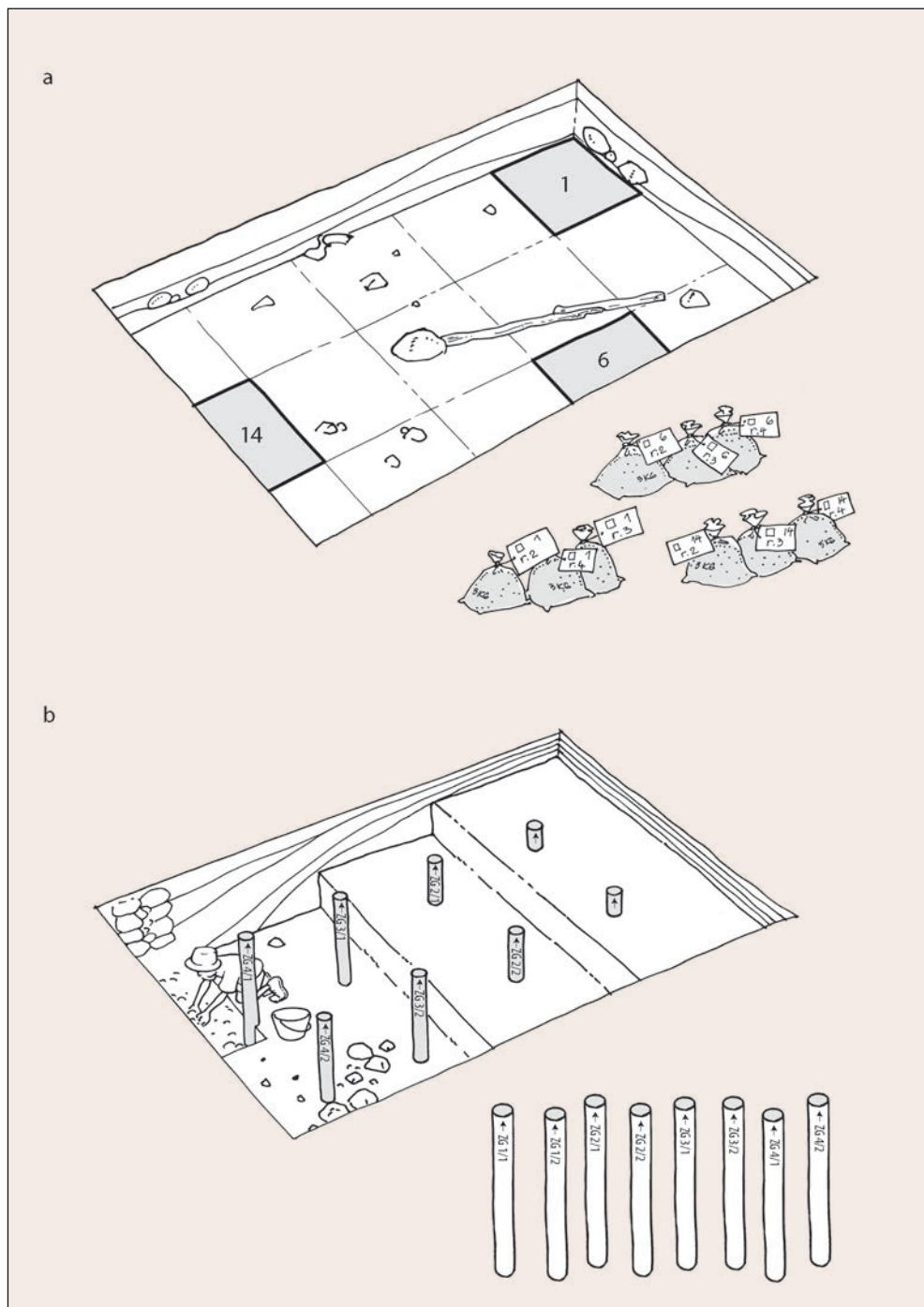


2.4.1 Odvzemanje arheobotaničnih vzorcev na terenu

Vzorci na terenu lahko odvezujemo na tri načine (npr. Jacomet s sod. [ur.] 2004; Maier in Harwath 2011; sl. 39):

1. Površinsko vzorčenje (angl. "surface sampling"; sl. 39a). Vzorce pobiramo po vnaprej zastavljenem sistemu (oz. načrtu). Za načrt odvezovanja vzorcev se z izkopavalcem dogovorimo že pred začetkom izkopavanja, zato vnaprej ne vemo, na kateri arheološki kontekst, če sploh, bomo pri tem naleteli. Naletimo lahko na hišo, kanal oz. jarek, "odpadno" jamo, kuhinjo, kurišče, hlev idr. ali pa povzamemo zgolj rastlinske makroostanke naravnega rasti, torej brez antropogenega vnosa. Načrt zbiranja vzorcev mora biti zasnovan tako horizontalno (po najdišču v vse smeri) kot tudi vertikalno (od površine – najmlajših plasti, proti globini – najstarejšim plastem). Odločimo se lahko za: a) sistematično površinsko vzorčenje (angl. "systematic surface sampling"), to je npr. vsak drugi m², ali b) naključno površinsko vzorčenje (angl. "random surface sampling"), pri čemer vzorce pobiramo iz naključno izbranih mest znotraj izkopnega polja (npr. sl. 39a: iz kvadrantov 1, 6 in 14; glej primer *Stare gmajne* [Tolar s sod. 2011] in II. del/4.2).

V obeh primerih arheobotanično vzorčenje sledi arheološkemu stratigrafskemu izkopu, torej načrtno vertikalno po režnjah, in horizontalno po stratigrafskih enotah (SE), od najmlajših proti najstarejšim plastem.



Sl. 39: Naključno površinsko vzorčenje z mrežo v sondi (a) in vzorčenje z odvzemom stratigrafskih stolpcov sedimenta (b).

2. Vzorčenje z odvzemom stratigrafskih stolpcev sedimenta (sl. 39b). Pred začetkom izkopavanja v tla sistematično (npr. na vsak m^2 , sl. 39b) ali naključno (npr. z žrebom) zabijemo kovinske ali plastične cevi premera pribl. 10–15 cm. Odločimo se lahko tudi za odvzem stratigrafskih stolpcev sedimenta iz profila izkopanih sond (angl. “profile sampling”) z uporabo kovinskih škatel premera pribl. 10×10 cm (podobno palinološkemu vzorčenju [I. del/1.4]; glej primere v II. delu/1.2 in 5.2).

3. Vzorčenje po presoji (angl. “judgement sampling”), pri čemer po subjektivni presoji odvezujemo arheobotanično zanimive vzorce oz. najdbe, na katere naključno naletimo med samim izkopavanjem (npr. ostanki s kurišča ali ognjišča, tekstila, vrvi, hrane v posodah, les, oglje in leseni izdelki, živalsko govno ipd.). Arheolog na terenu samem zbira material z vseh območij, ki vsebujejo vidne rastlinske makroostanke. Tudi v tem primeru je pomembno stratigrafsko označiti lokacijo (tako vertikalno kot tudi horizontalno) odvzetega vzorca. Gre za najenostavnejši in zato tudi najpogostejši način arheobotaničnega vzorčenja, vendar ta ne zadostuje kompleksnejšim arheobotaničnim interpretacijam (glej primere v II. delu/7).

Zavedati se moramo, da obstajata med površinskim vzorčenjem in vzorčenjem z odvzemom stratigrafskih stolpcev sedimenta dve pomembni razliki:

1. Prostornina vzorca, ujetega v stratigrafski stolpec, je veliko manjša, kar bistveno vpliva na reprezentativnost arheobotaničnih rezultatov (predvsem nekaterih gospodarsko pomembnih taksonov, tj. gojenih rastlinskih vrst; glej II. del/1.2). Pri interpretaciji moramo nujno upoštevati prostornino odvzetega vzorca sedimenta in preračunati števila najdenih semen v koncentracije (tj. število semen v litru sedimenta). Te enote so namreč pozneje lahko med seboj primerljive (glej I. del/2.6).

2. Vzorci sedimenta, ujetega v stratigrafskem stolpcu, navadno zajamejo dogodke iz daljšega časovnega obdobja (torej tudi pred naselbinsko fazo in po njej), zato so vzorci te vrste izjemnega pomena pri interpretaciji (nastanku, razvoju) vegetacije (glej II. del/5.2).

Slika 39a prikazuje naključno površinsko vzorčenje, pri katerem se z vodjo izkopavanja vnaprej dogovorimo, kje in kako na gosto bomo vzorčili. Slika prikazuje naključno izbrane lokacije (kvadrante velikosti pribl. $1 m^2$) – sivo obarvani: 1, 6 in 14, iz katerih so bili sistematično po plasteh ali izkopanih režnjih vzorčeni deli (pribl. 3–5 kg) sedimenta. Vzorce na terenu natančno in sistematično označujemo in opisujemo. Do nadaljnje obdelave v laboratoriju jih shranjujemo v dobro zaprtih plastificiranih vrečkah, v temnem in hladnem prostoru.

Slika 39b prikazuje sistematično vzorčenje z odvzemom stratigrafskih stolpcev sedimenta. Plastične ali kovinske cevi premera 10–15 cm so bile zabite v tla pred začetkom izkopavanja. Razporeditev stratigrafskih stolpcev je lahko sistematična, npr. na vsak prvi ali drugi m^2 (kot na sl. 39b), ali naključna (npr. z žrebom) znotraj predvidenega območja izkopavanja. Arheološko izkopavanje poteka po ustaljenem postopku, le da se izogne vstavljenim stebričkom (cevem). Ko je izkopavanje končano, stolpce sedimenta, ujetega v ceveh, pri dnu odrežemo. Odprti površini (zgornjo in spodnjo) neprodušno plastificiramo in cevi s sedimentom shranimo v temen in hladen prostor (do $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$). Pomembna je natančna in vodoodporna stratigrafska označitev stolpcev (vertikalno: zgoraj – spodaj; horizontalno: iz katerega dela izkopane sonde stratigrafski stolpec izhaja), da bo pozneje pri interpretaciji jasno, od kod posamezni vzorec izvira.

Arheobotanična analiza kakor koli odvzetih vzorcev naj bi potekala šele po končani arheološki interpretaciji najdišča, saj se šele takrat izkaže, iz kakšnih kontekstov so bili vzorci odvzeti (npr. iz notranjosti hiše, dvorišča, kletnih prostorov, shrambe, kuhinje, hleva, smetišča). Na podlagi arheoloških izsledkov se lažje odločimo, kaj želimo z arheobotaničnimi vzorci dokazati (npr. Hosch in Jacomet 2001; 2004; glej tudi primere v II. delu/4.2)

Dobro odvzeti vzorci sedimenta (predvsem načina 1 in 2; npr. sl. 39a in b) za arheobotanične analize so lahko uporabni tudi za druge raziskave: npr. malih sesalcev, rib, mehkužcev, insektov; stratigrafski stolpci (sl. 39b) pa tudi za geoarheološke in palinološke raziskave (glej I. del/1 Palinologija).

KAKO IZBRATI PRIMEREN NAČIN VZORČENJA? (glej tudi II. del/1.2)

Na vsakem najdišču zajemamo naključno odkrite, po presoji odvzete arheobotanične vzorce (najdbe; tj. način 3 – vzorčenje po presoji), vključno z vzorci lesa in oglja za dendrokronološke raziskave. Arheologi se pogosto odločajo tudi za površinsko vzorčenje kulturne plasti (tj. način 1), ki se ga izvaja sproti, med samim izkopavanjem. Takšen način vzorčenja ima eno veliko pomanjkljivost, to je, da se začne prepozno (še le z začetkom t. i. "kulturne plasti") in se konča premalu (po koncu t. i. "kulturne plasti"), s čimer žal ni zajeto celotno dogajanje na terenu, kar z drugimi besedami pomeni, da arheobotaniki ne dobimo možnosti vpogleda v okoljska in ekonomska dogajanja pred predvideno naselbinsko fazo in po njej. Zato je priporočljivo vsaj na dveh koncih odprte arheološke sonde odvzeti tudi stratigrafski stolpec/stratigrafske stolpce sedimenta: jali s plastičnimi cevmi, naključno po celotnem najdišču ali pa s kovinskimi (profilnimi) škatlami iz profila/profilov (podobno palinološkem vzorčenju – glej I. del/1.4). Prednost vzorčenja s stratigrafskimi stolpci (način 2) sedimenta je, da tovrstno vzorčenje zajame dogodke v daljšem časovnem obdobju, slabost pa je v tem, da so vzorci sedimenta, ujetega v "profilno škatlo" ali plastično cev, premajhni za reprezentativen prikaz prisotnosti taksonov z večjimi rastlinskimi makroostanki, vključujoč nekatere gospodarsko pomembne taksone. Stratigrafski stolpci sedimenta so zato primernejši za prikaz vegetacije in okoljskih sprememb v daljšem časovnem obdobju, medtem ko so dovolj gosto površinsko odvzeti vzorci sedimenta iz kulturne plasti z večjo prostornino primernejši za interpretacijo gospodarstva in prehranskih navad (glej primere v II. delu/4.2 in 5.2).

Vse arheobotanične vzorce sedimenta že na terenu shranimo v nepropustne plastificirane vrečke in jih čimprej prenesemo v temen in hladen prostor, s čimer preprečimo izsušitev in degradacijo nezoglenelih (z vodo prepojenih) arheobotaničnih ostankov. Če gre za zoglenele in suhe vzorce sedimenta, je pomembno le to, da z njimi ravnamo nežno. Prav tako jih hranimo v plastificiranih vrečkah, ki morajo biti zaradi grobosti suhega materiala močnejše, preprečitev izsušitve v tem primeru ni obvezna. Vzorce sedimenta čimprej mokro oz. suho speremo oz. presejemo na sitih dveh velikosti (glej I. del/2.5.1).

KAKO ODVZEMATI IN HRANITI VZORCE LESA IN OGLJA ZA DENDROKRONOLOŠKE RAZISKAVE?

Podobno kot vse ostale z vodo prepojene arheobotanične najdbe je tudi moker les, ki se je tisočletja ohranjal v anoksičnem, mokrotnem in ilovnatem sedimentu, zelo občutljiv na izsušitev (npr. Čufar s sod. 2002). Zato ga je treba takoj po odvzemu s terena zaščititi: namočenega zapakirati v neprodušne PVC-vrečke in hraniti v hladnem in temnem prostoru. Vzorce je treba čimprej dostaviti dendrokronologu za takojšnjo analizo. Potek dela v dendrokronološkem laboratoriju si lahko podrobneje ogledate na spletni strani IZA ZRC SAZU: <http://iza2.zrc-sazu.si/sl/strani/raziskovalna-dejavnost-dendrokronologija#v>. Za odvzem vzorcev lesa na terenu (tudi oglja, če je ohranjenih vsaj 45 **branik**) za dendrokronološko analizo je potreben dogovor z dendrokronologom. Glavni pogoj za dobre rezultate je dobro ohranjen kolut mokrega lesa ali oglja s čim večjim številom branik v prečnem prerezu (I. del/2.6.1; sl. 45) in najdišče s čim več dendrokronološko primernimi vzorci, po možnosti iz istega konteksta (npr. sodi, koli in drug stavbni les), katerih krivulje širin branik se da dobro **sinhronizirati**. Podrobnosti so opisane v I. delu/2.6.1 in na spletni strani Inštituta za arheologijo (IZA) ZRC SAZU.

2.5 Laboratorijska priprava vzorcev

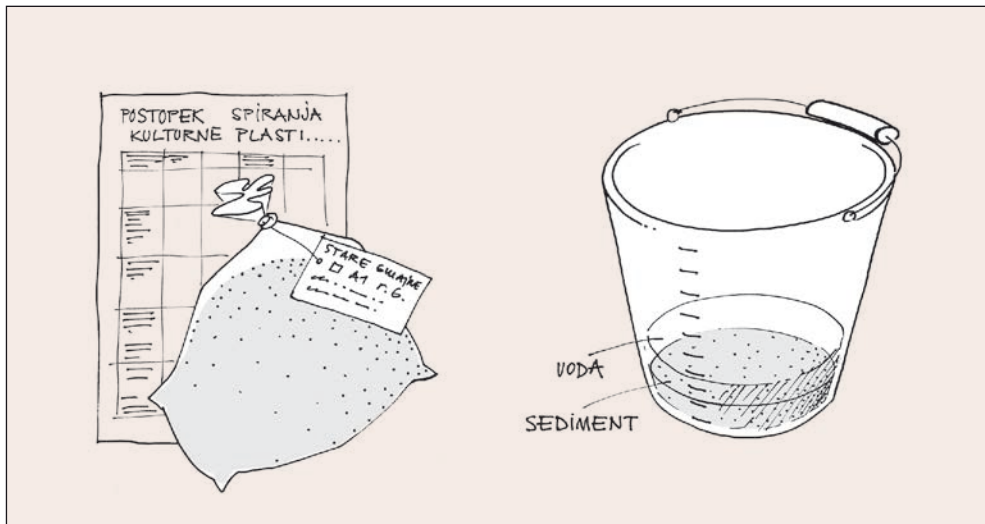
S podatki opremljene izbrane arheobotanične vzorce sedimenta postopoma prenašamo iz hladnega in temnega skladišča v laboratorij za nadaljnjo obdelavo. Vsak vzorec obdelujemo ločeno in kot posamezno enoto. Določimo mu ime ali številko, s katerima operiramo v nadaljevanju analize. Med spiranjem vzorca je treba natančno in vestno izpolnjevati dokumentacijski list o spiranju (priloga 1), ki vzorec spremlja skupaj z dokumentacijskim listom o pregledovanju (priloga 2) vse do konca raziskave. Podatki z dokumentacijskih listov so namreč bistvenega pomena pri interpretaciji in primerjanju rezultatov z rezultati drugih naravoslovnih in arheoloških raziskav z istega in z drugih najdišč.

2.5.1 Mokro sejanje sedimenta in shranjevanje organskih ostankov s sit

Če je sediment glinen ali ilovnat, tj. močno zbit, je priporočljiva predhodna obdelava (tj. globoka zamrznitev), ki olajša poznejše spiranje sedimenta oz. ločevanje organskih ostankov iz gline (Vandorpe in Jacomet 2007). Pred samim spiranjem sedimenta na sitih (tj. mokrim sejanjem) je treba nujno izmeriti prostornino sedimenta (sl. 40).

Način mokrega sejanja oz. spiranja sedimenta je izrednega pomena, saj je od tega odvisna končna reprezentativnost in verodostojnost rezultatov (Tolar s sod. 2010). Tako so lahko npr. zelo fragmentirani, krhki in manjši nezogleneli rastlinski ostanki, npr. nezogleneli ostanki žitnih klaskov (npr. plev) in semen maka ter lanu, premalo zastopani ali celo niso prisotni, če uporabljamo sita s prevelikimi režami (> 1 mm) ali pregrob način spiranja (gnetenje sedimenta z rokami; glej tudi II. del/1.3).

Poskusi uporabe različnih metod za analizo manjših bioloških ostankov iz jezerskih naselbin so privedli do uporabe danes najprimernejšega postopka priprave in pridobitve rastlinskega materiala iz arheoloških sedimentov, prepojenih z vodo. Gre za spiranje s polflotacijo in mokrim sejanjem, pri čemer z vedrom, vodo in sistemom sit (sl. 41) počasi



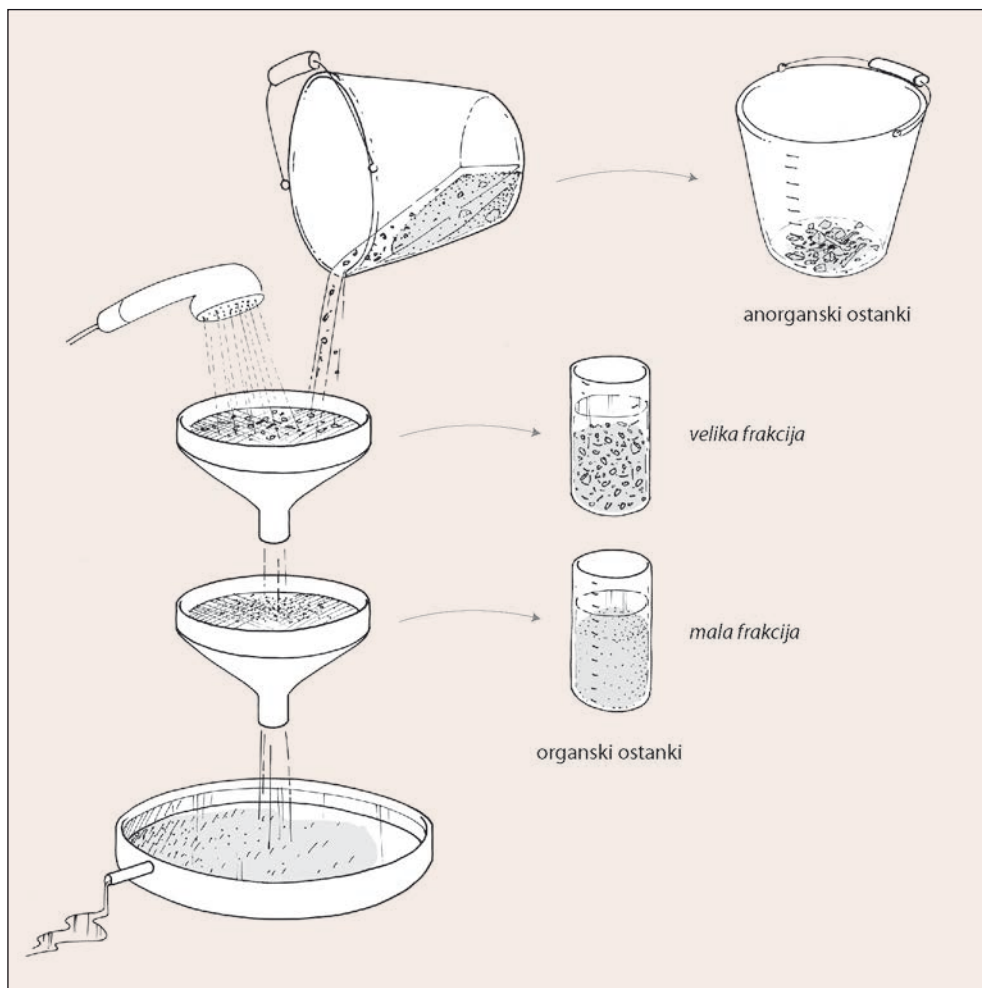
Sl. 40: Sediment s terena v PVC-vrečki preložimo v vedro z merilnim stolpcem in prelijemo z vodo, počakamo, da se sediment usede, nakar izmerimo prostornino sedimenta pred spiranjem. Podatek vnesemo v dokumentacijski list o postopku spiranja (priloga 1).

in nežno spiramo sediment in hkrati ločujemo težji in robustnejši anorganski material (kamenje, pesek, keramika) in večje kosti, ki se usedajo na dno vedra, od nežnejšega organskega (rastlinskega in živalskega), v vodi plavajočega ("flotirajočega") materiala, ki se ujame na sistemu sit. Najnovejše raziskave so pokazale, da je sistem sit dveh velikosti (tj. s premeri odprtin: 2 mm – velika frakcija in 0,355 mm – mala frakcija) najprimernejši za arheobotanične raziskave mokrih sedimentov (npr. Jacomet s sod. 2007; Jacomet 2013). Metoda je primerna tudi za analizo majhnih zooloških ostankov, npr. kosti, lusk, zob rib in malih sesalcev ter hišic, lupinic in larv nevretenčarjev (predvsem insektov; npr. sl. 38).

Spiranje sedimenta je končano, ko skozi sita steče prozorno čista voda, na njih pa se ujamejo sprani organski ostanki (na prvem situ: večji od 2 mm in na drugem: večji od 0,355 mm). Organske ostanke s sit preložimo v merilni posodici (sl. 41), ločeno za veliko in malo frakcijo, in jim izmerimo prostornino. To sta prostornini organskih ostankov, ki ju vpišemo na dokumentacijska lista (prilogi 1 in 2). Nazornejši opis dela v laboratoriju s fotografijami za lažjo predstavbo je dostopen tudi na spletni strani IZA ZRC SAZU: <http://iza2.zrc-sazu.si/sl/strani/arheobotanika-raziskovalna-oprema#v>.

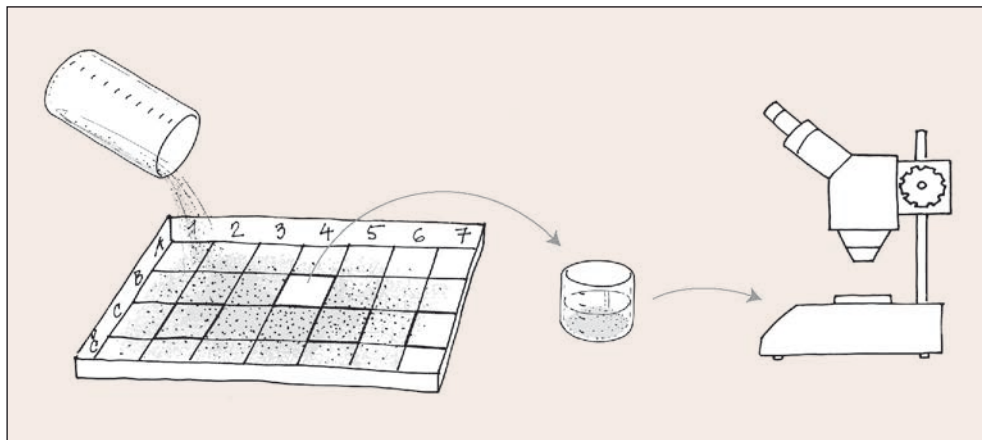
Kadar so rastlinski ostanki (oz. sediment s terena) posušeni ali zогleneli, predhodno spiranje in sejanje vzorcev sedimenta na sitih včasih ni potrebno in gredo vzorci neposredno v nadaljnjo obdelavo, tj. pod stereomikroskop za sortiranje in identifikacijo. Če vzorci vsebujejo veliko suhega sedimenta (npr. prsti, kamnov, peska), ki je pri analizi moteč, ga je priporočljivo suho presejati na sitih (Jacomet s sod. 2007), pri čemer najmanjše sito ne sme imeti rež večjih od 0,5 mm.

Mokre rastlinske makroostanke, ki so ostali na sitih, pred nadaljnjo obdelavo pod stereomikroskopom shranimo ločeno za malo (0,355 mm) in veliko (2 mm) frakcijo v



Sl. 41: Spiranje s polflotacijo: sediment, namočen v vodi (sl. 40), nežno premešamo, s čimer organske delce spravimo v lebdeče oz. flotirajoče stanje. Vodo z lebdečimi organskimi ostanki odlijemo na sito z večjim premerom odprtin, medtem ko težje anorganske snovi (kamni, pesek) in kosti potonejo na dno vedra. Postopek spiranja s polflotacijo nadaljujemo z nežnim curkom vode – tušem in nežnim mešanjem toliko časa, da v vedru ostanejo le še sprani anorganski ostanki in kosti.

neprodušno plastificiranih vrečkah ali lončkih, prepojene z vodo in v hladilniku. Opremljeni morajo biti z arheološkimi podatki s terena in dokumentacijskim listom s spiranja, na katerem je nujno, poleg prostornine sedimenta s terena, vpisana tudi prostornina pridobljenih organskih frakcij s sit. Suhe in zoglenele ostanke lahko shranjujemo na suhem in pri sobni temperaturi.



Sl. 42: Naključno podvzorčenje z žrebom, mreža: A–Č in 1–7. Prostorninsko ovrednoten podvzorec v celoti pregledamo pod stereomikroskopom, ki omogoča vsaj do 50-kratno povečavo.

2.5.2 Podvzorčenje

Pri organskih vzorcih s sit (v nadaljevanju frakcije), ki so bogati z rastlinskimi makroostanki (predvsem semeni/plodovi), je najprej potrebno podvzorčenje. Opravimo ga s preprosto metodo naključnega odvzema podvzorcev, in sicer tako, da celotno frakcijo enega vzorca (ločeno za malo in veliko frakcijo) enakomerno porazdelimo po plitvi posodi pravokotne oblike (npr. banjici). Nato nanj položimo kvadratno mrežo (sl. 42), ki jo v nadaljevanju uporabljamo pri naključnem odvzemu oz. izboru podvzorcev iz izžrebanih kvadratkov z oznakami od npr. A do Č v ordinatni smeri in od 1 do 7 v abscisni smeri (sl. 42). Določitev, iz katerega kvadratka bomo vzeli podvzorec, naj bo naključna, tj. z žrebom koordinat (npr. B4 na sl. 42). Podvzorec zbiramo (oz. žrebamo) tako dolgo, dokler ne zberemo želene količine podvzorca, ki ga bomo pozneje v celoti pregledali (npr. 25 ml za malo frakcijo in 90 ml za veliko frakcijo) (po Jacomet s sod. 2007).

Če po pregledu podvzorca ugotovimo, da število najdenih semen/plodov in ostalih prepoznavnih rastlinskih makroostankov, ki jih štejemo kot eno enoto (glej I. del/2.6; sl. 44), ni statistično zanesljivo (tj. vsaj 384 prešteti rastlinski enot v posameznem podvzorcu [po: van der Veen in Fieller 1982]), je treba podvzorec povečati tako, da naključen odzem podvzorca z žrebom ponovimo.

KAKŠNO OPREMO MORA IMETI ARHEOBOTANIČNI LABORATORIJ?

Potrebujemo hladen in temen prostor za shranjevanje z vodo prepojenih arheobotaničnih vzorcev, tako nespranega arheološkega sedimenta kot tudi organskih frakcij s sit. Najprimernejša sta hladilnik ali zmrzovalnik, lahko pa tudi kletni prostori. Pri spiranju sedimenta poleg sistema dveh sit, za veliko frakcijo s premerom odprtini 2 mm in za malo frakcijo s premerom odprtini 0,355 mm, potrebujemo še nežen curek vode (tuš),

vedro z merilno skalo za namakanje in izmero prostornine sedimenta, manjše vedrce za polflotiranje (ločevanje anorganskega materiala) ter stalen odtok umazane vode s sistemom zadrževanja blata – usedline. Po spiranju potrebujemo merilne posodice za izmero prostornine organskih frakcij s sit, mrežo za podvzorčenje s pripadajočo banjico, aparat za vakuumsko pakiranje in varjenje ter polietilenske vrečke. Pri prebiranju in identifikaciji rastlinskih makroostankov potrebujemo stereomikroskop z do 50-kratno povečavo, mehko pinceto in shranjevalne plastične škatlice. Za dolgotrajnejše shranjevanje mokrih arheobotaničnih najdb in referenčno zbirko arheobotaničnih makroostankov potrebujemo zmes kemikalij (alkohol : glicerol : destilirana voda : thymol) v razmerju (1 : 1 : 1 : 0,1) in majhne epruvetke z zamaškom z navojem. Spiralno opremo (sistem sit) in potek dela v arheobotaničnem laboratoriju si lahko ogledate tudi na spletni strani IZA ZRC SAZU (<http://iza2.zrc-sazu.si/sl/oddelek/9278#v>).