

V Sahari je veliko vode, le najti jo je treba

Anton Brancelj



Slika 1: Tuaregi so znani kot ponosni in neodvisni nomadi ter trgovci iz saharskih prostranstev. Foto: Anton Brancelj.

Saharo si večina ljudi predstavlja kot popolnoma suho pokrajino. Še slovenski izrek »suh kot Sahara« nakazuje na to stanje. Vendar je podrobnejši pogled precej drugačen. Že dejstvo, da v Sahari živijo ljudje in živali, nekako nasprotuje zgornji trditvi. Avtor prispevka se je na dveh krajših potovanjih v slabo dostopne predele v osrednjem delu Sahare prepričal, da so tam velike zaloge površinske in podzemne vode, ki so ostale kot ostanki obsežnih površinskih rek in jezer v ne tako oddaljeni preteklosti. Te vode so domačini že v preteklosti uspe-

šno uporabljali pri prečkanjih neizmernih predelov Sahare. Najnovejše raziskave pa kažejo, da se v površinskih in podzemnih vodah Sahare skrivajo številne vodne vrste živali, ki so presenetljivo podobne evropski favni. Med njimi so pogoste vrste, ki so povsem nove za znanost.

Sahara predstavlja s svojimi 9.400.000 kvadratnimi kilometri največjo vročo puščavo na svetu. Hkrati je sopomenka za območje, kjer ni vode. Slovenci poznamo tako na primer besedni zvezi »suh kot v Sahari«



Slika 2 (a,b,c,d): Gvelte so stalne vodne kotanje v globokih kanjonih in imajo različne videze.

Foto: Anton Brancelj.

in »žejen kot Sahara«. Meteorološke meritve kažejo, da v Sahari pade do največ 250 milimetrov dežja na leto, v povprečju približno 100 milimetrov, v nekaterih predelih tudi komaj 10 do 30 milimetrov na leto. To je toliko, kot ga dobimo v Ljubljani z malo močnejšo poletno nevihto. Kljub pomanjkanju padavin pa v Sahari živijo tudi ljudje. Med njimi so najbolj poznani Tuaregi, ki jih je približno 1,2 milijona in so del berberskega ljudstva. Znani so kot nomadi in trgovci (slika 1). Poleg njih živijo na območju Sahare tudi številna arabska plemena, ki

prebivajo v bolj severnih in vzhodnih predelih. V svoji dolgi zgodovini so na trgovskih in nomadskih pohodih prepotovali Saharo po dolgem in počez in jo zato zelo dobro poznajo, zlasti vodne vire, od katerih je odvisno njihovo življenje in življenje njihovih zvestih spremljevalk, kamel, pa tudi ovc in koz.

Najbolj poznana oblika vode v Sahari je povezana s pojmom **oaza**. Pravzaprav so to območja, pokrita z rastlinstvom, ki dobivajo vodo iz izvirov. V nekaterih redkih oazah obstajajo celo manjše rečice, ki se na enem koncu doline pojavijo, na drugem pa poniknejo nazaj v pesek. Najpogosteje pa je to voda arteškega izvora, ki na najnižji točki zaradi pritiska privre na dan. V oazah si pomagajo ljudje tudi tako, da izkopljejo vodnjake do podtalnice, ki krajevnim pre-



Slika 3: Starodavne slike na previsnih stenah prikazujejo idilično kmečko življenje sredi Sabare.

Foto: Anton Brancelj.



Slika 4: Spokojna podoba jezera Bokou v večerni svetlobi v pokrajini Ounianga.

Foto: Anton Brancelj.

bivalcem omogoča skromno in preprosto življenje. Danes namesto klasičnih vodnjakov uporabljajo črpalke, ki omogočajo nemoteno preskrbo z vodo.

V preteklosti so ljudje pripeljali vodo v oaze, predvsem v tiste na obrobju puščav, tudi iz nekaj deset kilometrov oddaljenih izvirov v gorah po podzemeljskih kanalih, imenovanih **kanati** (qanat). Ti so bili ponekod iz-

kopani tudi nekaj deset metrov pod površjem. Njihova izgradnja je zahtevala dovršeno tehnologijo kopanja. Tako dovajanje vode v suhe predele so poznali vse od Tunizije in Libije na zahodu do Irana, kjer so to tehniko prvič razvili pred približno 3.000 leti, in Kitajske. Ta učinkoviti način dovajanja vode iz oddaljenih izvirov krajevni prebivalci marsikje uporabljajo še danes.



Slika 5: Pogled v žrelo kraterja, imenovanega Lac du natron, z vulkanskimi stožci in zaplatami natrona (natrijevega karbonata s kemijsko vezano vodo in drugimi primesmi).

Foto: Anton Brancelj.



Slika 6: V peščenjakove sklade so reke v preteklosti izdolble globoke doline s strmimi pobočji.

Foto: Anton Brancelj.

Manj poznane stalne površinske vode so **gvelte** (tudi agvelmami) (slika 2). Te se nahajajo v globokih in ozkih soteskah, ki so jih reke v preteklosti izdolble v peščenjake. Pogosto se nahajajo pod prepadnimi stenami v strugah, preko katerih ob deževju še danes padajo občasni slapovi. Gvelte so bolj ali manj stalni tolmunji, ki so ves čas v stiku s krajevno ujeto podtalno vodo.

Najbolj redke površinske vode v puščavi so sladkovodna **jezera**. Večina jezer v puščavah je namreč slanah, kar je posledica intenzivnega izhlapevanja vode. Izhlapeva namreč samo čista voda, medtem ko se v njej raztopljene soli koncentrirajo v jezeru. Vendar je presenetljivo, da obstaja tudi sredi puščave nekaj sladkovodnih jezer – in naše Bohinjsko jezero se po površini lahko primerja z njimi!



Slika 7: Na več mestih uspevajo sestoji rogoza in šaša. V ospredju so vidni veliki obrušeni prodniki. Foto: Anton Brancelj.

Od kod izvira voda, ki omogoča življenje prebivalcem in, kot bo predstavljeno v nadaljevanju, tudi pestro vodno življenje v eni najbolj suhih in obsežnih puščav? Najnovejše raziskave jezerskih sedimentov iz severnega Čada (območje Ounianga) kažejo, da Sahara še pred nekaj tisoč leti ni bila tako suho območje. Pravzaprav naj bi Sahara dobila današnjo podobo pred približno 4.300 leti, spremembe pa naj bi se postopno začele dogajati vsaj že pred 6.000 leti. Prej naj bi bila to »zelena« Sahara s številnimi rekami in jezeri ter bujno vegetacijo. Tako stanje kažejo tudi stenske slike na planoti Muydir, kjer so prikazane velike črede govedi, divje živali in številne človeške postave (slika 3). Malo je verjetno, da bi se ljudje podali na tako dolgo pot sredi puščave in potem slikali na stene fantazijske prizore.

Bolj verjetno je, da so prikaz resničnega stanja bližnjega okolja pred nekaj tisočletji. Tudi zračni posnetki planot Muydir in Tibetsi, ki jih lahko opazujemo na Google Earthu, kažejo dobro razvito rečno mrežo z globoko vrezanimi dolinami, ki nikakor ne morejo biti rezultat neznatnih padavin v sedanjosti. V preteklosti so morale s teh planot teči mogočne reke, ki so s seboj nosile kremenčev prod, ga dobro obrusile in potem odlagale v obsežnih prodiščih. Voda, ki se nahaja v današnjih jezerih, gveltah ali oazah, je pravzaprav fosilna voda, ki se nahaja v podzemlju že vsaj 5.000 let in vzdržuje pri življenju tako površinsko kot podzemno živalstvo. Le malenkostno k temu prispeva sedanja padavinska voda, saj je večina hitro izhlapi na vročem pesku ali celo že v zraku. Voda v Saharskem »podzemlju« je ostanek



Slika 8: Sabarski oziroma puščavski rogati gad (Cerastes cerastes) naj bi bili »zaščitni« znak planote Muydir. Med našim obiskom so se sramežljivo skrivali. Najbolj pogumen pa se je kljub vsemu le pustil fotografirati. Foto: Anton Brancelj.

približno 340.000 kvadratnih kilometrov velikega jezera Čad, ki se je nekoč raztezalo daleč proti severu.

Prav gvelte in sladkovodna jezera v Alžiriji in Čadu so bila cilj dveh minibioloških odprav v letih 2007 in 2014. Na odpravi v Alžirijo leta 2007 smo trije biologi obiskali težko dostopno planoto Muydir. Planota je pravzaprav ostanek megavulkana iz daljne preteklosti. Planota se razteza na nadmorski višini od 1.000 do 1.300 metrov in je zaradi globokih sotesk dostopna le peš oziroma s kamelami. Leta 2014 je bila ekipa nekoliko številčnejša, bilo nas je sedem. Raziskovali smo vode v pokrajinah Tibetsi in Ounianga v severnem Čadu. Predela sta bila zaradi vojne dolgo časa povsem zaprta za tuje obiskovalce. Ounianga je sestavljena iz dveh skupin sladkovodnih jezer (Ounianga Ke-

bir in Ounianga Serir) in je od leta 2012 na spisku Unescove kulturne dediščine. Jezera so na nadmorski višini od 350 do 380 metrov (slika 4). V nasprotju z Ouniango je Tibetsi visoka vulkanska planota, kjer se vrh ugaslega vulkana Tuissidé dviguje 3.315 metrov visoko. Velika zanimivost predela se skriva na dnu 800 metrov globokega in približno 8 kilometrov širokega kraterja ugaslega vulkana, katerega rob leži na višini 2.300 metrov. Tam se namreč nahaja velika zaplata snežno belega natrona med tremi črnimi vulkanskimi stožci. Natron je mešanica natrijevega karbonata s kemijsko vezano vodo ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), natrijevega hidrogenkarbonata (NaHCO_3) z nekaj kuhinjske soli (NaCl) ter natrijevega sulfata (Na_2SO_3). Natron so uporabljali tudi za balzamiranje mumij. Vendar ga verjetno



Slika 9: Nekoliko manj sramežljivi so bili kuščarji, zlasti agame, kot je ta Agama tassiliensis. Foto: Anton Brancelj.

niso tovorili iz tega zelo težko dostopnega mesta (slika 5).

Namen obeh odprav je bil zbrati podatke o vodnem živalstvu, predvsem o zooplanktonu, kačjih pastirjih ter podzemnem živalstvu, leta 2014 pa se je nabor razširil še na ribe ter dvoživke in plazilce. Glavni razlog za obe odpravi so bili pravzaprav kačji pastirji, saj je pobudnik obeh odprav, profesor dr. Henri Dumont, znan strokovnjak zanje. Od njegovega doktorata iz limnologije Sahare s konca sredine šestdesetih let prejšnjega stoletja sta mu manjkala le še ta dva predela, ki ju dotlej ni obiskal.

Kot je bilo že prej omenjeno, sta obe izbrani območji sicer vulkanskega nastanka, vendar pokrajina geološko še zdaleč ni monotona. Poleg lave je tam tudi veliko kremenčevega peščenjaka, peska in vulkanskega pepela. Vanje so reke, ki so se stekale preko vul-

kanskih planot in pobočij, vrezale globoke in strme doline, ki so bile včasih celo več kilometrov široke in tudi do dvesto metrov globoke (slika 6). Njihovo dno je pokrito z drobnim peskom, ki sta ga delno nanesla in obrusila veter, delno pa tekoča voda. Prečkali smo kilometre široke in desetine kilometrov dolge ravnice, ki so pokrite z dobro zglajenimi kremenčevimi prodniki s premerom dva do tri centimetre. Na nekaterih mestih so bili vidni tudi prodniki s premerom 20 do 30 centimetrov, ki so prav tako obrušeni, kot so pri nas v Soči ali Savi. Vse to priča o velikih in hitrih rekah, ki so se v preteklosti zlivale po saharskih prostranstvih. Danes o njih na površju skoraj ni sledu, razen neskončnih prodnih nanosov. Predele, ki jih ni oblikovala voda, je oblikoval veter, ki s seboj ob peščenih viharjih nosi pesek, prav ta pa je v tisočle-



Slika 10: Med kačjimi pastirji je zaradi barvitosti izstopala vrsta *Trithemis arteriosa*. Foto: Anton Brancelj.

tjih obrusil manj odporne peščenjake v zelo razgibane in ostre oblike. V tej na videz brezupno suhi pokrajini pa so na nekaterih delih globokih kanjonov tudi več metrov široke, nekaj deset metrov dolge ter tudi nekaj metrov globoke kotanje s stalno vodo. Pogosto so na gosto porasle z rastlinstvom, ki ga poznamo od doma iz bližnjih mlak: rogozi (*Typha* sp.) in trst (*Phragmites* sp.), v vodi pa dristavci (*Potamogeton* spp.), vodna leča (*Lemna* sp.) in celo vodna praprot, ki spominja na štiriperesno deteljico – marsiljevka (*Marsilea* sp.) (slika 7). V Čadu smo v eni od oaz pod previsnimi stenami lahko občudovali praprot, podobno venerinim laskom (*Adiantum* sp.), v vodi pod njimi pa alge parožnice (*Chara* sp.).

Okoli jezer v Ouniangi je več trstičja, kot ga je na Cerkniaškem jezeru. V nekaterih gveltah so dristavci dolgi po nekaj metrov,

kar priča o stalnosti teh voda. Pogosto v bližini vod rastejo tudi posamezne datljeve palme in oleandri z omamnim vonjem. Vse to je običajno skrito v 10, 20 ali več metrov globokih dolinah, tako da še nekaj metrov od roba kanjona nismo vedeli, kako blizu vode smo. Na planoti Muydir so Tuaregi razložili, da so bile karavanske poti speljane tako, da je med dvema vodnima kotanjama bilo največ tri dni hoje (oziroma 60 do 90 kilometrov razdalje). Toliko namreč jezdne oziroma tovarne kamele lahko zdržijo brez vode, daljše pomanjkanje vode pa jim povzroči težave. Takó splošno prepričanje, da kamele zdržijo cel mesec brez vode, ne drži popolnoma, ampak samo v izjemnih razmerah.

Poleg oleandrov in datljevih palm ob gveltah od večjih dreves rastejo le še akacije, ki pa so oborožene z velikimi in ostrimi trni.



Slika 11: Tudi domačini sredi Sabare so uspešni ribiči, čeprav ribe niso ravno trofejnih velikosti.

Foto: Anton Brancelj.



Slika 12: V eni od gvelt smo presenetili kormorana.

Foto: Anton Brancelj.

To sicer ne ovira kamel in koz, da si ne bi privoščile drobnih listov in vejic. Med peskom rastejo še redki šopi trave, med katerimi je zelo pogosta trava, podobna prstastemu pesjaku (*Cynodon dactylon*), ki je v Evropi že prava nadloga. Pogosti so tudi mlečki vrste *Calotropis procera*, ki so strupeni, tako da se jih izogibajo celo kamele in koze. Podobno je tudi z majhnimi bučkami, ki se

ponekod vlečejo kilometre vzdolž poti, a jih živali očitno ne marajo.

Od živalstva so nas na poti spremljali komarji (!), zlasti v Čadu, medtem ko je bilo škorpjonov komarj za vzorec. Videvali smo tudi posamezne ose in pa veliko sršenov, ki so se ob gveltah hranili z ličinkami komarjev. Tudi kač je bilo razmeroma malo. Pravzaprav smo le na planoti Muydir videli dva osebka saharskega oziroma puščavskega rogatega gada (*Cerastes cerastes*) (slika 8). Nekoliko bolj pogosti so bili kuščarji, zlasti agame, kot sta *Agama*

tassiliensis (slika 9) in *Trapelus mutabilis*. Od ptičev smo lahko občudovali vrste, ki jih poznamo od doma: vrabce, sive pastirice, grlice, sive in bele čaplje ter krokarje. Ujede, kot so beloglavi jastreb in egiptovski jastreb, smo videli zelo redko. Zanimiva je bila izkušnja s šakali, ki so bili v Ouniangi tako vsiljivi, da so enemu od udeležencev celo »označili«
spalno vrečo. Na prašni poti v Faiju pa smo opazili tudi povoženega ježa, podobnega našemu, evropskemu ježu. V pesku smo pogosto videvali sledi vitkorogih gazel (*Gazella leptoceros*), v daljavi pa nubijske osle (*Equus africanus*). Med bolj zanimivimi srečanji sta bili fotografiranje grivaste ovce (*Ammotragus lervia*) na planoti Muysdir ter opazovanje magotov (*Macaca sylvanus*) ob vodi v Tibestiju. Ponoči smo lahko v soju avtomobilskih žarometov opazovali tudi puščavske skakače (rod *Jaculus*).

Kot je bilo omenjeno na začetku, je bil eden od glavnih ciljev raziskovanje kačjih pastirjev. Pokazalo se je, da sredi puščave živi presenetljivo veliko vrst. Na planoti Muysdir smo našli deset vrst, na planotah Tibesti in Ounianga pa štirinajst oziroma skupaj sedemnajst vrst, saj nekatere živijo na obeh območjih. Med njimi je bil tudi veliki spremeljevalec (*Anax imperator*), pri nas pogost ob bregovih mlak in počasi tekočih rek. Nekatere vrste teh kačjih pastirjev so selilci, ki so se sposobni seliti celo med severno Afriko in Evropo, večina pa je bolj krajevnih (slika 10). To pomeni, da njihove ličinke nujno potrebujejo vsaj občasne mlake, da se lahko razvijejo v odrasle živali. To je že nakazovalo, da so vsaj nekatere vode v Sahari stalne. Še boljši dokaz je bilo jemanje vzorcev zooplanktona. Planktonska mreža je bila v večini primerov že po nekaj potegih polna živali, ki smo jih že na oko prepoznali kot ceponožne rake (Copepoda), ki so pripadali tako skupini Cyclopoida kot Calanoida. Manj je bilo vodnih bolh (Cladocera). Podrobnejši pregled doma je pokazal, da so to vrste, ki so že poznane, le poznavanje njihove razširjenosti se je s tem povečalo. Kljub

vsemu pa smo doživeli presenečenje, ko je bila v vzorcu iz jezera v Ouniangi ugotovljena in opisana nova vrsta planktonske vodne bolhe, sedaj imenovana *Diaphanosoma bopingi*. Vrsta je zaenkrat poznana le s tega nahajališča in je po mnenju avtorja vrste ostanek (relikt) bolj hladnega in vlažnega okolja v Sahari, ki je prevladovalo po podatkih raziskovalcev še pred približno 6.000 leti.

Večje presenečenje so bile ribe. V celotni Sahari je doslej znanih 17 vrst in podvrst. V Alžiriji smo jih lahko opazovali samo v eni gvelti, medtem ko smo jih v Čadu videli v več jezerih in treh gveltah. Prav v eni od gvelt jih je bilo toliko, da so si domačini privoščili pravo ribjo pojedino, saj so s pravo ribiško mrežo v desetih minutah ulovili približno deset kilogramov rib (dolgih do 15 centimetrov) (slika 11). Del so jih spekli in takoj pojedli, del pa so jih na soncu posušili za kasneje. V jezerih Yoa in Boukou (v pokrajini Ounianga) so raziskovalci doslej našli šest vrst rib. V sosednjem jezeru Bokou je naš specialist za ribe J.-F. Trape uspel prav tako ujeti šest vrst, med katerimi je bila najbolj zanimiva pljučarica vrste *Polypterus senegalis*, ki lahko preživi nekaj časa tudi zakopana v vlažni prsti. Dejansko je bila to druga najdba te vrste tako globoko v Sahari. Zanimiva je bila tudi najdba tilapij (*Tilapia* sp.), sicer razširjenih v porečju Nila, danes pa je to pogosta riba na krožnikih v restavracijah. Da je ponudba rib v gveltah velika, so potrjevale tudi razmeroma pogoste sive čaplje oziroma njihovi iztrebki in celo kormoran, ki smo ga splašili ob eni od gvelt (slika 12).

V eni od oaz, ki smo jih obiskali, pa smo lahko opazovali tudi zeleni krastači podobno žival, vendar je bolj verjetno pripadala vrsti *Amietophrynus regularis*. Žal smo bili zanjo prepočasni, da bi si jo lahko podrobneje ogledali.

Tretji sklop raziskav vode je bil usmerjen v podzemne vode in izvire. Kopanje lukenj v pesek ob bregovih jezer v Ouniangi ni prineslo nobenih rezultatov. Pesek na bregu,

ki ga je prenašal veter, je predroben, da bi dopuščal življenjski prostor za večje živali. Tudi sicer je bilo med peskom preveč organske snovi, ki so ob gnitju porabile ves kisik, tako da živali niso mogle preživeti. Tudi v nekaterih vodnjakih, ki smo jih vzorčili ob poti, nismo našli podzemnih živali. V kolikor so tam bile, so bile to površinske vrste, ki so jih tja zanesli ljudje, ko so polnili in praznili mehove z vodo. So pa bili rezultati bolj spodbudni v majhnem izvirku pod skalnim previsom. Komaj opazen tok vode se je zbiral v le nekaj litrov veliki lužici, ki je služila kot napajališče za živali od blizu in daleč. V sicer dobro osvetljeni kotanji sem kasneje našel več deset primerkov ceponožnih rakov iz skupine Harpacticoida (rod *Limnocamptus*), ki kažejo značilne znake podzemnih vrst. Največ podzemnih živali pa sem ulovil predzadnji dan potovanja. Medtem ko so domačini lovili ribe v bližnji gvelti za ribji piknik, sem skopal meter in pol globoko luknjo v prod na dnu suhe struge. Na dnu se je nabralo za približno deset litrov vode, ki sem jo precedil skozi gosto mrežico. Doma me je čakalo presenečenje. Vzorec je bil zelo bogat z živalmi, ki sem jih na hitro določil kot dve vrsti ceponožcev (skupini Harpacticoida (rod *Parastenocaris*) in Cyclopoida (rod *Haplocyclops*)), vsaj eno vrsto rakov peščinarjev (Bathynellaceae) ter eno vrsto enakonožcev (Isopoda). Pred kratkim me je specialistka za rake peščinarje, ki sem ji vzorce poslal v pregled, obvestila, da sta v resnici dve vrsti.

V celoti je bilo na potovanju po Čadu tako nabranih šest vrst podzemnih živali, ki so vse nove za znanost (znanstveni opisi bodo objavljeni v kratkem). Malo manj naporno, a prav tako uspešno kopanje v prod ob manjšem potočku je bilo tudi v Alžiriji, kjer so bile nabrane vsaj tri nove vrste ceponožcev iz skupine Harpacticoida (rod *Parastenocaris*). Značilnost vseh živali v obeh vzorcih je bila, da so bile izjemno majhne. To se je pokazalo zlasti pri seciranju ceponožcev, saj s tako majhnimi osebki še nisem imel izkušenj.

Z biološkega vidika je bila ekspedicija v Čad torej uspešna, saj nam je uspelo zbrati kar nekaj novih podatkov o razširjenosti površinskih vodnih živali (ribe, planktonski raki). Poleg tega smo našli tudi nekaj novih vrst vodnih oziroma podzemnih živali, katerih znanstveni opisi so že bili ali bodo objavljeni v bližnji prihodnosti.

Bralke in bralci si na spletnem naslovu http://videlectures.net/nib_brancelj_koticki_sahare/ lahko ogledajo tudi video s predavanjem o poti v Saharo.

Zaključek? Sahara ni tako zelo suha in tudi ne tako zelo stara, kot je videti. Vsekakor pa je zaradi svojih fizičnih in političnih razmer še vedno težko dostopna in bo minilo še kar nekaj časa, da bo lahko razkrila svoje še vedno številne skrivnosti.

Viri:

- Bocxlaer, van, B., Verschuren, D., Schettler, G., Kröpelin, S., 2011: *Modern and early Holocene mollusc fauna of the Ounianga lakes (northern Chad): implication for the paleohydrology of the central Sahara. Journal of Quaternary Science*, 26: 433-447.
- Dumont, H. J., 2007: *Odonata from the Mouydir Plateau (North Central Sahara, Algeria). Bulletin S.R.B.E./K.B.V.E.*, 143: 164-168. (Deset vrst.)
- Dumont, H. J., 2014: *Odonata from Tibetsi Mountains and the Ounianga Lakes in Chad, with notes on Hemianax ephippiger accumulation in the desert. Odonatologica*, 43:13-24.
- <http://en.wikipedia.org/wiki/Guelta>.
- <http://en.wikipedia.org/wiki/Oasis>.
- <http://en.wikipedia.org/wiki/Qanat>.
- http://en.wikipedia.org/wiki/Tuareg_people.
- http://videlectures.net/nib_brancelj_koticki_sahare/.
- Guo, F.-F., Dumont, H. J., 2014: *Relict population of Diaphanosoma (Cladocera: Ctenopoda) in the Chadian Sahara, with the description of a new species. Zootaxa*, 3856: 135-142.
- Kröpelin, S., Verschuren, D., Lézine, A.-M., Eggermont, H., Cocquyt, C., Francus, P., Cazet, J.-P., Fagot, M., Rumes, B., Russell, J. M., Darius, F., Conley, D. J., Schuster, M., von Suchodoletz, H., Engstrom, D. R., 2008: *Climate-Driven Ecosystem Succession in the Sahara: The past 6000 Years. Science*, 320: 765-768.
- Trape, S., 2013: *A study of the relict fish fauna of northern Chad, with the first records of a polypterid and a poeciliid in the Sahara desert. C. R. Biologies*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.crv.2013.10.001>.