

JAKOB VON UEXKÜLL

Amoeba terricola

Inngangur að þýðingu

Líffræði [...] reynir að gera bernskum áhorfanda ljóst að hann sér alltof lítið og að raunheimurinn er miklu auðugri en hann grunar. Um hverja lífveru lykur hennar eigin birtingarheimur sem líkist í grundvallaratriðum þeim heimi sem bernski áhorfandinn hrærist í. En slíkir heimar eru til í svo mörgum afbrigðum að hann gæti eytt ævinni í að rannsaka þá og aldrei komist yfir það.¹

Þannig kemst eistneski líffræðingurinn Jakob Johann von Uexküll (1864–1944) að orði í einu höfuðrita sinna, frá árinu 1928. Með verkum sínum lagði hann meðal annars grunn að fræðilegri líffræði og tilraunarannsóknum á atferli dýra og um hann hefur verið sagt að hann hafi viljað skapa nýja líffræði sem „líði ekki fyrir merkingarblindu“.² Þekktasta framlag hans til líffræði er kenningin um að hver tegund lífvera eigi sér sinn *skynheim* (þ. *Umwelt*) sem séu takmörk sett. Á þýsku er orðið *Umwelt* það almenna heiti sem notað er um „umhverfi“, en í meðförum Uexkülls öðlast það dýpri og margbrotnari merkingu. Kenningu sína um skynheim setti hann fyrst fram árið 1909 og hún varð kjarnaatriði í lífsstarfi hans sem hann nefndi beinlínis skynheimsrannsóknir (þ. *Umweltforschung*). Uexküll byggði á heimspeki Kants og vildi breyta áherslum í líffræði þannig að hún snerist ekki einvörðungu um hinn hlutlæga heim. Hann greip því til þess nýstárlega ráðs að kanna lífverur frá

¹ Jakob von Uexküll, *Theoretische Biologie*, önnur endurbætt útgáfa með sjö myndum, Berlin: Verlag von Julius Springer, 1928, bls. 62.

² Kalevi Kull, „Jakob von Uexküll. An Introduction“, *Semiotica* 134: 2001, bls. 1–59, hér bls. 2.



sjónarhorni hveftrar tegundar, skoðaði nánar til tekið hvern einstakling og gerði ráð fyrir að hann byggi yfir eigin vitund. Hann komst að þeirri niðurstöðu að hver tegund lífvera lifði og athafnaði sig í sérstökum „heimi“ sem væri gerður af táknum hennar og í samræmi við getu hennar til að tákna og nema tákn. Utan táknerlis tegundarinnar væri „raunveruleikinn“, sem hún gæti ekki hent reiður á. Þessi kenning um fjölmarga vitundarheima þar sem hver tegund byggir sinn, stangast auðvitað á við hugmyndina um einn allsherjar hlutlægan efnisheim. En með kenningu sinni átti Uexküll eftir að leggja sitt til dýratáknfræði – seinna líftáknfræði – sem bandaríski táknerfræðingurinn Thomas A. Sebeok þróaði í upphafi. Ýmsir líftáknfræðingar hafa leitt að því rök að séu skynheimsfræði Uexkülls tengd þróunarhugmyndum eftir tíma Darwins opnast leið til að kanna vitundarreynslu mismunandi lífvera með vísindalegum hætti. Slík reynsla sé staðreynd og vitni um ákveðin geranda–hlutar vensl sem séu beinlínis skipulagslögmál í samþroska, samþróun og samviðhaldi sjálfstæðra lífkerfa.³

Líftáknfræðin er nú orðið öflugt rannsóknarsvið og þar skipar Uexküll ekki lágan sess. Nefna má að árið 1993 var opnað við háskólann í Tartu í Eistlandi sérstakt Jakobs von Uexküll setur í rannsóknum á líftáknfræði; ríflega áratug síðar var vígt við háskólann í Hamborg skjalasafn um skynheimsrannsóknir og líftáknfræði, einnig kennt við Uexküll.

Textinn sem hér er þýddur er sóttur til rits Uexkülls, *Umwelt und Innenwelt der Tiere* (Skynheimur og innri heimur dýra), sem kom fyrst út árið 1909 en var endurprentað árið 1921. Kaflinn um amöbuna, *amoeba terricola*, bregður upp skýrri mynd af hversu hugfanginn Uexküll var af viðfangsefni sínu og af hversu mikilli virðingu hann fjallaði um þann einstakling sem hann skoðaði hverju sinni.

Bergljót Soffía Kristjánsdóttir og Benedikt Hjartarson

Amoeba terricola

Kaflinn úr *Umwelt und Innenwelt der Tiere* (Skynheimur og innri heimur dýra)

Í rökum mosa og á feyskinni jörð lifir agnarsmátt dýr, svo smátt að auga mannsins fær það varla greint, enda þótt það sé risi í sínum litla heimi. Sem landdýr ber það heitið *terricola*. Vegna hrjúfs yfirborðs síns er það einnig nefnt *verrucosa*. Það veltir sér rólega úr stað, myndar breitt útskot með

³ Samanber Donald Favareau, *Essential Readings in Biosemiotics. Anthology and Commentary*, Dordrecht, Heidelberg, London og New York: Springer, 2010, bls. 88.

sléttan fald framan við sig á meðan greinilegar hrukkur koma í ljós á samanskroppnum afturhlutanum

Í lögun sinni og hreyfingum líkist það óhreinum dropa sem hnígur hægt fram af diskbrún. Fremst er að finna tæran vökva en óhreinindin eru dregin á eftir í þykkum gúlpí. Lengi vel var talið að orsök þessarar hreyfingar mætti rekja til minnkunar á yfirborðsspennu í framenda dýrsins. Skýringin var sú að safabólurnar sem Otto Bütschli lét gera og klóróformdropar Ludwigs Rhumbler hreyfast fyrir tilstuðlan þess konar sveifna í yfirborðsspennu sinni.

Síðan kom Herbert Spencer Jennings og sýndi fram á að allar aðskotaagnir sem loða við yfirborð *amoeba terricola* hreyfast kringum amöbuna þegar hún færir sig úr stað. Á efri hlið hennar hreyfast þær frá afturenda og fram en á neðri hliðinni frá framenda og aftur. Af því má leiða að amaban sé eins og samandraganlegur belgur sem veltur um sjálfan sig. Innan í belgnum, sem myndaður er af útfryminu, koma einnig í ljós flæðandi hreyfingar innfrymisins.

Fyrir skömmu sýndi Otto P. Dellinger þó fram á að atburðarásin er allt önnur ef dýrið er athugað frá hlið. Veltuhreyfingar útfrymisins sem Jennings virti fyrir sér eru vissulega fyrir hendi en þær hafa ekkert að gera með raunverulegan gang dýrsins. Hann á sér stað líkt og hreyfingar lirfa fetarafiðrilda eða igla. Afturendinn loðir fastur við undirlagið á meðan framendinn liggur út í vatnið eða hann ýtir sér eftir undirlaginu. Síðan nær framendinn einnig fótfestu. Þá losar afturendinn sig frá undirlaginu og nálgast framendann með kröftugum samdrætti alls dýrsins og kemur sér einnig þar í fasta stöðu. Að svo búnu býr framendinn sig undir annað skref.

Hjá öðrum amöbum má víst einnig greina þetta sama göngulag í ætt við hreyfingar lirfa fetarafiðrilda, en þær snúast þó ekki um sjálfar sig; aðskotaagnir sem loða við yfirborð þeirra hreyfast aðeins til og frá meðan á ferðalaginu stendur.

„Þegar amöburnar eru á ferðinni eða flytja sig milli grota“, skrifar Dellinger, „hreyfa þær sig eins og löng snæri eða þær ná fótfestu á mörgum stöðum, en halda þó grannri lögun sinni. Ef þær hins vegar lifa í þangi, þá teygja þær út fjölda skinfóta [pseudopodien] og verða í laginu eins og mannshendi.“

Eugéne Penard hefur gert grein fyrir því hvernig skeljaðir totufætur [lobopodien] teygja skinfætturna út og geta myndað sogskál á framendanum. Gangur þessara skeldýra er enn ein birtingarmynd þessa sama lögmáls. Að því undanskildu að hér kemur þung skelin í stað aftari sogskálarinnar.

Til að átta sig á þeim samdrætti frymisins sem orsakar þessa tegund hreyf-

ingar, má taka mið af fjölfrumungum sem hafa sama göngulag og álykta að útfrymi totufóta sé alls staðar samsett úr að minnsta kosti tveimur hinnum sem skerast réttthyrnt í þá átt sem þær styttest. Ef önnur þessara frymishimna styttist, þá ætti hún þar með að þenja hina út. Út frá fjölfrumungum vitum við að erting leiðir alltaf út í þanda vöðva. Ef við yfirferum það á frymið, myndi það þýða að stytting annarrar himnunnar ylli því næst styttingu hinnar himnunnar vegna þess að ertingin leiddi út í þöndu himnuna. Valdi önnur himnan lengingu skinfótar, þá leiðir það til þess að hann dregst til baka við samdrátt hinnar himnunnar. Sé gert ráð fyrir að himnur frymisins skerist, þá skýrir það einnig vandræðalaust kúlulögun amöbunnar, sem hún tekur ávallt á sig er hún verður fyrir miklu áreiti frá öllum hliðum.

Hér vaknar sú spurning hvort líta beri á að slíkt fyrirkomulag hjá frymi totufóta geti talist stöðugt eða ekki. Frymið býr nefnilega ekki einungis yfir þeim eiginleikum að geta styst og lengst heldur getur það einnig linast og þést á ný. Útfrymið er ekki aðeins í stakk búið að breyta lögun sinni heldur einnig þéttleika sínum. Þéttleikinn breytist alveg sjálfstætt og er óháður löguninni hverju sinni. Það kemur skýrt í ljós við inntöku fæðu. Jennings lýsir henni á eftirfarandi hátt: „Lítilsverðar smáagnir á borð við sót, sem loða við yfirborðið, eru ekki teknar inn.“ Aftur á móti loðir fæða eins og hjöldýr, bifdýr eða bakteríuhrúgur ekki aðeins föst við dýrið, heldur sogast hún hægt og rólega inn í amöbuna. Þetta næringarnám er viðstöðulaust meðan útfrymið hringsnýst. Við það lenda fæðuagnirnar sitt á hvað á svæðum sem ýmist styttest eða lengjast í ólíkum mæli. Þrátt fyrir það linast frymið sífellt meir í næsta nágreppi fæðunnar þar til hún hefur borist í innfrymið. Frymið verður að linast áfram þar til það leysist upp í vökva til að hleypa fastri fæðunni í gegn. Að því loknu verður útfrymið strax samt á ný.

Af þessu má vera ljóst að þegar himnuformgerð er til staðar í útfryminu, þá hverfur hún þegar hún linast en birtist svo strax aftur. Sá eiginleiki að geta látið formgerðir verða til og hverfa er jú mikilvægasti eiginleiki frymisins.

Amoeba terricola þekur stundum fæðu sína með útfrymismöttli, sem sekkur síðan á kaf í innfrymið með fæðunni. Penard kom enn fremur auga á að saurinn var endrum og sinnum þakinn útfrymishimnu, sem hafði sýnilega myndast í innfryminu, og var þrýst út ásamt þessum möttli með kippum.

Til að ljúka þessum athugunum á hreyfingum útfrymisins skal einnig nefnt að þegar útfrymi *amoeba terricola* særast lítillaga, þá snýr hún jöðrum sársins inn á við þannig að það myndast gróp í laginu eins og trompett. Útfrymið rennur síðan saman á ytri jöðrunum og lokar opinu á ný. Útfrymið sem var innbyrt, hverfur á sinn stað. Ef áverkarnir eru alvarlegir, ef þrýst er á

amöbuna svo hún fellur saman, dregur útfrymið sig saman í hring á bak við sárið og myndar háls sem verður sífellt mjórri og girðir skaddaðan hlutann af. Litla sárið, sem enn má draga inn, lokast án þess að nokkuð fari forgörðum en verulegum hluta líkama dýrsins er fórnað þegar stóra sárinu er lokað.

Eftir að dýrið deyr myndar útfrymið grófa húð sem ekkert kemst gegnum. Penard gat fylgst með því hvernig smáormur, sem líklegast var gleypur sem egg, reyndi árangurslaust að sleppa úr rammgerðri dýflissunni eftir að hann klaktist út í dauðri amöbu.

Hreyfingar útfrymis slímdýra hafa hingað til ekki verið greindar en Max Schultze lýsir því hvernig agnir berast um í krafti þeirra. Við vitum jafnlítið um streymi innfrymisins, vitum ekki hvernig því er háttað burtséð frá amöbum og þá einkum hjá öllum bifdýrum og í mörgum plöntufrumum. Hreyfingum frymisins í skel slímdýrsins *gromia brunneri* lýsir Penard með þessari einkennilegu athugasemd: „Hjá þessum dýrum (ef þau eru við góða heilsu) sést gjörvallt frymið í allri sinni þyngd undirorpið sífelldri hringhreyfingu meðfram innri hlið skeljarinnar. Oft myndast gagnstæðir straumar sem skerast. Ef skelin er kramin í sundur, berst plasmað út og skiptir sér í fjölmargar hringlaga smákúlur. Eftir stutta hvíld taka þær stærri að snúast um sjálfa sig með hægum en stöðugum hringsnúningi.“ Þessi leyndardómsfulli hringsnúningur sem við vitum ekki hvort rekja megi til strauma útfrymisins eða innfrymisins leiðir okkur að straumunum í innfrymi *amoeba terricola*.

Innfrymið virðist einnig misþétt hjá amöbunni okkar. Að minnsta kosti hefur Dellinger þetta að segja um það: „Innfrymið verður að vera þannig gert að aðra stundina leyfi það ögnunum að hreyfa sig frjálsum en hina stundina haldi það þeim örugglega í skefjum.“

Eitt helsta verkefni innfrymis amöba felst í því að mynda iðandi safabólur með innri samdrætti. Hjá *amoeba terricola* er hin iðandi safabóla lítil vatnsblaðra sem er umkringd þéttum plasmafaldi. Nái blaðran tiltekinni stærð leysist plasmafaldurinn upp á einum stað, innfrymið smýgur inn í blöðruna og vökvi hennar hverfur. Safabólan myndast úr fjölmörgum smáum blöðrum sem renna saman. Hún er ávallt nærri afturenda dýrsins, þétt við útfrymið, sem hún virðist föst við. Örsjaldan kemur fyrir að hún hrekst fram á við með rennsli innfrymisins. Þegar það hendir myndast óðara ný blaðra á gamla staðnum hennar. Tíminn milli þess að safabóla myndast og líður hjá er alltaf beinlínis háður þeim hraða sem allur líkaminn mjakast áfram á. Því hraðar sem dýrið skriður þeim mun hraðar rísa nýjar safabólur.

Streymi innfrymisins virðist leika mikilvægt hlutverk í því hvernig viss fæða er innbyrt. Rhumbler greinir frá því að *amoeba terricola* taki oft til sín

sveiflukennnda þræði án þess að hún hreyfi sig svo séð verði. Löngum þörungapráðum, sem eru mun lengri en amaban sjálf, er þá rúllað hægt upp innan í dýrinu. Þræðirnir eru oft gleyptir með hjálp hreyfinga alls líkamans sem þenur sig út og skreppur saman til skiptis á göngu sinni um leið og hann slokrar sífellt nýja þörungapræði í sig.

Ef við viljum leggja niður fyrir okkur byggingu *amoeba terricola*, kemur í ljós að líffærafraeðilega er einungis hægt að greina á milli ytra og innra dýrs. Útfrymi og innfrymi eru alltaf fyrir hendi. Enda þótt útfrymið kunni aðeins að vera umbreytt innfrymi sem hefur komist í snertingu við vatn, þá reynist það búa yfir sérstökum hæfileikum. Útfrymið eitt heldur uppi beinu sambandi amöbunnar við umhverfi sitt. Útfrymið eitt ákvarðar það sem kalla má skynheim amöbunnar. Útfrymið annast allt líffraeðilega hlutverkið sem felst í því að nema áhrif úr skynheimi dýrsins og umbreyta þeim í viðeigandi hreyfingar.

Við höfum séð hvernig má sjá fyrir sér gangverk amöbunnar. Enn þarf þó að nefna ýmislegt um viðbrögð við áreiti. Margar amöbur hafa þann hæfileika að geta teygt úr sér og þreifað fyrir sér með framendanum í vatni eða snuðrað út í loftið. Hjá *amoeba terricola* er aðeins hægt að sýna fram á að snerting framendans við jörðina hafi áhrif á viðloðunina. Ekki fer milli mála að erting hrjúfs jarðvegs leiðir til innri samdráttar sem veldur svo viðloðuninni á meðan slétt yfirborð kemur þessari ertingu ekki til skila. Efnafraeðileg erting vegna fæðu hefur greinileg áhrif á amöbuna, því aðeins fyrir tilstilli hennar linast útfrymið og það leiðir til þess að munnurinn opnast stutta stund. *Amoeba terricola* er einnig fær um að velja úr sérstaka ertingu því ljóst er að hún greinir á milli sveiflukennndra þræða þörunganna og annarra fyrirbrigða.

Þegar um almennt áreiti er að ræða virðist þyngdaraflið ekki hafa áhrif á þetta smáa dýr sem sífellt veltist áfram og sýnir ekki neina stöðuga framhlið eða bakhlið og getur fyrir vikið ekki tekið sér fastákværðaða stöðu gagnvart jarðmiðjunni.

Sólarljósið hefur mikil áhrif á þessa myrkraveru. Amaban hreyfir sig alltaf burt frá ljósinu með því að teygja linan fótinn í áttina sem skugginn er og draga saman þá hlið sem ljósið fellur á. Á sama hátt virkar allt mikilsháttar áreiti: Sú hlið frymisins sem verður fyrir því dregst saman og sú hlið sem snýr undan þenst út sem skinfótur. Áhrif sólarljóssins á amöbur sem nærast á sveiflukennndum þræðum kemur sérstaklega á óvart eins og Rhumbler tók eftir. Dýrin hætta samstundis að rúlla upp þörungapráðunum innan í sér og þræðirnir rekjast í sundur á ný og birtast eins og burstir út úr líkama amöbunnar.

Amoeba terricola lætur sér ekki plöntufæði nægja, heldur er hún einnig hættulegur ræningi. Fyrir tilstilli sinna hægu og ógreinanlegu hreyfinga fram á við, kemst hún án þess að áreita í tæri við bifdýr og smá hjóldýr sem festast umsvifalaust við ræningjann og losna ekki frá honum aftur.

Hæfileiki amaba til að greina á milli áreitis í umhverfi sínu er því ekki eins lítill og hann getur virst vera við fyrstu sýn. Við bætist sá hæfileiki að geta aðskilið líkamann frá öllu öðru. Aldrei nokkurn tíma mun amaba renna saman við aðra amöbu af sömu tegund eins og Schultze hefur greint frá. Hafi hlutar eigin líkama amöbu skilist að getur hún hins vegar sameinað þá á ný eins og Jensen hefur sýnt fram á. *Amoeba terricola* lætur fremsta hluta hins afturbeygða skinfótar síns endrum og eins renna saman við afturhluta eigin líkama, en hún rennur þó aldrei saman við framandi einstakling. Hjá æðri dýrum gengur allt út á að koma í veg fyrir að þau éti sig sjálf, en það skiptir ekki nokkru máli hjá amöbum vegna þess að sjálfsát spillir ekki byggingu dýrsins á nokkurn hátt. Í stuttu máli sagt snúast hlutverk útfrymisins um breytingar á formi og þéttleika og að skapa límkennða áferð. Þessi starfsemi er kölluð fram til skiptis með mismunandi áreiti.

Hlutverk innfrymisins takmarkast við meltingu, öndun og losun úrgangsefna, sem eiga sér stað í samfelldri hringrás. Samanherpt safabólan sér fyrir sérstöku rennsli safans sem smýgur inn í hringsnúandi massa innfrymisins.

Ef við lítum nú um öxl og virðum fyrir okkur *amoeba terricola*, þá sjáum við fyrir okkur einkar elskulegt listaverk sem hefur skapað sinn eigin heim í öðrum framandi þar sem hún dvelst róleg eins og hún svífi um í föstum skorðum. Til að kynnast þessum skynheimi betur verðum við að gleyma því hvaða áhrif umhverfi amöbunnar hefur á sýn okkar. Hér er ekki um að ræða alla hina litríku og margbreytilegu hluti eins og þræði þörunganna, bifdýr, hjóldýr, smásteina og grot. Heldur er það veikt og sterkt áreiti sem aðeins er hægt að aðgreina eftir styrk þess, hvort sem það er leyst úr læðingi aflfræðilega, efnafræðilega eða fyrir tilstuðlan ljóss. Við þetta bætist sérstakt áreiti fæðunnar sem gerir útfrymið límkent og linar það.

Þannig hangir amaban í skynheimi sínum eins og í þremur gerðum af gúmmíþráðum sem styðja við hana hringinn í kring og stýra og ákvarða allar hennar hreyfingar. Þetta litla brot heimsins er samkvæmt sjálfu sér, það er einfaldara og býr yfir færri mótsögnum en okkar heimur en jafnast um leið á við hann í skipulagi og listilegri sköpun.

Jón Bjarni Atlason þýddi

