

Micélium, mint élő struktúra  
Technikai Médiumok Elmélete szigorlati dolgozat  
Túri Vanda  
MKE intermédia, 2023

*“A fajok teljes bioszférikus közössége tudatos,  
együttműködés és szimbiózis révén igyekszik  
előmozdítani a tudatosság evolúcióját”*

*Dennis Mckenna<sup>1</sup>*

---

<sup>1</sup> Dennis Mckenna (1950. december 17.) amerikai etnofarmakológus (a növényi, állati vagy ásványi anyagok összes anyagának interdiszciplináris tudományos vizsgálata, valamint az ezzel kapcsolatos ismeretek vagy gyakorlatok, amelyeket a népi kultúrák alkalmaznak az élő szervezetek állapotának megváltoztatására terápiás, gyógyító, vagy megelőző célokra), kutató farmakológus (gyógyszerész). Tanulmányait a hawaii egyetemen folytatta ahol botanikából mesterdiplomát szerzett, később a British Columbia-i egyetemen botanikai tudományokból doktorált, ezt követően posztdoktori kutatói ösztöndíjat kapott a National Institute of Mental Health Klinikai Farmakológiai Laboratóriumában és a Stanford University School of Medicine Neurológiai Tanszékén.

# Tartalom

Bevezetés

A gombák evolúciója

Spórák, testek, hálózatok

Kulturális beágyazás

Micélium: makro- mikro

Hogyan strukturálja magát a micélium?

mitől intelligens a micélium?

micélium: metafora a gondolkodásra

(coexistence, coevolution, biology and technology)

biodesign

## Bevezetés

Célom a micélium struktúrájának és kommunikációjának mind anyagi-biológiai, mind pedig absztrakt-metaforikus értelmezése. Biológiai síkon az érdekel, hogy ez a folyton áramlásban lévő rendszer hogyan képes rendkívüli gyorsasággal információt továbbítani 2 távoli pontja között. Másrészt pedig hogyan hat és formálja képzeletünket és gondolkodásunkat, mire – minek lehet metaforája ez a struktúra. Továbbá az előbbiekből átvezetve szeretném megérteni a biológiai tervezés, vagyis a biodesign egyre inkább köztudata áramló diszciplínáját. (keretezés: Spinoza, Rosi Braidotti.\*) A dolgozat megírásának végére a másik elérni kívánt célom, hogy fogalmi-logikai és szimbolikus gondolkodásom együttesen, egyenlő mértékben fejlesszem, „kiegyensúlyozzam”. A biológia és technológia összeolvadásaként létrejövő határterület feltérképezése azért foglalkoztat, mert két egymástól távolinak vagy épp ellentétesnek ható narratíva olvad össze.

Kutatásom tárgya egy ökoszisztémában cirkuláló rendszer: egy eleven struktúra, a micélium köré szövődik. Az érdekel, hogy hogyan kommunikál a micélium. Milyen területekre vetíthető ki metaforaként a micélium? Hogyan érthetünk meg általa mély és összetett társadalmi és környezeti problémákat? Hogyan hat és változtatja meg a micélium az intelligenciáról és a természetről alkotott elképzeléseinket? Hogyan terjesztheti ki a gondolkodást és nyújthat perspektívát a (jelenre) jövőre nézve? Hogyan segít a micélium a tudat megértésében? Hogyan segít a micélium a szociális tervezésben? Hogyan viszonyulnak hozzá az anyagkutatásban?

Deleuze szerint a tudástermelés többszörös és kollektív ügy, amely a kreatív komponálás aktusával jön létre akkor, amikor fogalmi elemek újszerű kombinációkba kerülnek. Anna Tsing a gombaszedést olyan gyakorlatként mutatja be Gombák a világ végén című könyvében, melyben figyelmünk nem a 'felfelé nézés' és haladás eszméje köré épül, hanem ami képzelőerőnket kinyithatja, látásunkat a körülöttünk lévőkre szegezheti: „how to look around, rather than ahead”.

„A legmeggyőzőbb antropocén idővonal nem a mi fajunkkal kezdődik, hanem a modern kapitalizmus megjelenésével, amely a tájak és ökológiák hosszú távú pusztítását irányította. Ez az idővonal azonban még inkább problémássá teszi az "antropo-" előtagot. Az embernek a kapitalizmus megjelenése óta való elképzelése a haladás eszméivel és az elidegenítési technikák elterjedésével hoz minket összefüggésbe, amelyek az embert és a többi lényt egyaránt erőforrásokká változtatják. Ezek a technikák szegregálták az embereket és ellenőrzés alá vették az identitásokat, elhomályosítva a közös túlélést.” Tsing ötletei közül a dolgozat szempontjából fontosnak vélt fogalmak a közös túlélés (collaborative survival), mely a fajok közti együttműködésre épül (cross-species collaboration), illetve az assemblage („a létezés módozatainak nyílt végű összefonódása”)<sup>2</sup>.

A gombák gyógyítanak, a gömbák ölnek. A gombák éltetnek, a gombák rothasztanak. A gombák segítik egy növény fejlődését s virágzását, ugyanakkor egy növény gombás megbetegedés során könnyedén el is pusztulhat.

---

<sup>2</sup> Anna Tsing

## A gombák evolúciója

Kétségtelen, hogy a gombák sokkal régebb óta lakják ezt a bolygót, mint az emberek. Az első többsejtű élőlényre vonatkozó bizonyíték egy 2.4 billió évvel ezelőtti micélium fosszília<sup>3</sup>. A devon korszaki fossziliákat nagyméretű szaprotróf gombákként értelmeztek, magasságuk majdhogyan elérte a 9 métert. Ez a kihalt faj volt a prototaxites, amit egyfajta óriásgombaként tudunk elképzelni.<sup>4</sup>

univerzum hálózatossága/ micélium hálózatossága/ állati agy: a micélium a föld 'idegrendszere'? az ilyen hasonlítgatások csorbítanak-e a micéliumhálózatok valódi képességén? [antropomorfizmus]

(Last universal common ancestor – Stamets előadásait összefoglalni)

Az antropomorfizációban az tűnik zsákutcának, hogy nem engedjük meg a más-ik-nak, hogy az legyen, ami. Nehezen képzeljük el a dolgokat, ha nem a saját szemszögünkben nézzük őket – emberbőrbe bújva pedig igenis nehéz elképzelni, milyen lehet egy medúza, alga, vagy egy talajban élő baktérium szemszögéből az élet. Hogyan tudjuk elképzelni, milyen lehet gombának lenni? Azzal, hogy valamit antropomorfizálunk, emberszerű képességekkel látunk el. Ám lehet, hogy ezen hálózatok képessége emberi ésszel és gondolkodással szinte felfoghatatlan, vagy csak igen nehezen *képzelhető* el. A képzelgés márpedig sok esetben segítségünkre siet: így van ez a tudományban is. Képzelet nélkül tudomány sem létezne. (Monica Gagliano - Plant Intelligence and the Importance of Imagination In Science)

„A gombák az egyik legnagyobb, legősibb, legadaptívabb és legelterjedtebb élőlénycsoport. A legkisebb gombák egysejtűek. A legnagyobb micélium több hektárnyi méretre is ki tud terjedni.”<sup>5</sup>

A gombák az élővilág egyik országát alkotják, legalább annyira színes és sokrétű csoport ez, mint az állatoké vagy növényeké. A gombák biológiai rendszerezésének alapjául felépítésük, sejtfaluk, spóráik, életmódjuk és reprodukciós jellemzőik szolgálnak. A gombák legmagasabb osztálya a „Fungi” (vagyis a gombák országa), s ebben foglaltatik benne a gombák világának egésze. Méretük szerint megkülönböztetünk mikro és makroszkopikus gombákat. Mikroszkopikus gombák közé tartoznak például az élesztőgombák, penészgombák vagy a rozsdagombák. A makroszkopikus gombák alatt minden olyan gombát értünk, amelyek látható termőtesteket hoznak létre: őket nevezzük nagygombáknak (ilyen például az őzláb, a galóca, vagy a tintagomba). A gombák a spórák segítségével terjednek. Ha egy erdei séta során vargányát vagy épp róka-gombát gyűjtünk, akkor a termőtestjeiket szedjük ki a földből: ami a föld alatt marad, az a micélium. „A gombák legtöbbször sok sejtből álló hálózatot hoz létre: a gombafonalak, azaz hifák elágazásával, összeolvadásával és összegabalyodásával létrejövő, kaotikus csipkemintázatokat nevezik micéliumnak.”<sup>6</sup> A micélium a gombának olyan, mint fának a gyökere. Gombafonalak talajt összefogó része. Ezek a hosszú és elágazó fonalak egyetlen sejt vastagságúak, kb. ötször vékonyabbak egy emberi hajszálnál. A gombák varázslatos világának nagy része és élete a szemünk előtt rejtve, a föld alatt zajlik. A micélium a gombák leggyakoribb alakja. „Egyfajta felfedező jellegű, rendszertelen viselkedés”.<sup>7</sup> A micéliumot hifák kolóniája alkotja; a micélium hifacsúcsokból fejlődik ki. A hifa a micélium növekvő, irányt változtató, elágazó és összeolvadó része. Egy micéliumhálózatban a hifacsúcsok száma pár száz és pár milliárd közé eshet. A hifák inkább csövek, mintsem tömör szálak. A hálózatot tekintve a micélium maga az entitás, a hifacsúcsok szemszögéből

<sup>3</sup> <https://www.nature.com/articles/s41559-017-0141>

<sup>4</sup> <https://www.britannica.com/science/Prototaxites>

<sup>5</sup> <https://www.nature.com/articles/s41598-022-20080-3> Andrew Adamatzky, Nemkonvencionális

Számítástechnikai Laboratórium igazgatója

<sup>6</sup> Sheldrake 2020 (Sheldrake, Merlin 2020: Entangled Life: How fungi make our worlds, change our minds and shape our futures)

<sup>7</sup> Sheldrake 2020

viszont a micélium sokaság. Egy parányi micéliumdarabból teljes hálózatok fejlődhetnek újra, ebből pedig az következik, hogy egyes miceliális egyedek akár „halhatatlanok” is lehetnek. Mi több, a gombafonalak a többsejtű élőlényekkel ellentétben nem sejtosztódással, hanem hosszabbodással növekednek. Ez azt jelenti, hogy megfelelő körülmények között a fonál képes lenne a végtelenségig meghosszabbítani önmagát. Vannak olyan fajok, melyek fonalai annyira gyorsan nőnek, hogy szabad szemmel is végig tudnánk kísérni a folyamatot.



8

### Kulturális beágyazás

Claude Lévi-Strauss antropológus szerint az emberiség történelmének legdrasztikusabb kulturális átalakulása is az élesztőknek köszönhető: a cukor alkohollá erjedését az élesztőgomba segíti. A

---

<sup>8</sup> Micélium. <https://theexplodedview.com/materialbb/resilient-mycelium-flooring/>

kenyérsütés és sörfőzés az oka lehetett annak, amiért az emberek lassan áttértek nomád életmódjukból a mezőgazdaságra, letelepedett társadalmakat hozva ezzel létre. A kenyér és sör elkészítésére is igaz, hogy „az ember előbb eteti az élesztőt, mint saját magát”.<sup>9</sup> Sheldrake megfogalmazása szerint azt is mondhatnánk, hogy „az élesztők házasítottak bennünket”. A gombák mindig is aktívan jelen voltak a történelem formálásában. Az ember is szoros kapcsolatban áll velük a kezdetek óta: táplálkozás és gyógyítás mellett jó példa erre a gombák fertőtlenítő, vagy épp misztikus látomásokat keltő szerepük. A gombák az ember legkorábbi táplálékai közé tartoznak. Ötzi, a jégbefagyott rézkori ember felszerelésiben és beleiben is egyaránt találtak nyírfataplót (*Fomitopsis betulina*), ami arra utal, hogy gombákat gyógyászati célból már 5000 éve is használtak.<sup>10</sup> Az észak-afrikai beduinok is több, mint ezer éve felfedezték a penészgombák (penicillin) antibakteriális hatását. Ezt izolálta Fleming, 1928-ban<sup>11</sup>: a modern tudomány ezzel igazolt egy évezredes népi megfigyelést. A legtöbb keleti kultúrában mindig is nagy figyelmet szenteltek a gombáknak: Ázsiában, Kínában és Japánban sok ezer éve tradíciója van a gombák kulináris, gyógyászati felhasználásának. Legyen szó a szibériai sámánok légyölő galócával fenntartott kapcsolatáról, vagy a hinduk egyik legfontosabb szent szövegéről, a Védákban (a véda tudást, szent ismeret jelent) szereplő enigmatikus italról, a szómáról<sup>12</sup>: a gombák mindig is hatást gyakoroltak az emberek tudatára. Vallási és szakrális vonatkozásban muszáj megemlíteni Mezo-Amerikát<sup>13</sup>, hiszen a maya és azték civilizációknak voltak gomba kultuszaik. A magyar származású Stephan F. de Borhegyi volt az egyik legfontosabb alak az erre irányuló régészeti kutatásokban.<sup>14</sup> Nemcsak a prekolumbiánus Amerikában, de az ókori görög kultuszokban is fellelhetők a gombák iránti vallásos rajongás nyomai: Gordon Wasson szerint az anyarozson élő gombák az eleusiszi misztériumokban is központi szerepet játszottak<sup>15</sup>. A huszadik század közepén fellendülő entheogének<sup>16</sup> iránti érdeklődést is Wasson alapozta meg azzal, hogy a világfalu<sup>17</sup> kialakulása utáni időben, 1957-ben a Life magazinban cikket írt a mexikói Oaxacában tett utazásáról és a varázsgombákról. Felesége Valentina vezette be a mikológia szövevényes labirintusába. Valentina Wasson... Az oxacai falu curanderája<sup>18</sup> Maria Sabina volt; nők és gyerekek együtt a rítusokon (Wasson utazása szoros összefüggésben van Richard Evans Shultes harvadi botanikus amazonas medencében töltött felfedező útjával ; ők voltak az első fehérek akik használták az őslakosok medicináit.)

---

<sup>9</sup> Sheldrake, 2020

<sup>10</sup> <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1879981718300883#fig0005>

<sup>11</sup> <https://hu.wikipedia.org/wiki/Penicillin>

<sup>12</sup> Huxley feltételezése a Moksha c. művében (rég olvastam, elő kell venni megint.)

<sup>13</sup> a prekolumbiánus Mexikó, Guatemala, Belize, Honduras, Salvador, Nicaragua és Costa Rica

<sup>14</sup> Pre-Columbian Pottery Mushrooms from Mesoamerica <https://www.jstor.org/stable/278276?seq=1> ,  
Miniature Mushroom Stones from Guatemala <https://www.jstor.org/stable/278737>

<sup>15</sup> The Road to Eleusis: Unveiling the Secret of the Mysteries

<sup>16</sup> Entheogének: olyan pszichoaktív anyagok, melyek befolyással vannak az érzékelésre és a tudatra, leginkább szakrális kontextusban használatos. Antropológia tanulmányok szerint entheogéneket a világ legtöbb részén használják vallási, mágikus, sámáni vagy spirituális célokra.

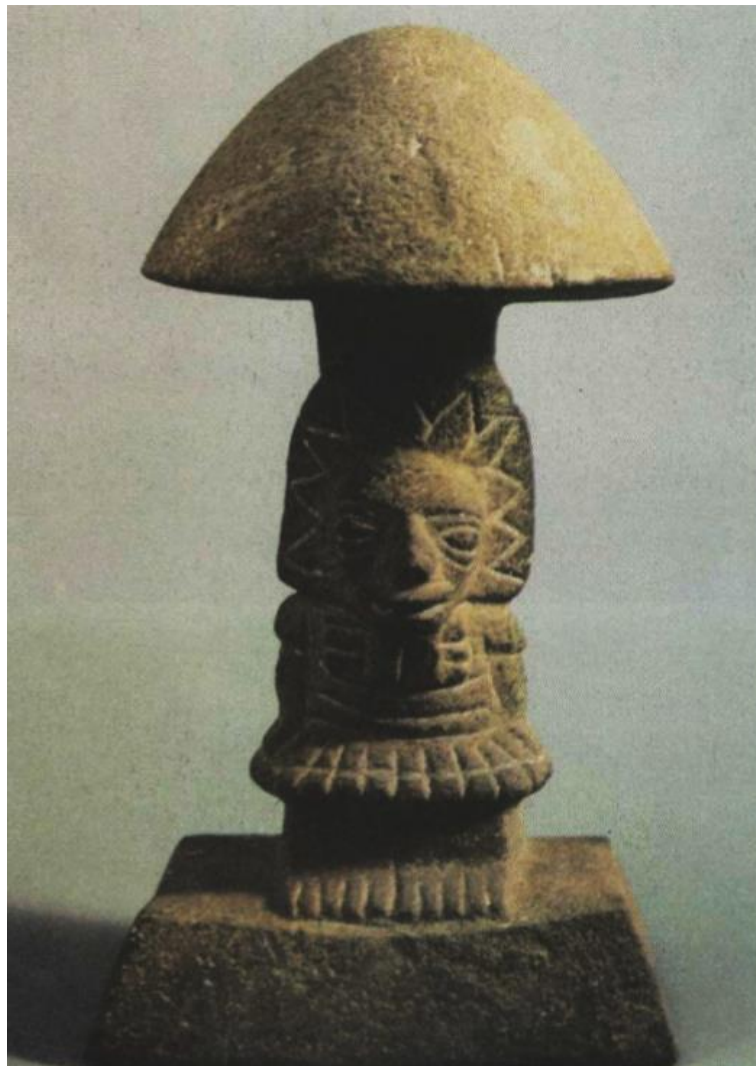
<sup>17</sup> Marshall McLuhan

<sup>18</sup> gyógyító





19



20

<sup>19</sup> 14-17 cm-es gombaszobrok Guatemalából, preklasszikus korszak, Stephan F. de Borhegyi

<sup>20</sup> Gombaistenséget ábrázoló kőszobor a maja kultúra klasszikus időszakából (Kr. u. 300-600). A szobor körülbelül 30 cm magas. (Rietberg Múzeum, Zürich)





21

<sup>21</sup> Les Très Riches Heures du duc de Berry / Berry herceg óráskönyve, november



## A micélium (gombagyökér) ökoszisztémában betöltött szerepe

Az ökológia szavunk a görög oikosz szóból ered, melynek jelentése lakóhely/ház/háztartás. Az emberi testre is tekinthetünk úgy, mint komplex ökoszisztémára, hiszen milliárdnyi gombának és baktériumnak szolgál lakóhelyül. Az emberi test pedig egy nagyobb egységnek, a tájnak a része. Különböző tájak nagyobb rendszerei a földi ökoszisztémának, és így tovább lehet haladni végtelen kicsitől a végtelen nagy felé: a sejtszintű intelligenciától (Arthur Reber) a planetáris intelligenciáig.<sup>22</sup>

A szárazföld ökoszisztémájának alapvető részét képezik a gombák: az általuk alkotott sűrű szövésű hálózat tartja össze a talajt. A Földön szinte mindenhol jelen vannak. A sivatagok felszínén, a tengerfenéken megbúvó üledékrétegekben és az Antarktisz fagyos tájain épp úgy, mint az emberek emésztőrendszerében. A legtöbb növény csak a gombák *közvetítésével* képes felvenni a tápanyagokat a talajból. A növények kb. 500 millió évvel ezelőtt a gombáknak köszönhető szimbiózis által juthattak csak a szárazföldre: a növényi gyökerek feladatát a gombák látták el. A ma ismert növényfajok több, mint 90%-a mikorrhiza gombáktól <sup>23</sup>függ: ezek a növények úgy fejlődnek csak rendesen, ha gyökérzetük kapcsolatot tud kialakítani a talajban élő gombafajokkal. Ezekből az együttműködésekben alakult ki az összes ma ismert életforma. A szárazföldi növények ősei azok a zöldalgák, melyek kb. 600 millió évvel ezelőtt kezdtek el az édesvizetől a szárazföldre vándorolni. Ezek az algaősök nem rendelkeztek gyökérrel, így nem voltak képesek a víz szállítására és tárolására, vagy éppen a talajból való tápanyagok kinyerésére. A tudományos konszenzus mai álláspontja az, hogy az algák csak a gombákkal való kapcsolat kialakítása révén tudtak eljutni a szárazföldre. Ezt a szimbiózist nevezzük mikorrhizakapcsolatnak, vagy gyökérkapcsoltságnak. A mikorrhizaképző gombák a gyökerei a szárazföldi élet minden későbbi formájának. A mikorrhiza elnevezés a görög rhiza (gyökerek) illetve mikosz (gombák) szóból tevődik össze. Az általunk ismert bioszféra a gombák és növények kapcsolatából jött létre, ez az alapja a szárazföldi életnek.<sup>24</sup> A micélium egy olyan kötőszövet, „élő varrat”, mely a világ jelentős részét összeköti. Annyira sűrű szövésű, hogy megmérni képtelenség volna. Egy egyszerű példa jól szemlélteti, mennyire kulcsfontosságú a szerepük: ha nem lenne micélium, az eső gyorsan elmosná a talajt.

hogyan nő a micélium?

Két kulcsfolyamat van, amik mentén az egyszerű gombafonalakból micéliumhálózat fejlődik: Elágaznak és összeolvadnak. A gombafonálnak el kell ágaznia, illetve össze is kell tudni olvadnia más szálakkal ahhoz, hogy összetett hálózatot tudjon alkotni. Összeolvadás előtt meg kell találnia az egyik gombafonálnak a másikat, ebből a célból vonzzák egymást: ezt a jelenséget hívjuk *önvezérlésnek*. A micéliumból azért lesz hálózat, mert a különböző gombafonalak össze tudnak egymással olvadni. Egy adott micéliumhálózatnak megvan a saját maga vonzására való képessége, illetve más micéliumhálózatokkal is össze tud olvadni. Terjedelmes mennyiségű információ megkülönböztetésére kell képesnek lenniük: meg kell állapítaniuk, hogy saját maguk egyik ágába ütköznek, vagy egy másik gombáéba. Ha egy másik gomba micéliumába futnak bele, el kell tudniuk dönteni, hogy az faj ellenséges-e rájuk nézve, avagy kompatibilis-e velük (az ivaros szaporodás szempontjából), vagy ezek közül egyik sem. A micélium megértésének egyik kulcsa az önvezérlés megértése, ugyanis e nélkül nem létezhetnének.

---

<sup>22</sup> Báthly Ágnes publikálás alatt álló tanulmánya

<sup>23</sup> mikorrhiza: növények és gombák közt kialakult szimbiózis

<sup>24</sup> Sheldrake, 2020

hogyan táplálkoznak a gombák?

A gombákat szokás „nagy lebontók”-ként is emlegetni. A gombák táplálkozási módja maga a micélium. Míg az állatok úgy táplálkoznak, hogy beviszik a testükbe azt, addig a gombák fordítva cselekednek: a testüket juttatják a táplálékba. Táplálkozása extracelluláris: emésztő savakat választanak ki a testükön kívül, amivel a táplálékot tápanyagokra bontják. Minél nagyobb felülettel lépnek kapcsolatba, annál több táplálékot tudnak megemészteni. Ahhoz, hogy táplálékforrásukba beférkőzzenek, nyomást kell kifejteniük. Vannak gombafajok, melyek akár ötven-nyolcvan atmoszférás nyomást is képesek kifejteni: ezzel az erővel akár a kevláron és más, rendkívül erős műanyagokon is képesek áthatolni.<sup>25</sup> A szárazföldön azért nőnek növények, mert a földtörténet során a gombák megemésztették a kőzeteket, és így a növények számára elérhetővé tették a tápanyagokat. A gombák (a baktériumokkal együtt) hozták létre a talajt, amelyben a növények nőnek. A gombák megemésztik a fát is, (ha nem így volna, a halott fák örökké halmozódna az erdőben). A gombák lebontják őket tápanyagokká, amelyeket újrahasznosítva új életet teremthetnek. A gombák tehát „világépítők”, akik maguk és mások számára alakítják a környezetet.<sup>26</sup>

Hogyan kommunikál a micélium?

A kommunikáció szavunk a latin *communicare*, *communicatum* ('közöl, közössé tesz, megbeszél') igéből ered, amely a *communis* ('közös') származéka. Már Walter Benjamin is megfogalmazta, hogy „A nyelv létezése nemcsak az emberi mentális kifejezés minden olyan területével párhuzamos, amelyben a nyelv valamilyen értelemben mindig benne rejlik, hanem abszolút mindennel. Nincs olyan esemény vagy dolog sem az élő vagy élettelen természetben, amely valamilyen módon ne lenne részese a nyelvnek”, de „az ember nyelve szavakban beszél”<sup>27</sup>. A nyelvet nem tagadja az emberen kívüli létezőktől és az élettelen entitásoktól sem.

Robin Wall Kimmerer Potawatomi<sup>28</sup> biológus *Speaking of nature* című esszéjében a következőképp vélekedik a nyelv, a kolonizáció és a nem emberi cselekvők kapcsolatáról: „A nyelvi imperializmus mindig is a gyarmatosítás eszköze volt, melynek célja a történelem és az elűzött népek láthatóságának eltörlése volt, nyelvükkel együtt. Ötszáz évvel később azonban, egy átnevezett tájban, szinte láthatatlan eszközzé vált. Elfelejtjük az eredeti neveket, hogy a Hudson folyó "a folyó, amelyik kétfelé folyik", hogy Devils Tower a lakoták szent Bear Butte-ja volt. A helyek átnevezésén túl, úgy gondolom, hogy a nyelvi imperializmus legmélyebb tette az volt, hogy az *animális nyelv* helyébe a természet tárgyiasításának nyelve lépett, amely a szeretett földet élettelen tárgyként, az erdőt pedig fadarabokként jeleníti meg. Mivel nap mint nap ezzel a nyelvvel beszélünk és élünk, az elménket is gyarmatosította ez a felfogás, amely szerint a nem emberi élővilág és az élettelen tárgyak világa azonos státuszú. A buldózerekre, gombokra, bogyókra és pillangókra mind úgy hivatkozunk, mint ezekre<sup>29</sup>, mint dolgokra, akár élettelen ipari termékekről, akár élőlényekről van szó.”<sup>30</sup> A potawatomi indiánok nyelvén (ahogy a legtöbb őslakos indián nyelvben) nem különül el élő és élettelen. „A nyelv

---

<sup>25</sup> Sheldrake

<sup>26</sup> Tsing, *The mushroom at the end of the world*

<sup>27</sup> Benjamin, Walter (1916): *On language as such*, 1915

<sup>28</sup> Potawatomi / Pottawatomie egy indián nép az amerikai Alföldön, a Mississippi folyó felső részén és a Nagy-tavak nyugati régiójában

<sup>29</sup> az angol nyelvben használatos "it" névmására utal

<sup>30</sup> Robin Wall Kimmerer – *Speaking of Nature*

<https://www.globalonenessproject.org/library/essays/speaking-nature>

minden mondatban emlékeztet bennünket az egész élővilággal való rokonságunkra”.<sup>31</sup> A potawatomi nyelvben található egy szó, mely egy gombákkal kapcsolatos jelenséget sűrít össze egy szóba: *puhpowee*. Jelentése: „az az erdő, mely a gombákat arra készíti, hogy egyik napról a másikra előbújjanak a földből”. Az antropomorfizmustól viszont ezekben az esetekben sem tekinthetünk el. „Ha azt mondjuk, hogy egy növény tanul, dönt, kommunikál, vagy emlékszik, akkor vajon a növényt humanizáljuk, vagy inkább vegetalizálunk („növényiesítünk”) egy sor emberi fogalmat?” – teszi fel a kérdést Sheldrake.

(1.[https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmicb.2019.00619/full?fbclid=IwAR1ZXeKhBArarJw10d3Ay7stwNk93enuDDfSi7pEc5GcYi-gU\\_AyKeZe-DU](https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmicb.2019.00619/full?fbclid=IwAR1ZXeKhBArarJw10d3Ay7stwNk93enuDDfSi7pEc5GcYi-gU_AyKeZe-DU) micélium és elektromosság

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0147597583710157?fbclid=IwAR3lteZLOLMOIhxWk3RqMW8cu3M2y1GDiaGn9g2uxpOrTbDMQKc1kbBBTDg>

[https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-39504-8\\_23?fbclid=IwAR1LEy2IQSKkMmHTNZVrmVIMHiQzBTix7UnoZ\\_4ohSmm9IXgGFgly4d\\_Dck](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-39504-8_23?fbclid=IwAR1LEy2IQSKkMmHTNZVrmVIMHiQzBTix7UnoZ_4ohSmm9IXgGFgly4d_Dck) )

Az gombák intelligenciájának egyik híres és szemléletes példája a tokiói vasúthálózatok feltérképezése. A nyálkagombák ugyan nagyban különböznek a gombák többségétől (egysejtű élőlények) illetve a NASA is felhasználta a sötétanyag és az anyagelosztás feltérképezésére

A gombák kommunikációjának feltérképezése enyhén szólva is még csak gyerekcipőben járó kutatási terület. Nicolas P. Money fogalmazza meg „Hyphal and mycelial consciousness: the concept of the fungal mind” című közleményében, hogy „az információ folyamatos áramlása az élő sejtben (a micéliumban) a legbonyolultabb robotot is túlterhelné”.<sup>32</sup>

Mi alapján állítja, hogy tudatos a micélium?

A tanulmányban először a hifában zajló tevékenységet vizsgálják, majd áttérnek a hifakolóniákra, vagyis a micéliumhálózatra. A hifák vékony, nyomás alatt lévő citoplazmákból<sup>33</sup> álló csövek. Ezek a csövek képesek a szilárd anyagokban való növekedésre és táplálkozásra: a talajban utat törnek maguknak, behatolnak növényi és állati sejtekbe. ( szimbiopoezisre és az önszerveződésre kitérni) Továbbá ezek a mikroszkopikus szálak, a hifák képesek arra, hogy csúcsaikat (tips) meghosszabbítva nőjenek.

Az érzékenység és ingerlékenység ugyan nem egyenlők a tudatossággal, de kiindulópontként szolgálnak abban, hogy jobban megértsük a fonalas gombákat.

Ezeket a föld alatti hálózatokat szenzációhajhász módon sokszor „wood wide web”-nek is nevezik, utalva az internethálózattal kapcsolatos hasonlóságokra. Szerinte ez a metafora félrevezető a gombák megértése szempontjából.

Adamatzky a szenzitivitás, döntéshozó képesség, tanulás és memória alapján vizsgálja a gombákat.

„Ez a gazdag viselkedési repertoár lehetővé teszi a gombák számára, hogy alkalmazkodjanak a környezeti körülmények változásaihoz. Az internet nem mutat ilyen eredendő rugalmasságot. Ez egy

---

<sup>31</sup>Kimmerer, Braiding sweetgrass: indigenous wisdom, scientific knowledge, and the teachings of the plants

<sup>32</sup> Money, N. P. (2021) Hyphal and mycelial consciousness: the concept of the fungal mind

<sup>33</sup> Citoplazma: vízből, ásványi sókból, cukrokból, fehérjékből felépülő összetett anyag, mely kitölti a sejteket. Összetételét tekintve a víz dominál, 80-95%-ban tölti ki a citoplazmát. Az állatok országába tartozó élőlények sejtjeinek csaknem felét a citoplazma teszi ki.

hálózatnyi útvonal amely semmit sem hoz létre magától. Az élet felülmúlja a korlátokat ezt a szürke technológiát minden sejtben."<sup>34</sup>

Az információ nem helyhez kötött, a micélium egésze tud róla és ha valami történik az egyik pontban az gyorsan eljut a legtávolabbi pontjába is. Hogyan?

illetve mivel folyamatosan növeszti testét, saját mentális felépítése is változik? társadalmakra vetítve is átültethető lehet-e ez a kérdés (megintcsak antropomorfizáció) ?

Mit értünk intelligencia alatt?

Deleuz és Guattari rizóma elmélete egy metaforikus modell, ahol az azonosító maga a rizóma, egy micellális struktúra. A rizóma a gyöktörzs, melyből rengeteg hajtás képződik.

A rizóma nem hierarchikus elrendeződésű, a rizóma decentralizált, nem állandó, folyton elágazik, asszociációs, mozgásban van. A rizóma sokféle eltérő dolgot kapcsol össze ezzel új ötletek megszületését segíti elő. Rugalmas, adaptív, nem zárkózik el semmilyen ötlettől, nem egy már meglévő tudáson és nem meglévő információon alapszik. A rizóma térkép, és nem másolat!

„Ketten írtuk az Anti-Ödipuszt (Deleuze és Guattari). De mindketten eleve többen voltunk, s ez már szép kis mennyiség.” -> a tudás nem birtokolható, a tudás vándorol, egy ember tudása sok ember tudásából áll össze

„Nem arról van szó, hogy eljussunk addig a pontig, amikor az ember már nem mondja: én — odáig kellene eljutni, ahol már nincs fontossága annak, hogy mondjuk-e vagy sem.”

*„szervek nélküli test”*

„Az Egy kettő lesz: mindig, ha ezzel a kifejezéssel találkozunk, még ha Mao mondta is stratégiai okokból, vagy ha a lehető legdialektikusabb módon értjük, akkor is a legklasszikusabb és a legrégebbi, legfáradtabb gondolattal találjuk szembe magunkat. A természet nem így működik: maguk a gyökerek is karógyökerek, számos oldalsó és körkörös, de nem kétágú elágazással. A szellem késésben van a természethez képest.”

„A rizómában éppen ellenkezőleg a viszonylat, a vonatkozás, a kapcsolódás nem szükségszerűen nyelvi jellegű: eltérő szemiotikai láncszemek különféle kódolásmódokhoz kapcsolódnak, biológiai, politikai, ökonómiai stb. láncszemekhez, s ezzel nemcsak különféle jelrendszereket hoznak játékba, hanem a körülmények összejátszásából következő helyzeteket is.”

„Az egyik legfontosabb jegye az, hogy mindig többszörös bemenete van; e tekintetben a vacok állati rizóma, mely néha világosan elkülöníti a szökésvonalat, mint a továbbállásra szánt folyosót azoktól a rétegektől, amelyek lakhelyül vagy az élelem felhalmozására szolgálnak (pl. a pénzmapatkány esetében). A térképnek számos bejárata van, szemben a másolattal, ami mindig „ugyanarra” tér vissza. A térkép performancia kérdése, míg a másolat mindig egy állítólagos „kompetenciára” utal.”

---

<sup>34</sup> Adamatzky



## biodesign - felelősségteljes tervezés

„Ha valaki felismeri, hogy a világegyetem összességében egy evolúciós tervezési integritás, akkor belátja azt is, hogy egy végtelenül hatalmas tudatosságú és kompetenciájú priori értelem mindent áthatóan megnyilvánul.”<sup>35</sup> Buckminster Fuller

Hogyan lehet úgy élő és éltető rendszereket képezni melyben az etikai kérdések folyamatosan szem előtt vannak tartva?

Az építés szavunk etimológiája: éppé tenni. Ami ép, az egész, sértetlen, egészséges. Származékai: épség, épít, építés, építő, építmény, épül, épülés, épület, építkezik, építész, építészet.

Az élő szervezetekkel való együttműködés egyik formája a tervezésben, építészetben is egyre gyakoribb praxis, olyan határterületről van szó ahol a biomimikrit<sup>36</sup> meghaladva (hiszen itt már nem modellként, hanem partnerként tekintenek a természetre és az élőlényekre) próbálnak a kutatók és fejlesztők élő szervezetekkel dolgozni: legyen szó fákról, algákról, baktériumokról, vagy éppen gombákról. A biodesign egyik törekvése a határok feloldása és elmosása, elő-élettelen szembenállásának lágyítása, mesterséges-természetes ellentétek átértelmezése. A tervezés végterméke lehet egy lebomló-megújuló, bioalapú nyersanyag, nagyobb léptékben és az előzőből következően pedig ökológiailag előnyös folyamatok beindítása.<sup>37</sup>

Míg a konvencionális tervezési struktúrák többnyire statikusak és anyagilag homogének, ezzel szemben a biológiai struktúrák dinamikusak és anyagilag heterogének. Az élőlények ragálnak, növekednek, és alkalmazkodnak.<sup>38</sup>

A mélyökológia egy olyan ökofilozófiai irányzat, melyben a természet önértékére, a lények egyenlősége és egymásrautaltsága hangsúlyos. A mélyökológiát megelőző, fontos műnek tekinthető a 70-es években megjelent Gaia-elmélet<sup>39</sup>, mely szerint a Föld élőlényei és környezetük egy összetett, önszabályozó rendszert alkotnak: a Föld egyetlen hatalmas élő organizmus, amely saját magát szabályozza az élet és a környezet közötti egyensúly fenntartása érdekében. Az elmélet alapján a Föld minden élőlénye egy összefüggő rendszert alkot, amelyben az élőlények és a környezetük kölcsönhatásban vannak egymással, és együttműködve fenntartják a bolygó stabilitását. Arne Naess<sup>40</sup> norvég ökofilozófus volt az, aki megkülönböztette az úgynevezett „sekély” ökológiát a mélyökológiától. Szerinte a sekély mozgalmak emberközpontú szemlélettel tekintenek az ökológiai válságra: tisztában vannak a környezetszennyezés pusztító hatásaival, fontosnak tartják a fenttarthatóságot; ezzel szemben a mélyökológia törekvései nem az erőforrás-válságra fókuszálnak. Értelme és lényege abban a felismerésben rejlik, hogy az ipari társadalmak kialakulása, a városokba tömörülő hatalmas embercsoportok saját lényegükből vesztenek el valamit azáltal, hogy megszakították intim kapcsolatukat a természettel.

---

<sup>35</sup> Victor Papanek – Design for the real world

<sup>36</sup> A biomimetika vagy biomimikri a természet modelljeinek, rendszereinek és elemeinek lemásolása és utánzása összetett emberi problémák megoldása céljából.

<sup>37</sup> Blaumann Edit cikksorozata az építészfórumon <https://epiteszforum.hu/szerzo/blaumann-edit>

<sup>38</sup> Neri Oxman <https://www.biodesigned.org/neri-oxman/in-conversation>

<sup>39</sup> <https://hu.wikipedia.org/wiki/Gaia-elm%C3%A9let>

<sup>40</sup> Arne Naess

(mit jelent ez gyakorlatban? kicsitől haladni a nagy felé. egyszerűsíteni. csoportosítani.

gyakorlati alkalmazása – építészet – design- (mezőgazdaság)

baktériumok és gombák lebontják a műanyagot

baktériumok algák és gombák felcserélhetik a nem lebomló és környezetszennyező anyagokat

fontos, hogy ezek az anyagok hogyan viselkednek a körforgásban – természetesen, lebomlanak)

## Anyagökológia / Material ecology

Az összefonódás kora<sup>41</sup>, (és Neri Oxman munkássága)

Míg az enciklopédisták kategorizálták és konkretizálták a tudományok közti határokat, addig mára világossá vált, hogy a határok feloldása és elmosása a cél. Számtalan új határterület jelent meg, a legkülönbözőbb diszciplínák művelői együttműködésre törekcsenek. A tudás többé nem tulajdonítható diszciplináris határoknak, és nem termelhető diszciplináris határok között, hanem teljesen összefonódik.

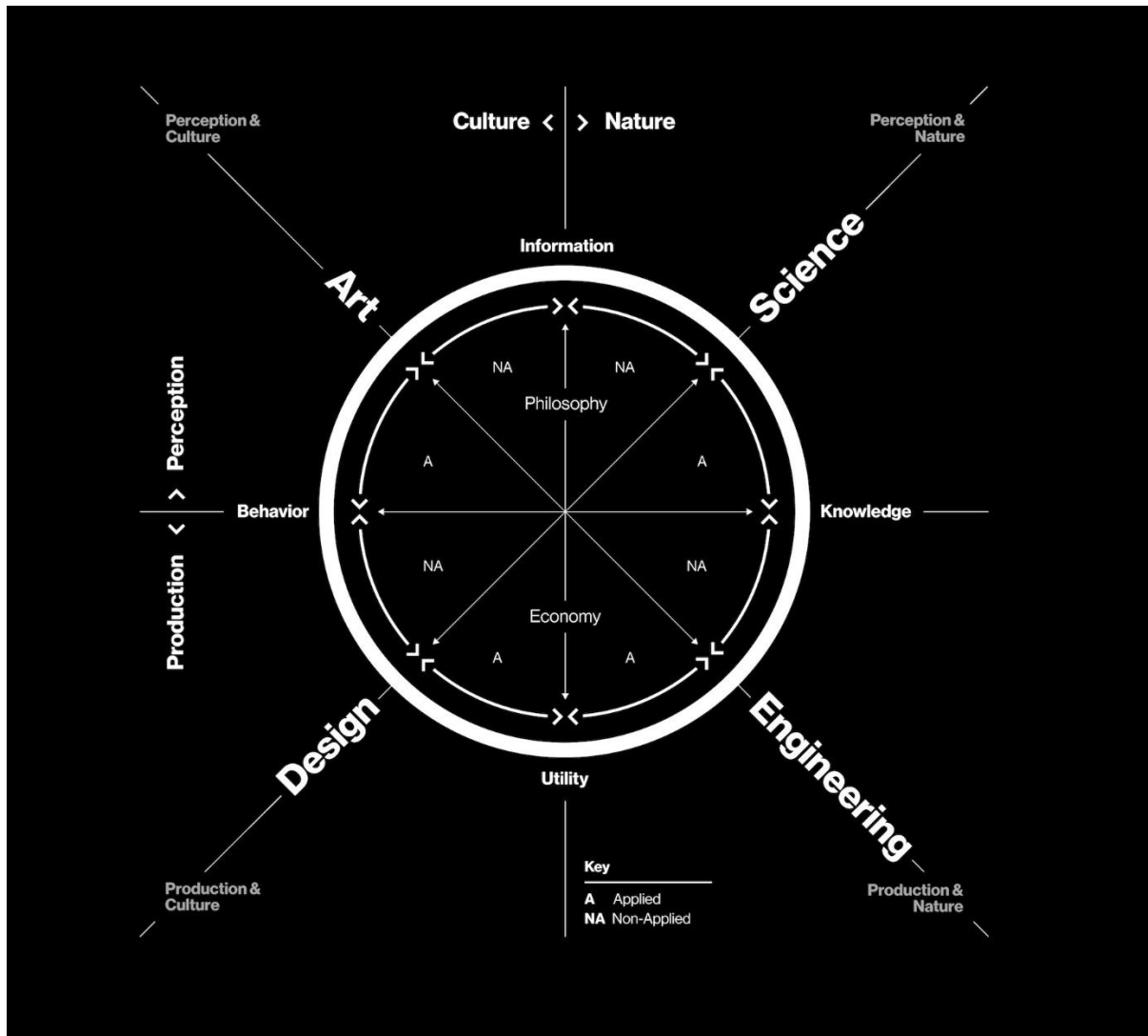
Oxman is utal Deleuz egy metaforájára, mely egy darázs és egy orchidea kapcsolatáról szól. Kihívássá válik a "részek" (a darázs és az orchidea) szétválasztása, amelyek az "egészet" alkotják (az orchidea szaporodási ciklusa, az ökológia működése). Bizonyos orchideákról ismert, hogy a nőstény darazsak fizikai és érzékszervi jellemzőit mutatják, hogy a hím darazsakat "fajokon átívelő udvarlási táncba" vonzzák, amely akkor bontakozik ki, amikor a darázs megpróbál párosodni egy virággal. E "tánc" során virágpor kerül a darázs testére. A növény által elcsábított darázs szó szerint bekerül az orchidea szaporodási apparátusába. Ez egy szemléletes példa arra vonatkozólag amit Deleuze és Guattari valamivé 'válás'-nak (becoming) nevez: a darázs az orchidea szaporodási ciklusába besorozva részt vesz az orchideává válásban. Ez nem utánzás, hanem a darázs testének valódi beépülése az orchidea szaporodásába. Ugyanez igaz magára az orchideára is, amely nem a nőstény darázs lemásolásával, hanem a darázs és a darázs közötti megkülönböztethetlenség zónájába való átlépéssel, egy sor de- és re-territorializációval válik darázssá.

(Latour- love your monsters )

---

<sup>41</sup> Neri Oxman <https://jods.mitpress.mit.edu/pub/ageofentanglement/release/1>

A Neri Oxman által tervezett kreativitás kör, mely a Walter Gropius által 1922-ben készített Bauhaus tantervi diagramja által inspirált ciklus: a Bauhaus-oktatás holisztikus jellegét testesíti meg, amelyben a különböző diszciplináris háttérrel képviselő egyéni alkotók a művészet, a design és a társadalom megreformálására irányuló közös küldetés érdekében jöttek össze.



42

<sup>42</sup> The Krebs Cycle of creativity, Neri Oxman

A kísérletek nem a felfedezésről szólnak, hanem arról, hogy meghallgatjuk és lefordítjuk más lények tudását.

Micéliumkutató laborok, kezdetleges gyűjtés:

Norvégia, Bergen <https://www.bioregion.institute/latest/myceliumlab>

Hollandia <https://www.mnext.nl/en/mycelium-lab/> , <https://www.corpuscoli.com/>

NewYork <https://www.ecovative.com/>

Indonézia, jáva <https://mycl.bio/>

Svájc <https://crowtherlab.com/contact-us/> (ökolabor)

egyetemek, oktatás:

Aalto <https://chemarts.aalto.fi/index.php/about-teaching-and-learning/>

<https://biomaker.risd.edu/>

<https://www.biodesignchallenge.org/>



építészet, hulladék, micélium:

[https://hvg.hu/ingatlan/20211008\\_szigeteles\\_gombafonal\\_micelium\\_Biohm](https://hvg.hu/ingatlan/20211008_szigeteles_gombafonal_micelium_Biohm)

<https://epiteszforum.hu/uploads/files/2023/09/2023-09-27-0-biokompozit-ismerteto.pdf>

[https://hvg.hu/elet/20220118\\_Kuszobon\\_a\\_technologia\\_amivel\\_a\\_varosok\\_a\\_sajat\\_szemetukbol\\_tudnak\\_majd\\_epuleteket\\_emelni](https://hvg.hu/elet/20220118_Kuszobon_a_technologia_amivel_a_varosok_a_sajat_szemetukbol_tudnak_majd_epuleteket_emelni)

<https://www.dezeen.com/2022/01/18/blast-studio-tree-column-mycelium-design/>

A micéliumnak számtalan felhasználási formája jelen van a talajmegújítástól kezdve az építőanyagokon át, igyekszem bemutatni minél többet.

Az ökológiai cirkularitás minél tágabb kontextusban : pozitív és / regeneratív hatással rendelkezék

„Megengedni a természetnek, hogy ő irányítson”

A bioszinerergia gondolata azon az elképzelésen alapszik, miszerint minden élőlény kapcsolatban áll egymással, és hogy cselekedeteink hatással vannak az élet teljes hálójára. Ez azt jelenti, hogy emberként felelősséggel tartozunk azért, hogy úgy fejlődjünk, hogy ne akadályozzuk más fajok fejlődését.<sup>43</sup>

1. A műanyagalapú hőszigetelők kiváltása micéliummal

---

<sup>43</sup> <https://www.biohm.co.uk/about>