044	1,03	0,240	2,49
OSA6	0,329	1,93	2,01	3,22	9,50	39,1	1,44	0,394	1,98	0,639	0,285	0,402	1,62
OSA7	0,425	0,148	0,912	0,772	1,19	1,55	0,655	0,402	0,554	0,126	0,136	0,941	1,42
OSA8	0,314	0,221	2,20	0,955	1,47	1,06	0,535	0,318	0,972	0,199	0,211	0,458	1,07

**Prilog XXXI. (nastavak)**

Lokacija	TF <sub>listovi/korijenje</sub>												
	Mn	Mo	Ni	Pb	Rb	Sb	Sn	Sr	Ti	Tl	U	V	Zn
IP1	6,29	0,372	4,08	0,845	0,563	1,03	0,857	4,01	1,30	0,356	0,254	3,20	1,52
IP2	3,46	0,641	2,92	0,705	0,522	1,59	1,12	1,93	0,415	1,23	0,461	2,92	1,77
IP3	6,06	0,850	1,41	1,20	0,394	1,43	1,18	3,41	0,723	1,33	0,833	0,960	1,78
KVO1	4,78	0,948	1,81	0,832	0,328	1,89	0,890	1,61	0,371	0,379	0,909	1,42	3,08
KVO2	8,12	1,62	3,80	0,962	0,211	1,88	0,896	1,71	0,634	0,987	1,76	3,78	2,26
KVO3	5,25	1,34	3,67	0,681	0,506	0,931	0,724	1,63	0,235	0,543	0,768	2,01	1,39
KVO4	18,1	2,235	8,99	1,64	0,977	2,67	1,90	5,76	2,15	1,73	1,52	4,58	4,57
KVO5	5,06	0,427	3,19	0,408	0,461	0,384	0,349	2,07	0,142	0,142	0,119	0,627	1,53
KVO6	6,24	0,198	3,74	0,412	0,222	0,383	0,472	0,609	0,076	0,214	0,125	0,774	1,37
KVO7	4,28	0,452	4,25	0,270	1,08	0,274	0,507	0,875	0,183	0,046	0,088	0,541	1,92
KVO8	5,42	0,225	2,99	0,605	1,17	0,445	0,881	3,48	0,844	0,170	0,323	0,741	2,13
KVO9	10,9	1,60	3,73	0,853	0,172	1,99	1,03	2,16	0,235	0,355	1,02	2,05	2,78
ZA1	0,991	0,443	2,93	0,403	0,306	1,11	0,611	1,29	0,144	0,265	0,389	0,746	3,67
ZA2	7,82	0,457	2,25	1,102	0,449	0,556	0,900	1,73	0,433	0,315	0,204	1,07	2,13
ZA3	7,91	0,621	2,98	0,972	0,248	0,422	0,559	2,04	0,215	0,139	0,137	0,847	3,44
ZA4	2,38	0,309	3,33	0,304	0,360	1,13	0,318	2,11	0,155	0,274	0,143	0,236	1,56
ZA5	6,66	0,554	3,81	0,475	0,211	1,56	0,245	2,89	0,180	0,403	0,239	0,721	3,47
ZA6	9,06	1,20	5,40	0,518	0,294	2,22	0,053	2,89	0,190	0,383	0,651	0,830	1,10
KO	4,67	0,634	2,54	0,550	0,173	0,460	0,491	0,966	0,088	0,117	0,089	0,383	2,23
ŠA1	4,68	1,03	3,01	0,546	0,144	2,50	0,447	1,97	0,160	0,621	0,250	0,745	2,32
ŠA2	3,01	0,919	3,92	0,355	0,230	1,73	0,310	2,03	0,121	0,354	0,255	1,01	1,45
ŠA3	4,59	0,607	2,50	0,695	0,367	1,04	0,486	2,38	0,148	0,384	0,156	0,427	1,95
SA1	5,75	0,698	4,15	0,221	0,079	1,94	0,286	1,89	0,043	0,164	0,244	0,333	2,58
SA2	4,49	0,262	4,78	0,683	0,139	1,24	0,171	2,78	0,073	0,211	0,107	0,312	1,29
SA3	2,07	0,531	2,73	0,270	0,051	1,29	0,308	1,03	0,062	0,158	0,272	0,497	0,672
SA5	2,43	0,196	2,96	0,217	1,02	0,950	0,309	1,65	0,063	0,175	0,037	0,142	1,71
SA6	2,59	0,469	2,48	0,292	0,121	1,14	0,184	2,24	0,146	0,334	0,276	1,26	1,15
SA7	3,08	0,872	7,87	0,642	0,180	2,71	0,384	2,26	0,229	0,464	0,662	1,13	1,45
SA8	3,94	0,877	4,11	0,470	0,142	1,44	0,039	3,07	0,056	0,103	0,365	0,428	1,45
BV	3,96	0,734	2,86	0,276	0,220	0,685	0,165	2,47	0,136	0,154	0,188	0,311	0,826
OSA1	3,00	0,796	4,50	0,361	0,225	0,639	1,51	2,62	0,104	0,197	0,461	0,461	1,12
OSA2	3,86	0,483	4,16	0,346	0,167	0,811	0,105	2,96	0,128	0,170	0,191	1,10	0,933
OSA3	13,1	1,37	4,75	0,815	0,142	3,44	0,300	2,49	0,428	0,938	0,544	1,57	1,37
OSA4	9,27	0,539	4,12	0,365	0,133	0,881	0,616	2,21	0,124	0,258	0,262	0,795	1,07
OSA5	6,85	0,423	4,33	0,241	0,213	1,40	0,126	2,17	0,097	0,296	0,230	0,846	1,37
OSA6	33,3	1,54	32,0	3,58	0,191	3,06	0,426	2,19	0,338	0,537	0,407	3,77	3,21
OSA7	3,31	0,684	2,86	0,620	0,392	0,721	0,827	2,09	0,406	0,620	0,318	0,608	1,13
OSA8	6,45	1,23	2,62	1,21	0,251	0,461	0,832	1,68	0,310	0,537	0,382	0,976	0,730

**Prilog XXXII.** Faktori translokacije elemenata između rizoma i korijenja vrste *C. nodosa*

Lokacija	TF <sub>rizomi/korijenje</sub>												
	Al	As	Ba	Bi	Cd	Co	Cr	Cs	Cu	Fe	K	Li	Mg
NM1	0,232	1,53	0,488	0,395	0,804	0,571	0,475	0,403	0,918	0,673	0,459	0,492	0,345
NM2	0,355	0,766	1,56	0,398	1,08	0,563	1,28	0,321	1,21	0,272	0,460	0,609	0,328
SA4	0,492	0,437	0,856	8,63	0,477	0,505	0,364	0,479	0,453	0,472	0,646	0,491	0,716
OSA6	0,732	0,209	0,678	0,334	0,161	0,267	0,738	0,648	0,747	0,292	0,773	0,641	1,49
	Mn	Mo	Ni	Pb	Rb	Sb	Sn	Sr	Ti	Tl	U	V	Zn
NM1	1,11	0,520	0,802	0,555	0,523	0,491	0,699	0,721	0,365	0,542	0,366	0,286	1,21
NM2	1,30	0,469	2,33	0,632	0,493	0,314	0,795	1,14	0,475	0,398	0,360	0,288	1,28
SA4	1,02	0,204	0,537	0,345	0,608	0,362	0,241	0,991	0,276	0,467	0,264	0,146	0,711
OSA6	0,860	0,398	0,151	0,172	0,500	0,165	0,769	1,40	0,640	0,619	0,321	0,313	0,876

**Prilog XXXIII.** Faktori translokacije elemenata između listova i rizoma vrste *C. nodosa*

Lokacija	TF <sub>listovi/rizomi</sub>												
	Al	As	Ba	Bi	Cd	Co	Cr	Cs	Cu	Fe	K	Li	Mg
NM1	2,09	0,344	1,30	2,21	2,27	3,45	1,52	1,31	3,16	0,591	1,12	0,905	2,80
NM2	0,683	0,398	0,485	1,86	2,51	3,06	0,204	0,797	3,15	0,641	0,642	0,341	2,79
SA4	1,81	0,870	1,47	0,185	3,56	8,76	2,41	2,14	3,67	1,77	0,468	1,77	1,26
OSA6	0,512	0,832	1,69	3,72	4,73	6,28	1,03	0,609	1,20	0,534	0,427	0,563	1,28
	Mn	Mo	Ni	Pb	Rb	Sb	Sn	Sr	Ti	Tl	U	V	Zn
NM1	11,4	3,18	1,52	2,01	0,449	6,16	0,823	1,08	0,940	0,882	2,61	1,29	2,02
NM2	9,00	3,62	1,18	1,01	0,196	5,42	0,548	0,983	0,331	0,697	2,83	1,03	0,722
SA4	7,23	3,47	4,98	4,89	0,447	7,67	1,20	1,29	2,62	1,75	8,07	5,66	3,28
OSA6	7,47	3,22	2,63	3,81	0,308	4,76	0,352	1,42	0,407	1,02	3,52	6,63	1,08



**Prilog XXXIV.** Faktori translokacije elemenata između listova i korijenja vrste *C. nodosa*

Lokacija	TF <sub>listovi/korijenje</sub>												
	Al	As	Ba	Bi	Cd	Co	Cr	Cs	Cu	Fe	K	Li	Mg
NM1	0,483	0,526	0,635	0,871	1,82	1,97	0,723	0,526	2,90	0,398	0,513	0,445	0,966
NM2	0,242	0,305	0,758	0,739	2,72	1,72	0,260	0,256	3,82	0,174	0,296	0,208	0,912
SA4	0,889	0,380	1,26	1,60	1,70	4,42	0,876	1,03	1,66	0,832	0,302	0,871	0,905
OSA6	0,375	0,174	1,14	1,24	0,761	1,68	0,763	0,394	0,894	0,156	0,330	0,360	1,91
	Mn	Mo	Ni	Pb	Rb	Sb	Sn	Sr	Ti	Tl	U	V	Zn
NM1	12,7	1,65	1,22	1,12	0,235	3,03	0,576	0,778	0,344	0,478	0,956	0,370	2,44
NM2	11,7	1,70	2,75	0,636	0,097	1,70	0,436	1,12	0,157	0,277	1,02	0,296	0,927
SA4	7,41	0,709	2,68	1,69	0,272	2,78	0,288	1,28	0,722	0,818	2,13	0,824	2,33
OSA6	6,43	1,28	0,397	0,656	0,154	0,784	0,271	1,97	0,261	0,628	1,13	2,08	0,942

**Prilog XXXV.** Faktori translokacije elemenata između rizoma i korijenja vrste *Z. noltei*

Lokacija	TF <sub>rizomi/korijenje</sub>												
	Al	As	Ba	Bi	Cd	Co	Cr	Cs	Cu	Fe	K	Li	Mg
NM3	0,051	0,105	0,135	0,078	0,492	0,228	0,043	0,042	0,286	0,104	0,588	0,078	0,729
NM4	0,269	0,387	0,376	0,194	0,818	0,304	0,354	0,243	0,340	0,434	1,10	0,286	0,885
	Mn	Mo	Ni	Pb	Rb	Sb	Sn	Sr	Ti	Tl	U	V	Zn
NM3	0,416	0,704	0,168	0,059	0,141	0,088	0,265	0,829	0,048	0,067	0,114	0,066	0,371
NM4	0,248	0,867	0,336	0,147	0,354	0,199	0,426	0,875	0,334	0,214	0,604	0,240	0,675

**Prilog XXXVI.** Faktori translokacije elemenata između listova i rizoma vrste *Z. noltei*

Lokacija	TF <sub>listovi/rizomi</sub>												
	Al	As	Ba	Bi	Cd	Co	Cr	Cs	Cu	Fe	K	Li	Mg
NM3	2,765	1,282	2,033	4,122	3,284	6,432	6,573	3,206	4,340	0,985	4,739	2,593	1,588
NM4	0,370	0,165	0,600	0,826	2,020	2,254	0,401	0,379	1,469	0,108	6,666	0,506	1,215
	Mn	Mo	Ni	Pb	Rb	Sb	Sn	Sr	Ti	Tl	U	V	Zn
NM3	8,330	3,825	3,596	4,487	2,049	19,388	4,088	1,112	2,268	1,832	2,701	3,488	1,663
NM4	5,014	1,344	1,564	0,884	0,609	3,110	0,646	0,964	0,254	0,360	0,840	0,751	1,353

**Prilog XXXVII.** Faktori translokacije elemenata između listova i korijenja vrste *Z. noltei*

Lokacija	TF <sub>listovi/korijenje</sub>												
	Al	As	Ba	Bi	Cd	Co	Cr	Cs	Cu	Fe	K	Li	Mg
NM3	0,142	0,134	0,274	0,323	1,617	1,469	0,284	0,133	1,240	0,103	2,786	0,201	1,157
NM4	0,099	0,064	0,226	0,160	1,653	0,686	0,142	0,092	0,499	0,047	7,338	0,145	1,075
	Mn	Mo	Ni	Pb	Rb	Sb	Sn	Sr	Ti	Tl	U	V	Zn
NM3	3,469	2,692	0,605	0,263	0,290	1,707	1,082	0,922	0,108	0,123	0,307	0,230	0,618
NM4	1,242	1,166	0,526	0,130	0,215	0,618	0,275	0,843	0,085	0,077	0,507	0,180	0,913

**Prilog XXXVIII.** Faktori translokacije ERZ između rizoma i korijenja vrste *P. oceanica*

Lokacija	TF <sub>rizomi/korijenje</sub>														
	Y	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
IP1	0,766	2,36	2,87	2,61	2,51	1,89	1,68	1,42	1,73	1,16	1,14	0,946	0,946	0,848	0,710
IP2	0,312	0,682	0,734	0,680	0,641	0,529	0,641	0,522	0,361	0,394	0,321	0,330	0,385	0,398	0,240
IP3	0,371	2,43	2,72	2,35	1,97	1,04	0,436	0,783	0,591	0,442	0,364	0,405	0,378	0,488	0,473
KVO1	0,522	0,609	0,610	0,605	0,608	0,645	0,561	0,618	0,642	0,560	0,516	0,512	0,459	0,702	0,550
KVO2	0,487	0,862	0,938	0,921	0,908	0,913	0,699	0,811	0,758	0,566	0,622	0,570	0,606	0,546	0,404
KVO3	0,437	0,697	0,726	0,736	0,723	0,699	0,707	0,614	0,638	0,501	0,472	0,512	0,501	0,488	0,401
KVO4	0,762	1,66	1,74	1,80	1,65	1,32	1,57	0,923	1,23	0,919	0,842	0,819	0,655	0,827	0,982
KVO5	1,24	2,12	2,21	2,18	2,14	1,97	2,01	1,57	1,93	1,55	1,49	1,46	1,62	1,59	1,67
KVO6	0,046	0,064	0,066	0,060	0,064	0,055	0,077	0,170	0,062	0,062	0,039	0,048	–	0,087	–
KVO7	0,084	0,192	0,190	0,181	0,186	0,178	0,158	0,175	0,145	0,103	0,091	0,100	0,098	0,109	0,110
KVO8	0,323	0,849	0,832	0,824	0,804	0,718	0,643	0,570	0,580	0,392	0,400	0,367	0,312	0,408	0,461
KVO9	0,199	0,366	0,371	0,382	0,383	0,322	0,333	0,396	0,343	0,233	0,229	0,204	0,183	0,244	0,229
ZA1	0,195	0,272	0,258	0,268	0,260	0,254	0,253	0,265	0,261	0,224	0,198	0,215	0,190	0,226	0,389
ZA2	0,447	1,00	1,03	0,972	0,909	0,818	0,842	0,627	0,707	0,576	0,486	0,486	0,416	0,455	0,486
ZA3	0,237	0,492	0,518	0,517	0,526	0,421	0,494	0,511	0,494	0,286	0,263	0,296	0,165	0,265	0,165
ZA4	0,165	0,303	0,309	0,301	0,206	0,229	–	0,168	0,213	0,240	0,170	0,131	0,204	0,201	0,409
ZA5	0,216	0,347	0,357	0,359	0,172	0,363	–	0,239	0,316	0,339	0,232	0,081	0,193	0,203	0,497
ZA6	0,552	0,725	0,796	0,775	0,666	0,688	0,229	0,431	0,573	0,601	0,550	0,500	0,612	0,714	0,734
KO	0,125	0,176	0,183	0,174	0,084	0,128	–	0,077	0,120	0,187	0,124	0,069	0,152	0,106	0,210
ŠA1	0,143	0,227	0,244	0,232	0,022	0,186	–	0,065	0,162	0,254	0,182	0,000	0,162	0,162	0,416
ŠA2	0,140	0,280	0,285	0,266	0,048	0,150	–	0,088	0,154	0,246	0,123	0,051	0,154	0,159	0,347
ŠA3	0,242	0,584	0,626	0,571	0,213	0,423	–	0,224	0,235	0,378	0,244	0,102	0,212	0,212	0,529
SA1	0,147	0,231	0,229	0,234	0,179	0,158	0,051	0,119	0,144	0,171	0,129	0,110	0,105	0,128	0,242
SA2	0,113	0,221	0,228	0,255	0,084	0,156	–	0,084	0,116	0,178	0,105	0,054	0,058	0,084	0,349
SA3	0,126	0,158	0,161	0,164	0,134	0,126	0,072	0,097	0,107	0,123	0,108	0,103	0,100	0,109	0,205
SA5	0,434	0,545	0,524	0,562	0,377	0,494	0,156	0,305	0,338	0,440	0,417	0,352	0,221	0,342	0,626
SA6	0,708	0,911	0,944	0,937	0,724	0,797	0,317	0,568	0,487	0,682	0,471	0,589	0,317	0,586	0,887

**Prilog XXXVIII. (nastavak)**

Lokacija	TF <sub>rizomi/korijenje</sub>														
	Y	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
SA7	0,398	0,592	0,538	0,671	0,424	0,556	0,129	0,315	0,313	0,462	0,282	0,322	0,186	0,263	0,806
SA8	0,172	0,211	0,208	0,229	0,099	0,186	–	0,105	0,151	0,240	0,169	0,116	0,118	0,153	0,354
BV	0,161	0,294	0,305	0,328	0,154	0,273	–	0,131	0,148	0,228	0,160	0,108	0,113	0,115	0,289
OSA1	0,340	0,617	0,635	0,647	0,426	0,530	0,124	0,410	0,296	0,381	0,272	0,241	0,175	0,212	0,532
OSA2	0,358	0,899	0,898	1,01	0,641	0,762	0,227	0,430	0,353	0,456	0,357	0,306	0,157	0,305	0,471
OSA3	0,233	0,265	0,307	0,327	–	0,099	–	–	0,235	0,399	0,188	–	–	0,171	0,471
OSA4	0,362	0,859	0,885	0,808	0,831	0,673	0,629	0,497	0,513	0,467	0,411	0,300	0,440	0,416	0,440
OSA5	0,161	0,254	0,257	0,254	0,101	0,192	–	0,097	0,137	0,247	0,160	0,083	0,160	0,144	0,411
OSA6	0,545	0,715	0,785	0,780	0,754	0,771	–	0,720	0,667	0,653	0,700	0,420	0,622	0,445	0,560
OSA7	0,180	0,337	0,356	0,340	0,331	0,317	0,286	0,416	0,272	0,234	0,238	0,185	0,190	0,268	0,238
OSA8	0,421	0,610	0,639	0,694	0,690	0,641	0,687	0,694	0,577	0,457	0,481	0,407	0,321	0,385	0,321

**Prilog XXXIX.** Faktori translokacije ERZ između listova i rizoma vrste *P. oceanica*

Lokacija	TF <sub>listovi/rizomi</sub>														
	Y	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
IP1	2,09	0,821	0,689	0,736	0,744	0,936	1,25	1,24	1,21	1,51	1,48	1,54	1,67	1,75	2,23
IP2	2,29	1,03	0,964	0,888	0,879	0,987	1,08	1,18	1,60	1,49	2,15	1,92	1,44	2,00	2,87
IP3	3,56	0,717	0,640	0,734	0,828	1,26	2,89	1,81	2,24	2,67	2,86	2,86	2,55	2,36	2,55
KVO1	1,26	0,906	0,945	0,863	0,923	0,879	0,989	1,07	0,932	1,09	1,09	1,13	1,45	1,09	1,09
KVO2	2,76	1,41	1,21	1,26	1,33	1,39	1,74	1,52	1,79	2,16	2,20	2,09	2,28	2,34	2,93
KVO3	1,91	1,75	1,60	1,37	1,25	1,04	1,06	1,22	1,26	1,51	1,59	1,62	1,31	1,65	1,96
KVO4	1,92	1,26	1,27	1,09	1,05	1,26	1,25	1,38	1,20	1,62	1,50	1,67	1,50	1,56	2,00
KVO5	0,260	0,125	0,107	0,108	0,114	0,114	0,161	0,226	0,137	0,182	0,194	0,196	0,163	0,185	0,317
KVO6	5,02	4,92	4,52	3,93	3,47	3,93	3,36	2,06	3,36	4,01	5,61	4,86	–	3,59	–
KVO7	1,49	0,842	0,796	0,748	0,689	0,659	0,887	1,03	0,811	1,16	1,22	1,14	1,52	1,28	1,52
KVO8	1,96	1,18	1,11	1,13	1,12	1,09	1,19	1,14	1,18	1,56	1,60	1,61	1,89	1,43	1,32
KVO9	2,97	1,82	1,64	1,34	1,37	1,65	1,77	1,47	1,35	2,29	2,36	2,66	3,04	2,78	3,04
ZA1	1,91	0,895	0,829	0,774	0,879	0,875	1,03	1,27	1,03	1,32	1,38	1,55	1,72	1,66	1,03
ZA2	1,41	0,828	0,843	0,785	0,830	0,867	0,931	1,10	1,01	1,01	1,23	1,21	1,35	1,15	1,01
ZA3	1,63	1,22	1,07	0,912	0,832	0,964	1,00	1,07	1,00	1,20	1,25	1,34	2,01	1,55	2,01
ZA4	1,23	1,15	0,970	0,926	1,64	0,841	–	1,35	2,15	1,23	1,93	2,36	5,37	1,90	0,537
ZA5	2,42	1,81	1,68	1,35	4,55	1,48	–	3,52	3,57	1,70	3,57	8,12	10,7	3,76	0,974
ZA6	1,18	0,930	0,793	1,090	1,20	0,711	5,56	1,02	1,11	0,820	2,04	2,41	3,89	1,83	1,67
KO	1,09	1,35	1,40	1,75	1,88	1,19	–	1,36	1,26	0,648	2,83	3,56	3,77	2,37	2,09
ŠA1	2,67	2,37	1,91	1,83	25,7	2,04	–	8,77	5,48	1,74	3,66	–	12,1	4,39	0,73
ŠA2	2,34	2,01	1,59	1,41	11,8	1,89	–	5,90	4,92	1,69	4,43	8,85	9,84	3,93	0,66
ŠA3	1,46	1,19	0,976	0,886	4,22	0,798	–	2,99	4,99	1,24	2,66	5,65	9,97	3,32	0,50
SA1	1,27	0,699	0,687	0,803	0,738	0,874	2,52	1,01	1,01	0,906	1,89	1,96	2,69	1,64	1,41
SA2	1,90	1,70	1,44	1,90	3,00	1,57	–	1,51	1,34	1,09	3,69	5,53	7,04	3,35	2,01
SA3	0,885	0,753	0,678	0,821	0,726	0,759	1,20	0,903	0,840	0,745	1,51	1,40	2,16	1,13	1,08
SA5	0,241	0,283	0,242	0,403	0,261	0,219	0,503	0,185	0,224	0,168	0,671	0,522	1,51	0,559	0,839
SA6	0,380	0,377	0,306	0,473	0,347	0,325	0,737	0,324	0,263	0,291	0,810	0,585	1,47	0,598	0,902

**Prilog XXXIX. (nastavak)**

Lokacija	TF <sub>listovi/rizomi</sub>														
	Y	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
SA7	1,02	0,583	0,486	0,755	0,631	0,575	1,51	0,783	0,719	0,621	1,73	1,57	2,69	1,70	1,41
SA8	1,48	1,24	1,18	1,56	2,18	1,25	–	1,15	1,02	0,920	2,24	3,06	3,57	2,13	2,04
BV	1,44	1,26	1,11	1,36	1,84	0,948	–	1,47	1,07	0,866	2,35	2,80	3,73	2,37	2,13
OSA1	1,00	0,875	0,700	0,885	0,748	0,684	1,85	0,840	0,754	0,727	1,81	1,69	2,46	1,62	1,85
OSA2	0,747	0,553	0,451	0,594	0,504	0,428	1,14	0,669	0,552	0,537	1,17	1,07	2,65	1,03	1,39
OSA3	6,46	5,45	6,02	6,88	–	16,1	–	–	5,98	2,48	14,4	–	–	13,8	3,59
OSA4	1,19	0,904	0,954	0,872	0,864	0,690	1,43	0,841	0,878	0,862	1,90	1,67	2,73	1,57	1,79
OSA5	2,04	1,66	1,25	1,91	3,75	1,56	–	2,77	1,98	0,990	3,63	5,45	6,93	3,63	1,98
OSA6	2,62	1,63	1,69	1,66	2,25	1,75	–	2,38	1,84	1,74	3,26	5,11	5,17	4,14	3,07
OSA7	6,67	4,54	4,34	4,55	4,29	3,70	4,87	2,86	4,87	4,87	4,55	5,43	4,87	4,00	4,87
OSA8	2,03	2,01	2,60	1,67	1,78	1,88	1,93	1,39	1,93	2,03	1,93	2,02	2,90	2,12	2,90

**Prilog XL.** Faktori translokacije ERZ između listova i korijenja vrste *P. oceanica*

Lokacija	$TF_{\text{listovi/korijenje}}$														
	Y	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
IP1	1,60	1,94	1,98	1,92	1,87	1,77	2,11	1,77	2,11	1,75	1,68	1,46	1,58	1,49	1,58
IP2	0,716	0,704	0,707	0,603	0,563	0,522	0,691	0,614	0,576	0,589	0,691	0,631	0,552	0,794	0,691
IP3	1,32	1,75	1,74	1,72	1,63	1,31	1,26	1,42	1,33	1,18	1,04	1,16	0,96	1,15	1,21
KVO1	0,658	0,552	0,576	0,522	0,561	0,566	0,554	0,662	0,599	0,609	0,561	0,580	0,665	0,763	0,599
KVO2	1,35	1,21	1,14	1,16	1,21	1,27	1,21	1,23	1,36	1,23	1,37	1,19	1,38	1,28	1,18
KVO3	0,836	1,22	1,16	1,01	0,906	0,724	0,751	0,751	0,804	0,756	0,751	0,830	0,655	0,806	0,786
KVO4	1,46	2,09	2,20	1,96	1,72	1,66	1,96	1,28	1,47	1,49	1,26	1,36	0,98	1,29	1,96
KVO5	0,322	0,265	0,236	0,234	0,244	0,224	0,323	0,356	0,264	0,282	0,288	0,285	0,264	0,294	0,529
KVO6	0,232	0,314	0,299	0,236	0,221	0,216	0,260	0,349	0,208	0,247	0,216	0,233	0,260	0,313	0,260
KVO7	0,125	0,161	0,151	0,135	0,128	0,117	0,141	0,180	0,118	0,120	0,111	0,114	0,149	0,140	0,166
KVO8	0,635	1,01	0,924	0,930	0,903	0,779	0,766	0,651	0,684	0,611	0,638	0,590	0,589	0,583	0,609
KVO9	0,592	0,664	0,609	0,510	0,523	0,532	0,590	0,584	0,463	0,534	0,541	0,541	0,556	0,680	0,695
ZA1	0,372	0,244	0,214	0,207	0,228	0,222	0,261	0,336	0,269	0,295	0,272	0,333	0,326	0,375	0,401
ZA2	0,632	0,832	0,867	0,763	0,755	0,709	0,784	0,687	0,713	0,581	0,599	0,588	0,560	0,521	0,490
ZA3	0,385	0,598	0,552	0,471	0,438	0,406	0,495	0,549	0,495	0,344	0,330	0,396	0,330	0,411	0,330
ZA4	0,204	0,348	0,299	0,279	0,339	0,193	0,643	0,227	0,457	0,295	0,329	0,309	1,10	0,382	0,219
ZA5	0,523	0,629	0,602	0,484	0,782	0,539	1,69	0,843	1,13	0,579	0,828	0,657	2,07	0,762	0,484
ZA6	0,651	0,675	0,631	0,844	0,796	0,489	1,28	0,437	0,638	0,493	1,12	1,21	2,38	1,30	1,22
KO	0,136	0,238	0,256	0,304	0,158	0,153	0,183	0,105	0,150	0,121	0,351	0,245	0,574	0,252	0,439
ŠA1	0,382	0,538	0,467	0,423	0,570	0,379	1,45	0,568	0,887	0,443	0,665	0,532	1,95	0,709	0,304
ŠA2	0,327	0,565	0,452	0,374	0,563	0,283	1,46	0,521	0,759	0,415	0,547	0,455	1,52	0,625	0,228
ŠA3	0,354	0,698	0,612	0,506	0,899	0,338	2,74	0,669	1,17	0,467	0,649	0,578	2,11	0,703	0,264
SA1	0,187	0,161	0,157	0,188	0,132	0,138	0,128	0,119	0,145	0,155	0,244	0,214	0,281	0,210	0,342
SA2	0,215	0,375	0,329	0,486	0,253	0,244	0,171	0,127	0,156	0,195	0,387	0,298	0,410	0,281	0,703
SA3	0,111	0,119	0,109	0,135	0,097	0,095	0,086	0,087	0,090	0,091	0,163	0,144	0,216	0,123	0,222
SA5	0,105	0,154	0,127	0,226	0,098	0,108	0,079	0,056	0,076	0,074	0,280	0,184	0,334	0,192	0,525
SA6	0,269	0,343	0,289	0,443	0,251	0,259	0,233	0,184	0,128	0,198	0,381	0,344	0,467	0,350	0,801

**Prilog XL. (nastavak)**

Lokacija	TF <sub>listovi/korijenje</sub>														
	Y	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
SA7	0,406	0,345	0,261	0,507	0,267	0,320	0,195	0,247	0,225	0,287	0,487	0,505	0,499	0,447	1,14
SA8	0,254	0,261	0,247	0,357	0,216	0,233	0,182	0,121	0,154	0,221	0,378	0,355	0,421	0,325	0,721
BV	0,232	0,372	0,337	0,445	0,284	0,258	0,210	0,193	0,158	0,198	0,376	0,303	0,422	0,274	0,615
OSA1	0,342	0,539	0,444	0,572	0,319	0,363	0,230	0,344	0,224	0,277	0,492	0,407	0,431	0,343	0,984
OSA2	0,268	0,497	0,405	0,601	0,323	0,326	0,258	0,287	0,195	0,245	0,419	0,328	0,416	0,316	0,655
OSA3	1,50	1,44	1,85	2,25	5,49	1,60		1,95	1,41	0,990	2,70	2,56	3,94	2,35	1,69
OSA4	0,429	0,776	0,844	0,704	0,718	0,464	0,902	0,418	0,451	0,402	0,782	0,499	1,20	0,651	0,789
OSA5	0,330	0,422	0,320	0,484	0,378	0,300	0,379	0,268	0,271	0,244	0,580	0,454	1,11	0,522	0,813
OSA6	1,43	1,17	1,33	1,30	1,69	1,35	7,51	1,72	1,23	1,14	2,28	2,15	3,22	1,84	1,72
OSA7	1,20	1,53	1,54	1,55	1,42	1,18	1,39	1,19	1,33	1,14	1,08	1,00	0,928	1,07	1,16
OSA8	0,857	1,23	1,66	1,16	1,23	1,21	1,33	0,96	1,11	0,929	0,929	0,821	0,929	0,817	0,929



**Prilog XLI.** Faktori translokacije ERZ između biljnih organa vrste *C. nodosa*

Lokacija	TF <sub>rizomi/korijenje</sub>														
	Y	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
NM1	0,560	0,253	0,248	0,278	0,191	0,332	0,118	0,387	0,307	0,492	0,439	0,392	0,263	0,369	0,768
NM2	0,711	0,593	0,617	0,685	0,481	0,676	0,199	0,514	0,409	0,677	0,468	0,414	0,229	0,294	0,795
SA4	0,431	0,543	0,536	0,559	0,290	0,505	0,047	0,210	0,274	0,491	0,321	0,189	0,158	0,290	1,03
OSA6	0,304	0,317	0,300	0,308	0,115	0,260	0,000	0,203	0,239	0,364	0,279	0,217	0,371	0,279	0,418

Lokacija	TF <sub>listovi/rizomi</sub>														
	Y	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
NM1	0,838	1,07	1,17	1,29	1,34	0,894	1,99	0,949	0,965	0,782	1,43	1,39	2,21	1,60	1,32
NM2	0,447	0,414	0,526	0,600	0,467	0,368	0,929	0,289	0,398	0,360	1,05	1,18	2,17	1,36	1,16
SA4	2,14	1,72	1,93	2,16	3,15	2,05	11,7	2,98	2,19	1,42	3,11	5,56	4,38	3,10	1,95
OSA6	1,06	0,827	0,977	1,50	2,80	1,11	–	1,20	1,01	0,720	2,54	3,19	3,55	2,25	1,69

Lokacija	TF <sub>listovi/korijenje</sub>														
	Y	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
NM1	0,469	0,271	0,291	0,360	0,257	0,297	0,235	0,367	0,296	0,385	0,629	0,546	0,581	0,589	1,02
NM2	0,318	0,245	0,325	0,411	0,225	0,249	0,185	0,149	0,163	0,244	0,489	0,488	0,497	0,399	0,924
SA4	0,923	0,933	1,03	1,21	0,911	1,03	0,545	0,627	0,600	0,696	1,00	1,05	0,692	0,897	2,00
OSA6	0,322	0,262	0,293	0,463	0,322	0,289	0,435	0,244	0,242	0,262	0,707	0,691	1,32	0,628	0,707

**Prilog XLII.** Faktori translokacije ERZ između biljnih organa vrste *Z. noltei*

Lokacija	TF <sub>rizomi/korijenje</sub>														
	Y	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
NM3	0,055	0,042	0,042	0,044	0,024	0,037	0,000	0,029	0,043	0,063	0,046	0,026	0,025	0,039	0,105
NM4	0,210	0,231	0,211	0,221	0,197	0,201	0,148	0,187	0,167	0,201	0,181	0,182	0,165	0,183	0,213

Lokacija	TF <sub>listovi/rizomi</sub>														
	Y	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
NM3	3,87	4,12	4,53	4,45	7,46	5,00	–	7,08	3,89	2,97	5,50	9,16	11,0	5,84	3,053
NM4	0,557	0,415	0,474	0,458	0,461	0,449	0,614	0,397	0,508	0,511	0,767	0,743	1,074	0,778	0,888

Lokacija	TF <sub>listovi/korijenje</sub>														
	Y	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
NM3	0,212	0,172	0,192	0,197	0,180	0,185	0,174	0,208	0,169	0,188	0,252	0,235	0,280	0,230	0,322
NM4	0,117	0,096	0,100	0,101	0,091	0,090	0,091	0,074	0,085	0,103	0,139	0,135	0,178	0,143	0,189

**Prilog XLIII.** Rezultati analize glavnih komponenata sadržaja glavnih elemenata, elemenata u tragovima i elemenata rijetkih zemalja u istraženim sedimentima.

	<b>Svojstvena vrijednost</b>	<b>Ukupna varijanca (%)</b>	<b>Kumulativna svojstvena vrijednost</b>	<b>Kumulativna varijanca (%)</b>
<b>1</b>	22,2	67,3	22,2	67,3
<b>2</b>	3,05	9,24	25,3	76,5
<b>3</b>	1,44	4,37	26,7	80,9
<b>4</b>	1,17	3,54	27,9	84,4

**Prilog XLIV.** Faktorski bodovi za svaki uzorak, na osnovi izračunatih glavnih komponenti (faktora).

	<b>PC1</b>	<b>PC2</b>	<b>PC3</b>	<b>PC4</b>		<b>PC1</b>	<b>PC2</b>	<b>PC3</b>	<b>PC4</b>
<b>IP1</b>	0,51	1,24	1,02	0,08	<b>KO</b>	1,03	-0,63	0,89	0,01
<b>IP2</b>	0,99	-0,35	0,33	-0,17	<b>ŠA1</b>	-0,74	-0,86	-0,56	-0,79
<b>IP3</b>	1,05	-0,27	0,57	0,05	<b>ŠA2</b>	-1,36	-0,89	-0,02	-0,40
<b>KVO1</b>	0,96	0,04	0,00	-0,32	<b>ŠA3</b>	0,39	-0,77	-0,34	-0,17
<b>KVO2</b>	0,83	-0,08	-0,18	-0,27	<b>SA1</b>	-1,45	-0,04	0,26	0,12
<b>KVO3</b>	0,90	-0,14	-0,21	0,06	<b>SA2</b>	-2,37	-0,57	0,51	1,08
<b>KVO4</b>	0,97	-0,49	0,05	0,90	<b>SA3</b>	-2,02	-0,09	2,56	0,62
<b>KVO5</b>	-1,11	2,62	3,03	0,32	<b>SA4</b>	-2,06	-0,44	-0,41	1,75
<b>KVO6</b>	1,08	-0,32	0,95	0,75	<b>SA5</b>	-1,61	0,04	0,17	-1,19
<b>KVO7</b>	0,35	0,69	-0,20	0,67	<b>SA6</b>	0,23	-0,37	1,55	-0,34
<b>KVO8</b>	-0,57	0,02	-1,21	0,45	<b>SA7</b>	0,36	0,30	0,57	-1,15
<b>KVO9</b>	0,34	-0,63	-0,47	2,21	<b>SA8</b>	-1,09	1,19	0,22	-2,46
<b>ZA1</b>	-0,05	0,31	-0,91	0,66	<b>BV</b>	-0,89	-0,21	-0,85	-2,50
<b>ZA2</b>	0,69	-0,44	0,07	0,17	<b>OSA1</b>	0,45	-0,33	0,18	-0,12
<b>ZA3</b>	0,84	-0,55	0,69	0,57	<b>OSA2</b>	0,16	-0,52	-0,90	-1,57
<b>ZA4</b>	0,63	-0,42	1,05	0,49	<b>OSA3</b>	0,90	-0,61	0,18	0,54
<b>ZA5</b>	0,19	-0,47	-0,62	-1,45	<b>OSA4</b>	0,03	0,07	-0,53	-0,25
<b>ZA6</b>	0,22	-0,95	-0,49	0,59	<b>OSA5</b>	-1,94	-1,55	-2,26	1,18
<b>NM1</b>	0,01	0,69	-0,50	-1,93	<b>OSA6</b>	0,58	-0,72	-0,56	-0,51
<b>NM2</b>	0,72	1,78	-1,12	-0,10	<b>OSA7</b>	0,70	-0,78	0,50	0,00
<b>NM3</b>	0,53	2,99	-1,58	1,07	<b>OSA8</b>	0,90	-0,41	0,25	0,24
<b>NM4</b>	-0,27	2,90	-1,70	1,11					

**Prilog XLV.** Rezultati analize glavnih komponenata sadržaja mjerenih elemenata u korijenju vrste *P. oceanica*.

	Svojstvena vrijednost	Ukupna varijanca (%)	Kumulativna svojstvena vrijednost	Kumulativna varijanca (%)
<b>1</b>	12,1	44,8	12,1	44,8
<b>2</b>	4,19	15,5	16,3	60,3
<b>3</b>	3,66	13,5	19,9	73,9
<b>4</b>	1,27	4,71	21,2	78,6
<b>5</b>	1,21	4,46	22,4	83,0

**Prilog XLVI.** Izračunata faktorska opterećenja, odnosno korelacije između mjerenih elemenata u korijenju vrste *P. oceanica* i glavnih komponenata.

Element	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	Element	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5
<b>Al</b>	-0,88	0,29	-0,10	0,10	0,07	<b>Mo</b>	-0,52	-0,70	0,09	-0,23	0,14
<b>As</b>	-0,73	-0,09	-0,32	-0,42	0,02	<b>Ni</b>	-0,07	0,03	0,78	-0,05	-0,27
<b>Ba</b>	-0,88	0,02	-0,16	-0,03	-0,07	<b>Pb</b>	-0,89	-0,03	-0,23	0,02	-0,08
<b>Bi</b>	-0,74	-0,01	-0,37	-0,06	-0,16	<b>Rb</b>	-0,47	0,73	0,40	-0,01	0,15
<b>Cd</b>	-0,16	-0,45	0,72	-0,03	-0,16	<b>Sb</b>	-0,35	-0,80	0,30	0,07	0,10
<b>Co</b>	-0,36	-0,19	0,46	0,05	-0,61	<b>Sn</b>	-0,70	0,10	0,16	-0,27	0,26
<b>Cr</b>	-0,93	0,02	-0,18	0,13	-0,10	<b>Sr</b>	-0,48	-0,35	0,38	0,33	0,30
<b>Cs</b>	-0,89	0,33	-0,16	0,14	-0,03	<b>Ti</b>	-0,92	0,18	-0,10	0,16	0,03
<b>Cu</b>	-0,36	0,22	0,39	-0,69	-0,13	<b>Tl</b>	-0,65	-0,55	-0,08	-0,02	0,18
<b>Fe</b>	-0,71	0,29	-0,37	-0,33	0,01	<b>U</b>	-0,43	-0,82	0,03	-0,07	0,09
<b>K</b>	-0,22	0,65	0,62	0,03	0,22	<b>V</b>	-0,80	-0,51	-0,11	0,05	-0,01
<b>Li</b>	-0,91	0,27	-0,03	0,22	0,03	<b>Zn</b>	-0,67	0,18	0,55	-0,10	-0,07
<b>Mg</b>	-0,51	0,09	0,68	0,17	0,29	<b>ΣERZ</b>	-0,95	0,14	-0,16	0,12	0,02
<b>Mn</b>	-0,54	0,03	-0,06	0,26	-0,52						

**Prilog XLVII.** Rezultati analize glavnih komponenata sadržaja mjerenih elemenata u rizomima vrste *P. oceanica*.

	Svojstvena vrijednost	Ukupna varijanca (%)	Kumulativna svojstvena vrijednost	Kumulativna varijanca (%)
<b>1</b>	11,8	43,7	11,8	43,7
<b>2</b>	3,81	14,1	15,6	57,8
<b>3</b>	3,36	12,5	19,0	70,2
<b>4</b>	2,47	9,16	21,4	79,4
<b>5</b>	1,46	5,42	22,9	84,8

**Prilog XLVIII.** Izračunata faktorska opterećenja, odnosno korelacije između mjerenih elemenata u rizomima vrste *P. oceanica* i glavnih komponenata.

Element	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	Element	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5
Al	-0,88	0,40	0,00	0,16	0,03	Mo	-0,53	-0,77	0,01	-0,16	0,14
As	-0,67	-0,67	-0,10	0,01	-0,08	Ni	-0,16	0,14	0,62	-0,55	0,37
Ba	-0,76	0,34	0,02	0,22	-0,04	Pb	-0,58	-0,10	-0,37	-0,01	0,32
Bi	-0,20	0,24	-0,34	-0,12	0,52	Rb	-0,47	0,23	-0,38	-0,67	-0,27
Cd	-0,04	-0,07	0,83	0,05	-0,08	Sb	-0,66	-0,66	-0,27	-0,12	0,06
Co	-0,64	-0,23	0,55	-0,24	0,17	Sn	-0,44	0,05	-0,45	-0,23	-0,50
Cr	-0,81	0,39	-0,23	0,02	0,15	Sr	-0,62	-0,43	0,40	0,31	-0,18
Cs	-0,89	0,22	-0,12	-0,07	0,20	Ti	-0,81	0,46	0,03	0,28	-0,01
Cu	0,06	0,47	0,36	-0,61	0,03	Tl	-0,97	0,05	-0,02	0,00	0,06
Fe	-0,88	0,32	-0,19	-0,03	-0,19	U	-0,58	-0,74	-0,02	-0,13	0,15
K	-0,28	-0,10	-0,34	-0,72	-0,32	V	-0,91	-0,31	-0,16	-0,02	0,17
Li	-0,83	-0,02	0,27	0,31	-0,10	Zn	-0,42	0,23	0,65	-0,46	0,02
Mg	-0,51	-0,17	0,51	0,04	-0,51	ΣERZ	-0,82	0,43	0,03	0,26	-0,06
Mn	-0,90	0,17	0,11	0,16	0,01						

**Prilog XLIX.** Rezultati analize glavnih komponenta sadržaja mjerenih elemenata u listovima vrste *P. oceanica*.

	Svojstvena vrijednost	Ukupna varijanca (%)	Kumulativna svojstvena vrijednost	Kumulativna varijanca (%)
1	8,82	32,66	8,82	32,66
2	4,24	15,72	13,06	48,39
3	3,30	12,21	16,36	60,60
4	2,46	9,11	18,82	69,71
5	1,45	5,38	20,27	75,09
6	1,24	4,58	21,51	79,67

**Prilog L.** Izračunata faktorska opterećenja, odnosno korelacije između mjerenih elemenata u listovima vrste *P. oceanica* i glavnih komponenta.

Element	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	Element	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6
Al	-0,87	0,37	-0,02	0,10	0,09	0,10	Mo	-0,27	-0,60	-0,35	0,14	-0,25	-0,45
As	-0,69	-0,16	0,23	0,05	-0,34	-0,06	Ni	-0,06	-0,72	0,48	-0,21	0,11	0,05
Ba	-0,14	-0,07	-0,45	0,31	-0,07	0,47	Pb	-0,74	-0,29	-0,13	-0,08	-0,36	0,12
Bi	-0,31	-0,05	0,64	0,23	-0,17	0,29	Rb	-0,39	0,31	-0,01	-0,67	0,10	0,00
Cd	-0,18	-0,58	-0,14	-0,55	0,49	0,01	Sb	-0,18	-0,36	-0,27	0,59	0,11	0,24
Co	-0,23	-0,78	0,43	-0,01	0,06	0,23	Sn	-0,71	-0,28	-0,14	-0,41	-0,10	-0,10
Cr	-0,33	-0,05	0,40	0,50	-0,18	-0,31	Sr	-0,70	0,08	0,14	0,28	0,43	-0,04
Cs	-0,76	0,46	0,08	0,17	0,00	0,18	Ti	-0,86	0,42	-0,05	0,02	0,15	0,05
Cu	-0,44	-0,30	0,33	-0,45	-0,46	-0,06	Tl	-0,82	-0,07	-0,01	-0,13	0,35	-0,11
Fe	-0,87	0,32	0,16	0,06	-0,13	0,13	U	-0,65	-0,18	-0,41	0,24	-0,10	-0,36
K	-0,11	0,38	0,40	-0,36	-0,27	0,17	V	-0,58	-0,44	-0,10	0,19	0,04	-0,11
Li	-0,85	0,36	-0,05	-0,27	0,08	-0,03	Zn	-0,28	-0,27	-0,66	-0,15	-0,25	0,41
Mg	0,29	0,20	0,84	0,13	0,04	-0,09	ΣERZ	-0,91	0,15	0,11	0,17	0,16	-0,13
Mn	-0,21	-0,78	0,39	0,12	0,22	0,20							

**Prilog LI.** Rezultati analize glavnih komponenata sadržaja mjerenih elemenata u epifitima s listova vrste *P. oceanica*.

	Svojtvena vrijednost	Ukupna varijanca (%)	Kumulativna svojtvena vrijednost	Kumulativna varijanca (%)
1	15,15	56,10	15,15	56,10
2	3,49	12,92	18,63	69,02
3	2,06	7,62	20,69	76,64
4	1,76	6,51	22,45	83,14
5	1,02	3,79	23,47	86,94

**Prilog LII.** Faktorska opterećenja izračunata primjenom analize glavnih komponenata sadržaja mjerenih elemenata u epifitima.

Element	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	Element	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5
Al	-0,97	0,07	0,12	-0,04	-0,07	Mo	0,35	0,59	-0,15	0,02	-0,22
As	-0,61	0,23	-0,60	0,08	0,25	Ni	0,50	0,54	0,53	0,06	0,24
Ba	-0,74	0,27	-0,32	-0,06	0,03	Pb	-0,83	0,30	-0,27	0,16	0,13
Bi	-0,94	0,11	-0,17	-0,01	0,14	Rb	-0,97	0,00	0,20	-0,06	-0,08
Cd	0,42	0,47	0,45	-0,01	0,21	Sb	0,46	0,58	0,33	-0,22	0,25
Co	0,08	0,54	0,27	0,63	-0,21	Sn	-0,76	0,50	-0,10	0,07	0,18
Cr	-0,98	-0,01	0,06	0,02	-0,01	Sr	-0,89	-0,08	0,19	-0,22	-0,02
Cs	-0,97	0,03	0,19	-0,05	-0,07	Ti	-0,97	0,04	0,09	-0,12	-0,04
Cu	0,03	0,64	-0,19	0,33	-0,49	Tl	-0,98	0,02	0,11	-0,07	0,00
Fe	-0,98	0,07	0,08	-0,05	-0,04	U	-0,80	0,05	0,39	-0,35	-0,09
K	-0,52	-0,54	0,12	0,38	-0,38	V	-0,71	0,37	-0,01	-0,21	-0,09
Li	-0,98	0,00	0,12	-0,07	-0,02	Zn	0,21	0,59	-0,58	-0,34	-0,09
Mg	-0,43	-0,47	-0,21	0,49	0,40	∑ERZ	-0,97	-0,07	0,02	0,04	0,06
Mn	-0,56	0,27	0,16	0,64	0,20						

**Prilog LIII.** Rezultati analize glavnih komponenata sadržaja mjerenih elemenata u sva tri istražena organa vrste *P. oceanica*.

	Svojtvena vrijednost	Ukupna varijanca (%)	Kumulativna svojtvena vrijednost	Kumulativna varijanca (%)
1	10,7	39,8	10,7	39,8
2	5,12	19,0	15,9	58,8
3	2,94	10,9	18,8	69,6
4	1,59	5,88	20,4	75,5
5	1,49	5,53	21,9	81,1

**Prilog LIV.** Faktorska opterećenja izračunata primjenom analize glavnih komponenata sadržaja mjerenih elemenata u biljnim organima vrste *P. oceanica*.

Element	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	Element	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5
Al	-0,82	0,31	0,39	0,11	-0,10	Mo	-0,64	-0,36	-0,32	0,23	0,32
As	-0,85	0,05	-0,32	-0,02	0,03	Ni	0,47	0,24	0,59	0,24	0,35
Ba	-0,56	-0,34	0,47	0,14	-0,18	Pb	-0,86	-0,29	-0,15	-0,11	-0,03
Bi	-0,78	-0,19	-0,19	-0,12	-0,17	Rb	-0,66	0,42	-0,02	-0,55	0,12
Cd	-0,01	-0,71	0,13	-0,15	0,40	Sb	-0,44	-0,73	-0,29	0,08	0,13
Co	-0,04	-0,87	0,17	-0,28	-0,01	Sn	-0,71	0,00	-0,02	-0,20	0,23
Cr	-0,90	0,09	0,16	0,13	-0,12	Sr	0,03	-0,78	0,38	-0,03	-0,09
Cs	-0,86	0,29	0,30	0,00	-0,12	Ti	-0,75	0,26	0,45	0,20	-0,13
Cu	-0,20	0,33	0,23	-0,23	0,65	Tl	-0,80	-0,13	-0,22	0,29	0,17
Fe	-0,83	0,18	-0,10	-0,13	-0,11	U	-0,66	-0,27	-0,41	0,36	0,29
K	-0,46	0,29	-0,07	-0,71	0,12	V	-0,60	-0,64	-0,07	0,06	0,05
Li	-0,79	0,30	0,38	0,06	-0,04	Zn	0,11	-0,03	0,69	0,11	0,49
Mg	0,18	-0,54	0,48	-0,23	-0,17	ΣERZ	-0,89	0,07	0,36	0,11	-0,15
Mn	0,11	-0,86	0,29	-0,20	-0,18						



**Prilog LV.** Rezultati analize glavnih komponenata sadržaja mjerenih elemenata u epifitima i istraženim organima vrste *P. oceanica*.

	Svojstvena vrijednost	Ukupna varijanca (%)	Kumulativna svojstvena vrijednost	Kumulativna varijanca (%)
1	14,3	52,8	14,3	52,8
2	3,15	11,7	17,4	64,5
3	2,77	10,3	20,2	74,8
4	1,59	5,88	21,8	80,7
5	1,16	4,30	22,9	85,0

**Prilog LVI.** Faktorska opterećenja izračunata primjenom analize glavnih komponenata sadržaja mjerenih elemenata u epifitima i biljnim organima vrste *P. oceanica*.

	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5		PC1	PC2	PC3	PC4	PC5
Al	-0,96	-0,20	0,02	0,02	0,00	Mo	-0,07	0,75	-0,39	0,21	-0,01
As	-0,53	0,35	-0,59	0,14	-0,05	Ni	0,40	-0,42	0,34	0,46	0,17
Ba	-0,87	0,01	0,25	0,13	-0,14	Pb	-0,93	0,13	0,08	0,10	-0,07
Bi	-0,96	0,05	0,03	0,03	-0,07	Rb	-0,79	-0,24	-0,39	0,00	0,26
Cd	0,23	0,61	0,28	0,10	0,39	Sb	-0,09	0,90	-0,07	-0,11	0,01
Co	-0,38	0,56	0,56	-0,10	0,28	Sn	-0,87	0,02	0,07	0,22	-0,07
Cr	-0,97	-0,15	0,02	-0,02	-0,03	Sr	-0,90	-0,16	0,15	-0,08	-0,03
Cs	-0,95	-0,21	0,01	-0,02	0,02	Ti	-0,96	-0,19	0,01	0,04	-0,04
Cu	0,06	-0,15	-0,27	0,65	0,57	Tl	-0,96	-0,02	-0,09	-0,01	-0,03
Fe	-0,74	0,03	-0,50	0,07	0,04	U	-0,57	0,45	-0,46	0,01	-0,08
K	-0,42	-0,22	-0,39	-0,31	0,56	V	-0,84	0,33	0,16	0,09	-0,09
Li	-0,96	-0,21	0,03	-0,01	-0,01	Zn	-0,20	0,09	0,41	0,73	-0,17
Mg	-0,50	-0,03	0,49	-0,32	0,27	ΣERZ	-0,97	-0,16	0,05	-0,04	-0,01
Mn	-0,62	0,29	0,62	-0,14	0,16						

## ŽIVOTOPIS

Rođena sam 2. travnja 1984. godine u Ljubljani, gdje sam završila Biskupijsku klasičnu gimnaziju. 2002. godine upisala sam studij kemijske tehnologije na Kemijsko–tehnološkom fakultetu u Splitu, smjer “Zaštita okoliša“, tijekom kojeg sam primila Rektorovu nagradu. Diplomirala sam 2007. godine. U kolovozu 2007. godine upisala sam poslijediplomski magistarski studij na fakultetu “Columbian College of Arts and Sciences“ Sveučilišta George Washington u Washingtonu, DC, SAD. Magistrirala sam 2009. godine s temom “Regime Changes in Nanoelectrospray Ionization Sources“ (Promjene režima rada kod ionizacije nano–elektroaspršenjem). Usporedo s magisterijem, na istom fakultetu bila sam zaposlena kao asistent u istraživanju i nastavi, do prosinca 2009. godine. U siječnju 2011. godine upisala sam poslijediplomski studij „Primijenjene znanosti o moru“ na Sveučilišnom odjelu za studije mora Sveučilišta u Splitu. Usporedo sa studijem, od siječnja 2011. godine zaposlena sam kao znanstveni novak u Laboratoriju za kemijsku oceanografiju i sedimentologiju Instituta za oceanografiju i ribarstvo u Splitu.

## POPIS RADOVA

### Izvorni znanstveni radovi u CC časopisima

Cvitković, I., M. Despalatović, A. Žuljević, S. Matijević, D. Bogner, **J. Lušić** & A. Travizi. 2017. Structure of epibiotic and sediment meiofauna in the area invaded by invasive alga *Caulerpa taxifolia*. *Marine Biology*, 164: 4.

Milun, V., **J. Lušić** & M. Despalatović. 2016. Polychlorinated biphenyls, organochlorine pesticides and trace metals in cultured and harvested bivalves from the eastern Adriatic coast (Croatia). *Chemosphere*, 153: 18–27.

Ujević, I., N. Vuletić, **J. Lušić**, N. Nazlić & G. Kušpilić. 2015. Bioaccumulation of trace metals in mussel (*Mytilus galloprovincialis*) from Mali Ston Bay during DSP toxicity episodes. *Molecules*, 20: 13031–13040.

Bielen, A., I. Bošnjak, K. Sepčić, M. Jaklič, M. Cvitanić, **J. Lušić**, J. Lajtner, T. Simčić & S. Hudina. 2016. Differences in tolerance to anthropogenic stress between invasive and native bivalves. *Science of the Total Environment*, 543: 449–459.

Bošnjak, I., J. Hrabar, M. Petrić, **J. Lušić**, L. Šver & I. Mladineo. 2014. Multixenobiotic resistance mechanism in gills of reared vs. wild Mediterranean mussel *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819). *Water Air and Soil Pollution*, 225 (8): 2073–2085.

### Radovi u zbornicima skupova s međunarodnom recenzijom

Kušpilić, G., **J. Lušić**, Milun, V., Mandić, J., Ninčević Gladan, Ž., Krstulović, N., Šolić, M., Marijanović Rajčić, M., Šurmanović, D., González–Fernández, D., Hanke, G., Mariani, G., Tavazzi, S., Suurkuusk, G., Tronczynsky, J. Privremene promjene kemijskih i bioloških svojstava Kaštelanskog zaljeva. 6. Hrvatska konferencija o vodama, Hrvatske vode na investicijskom valu / Biondić, D., Holjević, D., Vizner, M. (ur.). Opatija : Hrvatske vode, 2015. 515–524.

Ujević, I., Ninčević Gladan, Ž., Krstulović, N., Dadić, V., Morović, M., Milun, V., **Lušić, J.**, Jozić, S., Nazlić, N., Garber, R., Musić, V., Šurmanović, D. Monitoring fizikalnih, kemijskih i bioloških pokazatelja za određivanje područja voda pogodnih za život i rast školjkaša u vodama Jadranskog mora. 6. Hrvatska konferencija o vodama, Hrvatske vode na investicijskom valu / Biondić, D., Holjević, D., Vizner, M. (ur.). Opatija : Hrvatske vode, 2015. 505–514.

### **Radovi u zbornicima skupova**

**Lušić, J.**, Mikac, N., Kušpilić, G. Istraživanje ekotoksičnih metala u školjkašima, *Mytilus galloprovincialis*, iz priobalnih područja Republike Hrvatske. 13. Stručni sastanak laboratorija ovlaštenih za ispitivanje voda. / Dikanović Lučan, Ž., Stipaničev, D., Dragun, Z. (ur.). Vodice, 2014. 35–39.

### **Sažeci u zbornicima skupova**

Cvitković, I., Despalatović, M., Nikolić, V., Rožić, S., **Lušić, J.**, Žuljević, A. Seagrass *Zostera noltei* as bioindicator of ecological status of Croatian transitional waters. 4<sup>th</sup> Mediterranean Seagrass Workshop – Sardinia 2015 / Guala, I.; Fais, M. (ur.). Oristano, Italija : International Marine Centre, 2015. 114–114.

Grilli, F., Frapiccini, E., Campanelli, A., Guicciardi, S., Marini, M., Marasović, I., Grbec, B., Skejčić, S., Ujević, I., **Lušić, J.** Variability of PAHs and trace metals in the sediments in relation to environmental characteristics of the bottom layer in the middle Adriatic Sea. European Geosciences Union General Assembly, Vienna, 2015. Vol. 17, 12282.

Kušpilić, G., **Lušić, J.**, Milun, V., Grbec, B., Bogner, D. Biomonitoring of selected contaminants in shellfish, *Mytilus galloprovincialis*, from the coastal area of Croatia during the period from 2000 to 2009. 17<sup>th</sup> International Symposium on Environmental Pollution and its Impact on Life in the Mediterranean Region, Istanbul, 2013. 244–244.

**Lušić, J.**, Jones, J., Nemes, P., Vertes, A. Regime changes in nanoelectrospray ionization sources. 238<sup>th</sup> ACS National Meeting & Exposition, Washington, DC, 2009.

**Lušić, J.**, Jones, J., Nemes, P., Vertes, A. Regime changes in nanoelectrospray ionization sources. 57<sup>th</sup> American Society for Mass Spectrometry conference on Mass Spectrometry, Philadelphia, PA, 2009.

Vertes, A., Schultz, G.A., Henion, J.D., **Lušić, J.**, Nemes, P. Characterization of spraying modes from microfabricated nozzles on a nanoelectrospray chip. 56<sup>th</sup> American Society for Mass Spectrometry conference on Mass Spectrometry, Denver, CO, 2008.