

# Kuudes massasukupuutto ja kotiakvaristit

Ido Filin, PhD

OSA YKSI

## Luontokatkriisi

Madagaskar on erittäin tunnettu omituisesta ja ainutlaatuisesta kasvistostaan ja eläimistöstään. Saarille (kuten Galápagos ja Havaiji) on tyypillistä, että niissä tavattavat lajit ovat endeemisiä eli kotoperäisiä - niitä tavataan vain siellä eikä missään muualla (esimerkiksi galápagosinpingviinit, merileguaanit ja galápagoksenjättiläiskilpikonnat). Samoin Madagaskarillakin. Kaikkein kuuluisin esimerkki näistä ainutlaatuisista madagaskarilaisista lajeista ovat makimaiset puoliapinat, nk. lemurit (makit, kärppämakit jne; Kuva 1) - kädellisiä, kuten sinä ja minä, mutta paljon läheisempää sukua Afrikan korvamakeille ja Intian loreille. Suurin piirtein sata lemurilajia on vielä olemassa tänäkin päivänä ja kaikki endeemisenä Mada-

gaskarilla. Yhtä lailla maailmassa tavataan kahdeksan lajia apinanleipäpuita. Yksi Afrikassa, yksi Australiassa ja loput kuusi endeemisenä Madagaskarilla (Kuva 1). Saari on globaali biodiversiteetin keskittymä orkideoja, mehikasveja, kameleontteja, sammakkoeläimiä ja monia muita eliöryhmiä.

Suuri osa Madagaskarin vesieliöistä on myös endeemisiä. Saaren makean veden kalalajit paljastavat levinneisydellään mielenkiintoisen tarinan. Läntisen vuoriston rinteet ja rannikot ovat *Pachypanchax*-suvun killikaloiden eli käpykillien koti (Kuva 2). Lukuunottamatta yhtä Seychelleillä asuvaa lajia kaikki käpykillit ovat endeemisiä Madagaskarilla. Käpykillit kuuluvat Aasian killikaloihin



(Aplocheilidae), näistä akvaarioharrastajille tunnetuin lienee juovavaanija (*Aplocheilus lineatus*), joka on kotoisin Intiasta ja Sri Lankalta. Itärannikko puolestaan on koti sateenkaarikalaille, jotka kuuluvat revontulikalojen (Bedotiidae) heimoon. *Bedotia madagascariensis* eli revontulikala (Kuva 2) on ryhmän tunnetuin edustaja. Kaikki revontulikalat ovat endeemisiä Madagaskarilla. Kaikki muut sateenkaarikalat löytyvät puolestaan toiselta puolelta Intian valtamerä Australiasta, Uudesta-Guineasta ja Sulawesin saarelta.

Tämä mielenkiintoinen maantieteellinen kuvio Madagaskarin kalastossa on todiste siitä, miten muinainen Madagaskar on. Toisin kuin Havaiji ja Galápagos, jotka

KUVA 1

**Vasemmalla:** Satelliittikuva Madagaskarista. Afrikka on 400 km länteen, Intia 4 000 km koilliseen, Australia 7 000 km itään, Etelämanner 4 000 km etelään.

**Yläoikealla:** Äärimmäisen uhanalainen kärppämäki *Lepilemur ruficaudatus*, yksi noin sadasta makilajista, jotka ovat kotoperäisiä Madagaskarilla.

**Alaoikealla:** *Adansonia grandidieri* on suurin kuudesta apinanleipäpuulajista, jotka ovat kotoperäisiä Madagaskarilla.



KUVA 2

Edustajia Madagaskarin kotoperäisistä lajeista (riveittäin):

- Pachypanchax sakaramyi* - kirjokäpykilli
- Betodia madagascariensis* - revontulikala
- Paretroplus menarambo* - saumasaariahven
- Paratilapia polleii* - tähtitilapia
- Ptychochromis insolitus* - ahven
- Typhleotris madagascariensis* - sokea luolakala.

Lisäkuva: *Erymnochelys madagascariensis* on Madagaskarilla endeeminen ja äärimmäisen uhanalainen kilpikonnalaji. Laji kuuluu arraukilpikonniin heimoon, joka oli aikoinaan laajalle levinnyt ympäri maapalloa, mutta nykyisin on jäljellä vain tämä madagaskarilainen laji ja seitsemän eteläamerikkalaista lajia. Madagaskar ja Etelä-Amerikka olivat molemmat osa muinaista Gondwanamannerta ja yhteydessä Afrikkaan.



ovat tuliperäisiä saaria ja siksi verraten nuoria, Madagaskar on jäänne muinaisesta Gondwanan jättiläismantereesta. Kaksisataa miljoonaa vuotta sitten Madagaskar sijaitsi Afrikan, Intian ja Etelämantereen välissä ja oli kahden viimeksi mainitun kautta yhteydessä myös Australiaan (Kuva 3).

Itärannikolta löytyy myös endeemisiä monnikaloja (Anchariidae; kuusi lajia). Saaren lounaisosissa on kolme endeemistä sokeaa luolakalalajia, joiden lähimmät sukulaiset ovat Australiassa (Kuva 2). Lajirikkain ryhmä on kuitenkin Madagaskarin endeemiset kirjoahvenet (yli 40 lajia; Kuva 2.). Ne edelleen havainnollistavat, miten Madagaskarin lajisto on kummallinen sekoitus Aasiaa, Afrikkaa sekä Australaasiaa, ja silti ainutlaatuisia. Tämä korkea lajirikkaus endeemisessä lajistossa eli korkea kotoperäisyystaso on seurausta Madagaskarin pitkään kestäneestä maantieteellisestä eristyneisyydestä (isolaatiosta) näistä mantereista.

Vaikka Madagaskarin eläimistö on yhä poikkeuksellinen, se on ollut vieläkin ihmeellisempi. Nykyään makeja löytyy pikkiriikkisistä (hiirenkokoisia, 30 g) keskikokoisiin eläimiin (harvoin yli 10 kg), mutta Madagaskarin metsissä eli ennen myös gorillan kokoisia makeja. Madagaskarin norsulinnut, joihin kuului 10 lajia, olivat suurimpia lintuja, joita maapallolla on koskaan ollut. Norsulinnut olivat kooltaan jopa kolmimetrisiä ja painoivat jopa 700 kg. Niiden lähimmät elävät sukulaiset ovat Uuden-Seelannin kiivit (enintään 3,3 kg). Madagaskarin suurin lihansyöjä luolafossa on myös kuollut sukupuuttoon, samoin kuin kolme endeemistä madagaskarinvirtahepolajia. Näiden jättiläisten häviäminen liittyy ihmisten saapumiseen Madagaskarille noin 1500–2000 vuotta sitten.

Makean veden kalojen keskuudessa monien lajien sukupuuttoon kuoleminen on tapahtunut lähiaikoina. Suurin osa jäljellä olevista lajeista on uhanalaisia. Tämä ei kuitenkaan ole artikkeli Madagaskarin luonnonhistoriasta. Olen käyttänyt Madagaskaria esimerkkinä, koska se on saari ja siksi eristynyt ekosysteemi ja toisekseen sen korkean lajirikkauden ja kotoperäisyystason takia. Makean veden ekosysteemeillä on nämä samat ominaisuudet ja kuten saarilla maailmanlaajuisesti, mukaan lukien Madagaskar, ne ovat kärsineet monista sukupuutoista ihmisen toiminnan seurauksena.

Tämän kaksiosaisen artikkelin tavoitteena on tutkia, miten akvaarioharrastuksella voi vaikuttaa nykyajan luontokatoksiisiin. Ensimmäisessä osassa kuvailen muu-



KUVA 3

Kartta kuvaa Madagaskarin, Itä-Afrikan, Intian, Antarktiksien ja muutaman muun mantereiden palasien keskinäisiä sijaintoja osana muinaismanner Gondwanana 200 miljoonaa vuotta sitten, jurakauden alussa.

tamia biologisia pääperiaatteita ja ihmisen aiheuttamia uhkia, jotka lisäävät makean veden lajien, erityisesti makean veden kalojen ja akvaariokalojen, riskiä kuolla sukupuuttoon. Keskustelkaamme ensin sukupuutosta.

## Massasukupuutto tapahtuu nyt

Sukupuutto on olennainen osa luontoa ja evoluutiota. Se että pystymme erottamaan selvästi toisistaan kalan, matelijan ja linnun, johtuu siitä, että niiden esi-isät ja välimuodot ovat jo pitkään sukupuuttoon kuolleet. On kuitenkin olemassa kahdenlaisia sukupuuttoja. Suurimman osan ajasta historiassa sukupuutto etenee hitaasti. Jos tarkastellaan fossiileja, voidaan nähdä, miten laji ilmestyy, ”täyttää tehtävänsä” muutamista sadoista tuhansista vuosista miljooniin vuosiin, ja sitten häviää. Usein tilalle



**KUVA 4**

Ammoniiteilla kuoren koko ja muoto vaihtelivat valtavasti. (a) Perinteisestä kotilonkaltaisesta (b) avoimempaan vyyhtiin (c) jopa eriskummallisiin ja vääntyneisiin ”putkiin” ja ”sarviin”. (d) Jäljitelmä siitä miltä ammoniitti on saattanut näyttää elässään. (e) Samaan aikaan, kun ammoniitit rimaa hipoen selvisivät permikauden joukkotuhosta, trilobiitit eivät olleet niin onnekkaita. Tämä aikanaan runsas merieläinten ryhmä hävisi lopullisesti permikauden joukkosukupuutossa. Kuvassa näkyvillä jäljitelmä elävästä trilobiitistä.

tulee toinen laji. Kaiken kaikkiaan lajeja tulee ja menee, mutta ekosysteemit ja elinympäristöt pysyvät. Tällaista sukupuuttoa kutsutaan taustasukupuutoksi.

Toisaalta taas joukkosukupuutoissa (ns. massasukupuutoissa) häviää lukuisia hienoja lajeja yhtäaikaaisesti ja nopeasti. Tämä liittyy kiistatta elinympäristöjen häviämiseen ja ekosysteemien romahtamiseen. Yksinkertaistettuna, kun elinympäristö kutistuu tai häviää, myös

siitä riippuvaiset lajit katoavat. Evoluution historiassa elinympäristöjen häviäminen on yleensä liittynyt massiivisiin muutoksiin ilmastossa. Näitä ovat aiheuttaneet mm. tulivuorien purkaukset, mannerlaattojen liikkuminen ja merivirtojen muuttuminen, jopa asteroidin törmäys. Niistä johtuva ilmastonmuutos aiheuttaa elinympäristöjen kutistumisen ja häviämisen ja sen seurauksena lukuisat lajit ja kokonaiset elin- ja kasviryhmät häviävät. Geologisessa ajanlaskussa massiiviset muutokset voivat silti kestää kymmeniä tuhansia vuosia, tai pidempäänkin. Vertailun vuoksi nykyään elinympäristöt tuhoutuvat vuosikymmenissä tai vuosissa. Vaikka ihmisen ruokki-ma ilmastonmuutos varmasti tekee heikosta tilanteesta huonomman, elinympäristöjen tuhoutuminen suoraan ihmisen toiminnan takia on vakavin uhka luonnon populaatioille.

Kertauksena, tärkein ero tausta- ja joukkosukupuuton välillä on ekosysteemien ja elinympäristöjen selviytyminen taustasukupuutossa ja niiden häviäminen massasukupuutossa.

Toinen ero on, että taustasukupuutossa yksittäiset lajit häviävät yksi tai vain muutama kerrallaan. Vastakohtana massasukupuutossa häviää kokonaisia lajiryhmiä - kokonaisia heimoja ja lahkoja.

Liitukauden joukkotuho, joka tappoi dinosaurukset 66 miljoonaa vuotta sitten, vei mennessään myös monimuotoiset ja vielä muinaisemmat ammoniitit (kuvittele mustekalaa, jolla on ulkokuori) (Kuva 4). Ammoniitit olivat melkein kuolleet sukupuuttoon kaksi kertaa aiemminkin selviten täpärästi suurimmasta massasukupuutosta - permikauden joukkotuhosta - 252 miljoonaa vuotta sitten, ja uudelleen selviten hädin tuskin triaskauden joukkotuhosta (201 miljoonaa vuotta sitten). Myöhempi runsas ja monimuotoinen ammoniittilajisto kehittyi vain muutamasta lajista, jotka onnistuivat selviytymään aikaisemmista kataklysmistä.

Nykyäänkään riskinä ei ole yksittäisten lajien häviäminen, vaan kokonaisten sukujen ja heimojen katoaminen. Muutamina esimerkkeinä akvaristin näkökulmasta ovat Madagaskarin käpykillit, revontulikalat ja kirjoahvenet (kuva 2), Meksikon synnyttävät toat (Kuva 5), Itä-Afrikan Victorianjärven *Haplochromis* kirjoahvenet (katso alemmaa), Välimeren alueen killiset (Kuva 6) ja itse asiassa hammaskillit ympäri maailman (Kuva 7). Kaikki nämä ryhmät sisältävät monia hävinneitä tai erittäin uhanalaisia lajeja.

Tiivistettynä nykyinen luonnon monimuotoisuuden häviäminen ei ole missään määrin tavanomaista taustasukupuuttoa. Se on mahdollinen joukkotuho, niin elinalueiden nopean häviämisen kuin kokonaisten lajiryhmien katoamisenkin merkityksessä. Seuraavaksi käymme läpi, miksi makean veden ekosysteemit ovat poikkeuksellisen haavoittuvaisia nykyiselle massasukupuutolle.



**KUVA 5**

Kaksi meksikolaista tokien heimoon kuuluvaa edustajaa: (a) Äärimmäisen uhanalainen *Chapalichthys pardalis* - jaguaaritoka (b) Äärimmäisen uhanalainen *Xenotoca lyonsi* - punapyrstötoka-laji

## Makean veden elinympäristöt saarina meressä

Karkeasti ottaen makean veden elinympäristöt (joet, järvet ja kosteikot) kattavat vain prosentin maapallon pinta-alasta, mutta sisältävät 10 % maapallon lajeista. Maailmanlaajuisesti kalalajeja on noin 34 000. Arviolta puolet näistä on makean veden lajeja. Näin ollen noin puolet kaloista elää prosentilla maapallon pinta-alasta.

Nämä makean veden asukkien luvut ovat verrattavissa saariin. Saaret kattavat alle 3 % Maan maapinta-alasta, mutta saarien lajit ovat yhteensä suhteettoman suuri osa koko maailman biodiversiteettiä. Noin 13 % kasvilajeista ja 17 % lintulajeista elää saarilla.



### Saarten korkea kotoperäisyystaso on seurausta niiden eristyksestä mantereista ja muista saarista.

Olemme jo käyneet läpi, että tämä johtuu siitä, että suurin osa saarilla elävistä lajeista on endeemisiä ja niitä löytyy vain yhdeltä saarelta tai saaristolta.

Saarten korkea kotoperäisyystaso on seurausta niiden eristyksestä mantereista ja muista saarista. Elämä on voinut vapaasti kehittyä jokaisella saarella omanlaisiinsa monimuotoisiin endeemisiin muotoihin. Samalla lailla makean veden ympäristöjen korkea monimuotoisuus on osittain seurausta eristymisestä. Tässä mielessä järvet ovat tavallaan käänteisiä saaria, maa-alueiden toisistaan eristäminä.

Joet ovat myös jossakin määrin eristyksissä. Ne virtaavat alajuoksulle päin, mistä seuraa, että alkulähteet ja muut yläjuoksulla sijaitsevat elinympäristöt ovat eristettyjä toisistaan, vaikka ne olisivat viereisissä laaksoissa tai lähistöllä. Sama koskee myös vierekäisiä vesistöjä. Esimerkiksi useimpia Madagaskarin

käpykillejä tavataan pelkästään yhdessä vesistössä. Pohjoisesta etelään esiintyy *Pachypanchax sakaramyi* (Kuva 2) Sakaramyi-joessa, *P. varatraza* Menambery-joessa, *P. patriciae* Mahavary du Nord -joessa, *P. omalonotus* Sambirano-joessa, *P. sparksorum* Anjingo-joessa ja niin edelleen. Sama pätee myös moniin Madagaskarin kirjoahveniin.

Palaten takaisin järviin, Itä-Afrikan satojen endeemisten kirjoahventen sopeutumisleivittäytymistä (adaptiivinen radiaatio) voi verrata valtamerisaarien kuten Galapagoksen darwininsirkkuihin ja Havaijinpeippoihin (Kuva 8). Monet näistä kirjoahvenista ovat viehkeitä ja suosittuja akvaariokaloja. Mutta jälleen, endeemisinä, näiden lajien esiintyminen on rajoittunut yhteen järveen ja yleensä tiettyyn kohtaan sekä elinympäristöön kyseisessä järvestä. Vähemmän tunnettuja ovat Tanganjika- ja Malawijärvien kotoperäiset ankeriaat (15 lajia) ja kotoperäiset monnit (useampi endeeminen suku; tusinoittain lajeja). Vielä vähemmän tunnettu on Baikajärvi Siperiassa. Baikal on vanhin maapallon järvistä (24-30 miljoonaa vuotta vanha) ja yli tuhannen endeemisen lajin koti, mukaan lukien Baikalin hylkeen (eli nerpa) sekä satojen selkärangattomien ja kalojen lajien.

Muita esimerkkejä ovat Euroopan lajirikkain järvi - Balkanilla sijaitseva Ohridjärvi - ja Inle-järvi Myanmarissa, josta osasta endeemisiä lajeja on tullut suosittu-

#### KUVA 6

Koiras *Aphanius anatoliae* – anatoliankillinen - Turkin Kouada-kanavasta. *Aphanius*-lajit (killiset; vaihtoehtoisesti Aphaniidae heimo) ovat Välimeren ympäristöstä eli Etelä-Euroopasta, Pohjois-Afrikasta, Lähi-Idästä ja Turkista sekä Iranista. Ne ovat ainoat hammaskillit Amerikan ulkopuolella. Kuvassa oleva laji on Tuz-järven alueelta, Turkin Anatoliasta. Se on ainoana listattu silmälläpidettäväksi lajiksi IUCN:n punaisella listalla, mutta sen lähisukulainen *A. transgrediens* (Aci Göl -killinen) on äärimmäisen uhanalainen; toinen lähisukulainen *A. splendens* (Gölçük-killinen) hävisi sukupuuttoon ennen 1980-lukua. (Kuvaaja Anthony C. Terceira © 2002. Julkaistu tässä luvalla.)

ja akvaariokaloja, kuten raitaseprakala ja nahkabarbi (Kuva 9). Tähän mennessä olen jo tehnyt asian selväksi - makean veden elinympäristöissä elää suhteettoman suuri osa maapallon lajistoa, samassa suhteessa kuin saarillakin. Evoluutioprosessit, jotka mahdollistivat näiden lajikirjojen syntymisen molemmissa ympäristöissä, ovat samankaltaisia ja perustuvat pääsääntöisesti pitkään eristykseen. Ja kuten saaretkin kärsivät suhteettoman paljon sukupuutoista (palauttaakaamme mieleen mauritiuksendodo, eli drontti, Uuden-Seelannin moalinnut, Madagaskarin hävinneet lajit ja monet muut), myös makean

veden elinympäristöt ovat kokeneet suhteettoman paljon luontokatoa sekä sukupuuttoja.

## Luontokatokriisi makean veden ekosysteemeissä

Jatkaakseni teemaa makean veden elinympäristöistä saarina, useimmat tunnetut sukupuutot tapahtuivat viimeisen 400 vuoden aikana näillä saarilla. Samaan tapaan Madagaskarilla 4 % makean veden kalalajeista on hävinnyt, 25 % on (äärimmäisen) uhanalaisia ja 50 % on vaarantunut. Victorianjärvessä yli 300 kirjoahvenlajin on arvioitu kuolleen sukupuuttoon.

Kalat eivät ole ainoita, jotka ovat kärsineet sukupuutoista. Esimerkiksi koko maailmassa arviolta 200 sammakkolajia on hävinnyt, ja selkärangattomista noin 30 makean veden simpukkalajia USA:ssa on jo kuollut sukupuuttoon (Suomen erittäin uhanalaisen jokihelmisimpukan eli raakun sukulaisia). WWF:n (Maailman luonnonsäätiö) Living Planet (Elävä Planeetta) -indeksi osoittaa, että luontokato makean veden elinympäristöissä on kaksi kertaa niin nopea kuin maalla tai meressä. Kaiken kaikkiaan on selvää, että makean veden monimuotoisuuden kohdistuu kohtuuton uhka.

Syitä näihin häviämiin ja sukupuuttoihin on lukuisia. Kuten mauritiuksendodo, joka metsästettiin sukupuuttoon, liikakalastus on saattanut lukuisat kalalajit sukupuuton partaalle tai sukupuuttoon (esimerkiksi Kiinan Yangtze-joen miekkasammet; Kuva 10). Vaikka akvaariobisnes ei ole verrattavissa ruokakalakantojen ylikalastukseen, on se silti vaikuttanut lajien ylikalastukseen ja makean veden kantojen heikkenemiseen. Tästä esimerkkinä ovat haibarbi, Aasian arowana (Kuva 10), seeprapleko, kultapyrstösateenkaarikala, mahdollisesti Brasilian ja Kolumbian makean veden rauskut ja jopa Tampereen Akvaarioseuran ja tämän lehden nimikkolaji, tiikerinuoliainen. Ylikalastus vaikuttaa myös vesilintu- ja nisäkäpopulaatioihin toisinaan jopa aiheuttaen näiden sukupuuton, kuten makean veden Yangtze-joessa asuneen kiinanjokidelfiinin tapauksessa (Kuva 10).

Vieraslajien saapuminen elinympäristöön on myös erittäin ikävä tilanne. Saarilla tusinoittain endeemisiä lintulajeja on kuollut sukupuuttoon kissojen, rottien, kaniin, käärmeiden ja sairauksia levittävien hyttysten takia, jotka ovat ihmisten vahingossa tai tarkoituksella alueelle tuomia lajeja. Havaijin 60 havaijinpeippolajista (Kuva 8) vain 17 on selviytynyt tähän päivään. Makean veden lajit ovat myös samalla tapaa vähentyneet vieraslajien takia. Madagaskarilla miljoonakalat ja moskiittokalat, jotka istutettiin malarian torjuntaan, sekä



**KUVA 7**

Useat hammaskillit Pohjois- ja Etelä-Amerikassa sekä Karibiassa ovat äärimmäisen uhanalaisia. (a) Kaksi äärimmäisen uhanalaista paholaiskillikoirasta (*Cyprinodon diabolis*) Nevadasta. (b) Catarinahammaskilli (*Megupsilon aporus*) oli ainut laji suvussaan. Endeemisenä yhdessä meksikolaisessa lähteessä. Laji hävisi luonnosta 1994 ja siitä tuli hävinnyt laji 2014. Kuva viimeisestä vankeudessa kasvatetusta koirasta, jota pidettiin laboratorioissa Kalifornian yliopistossa Berkeleyssä.

**KUVA 8**

Kaksi esimerkkiä adaptiivisesta radiaatiosta (sopeutumislevittäytymisestä) eristäytyneissä ympäristöissä. Kalat ovat Victorianjärven kirjoahvenia Itä-Afrikasta. Linnut ovat havaijinpeippoja. Molemmissa ryhmissä monimuotoisuus on kehittynyt yhdestä tai vain muutamasta esi-isästä. ”Sopeutumis”-osa sopeutumislevittäytymisessä on havaittavissa lintujen nokkien ja kalojen leukojen muodoissa.



miekkapyrstöt ja platyt akvaarioharrastajien tuomina, ovat vähentäneet paikallisia killi- ja sateenkaarikalapopulaatioita. Ainakin yksi sukupuuttoon kuollut käpykillilaji oli todennäköisesti moskiittokalan uhri. Monet muut lajit ovat tänä päivänä jäljellä vain kahdessa tai kolmessa purossa tai lammessa jouduttuaan muualla vieraslajien syrjäyttämiksi. Ironisesti ensimmäisen maailmansodan jälkeen käpykillejä istutettiin Sansibarille ”malarian torjuntaan”.

Muut vieraslajitapaukset liittyvät Aasian karppeihin Pohjois-Amerikan joissa ja järvissä, afrikkalaisiin tilapioihin ja pohjoisamerikkalaiseen kirjoahven Ecua-dorissa, sekä kaikista pahamaineisimpana esimerkkinä niilinahven Victorianjärvessä (Kuva 11). Kolmensadan kotoperäisen kirjoahvenlajin sukupuuton lisäksi niilinahven vaurioitti vakavasti paikallisia monnipopulaatioita mullistaen koko järven ekosysteemin. Ravintoketjut, vesiarvot ja valaistusolosuhteet muuttuivat dramaattisesti. Tämän myötä siirrymme seuraavaan merkittävään uhkaan - elinympäristöjen heikkenemiseen.

Palauttaakseni mieleen, maapallon historiassa massasukupuutot ovat liittyneet elinympäristöjen häviämiseen. Makean veden vesistöt vaurioituvat tänä päivänä monella tavalla. Metsien häviäminen ei vaurioita vain

maalla eläviä lajeja. Ilman metsien latvuksia kirkkaat virrat muuttuvat sameiksi. Hyönteispopulaatiot häviävät ja kaloille ei jää riittävästi syötävää. Virrat, jotka ennen virtasivat ympäri vuoden metsiin imeytyvien ja hitaasti vapautuvien sateiden vuoksi, muuttuvat ajoittaisiksi ja kuivuvat kokonaan tiettyinä kuukausina.

Virtavesien ohjaaminen maatalouskäyttöön on vaurioittanut jokia ja järviä kaikkialla maailmassa. Kaikkein surullisempina esimerkkeinä on Araljärvi, jota ei käytännössä enää ole lainkaan. Vesien saastuminen kaupunkien laajenemisesta, tehtaista, usein laittomasta mineraalien louhinnasta sekä maatalouden torjunta-aineiden valumista johtuen on heikentänyt lukemattomien jokien ja järvien vedenlaatua.

”Puhtaan energian” kysyntä on aiheuttanut uusien vesivoimaloiden patojen rakentamista ja uusien suunnittelua. Samaan aikaan kun patoja on purettu kehittyneissä maissa, Amazonin alueella sekä Kongo- ja Mekong-joissa patojen rakentaminen on lisääntynyt. Padot katkaisevat jokien ekosysteemin ja estävät yläjuoksun ja alajuoksun sekoittumisen, mikä on välttämätön vaihe monien kalojen elinkaareissa. Ne myös fyysisesti muuttavat kokonaisia jokilaaksoja, upottaen alleen laajoja maa-alueita ja muuttaen virtaavan veden elinympäris-



KUVA 9

Nahkabarbi (*Sawbwa resplendens*) on yksi Myanmarin Inlejärven endeeminen laji, josta on tullut suosittu akvaariokala.

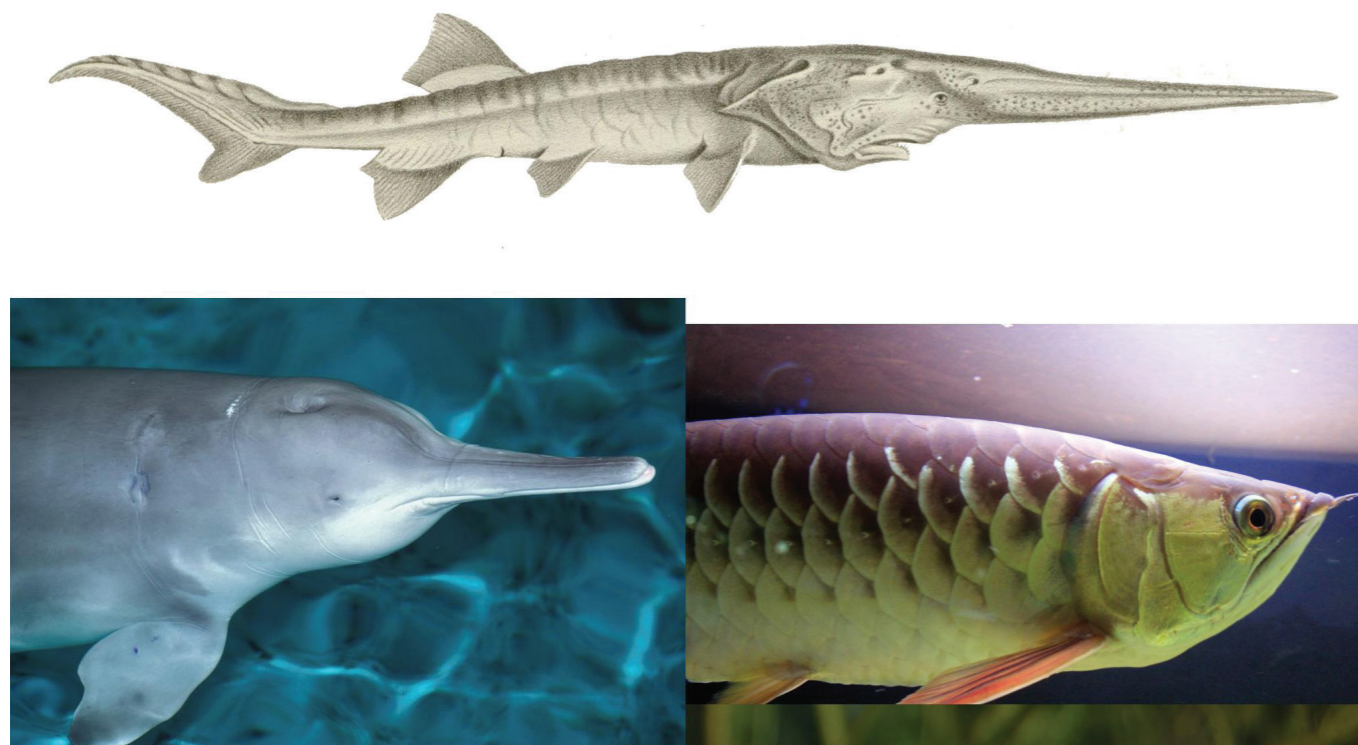


KUVA 11

Niilinahven - *Lates niloticus*. Perinteinen kalastus Victorianjärvellä oli perustunut paikallisen pronssitilapian kalastukseen. Brittien mukanaan tuomat verkot 1900-luvun alussa kuitenkin johtivat ylikalastukseen ja pronssitilapia-kantojen romahdukseen 1940-luvulla. Korvikkeeksi istutettiin niilinahven, vieras petokala, joka syö muita kaloja. 1980-luvulle tultaessa sen kalastuksesta oli tullut niin suuri kaupallinen menestys, että suuri osa saaliista lähetettiin Aasiaan, Eurooppaan ja Lähi-Itään. Luonnon monimuotoisuuden kannalta lopputulos oli täysi katastrofi. On arvioitu, että yli 300 Victorianjärven endeemistä kirjoahvenlajia on kuollut sukupuuttoon. Kuvassa oleva yksilö on suhteellisen pieni. Niilinahvenet voivat kasvaa jopa kaksimetrisiksi ja painaa 200 kg. Voi kuvitella, miten monta syöttyä Victorianjärven ahventa se tarkoittaa.

töt seisovan veden alueiksi. Tämä aiheuttaa seurauksia lajeille, jotka ovat riippuvaisia virtauksesta, kuten plekot ja tokot tai pienet tetrat, joiden entiset asuinsijat, pienet jokihaarat, ovat nyt kokonaan veden peittämiä.

Esimerkkejä voisi jatkaa loputtomiin. Monet näistä uhista toimivat yhdistelminä. Pieni elinympäristön heikkeneminen voi mahdollistaa vieraslajien pääsyn alueelle, mikä puolestaan lisää elinympäristön vaurioitumista ja niin edelleen. Makean veden ympäristöt ovat erityisen haavoittuvaisia, koska niissä on paljon kotoperäisiä lajeja; koska kaksi miljardia ihmistä on vielä riippuvaisia makean veden ekosysteemeistä ruoan saamiseksi; ja koska makeaa vettä itseään käytetään niin suoraan kuin epäsuoraankin (esim. maataloudessa). Viimeisin muokkaa ja kutistaa merkittävästi tarjolla olevaa elintilaa kasveilta ja eläimiltä. Ilmastomuutoksesta johtuvat riskit vesihuollolle lisäävät todennäköisesti painetta makean veden ekosysteemejä kohtaan.



KUVA 10

Ylikalastuksen uhreja. Vasemmalta oikealle ja ylhäältä alkaen: Miekkasampi - kuollut sukupuuttoon. Tämä laji ylikalastettiin ruuaksi; Baiji eli kiinanjokidelfiini - todennäköisesti kuollut sukupuuttoon. Tämä on kuva Qi Qi:stä, viimeisestä tunnetusta eläneestä baijista, joka kuoli vuonna 2002. Aasianaravana - Tämä uhanalainen ja -suosittu akvaariokala on melkein hävinnyt kotiseuduiltaan Itä-Aasiasta. 1975 sen kaupasta tuli tiukasti CITES:n (Convention on the International Trade in Endangered Species of Wild Flora and Fauna) kontrolloimaa; Haibarbi - kuten aasianaravana, tämäkin tunnettu akvaariokala on myös hävinnyt monilta alkuperäisiltä elinalueiltaan ylikalastuksen ja elinympäristön heikkenemisen takia. Nykyisin suurin osa on vankeudessa kasvatettuja.

## Loppupäätelmät

Hiljattain julkaistu Madagaskarin eläimistöä käsittelevä tutkimus viittaa siihen, että makean veden kalat pärjäsivät paremmin saaren pitkstä historiasta nykypäivään kuin muut selkärangaiset. Käpykillit, revontulikalat ja Madagaskarin kirjoahvenet ovat olleet Madagaskarilla jo



Gondwana-mantereen ajoilta lähtien. Ne ovat selvinneet liitukauden joukkosukupuutosta, joka tappoi dinosau-rukset ja ammoniitit. Ne jatkoivat selviytymistä, kun mantereet erkanivat Madagaskarista ja Intian valtameri ympäröi sen. Mutta ne eivät mahdollisesti selviä nykyisestä ihmisen aiheuttamasta sukupuuttoaallostasta.

Palatakseni sukupuuttoon kuolleisiin jättiläismakeihin ja norsulintuihin, kiinanjokidelfiiniin, Yangtzen miekkasampeen, havaijinpeippoihin, maurituksendodoon, sukupuuttoon kuolleisiin Victorianjärven kirjoahve-riin, Meksikon catarinahammaskilliin sekä Anatolian Gölçük-killiseen: on selvää, että meidän edeltäjämme ovat jättäneet meille maailman, jonka monimuotoisuus on köyhtynyt. Jälkeläisemme puolestaan perivät meiltä vielä köyhtyneemmän planeetan. Tämä on varmaa.

Sen sijaan että lopettaisin ensimmäisen osan tuhoon ja synkkyyteen, totean että kalojen pitäminen on yksi maailman suosituimpia harrastuksia. Akvaarioalalla on monen miljardin liikevaihto ja kauppaa käydään yli 5000 kalalajilla. On monia akvaristiyhdistyksiä kautta

maailman, ja monet lajit säilyvät harrastuksessa pelkäs-tään harrastajien verkostoitumisella; tästä esimerkkinä erityisesti killit, hammaskarpi, toat ja useimmat kirjoah-venet. Tämän kokoluokan harrastus, niin rahassa, kuin laji- ja harrastajamäärissä, voi oikeasti vaikuttaa luon-nonsuojeluun ja -ennallistamiseen. Itse asiassa voidaan todeta, että viimeisen 20 vuoden aikana luonnon- ja lajien suojelusta on tullut yhä tärkeämpi osa harrastusta.

Olemme jo nähneet, että saarilta ja makean veden ekosysteemeistä löytyy suhteettoman suuri osa maapal-lon biologista monimuotoisuutta, koska näitä alueita on paljon ja jokaisella niistä on oma ainutlaatuinen endee-minen lajistonsa. Vastaavasti maailmanlaajuinen akva-ristiverkosto voi auttaa säilyttämään monia vaarantunei-ta makean veden lajeja ja elintiloja. CARES-ohjelman (https://caresforfish.org) mottona on, että yksi ihminen ei voi pelastaa kaikkia uhanalaisia lajeja, mutta jokainen voi pelastaa ainakin yhden. Tähän tulemme keskitty-mään artikkelin toisessa osassa. ■

## Lähteet:

Dudgeon D. 2020. Freshwater Biodiversity: Status, Threats and Conservation. Cambridge University Press. DOI: 10.1017/9781139032759

Whittaker RJ & Fernández-Palacios JM. 2007. Island Biogeography: Ecology, evolution and conservation. Oxford University Press.

Eldredge N. 1991. The miner’s canary: unraveling the mysteries of extinction. Prentice Hall.

Samonds KE, Godfrey LR, Ali JR, Goodman SM, Vences M, et al. 2013. Imperfect isolation: Factors and filters shaping Madagascar’s extant vertebrate fauna. PLoS ONE 8(4): e62086. doi:10.1371/journal.pone.0062086

Loiselle PV. 2006. A review of the Malagasy Pachypanchax (Teleostei: Cyprinodontiformes, Aplocheilidae), with descriptions of four new species. Zootaxa 1366: 1-44.

Sparks JS, Smith WL. 2004. Phylogeny and biogeography of the Malagasy and Australasian rainbowfishes (Teleostei: Melanotaenioidae): Gondwanan vicariance and evolution in freshwater. Molecular Phylogenetics and Evolution 33(3): 719-734. doi: 10.1016/j.ympev.2004.07.002

Aguirre WE., Alvarez-Micles G, Anaguano-Yancha F, Burgos Morán R, Cucalón, RV et al. 2021. Conservation threats and future prospects for the freshwater fishes of Ecuador: A hotspot of Neotropical fish diversity. Journal of Fish Biology, 99(4): 1158–1189. https://doi.org/10.1111/jfb.14844

Evers HG, Pinnegar JK, Taylor MI. 2019. Where are they all from? – sources and sustainability in the ornamental freshwater fish trade. Journal of Fish Biology 94: 909–916. https://doi.org/10.1111/jfb.13930

Walker S. 2019. Spotlight on Pachypanchax playfairii (Günther, 1866). Journal of the American Killifish Association 52(1): 4-9.

Loiselle PV. 2016. "Ny Morora - The Killifish of Madagascar". Presentation to the Jersey Shore Aquarium Society. https://www.youtube.com/watch?v=rDq8RF\_m8Dc

Loiselle PV. 2019. "Aquarists and Conservation: The Role of the Aquarium Hobby in the Biodiversity Crisis". Presentation to the Jersey Shore Aquarium Society. https://www.youtube.com/watch?v=\_IHGAm5IYII

Northwestern Madagascar and Madagascar Eastern Highlands in Freshwater Ecoregions of the World website (https://feow.org/): https://feow.org/ecoregions/details/580 https://feow.org/ecoregions/details/581

A beginner’s guide to Madagascan cichlids. Featured article in Practical Fishkeeping magazine. https://www.practicalfishkeeping.co.uk/features/a-beginners-guide-to-madagascan-cichlids/

The World’s forgotten fishes. Featured article in Practical Fishkeeping magazine https://www.practicalfishkeeping.co.uk/features/the-worlds-forgotten-fishes/

Aphanius on IUCN Red List https://www.iucnredlist.org/search?taxonomies=103854&searchType=species

Goodeidae on IUCN Red List https://www.iucnredlist.org/search?taxonomies=101089&searchType=species

https://fi.wikipedia.org/wiki/Paholaishilli https://fi.m.wikipedia.org/wiki/Madagaskarinvirtahevot https://fi.m.wikipedia.org/wiki/Megafauna

https://fi.m.wikipedia.org/wiki/Ammoniiitit https://fi.m.wikipedia.org/wiki/Iivi https://fi.m.wikipedia.org/wiki/Peipot https://en.wikipedia.org/wiki/Lemur https://en.wikipedia.org/wiki/Adansonia https://en.wikipedia.org/wiki/Typhleotris https://en.wikipedia.org/wiki/Milyeringidae https://en.wikipedia.org/wiki/Madagascan\_big-headed\_turtle https://en.wikipedia.org/wiki/Podocnemididae https://en.wikipedia.org/wiki/Catarina\_pupfish https://en.wikipedia.org/wiki/Hawaiian\_honeycreeper https://en.wikipedia.org/wiki/Aphanius https://de.wikipedia.org/wiki/Aphaniidae

## Kuvalähteet:

CC BY-SA 4.0 - Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International license: https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.en

CC BY 4.0 - Creative Commons Attribution 4.0 International license: https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.en

CC BY-SA 3.0 - Creative Commons Attribution-ShareAlike 3.0 Unported license: https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/deed.en

CC BY-SA 2.0 - Creative Commons Attribution-ShareAlike 2.0 Generic license: https://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.0/deed.en

CC BY 2.0 - Creative Commons Attribution 2.0 Generic license: https://creativecommons.org/licenses/by/2.0/deed.en

**KUVA 1:** Satellite image of Madagascar in the public domain.

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Satellite\_image\_of\_Madagascar\_in\_September\_2003.jpg

\*\* "Red-tailed Sportive Lemur, Kirindy, Madagascar", by Frank Vassen (https://www.flickr.com/people/42244964@N03), used under CC BY 2.0 license. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Red-tailed\_Sportive\_Lemur\_Kirindy\_Madagascar.jpg

\*\* "Granditier’s Baobab, picture taken near Morondava, Madagascar.", by Bernard Gagnon (https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Bgag), used under CC BY-SA 3.0 license. https://en.wikipedia.org/wiki/File:Adansonia\_granditier04.jpg

**KUVA 2:** Photo of Pachypanchax sakaramyi male, by the author, released under CC BY-SA 4.0 license.

\*\* Photo of Bedotia madagascariensis [mislabelled as Bedotia geayi]:

"Photo of Bedotia geayi (Madagascar rainbowfish) at the Steinhart Aquarium in San Francisco", by Stan Shebs (https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Stan\_Shebs), used under CC BY-SA 3.0 license. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bedotia\_geayi\_1.jpg

\*\* Photo of Paretroplus menarambo by Klaus Rudloff, used under CC BY-SA 4.0 license; https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Paretroplus\_menarambo\_A.jpg

\*\* Photo of Paratilapia polleni: "A primitive cichlid from Madagascar, Paratilapia polleni Bleeker, photographed at the Berlin Aquarium" by Michael K. Oliver (https://species.wikimedia.org/wiki/Michael\_K.\_Oliver), used under CC BY-SA 4.0 license; https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Paratilapia\_polleni\_Bleeker.jpg

\*\* Photo of Ptychochromis insolitus: by Dr. Joerg Albering, used under CC BY 3.0 license. https://www.fishbase.se/photos/UploadedBy.php?autoctr=18859&win=uploaded https://www.fishbase.se/photos/ThumbnailsSummary.php?ID=62937

\*\* Typhleotris madagascariensis, blind cave fish, Tsimanampetsotsa, Madagascar.", by Frank Vassen (https://www.flickr.com/people/42244964@N03), used under CC BY 2.0 license. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Typhleotris\_madgascarensis.jpg

\*\* "Réserve de Berenty, Amboasary Sud, MADAGASCAR", by Bernard DUPONT (https://www.flickr.com/people/65695019@N07), used under CC BY-SA 2.0 license. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Madagascar\_Bighead\_Turtle\_(Erymnochelys\_madagascariensis)\_9620525421.jpg

**KUVA 3:** Image is in the public domain.

"Figure 3. Reconstruction of the early breakup of Gondwana during the Early Jurassic (200 million years ago).", from Brownfield ME & Schenk CJ, 2016, "Assessment of undiscovered oil and gas resources of the Seychelles province, East Africa", ch. 13 in "Geologic assessment of undiscovered hydrocarbon resources of Sub-Saharan Africa", compiled by Brownfield ME, U.S. Geological Survey Digital Data Series 69–GG, https://dx.doi.org/10.3133/ds69GG. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Early\_Jurassic\_breakup\_of\_Gondwana.png https://pubs.usgs.gov/dds/dds-069/dds-069-gg/REPORTS/69\_GG\_CH\_13.pdf

**KUVA 4:** "Pleuroceras solare, Amaltheidae; Pyritic specimen; Diameter 3.2 cm; Upper Pliensbachian, Lower Jurassic; Little Switzerland, Bavaria, Germany" Llez (H. Zell), CC BY-SA 3.0 (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0), via Wikimedia Commons.

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pleuroceras\_solare\_Little\_Switzerland\_Bavaria\_Germany.jpg

\*\* "A superb example of a rare heteromorph ammonite fossil from the south of France. The species is Crioceratites nolani and the spines have been partially restored to show ho it might have appeared in life.", by Teresa Martin, used under CC BY-SA 4.0 license. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Crioceratites\_nolani\_France\_450\_mm.jpg

\*\* Photo of a 'fossil cemetery' of ammonites, by Teresa Martin, used under CC BY-SA 4.0 license. https://en.wikipedia.org/wiki/File:Ammonite\_cemetery.jpg

\*\* "A reconstruction of Hamites sp. heteromorph ammonite (Mollusca: Cephalopoda: Ammonoidea: Ancyloceratina) from my PhD thesis.", by Neale Monks, used here under CC BY-SA 3.0 license. https://en.wikipedia.org/wiki/File:Hamites.jpg

\*\* "Triarthrus eatoni", by Nobu Tamura (https://en.wikipedia.org/wiki/User%3ANobuTamura?uselang=en), used under CC BY-SA 4.0 license. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Triarthrus\_NT\_small.jpg

**KUVA 5:** Images by author, released under CC BY-SA 4.0 license.

**KUVA 6:** Image by Anthony C. Terceira. All Rights Reserved. Reproduced here with permission.

**KUVA 7:** "Two male specimen of the Devils Hole Pupfish (Cyprinodon diabolis) photographed in the Devil’s Hole, Nevada", image in the public domain. https://en.wikipedia.org/wiki/File:Cyprinodon\_diabolis\_males.jpg

\*\* "The last captive-bred male Megupsilon aporus photographed in the laboratory of Christopher Martin at UC Berkeley." by Fishspeciation

(https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Fishspeciation), used under CC BY-SA 4.0 license. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Megupsilon\_aporus\_-\_last\_male.tif

**KUVA 8:** Images of Hawaiian Honeycreepers are public domain and taken from Wikipedia pages: https://en.wikipedia.org/wiki/Hawaiian\_honeycreeper.

\*\* Image of Lake Victoria Cichlids is adapted from "Nature Communications" article: Meier J, Marques D, Mwaiko S, et al. 2017. "Ancient hybridization fuels rapid cichlid fish adaptive radiations.", Nat Commun 8, 14363 [https://doi.org/10.1038/ncomms14363]; Photo credits: Ole Seehausen, Salome Mwaiko, Frans Witte, 'Teleos', Uli Schliwien, Adrian Indermaur, Oliver Selz; Used under CC BY 4.0 license; https://www.nature.com/articles/ncomms14363/figures/1. https://phys.org/news/2017-02-fish-evolution-mystery.html.

**KUVA 9:** Young male Sawbwa resplendens. Aquarium photo. The Man On The Street at English Wikipedia, CC BY 3.0 (https://creativecommons.org/licenses/by/3.0), via Wikimedia Commons https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sawbwa\_resplendens.jpg

**KUVA 10:** Image of Chinese paddlefish (Psephurus gladius) in the public domain. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Psephurus\_gladius.jpg

\*\* "[Google-translation from Chinese] A male baiji dolphin named QiQi was raised at the Institute of Hydrobiology, Chinese Academy of Sciences in Wuhan from 1980 to 2002. It is the only baiji dolphin that has been raised by humans for a long time. The scar on the neck was left when fishermen caught it with a hook.", by Institute of Hydrobiology, Chinese Academy of Sciences / Roland Seitre, used under CC BY-SA 3.0 license. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Qiqi\_a\_Chinese\_River\_Dolphin\_(Baiji)\_26.jpg

\*\* "Fish Asian arowana Scleropages formosus in Prague sea aquarium, Czech Republic", by Karelj (https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Karelj), used under CC BY-SA 3.0 license. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Scleropages\_formosus\_Prague\_2012\_2.jpg

\*\* "Balantiocheilos melanopterus (Bleeker, 1851), Bala shark; Karlsruhe Zoo, Karlsruhe, Germany.", by H. Zell (https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Llez), used under CC BY-SA 3.0 license. https://en.wikipedia.org/wiki/File:Balantiocheilos\_melanopterus\_-\_Karlsruhe\_Zoo\_02.jpg

**KUVA 11:** "Nile perch, Lates niloticus (Linnaeus, 1758). Lake Biwa Museum" by Daiju Azuma (https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Daiju\_Azuma), used under CC BY-SA 4.0 license; https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lates\_niloticus\_by\_DaijuAzuma.jpg