



Center of
Excellence for Environmental
Chemistry and
Risk
Assessment

WW 2008

Monitoring sedimenta

Mr Dejan Krčmar
PMF – Departman za hemiju
Katedra za hemijsku tehnologiju i
zaštitu životne sredine

SEDIMENT

- Sediment je esencijalna, dinamička komponenta svih vodenih sistema koja zbog snažno izražene tendencije vezivanja predstavlja rezervoar toksičnih i perzistentnih jedinjenja antropogenog porekla (*USEPA*).
- Kvalitet sedimenta je važna komponenta u programima zaštite i kontrole kvaliteta vode.
- Neophodnost praćenja kvaliteta sedimenta kao neodvojivog segmenta akvatičnih sredina.

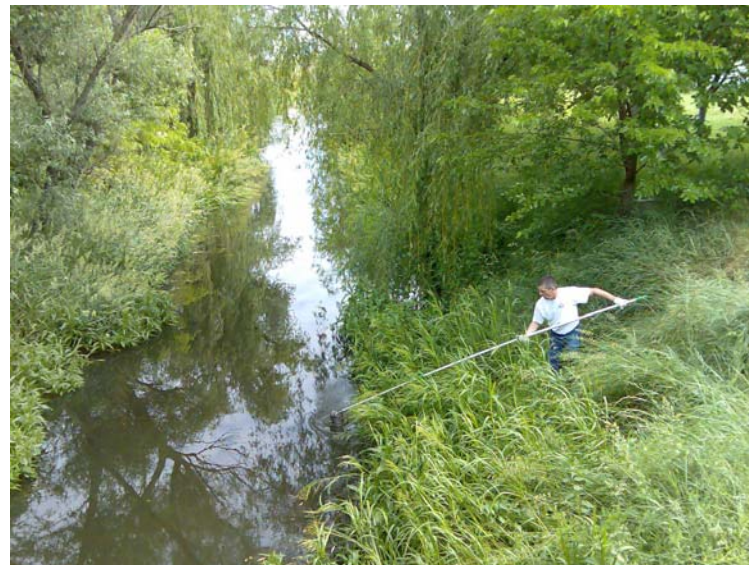


KVALITET SEDIMENTA I ZAKONSKA REGULATIVA

- “Ekosistemski” način koncipiranja propisa i regulativa o kvalitetu ambijentnih voda, zemlje EU uvode nove parametre - pored fizičko-hemijskih i mikrobioloških parametara uvode se i biološki parametri čime je okvir monitoringa proširen na sediment i biotu.
- **Nema** kontinualnog institucionalizovanog monitoringa sedimenta, a **ne postoji** nikakva **regulativa** ni u pogledu zahtevanih standarda kvaliteta koja će se ako dođe do procesa primene opšte Direktive EU o vodama morati formirati.

PROBLEM:

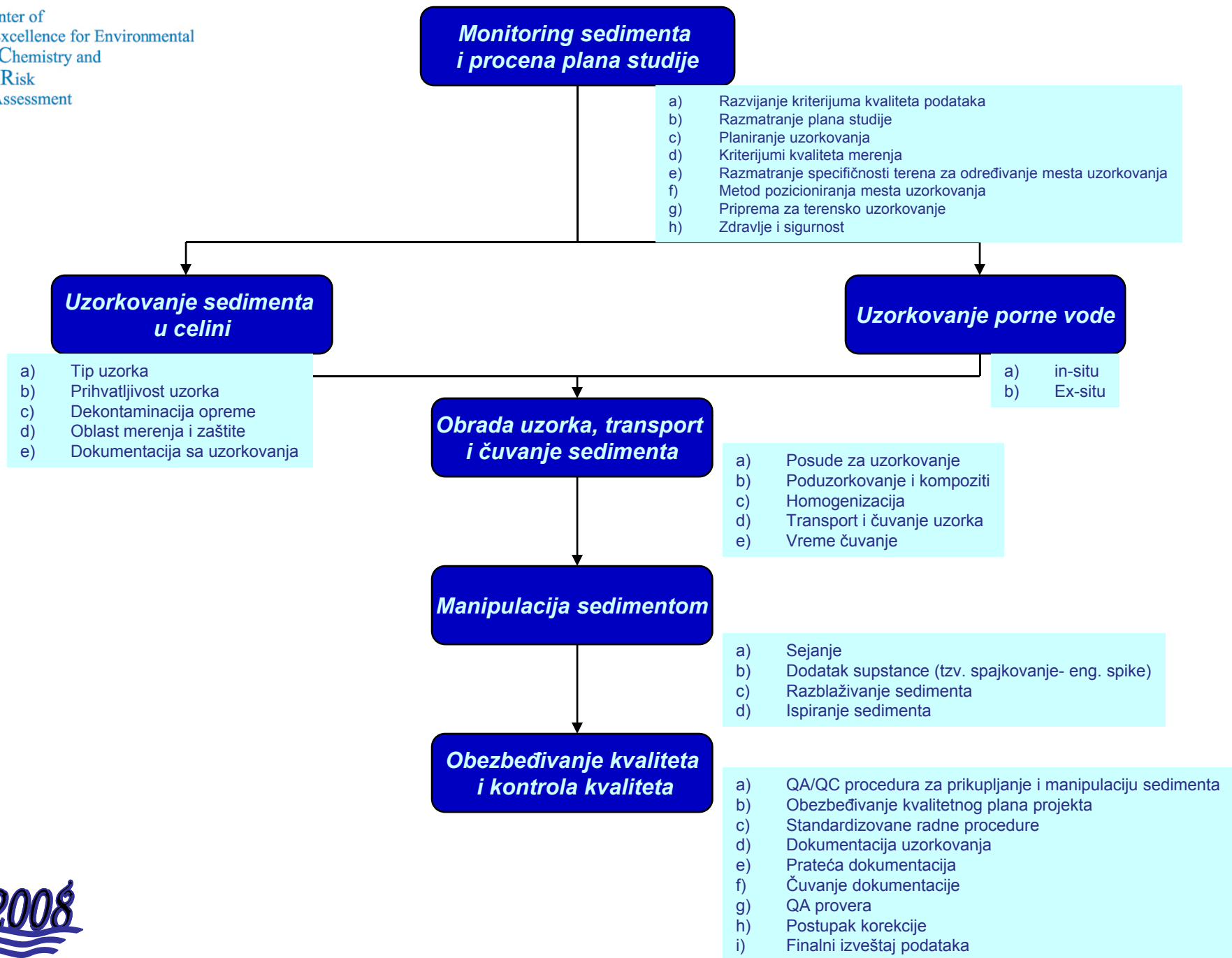
- Nedostatak podataka o:
 - koncentracijama jedinjenja i elemenata u sedimentu, kao i propisa i legislative ne samo u našoj zemlji nego i u okviru Evropske unije,
 - referentnim uslovima,
 - homogenoj klasifikaciji sedimenta i
 - kriterijumima kvaliteta sedimenta.



MONITORING

- Specifičnost svake studije i projekta
- Monitoring sedimenta treba pažljivo pripremiti kako bi najbolje odgovorio na cilj projekta
- Kompletan i sveobuhvatan pristup procene kvaliteta sedimenta zahteva poznavanje pet osnovnih komponenti:
 - fizičko-hemijskih osobina sedimenta
 - ekotoksičnosti
 - podataka o bioakumulaciji
 - strukture zajednice bentosa
 - stabilnosti mesta za koje se vrši procena kvaliteta



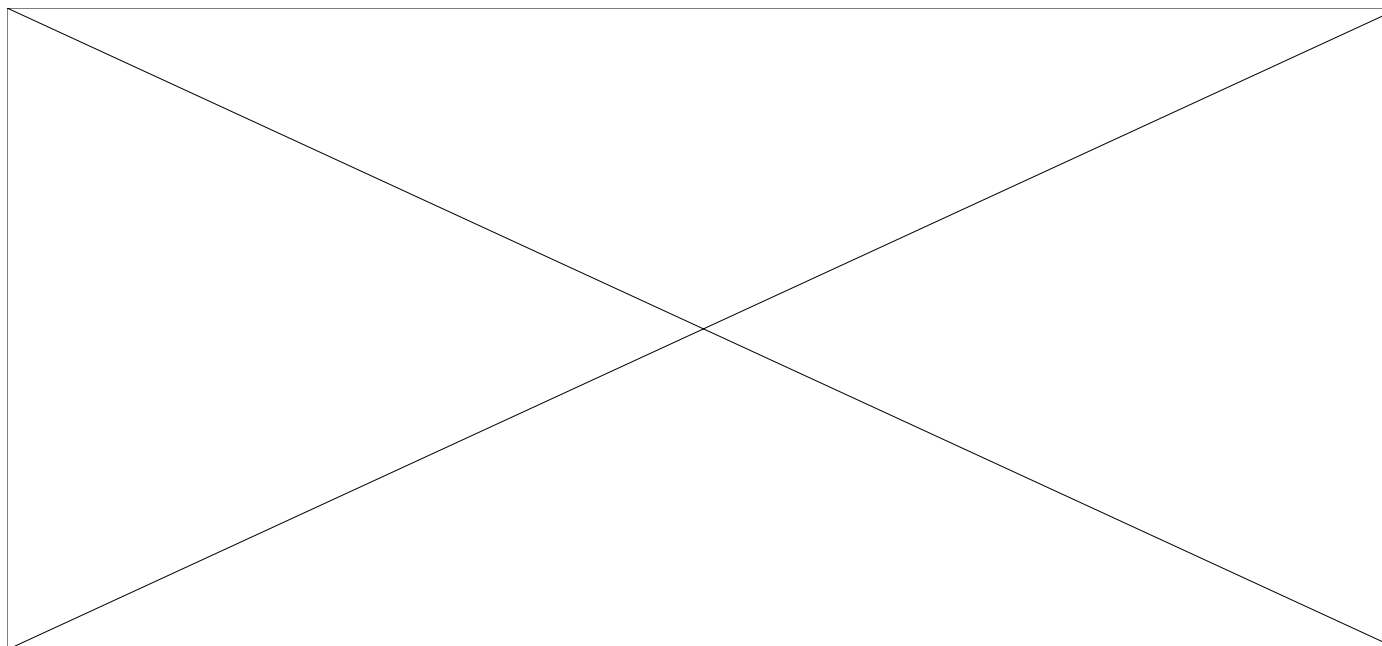


- Razvijanje adekvatnog plana uzorkovanja je najkritičniji korak u monitoringu sedimenta i studijama procene kvaliteta sedimenta.
- Izbor lokacija na kojima će biti izvršeno uzorkovanje, kao i sam izbor metoda uzorkovanja, proizvod je opštih ciljeva studije o kvalitetu sedimenta:
 - Status i trend
 - Opravdanost modela kvaliteta sedimenta
 - Projektovanje regulatornih programa
 - Identifikovanje postojanja i obima zagađenja
 - Identifikovanje izvora zagađenja
 - Rangiranje postojećih i identifikovanje hitnih problema
 - Uspostavljanje ciljeva remedijacije sedimenta
 - Ocena kvaliteta iskopanog materijala



Plan studije

- Definisati oblast i mesto studije
- Identifikacija potencijalnih izvora zagađenja
- Konsultacije sa lokalnim poznavacima uslova na terenu
- Pregled, procena i upotreba svih dostupnih podataka
- Odrediti lokacije sa fino granulisanim sedimentom
- Odabrati metod za određivanje mesta uzorkovanja
- Određivanje broja, veličine uzorka (težina ili zapremina) i frekvencije uzorkovanja
- Plan studije treba da se razmotri od strane struke



Odabir mesta uzorkovanja

-Batometrijske mape i hidrografske karte:

- Dubina vode
- Zona erozije, transporta i depozicije
- Topografija dna
- Raspodela čvrstoća i tip sedimenta
- Brzina i pravac struja

-Antropogeni uticaj:

- Lokacija naseljenih mesta
- Način upotrebe zemljišta
- Industrijska aktivnost
- Mesta odlaganja otpada
- Lokacije postrojenja za tretman kanalizacije
- Mesto, količina i kvalitet efluenta

Hidrološke informacije:

- Potencijalni unos suspendovanih materija erozijom
- kvalitet i količina vode koja se spira

-Geochemijska razmatranja:

- Tip korita, hemija zemljišta/sedimenta
- Fizičko-hemijske osobine vode

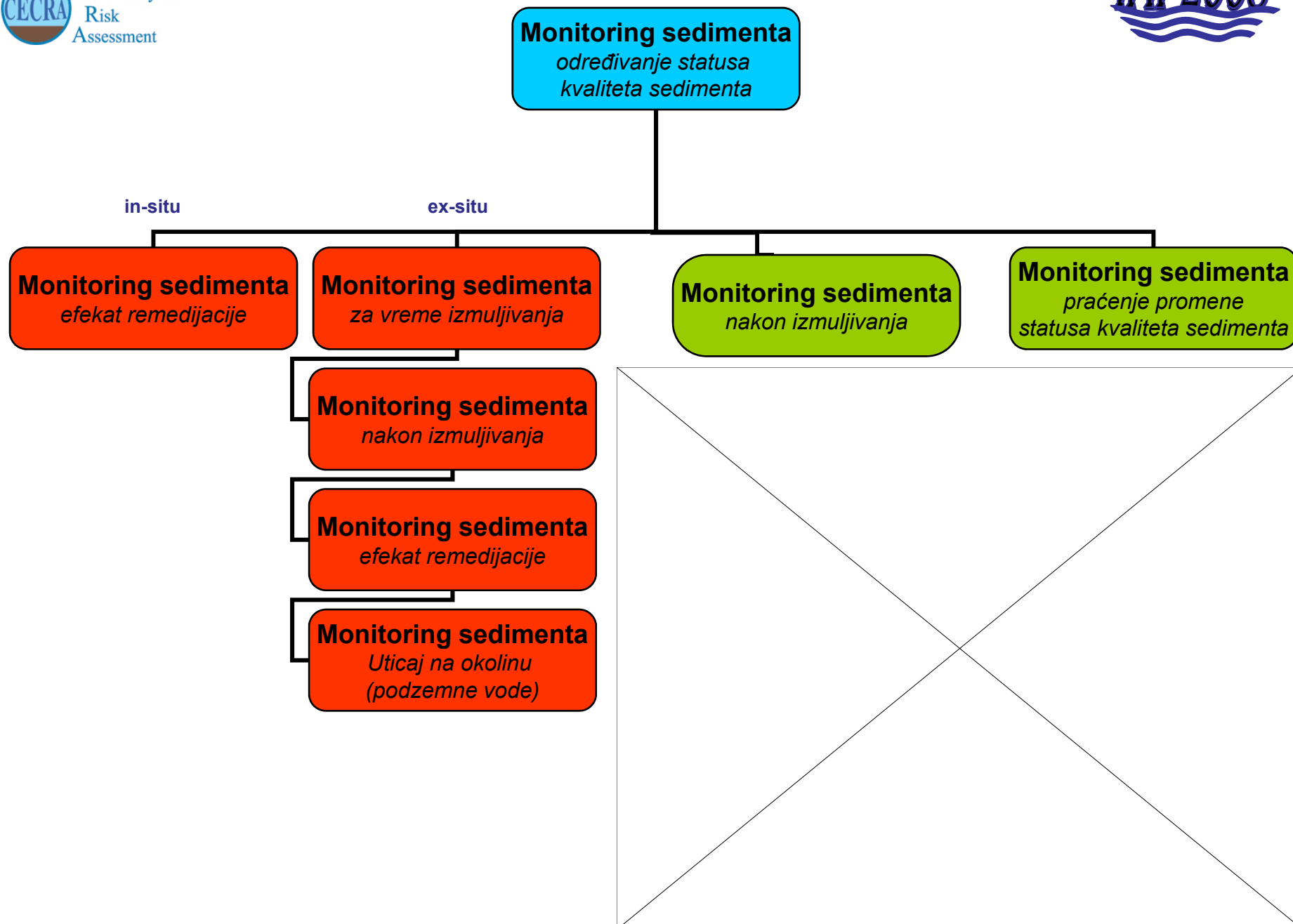
-Klimatski uslovi:

- Pravac vetrova
- Sezonske promene- temperatura, atmosferske padavine, sunčevo zračenje
- Sezonske promene u prirodnih i antropogenih opterećenja



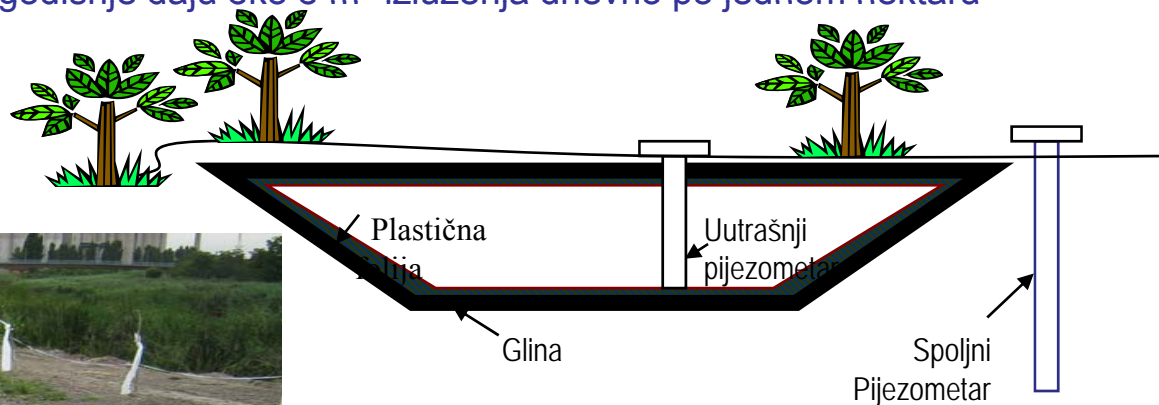
- Monitoring sedimenta i procena njegovog kvaliteta se najčešće sprovode u cilju određivanja u kojoj meri je sediment rezervoar i sekundarni izvor kontaminanata u površinskim vodama
- Ove studije mogu:
 - biti sprovedene u cilju određivanja statusa kvaliteta sedimenta i njegovog uticaja na okolinu i ljudsko zdravlje kroz proučavanje različitih interakcija u sistemu sediment-voda ili
 - imati regulatorne implikacije kao što su izmuljivanje i konačna dispozicija izmuljenog materijala.

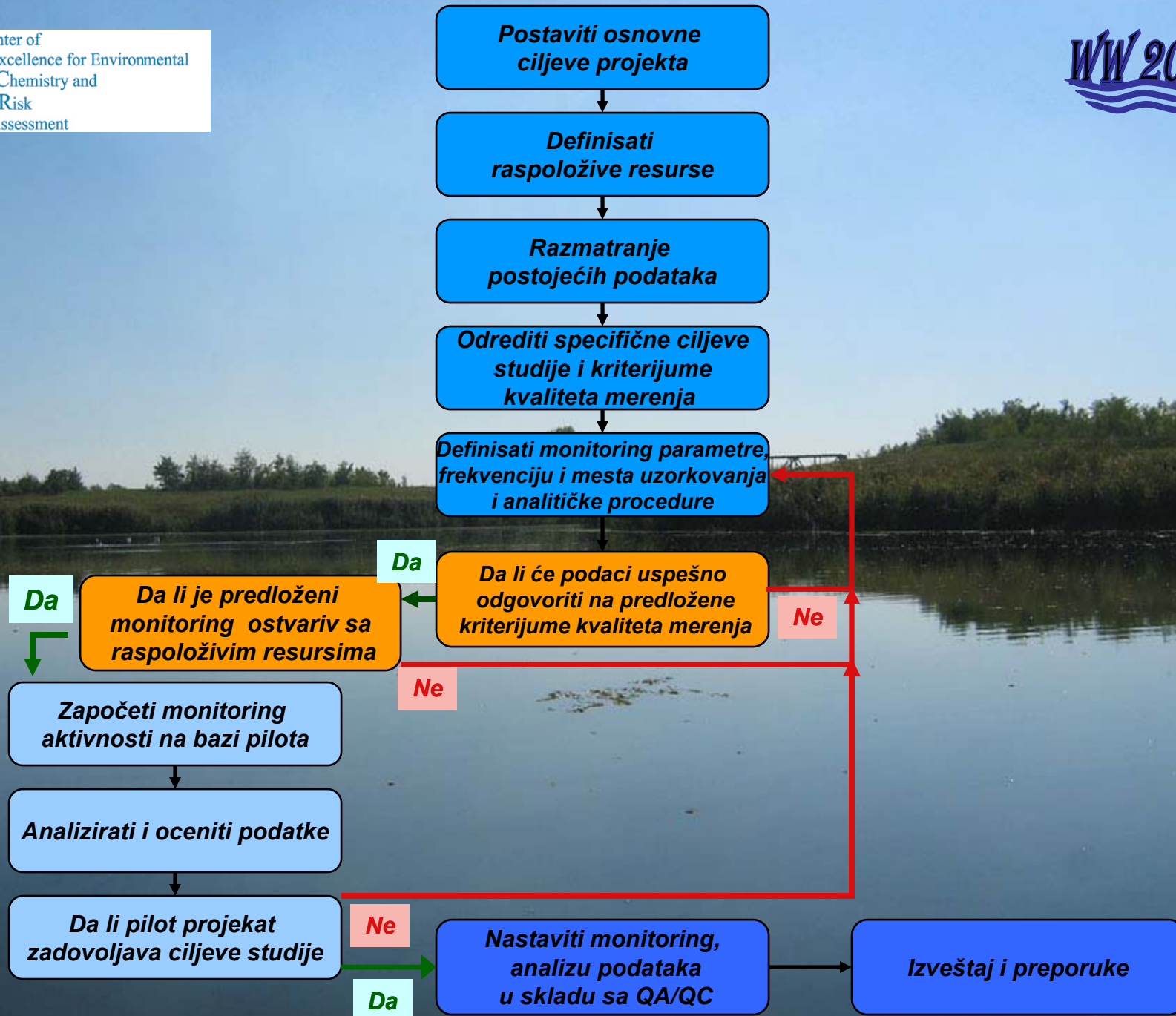




Monitoring deponije

- specijalno čuvanje u deponijama
- kontinualan monitoring da bi se utvrdilo kada je završena prirodna remedijacija ili eventualno negativan uticaj na okolinu u slučaju oštećivanja deponije bilo prirodnim bilo antropogenim putem.
- troškovi monitoringa okoline deponije i same deponije, čiji podaci će utvrditi uticaj deponije na okolinu
- neophodno je sprovesti monitoring hermetičnosti uređene deponije putem redovnih analiza bunarske vode
- prosečne padavine od 750 mm godišnje daju oko 5 m³ izluženja dnevno po jednom hektaru deponije.





Plan studije treba da kontroliše različite izvore koji mogu izazvati promenjivost i grešku

Dva osnovna izvora:

- Greška uzorkovanja
- Greška merenja

Da bi se minimizirala greška:

- Uzorkovanje na isti način na svim mestima u skladu sa studijom
- Primena standardizovanih procedura
- Uzorkovanje za vreme istog perioda
- Sakupljanje i analiza duplih uzoraka
- Sakupljanje i analiza kompozitnih uzoraka



Vremenski period uzorkovanja

- Ograničena mogućnost monitoring programa da karakteriše promene ili proceni kvalitet sedimenta za celu sezonu.
- Uzorkovanje ograničiti na period kada se očekuje da biološka i/ili toksična merenja pokazuju najveći odgovor na opterećenje zagađenjem pri malim uticajem sezonske promenljivosti.
- Uzorkovanje i pri visokom i pri slabom proticaju omogućava bolju procenu zagađenja sedimenta
- Bolje rukovođenje remedijacionim i drugim aktivnostima na rečnom slivu



Dva načina projektovanja uzorkovanja sedimenta :

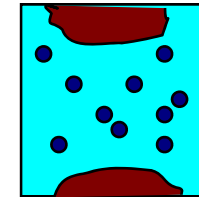
- **Verovatno i slučajno projektovanje** - mesta uzorkovanja su nasumice odabrana i
- **Ciljano projektovanje** - mesta uzorkovanja odabrana na osnovu poznatih problema (znanja o događajima koji će se desiti u toj ili okolnoj oblasti koji mogu negativno uticati na vodenu celinu), a obezbeđuje ocenu pojedinačnih mesta.



U verovatnom i slučajnom projektovanju mesta mogu biti odabrana na stvarno slučajan način ili na sistematski način, pa razlikujemo nekoliko načina odabira:

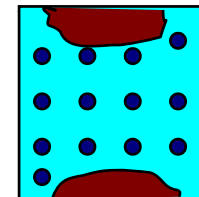
–Prosto nasumično

uzorci su nezavisno locirani nasumice



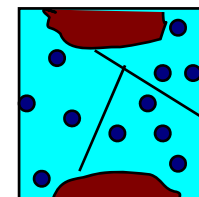
–Sistematski

uzorci su locirani na pravilnim intervalima



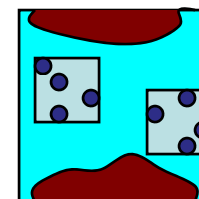
–Slojeviti

oblast studije je podeljena na nepreklopljene slojeve i uzorci se uzimaju iz svakog sloja



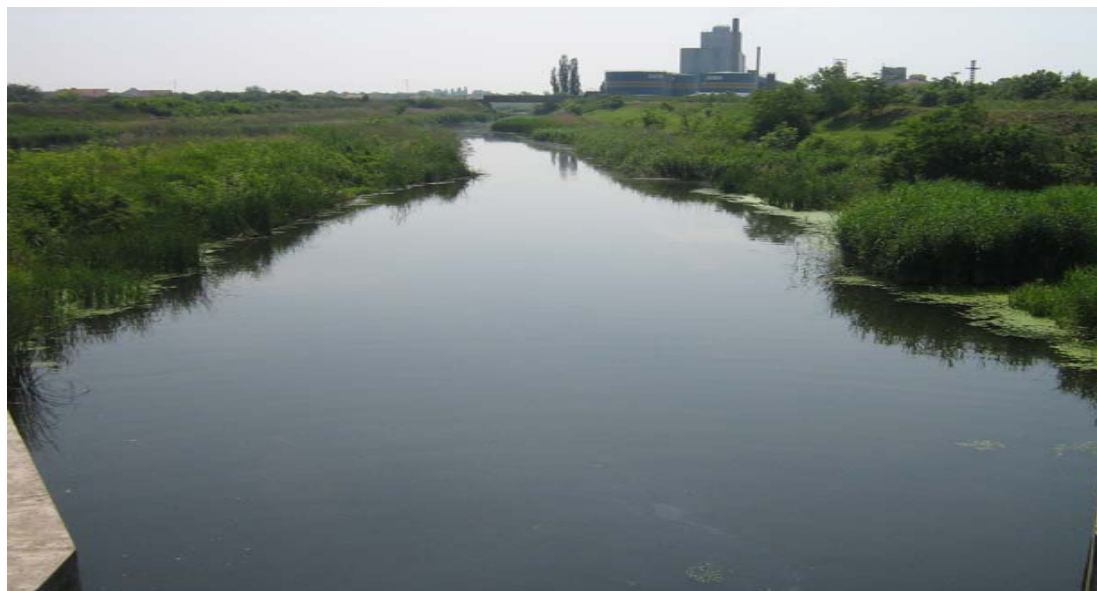
–Višefazni

odabrane su velike primarne jedinice i zatim su one poduzorkovane

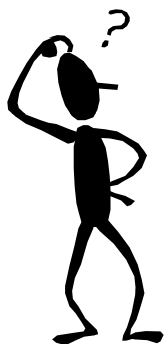


Ciljano projektovanje je primenljivo kada:

- **su granice mesta uzorkovanja dobro definisane ili je mesto fizički odvojeno,**
- **se za analizu /karakterizaciju uzima mali broj uzoraka,**
- **želimo informaciju za određene uslove ili lokacije,**
- **je cilj snimanje situacije na prisustvo zagađenja (ako je ovakvo zagađenje nađeno, posle uzorkovanja i analize imamo poređenje specifičnih sedimenata sa referentnim uslovima, hemijskim ili biološkim preporukama, ili prikladnim vrednostima kvaliteta sedimenta),**
- **vremenski limit ili ograničeni budžet onemogućuju implementiranje statističkog modela,**
- **je cilj eksperimentalno testiranje poznatog gradijenta zagađenja za razvoj potvrđenih metoda testiranja ili modela (u evaluaciji testova toksičnosti).**



Koji tip strategije uzorkovanja odabrati?



- u obzir se uzimaju brojni faktori, a polazi se od istorijskih podataka ukoliko su dostupni.
- Ako je cilj identifikovanje oblasti sa toksičnim i/ili kontaminiranim sedimentom – sistematski način
- Kada je cilj monitoringa određivanje stepena zagađenosti sedimenta koje potiče od specifičnog izvora ili pritoke- ciljano projektovanje (Faktori koji utiču na disperziju jedinjenja ili materijala iz tačkastih izvora (na primer struje) moraju biti razmotreni).
- Ako dostupni (istorijski) podaci ukazuju na jasno definisane zone sa različitim tipom sedimenta – nasumično slojevito uzorkovanje.
- Ako je krajnji cilj remedijacija zagađenog sedimenta neophodno je višefazno, slojevito nasumično ili čak i ciljano uzorkovanje.
- Studije malog obima mogu zahtevati veći broj uzoraka u okviru male oblasti ukoliko je potrebna fina prostorna rezolucija zagađenja.

Zapremina i broj uzoraka

- Pre početka programa uzorkovanja, mora se odrediti tip i broj analiza i testova, i izračunati željena zapremina uzorka koji se uzima.
- Svaki fizičko-hemijski i biološki test zahteva specifičnu količinu (zapreminu) sedimenta, pri čemu količinu uzorka za hemijske analize uslovljavaju nivoi detekcije analitičkih metoda kao i efikasnosti ekstrakcionih procedura.
- Količinu uzorka koju treba uzeti određuje laboratorija koja će izvršiti analizu.



*Tipične zapremine sedimenta koje se zahtevaju za različite analize
po uzorku*

Analiza sedimenta	Minimalna zapremina uzorka
Neorganska jedinjenja	90 ml
Organska jedinjenja koja nisu naftnog porekla	230 ml
Drugi hemijski parametri (TOC, vlaga)	300 ml
Veličina čestica	230 ml
Naftni ugljovodonici¹	250-1000 ml
Akutni i hronični testovi toksičnosti²	1-2 L
Bioakumulacioni testovi³	15 L
Fauna dna	8-16 L
Ekstrakcija porne vode	2 L
Priprema eluiranog sedimenta	1 L

Broj uzoraka

- Broj uzoraka je određen veličinom oblasti istraživanja, tipom, distribucijom i očekivanim koncentracijama polutanata u sedimentu, fizičkim karakteristikama i homogenošću sedimenta, potrebnim zapreminama uzoraka i željenim nivoom statističke rezolucije i preciznosti.
- Opšte pravilo je, što je veći broj uzoraka, bolja je i mogućnost definicije kontaminiranosti ili toksičnosti u datoj oblasti istraživanja.
- U većini monitoring programa broj uzoraka je kompromis između idealnog i praktičnog, pri čemu su glavna ograničenja analitičke i logističke prirode.



Kompozitni uzorci

- Kompozitni uzorak je uzorak dobijen kombinovanjem materijala iz više od jednog uzorka ili poduzoraka. On je kombinacija individualnih alikvota i predstavlja «sredinu» karakteristika onih koji grade takav uzorak.
- Pravljenje kompozita je važan način obezbeđenja velike zapremine koja je neophodna za biološke testove kao i za mnoštvo tipova analiza (fizičke, hemijske, biološke, bentos).
- prouzrokuje "razblaženje" visoke toksičnosti na lokalizovanim "vrućim tačkama".
- uzorci sa veoma različitom veličinom čestica na mestu uzorkovanja i različitim stratigrafskim slojevima ne smeju se mešati.
- Kompozitni uzorci bi trebali biti pripremljeni pre skladištenja na duže vreme, a najduže 72 časa nakon uzorkovanja.



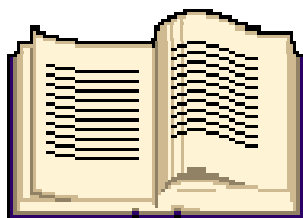
Metode pozicioniranja mesta uzorkovanja

- Tačnost pozicioniranja zavisi delom i od uslova na mestu uzorkovanja, pa bilo koji specifičan problem (vetar, struje, talasi, vidljivost, elektronske interference) koji uslovljava probleme pozicioniranja mora biti obuhvaćen izveštajem sa uzorkovanja.
- Preporučuje se čuvanje podataka o mestu uzorkovanja iz prethodnih merenja.
- Za monitoring i procenu velikih oblasti gde je preciznost od ± 100 m dovoljna koristi se LORAN (Long Range Navigation) ili globalni pozicioni sistem (GPS).
- Za oblasti blizu obale, ili za oblasti gde postoji veći broj mesta uzorkovanja ili koje su blizu jedna drugoj, treba koristiti GPS ili mikrotalasni sistem (ako se zahteva preciznost sa manje od 10 m).
- Kada su u pitanju vidljive, pogodne i stalne mete, može se koristiti RADAR, ako je preciznost pozicioniranja između 10 i 100 m zadovoljavajuća.



Informacije koje se dokumentuju prilikom uzorkovanja

- Naziv projekta, vreme i datum uzorkovanja, broj uzorka, identifikacija mesta, broj i položaj
- Dubina vode i dubina sa koje se uzima uzorak
- Nepredviđeni događaji koji se mogu desiti za vreme uzorkovanja, konzerviranja i čuvanja (mogućnost kontaminacije uzorka, problemi sa opremom...)
- Opis sedimenta uključujući sastav, gustinu, boju, promene u sedimentu sa dubinom...
- Fotografija uzorka



Metode sakupljanja uzoraka sedimenta

- Sastav sedimenta može varirati kako vertikalno tako i horizontalno.
- Uzorkovanje površinskih slojeva obezbeđuje informacije o horizontalnoj distribuciji zagađenja ili utvrđivanje nedavnih uticaja izvora zagađenja na kvalitet površinskih voda i sedimenta.
- Vertikalna raspodela zagađujućih supstanci u sedimentu obezbeđuje informacije o stepenu prodiranja zagađujućih materija u sediment (promena kvaliteta sedimenta sa dubinom) i omogućuje proučavanje istorijskih promena parametara u sedimentu (istorijski zapis)



Oprema za uzorkovanje sedimenta

Dva osnovna tipa uzorkivača:

- **bager (eng. grab)** - pogodan za površinski sediment i procenu horizontalne distribucije karakteristika sedimenta,



- **uzorkivač za uzorkovanje neporemećenog sedimenta (eng. core)** - pogodan za profile sedimenata i za određivanje vertikalne distribucije karakteristika sedimenta, kao i karakterizaciju cele kolone sedimenta.



Bageri

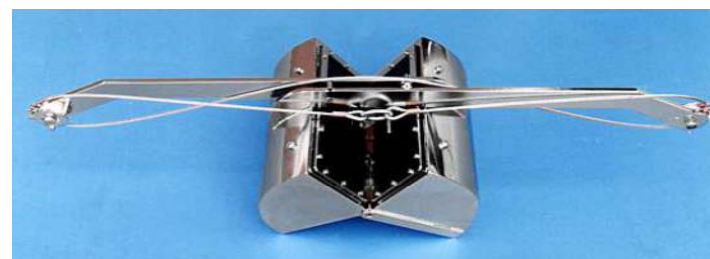
WW 2008

- su potrebne veće zapremine sedimenta
- je sediment kompaktan
- je potreban površinski sediment (10-15 cm) za procenu horizontalne distribucije zagađujućih materija

Ponar



Eckman grab



Double VanVeen grab



Uzorkivač za uzorkovanje neporemećenog sedimenta (eng. Core sampler)

- ♦ potrebna karakterizacija sedimenta u dubljim slojevima
- ♦ potrebna vertikalna distribucija zagađujućih materija u sedimentu
- ♦ sediment mekši



Vibracorer



Klipni

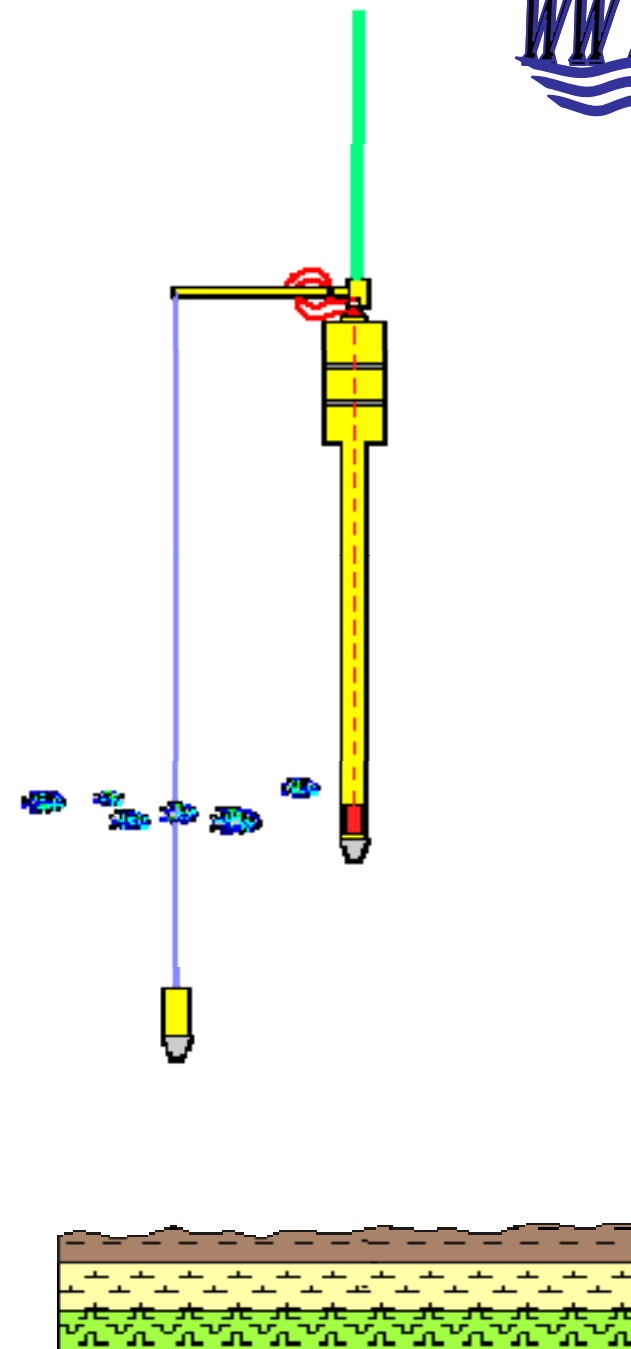
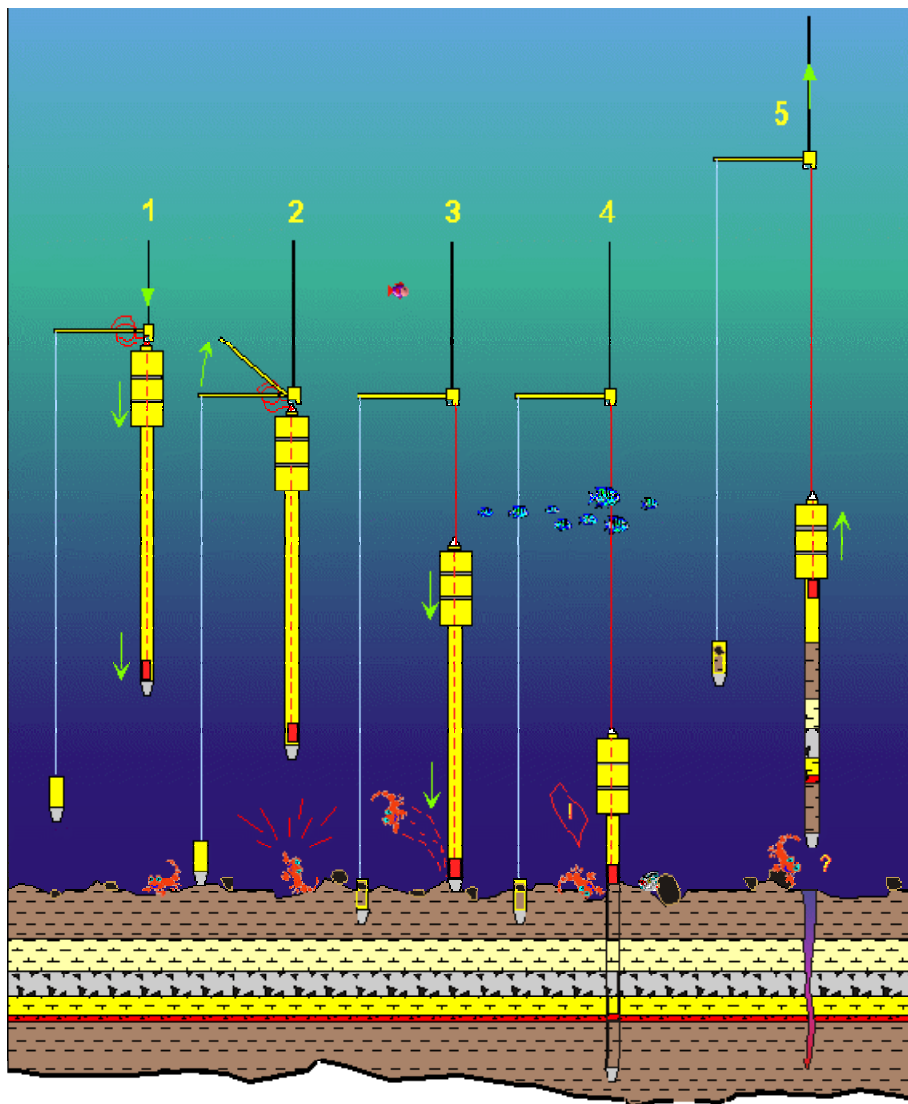


Gravitacioni

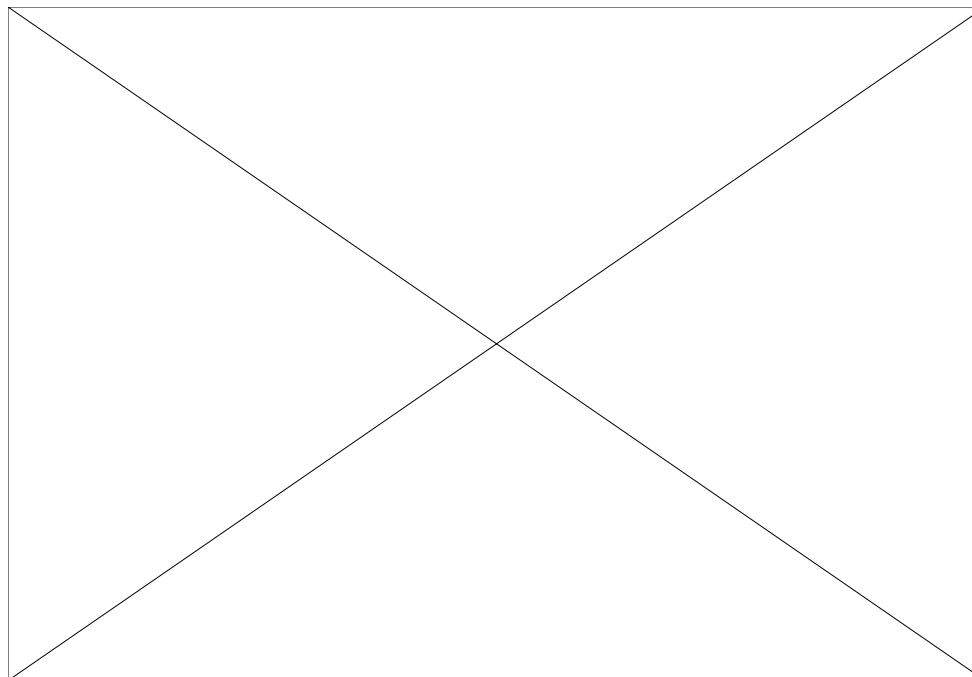
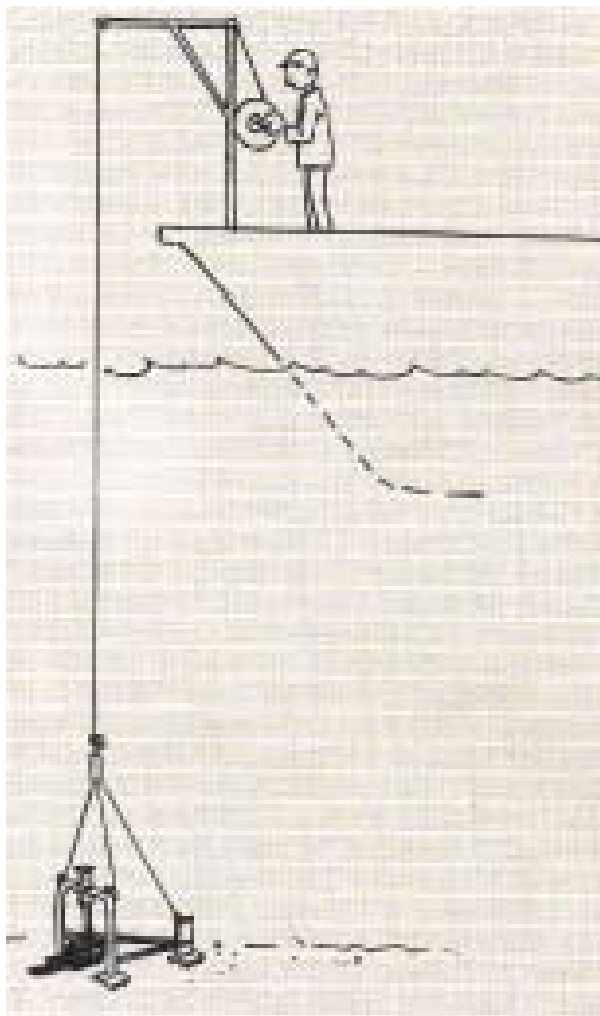


WW 2008





Uzorkivač za sediment koji transportuje reka ili neki drugi vodotok



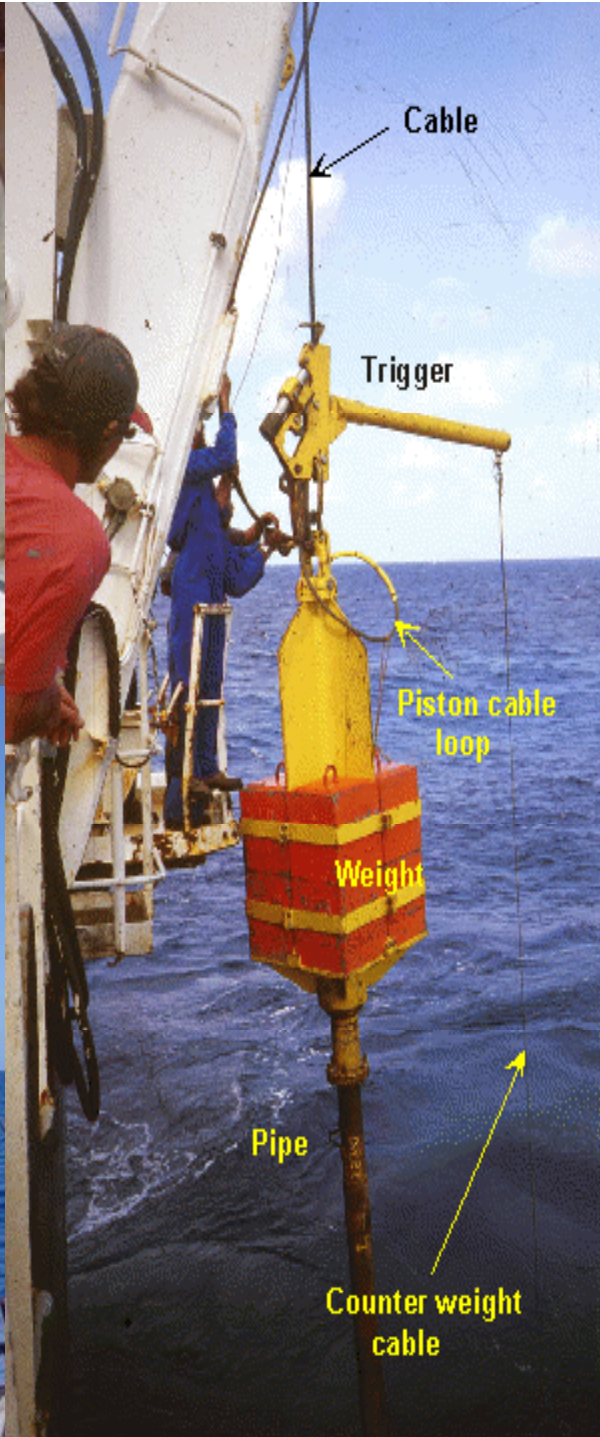
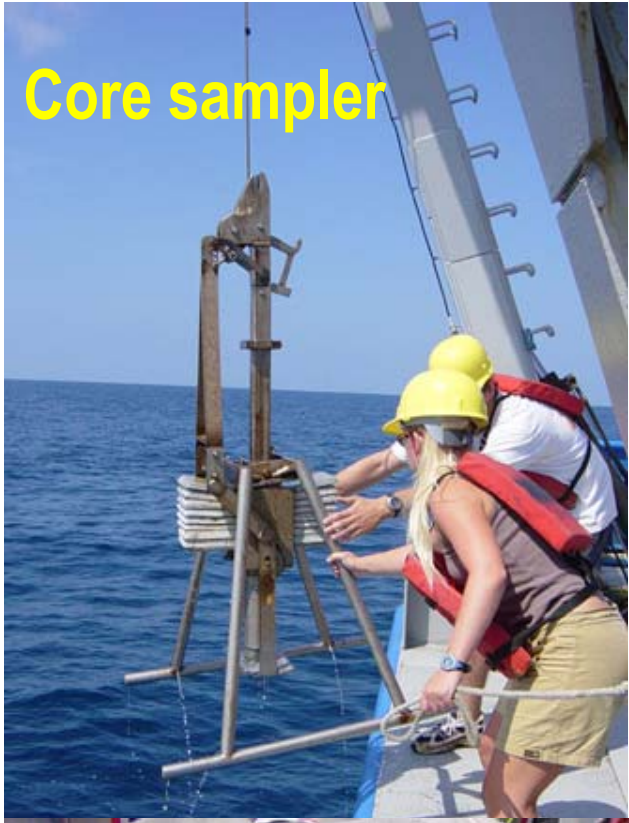


Morski sediment

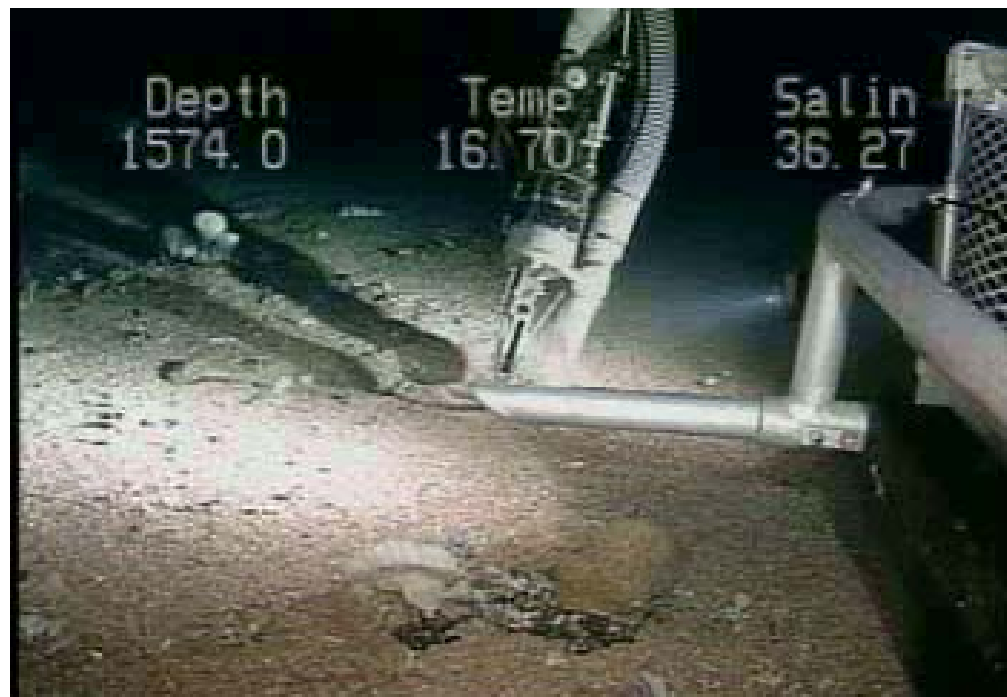
- Bager



Core sampler



Vacuum uzorkivač



Core sampler

Kriterijumi koji moraju biti ispoštovani da bi se uzorci smatrali korektno uzorkovanim (*USEPA*) su:

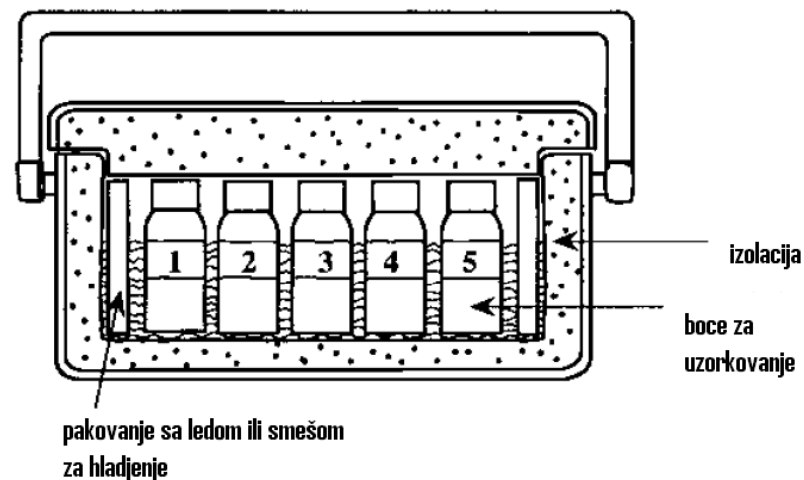
- uzorkivač ne sme biti prepunjen
- prisutna voda koja je zapravo voda koja se nalazila iznad sedimenta se mora ukloniti i to sifoniranjem ili dekantovanjem
- dodirna površina sediment-voda relativno netaknuta i relativno ravna, bez znakova formiranja kanala ili pranja uzorka
- postignuta je željena dubina uzorka
- nema dokaza o gubitku sedimenta.

Uzorci koji su uzorkovani uređajem za uzorkovanje neporemećenog sedimenta moraju zadovoljiti sledeće uslove:

- uzorkivač nije pod uglom ili nagnut odozgo
- uzorkivač je uzeo uzorke na datoj dubini i nije bilo gubitka sedimenta



- Manipulacija (transport, čuvanje, rukovanje) uzorcima sedimenta mogu u značajnoj meri uticati na fizičke, hemijske i biološke karakteristike uzorka, a time i na biodostupnost
- Detaljne procedure za rukovanje, konzervisanje i skladištenje uzoraka moraju biti propisane u planu uzorkovanja i moraju biti primenjene na sve uzorke.



Transport

- Transport uzoraka mora biti takav da se zadrži strukturni i hemijski kvalitet sedimenta i porne vode.
- Sediment koji je uzorkovan bagerima se obično prenosi od uzorkivača do posuda koje mogu i ne moraju biti i one u kojima će se izvršiti skladištenje. Oni se mogu privremeno istovariti na terenu ili se mogu odmah transportovati do laboratorije.
- Ukoliko se neporemećeni uzorci sedimenta ne profilišu na terenu, moraju se postaviti uspravno u cevima u kojima je izvršeno uzorkovanje, da bi ostali netaknuti prilikom transporta do laboratorije.
- Pre transporta, ceo prostor iznad sedimenta u cevima kojima je izvršeno uzorkovanje mora biti napunjen vodom sa istog mesta uzorkovanja, i oba kraja cevi moraju biti dobro zatvorena da bi se sprečilo mešanje različitih slojeva sedimenta. Cevi bi trebale ostati u uspravnom položaju posebno ako uzorak nije visoko konsolidovan materijal i mora se obezbediti transportna kutija sa ledom ili frižider koji će održavati temperaturu na 4 °C.



Čuvanje

•Svaki materijal koji je u kontaktu sa uzorkom ima potencijal da kontaminira uzorak ili da adsorbuje komponente iz uzorka.

–Generalno, sediment i pornu vodu treba držati u politetrafluoretilenskim i polietilenskim posudama visoke gustine jer su ovo materijali sa najmanjom mogućnošću odavanja hemijskih dodataka ili smetnji uzorku i mnogo su manje lomljivi od stakla.

•Plastične posude ili posude koje su isprane kiselinom su preporučljive kada su predmet analize metali.

•Vreme čuvanja se bazira na preporukama koje su često administrativne, a ne tehničke prirode.

•Vreme čuvanja je specifično za svaku hemijsku analizu, ali i za svaki program ispitivanja i ustanovljeno je tipom i karakteristikama sedimenta.

•Zbog nepoznavanja kvaliteta uzoraka, generalna preporuka je da se sediment i porna voda čuvaju u mraku na 4 °C bez slobodnog prostora da bi se minimizirale promene u biodostupnosti polutanata

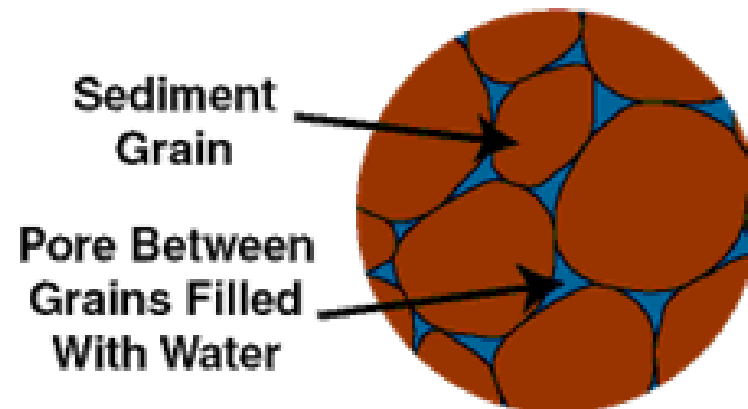


Preporučene posude za uzorkovanje, vreme zadržavanja i skladištenja za uobičajene analize . P-plastika; S-staklo, PTFE-politetrafluoretilen, Z-zamrzivač, F-frižider.

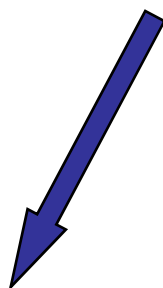
Kontaminant	Posuda	Vreme čuvanja	Uslovi skladištenja
Amonijak	P, S	28 dana	F, Z
Sulfati	P, S	28 dana	F, Z
Sulfidi	P, S	28 dana	F ILI NaOH; pH > 9
Masti i ulja	S	28 dana	HCl, pH<2
Hg	P, S	6 nedelja	H ₂ SO ₄ , pH<2, F
Metali (osim Cr i Hg)	P, S	6 meseci	HNO ₃ , pH<2, F
Ekstraktabilna organska jedinjenja (ftalati, organohlorni pesticidi, PCB, PAH, haloetri, hlorovani ugljovodonici i TCDD)	S, PTFE	7 dana (do ekstrakcije) 30 dana (posle ekstrakcije)	F, Z
Isparljiva organska jedinjenja (halogenovani ugljovodonici i aromati)	S, PTFE sa septom	14 dana	F, Z
Pesticidi	S, PTFE	7 dana (do ekstrakcije) 30 dana (posle ekstrakcije)	F, Z
Toksičnost sedimenta	P, PTFE	2 nedelje*	F, mrak
Bioakumulacioni testovi	P, PTFE	2 nedelje*	F, mrak

PORNA VODA

- Voda koja se nalazi u intersticijalnom prostoru između čestica sedimenta (30-70% zapremine sedimenta)
- Relativno statična - fizičko-hemijski sastav rezultat ravnoteže između vode u porama sedimenta i površine čestica čvrste faze
- Porna voda se koristi za utvrđivanje kriterijuma kvaliteta sedimenta
- Remedijacioni zahvati – poznavanje koncentracija zagađujućih materija u pornoj vodi

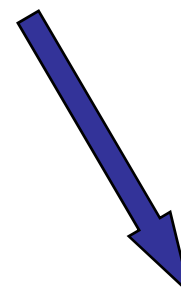


UZORKOVANJE PORNE VODE



In-situ

- dijaliza
- vakuum sukciija



Ex-situ

- centrifugiranje
- ceđenje (presovanje)

- Gotovo je nemoguće ukloniti pornu vodu iz sedimenta uz spečavanje promena u hemijskoj prirodi porne vode, što uz promene prilikom manipulacije, skladištenja i testiranja utiče na izmenu biodostupnosti polutanata i ispoljenu toksičnost
- U principu, prilikom uzorkovanja mora se odabrati tehnika koja će zadržati u najvećoj meri in-situ uslove u vodi.

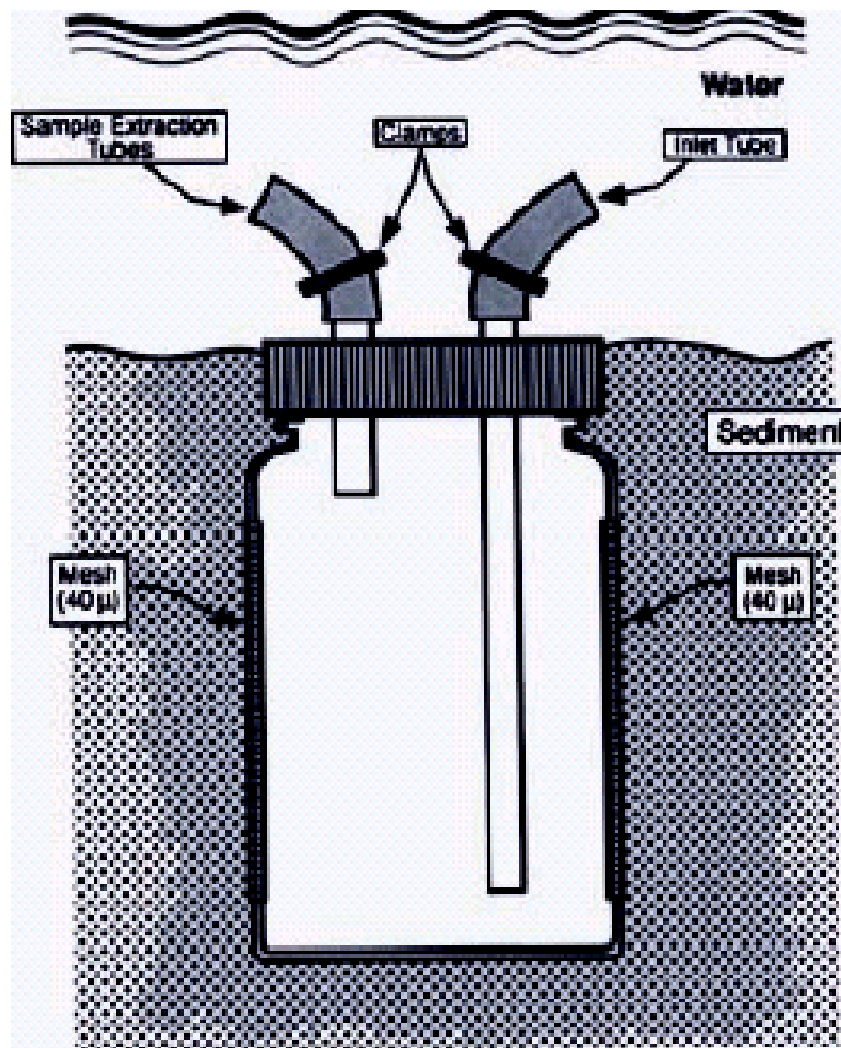
- Uzorkovanje porne vode obično se ne izvodi na sedimentu sa krupnim česticama (šljunak,kamen) ili na čvrstoj, kompaktnoj glini, jer je potencijal zagađenja porne vode u ovakvim tipovima sedimenata mali.
- Uzorkovanje je ograničeno na sedimente rangirane od peskovitih do nekompaktnih glina
- Porna voda iz finijeg zrnastog sedimenta (npr. gline) je obično najviše kontaminirana zbog velike površine i vezivnih kapaciteta gline i njihovih komponenti (npr. org. materija, Fe i Mn –oksidihidroksidi)
- Kako za in-situ, tako i za laboratorijske eksperimente, mora se voditi računa o tome da se za sve uzorke koristi ista procedura, tako da se može izvesti i poređenje između uzoraka.
- Dubina sedimenta - uzorci koji se uzimaju za remedijaciju moraju biti uzeti sa dubine koja odgovara aktivnostima iskopavanja, dok uzorci za istraživanja statusa i trenda mogu biti sakupljeni u biološki aktivnoj dubini (često < 15 cm).

Dijaliza (Peeper metoda)

Dubina sedimenta: 0,2 - 10 cm

Zapremina uzorka: $\leq 0,5$ l

Princip: uzorkovanje primenom dijalize podrazumeva upotrebu malih difuznih komora sa membranama koje sadrže destilovanu vodu ili čistu vodu odgovarajuće tvrdoće i saliniteta. Dolazi do difuzije kroz porozne membrane u komoru, sve dok se ne uspostavi ravnoteža sa okolnom porenom vodom.

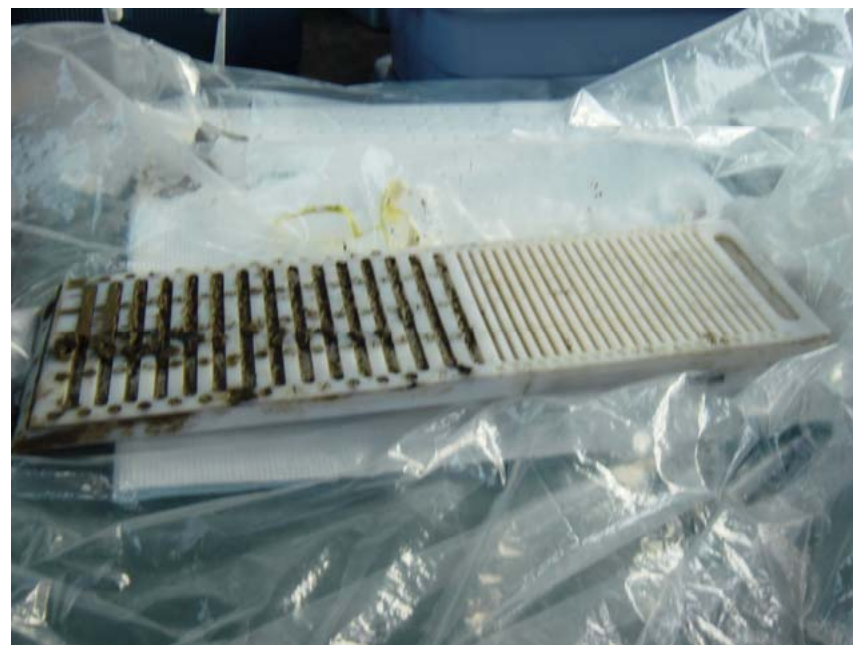


Najtačniji metod, uzorak zaštićen od oksidacije, uticaja temperature i pritiska; veoma dobro radi za određivanje neorganskih sastojaka kao npr. dvovalentni metali; eliminisana mogućnost gubitka isparljivih materija (H_2S); pH i redox uslovi su relativno nepromenjeni; jeftina i jednostavna konstrukcija; mogućnost korišćenja specifičnih membrana; veliki izbor membrana i veličina pora membrana; upotreba membrana za dijalizu eliminiše filtraciju posle izdvajanja



Nedostaci

Rukovanje složeno u dubljoj vodi i pri jakim strujama, zahteva ronjenje na dubinama $> 0,6$ m; duga vremena postizanja ravnoteže (15-20 dana); metoda nije standardizovana; neke vrste membrana su podložne začepljenju biomaterijalom; male zapremine porne vode (10-20ml); ograničeni na mekše sedimente; neophodna deaeracija komore pre uzorkovanja



Vakuum sukcija

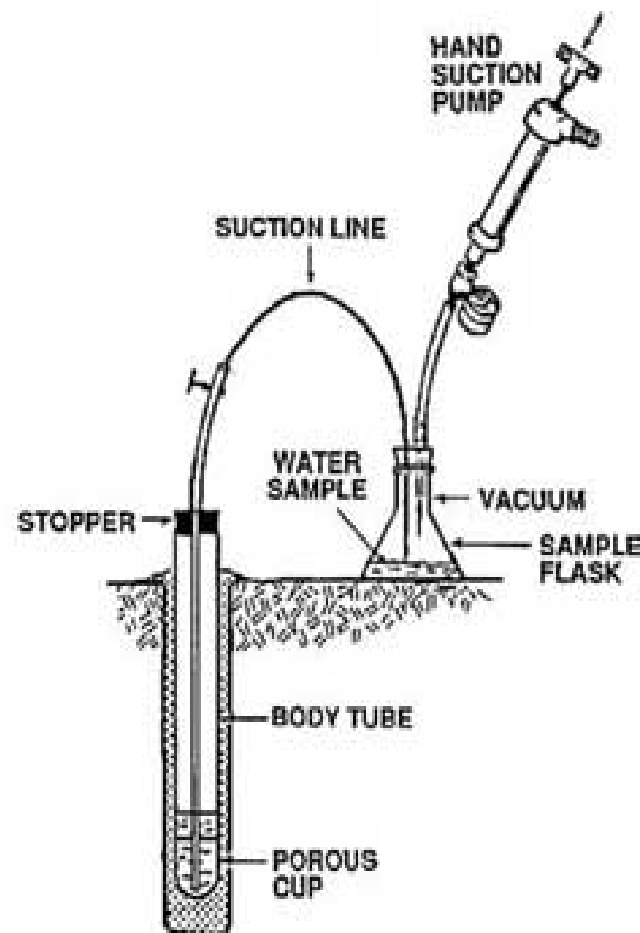
Dubina sedimenta: 0,2 - 30 cm

Zapremina uzorka: $\leq 0,25$ l

Princip: uređaj se postavlja u sediment na željenu dubinu i ručno ili primenjujući vakum usisava uzorak vode.

Prednosti: brzo i lako uzorkovanje jednostavna i jeftina oprema, pogodna za razne vrste sedimenta, smanjeni uticaji, zatvoren sistem - sprečena kontaminacija

Nedostaci: moguća sorpcija metala na filtru, mogućnost zagušivanja malim i srednjim česticama i usporavanje procesa, zapremina uzorka; otežano rukovanje u dubljoj vodi (> 1 m, ronjenje); nije standardizovana





Ex-situ tehnike

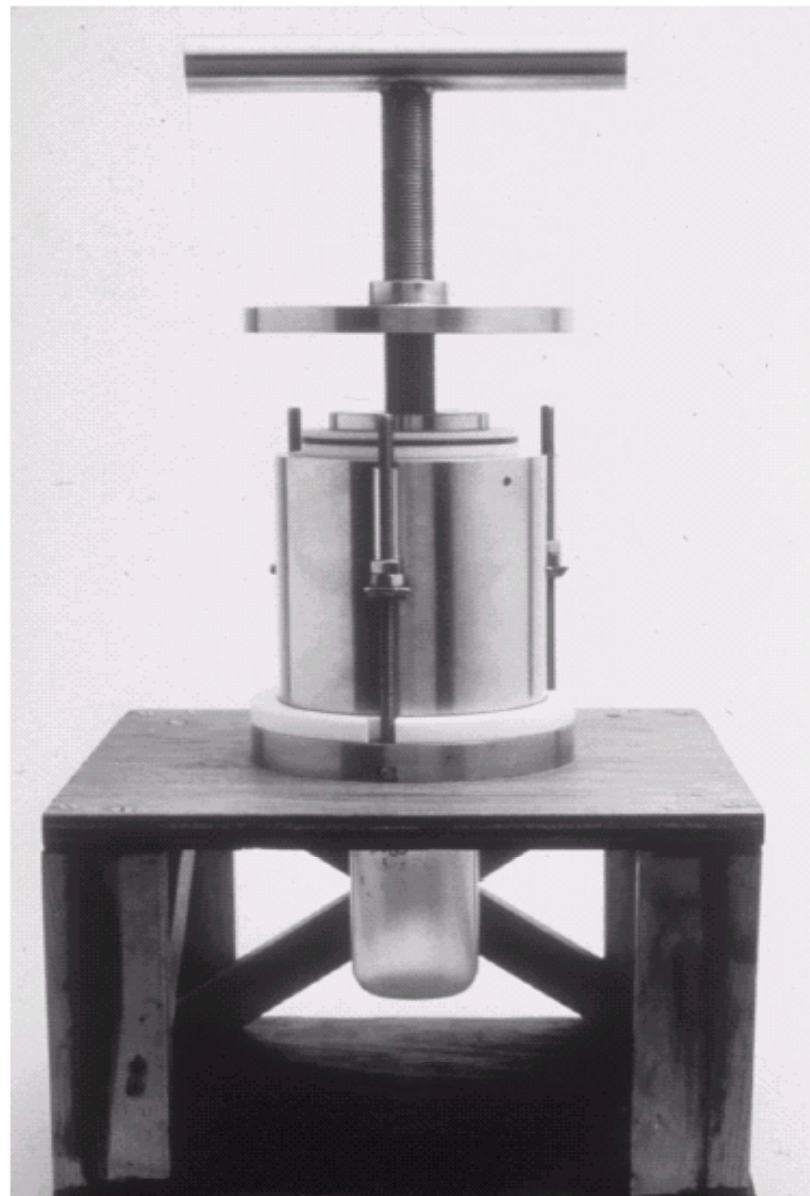
- Iako se ove ekstrakcione metode mogu uraditi na terenu ili u laboratoriji, ekstrakcija u laboratoriji, neposredno pre analize ili testiranja, se preporučuje da bi uzorak zadržao stanje koje je najbliže originalnom što je više moguće tokom transporta i skladištenja.
- Ex-situ ekstrakcija porne vode je često neophodna:
 - kada su neophodne velike zapremine porne vode (na primer za testove toksičnosti) i
 - kraće vreme uzorkovanja.

Cedenje (presovanje)

Princip: porna voda se propušta preko filtera koji je deo aparata za cedenje.

Prednosti: velike zapremine vode, pogodna za razne vrste sedimenta

Nedostaci: smetnje zbog menjanja ravnoteže usled pritiska, temperature i promene gradijenta (potreban umereni pritisak uz praćenje elektrolitičke provodljivosti); moguće promene sadržaja rastvorenih gasova i gubitak hidrofobnih organskih jedinjenja na filtru



CENTRIFUGIRANJE:

Prednosti:

- Jednostavna, kratko vreme (≈ 30 min)
- veće zapremine porne vode (ali do 50 % vlažnosti sedimenta)
- širok opseg brzina centrifugiranja u zavisnosti od tipa analize
 - toksičnost, preporučuje se manja brzina (3000g), jer je važna potencijalna toksičnost porne vode u potpunosti (uključujući i koloidni materijal)
 - poređenje koncentracije polutanata porne vode sa specifičnim vrednostima kvaliteta sedimenta, onda je neophodna velika brzina centrifugiranja (10000 g).

Nedostaci:

- rukovanje uzorcima složenije u pogledu očuvanja integriteta uzorka
- neophodan rad u inertnoj atmosferi
- Moguća sorpcija na kivetu
- preporučljivo raditi na ambijentalnoj temperaturi



- **Mogućnost promene uslova hemijske ravnoteže za neorganska jedinjenja tokom uzorkovanja:**

Dijaliza (Peeper metoda): niska

Vakuum sukucija: srednja

Centrifugiranje: niska

Presovanje: niska-srednja

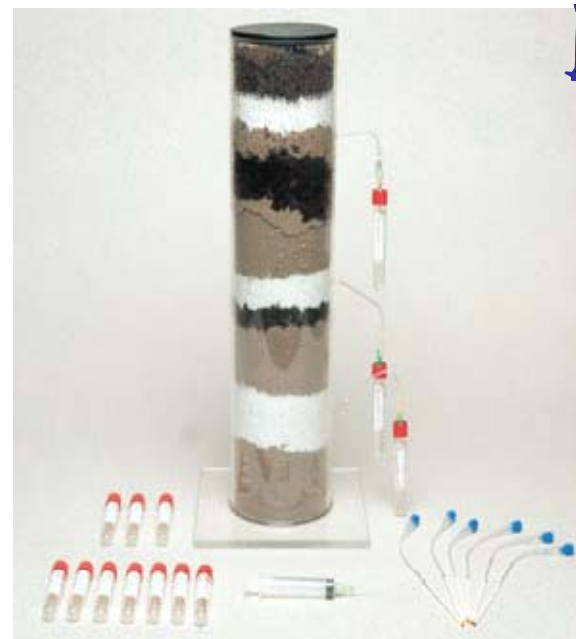
- **Potencijal oksidacije prilikom uzorkovanja:**

Dijaliza (Peeper metoda): nizak

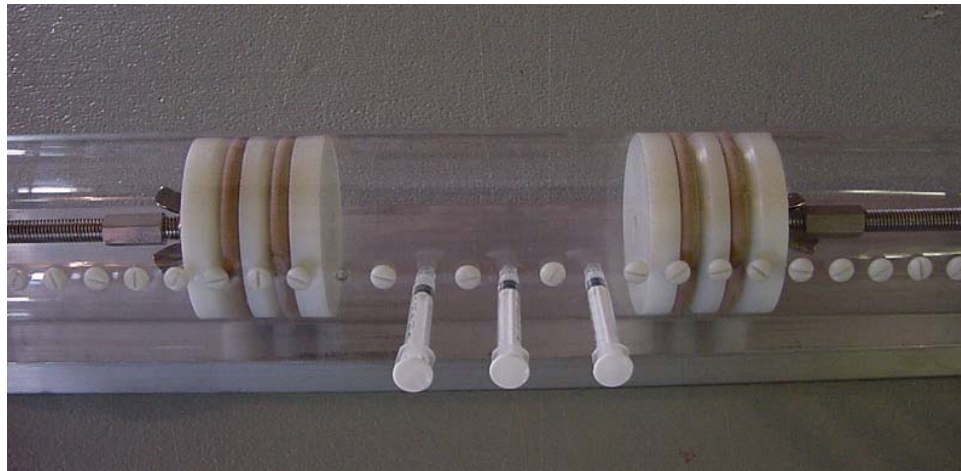
Vakuum sukucija: nizak

Centrifugiranje: srednji-visok

Presovanje: visok



- Vreme skladištenja treba minimizirati
- pornu vodu (“in-situ”) skladištiti odmah, kratkoročno (manje od 24 časa) na 4°C u mraku, N₂ atmosfera sa minimumom praznog prostora, dugoročno zamrznuti.
- sediment za “ex-situ” uzorkovanje, potrebno što manje “uznemiravati” i skladištiti na 4°C pre izolovanja porne vode



Zdravlje i sigurnost

- Minimizirati kontakt kože sa sedimentom, kako bi se sprečio eventualni kontakt sa opasnim materijama
- Zaštitna odeća i oprema (rukavice, čizme, odelo, naočare...)
- Rukovanje sa sedimentom- dobro provetren prostor (minimizira se inhalacija gasova iz sedimenta)

