

FOSFATI IN TANATOMASA V SEDIMENTIH
IZ JAME DIVJE BABE I

PHOSPHATES AND TANATOMASS IN THE SEDIMENTS
FROM THE CAVE DIVJE BABE I

IVAN TURK
JANJA KOGOVŠEK
ANDREJ KRANJC
JANEZ DIRJEC

Izvleček

UDK 551.442 : 903.3(497.12 Divje babe)

Turk I., Kogovšek J., Kranjc A., Dirjec J.: Fosfati in tanatomasa v sedimentih iz jame Divje babe I.

Tanatomasa jamskega medveda (*Ursus spelaeus* Rosenmüller et Heinroth 1794) je glavni vir P_2O_5 v würmskih sedimentih jame Divje babe I (Cerkno, Slovenija), ki je hkrati jama-brlog in novo mousteriensko paleolitsko najdišče. Vrednosti P_2O_5 iz različnih plasti so primerjane z mikro- in makroosteodontološkimi ostanki jamskega medveda, da bi ugotovili, v kakšnem odnosu sta količina fosilij in vsebnost P_2O_5 v sedimentih. Kot dodatna kriterija sta upoštevana relativna fragmentarnost in ohranjenost osteoloških ostankov. V plasteh z največ fosilnih ostankov so relativno najnižje vrednosti P_2O_5 in relativno najslabše ohranjeni osteološki ostanki. Razlaga razlik je različno selektivno konzumiranje tanatomase ob upoštevanju možnosti migriranja P_2O_5 iz fosilno fertilnih v sterilne plasti. Kot glavni porabnik tanatomase pride v poštev sam jamski medved, ne pa paleolitski lovci.

Abstract

UDC 551.442 : 903.3(497.12 Divje babe)

Turk I., Kogovšek J., Kranjc A., Dirjec J.: Phosphates and Tanatomass in the Sediments from the Cave Divje babe I.

Tanatomass of the cave bear (*Ursus spelaeus* Rosenmüller et Heinroth 1794) is a main phosphates source (P_2O_5) in the Würm sediments of the cave Divje babe I (Cerkno, Slovenia), which is at the same time cave bear den and new Mousterian paleolithic site. The values of P_2O_5 from different layers have been compared with found micro- and macroosteodontological remains of the cave bear, in order to find out the relation between the quantity of fossils and phosphate contents in the sediments. As additional criteria relative fragmentation and preservation of all osteological remains have been considered. In the layers containing the most of fossil remains relatively the lowest values of P_2O_5 have been stated and at the same time relatively the worst preservation of osteological remains. Explanation of these differences is different selective consumption of tanatomass considering the possibility of migration of P_2O_5 from fossil fertile into fossil sterile layers. As the main consumer of tanatomass cave bear himself can be considered and not the middle paleolithic hunters.

Naslov — Address

IVAN TURK
JANEZ DIRJEC
Inštitut za arheologijo ZRC SAZU
61000 Ljubljana, Novi trg 4

mag. JANJA KOGOVŠEK
dr. ANDREJ KRANJC
Inštitut za raziskovanje krasa ZRC SAZU
66230 Postojna, Titov trg 2
Jugoslavija

UVOD

Fosfor je življenjsko pomemben element in ga zato najdemo v vseh organizmih. Kopenske rastline vsebujejo približno 0,2—0,5 % fosforja (Antić, M. et al., 1980), ki ga črpajo iz zemlje. Sesalci ga imajo približno 1,0 % telesne teže (Guyton, A. C., 1976) in ga dobijo od rastlin. Pomanjkanje fosforja lahko pri živalih (tudi rastlinojedih) povzroči osteofagijo (Sutcliffe, A. J., 1973; Johnson, D. L., Haynes, C. V., 1985).

V normalnih razmerah del fosforja stalno kroži zaradi odmiranja rastlin in živali. Drugače je lahko v sedimentih podzemnih jam, kjer akumulacija prevladuje nad porabo oziroma porabe sploh ni, zaradi odsotnosti rastlinske odeje. Zato so jame, v katerih se kopičijo (ali so se kopičili) organski ostanki, običajno zelo bogate na fosfatih,* če seveda imajo sedimente. Koncentracije P_2O_5 so lahko v takih jamah tudi več desetkrat večje kot v običajni z vegetacijo pokriti zemlji. To dejstvo je že dolgo znano (cfr. Abel, O., Kyrlè, G., 1939). Vendar niso bili fosfati v jamah doslej nikjer podrobneje problemsko obdelani (cfr. Schmid, E., 1958; Malez, M., 1963; Mottl, M., 1951; Kobay, F.-Ed., 1954; idr.). Edina izjema je jama Drachenhöhle pri Mixnitzu v Avstriji, kjer je bilo v času obratovanja rudnika fosfatov (1920/3) narejenih 300 fosfatnih analiz, zaradi česar je to najdišče, kljub velikemu napredku kemije, mineralogije, arheozoologije in drugih ved, še danes najvažnejši vir informacij za preučevanje fosfatov v jamskih sedimentih (Abel, O., Kyrlè, G., 1939).

Fosfor je v večjih ali manjših količinah prisoten povsod v naravi (živi in neživi). Na kopnem se koncentrira predvsem v gvanu — iztrebkih ptičev (Stoddart, D. R., Scoffin, T. P., 1983). Druga, v strokovni literaturi manj upoštevana možnost koncentriranja fosfatov, so masovna grobišča, kamor prištevamo nekatere jame-brloge z množičnimi ostanki jamskega medveda ali hijene. Tako najdišče so tudi Divje babe I (cfr. Turk, I. et al., 1988).

FOSFATI V DIVJIH BABAH I

Del analiz, ki smo jih že opravili v novo odkritem paleolitskem (moustérienskem) jamskem najdišču Divje babe I nad Reko pri Cerknem v dolini Idrijce (Turk, I. et al., 1988; Turk, I., Dirjec, J., 1988), so bile tudi rutinske analize o vsebnosti fosfatov v sedimentih würmske starosti. Na osnovi teh analiz, ki žal niso rezultat vnaprej načrtovanega vzorčenja, in na osnovi

* S fosfati bomo odslej označevali različne fosforne spojine, med katerimi je v naših jamah najbolj pogost kalcijev fosfat ($Ca_3(PO_4)_2$). Vsebnost fosfatov bomo podajali tudi v obliki P_2O_5 (fosforjev pentoksid).

bolj premišljenega vzorčenja fosilnih ostankov (cfr. istotâm), smo se lotili preučevanja zelo zanimivega vprašanja o odnosih med fosfati in fosilnimi ostanki kot končnih produktih nekdanje prisotne tanatomase (cfr. Turk, I. et al., 1988).

Možnosti za nastanek visokih koncentracij fosfatov v sedimentih Divjih bab I (cfr. tab. 2) je več. Glede na sedanje znanje o akumulaciji in koncentraciji fosfatov v zemlji in sedimentih različnih starosti ter glede na poznane okoliščine v našem najdišču, moramo upoštevati naslednje:

— Razpadanje mehkih tkiv poginulih jamskih medvedov in alohtonih rastlinskih ostankov.

— Raztapljanje kalcijevega fosfata iz nakopičenih kosti jamskega medveda.

— Akumulacijo in koncentracijo fosfatov iz iztrebkov jamskega medveda.

— Akumulacijo in koncentracijo fosfatov iz (ptičjega) gvana.

— Spiranje fosfatov s površja nad jamo.

Mehka tkiva poginulih jamskih medvedov in alohtoni rastlinski ostanki

Koncentracije fosfatov na osnovi mehkih delov poginulih jamskih medvedov so zelo verjetne in jih bomo podrobno obravnavali kasneje. Tudi razpadanje rastlinskih ostankov pride vsekakor v poštev, saj vsebujejo rastline od 0,2 do 0,5 % fosforja. Ker je jama služila prvenstveno za brlog brejim jamskim medvedkam, je zelo verjetno, da so, analogno današnjim medvedom, navlekli v jamo znatne količine vej in trave. Vendar ni od vsega tega ostalo nič otipljivega. Edina sled, ki je prav tako neoprijemljiva kot sam fosfat, je organski ogljik (C). Tega je veliko več v rastlinah kot v živalih. Meritve organskega C v sedimentih Divjih bab I so dale vrednosti, ki v glavnem kovariirajo s P_2O_5 . To je bilo pričakovati glede na korelacijo med frekvenco pojavljanja jamskega medveda v Divjih babah I in med pričakovano maso alohtonih rastlinskih ostankov v jami.

Kalcijev fosfat v kosteh jamskega medveda

Akumulacija in koncentracija fosfatov z raztapljanjem kalcijevega fosfata v fosilnih kosteh ne pride v poštev, kot bomo videli kasneje. Znano je, da so kalcijevi fosfati običajno stabilni (slabo topni) v alkalnih pogojih (Retailack, G., 1984). Meritve pH v sedimentih Divjih bab I so izkazale v vseh plasteh bazično reakcijo (pH 7,88–8,55), ki ugodno deluje na obstojnost kosti in v njih vezanih fosfatov. Drugače je v kislih okoljih, za katere pa v Divjih babah I nimamo dokazov.

Iztrebki jamskega medveda

Akumulacijo in koncentracijo fosfatov iz iztrebkov jamskega medveda moramo imeti vsekakor v vidu, vendar je treba upoštevati, da so jamski medvedi v Divjih babah I predvsem prezimovali. Ves čas hibernacije se medved

ne iztreblja (Erdbrink, D. P., 1953, 367). V tem pogledu tudi izumrli jamski medved verjetno ni bil izjema. Seveda se je jamski medved občasno zadrževal v jamah tudi poleti, ko se normalno iztreblja. Dokaz za to so lahko najdeni ekskrementi v jami Pod Kalom (Battaglia, R., 1922) in velike količine peloda žužkocvetk v Divjih babah I (Turk, I. et al., 1988) in v nekaterih drugih jamah-brlogih (Müller, E., 1979; Draxler, I., 1986). Če so iztrebki jamskega medveda bistveno obogatili naše sedimente s fosfati, morajo te obogatitve kovariirati s pojavljanjem jamskega medveda v jami oziroma z njegovimi fosilnimi ostanki. Njegovi ekskrementi so imeli pri nastajanju fosfatov, skupaj s prinešenimi rastlinskimi ostanki (steljo), podobno vlogo kot sama tanatomasa jamskega medveda.

Za jamskega medveda vemo, da je bil vsejed, s poudarkom na rastlinski hrani (Kurtén, B., 1976). Vendar je moral biti, kot današnji medvedi, tudi izrazit mrhovinar. Uživanje mesne hrane, zlasti kosti, povečuje vsebnost P_2O_5 v iztrebkih (Retallack, G., 1984). Kot bomo videli kasneje, obstajajo realne možnosti, da je jamski medved strl in deloma tudi požrl precej kosti svojih vrstnikov, da o mesu sploh ne govorimo. S tem so bili podani vsi pogoji za kopičenje P_2O_5 iz iztrebkov jamskega medveda, kar potrjujejo tudi kemične analize ekskrementov iz jame Pod Kalom. Vendar so koncentracije (obogatitve) P_2O_5 iz iztrebkov (gvana) možne predvsem v izrazito aridni klimi (Retallack, G., 1984; Stoddart, D. R., Scoffin, T. P., 1983), ki jo (mezo-)klimatske razmere v slovenskih jamah, še najmanj pa v Divjih babah I, od pleistocena pa do danes ne dopuščajo. V Divjih babah I taka (mezo)klima tudi ni nikoli izražena v ohranjenih sedimentih (še neobjavljeno).

Ptičji gvano

Akumulacija in koncentracija fosfatov iz (ptičjega) gvana se pogosto navaja kot glavni vir fosfatov v jamah (Bull, P., 1983). Navadno se povezuje z gvanom netopirjev (Schmid, E., 1958; Broglio, A., 1965), na katerega se nanaša tudi oznaka »chiropterit« za fosfatno bogate plasti iz jame Drachenhöhle (Abel, O., Kyrle, G., 1939). Gvano kot glavni vir fosfatov v sedimentih Divjih bab I je težko dokazljiv glede na poznane okoliščine in že omenjene klimatske razmere, ki so potrebne za akumulacijo gvana in nadaljnje procese koncentracije P_2O_5 (od 4 % v svežih iztrebkih do 29 % in več v izluženih iztrebkih) (Retallack, G., 1984; Stoddart, D. R., Scoffin, T. P., 1983).

Spiranje fosfatov s površja nad jamo

Spiranje P_2O_5 s površja nad jamo s prenikajočo vodo, obogateno s fosfati in ponovno odlaganje fosfatov v klastičnih jamskih sedimentih, v jamah po svetu ni nepoznano (Bull, P., 1983). Vendar bi si na ta način težko razložili zelo velike vsebnosti P_2O_5 v večini plasti iz Divjih bab I. Razen tega zahteva tak način koncentriranja P_2O_5 dolge zastoje v sedimentaciji, saj P_2O_5 zelo

hitro reagira s karbonatnimi sedimenti, skozi katere prenika in tvori z njimi različne nove, bolj ali manj obstojne spojine. Plast 2 iz Divjih bab I vsebuje na primer, kljub dokazani večtisočletni izpostavljenosti na površju, najnižje vrednosti P_2O_5 . O kakšni obogatitvi s fosfati s površja nad jamo torej ni govora. Po drugi strani pa vsebuje popolnoma sterilna plast 16 (podor) zelo veliko P_2O_5 in organskega C, kar bi, glede na najbolj verjetno geokronološko opredelitev te plasti v višek würma I ter diskontinuiteto sedimentacije in vsebine sedimentov, lahko eventualno povezali z daljšim zastojem sedimentacije in z močnim spiranjem organskih ostankov in P_2O_5 v takratno površinsko plast 16 z vegetacijsko osiromašenega površja nad jamo.

* * *

S pretehtavanjem različnih možnosti za izvor P_2O_5 v sedimentih Divjih bab I smo prišli do zaključka, da moramo v našem primeru iskati izvor fosfatov predvsem v ostankih jamskega medveda in z njim povezanih procesov. Na tak izvor P_2O_5 v jamah-brlogih sta argumentirano opozorila že F. Ed. Koby (1954) in B. Kurtén (1976). V nadaljnjem bomo zato poskusili odgovoriti predvsem na dve vprašanji:

— V kakšnem odnosu sta količina fosilij in vsebnost fosfatov v sedimentih?

— Ali so možni kakšni sklepi o konzumirani in o *in situ* razpadli tanatomasi, pripadajoči skoraj izključno jamskemu medvedu?

Drugih problemov, ki se tičejo kemizma fosfatov in diageneze fosfatnih sedimentov, na tem mestu ne bomo posebej obravnavali, ker zelo verjetno nimajo neposrednega vpliva na izbrano problematiko.

METODA

Vzorčenje osteodontoloških ostankov je potekalo ločeno za makro- in mikroostanke. Vzorci z makroostanki (tab. 1) so bili standardizirani s približno enakimi prostorninami sedimentov brez skal na stratigrafsko enoto. Vzorčena površina je merila konstantno 10 m^2 (cfr. Turk, I. et al., 1988; Turk, I., Dirjec, J., 1988). Vzorčenje mikroostankov (drobcev) brez mikromamalij, velikosti $< 5\text{ in } > 3\text{ mm}$ (tab. 3), smo izvedli na osnovi $0,25\text{ kg}$ težkih sedimentnih frakcij $< 5\text{ in } > 3\text{ mm}$, ki smo jih dobili s sejanjem.

Medtem ko vzorčenje makroostankov ni povzročalo večjih problemov zaradi enakomerne porazdelitve le-teh po celotnem raziskanem delu jame (vključno z vzorčno površino) in enostavnosti vzorčenja (cfr. Turk, I. et al., 1988), smo imeli pri mikroostankih več težav.

Prvič je bilo v določenih primerih vprašljivo že samo sejanje sedimentov. Sedimentov, ki imajo manj frakcije $< 5\text{ in } > 3\text{ mm}$ (npr. plasti 9 in 16), smo morali namreč presejati več, da smo dobili $0,25\text{ kg}$ željene frakcije, kot sedimentov, ki imajo te frakcije več. Motnje so povzročali tudi zelo številni drobni fosfatni sprimki z manjšo specifično težo. Ker je teža osteodontoloških mikro-

Tab.1. Divje babe 1. Makroostanki jamskega medveda iz standardiziranega vzorca.
Table 1. Divje babe I. Macro-remains of the cave bear from standardized sample.

1	2	3	4	5	6	7 (6/4 + 5)
Debelina izkopa Thickness of unit	Izkopi units	Plasti Layers	Št. vseh izoliranih zob Number of isolated teeth	Št. vseh kosti, cele + fragmenti Number of bones in total, entires and fragments	Teža kosti + zob v kg Weight bones + teeth in kg	Povprečna teža osteodontoške najdbe v g Average weight of osteodontological remains in g
0,30	1	2	10	43	2,13	40,18
0,30	2	2—3	25	155	2,09	11,61
0,30	3	4	99	488	9,86	16,79
0,30	4	4	90	505	11,75	19,74
0,30	5	4—5	93	566	12,95	19,65
0,40	6	5	54	441	7,40	14,94
0,30	7	6	76	555	10,60	16,79
0,40	8	6—8	217	1410	29,00	17,82
0,30	9	8	111	1012	27,40	24,39
0,25	10	8	106	1360	30,90	21,07
0,25	11	8—10	352	3156	41,70	11,88
0,30	12	10	301	2115	27,30	11,29
0,25	13	11—13	333	3083	53,70	15,72
0,25	14	14	301	3413	52,90	14,24
1,70	15—21	15—17	ni bilo vzorčeno			
0,30	22	17 a	159	1184	5,80	4,31
0,35	23	17 a	104	933	4,60	4,43
0,30	24	18	37	428	3,90	8,38
0,30	25	18	35	474	3,80	7,46
0,25	26	18—19	27	227	4,50	17,71
0,40	27	20	43	308	7,80	22,22
0,30	28	20	64	544	7,25	11,92
0,30	29	20	141	623	6,20	8,11
0,35	30	21	183	604	4,95	6,28
8,75	—	—	2961	23 627	365,48	13,74

drobcev funkcija količine in specifične teže presejane frakcije, niso imeli mikrodrobci v vseh plasteh popolnoma enakih pogojev za vključitev v standardiziran vzorec. V tab. 3 so vzorci iz sedimentov z največ frakcije < 5 in > 3 mm, ki je razen tega sestavljena izključno iz grušča, tiskani ležeče. Ti

Tab. 2. Divje babe I. Vsebnosti fosfatov (P_2O_5) po plasteh. (n) — posamezne meritve; (R) — razpon izmerjenih vrednosti; ($\bar{x}$) — povprečne vrednosti.

Table 2. Divje babe I. Phosphates contents (P_2O_5) according to layers. (n) — particular measurements; (R) — range of measured values; ($\bar{x}$) — average values.

Plast Leyer	n											R	$\bar{x}$
2	5,8	5,9										0,1	5,85
2—3	9,6	9,8										0,2	9,70
4	7,8	9,2	9,3									1,5	8,76
5	7,6	12,9	20,3									12,7	13,60
6	5,4	13,8	13,8									8,4	11,00
7	4,0	4,9	5,0	11,0	18,0							14,0	8,58
8	5,5	8,4	10,0	14,0	14,4	18,0	20,0	21,0	21,7	24,0		18,5	15,70
9	6,1	14,0	14,5									8,4	11,53
10	11,8	13,5	15,4	15,7	19,0							7,2	15,08
11—13	9,0	12,7	14,0	15,2	16,0	18,8	18,8	18,9	24,0			15,0	16,37
14	7,2	12,0	18,2									11,0	12,46
15	2,9	7,6										4,7	5,25
16	12,0	14,7	20,0	23,0								11,0	17,42
17	3,7	4,5										0,8	4,10
17 a	3,2	4,8										1,6	4,00
18	4,8	5,7	5,7	7,4								2,6	5,90
18—19	6,2	7,1	9,2									3,0	7,50
20	7,5	8,1	8,5	10,0	12,5	14,3						6,8	10,15
21	7,2	8,4										1,2	7,80

vzorci nam lahko služijo kot začasen standard. Vrednosti vseh drugih vzorcev (plasti) so dejansko nekoliko precenjene.

Drugič se je pri majhnem številu vzorcev iz iste plasti zelo težko izogniti skrajnim vrednostim, ki smo jih označili v opombi v tab. 3. Zato bi morali imeti za vsako plast večje število vzorcev in upoštevati samo srednje vrednosti.

Ker analiza mikroostankov ni bila posebej načrtovana, so vrednosti v tab. 3 zgolj orientacijske. Vsi vzorci z mikroostanki so bili pobrani naključno na različnih koncih, tudi izven vzorcev z makroostanki, vendar nobeden v bližini jamskih sten in grupacij kosti, kjer lahko pričakujemo povečane koncentracije kostnega drobirja. Upoštevati je treba tudi prodiranje mikrodrobcev iz višje ležečih fertilnih plasti v pod njimi ležeče, sicer sterilne plasti, kot so npr. 9, 15, 16 in delno 17 (cfr. tab. 5).

Za določevanje vsebnosti fosfatov v sedimentih smo se poslužili ekstrakcije z AL-metodo po Egnér, Riehm, Domingu (Vajnberger, A., 1966). V

Tab. 3. Divje babe I. Mikroosteodontološki ostanki < 5 in > 3 mm v gramih iz 0,25 kg sedimentnih frakcij < 5 in > 3 mm po plasteh. (n) — teže vzorcev; (R) — razpon tež vzorcev; ($\bar{x}$) — povprečne vrednosti.

Table 3. Divje babe I. Microosteodontological remains < 5 and > 3 mm in grams from 0.25 kg sediment fractions < 5 and > 3 mm according to layers. (n) — samples weight; (R) — range of samples weight; ($\bar{x}$) — average values.

Plast Layer							R	$\bar{x}$	Opomba Remark
2	1,83						—	1,83	skrajna vrednost
2—3	0,52						—	0,52	
4	0,81	0,83	1,11	1,12	1,56		0,75	1,08	
5	0,29						—	0,29	
6	0,87						—	0,87	
7	0,73						—	0,73	
8	0,22	0,42	0,50	1,08			0,86	0,55	1,08 je skrajna vrednost
9	0,48						—	0,48	
10	1,11						—	1,11	
11—13	2,31	2,55					0,24	2,43	
14	2,00						—	2,00	
15	0,10						—	0,10	
16	0,08	0,50					0,42	0,29	
17	0,72	1,04					0,32	0,88	
17 a	0,30	0,44					0,14	0,37	
18	0,18	0,21					0,03	0,19	
18—19	0,34						—	0,34	
20	0,27	0,29	0,44				0,17	0,33	
21	0,69						—	0,69	

dobljenem ekstraktu pa smo spektrofotometrično določevali vsebnost P_2O_5 (Hoffmann, G., Ohnesorge, S., 1966) s spektrometrom SPECOL 20.*

Vzorčenje P_2O_5 vzorcev, ki se v glavnem pokriva z vzorci mikroostankov, ni bilo izvedeno načrtno. Večina vzorcev je bila pobrana po stratigrafskem principu v različnih profilih po celotni raziskani površini vhodnega dela jame,

* Ekstrakcija z Al-metodo:

5 g zračno suhega vzorca (oz. ustrezno manjšo količino pri vzorcih z visoko vsebnostjo fosfatov, npr. 0,1 g), presejanega skozi sito s premerom luknjic 2 mm, prelijemo s 100 ml raztopine amonlaktocetne kisline (AL-raztopina 0,1 N) in stresamo na stesalniku 2 uri. Nato filtriramo ali preko noči dekantiramo.

Spektrofotometrično določevanje P_2O_5 v ekstraktu:

Odpiramo po 5 ml ekstrakta vzorcev in ustreznih standardov v 50 ml bučke, dodamo po 2 ml amonmolibdatne raztopine ter po 3 kapljice redukcijske raztopine. Dobro premešamo in dopolnimo z destilirano vodo do značke.

Po desetih minutah merimo ekstinkcijo pri $\lambda = 695$ nm.

Določevanje vsebnosti fosfatov smo opravili v laboratoriju Inštituta za raziskovanje krasi ZRC SAZU. Osnovno obdelavo vzorcev je opravil A. Kranjc, vsebnost fosfatov pa je analitsko določala mag. J. Kogovšek.

vključno s površino vzorcev z makroosteodontološkimi ostanki. Skupaj je bilo narejenih prek 80 analiz. Ker vrednosti P_2O_5 zelo nihajo tudi v okviru istih plasti, kar je pogojeno z naravo procesa fosfatizacije (cfr. Stoddart, D. R., Scoffin, T. P., 1983), in kar je bilo ugotovljeno tudi v jami Drachenhöhle (Abel, O., Kyrlè, G., 1939), je pretirana sistematika vzorčenja odvečna. Priporočljivo je imeti predvsem čim več različnih meritev za isto plast in izračunane povprečne vrednosti.

Kot pri mikrodrobcih se tudi pri fosfatih pojavljajo določeni problemi. Meritve smo izvedli na zračno suhi frakciji < 2 mm, ki je prisotna v vseh plasteh, razen v plasti 15 in 16. Na rezultate meritev lahko vpliva vlažnost vzorcev (cfr. Abel, O., Kyrlè, G., 1931, 190). Koncentracije fosfatov imajo svojo zgornjo mejo, ki je pri fosfatnih kamninah običajno nekaj več kot 35 % (Stoddart, D. R., Scoffin, T. P., 1983). Ta meja ni v Divjih babah I in v drugih jamah-brlogih nikjer dosežena, razen v primerih, ko so namesto P_2O_5 merili kalcijev fosfat (cfr. Abel, O., Kyrlè, G., 1931; Bächler, E., 1940). Do katere mere se jamske plasti lahko obogatijo s P_2O_5 z dodajanjem fosfor vsebujočih substanc, ne vemo. V Divjih babah I smo z analizami, katerih rezultati niso zajeti v tab. 2, ugotovili večje vrednosti P_2O_5 od okoliških sedimentov v naslednjih primerih:

— Pri izjemni najdbi anatomske skupiranega skeleta jamskega medveda pod podornimi bloki plasti 8 ($24,3\% P_2O_5 : 11,5\text{—}16,4\% P_2O_5$).

— V finem kostnem detritusu, ki je v izjemnih primerih obdajal kosti jamskega medveda ($20,2\% P_2O_5 : 18,3\% P_2O_5$).

— V sedimentu, ujetem v možgansko votlino lobanje jamskega medveda ($24,5\% P_2O_5 : 16,4\% P_2O_5$).

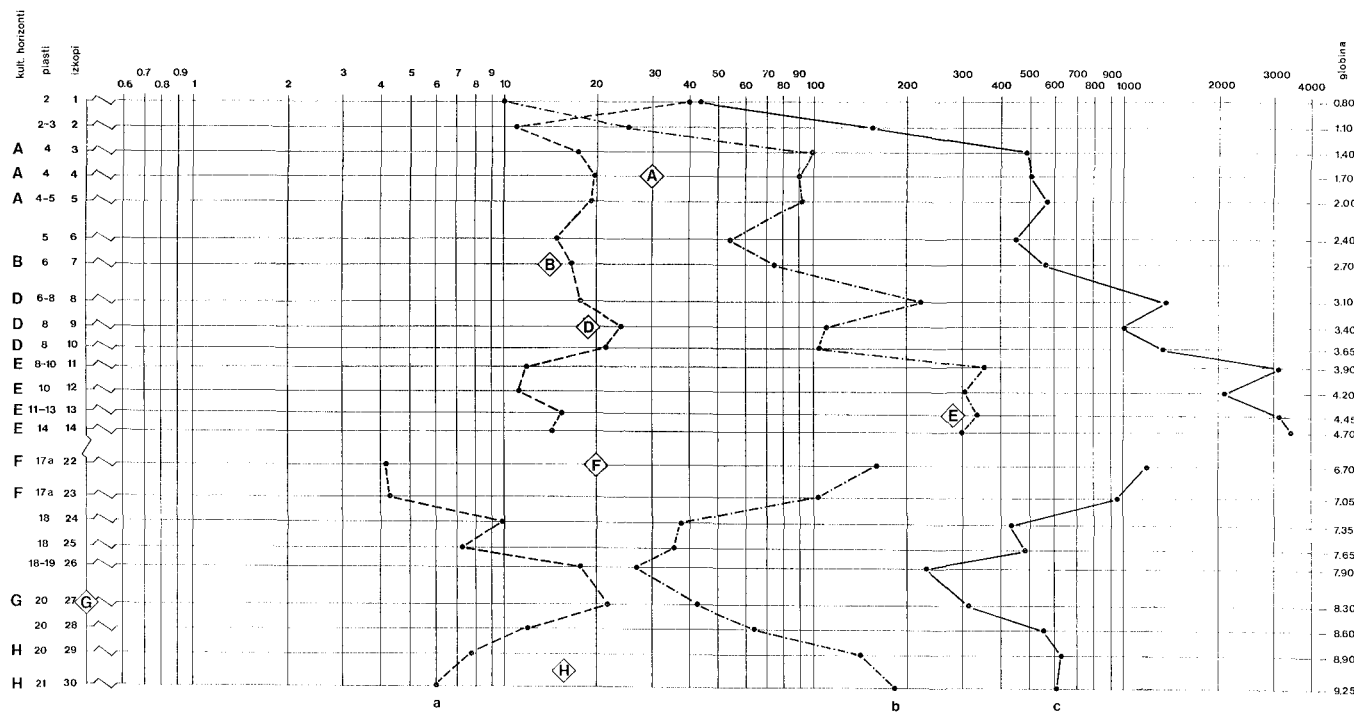
To so tudi najvišje izmerjene vrednosti fosfatov v sedimentih iz Divjih bab I. Povečane koncentracije P_2O_5 ob anatomske skupacijah kosti, ki so zelo verjetno v zvezi z *in situ* razkrojem mehkih delov, poznamo tudi iz drugih jam (Abel, O., Kyrlè, G., 1931; v. Stokar, W., 1939).

REZULTATI

V kvantitativnih podatkih o osteodontoloških ostankih v standardiziranem stratificiranem vzorcu je jasno izražena korelacija med ostanki izoliranih zob, ki stoodstotno pripadajo jamskemu medvedu, in skeletnimi ostanki (sl. 1, b, c), ki obsegajo 18—53 % taksonomsko in anatomske določljivih kosov (vsi pripadajo stoodstotno jamskemu medvedu) in 47—82 % nedoločljivih kosov, ki glede na 99,9 % zastopanostjo jamskega medveda med taksonomsko določljivimi ostanki favne tudi zelo verjetno pripadajo jamskemu medvedu (cfr. tudi podoben diagram vseh določljivih ostankov v Turk, I., Dirjec, J., 1988).*

Tako sliko lahko dobimo z *in situ* razpadanjem kadavrov, dezartikulacijo in fragmentacijo skeletnih delov. Poudariti moramo tudi, da se diagram kostnih fosilnih ostankov iz 10 m² standardiziranega vzorca zelo dobro ujema z dia-

* Celoten količinski in kakovostni pregled favne bo objavljen v kratkem (cfr. tudi Turk, I. et al. 1988).



Sl. 1. Divje babe I. Vsi skeletni ostanki (c), izolirani zobje (b) in povprečne teže osteodontoloških najdb (a) iz standardiziranega vzorca (podatki iz tab. 1). Dodana so absolutna števila artefaktov po arheoloških horizontih (A—H) iz celotnega v letih 1980/6 raziskanega prostora (glej prilogo 1). Upoštevan ni horizont (C) iz plasti 7, ki ni bila zastopana v vzorčnem bloku sedimentov. Horizont (G) je zastopan samo s kuriščem!

Fig. 1. Divje babe I. Total of skeletal remains (c), isolated teeth (b) and average weight of osteodontological findings (a) from standardized sample (data from Table 1). The absolute numbers of artefacts according to archaeological horizons (A—H) from the entire investigated area in the years 1980—86 (see the Annex 1) are added. The horizon (C) from layer 7 is not taken into account as it was not represented in sample block of sediments. Horizon (G) is represented by hearth only!

gramom enakih ostankov iz 1 m² standardiziranega vzorca (cfr. Turk, I. et al., 1988). V količini fosilnih ostankov so torej določene zakonitosti, ki veljajo za ves raziskani del jame. Zato lahko iz standardiziranega vzorca zanesljivo sklepamo na doslej raziskano celoto, vsaj kar se tiče kvantitativnih podatkov.

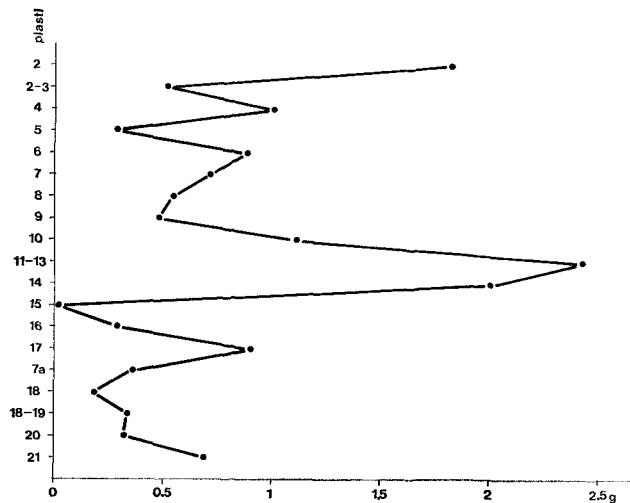
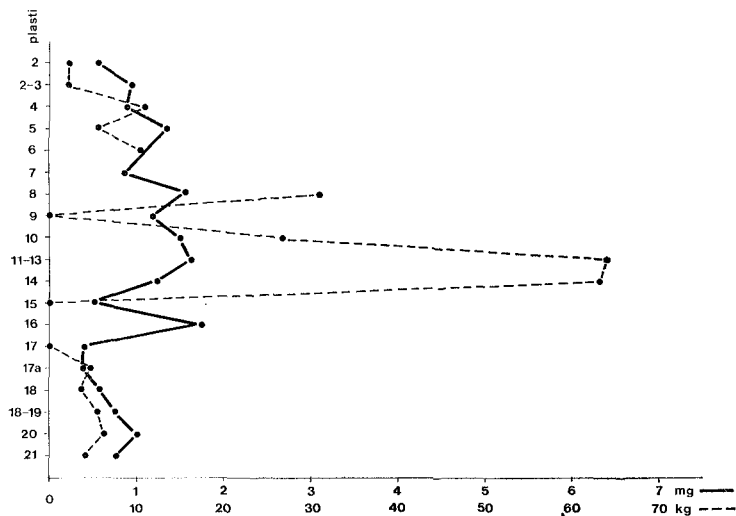
Fragmentarnost makroostankov je v povprečju 80 %, vendar kakovostno niha od izkopa (plasti) do izkopa (plasti), kar je prikazano s povprečno težo (velikostjo) posamezne najdbe (sl. 1, a). Vzroki za fragmentarnost so lahko biotski (sile žive narave, tj. delovanje ljudi in zveri) in abiotski (sile nežive narave, tj. mehansko-kemično preperevanje). Z drobljenjem se povečuje površina kosti in njihova podvrženost nadaljnjemu mehansko-kemičnemu razpadanju, ki lahko kosti v končni fazi popolnoma izniči. Medtem ko so lahko makrofragmenti proizvod delovanja biotskih in abiotskih dejavnikov, so mikrofragmenti skoraj izključno proizvod mehansko-kemičnega preperevanja. Zato lahko ob povečanem mehansko-kemičnem razpadanju kosti in zob pričakujemo povečano število mikrofragmentov. Absolutni kvantitativni podatki povprečnih vrednosti mikrofragmentov v standardiziranih vzorcih po plasteh so podani v tab. 3 (sl. 2).

Vsebnosti fosfatov v sedimentih so odvisne predvsem od količine razpadle tanatomase, ki je vsebovala mehke dele in kosti. Sesalci imajo približno 1 % P₂O₅ od telesne teže (jamski medved je lahko tehtal 600 kg in več), pri čemer je največ P₂O₅ v kosteh. V analizirani razmaščeni kosti recentnega odraslega rjavega medveda je bilo 28,0–30,5 % P₂O₅, v nerazmaščeni pa 26 % P₂O₅, kar približno ustreza vrednosti pri človeku. Človeške kosti so namreč sestavljene iz 35 % kalcijevega fosfata, 20 % organskega matriksa (kolagena) in 45 % vode. Analizirano sveže meso recentnega odraslega rjavega medveda je vsebovalo 0,77 % P₂O₅ na suho snov. Fosfati v obliki fosfolipidov, predvsem fosfatidiletanolamina in fosfatidilholina, so bili ugotovljeni tudi v 24,2 % maščobe na suho snov, kolikor jo je vsebovalo analizirano medvedje meso.* Moramo poudariti, da v analiziranem kostnem mozgu recentnega odraslega rjavega medveda, ki je vseboval več kot 90 % maščob, ni bilo fosfolipidov (cfr. Turk, I. et al., 1989).

Povprečne vrednosti vsebnosti fosfatov v standardiziranih vzorcih po plasteh so podane v tab. 2 (sl. 2).

Ker nas zanima, v kakšnem odnosu so vsebnosti fosfatov in količina fosilnih ostankov, smo primerjali (povprečne) vrednosti vsebnosti P₂O₅ v plasteh s standardiziranimi fosilnimi makroostanki (iz 3 m³) vsake plasti (tab. 4; sl. 3, a). Temeljna ugotovitev je, da relativne vrednosti P₂O₅ ne kovariirajo s fosilnimi ostanki. Vzrok tej anomaliji moramo iskati predvsem v različni tafonomiji mehkih delov in kosti tanatomase jamskega medveda, manj pa v dejstvu, da tanatomasa narašča linearno, P₂O₅ pa ne, ker ima vsebnost fosfatov v sedimentih zgornjo mejo, ki v Divjih babah I ni nikjer dosežena. Z razreševanjem vprašanja selektivnega propadanja tanatomase pa delno odgovarjamo že na drugo vprašanje, o konzumiranju in o *in situ* trohnenju tanatomase jamskega medveda.

* Del analize je opravil mag. A. Šmidovnik, Kemijski inštitut Boris Kidrič v Ljubljani, za kar se mu najlepše zahvaljujemo.



Sl. 2. Divje babe I. Levo: absolutne (povprečne) vrednosti P_2O_5 (polna črta) in masa makroosteodontoloških ostankov (črtkano) (podatki iz tab. 4). Desno: absolutne (povprečne) vrednosti mikroosteodontoloških ostankov (podatki iz tab. 3).

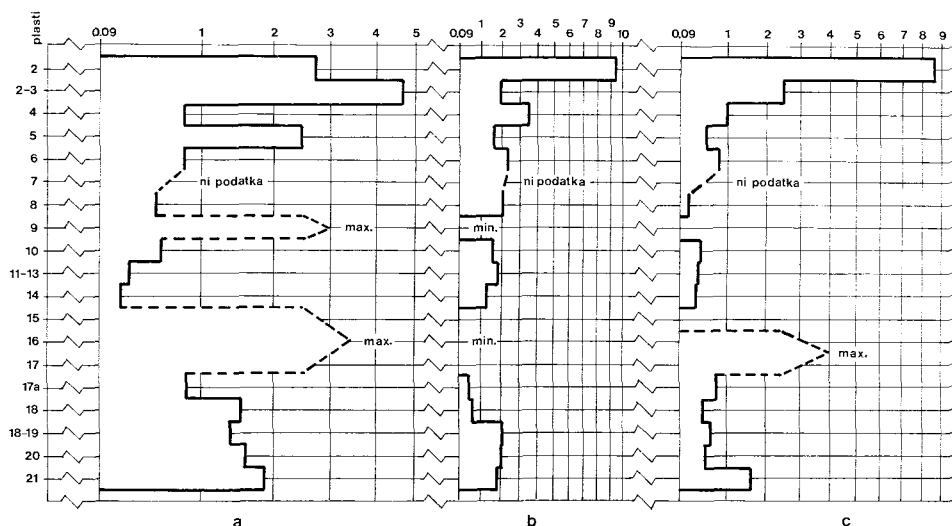
Fig. 2. Divje babe I. Left: absolute (average) values of P_2O_5 (full line) and macroosteodontological remains mass (dashed line) (data from Table 4). Right: absolute (average) values of microosteodontological remains (data from Table 3).

Tab. 4. Divje babe I. Relativne vrednosti P_2O_5 , merjene na popolnoma standardizirane (utežene po plasteh) enote (mase) makroosteodontoloških ostankov.Table 4. Divje babe I. Relative values of P_2O_5 (column 3) measured in absolutely standardized (loaded according to layers) units (column 1) of macroosteodontological remains (mass).

Plast Layer	1 Teža kosti in zob* v $10\text{ m}^2 \times 0,3\text{ m}$ plasti v kg	2 $\bar{x} P_2O_5$	3 2/1
2	2,13	5,85	2,74
2—3	2,09	9,70	4,64
4	10,80	8,76	0,81
5	5,55	13,60	2,45
6	10,86	11,00	1,01
7	ni podatka	8,58	ni podatka
8	31,80	15,70	0,49
9	ni bilo makro ostankov	11,53	max.
10	27,30	15,08	0,55
11—13	64,44	16,37	0,25
14	63,48	12,46	0,19
15—17	ni bilo makro ostankov	5,25 17,42 4,1	max.
17 a	4,80	4,00	0,83
18	3,85	5,90	1,53
18—19	5,40	7,50	1,38
20	6,37	10,15	1,59
21	4,24	7,80	1,83

* Weight bones — teeth in $10\text{ m}^2 \times 0,3\text{ m}$ layer in kg

Ker je največ P_2O_5 v kosteh, si oglejmo najprej, kakšne so v našem primeru možnosti za obogatitev fosfatov na račun kosti. Analizirani fosilni ostanki iz treh različnih plasti vsebujejo precej več P_2O_5 (29,6 ‰, 31,0 ‰ in 33,0 ‰) kot sami sedimenti. Podobne vrednosti vsebnosti fosfatov v kosteh jamskega medveda je z analizo dobil tudi M. Malez (1963, 143). V znanem najdišču Drachenhöhle pri Mixnitzu so v letih 1920—1923 za pridobivanje fosfatov nakopali in zmleli 245 000 kg kosti jamskega medveda (Abel, O., Kyrle, G., 1931), kar kaže na veliko vsebnost fosfatov v njih. Fosilne kosti (jamskega medveda) očitno zadržijo skoraj ves fosfor, ki je vezan v obliki (slabo topnega) kalcijevega fosfata (apatita). Ohranjene fosilne kosti kot vir fosfatov v sedimentih torej ne pridejo v poštev. Kaj pa, če je del kosti popolnoma razpadel? Popoln razpad kosti je možen samo z mehansko-kemičnim preperevanjem. Da bi ugotovili stopnjo takšnega preperevanja osteodontoloških ostankov, smo primerjali (povprečne) absolutne vrednosti standardiziranih mikrofragmentov s standardiziranimi fosilnimi makroostanki (iz 3 m^3) vsake plasti (tab. 5; sl. 3, c). Dobljene vrednosti mikrofragmentov ne kovariirajo z absolutnimi vrednostmi makroostankov ter z absolutno in relativno vsebnostjo fosfa-



Sl. 3. Divje babe I. (a) Relativne vrednosti P_2O_5 (podatki iz tab. 4). (b) Relativna ohranjenost makroosteoloških ostankov (po podatkih iz tab. 1). (c) Relativne vrednosti mikroosteodontoloških ostankov (podatki iz tab. 5).

Fig. 3. Divje babe I. (a) Relative values of P_2O_5 (data from Table 4). (b) Relative preservation of macroosteodontological remains (according to data from Table 1). (c) Relative values of microosteodontological remains (data from Table 5).

tov v plasteh. Povečano mehansko-kemično razpadanje kosti torej tudi ne more biti glavni razlog za visoke vrednosti P_2O_5 v sedimentih Divjih bab I. Tako nam ostanejo samo še mehki deli, ki vsebujejo precej manj P_2O_5 kot kosti. Zato lahko pričakujemo v določenih primerih veliko večjo količino prvotno prisotne tanatomase od količine, ki jo lahko ugotovimo na osnovi fosilij.

Nekatere sklepe o prvotni tanatomasi (številu kadavrov) lahko naredimo tudi s primerjanjem količinskih podatkov za najdbe izoliranih zob s skeletnimi deli. Zobje se, zaradi svoje strukture in morfologije, ohranjajo v največjem možnem številu v vseh najdiščih fosilij iz vseh časov ali dosti bolje od kosti. Kljub temu je del zob v Divjih babah I propadel, kar dokazujejo njihovi mikrofragmenti. V standardiziranem vzorcu smo določili najmanjše možno število osebkov za združene izkope 8–14 in 22–30 na osnovi izoliranih zob (za metodo glej Turk, I. et al., 1988). Na osnovi osebkov smo nato izračunali pričakovana števila nekaterih najbolj zanesljivo določljivih in najdljivih kosti in jih primerjali z dejanskimi najdbami iz vzorca. Povprečne vrednosti odstotkovne zastopanosti teh kosti so prikazane na sl. 4, pri čemer je pričakovana vrednost vsaj 100 %, lahko pa tudi več, odvisno od stopnje fragmentarnosti. Očividno je, da so vse kosti, kljub fragmentarnosti, deficitarne in da je zatečeno stanje fosilij le bled odsev vsega, kar je bilo nekoč prisotno in je *in situ* strohnelo in se transformiralo.

Tab. 5. Divje babe I. Relativne vrednosti mikroosteodontoloških ostankov, merjene na popolnoma standardizirane (utežene po plasteh) enote (mase) makroosteodontoloških ostankov.

Table 5. Divje babe I. Relative values of microosteodontological remains (column 3) measured on absolutely standardized (loaded according to layers) units (column 1) of macroosteodontological remains (mass).

Plast Layer	1	2	3
	Teža kosti in zob* v $10\text{ m}^2 \times 0,3\text{ m}$ plasti v kg	Teža kostnih drobcev** velikosti <5 >3 mm v 0,25 kg sedimenta v g	2/1
2	2,13	1,83	0,859
2—3	2,09	0,52	0,244
4	10,80	1,08	0,100
5	5,55	0,29	0,052
6	10,86	0,87	0,080
7	ni podatka	0,73	—
8	31,80	0,55	0,017
9	ni bilo makro ostankov	0,48	0,000
10	27,30	1,11	0,400
11—13	64,44	2,43	0,037
14	63,48	2,00	0,031
15—17	ni bilo makro ostankov (15)	0,10 0,29 0,88	0,000, > 1,00
17 a	4,80	0,37	0,077
18	3,85	0,19	0,049
18—19	5,40	0,34	0,062
20	6,37	0,33	0,051
21	4,24	0,69	0,162

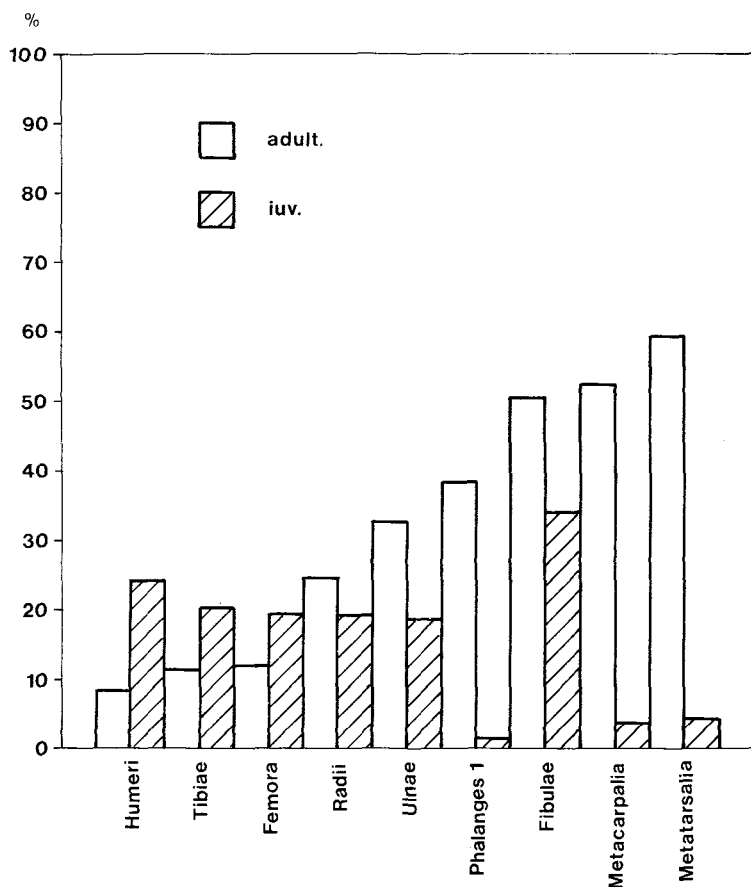
* Weight bones — teeth in $10\text{ m}^2 \times 0,3\text{ m}$ layer in kg

** Weight bones fragments, size <5> 3 mm in 0,25 kg of sediment, in g

Ker je bila tanatomasa, katere končni derivat so fosilne najdbe (cfr. Turk, I. et al., 1988), podvržena določenim porabnikom, o čemer ni na osnovi zatečenega stanja (kaotičnosti, fragmentarnosti, deficitarnosti ostankov in vsebnosti fosfatov) nobenega dvoma več, lahko z veliko verjetnostjo smatramo za glavnega porabnika samega jamskega medveda.

Kako se delovanje porabnikov odraža na kosteh kot celoti, lahko ugotovimo, če primerjamo izolirane zobe s številom vseh kostnih najdb iz standardiziranega vzorca (določljivih in nedoločljivih, celih in razbitih) ob upoštevanju fragmentarnosti. Relativna ohranjenost vseh kostnih najdb po plasteh, ki smo jo izračunali po formuli: število vseh izoliranih zob (/), število vseh kosti (X), povprečna teža osteodontološke najdbe (po podatkih iz tab. 1), je prikazana na sl. 3, b. Težnja je, da je ohranjenost relativno manjša v plasteh, ki imajo

količinsko največ ostankov jamskega medveda. Kot smo videli, je podobna tendenca izražena tudi pri relativnih vrednostih P_2O_5 (sl. 3, a). Nepravilnosti v plasteh 3—5 so lahko posledica močne krioturbacije sedimentov. V plasteh z relativno nizko ohranjenostjo kosti in relativno nizkimi vrednostmi P_2O_5 bi lahko sklepali na povečano izrabo kadavrov, vključno s kostmi, in na samega porabnika. Ker je bil tedaj najbolj pogost obiskovalec jame jamski medved, je bil ta zelo verjetno tudi glavni porabnik obstoječe tanatomase. Človek ne pride v poštev (cfr. Turk, I. et al., 1988), čeprav najdbe artefaktov v grobem kovariirajo z ostanki jamskega medveda (sl. 1).



Sl. 4. Divje babe I. Odstotkovna zastopanost nekaterih skeletnih delov jamskega medveda glede na pričakovane 100% in večje vrednosti (po delno še neobjavljenih podatkih).

Fig. 4. Divje babe I. Representation in percents of some skeletal parts of the cave bear according to expected 100% and higher values (partly according to not yet published data).

Relativne vrednosti P_2O_5 (sl. 3, a) so precej zanesljiv pokazatelj *in situ* konzumirane oziroma strohnele tanatomase, v kolikor imamo opraviti s presedimentiranimi fosfati ali z zelo dolgotrajnimi prekinitvami sedimentacije in z obogatitvijo na površini izpostavljenih sedimentov s fosforjem rastlinskega izvora, ki bi ga s površja nad jamo prinašala prenikajoča voda. Presedimentacija P_2O_5 v Divjih babah I je možna v skoraj popolnoma sterilnih plasteh 9 in 15—17. Zelo verjetno je, da se je del P_2O_5 iz plasti 8 preložil v plast 9 in del P_2O_5 iz plasti 13—14 ali lateralno diskontinuiranega, fosilno relativno bogatega nadaljevanja plasti 16, v plasti 15—17.

ZAKLJUČEK

V analiziranih sedimentih Divjih bab I smo ugotovili *in situ* razpadanje, dezartikulacijo in fragmentacijo posmrtnih ostankov jamskega medveda. Razpadanje mehkih delov je bilo zaradi delnega konzumiranja kadavrov (verjetno po jamskem medvedu) selektivno. Poraba tanatomase je bila relativno največja v fosilno najbogatejših plasteh. Selektivno so se ohranjali tudi kostni ostanki. Pri tem je igrala pomembno vlogo njihova velikost in ontogenetska starost. Mladi primerki so utrpeli večje tafonomske izgube kot odrasli (sl. 4). Oboji so močno podcenjeni (fosilna združba je precej manjša od mrtve združbe), mladi značilno bolj kot odrasli. Razlika med mrtvo in fosilno združbo je od plasti do plasti različna, odvisno od porabe tanatomase, vendar je splošen vtis tak, da morajo biti razlike med eno in drugo združbo nepojmljivo velike. Zato je imel posamezen osebek minimalne možnosti, da je od njega sploh kaj ostalo pred dokončno vključitvijo v sediment. Značilne razlike so tudi med posameznimi kostmi. Večina kosti, predvsem mladih primerkov, je bilo verjetno dobesedno požrtih. Čim manjša je žival, tem manjše so namreč možnosti, da od nje kaj ostane v okolju, v katerem normalno delujejo plenilci in mrhovinarji (Blumenshine, R. J., 1986). Malo fosilnih ostankov v takem okolju torej ne pomeni vedno tudi malo poginulih ali uplenjenih živali, temveč prej obratno! *In situ* so se ohranile samo za plenilce in mrhovinarje nezanimive kosti. To so bili predvsem metapodiji odraslih primerkov in dolge kosti okončin mladih primerkov.

Z velikostjo (prostornino) se povečuje trdnost kosti in relativno zmanjšuje površina, ki je izpostavljena abiotskim dejavnikom. Zato so voluminozni ostanki naravno odpornejši od minucioznih. Večini fragmentov iz vzorca so botrovale sile žive narave (zelo verjetno predvsem jamski medved). Mehansko-kemično preperevanje je delovalo lokalno in v omejenem obsegu.

Glavni prispevek P_2O_5 so dali mehki deli mrtve združbe, ki niso bili konzumirani. Iztrebki jamskega medveda, ki so posredno morda dokazljivi s peclodom žužkocvetk, niso bistveno obogatili sedimentov s P_2O_5 , ker so relativne vrednosti P_2O_5 najnižje ravno v plasteh z največjimi koncentracijami fosilnih najdb. V istih plasteh imamo tudi zelo nizke vrednosti relativne ohranjenosti kosti kot celote. Oboje bi sicer lahko razložili s konzumiranjem večjega dela tanatomase, vendar moramo biti previdni, ker se ravno v teh plasteh (8, 13 in 14) ponuja alternativna razlaga deficita P_2O_5 z migriranjem fosfatov v nižje

ležeče, fosilno sterilne plasti (9 in 16). Po drugi strani lahko relativno veliko P_2O_5 in mikrodrobcev ob relativno slabi ohranjenosti kosti dokazuje slabe razmere fosilizacije (npr. v površinski plasti 2—3).

Vse dosedanje analize kažejo, da je bil glavni regulator celotnega zatečnega stanja zelo verjetno sam jamski medved, kot najbolj pogost in stalen obiskovalec jame. Njegova vloga se je doslej, žal, preveč zanemarjala in podcenjevala, problemi povezani s paleolitskimi najdišči-brlogi, kot so Divje babe I, pa se verjetno niso vedno in povsod reševali s pravega konca.

LITERATURA

- Abel, O., Kyrle, G., 1931: Die Drachenhöhle bei Mixnitz. Speläologische Monographien 7, 8, Wien.
- Antić, M. et al., 1980: Pedologija, Beograd.
- Blumenshine, R. J., 1986: Early Hominid Scavenging Opportunities. Implications of Carcass Availability in the Serengeti and Ngorongoro Ecosystems, BAR International Series 283, Oxford.
- Bächler, E., 1940: Das Alpine Paläolithikum der Schweiz im Wildkirchli, Drachenloch und Wildenmannisloch. Monographien zur Ur- und Frühgeschichte der Schweiz 2, Basel.
- Battaglia, R., 1922: La Caverna Pocala. Memorie della R. Accademia Nazionale dei Lincei, Classe di scienze fisiche, mat. e naturale 318, serie 5 a, vol. 13, fasc. 16^o, 617—686.
- Broglia, A., 1965: Le industrie musteriane della Grotta del Broion. Memorie del Museo Civico di Storia Naturale 12, 369—390.
- Bull, P., 1983: Chemical sedimentation in caves. V: Chemical sediments and geomorphology. Edited by A. S. Goudie and K. Pye, London, New York etc., 301—319.
- Draxler, I., 1986: Pollenanalytische Untersuchungen der Sedimentproben aus der Vindija Höhle bei Donja Voća, NW Kroatien. Rad JAZU 424, 275—287.
- Erdbrink, D. P., 1953: A Review of Fossil and Recent Bears of the Old World, Deventer.
- Guyton, A. C., 1976: Textbook of medical physiology, Philadelphia.
- Hoffmann, G., Ohnesorge, S., 1966: Bestimmung der Phosphorsäure in Bodenextrakten mit Ascorbinsäure-Zinnchlorür als Reduktionsmittel. Landwirtschaftliche Forschung-Band 19, Heft 2, München.
- Johnson, D. L., Haynes, C. V., 1985: Camels as taphonomic agents. Quaternary Research 24, 365—366.
- Koby, F.-Ed., 1954: Les paléolithiques ont-ils chassés l'ours des cavernes?, Actes de la Société Jurassique d'Émulation, 1—48.
- Kurtén, B., 1976: The Cave Bear Story, New York.
- Malez, M., 1963: Kvartarna fauna pećine Veternice u Medvednici, Palaeontologija Jugoslavica 5, Zagreb.
- Mottl, M., 1951: Die Repolust-Höhle bei Peggau (Steiermark) und ihre eiszeitlichen Bewohner, Archaeologia Austriaca 8, 1—78.
- Müller, E., 1979: Pollenanalytische Untersuchungen an paläolithischen und mesolithischen Höhlensedimenten aus der Schweiz und dem Vorarlberg, Antiqua 7, Veröffentlichungen der Schweizerischen Gesellschaft für Ur- und Frühgeschichte, Frauenfeld.
- Retallack, G., 1984: Completeness of the rock and fossil record: some estimates using fossil soil, Paleobiology 10, 59—78.

- Schmid, E., 1958: Höhlenforschung und Sedimentanalyse. Ein Beitrag zur Datierung des Alpinen Paläolithikums, Schriften des Institutes für Ur- und Frühgeschichte der Schweiz 13, Basel.
- Stoddart, D. R., Scoffin, T. P., 1983: Phosphate rock on coral reef islands. V: Chemical sediments and geomorphology: precipitates and residua in the near-surface environment. Edited by A. S. Goudie and K. Pye, London, New York etc., 369—400.
- v. Stokar, W., 1939: Über die Untersuchung organischer Reste aus paläolithischen Kulturschichte, Quartär 2, 147—150.
- Sutcliffe, A. J., 1973: Similarity of bones and antlers gnawed by deer to human artefacts, Nature 246, 428—430.
- Turk, I. et al., 1988: Divje babe I — Novo paleolitsko najdišče in skupinsko grobišče jamskega medveda. Poskus tafonomske analize na osnovi vzorcev iz dveh sedimentnih in arheoloških kompleksov, Arheološki vestnik 39, v tisku.
- Turk, I., Dirjec, J., 1988: Divje babe I — Poskus uporabe statistične analize množičnih živalskih ostankov v paleolitski arheologiji. 1. Določljivi skeletni ostanki jamskega medveda, Arheološki vestnik 39, v tisku.
- Turk, I. et al., 1989: Divje babe I — Poskus uporabe statistične analize množičnih živalskih ostankov v paleolitski arheologiji. 2. Razbite dolge mozgovne kosti jamskega medveda, Arheološki vestnik 40, v tisku.
- Vajnberger, A., 1966: Određivanje lakopristupačnog fosfora i lakopristupačnog kalijuma u zemljištu. Priručnik za ispitivanje zemljišta, Knjiga 1, Beograd.

PHOSPHATES AND TANATOMASS IN THE SEDIMENTS FROM THE CAVE DIVJE BABE I.

Summary

The Cave Divje babe I. above the village Reka near Cerkno (Slovenia) presents new, in 1980 discovered Mousterian site and at the same time the den of the cave bear (*Ursus spelaeus* Rosenmüller et Heinroth 1794), to which 99,9% of all taxonomically defined faunal remains belong to (Turk I. et al., 1988; Turk I., J. Dirjec, 1988).

In thick sediments of Würm age (annexe 1) by chemical analysis — extraction by Al-method after Engér, Riehm, Domingo (Vajnberger, A., 1966) and spectrophotometrical determination of P_2O_5 contents (Hoffmann, G., S. Ohnesorge, 1966) — the extreme concentrations of phosphates (P_2O_5) have been found (Table 2; Fig. 2). Their origin has to be searched mostly *in situ* weathered tanatomass of the cave bear (cfr. Koby F. / Ed., 1954; Kurtén B., 1976) considering the allochthonous vegetation remains, bone remains »en masse« and eventual excrements of cave bear, (birds) guano and washing off from the surface above the cave as possible additional sources of accumulation and concentration of P_2O_5 .

In order to study the relation between the quantity of fossil remains and phosphates contents in the sediments and thus to answer the question about consumption and tanatomass decayed *in situ*, the P_2O_5 contents were compared to standardized samples of micro- and macroosteodontological remains according to the layers.

On the base of microosteodontological fragments (absolute values are presented in the Table 3, Fig. 2) we tried to establish the stage of abiotical mechanical-chemical bones weathering which is the only to augment the enrichment of sediments by P_2O_5 from the bones. Namely the fossil bones have retained all phosphates almost

(29.6—33.0 % P_2O_5 from possible 35 % P_2O_5). Relative values of microosteodontological remains (Table 5; Fig. 3, c) do not co-vary with absolute values of macro remains (Fig. 1) and with absolute (Fig. 2) and relative phosphates values in the layers (Fig. 3 a). Augmented mechanical-chemical weathering of the bones could not be the main reason for high values of P_2O_5 in the sediments from Divje babe I.

Helped by macroosteodontological remains (absolute values are presented on Table 1; Fig. 1) we have stated: — *in situ* decay, desarticulation and fragmentation of cave bear remains on the base of covariation of bone remains and isolated teeth according to stratigraphical units (Fig. 1, b, c).

— relative degree of fragmentation on the base of mean weight of all osteodontological findings (Fig. 1, a).

— bad preservation of some easier to be found and the most sure determinable bones on the base of the minimum number of individuals (for the method cfr. Turk I. et al., 1988) and expected values of skeletal parts in the complex of stratigraphic units 8—14 and 22—30 (Fig. 4).

— the degree of relative preservation of total bones remains according to layers after the equation: number of isolated teeth (/), number of total bones (X), average weight (Fig. 3, b).

From the cited we draw the following inferences: great disparity between dead and fossil assemblage (between tanatomass and fossil remains), different taphonomy regarding the anatomic and individual age belonging of the remains, and great fragmentation (approximatively 80 % of total bones were broken).

If we proceed from the fact that the absolute values of P_2O_5 reflect tanatomass of cave bear (bear meat contains 0.77 % P_2O_5 in dry matter) weathered *in situ* mostly, we can determine by help of standardized macroosteodontological remains their relative values (Table 4; Fig. 3, a) and we can state the following: relative values of P_2O_5 do not co-vary with absolute values of macroosteodontological remains. Relatively the lowest values of phosphates were found in the layers with the biggest concentration of fossil findings. In the same layer there are very low degrees of relative bones remains preservation. The both could be explained by consumption of greater part of tanatomass but we have to be careful as just in these layers (8, 13, 14) the alternative explanation of P_2O_5 deficiency is offered by migration of phosphates into lower lying, fossil sterile layers (9 and 16). We have to consider the linear augmentation of macro remains and non-linear augmentation of P_2O_5 with upper limit to something more than 35 % P_2O_5 too (cfr. Stoddart, D. R., T. P. Scoffin, 1983) which is not reached in the sediments of Divje babe I. (cfr. Table 2).

In the layers with relatively low degree of bones preservation and with relatively low P_2O_5 values we can make inferences to augmented exploitation of cadavres, bones included. As in the time of those layers origin cave bear has been the most frequent visitor of the cave he was, probably, the main consumer of existing tanatomass. Middle Paleolithic hunters from Divje babe I. as the users cannot be taken into account (cfr. Turk I. et al., 1988) although the artefacts findings roughly co-vary with the remains of cave bear (Fig. 1).

Relatively high P_2O_5 , a lot of microfragments, and relatively low degree of preservation of bones can prove bad conditions of fossilization. But we have to stress that the actual alkaline reaction of sediments in all layers (ph 7.88— 8.55) has a positive influence to fossils conservation (cfr. Retallack G., 1984).

The main regulator of the entire state in Divje babe I. was probably cave bear himself as the most frequent and regular visitor of the cave. His role has been since, unfortunately, too much neglected and underestimated and the problems, connected to combined paleolithic sites and cave bear dens, as Divje babe I. are, were not always and everywhere solved from the right side.