

Доколко „еко“ са електромобилите?

Иво Иванов

На пръв поглед електромобилът е идеалното превозно средство на бъдещето: не изпуска вредни или парникови газове, работи безшумно, зарежда се лесно (макар и бавно). Не се нуждае от гориво и моторно масло. Вярно, скъпичък е, но с течение на времето, с развитието на технологиите и с насищането на пазара може би този недостатък ще бъде отчасти преодолян. А дали електрическите автомобили са наистина толкова екологично благоприятни, колкото изглеждат на пръв поглед?

Една от най-важните, но и най-скъпи части на електрическата кола е акумулаторът. Литиево-йонната батерия (Li-ion) е изключително постижение на съвременните високи технологии, в ней-

ната конструкция е вложен голям научен потенциал. В нея обаче се влагат двата елемента **литий** (Li) и **кобалт** (Co), които многократно са подлагани на силна критика – главно заради трудностите при производството им и заради вредите, които то нанася на околната среда. Както при всички невъзобновяеми ресурси, световните запаси от литий и кобалт са ограничени, а търсенето на двата метала е нараснало значително.

От друга страна литиево-йонните батерии все пак са по-малко вредни за околната среда от батериите, съдържащи тежките ме-



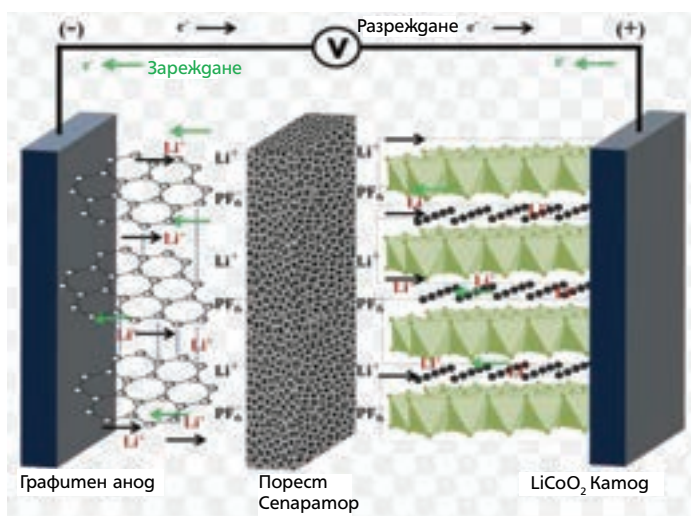
Електромобил Tesla Model 3

тали кадмий и живак, а рециклирането им все още е много по-предпочитано от изгарянето или изхвърлянето им. Те практически изместиха от пазара популярните преди 10-15 години никел-метал-хидридни (Ni-MH) батерии за фотоапарати и мобилни телефони.

Ето какъв е принципът на действието им. Положителният електрод (катод) се произвежда от литиево-кобалтов диоксид (LiCoO_2) или от литиево-железен фосфат (LiFePO_4). Отрицателният електрод (анод) обикновено се произвежда

от графит или графен, а електролитът (например разтвор на LiPF_6) варира от един към друг тип батерия. При зареждане литиевите катиони (Li^+) се насочват към отрицателния електрод (анода), приемат по един електрон и така образуваните се неутрални литиеви атоми (Li) се въграждат в порьозния графитен материал. Процесът на въграждане се нарича *интеркалация*. По време на разреждането възникват йоните Li^+ чрез отделяне на електрон от лития (Li), съхраняван върху графитния анод (LiC_6) и така се генерира електрическият ток, който захранва съответния електроуред: $\text{LiC}_6 \rightleftharpoons \text{C}_6 + \text{Li}^+ + \text{e}^-$

Заредените йони (Li^+) през електролита и сепаратора се отлагат върху катода. Така там се образува литиево-кобалтов диоксид (LiCoO_2), който съхранява пристигащите литиеви йони Li^+ . По време на зареждането йонният поток се обръща и йоните Li^+ намаляват, тъй



Както всяка друга батерия, акумулаторната литиево-йонна батерия се състои няколко клетки. Всяка клетка има по същество 4 компонента: положителен(+) електрод (катод) и отрицателен(-) електрод (анод), между тях има електропроводим химикал, електролит. Между полюсите се намира мембрана, наречена сепаратор, която пречи на свободната дифузия на йоните в електролита

като се съхраняват обратно в графитния анод като литий-метал (LiC_6).

За производството на нормална батерия за електромобил с капацитет 90 kWh са необходими около 13,5 kg кобалт и приблизително толкова литий. Това означава, че за всеки киловатчас съхранена енергия отиват по 150 g от двата метала. За една батерия от 50 kWh са необходими 7,5 kg литий и 7,5 kg кобалт.

Някои фирми вече успяха да намалят необходимостта от кобалт от 33 до 15 процента за батерия. Други производители работят при високо налягане върху твърди акумулаторни клетки, което означава по-голям капацитет при по-малък обем.

Съвременните батерии вече изискват по-малко суровини и в бъдеще може да се спестяват повече кобалт и литий. Експертите смятат, че въпреки нарастващото търсене, световните резерви от литий и кобалт ще бъдат достатъчни за следващите десетилетия. Изчислено



Добив на кобалтова руда в Конго

е, че в земята и в морето има от 120 до 175 милиона тона кобалт и 20 – 55 милиона тона литий. Добиването на суровините за тях обаче е свързано с изключителни технологични трудности.



Използване на детски труд

Кобалтът се добива главно в Демократична република Конго, белязана от хронична политическа нестабилност. В мините се работи при мизерни условия и с висок риск за живота, работниците копаят руда на ръка в лошо укрепени дълбоки шахти и тунели. Проблем е и масовото използване на детски труд.

В Австралия литият се добива от руда (40% от годишното световно производство). В Южна Америка, в триграничния регион между Боливия, Чили и Аржентина са разположени 70 % от литиевите находища в света, където за добива на литий се използват така наречените „салари“ – обширни солени пустини: Salar de Uyuni (Уюни, Боливия), Salar de Atacama (Атакама, Чили) и в провинцията Јујуу (Хухуи, Аржентина). Добиването на литий там унищожава поминъка на местното население. Технологиата изисква много вода: 80 000 ли-

тра са необходими за добива на литий само за една Li-ion батерия!

Коренното население, обитаващо този район на Андите в Северозападна Аржентина, са коласите (*Colla*, исп. *Qulla*). Около 2000 от над 80 000 коласи живеят в ранчото Сан Андрес в провинция Салта. Те се борят за земята си вече над петдесет години, а от 1996 г. се съревновават с нова корпорация, претендираща за собственост върху тяхната територия: *Seaboard Corporation* от Канзас сити, Мисури.

Въздухът, обикновено хладен и сух, е с ниско съдържание на кислород. По голите планински склонове духа суров вятър. Само няколко шосета минават през самотния вулканичен пейзаж. Това е домът на коласите, един от малкото коренни народи, които все още съществуват в Южна Америка. Те жи-

веят от традиционните изкуства и занаяти, както и от отглеждането на ламы. В момента общностите на коласи се страхуват да не загубят родината си, защото прехраната им е в опасност.

„Имах 230 ламы, но това беше преди рудодобивната компания да започне да работи тук. Оттогава животните ми умират. Малките се раждат с увреждания и заболявания, с криви крака и с кисти и не оцеляват. Това продължава вече две години“, казва *Нивес Гитиан* (*Nieves Guitian*) – пастирка, която живее във високата аржентинска пустиня Пуна повече от 70 години. Тя е отчаяна: „Големите машини угват с компаниите... Не разбрах какво се случи със страната ми. Те произведоха невероятно количество прах и разровиха земята. Имаме проблеми и с водата. Машините прокопават



Солните пустини на Аржентина са разположени във високите планини на почти 4000 метра надморска височина. На повърхността кората от „бяло злато“ се състои главно от хлоридите на литий, натрий, калий и магнезий, а под нея е концентриран воден разтвор (луга) на същите соли



Над 100 000 души от коренното население колла (Colla) живеят в така наречения „литиев триъгълник“ – в триграничния район между Боливия, Чили и Аржентина. Районът е наречен така, защото в земята се намират стотици хиляди тонове сол на лекия метал, около 70 % от световните резерви

целия район, прогонват животните и унищожават водите ни.“

Нивес Гитиан ни показва водната яма, от която обикновено пият нейните лами. Останала е съвсем малко прясна вода, земята около нея е разровена, навсякъде новосъздадените транспортни маршрути за камионите кръстосват местността.

Хидрологът Марсело Стико (Marcelo Sticco), доцент в Университета на Буенос Айрес, не е природозащитен активист, но заема остра позиция към минната индустрия. „Това, което се случва тук, във високата пустиня Пуна, ме разгневи“, казва 55-годишният доцент. Финият прах, за който старата жена твърди, че убива нейните лами и

дивите викуни (вид камили), може да е натриева основа, подозира ученият. Той е необходим при химическата обработка на лития. Стико приема, че той не се съхранява в сградата на фабриката, а на открито и фините прахови частици могат да бъдат разнесени по целия планински басейн.

„Просто се изненадвам защо тези богати и много успешни компании не са в състояние да инвестират в минимум мерки за сигурност. Тази зона е природен резерват. Дивите животни като викуните са защитени от закона. Ако водата и въздухът са замърсени, те трябва да бъдат разследвани от държавата, но това не се прави“.

Марсело Стико продължава: „Проблемът е, че машините напълно разорават земята за изграждане на нови кладенци или транспортни маршрути. Това унищожават естествените бариери между солена и сладка вода и замърсява водоизточниците. Машините правят сондаж за прясна вода за производството на литий. Това има последици за кладенците на местните жители и природните ресурси на подземните води... Това ме ядосва, отчаян съм“, казва той.

Според хидролога загубите на прясна вода скоро биха могли да направят живота в региона невъзможен. Миннодобивната компания „Салес де Хухуи“ (Sales de Jujuy) е водещ производител на литий в региона – консорциум, който включва австралийската компания Orocobre и японския автомобилен гигант Toyota. За обработката на солевата смес от недрата на земята, според фирмата „Салес де Хухуи“, са необходими до 80 000 литра прясна вода на час. Солевите разтвори се изпомпват в басейни с размери на футболни игрища, където се оставят да се изпаряват на слънцето в продължение на месеци до гъста вис-

козна луга. Когато литиевият хлорид в нея достигне оптимална концентрация (5 – 6 %), разтворът се изпомпва в специални инсталации, където се отстраняват нежеланите бор и магнезий. След това се обработва с натриев карбонат, за да се утаи малко разтворимият във вода литиев карбонат (Li_2CO_3). Той се филтрува, изсушава – и се превръща в търговски продукт.

Изпразването и осолването на природните сладководни ресурси не се споменава в докладите за въздействие върху околната среда на компаниите. Канадската минна компания *Lithium Americas*, която има изкопи непосредствено до „Салес де Хухуи“, обяснява при запитване, че чува за проблема с водата за първи път. *Lithium Americas* има договор с немския автомобилен производител BMW. Никои от „Салес де Хухуи“ не е готов да дава интервю.

Бизнесът с лития върви на пълни обороти: 24 милиона долара нетна печалба за шест месеца. Това беше демонстрирано за пореден път през февруари, когато ръководителят на австралийската минна компания *Orocobre* Мартин Перес де Солай представи своя доклад. „Това отново беше много силна половин година поради добър марж на печалбата от 8 000 долара на тон литий. Това ни позволи да съберем приходи от 63 милиона долара.“

Докато катастрофалните условия на труд при производството на кобалт в страни като Конго са добре известни, производството на литий обикновено се счита за екологично безопасно.

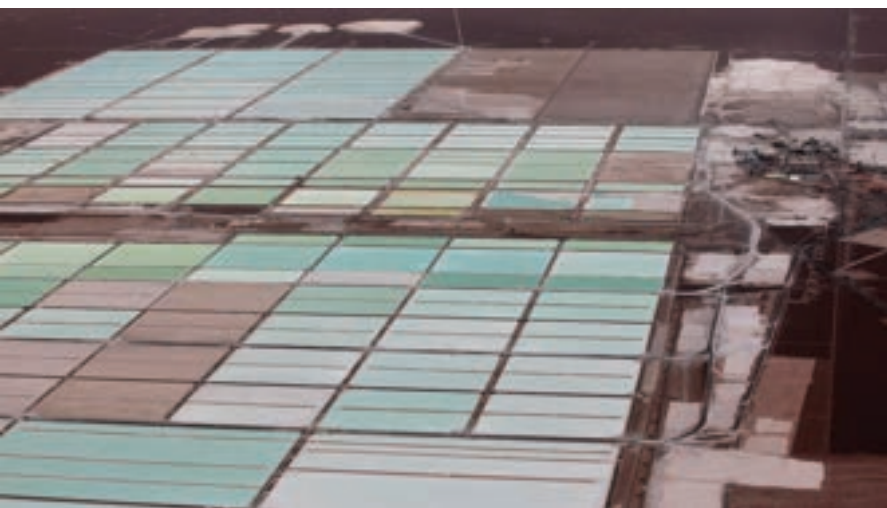
Причината е така наречената „енергоспестяваща техника на изпаряване“ чрез излагане на слънцето – така солените полета се обогатяват на литий. Загубата на вода често играе второстепенна роля.

Изследователят по устойчивост на ресурсите Матиас Бухерт (Dr. Matthias Buchert) от германския Екоинститут оценява, че ще има „състезание“ за производството на литий в следващите години. Дори в европейски страни като Португалия и Германия компаниите усилено търсят литиеви залежи.

Най-големите известни запаси обаче са в Южна Америка – а търсенето бързо нараства. Минните компании искат да разширят производството си в Аржентина възможно най-скоро. Това е още една причина коренните общности на коласите в района да бъдат обезпечени. Те са смаяни, че нито компаниите, нито политиките са ги предупреждавали за последиците за околната среда.



Салар де Уюни (Salar de Uyuni, Боливия) е най-голямото солено езеро в света. Тук се съдържат 22 % от световните залежи на литий



Само солниците, които е построила чилийската компания SQM за добива на литий в соленото езеро на Атакама (Salar de Atacama), заемат площ от 1700 хектара, т. е. колкото 2500 футболни игрища

Техният говорител Клементе Флорес (Clemente Flores) организира протести. Това засега доведе до отказ една канадска компания да бъде допусната до залежите.

Клементе Флорес, говорител на общо 33 общности в **Salinas Grandes**, иска просто да се преустанови производството на литий. И той има послание към Европа: „Износът на литий за Европа и преминаването към електромобили ще убие нашите общности и нашата околна среда. Досега ние тук не познавахме никакви коли. Електрически също – за тях знаем само от снимките. Вие си мислите, че можете да спасите човечеството по този начин, а ще убиете всички нас.“

В момента електромобилността поражда както еуфория и очакване за екологична панацея, така и все по-остри възражения. Мнозина смятат, че тя е единственият начин да се премахнат емисиите CO_2 в транспорта и по този начин да се опази климата на Земята, а други са на мнение, че настоящата технология все още не е достатъчно

добра. Пробежът на е-колите все още е малък, зареждащата инфраструктура не е достатъчно развита, а цените на електромобилите все още са твърде високи. Освен това, според проучване на шведското министерство на околната среда, възлерогният баланс на електромобила е всичко друго, но не и екологично приемлив. За производството на

един киловатчас акумулиран капацитет се отделят около 150-200 килограма еквивалент на възлероген диоксид, така че една електрокола дава предимство във възлерогния баланс едва след осем години употреба.

Освен това масовизирането на производството им ще предизвика рязко увеличаване на добива на кобалт, графит, литий или манган. Досега тези земни богатства са били обект на ограничен добив и е възможно цените им рязко да нараснат.

„Електрическите автомобили няма да са конкурентоспособни през следващите години, освен ако производството на батерии се промени фундаментално, т. е. с по-малко емисии на CO_2 и с по-ниски цени, но това засега още не се вижда“, казва автомобилният експерт Гуидо Райнкинг в интервю за *Business Insider*.

Досега около 300 000 тона литиев карбонат са отфилтрувани от свещената земя на коренните жители в Андите. Доходоносен бизнес: за един тон литиев карбонат през юни 2015 г. са били изплатени около 7000 евро, а в края на

2016 г. цената нараства до 18 000 евро! През тази година търсенето на литий се очаква да достигне от 186 000 до 312 000 тона в световен мащаб. Консултантската фирма *Stormcrow* очаква след седем години общото търсене на литиев карбонат да достигне повече от 400 000 тона.

Експлоатира ли се коренното население? До 2015 г. от големите чуждестранни добивни корпорации не се изискваше по закон да дават част от приходите си на коренното население на Южна Америка. Богатство, което е тяхно от хилядолетия, им се отнема в продължение на десетилетия. Сега, много колебливо, многонационалните компании започват да подобряват оскъдната инфраструктура в засегнатите райони, за да помогнат на коренното население за по-достоеен живот. Изграждат се училища и се ремонтира остарялата водопроводна мрежа. Все пак е нещо.

„Знаем, че чуждестранните компании печелят милиони долари с „нашия“ литий. Всъщност те трябва да ни дават много повече. Хранят ни малко и ни ограбват водата“, казва Соня, представителка на местното население. Тя е загрижена за огромните количества сладка вода, необходими за добива на литий. От концентрираните разтвори инженерите на няколко етапа добиват литий с огромни негативни последици за околна-

та среда и за по-ниско разположените водни басейни в региона.

Соня принадлежи към групата на чилийското коренно население *атакаменьо*. Тя познава хора, които се радват на минната индустрия и на добива на литий. „Компаниите плащат добре“, казва тя. Около 900 евро могат да се печелят месечно от добива на литий при излагане на безжалостното слънце. И това на фона на минимална заплата за страната от 350 евро. За Соня обаче става дума за нещо повече от липсата на вода и ширещата се експлоатация. При нея става въпрос за нейната идентичност. „Може да има вода без риба и народи без тирания. Но не може да има риба без вода и не е възможен диктатор без народ“, казва тя и продължава: „Все още има хора, които се ръководят само от парите и са готови да предадат себе си и предците си“. Литият (всъщност литиевите соли) е едно наистина чисто вещество, около което започва мръсна конкуренция.



Нагрупани тонове соли, обогатени на литий – „Бялото злато“ на Южна Америка (Аржентина, Боливия, Чили)

Бумът на електроавтомобили може да има пагубни последици, за които не се говори открито. Според информация на *Welt am Sonntag* експертите се притесняват от недостига на суровини в Германия заради бума на електромоделите. „Опасността от затруднения в доставките на суровини расте. В крайна сметка потребностите се увеличават по-бързо от производствения капацитет“, цитира вестникът ръководителя на отдела за сигурност и суровини от Федерацията на германските индустрии (BDI).

Експертът *Торстен Бранденбург* (Torsten Brandenburg) от Германската агенция за суровините (Deutsche Rohstoffagentur, DERA) изразява скептично отношение към написаното във *Welt am Sonntag*. Той посочва, че Германия различава изцяло на вноса на тези метали. Доставките са ограничени и цените се определят от мините. Започва състезание за това кой ще може по-бързо и при по-добри условия да добива суровините.

Въпреки че литият, графитът, а и кобалтът са разпространени в природата, в света има само няколко страни, които са готови да ги добиват. Това води до „висока концентрация на предлагането“, както се изразява Бранденбург. „Около 60 % от глобално необходимия кобалт идва от Конго, а 70 % от графита се добива в Китай“, казва той пред изданието.

Вече и пазарът налага своите корекции върху еуфорията около електромоделите. Теоретично те изглеждат незаменими по пътя към запазването на климата, но този техен ореол се руши. Вече има пуснати доста модели, но реалното търсене за тях е ограничено и канцлерката Ангела Меркел се отказва от целта си да има един милион електроавтомобили по немските пътища до 2020 г. Проуч-

ване на шведското министерство на околната среда показва, че електрическите автомобили не са чак толкова екологични, колкото изглеждат – ако се вземе предвид, че при производството на батерии се емитуват 150–200 kg CO₂ на всеки киловатчас съхранена електроенергия. Защото – да не забравяме – при всяка следваща химическа обработка литиевият карбонат отделя въглероден диоксид.

За една **Tesla Model S** това би означавало 17,5 тона CO₂. За сравнение: Германия сега има годишно потребление на глава от населението 10 тона емисии на CO₂. Само след осем години, според изследователите, електрическият автомобил би си струвал от екологична гледна точка. Но проблемът е много съществен: дългосрочните изследвания показват, че батерията остава напълно функционална само през първите шест години.

В момента електрическата кола все пак изглежда перспективна. Като цяло експертите виждат нуждата и смисъла от нея: „Електрическите автомобили имат обещаващо бъдеще, но това време все още не е настъпило. Дори гържата като Норвегия, която се счита за пионер в електроавтомобилността, не може да генерира обещаващи продажби, въпреки че електрическият автомобил там е по-евтин от автомобил с вътрешно горене. Необходими са големи субсидии за усъвършенстване на технологията.“

Оттук за експертите е ясно: електрическият автомобил в момента не е истинска алтернатива за клиентите и за околната среда. „Каквато е технологията днес, няма смисъл да бързаме да преминаваме към електрически автомобил – нито икономически, нито екологично.“ Призивът за забрана на регистрацията на автомобили с вътрешно горене от 2030 г. нататък, както настояват зеле-

ните в Германия, едва ли може да бъде разбран от потребителите и те не смятат ход в тази посока за реалистичен.

Накрая да споменем и другия проблем – рециклирането. Вече съществува инфраструктура за рециклиране на батериите от електрически автомобили. Това също е необходимо. Защото ЕС предвижда, че поне 50 процента от материалите трябва да бъдат рециклирани. Особено никел, кобалт, мед и литий, които са скъпи и понякога оскъдни. Но дори самото транспортиране на употребяваните батерии е скъпо. „Всеки транспорт на литиево-йонна батерия е транспорт на взривоопасен товар. Независимо дали батерията е изхабена или не. Това води до изисквания, които трябва да се изпълняват. Клиентът в крайна сметка е отговорен за безопасността на отпазците. За рециклирането трябва да знаем историята на батериите. Необходим е общ анализ на риска, така че транспортният маршрут да е безопасен. Заедно с акумулатора клиентът трябва да изпрати пълен изчерпателен въпросник – за кой тип батерия става въпрос, от кой производител, година на производство, колко цикъла на зареждане е претърпяла и така нататък.

Само 60 – 70 % от бракуваните материали всъщност са батерии или модули за батерии. А останалото са елементи на хранването, охлаждащата система, технологията за свързване или поддържащи материали, включително корпус. Всичко това са материали, които нямат нищо общо с действителната цел на рециклирането. В този остатък се съдържат пластмаси, платки, медни кабели, стоманени корпуси – те се извеждат към съответните поточни ли-

нии. Засега батериите се демонтират на ръка. Това отнема около един час за всяка отделна батерия.

Днес **Umicore** е най-могъщата мултинационална компания за технологични материали и рециклиране със седалище в Брюксел и с около 10 400 служители. Приходите ѝ през 2018 г. възлизат на 3,3 милиарда евро (при оборот от 13,7 милиарда евро). Компанията стопява всички клетки от литиеви батерии и по този начин получава метални сплави, които след това се обработват допълнително. За това, разбира се, е нужна немалко енергия! Възстановяват се от порядъка на 60 – 70 % от ценните метали. Материалната стойност на тези ценни елементи все още обаче не покрива разходите за сложния процес, но в по-дългосрочен план рециклиращите предприятия се стремят към максимално покриване на разходите. Изгражда се най-големият център за рециклиране на отпазъчни литиево-йонни батерии в Китай.

Наскоро сайтът Wired докладва документ на изследователи от университета в Далхоузи, Канада, който подробно описва нов тип батерия. Те имат изключително споразумение с Tesla и по-рано съобщиха, че са проектирали акумулаторни клетки с висока енергийна плътност, без да използват твърд електролит. В джоба статия е описана „химията на литиево-йонен джоб с умерена енергийна плътност“ и се очаква „клетките от този тип да могат да хранят електрическо превозно средство за повече от 1,6 милиона километра (1 милион мили) и да издържат най-малко две десетилетия за съхранение на енергия“. Ако това се случи, то голяма част от опасенията за вреди към околната среда може да отпадат. ■

ЛЮБОПИТНО

Жабата Голиат единствена строи гнезда за потомството си



Мъжки екземпляр от жабата Голиат

Най-голямата известна досега жаба в света има много ограничено разпространение. Тя е открита и описана в науката от белгийския зоолог Жорж Буланже (George Albert Boulenger) през 1906 г. по екземпляри, намерени около река Мпула в гжунглите на Камерун и Екваториална Гвинея (Централна Западна Африка). Това са единствените находища досега и видът с право се счита за локален ендемит за Западна Африка. Реката Мпула се отличава с бавно течение, чисто пясъчно дъно, чакълести брегове с богата растителност и сравнително високо кислородно съдържание. Поради огромните ѝ размери, в сравнение

с другите познати дотогава видове жаби, Буланже дал на новооткритата жаба научното име *Conraua goliath* и от тогава тя е позната повече с популярното си име Голиат. Размерите на Голиат са наистина впечатляващи в сравнение с тези на повечето видове жаби, обитаващи днес нашата планета. Достига на дължина на тялото до 33 см. (без крайниците), а теглото му се движи между 600 гр. и 3,250 кг. Отличава се и с големи кръгли очи с диаметър около 2.5 см., много добре развит слухов и звуков апарат. Дълго време биологията и поведението на Голиат са останали непроучени от специалистите поради ограниченото разпространение на вида и малката численост на популацията му.

По-подробни съвременни изследвания върху този гигант между жабите в света извършва през 2018 г. екип от учени и сътрудници от Природонаучния музей в Берлин под ръководството на д-р Марк-Оливер Рьодел (Dr Mark-Oliver Rodel). Херпетолозите посетили и проучили 22 размножителни места на Голиат покрай реката, 14 от които били и с около 3000 снесени яйца в тях. Изненадващо било откритието, че Голиат сам строи покрай реката малки езерца, оградени с дребни камъчета и растителни остатъци, в които снася яйцата си. Тъй като жабите били доста едри и силни, те се справяли лесно с дребните камъчета покрай реката, премествали ги чрез бутане с крайниците и тялото на по-спокойно място край брега и

така построявали малките езерца, които ограждали и със защитни брегове, също от камъчета и клонки. Нощем те охранявали тези особени водни „гnezда“ от нападения на влечуги или други неприятели и след излюпването на техните ларви - малките попови лъжички. Според резултатите от изследването, публикувани в сп. *Journal of Natural History* (VIII, 2019), това е единствен познат случай при жабите за опазване на местата за снасяне на яйцата и грижа за опазване на потомството след излюпването му. Изненадващо било и това, че яйцата и новоизлюпените ларви не били по-различни по размери от тези на другите видове обикновени жаби, въпреки значително по-егрите размери на техните рогути. Имало и случаи, когато Голиат използвал естествено съществуващи малки разливи и езерца край реката, като ги отделял от реката с малки каменни презгради от събрани и натрупани камъчета. Поради това, че жабите са доста мускулести и силни, те понякога търкаляли и използвали за огради на гnezдата си и по-едри камъчето с тегло до 2 кг.! Растителни остатъци били използвани по-рядко като строителен материал и то главно за изграждане на оградите около езерцата. Водата в малките водни езерца била поддържана винаги чиста от растителни отпадъци – листа,

клонки, водорасли и др., което според изследователите не позволява гниене и осигурявало повече кислород за развитието на яйцата и новоизлюпените попови лъжички.

Неочаквано за учените било и наблюдаваното участие само на мъжките жаби при построяването на гnezдата, докато женските индивиди, които са и по-дребни по размери, изчаквали търпеливо около бреговете на реката и покрай новостроящите се гnezда. Когато малките езерца –

гnezда вече били построени и изпълнени с вода, мъжките подкаляли женските да навлизат в тях и снасят яйцата си, по време на което ставало и оплождаването им от мъжките. След това обаче грижата по опазване на гnezдата



Размножително „гnezдо“, построено от Голиат край речното корито

и новоизлюпените ларви поемали женските индивиди.

Изследването на немските херпетолози е оригинален принос за изясняване на биологията на размножаването не само на ендемичния африкански вид жаба, наречена Голиат, но и на земноводните животни изобщо, защото то разширява познанията за появата и развитието на инстинкта за опазване на поколението при този преходен клас между съвременните водни и сухоземни обитатели на нашата планета.

По Live Science