



**Akademia Sztuk Pięknych
im. Jana Matejki w Krakowie
Wydział Intermediów**

Katedra Obszarów Sztuki Intermediów
Pracownia Audiosfery

Nr albumu 11873

Agata Polak

Mycosphere 3.0

Artystyczno - naukowa eksploracja Internetu 3.0 poprzez grzybnię i jej
podziemne queerowe metodologie.

dyplomowa praca magisterska
promotor: prof. dr hab. Marek Chołoniewski
recenzentka: dr Justyna Górowska

Kraków 2025

1. Abstrakt.....	5
2. Wstęp.....	6
3. Tło teoretyczne.....	12
3.1. Biocybernetyka.....	12
3.2. Spatial web: tech 3.0.....	15
3.3. QueerEcology: Nothing more queer than nature.....	20
4 . Metodologia.....	26
4.1. MYCOSPHERE 3.0. Audiowizualna instalacja bio-art.....	29
5. Realizacja i dokumentacja.....	32
5.1. Mycosphere 3.0:.....	33
5.2. MUSHNET: System audio.....	43
5.2.1 MycoSynth.....	43
5.2.2. RyzoDistort – MycoProcessing.....	46
5.2.3. MycoPulsometer	48
5.3. MUSHNET: Warstwa wizualna.....	57
6. Podsumowanie.....	64
7. Bibliografia.....	70

“This work is dedicated
to all the alt.tech agents in the nations.”

1. Abstrakt

Część teoretyczna pracy *Mycosphere 3.0* składa się z pięciu rozdziałów. Pierwszy wprowadza w tematykę i krytykuje technokapitalizm, wskazując na konieczność tworzenia zdecentralizowanych systemów komunikacji. Drugi rozdział definiuje kluczowe pojęcia, analizuje literaturę i omawia relacje między teoriami queer, ekologią i technologią w kontekście biotechnologii oraz rozwoju Internetu. Trzeci rozdział opisuje proces twórczy, narzędzia i metodologię pracy. Przedstawia grzybnię jako zdecentralizowaną sieć, bada jej potencjał w kontekście Web 3.0. Omawia eksperymenty z sonifikacją, wykorzystanie sensorów oraz koncepcję Mushnet – organicznej sieci opartej na grzybni. Rozdział czwarty koncentruje się na realizacji instalacji audio-wizualnej, omawiając stworzone obiekty dźwiękowe i ich działanie. Piąty zawiera podsumowanie oraz refleksję na temat mojej pracy artystycznej.

Serdeczne podziękowania dla wszystkich, którzy wspierali mnie w trakcie pisania pracy. Dziękuję moim rodzicom za ich nieustanne wsparcie oraz motywację. Wyrazy wdzięczności kieruję również do Marka Chołoniewskiego, Piotra Madeja, Pauliny Darłak, Kuby Kuleszy i Darii Malickiej za pomoc, cenne rozmowy oraz inspirację w trakcie realizacji tego przedsięwzięcia.

2.Wstęp

Żyjemy w epoce szóstego wielkiego wymierania gatunków, topniejących lodowców, masowych pożarów i pomimo, że nie jest to specjalnie nowa wiadomość - bo proces ten rozpoczął się już w późnym plejstocenie, a nie z początku XX w. jak uważa większość społeczeństwa - dzisiejsze czasy są wyjątkowo rozedrgane¹. Wynika to z gwałtownego postępu technologicznego, nieporównywalnego do żadnego wcześniejszego etapu rozwoju naszej cywilizacji, które zwiększa zapotrzebowanie na energię, tym samym, emisję CO₂, jak wspomina mój były wykładowca, biolog i ekolog prof. dr hab. Piotr Skubała. Zmiany te można dostrzec zarówno w świecie fizycznym jak i w cyberprzestrzeni. Czy jesteśmy świadkami spełniania się teorii społeczno-politycznej postulowanej przez akceleratorystów², która zakłada, że przyspieszanie procesów techno-kapitalistycznych może doprowadzić do transformacji społeczeństwa lub nawet systemowego przełomu?

Technologia, która przez wieki była narzędziem³ poprawy jakości życia, dziś coraz częściej staje się narzędziem kontroli i wycisku w rękach "baronów technologicznych", dla których priorytetem jest maksymalizacja zysku kosztem społecznej i ekologicznej równowagi. Geert Lovink, autor wykładu pt: "Wymieranie internetu"⁴, wspomina, że stan chaosu w kontekście cyberkrytyki znany jest jako problem przeciążenia informacją wraz z jego psychicznymi objawami: rozproszeniem, wyczerpaniem i niepokojem, które wywołuje podprogowa, ekstraktywistyczna architektura mediów społecznościowych, dających iluzję wolności i sprawczości, w rzeczywistości kontrolowanej przez kilku big-techowych CEO⁵ monstrum. Irytacja społeczeństwa na systemy inwigilacji, nieskończonej weryfikacji tożsamości, oraz kontroli naszych danych narasta. Jak odzyskać technologię, która stała się narzędziem władzy najbogatszych jednostek, którym już dawno przestało zależeć na zrównoważonym rozwoju? Eliminując największych CEO za pomocą broni wydrukowanej na drukarce 3D, o co podejrzewają Luigi Mangione, czy może poprzez projektowanie alternatywnych systemów bio-techno-informacyjnych opartych na zdecentralizowanych strukturach Web 3.0?

¹ P. Skubała, *Szóste masowe wymieranie. Rozmowa z prof. dr. hab. Piotrem Skubalą*, „Onet Wiadomości”, online: <https://wiadomosci.onet.pl/nauka/szoste-masowe-wymieranie-rozmowa-z-prof-dr-hab-piotrem-skubala/qmr5fp6> [dostęp: 2023.10.10].

² *Akceleratorysta*, „Wikipedia”, online: <https://pl.wikipedia.org/wiki/Akceleratorysta> [dostęp: 2023.10.10].

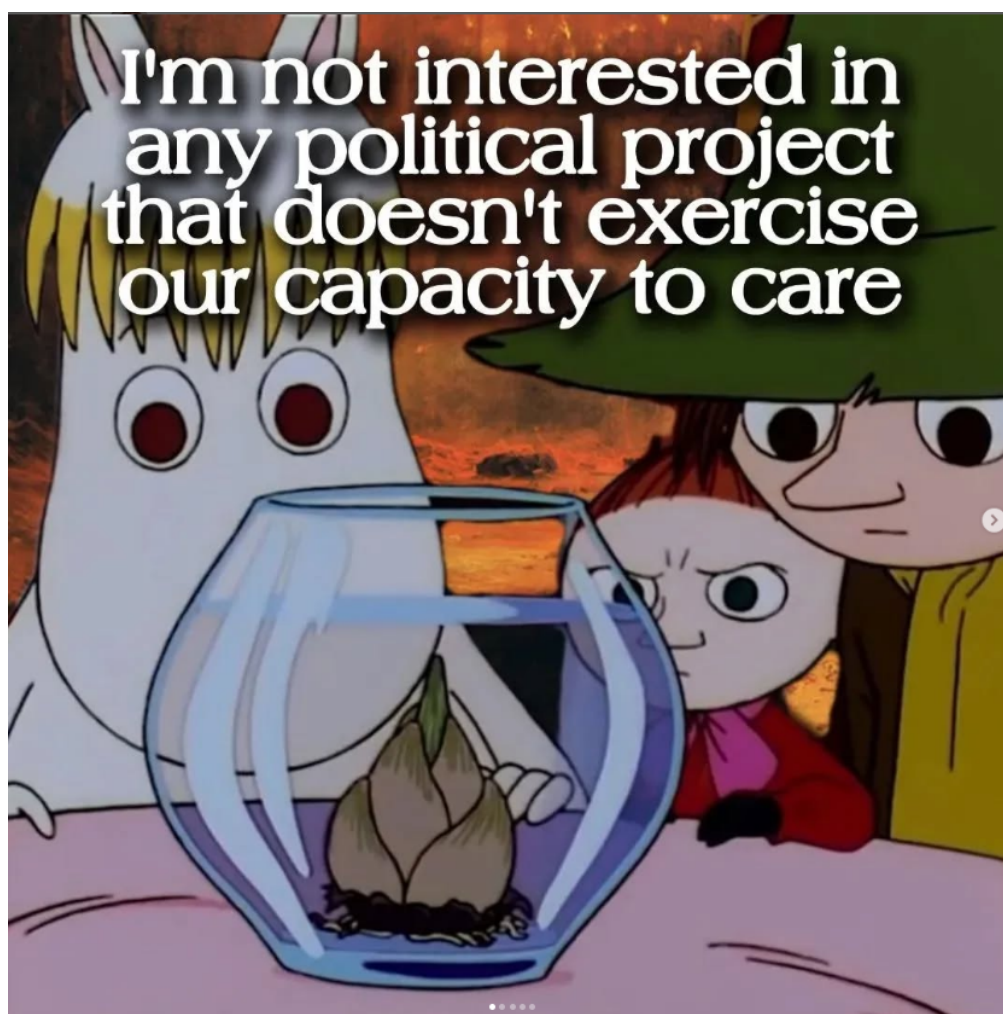
³ Telegraf, wynaleziony w XIX wieku, umożliwił błyskawiczną komunikację na odległość, lecz z czasem stał się narzędziem kontroli, pozwalając rządowi i korporacjom na monopolizację informacji oraz nadzór nad przepływem wiadomości.

⁴ G. Lovink, *Wymieranie internetu*, wyd. Grupa Robocza 2024, online: <https://wymieranie.mvu.pl/> [dostęp: 2025.01.10].

⁵ Big-Tech CEO – skrót od *Chief Executive Officer* w branży technologicznej, odnoszący się do liderów największych firm technologicznych, takich jak Elon Musk (Tesla, SpaceX), Tim Cook (Apple), Sundar Pichai (Google), Satya Nadella (Microsoft) czy Mark Zuckerberg (Meta Platforms).



Ryc.1. Mem romantyzujący Luigiego Mangione podejrzanego o zabójstwo dyrektora generalnego amerykańskiej firmy do spraw ubezpieczeń zdrowotnych - UnitedHealthcare autorstwa @cookedairforce1, Xspace, (dostęp: 5.12.2024 r.).



Ryc. 2. Mem zapośredniczony z aplikacji Instagram, konto użytkownika: @green.anarchist (dostęp: 10.01.2025 r.).



Ryc. 3. Tesla Cybertruck wypełniony fajerwerkami i paliwem zdetonownay przed The Trump International Hotel Las Vegas, in Las Vegas (28.12.2024 r.).

Jednym z fundamentów krytyki aktualnej kondycji techno-społecznej będzie radykalnie zaktualizowana, XXI-wieczna wersja psychoanalizy.⁶ W książce *The Third Unconscious* Franco Berardi⁷ sugeruje psychoanalizę, „która powinna przyjmować horyzont chaosu i wyczerpania za punkt wyjścia do refleksji”.⁸ Berardi przedstawia koncepcję nieświadomości, opartą na zrozumieniu techno-społecznego wymiaru umysłu, w świecie, który nie koncentruje się już na wzroście i (schizo)produktywności, ale na wymieraniu, lęku i dewzroście.⁹ Sugeruje on, że w pierwszej kolejności powinniśmy zrekonstruować „obwód biologiczno-informacyjno-psychiczny”. Aby to zrobić potrzebne jest zbiorowe zaangażowanie w budowaniu posthumanistycznej przyszłości, które uwzględni „sygnały, gesty językowe, podprogowe sugestie, podświadome zbieżności. To jest przestrzeń poezji, działania, które kształtuje nowe rodzaje wrażliwości”.

⁶ G. Lovink, *Wymieranie internetu*, wyd. Grupa Robocza 2024, online: <https://wymieranie.mvu.pl/> [dostęp: 2025.01.10].

⁷ Franco "Bifo" Berardi - włoski filozof, teoretyk kultury, aktywista i pisarz, który jest jednym z głównych działaczy tradycji autonomistycznej. Bada rolę mediów oraz technologii informacyjnej w czasach postindustrialnego kapitalizmu.

⁸ F. Berardi, *The Third Unconscious. The Psychosphere in the Viral Age*, London–New York: Verso 2021, s. 11.

⁹ G. Lovink, *Wymieranie internetu*, wyd. Grupa Robocza 2024, online: <https://wymieranie.mvu.pl/> [dostęp: 2025.01.10].

Podejmując się pracy nad projektem artystycznym **Mycosphere 3.0** przyświecało mi nie tylko podejście Berardiego do psychoanalizy, ale także myśl queerowej ekologii, która kwestionuje tradycyjne normy płci, seksualności i relacji międzyludzkich w kontekście środowiskowym, promując bardziej inkluzywne i zrównoważone sposoby życia.

Judith Butler, jedna z najbardziej wpływowych współczesnych teoretyczek feministycznych, badaczek w dziedzinie teorii queer oraz filozofii politycznej, przedstawia przekonujące argumenty na rzecz queerowej ekologii pokazując w jaki sposób heteroseksistowskie performanse płciowe wytwarzają metafizyczny układ, który oddziela „wnętrze” od „zewnątrz”. Wykorzystując książki Mary Douglas *„Purity and Danger”* oraz Julii Kristej *„Powers of Horror”*, Butler demonstruje, że układ „wnętrze-zewnątrz” podtrzymuje identyfikację płciową i rytuały wykluczenia, które nigdy nie mogą być całkowicie skuteczne – ciało po prostu nie jest nieprzepuszczalną, zamkniętą formą¹⁰. Butler podkreśla również, że „natura” jako taka powinna zostać gruntownie zrewidowana w kontekście ekologicznych pojęć współzależności¹¹ (Bodies, s. 4). Wszystkie formy życia, wraz ze środowiskami, które tworzą i zamieszkują, podważają granice między wnętrzem a zewnątrz na każdym poziomie. Kiedy badamy środowisko, migocze ono, a postacie wyłaniają się w „dziwnym zniekształceniu”¹². Kiedy środowisko staje się intymne – jak w naszej epoce ekologicznej paniki i naukowo mierzalnego ryzyka¹³ – przestaje być środowiskiem, ponieważ przestaje po prostu „dziać się” wokół nas, to tak jak różnica między pogodą a klimatem¹⁴.

Napędzana potrzebą poszukiwania nowych technologicznych rozwiązań, pełniących funkcję alternatywnych, zrównoważonych systemów web 3.0. stworzyłam audio-wizualną instalację artystyczną: biotechnologiczny system **Mycosphere 3.0**. Instalacja przedstawia sieć bio-informacyjnych powiązań między grzybnią, a pozostałymi elementami środowiska ujmując ją z grzybo-centrycznej, queerowej perspektywy.

“Zróbmy to w trudny sposób, od fundamentów (lub niefundamentów).
Zróbmy to w imię samej ekologii, która domaga się intymności z innymi
istotami, której domaga się również teoria queer. Zróbmy to, ponieważ wymaga
tego nasza epoka”¹⁵ Zrobimy to ponieważ nauka jest zbyt ważna, by
pozostawić ją wyłącznie naukowcom”¹⁶.

¹⁰ J. Butler, *Gender Trouble: Feminism and the Subversion of Identity*, New York: Routledge 1990, s. 133–134.

¹¹ J. Butler, *Bodies That Matter: On the Discursive Limits of 'Sex'*, New York: Routledge 1993, s. 4.

¹² P.B. Shelley, *The Triumph of Life*, linia 183.

¹³ U. Beck, *Risk Society: Towards a New Modernity*, London: SAGE Publications 1992.

¹⁴ T. Morton, *Guest Column: Queer Ecology*, „PMLA”, t. 125, nr 2, 2010, s. 273–282.

¹⁵ C. Sandilands, G. Gaard, *Ecofeminist Perspectives*, „Undercurrents”, t. 5, 1993, s. 1–10.

¹⁶ T. Morton, *Guest Column: Queer Ecology*, op. cit., s. 275.

3. Tło teoretyczne

Dla odpowiedniego zrozumienia kierunku moich badań spekulatywnych oraz istoty stworzonej przeze mnie intermedialnej instalacji artystycznej, w pierwszej kolejności należy przybliżyć tło teoretyczne, które stanowiło pole do moich rozważań i działań twórczych. W tym celu niezbędne jest wyjaśnienie kluczowych pojęć i kontekstów, do których odwołałam się w trakcie powstawania pracy.

Zaczynam od biocybernetyki, interdyscyplinarnej dziedziny naukowej, następnie, aby zrozumieć ewolucję technologiczną, która stanowi ważną część w mojej pracy, śledzę historię rozwoju Internetu oraz technologii Web3 z podziałem na poszczególne generacje. Na ostatnim etapie, aby połączyć technologiczne i biologiczne wątki w spójną całość, odwołuję się do teorii queerowych ekologii. Wskazuje w jaki sposób prowadzony eksperyment artystyczno-badawczy może przyczynić się do projektowania alternatywnych systemów integrujących różne pola w zgodzie ze zrównoważonym rozwojem.

3.1. Biocybernetyka

Według encyklopedii wydawnictwa naukowego PWN definicja biocybernetyki jest następująca:

“Biocybernetyka [gr. bíos ‘życie’, kybernētikós ‘sterujący’], cybernetyka biologiczna, dział cybernetyki zajmujący się badaniem procesów sterowania lub przetwarzania informacji w żywych organizmach, w ich zbiorowiskach lub między żywymi organizmami i ich otoczeniem;”¹⁷

Biocybernetyka opiera się na używaniu modeli, z których każdy jest uproszczoną reprezentacją rzeczywistego systemu, procesu lub zjawiska. Stanowi narzędzie do opisu, analizy i symulacji procesów biologicznych, umożliwiając zrozumienie funkcjonowania układów biologicznych oraz ich interakcji z otoczeniem. Model można zbudować dla struktur biologicznych o różnych rozmiarach: molekuł związków chemicznych mających znaczenie w biologii, komórek, tkanek, całych narządów i wreszcie dla całego organizmu lub nawet jego sieci (koloni). Znaleziony model formalny (matematyczny), przepisany jest na model komputerowy, dający możliwość prowadzenia dalszych badań metodą symulacji. Modele wykorzystywane są jako narzędzie prognostyczno-kontrolne oraz do komunikacji między specjalistami różnych kierunków. Posługując się modelami biocybernetycznymi lekarze mogą skutecznie przekazać swoje analizy

¹⁷ *Biocybernetyka*, „Encyklopedia PWN”, online: <https://encyklopedia.pwn.pl/haslo/biocybernetyka:3877792.html> [dostęp: 2023.10.10].

inżynierom, a artyści mogą coś zasugerować fizykom¹⁸. Ponadto, zachowania poznawcze, takie jak uczenie się, podejmowanie decyzji, rozwiązywanie problemów i przewidywanie w organizmach bez mózgu lub ośrodkowego układu nerwowego, przyciągają coraz większe zainteresowanie¹⁹.

W biocybernetyce grzybnia może być modelowana jako system komunikujący się i wchodzący w interakcje z otoczeniem. Jej bioelektryczne właściwości pozwalają na badanie, jak sieć strzępek przesyła sygnały elektryczne, co może inspirować rozwój bioelektroniki i biokomputingu²⁰. Modele pozwalają również analizować interakcje grzybni z innymi organizmami w formie symbiozy z roślinami (mikoryza), czy konkurencji z bakteriami, oraz jako reakcję na zmienne środowiskowe. Symulacje tych procesów umożliwiają lepsze zrozumienie sposobów jakimi grzybnia się komunikuje, reaguje na bodźce i wpływa na otoczenie. Wraz z rozwojem tej dziedziny coraz więcej urządzeń technicznych wykorzystywanych do zbierania, przetwarzania i sterowania informacjami ustępuje układom biologicznymi o różnym poziomie skomplikowania. Odnosi się to zarówno do złożoności rozwiązywanych zadań, czasu na ich wykonanie, czy też do zapotrzebowania energetycznego - z zachowaniem podobnej niezawodności²¹. Prowadzone są badania nad biologicznymi algorytmami rządzoneymi prawami natury, które w swoim naturalnym środowisku pełnią funkcję przetwarzania informacji oraz sterowania żywymi układami. Obserwacje przekładają się na język (techniczny) człowieka, a następnie implikuje w poszukiwaniu nowych - alternatywnych - rozwiązań przy projektowaniu i sieciowaniu przestrzennym technologii 3.0. Rozwój tej dziedziny badań może poprawić nasze zrozumienie różnych podstawowych tematów naukowych, takich jak funkcje ekosystemu biotycznego i ewolucja systemów poznawczych między organizmami, a także zainspirować nowe pomysły na tworzenie biologicznych systemów obliczeniowych²². Poprzednie badania koncentrowały się głównie na roślinach²³ i śluzowcach²⁴. Znacząca dysproporcja znajduje się w ilości badań nad grzybami (*fungalia*), które są trzecim i najmniej zbadanym królestwem eukariontów²⁵. Zachowania w grzybni nie są kontrolowane centralnie, ale wynikają ze zbiorowych zachowań licznych końcówek strzępkowych, z których każda wyczuwa warunki

¹⁸ Co to jest biocybernetyka? Felieton, „AGH – Aktualności”, online:

<https://www.agh.edu.pl/aktualnosci/detail/co-to-jest-biocybernetyka-felieton> [dostęp: 2023.10.10].

¹⁹ P. Lyon, F. Keijzer, D. Arendt, M. Levin, *Reframing cognition: getting down to biological basics*, „Phil Trans R Soc B”, 376 (2021), Article 20190750.

²⁰ Biokomputing to dziedzina nauki, która łączy biologię z informatyką. Polega na wykorzystaniu systemów biologicznych (np. DNA, białek, komórek) do przetwarzania informacji lub tworzenia nowych technologii obliczeniowych.

²¹ Bionika, [w:] Encyklopedia PWN, online: <https://encyklopedia.pwn.pl/haslo/bionika;3877863.html>

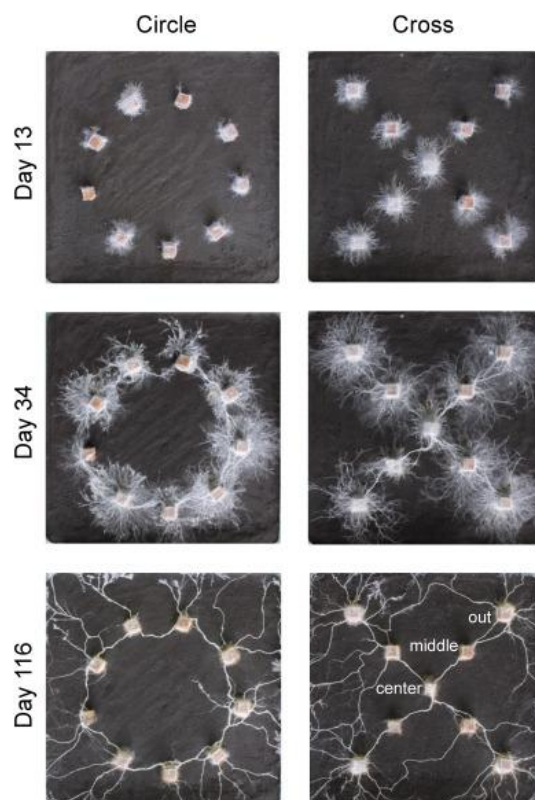
²² P. Lyon i in., *Reframing cognition...*, op. cit.

²³ Trewavas, A., *Plant Behaviour and Intelligence*. Oxford: Oxford University Press, (2014)

²⁴ Dussutour, A., Latty, T., Beekman, M., & Simpson, S. J. (2010). Amoeboid organism solves complex nutritional challenges. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(10), 4607–4611.

²⁵ K. Aleklett, L. Boddy, *Fungal behaviour: a new frontier in behavioural ecology*, „Trends Ecol. Evol.”, 36 (2021), s. 787–796.

środowiskowe, interakcje i nawiązywanie kontaktów²⁶.



Ryc. 4. Sieć strzępek *Phanerochaete velutina* rozwinięta na szalce glebowej w układzie kółko i krzyżyk na bloczkach drewnianych po inkubacji przez 13, 34 i 116 dni w temperaturze 20°C w ciemności²⁷.

3.2. Spatial web: tech 3.0

Początków technologii 3.0 możemy doszukiwać się wraz z powstaniem koncepcji Internetu. Jest to technologia ściśle z nim związana, a jej generacje nazywane są analogicznie do powstających generacji Internetu. W kształtowaniu idei, które później wpłynęły na powstanie Internetu główną rolę odegrał wizjoner i pionier w dziedzinie informatyki J.C.R. Licklider. W 1962 roku J.C.R. Licklider, pełniący funkcję dyrektora ds. informacji w Agencji Zaawansowanych Projektów Badawczych Pentagonu (ARPA), wpadł na innowacyjne w tamtym czasie rozwiązanie. Była to wizja nowego typu zdecentralizowanej globalnej sieci komputerowej. Licklider wierzył, że ta nowa sieć pozwoli zwykłym ludziom, z dowolnego miejsca na świecie, przeszukiwać biblioteki cyfrowe, komunikować się, dzielić się mediami, uczestniczyć w wydarzeniach kulturalnych, oglądać sport i rozrywkę oraz dokonywać zakupów wszelkiego rodzaju, uzyskując dostęp do

²⁶ L. Fukasawa, K. Hamano, K. Kaga, D. Akai, T. Takehi, *Spatial resource arrangement influences both network structures and activity of fungal mycelia: A form of pattern recognition?*, „Fungal Ecology”, t. 72, grudzień 2024 r.

²⁷ K. Aleklett, L. Boddy, dz. cyt., s. 787–796.

komputerów z własnych domów. Opisał ją jako "elektroniczne dobro wspólne otwarte dla wszystkich, główne i niezbędne medium interakcji informacyjnej dla rządów, instytucji, korporacji i jednostek"²⁸.

Już kilka lat później w 1969 roku sfinansowano pierwszy etap wizji Licklidera. W obliczu obaw przed wojną nuklearną w czasie zimnej wojny narodził się "ARPANET"²⁹ - bezpośredni przodek Internetu. Nowe podejście do sieci, mogło między innymi chronić przed "atakami pojedynczego uderzenia", zdolnego zadać śmiertelny cios scentralizowanej wówczas sieci telekomunikacyjnej Ameryki. ARPANET osiągnął ten cel dzięki nowemu rozwiązaniu jakim było przełączanie pakietów. Polegało na kierowaniu wiadomości w postaci "pakietów" danych między zdecentralizowaną siecią komputerów (węzłów), umożliwiając pakietowi znalezienie optymalnej trasy między nadawcą a odbiorcą. Dzięki temu wiadomość mogła dotrzeć do miejsca docelowego, nawet jeśli jeden lub więcej węzłów w sieci zostało naruszonych, a nawet zniszczonych, co doprowadziło do wynalezienia pakietu protokołów internetowych (TCP/IP). Im więcej pojawiało się węzłów, tym bardziej zdecentralizowana, bezpieczna i niezwykle cenna stawała się ta połączona sieć nazwana Internetem. Węzły Internetu były początkowo definiowane wyłącznie jako "komputery", a dokładniej jako serwery komputerowe, każdy z własnym identyfikatorem, zwanym adresem protokołu internetowego lub adresem IP³⁰. Od powstania sieci "ARPANET" do dzisiaj Internet rozrósł się radykalnie, ewoluując w kolejne generacje:

Web 1.0: (1989–2004) to pierwsza generacja Internetu, charakteryzująca się statycznymi stronami www. Użytkownicy mogli jedynie przeglądać treści publikowane przez firmy lub instytucje, bez możliwości interakcji – był to Internet „do czytania”. Popularne technologie tamtego okresu, takie jak HTML i HTTP, umożliwiały tworzenie prostych witryn informacyjnych, a wyszukiwarki i katalogi stron, np. Yahoo! czy AltaVista, dominowały w sieci.

Web 2.0: Termin Web 2.0 w 1999 r. użyła po raz pierwszy Darcy DiNucci, projektantka stron internetowych i ekspertka w dziedzinie doświadczeń użytkowników. Opisała go w artykule *Fragmented Future*³¹. Nazwa ta rozpowszechniła się w 2004 r., po serii konferencji na temat nowych technik internetowych, których celem było przywrócenie optymizmu i zaufania w branży przedsiębiorstw internetowych po gwałtownym spadku kursu papierów

²⁸ Gabriel Rene, Dan Mapes, *The Spatial Web: How Web 3.0 Will Connect Humans, Machines, and AI to Transform the World.*, 2019.

²⁹ „ARPANET”, online: <https://pl.wikipedia.org/wiki/ARPANET> [dostęp: 2023.10.05].

³⁰ Gabriel Rene, Dan Mapes, op. cit.

³¹ „Fragmented Future”, „Print”, t. 53, nr 4, 1999, s. 32, online: http://darcy.d.com/fragmented_future.pdf [dostęp: 2018.04.02].

wartościowych na giełdzie 9 marca 2000 r.³² Na konferencji *Sieć* przedstawiona została jako platforma, na której funkcjonują aplikacje i różne multimedialne strony internetowe. Ich rozwój związany był z działalnością użytkowników – rozumiano, że im więcej ich jest i wyraża swoje opinie i sugestie, tym lepsze można dzięki temu tworzyć aplikacje poprzez wprowadzanie ułatwień i aktualizacji³³. Sieć Web 2.0, w przeciwieństwie do swojej poprzedniczki, koncentruje się na interaktywności, współpracy użytkowników oraz dynamicznych treściach. Środek ciężkości stron www zostaje przesunięty w kierunku użytkownika. Autorzy przygotowują serwis, ale jądrem jego funkcjonowania są użytkownicy, którzy dostarczają zawartości (np. zdjęcia, pliki wideo, linki do ciekawych stron internetowych itp.) oraz tworzą społeczność użytkowników, która zaczyna ze sobą współpracować i żyć „własnym życiem”. Użytkownicy zaczęli aktywnie tworzyć i udostępniać treści dzięki platformom takim jak YouTube, Facebook czy Wikipedia, co przemieniło sieć w Internet „do czytania i pisanie”. Nowe technologie, takie jak AJAX, pozwalały na dynamiczne aktualizacje stron, co ułatwiło rozwój aplikacji internetowych i mediów społecznościowych, czyniąc Internet bardziej dostępnym i wszechobecnym³⁴.

Web 3.0: Termin został po raz pierwszy użyty w 2014 roku przez Gavina Wooda, współzałożyciela Ethereum, do opisanie jego wizji nowej, zdecentralizowanej wersji Internetu. Znany również jako Semantyczny Internet, odnosi się do kolejnej ewolucji Internetu, która ma na celu wzbogacenie sieci o możliwość rozumienia znaczenia (semantyki) danych przez maszyny. W semantycznym internecie informacje są strukturalnie powiązane, co pozwala komputerom i aplikacjom efektywniej interpretować i przetwarzać dane³⁵. Wykorzystuje sieci *peer-to-peer* czyli model komunikacji w sieci komputerowej zapewniający wszystkim hostom te same uprawnienia do przechowywania danych, co zwiększa bezpieczeństwo i kontrolę użytkowników nad ich informacjami, jednocześnie minimalizując ryzyko cenzury i manipulacji. W sieciach P2P każdy węzeł sieci zwany hostem, czyli np. komputer użytkownika, może jednocześnie pełnić rolę klienta i serwera³⁶. W przeciwieństwie do Web 2.0, Web 3.0 opiera się na rozproszonych sieciach blockchain, zamiast na treściach generowanych przez użytkowników i publikowanych na scentralizowanych serwerach kontrolowanych przez wielkie korporacje. Decentralizacja ma na celu zwiększenie bezpieczeństwa, transparentności i autonomii użytkowników w zakresie dysponowania danymi online. Internet Semantyczny wykorzystuje technologie przestrzenne (AR, VR, MR), fizyczne

³² R. Mociąg, *Pragmatyka Internetu. Web 2.0 jako środowisko*, Kraków: Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego 2013, s. 121–122.

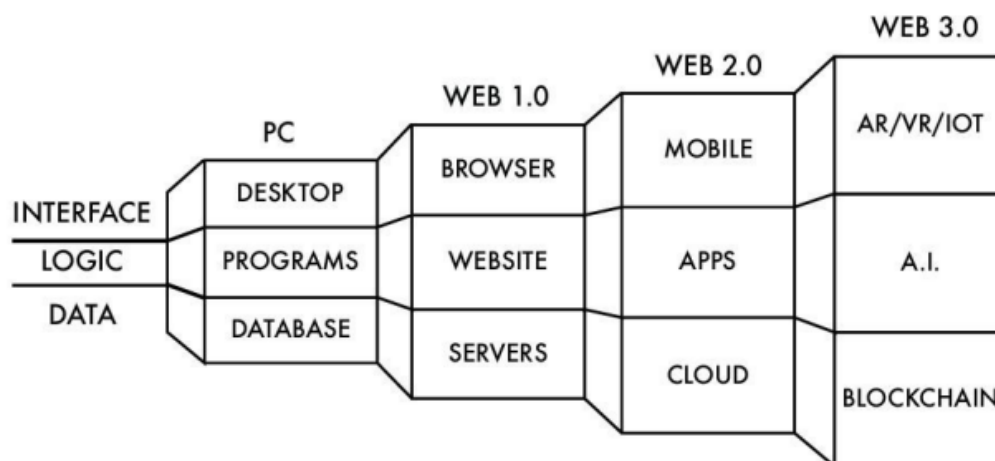
³³ T. O'Reilly, J. Battelle, *Web Squared: Web 2.0 Five Years On*, online: <http://www.web2summit.com/web-squared> [dostęp: 2019-01-08].

³⁴ Web 2.0, https://pl.wikipedia.org/wiki/Web_2.0#cite_note-4 [dostęp: 2025-01-10]

³⁵ T. Berners-Lee, J. Hendler, O. Lassila, *The Semantic Web*, „Scientific American” 2001

³⁶ *Peer-to-peer*, online: <https://pl.wikipedia.org/wiki/Peer-to-peer> [dostęp: 2025-01-11].

(IoT, Wearables, robotyka), kognitywne (ML, AI) i rozproszone (Blockchain, Edge) technologie obliczeniowe, jednocześnie jako część zintegrowanego stosu. Te cztery trendy obliczeniowe tworzą trzy poziomy Web 3.0³⁷.



Ryc. 5. Schemat opisujący charakterystykę poszczególnych generacji Internetu³⁸.

Web 3.0 jest technologią rozwijającą się dynamicznie, posiada wielowymiarowy - elastyczny charakter. Nie istnieje jedna definicja, określająca dokładne znaczenie pojęć web/tech 3.0. Może się ona różnić w zależności od kontekstu. Ewolucja Internetu przebiega etapami: Web 1.0 stworzył infrastrukturę, Web 2.0 wprowadził interaktywność, za to Web 3.0 rozwija decentralizację i samodzielność użytkowników oraz rozwija metaverse jako rodzaj nowej przestrzeni interakcji cyfrowej. Węzły Internetu nie obejmują już tylko serwery komputerowe, ale również smartfony, zegarki, urządzenia typu smart home, pojazdy, roboty oraz otwierają się na żywe organizmy łącząc **krzem z węglem**. Kierunek, w którym idzie rozwój technologii nadaje nowy wymiar sieci, tworząc - Sieć przestrzenną (**Spatial Web**)³⁹.

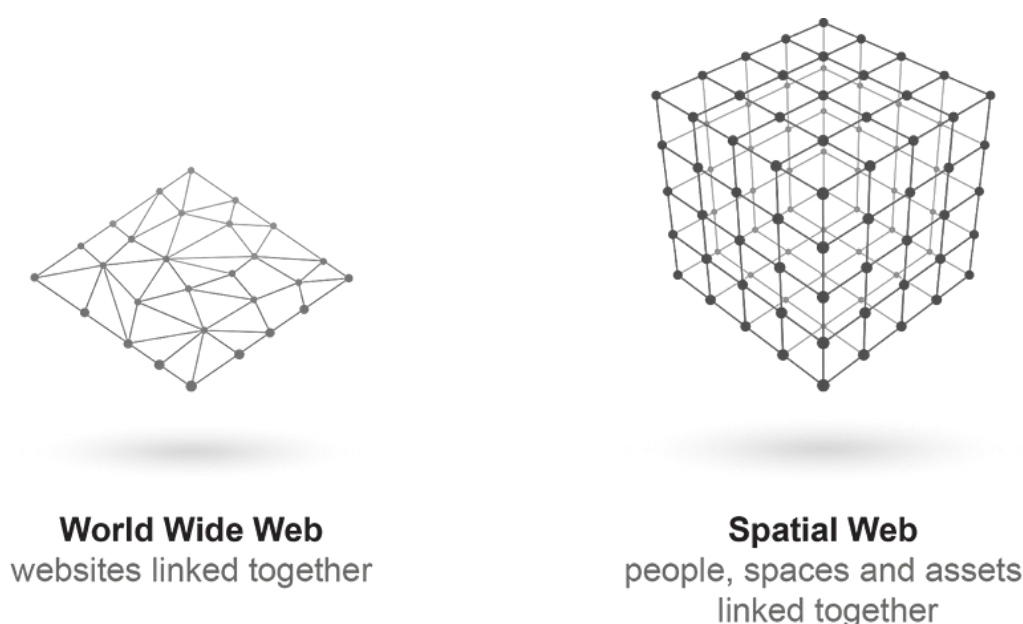
Spatial Web splata ze sobą wszystkie cyfrowe i fizyczne aspekty naszego przyszłego świata w tkankę nowego hiperuniwersum, w którym technologie obliczeniowe nowej generacji projektują ujednoliconą rzeczywistość. Cyfrowe i fizyczne życie staje się jednością. Jest to nowy rodzaj sieci, tzw. "żywa sieć" składająca się z wzajemnych powiązań między ludźmi, a innymi organizmami żywymi, miejscami i rzeczami, ich wirtualnymi

³⁷Gabriel Rene, Dan Mapes, op. cit.

³⁸Ibidem.

³⁹Ibidem.

odpowiednikami oraz interakcjami. Podobnie jak wcześniejsza sieć www, nowa sieć przestrzenna wymaga nowego kodu, aby ją ożywić, w tym także przeprogramowania etyczno-społecznego⁴⁰.



Ryc.6. Wizualizacja sieci www i Spatial Web⁴¹.

Wynika to stąd, że podczas przejścia z generacji 1.0 do 2.0, straciliśmy wiele z pierwotnych zasad projektowania. Korporacje i rządy zaczęły czerpać zyski z nadzoru, centralizacji i monetyzacji użytkowników sieci i ich danych, częściowo ze względu na ograniczenia nieodłącznej architektury sieci. Wraz z przejściem na Web 3.0 mamy okazję zająć się tymi ograniczeniami i przywrócić zdecentralizowaną naturę, która jest kluczowa dla pierwotnej wizji – stworzenia globalnego elektronicznego dobra wspólnego, otwartego dla wszystkich.⁴²

Doświadczamy cyfrowej transformacji świata, przekraczając próg ery Web 3.0 stajemy przed odpowiedzialnością naszych wyborów i ich konsekwencjami rzutującymi na całą planetę. I chociaż sama natura technologii wydaje się być neutralna, jej pojawienie się i przyspieszający rozwój hiperakcelerowny przez człowieka, odkrywający wrodzony potencjał do wyolbrzymiania zarówno najlepszych, jak i najgorszych ludzkich pragnień tworzy przestrzeń do manipulacji⁴³. Jeżeli Internet stracił po drodze swoje pierwotne założenie wizji

⁴⁰ Ibidem.

⁴¹ G. René, *What is the Spatial Web?*, online: <https://arinsider.co/2019/11/27/what-is-the-spatial-web/> [dostęp: 2025-01-29]

⁴² D. de Kerckhove, S. Metcalf, *op. cit.*, s. 16.

⁴³ Ibidem.

Lardcknersa o dobru wspólnym to może być na nowo przedefiniowany i odzyskany⁴⁴.

3.3. QueerEcology: *Nothing more queer than nature*

Queerowa ekologia to stale rozwijająca się dziedzina, przecinająca zarówno teorie queer, sprawiedliwości społecznej jak i nauki biologiczne, technologiczne, czy badania ekologiczne. Podważa ogólnie przyjętą praktykę interpretowania świata natury poprzez normatywną perspektywę. Teoria queerowych ekologii poszukuje bardziej integracyjnego i różnorodnego badania otaczającego nas świata oraz do kwestionowania i przemyślenia naszego zrozumienia relacji między żywymi istotami, ich środowiskiem i ich zachowaniami. Przyjęta perspektywa dekonstruuje tradycyjne binarne i dualistyczne ujęcie natury, takie jak „naturalny” lub „nienaturalny”, „żywy” lub „nieżywy” i „ludzki” lub „zwierzęcy”⁴⁵. Dążeniem tej teorii jest uplastycznienie pozornie stabilnych pojęć faktu, wiedzy, zdobywania wiedzy i nauki, których zreifikowana, zinstytucjonalizowana pozycja podtrzymuje powszechnie przyjęte założenia⁴⁶.

Zachodnie myślenie naukowe poszukuje bezpieczeństwa poprzez obiektywną ocenę, ale obiektywność nie ma przełożenia na queerowość, ponieważ próby określenia granic queerowości są już sprawowaniem władzy. Donna Haraway omawia fałszywość obiektywizmu w swoim eseju⁴⁷ na temat usytuowanej wiedzy, który opisuje częściową perspektywę, jaką każda osoba może mieć w zależności od czynników społeczno-politycznych wpływających na jej spojrzenie; te częściowe perspektywy tworzą mozaikę niechlujnej, warstwowej wiedzy, która zmierza w kierunku pewnej miary zmieniającej się obiektywności. Zachęca to do ponownego przemyślenia przedsięwzięć naukowych nie jako obserwacji podmiotów, ale jako interakcji z nimi⁴⁸. Ekologia queer odrzuca przekonanie, że człowiek stoi na szczycie hierarchii ekologicznej. Zamiast tego proponuje postrzeganie ludzi jako integralną część całej sieci życia, sugerując bardziej płynne, dynamiczne i relacyjne rozumienie tych kategorii.

Łączy się z innymi teoriami krytycznymi, takimi jak ekofeminizm, dekolonializm i krytyczne badania o zwierzętach, aby analizować jak kwestie płci, seksualności, rasy, klasy i gatunku są wzajemnie powiązane w kontekście środowiska. W sztuce jest wykorzystywana w tworzeniu alternatywnych narracji o

⁴⁴ Ibidem.

⁴⁵ C. Sandilands, *Queer Ecology*, online: <https://keywords.nyupress.org/environmental-studies/essay/queer-ecology/> [dostęp: 2025-01-29].

⁴⁶ P. Kaishain, *The Science Underground: Mycology as a Queer Discipline*, online: https://www.researchgate.net/publication/341432466_The_Science_Underground_Mycology_as_a_Queer_Discipline [dostęp: 2025-01-29].

⁴⁷ Haraway, Donna. "Situated Knowledges: The Science Question in Feminism and the Privilege of Partial Perspective." *Feminist Studies* 14, no. 3 (1988): 575–599. <https://doi.org/10.2307/3178066>.

⁴⁸ Ibidem.

relacjach człowieka z naturą. W praktyce *Queer Ecology* oznacza zmianę języka i teorii naukowych w celu odzwierciedlenia prawdziwej natury.

“Powinniśmy przemyśleć. Jakiego rodzaju cyfrowe „technologie samych siebie” będą musiały zostać zaprojektowane ⁴⁹, aby umożliwić nam samopoznanie w sposób niezgodny z reżimami normatywnymi?” ⁵⁰

Jednym z przykładów takiego queer ekologicznego myślenia, które jednocześnie porównuje sieci grzybni do zdecentralizowanego Internetu jest teoria WWW: Wood Wide Web, która opowiada o międzygatunkowej współpracy, roślin i grzybów. Teorię Wood Wide Web wprowadziła do powszechnej świadomości kanadyjska ekolożka i badaczka lasów Suzanne Simard. W latach 90-tych XX wieku Simard przeprowadziła przełomowe badania, które wykazały, że drzewa w lesie komunikują się i wymieniają zasoby za pośrednictwem sieci grzybni (mikoryzy). Udowodniła, że starsze, większe drzewa (tzw. "mother trees") przekazują węglowodany, składniki odżywcze i chemiczne sygnały do młodszych drzew i innych roślin w swoim otoczeniu, co wspiera ich wzrost i przetrwanie. Jej badania, opublikowane w prestiżowych czasopismach naukowych, stały się fundamentem dla zrozumienia lasów jako złożonych, współzależnych ekosystemów. Simard spopularyzowała swoje odkrycia także poprzez wystąpienia publiczne, w tym popularne wystąpienie na TED pt. *"How trees talk to each other"*⁵¹. Odkrycie Wood Wide Web podsycało wizję gęstych grzybowych sieci jako miejsc troski, dzielenia się i wzajemnej pomocy, dzięki którym rośliny mogą uwolnić się od sztywnych hierarchii i rywalizacji o zasoby. Interpretacje te nie różnią się wiele od rozgwieżdżonych fantazji Internetu, głoszonych w ferworze lat dziewięćdziesiątych jako droga ucieczki od sztywnych struktur władzy XX wieku i wejście do cyfrowej utopii⁵². Jej praca wpłynęła nie tylko na ekologię, ale także na sztukę, literaturę i filozofię, inspirując ludzi do spojrzenia na naturę jako na sieć wzajemnych powiązań.

⁴⁹ Wpis Cat Queen Cole na Tumblr, online:

<https://catqueencole.tumblr.com/post/47116289181/michel-foucaults-guide-to-non-fascist-life>

⁵⁰G. Lovink, *Wymieranie internetu*, wyd. Grupa Robocza 2024, online: <https://wymieranie.mvu.pl/> [dostęp: 2025.01.10].

⁵¹ S. Simard, *How Trees Talk to Each Other*, online:

https://www.ted.com/talks/suzanne_simard_how_trees_talk_to_each_other, 2016 [dostęp: 2025-01-14].

⁵² M. Sheldrake, "Wood Wide Webs" w *Strzępki życia. O tym, jak grzyby tworzą nasz świat, zmieniają nasz umysł i kształtują naszą przyszłość*, Warszawa: Wydawnictwo Znak, 2023.



Ryc. 7. Okładka wydania Nature z sierpnia 1997 r., w którym termin „wood-wide web” został ukuty w odniesieniu do artykułu „Net transfer of carbon between ectomycorrhizal tree species in the field” autorstwa Simard et al.

Sieci grzybów rozciągają się na dziesiątki metrów, ale drzewa nie są równomiernie połączone. Starsze drzewa pełnią rolę kluczowych "węzłów", łącząc wiele innych drzew w lesie, co tworzy strukturę podobną do sieci www, gdzie większość połączeń koncentruje się wokół niewielkiej liczby dobrze połączonych punktów. Młode drzewa mają niewiele połączeń, w porównaniu do drzew starszych. Jeśli ktoś używa palca do przeskakiwania z drzewa na drzewo w całej sieci – co jest oczywiście rzeczą skoncentrowaną na roślinach – nie prześlizguje się przez las równomiernie. Za pośrednictwem tych "węzłów" można dostać się do dowolnego innego drzewa w kilku krokach. Jak zauważył Albert-László Barabási, fizyk związany z Uniwersytetem Notre Dame, pracujący naukowo w dziedzinie „scale-free networks” - sieć World Wide Web wydaje się mieć "więcej wspólnego z komórką lub systemem ekologicznym niż ze szwajcarskim zegarkiem". W 1999 roku, kiedy Barabási⁵³ i jego koledzy opublikowali pierwszą mapę sieci World Wide Web⁵⁴, odkryli podobny wzór. Strony sieci Web są połączone z innymi stronami sieci Web, ale nie wszystkie strony mają taką samą liczbę łączy. Zdecydowana większość stron ma tylko kilka połączeń. Niewielka liczba stron jest bardzo dobrze skomunikowana. Różnica między stronami z największą i najmniejszą liczbą linków jest ogromna: około 80% linków w sieci prowadzi do 15% stron. To samo dotyczy wielu innych typów sieci – od tras globalnych podróży lotniczych po sieci neuronowe w mózgu. W każdym przypadku dobrze skomunikowane huby umożliwiają przechodzenie przez sieć w niewielkiej liczbie kroków⁵⁵.

W książce Merlin Sheldrake "Strzępki życia", autor zwraca krytyczną uwagę na florocentryczną perspektywę teorii Wood Wide Web, sugerując, że grzyby tworzą splątane sieci, niezależnie od tego, czy łączą ze sobą rośliny, czy nie. Sieci grzybni, w które zaplatają się rośliny nazywane są sieciami mikoryzowymi. Ekosystemy są również związane sieciami grzybni saprofitycznej (niemikoryzowej), które przenikają przez ekosystemy na duże odległości i łączą gnijące liście z opadłymi gałązkami, duże spróchniałe pnie z rozkładającymi się korzeniami, a następnie grzybniami innych gatunków grzybów. Grzyby te tworzą szerokie sieci innego rodzaju: oparte na spożywaniu roślin, a nie na ich podtrzymywaniu. Każdy element sieci Wood Wide Web to grzyb prowadzący własne, niezależne życie. To mały punkt, który robi dużą różnicę. Gdy zaczynamy postrzegać grzyby jako aktywnych uczestników, zmienia się nasze spojrzenie na sieci mikoryzowe. Grzybocentryczny punkt widzenia jest pomocny w pytaniu, czym interesom służą wspólne sieci mikoryzowe.

Grzyby mikoryzowe, utrzymujące przy życiu różne rośliny, czerpią korzyści z posiadania wielu partnerów. Dywersyfikacja zapewnia im przetrwanie – jeśli jedna

⁵³ Albert-Laszlo Barabasi – fizyk związany z Uniwersytetem Notre Dame. Pracuje naukowo w dziedzinie „scale-free networks”.

⁵⁴ World Wide Web (WWW), czyli ogólnosiwiatową sieć, która umożliwia przeglądanie stron internetowych za pomocą przeglądarek

⁵⁵ Ibidem.

roślina obumrze, inne wciąż mogą dostarczać im niezbędnych substancji. Na przykład grzyb współpracujący ze storczykami może wspierać młodą roślinę w okresie wzrostu, licząc na to, że w przyszłości „spłaci ona dług”, dostarczając mu węgla. Takie spojrzenie pozwala uniknąć postrzegania mikoryzy jako aktu altruizmu – zamiast tego ujawnia strategiczne, wzajemne zależności.

Grzybnia pełni także funkcję biologicznych korytarzy, po których poruszają się bakterie. Niektóre z nich wykorzystują grzybowe szlaki do przemieszczania się w glebie, inne współpracują z grzybami, wspomagając ich wzrost i metabolizm, a jeszcze inne pełnią rolę drapieżników, ścigających swoją zdobycz wzdłuż grzybowych włókien. Możliwości są jeszcze bardziej ekstrawaganckie. Rośliny wydzielają różnego rodzaju chemikalia. Na przykład, gdy rośliny bobu są atakowane przez mszyce, uwalniają pióropusze lotnych związków, które dryfują z rany i przyciągają pasożytnicze osy, które żerują na mszycach. Rośliny, które były połączone z rośliną zaatakowaną przez mszyce za pośrednictwem wspólnej sieci grzybów, zwiększyły produkcję lotnych związków obronnych, mimo że same nie spotkały mszyc. Pióropusze lotnych związków wytwarzanych przez rośliny były wystarczająco duże, aby przyciągnąć pasożytnicze osy, co sugeruje, że informacje przepływające między roślinami przez kanał grzybowy mogą mieć znaczenie w rzeczywistych warunkach. Odkrycie to ujawniło nieznaną wcześniej rolę współdzielonych sieci mikoryzowych. Roślina-dawca może nie tylko wpływać na odbiornik, ale jego wpływ może wyciekać poza odbiornik w postaci lotnych substancji chemicznych. Wspólna sieć mikoryzowa wpłynęła nie tylko na relacje między dwiema roślinami, ale także na relacje między dwiema roślinami, ich szkodnikami mszycami i ich sprzymierzeńcami osami.⁵⁶

Sieci grzybniowe to znacznie więcej niż tylko ruch zasobów – niezależnie od tego, czy są to bogate w energię związki węgla, składniki odżywcze czy wodę. Oprócz trucizn, hormony regulujące wzrost i rozwój roślin mogą przechodzić przez wspólne sieci mikoryzowe. U wielu gatunków grzybów jądra zawierające DNA i inne elementy genetyczne, takie jak wirusy lub RNA, mogą swobodnie przemieszczać się przez grzybnię, co sugeruje, że materiał genetyczny może przechodzić między roślinami przez grzybnię - chociaż możliwości te zostały wstępnie zbadane. Kolejną intrygującą możliwością grzybni jest przewodnictwo impulsów elektrycznych. Grzybnia niektórych gatunków grzybów może przewodzić skoki aktywności elektrycznej, które są wrażliwe na stymulację. Rośliny wykorzystują również sygnalizację elektryczną do komunikowania się między różnymi częściami siebie, a różne typy grzybni mogą się wzajemnie łączyć i współdziałać. Z punktu widzenia ewolucji, komunikacja poprzez grzybnię może być dla niej korzystna. Jeśli jest połączona z wieloma roślinami, atak szkodników na jedną z nich może stanowić zagrożenie również dla samego grzyba. W takich

⁵⁶ Ibidem.

sytuacjach przekazywanie sygnałów ostrzegawczych do innych roślin może aktywować ich mechanizmy obronne, np. zwiększoną produkcję substancji chemicznych przyciągających drapieżniki polujące na szkodniki. W ten sposób cała sieć zyskuje na stabilności. Podobny mechanizm może działać w przypadku roślin osłabionych chorobą – jeśli grzybnia łączy zdrowe i chore osobniki, może przekierowywać zasoby tam, gdzie są najbardziej potrzebne, wspierając przetrwanie ekosystemu jako całości. Zamiast postrzegać to jako formę altruizmu wobec roślin, warto przyjąć perspektywę mykocentryczną – grzybnia aktywnie zarządza przepływem zasobów, co zwiększa jej własne szanse na przeżycie i adaptację w zmiennym środowisku.⁵⁷

Nadal nie jest w pełni poznane, w jaki sposób sieci grzybni koordynują swoje zachowanie i utrzymują wzajemne połączenia, a tym bardziej jak regulują interakcje z innymi organizmami. Jednakże, dostępna wiedza wskazuje, że sieci grzybnie są raczej dynamicznymi procesami niż statycznymi strukturami. Wykazano, że sieci te mają zdolność do łączenia się, reorganizacji, przekierowywania przepływów substancji oraz uwalniania i reagowania na sygnały elektryczne i chemiczne. Te właściwości podkreślają ich rolę jako złożonych, adaptacyjnych systemów w ekosystemach. Byłyby wykazujące takie właściwości są klasyfikowane jako "złożone systemy adaptacyjne". Określa się je jako „złożone”, ponieważ ich zachowanie jest trudne do przewidzenia na podstawie analizy poszczególnych ich części składowych, a „adaptacyjne” – ze względu na zdolność do samoorganizacji w nowe formy lub wzorce zachowań w odpowiedzi na zmieniające się warunki środowiskowe. W takich systemach nawet niewielkie zmiany mogą prowadzić do znaczących efektów, które ujawniają się dopiero na poziomie całości systemu. Związki przyczynowo-skutkowe są często nieliniowe i trudne do jednoznacznego określenia, a pozornie nieistotne bodźce mogą wywoływać nieoczekiwane i złożone reakcje. Przykładami tego typu dynamiki są zjawiska takie jak kryzysy finansowe, kichanie czy orgazm. W kontekście współdzielonych sieci mikoryzowych, najlepszym podejściem jest traktowanie ich jako dynamiczne, nieliniowe systemy adaptacyjne, w których interakcje między grzybnią a innymi organizmami są kształtowane poprzez ciągłą wymianę sygnałów fizyczno chemicznych.

Jak w takim razie najlepiej myśleć o współdzielonych sieciach mikoryzowych? Czy mamy do czynienia z hiperorganizmem? Metropolią? Żywym Internetem? Czy sieci mikoryzowe można porównać do socjalizmu w glebie? Wszystkie te metafory są problematyczne, ale pytania, które rodzą się w kontekście Wood Wide Web, wykraczają poza proste analogie. Aby zrozumieć, jak naprawdę funkcjonują współdzielone sieci mikoryzowe w złożonych ekosystemach – co faktycznie robią, a nie tylko co są w stanie zrobić – konieczne może być

⁵⁷ Ibidem.

zastosowanie narzędzi konceptualnych, które pozwolą na ich analizę.⁵⁸

Queerowa ekologia i technologia łączą się poprzez wspólne kwestionowanie normatywnych struktur oraz eksplorację alternatywnych relacji i systemów. Oba te obszary podważają hierarchie, binarności i tradycyjne podziały, takie jak natura-kultura. Queerowa ekologia czerpie inspiracje z nieliniarnych sieci na przykład stępek grzybni, które wykazują analogie do technologii sieciowych, takich jak Internet czy blockchain. Technologia wspiera queerową ekologię, umożliwiając tworzenie innowacyjnych biomateriałów (np. wegańskiej skóry ze SCOBY⁵⁹ czy filamentu do druku 3D), eksperymenty z materialnością oraz wizualizację złożonych relacji w przestrzeni cyfrowej i naturalnej. Projekty artystyczne wykorzystujące bioinżynierię, interaktywne instalacje czy praktyki DIY przełamują normatywne struktury i otwierają przestrzeń dla nowych wizji przyszłości – opartych na różnorodności, współpracy i decentralizacji. Łączenie queerowych praktyk z technologią oznacza krytyczne przekształcanie jej w sposób podważający tradycyjne hierarchie i wykluczające systemy. Technologie, często odzwierciedlające dominujące normy, jak binarność płci czy kapitalistyczne modele produkcji, ograniczają dostępność i potencjał do wprowadzania zmian. Proces „queerowania” pozwala włączyć głosy i potrzeby marginalizowanych grup, tworząc bardziej otwarte systemy oraz alternatywne relacje między człowiekiem, środowiskiem i technologią. Poddana refleksji technologia może stać się narzędziem wspierającym współpracę i różnorodność, promując przy tym sprawiedliwość społeczną i ekologiczną. Przykłady takich działań to inkluzywne oprogramowanie, biomateriały inspirowane queerową wrażliwością czy artystyczne projekty redefiniujące związki technologii z naturą. Dzięki temu możliwe jest tworzenie bardziej sprawiedliwych wizji przyszłości, gdzie technologia staje się narzędziem emancypacji, a nie reprodukcji nierówności.

4. Metodologia

W swojej pracy artystycznej przedstawiam rozrastającą się grzybnię jako zdecentralizowaną sieć, stanowiącą analogię do Web 3.0 i technologii przyszłości. Rozwijam koncepcję przestrzennego Internetu (spatial Internet), wprowadzając do niej biologiczną, węglową warstwę. Stosując praktykę queerowych ekologii, nawiązuję do teorii Wood Wide Web, którą wzbogacam o grzybocentryczną perspektywę.

⁵⁸ Ibidem., s. 176.

⁵⁹ SCOBY to akronim od "Symbiotic Culture Of Bacteria and Yeast" (Symbiotyczna Kultura Bakterii i Drożdży). Jest to biologiczna matryca złożona z mikroorganizmów, które żyją w symbiozie i współpracują ze sobą, przekształcając cukry w kwasy organiczne, alkohol i dwutlenek węgla. SCOBY jest najczęściej kojarzone z produkcją fermentowanych napojów, takich jak kombucha.

Moja rozbudowana instalacja audio-wizualna łączy estetykę nadzoru z elementami low-tech, stanowiąc krytyczny komentarz wobec współczesnej sytuacji geopolitycznej zdominowanej przez technokapitalizm. Praca eksploruje możliwość tworzenia alternatywnych, symbiotycznych systemów, odpowiadających na problemy przeciążenia i centralizacji Internetu, przyspieszającego kapitalizmu oraz jego destrukcyjnego wpływu na klimat.

Stosuję interdyscyplinarne podejście, łącząc teorię eko-queerową z technologiami low-tech oraz elementami Web 3.0. Proces twórczy opiera się na badaniach struktur grzybni, eksperymentach z biologicznymi materiałami i ich integracji z danymi dźwiękowymi i wizualnymi. W warstwie technicznej wykorzystuję sensory mierzące napięcia elektryczne i zmienną rezystancję w grzybni. Dane te przekształcam na dźwięki i obrazy za pomocą Arduino oraz oprogramowania *open source*, takiego jak Mozzi Synth⁶⁰.

Poniżej przedstawione zostały kluczowe prace, które stanowiły istotne źródło inspiracji w procesie tworzenia instalacji. Wybrane koncepcje teoretyczne, artystyczne i naukowe wpłynęły na kształtowanie się założeń projektu, oferując zarówno ramy konceptualne, jak i praktyczne narzędzia do eksploracji złożonych relacji między technologią a naturą. Prace te obejmują zarówno teorie z zakresu queerowych ekologii i innowacyjnego podejścia do sztuki biotechnologicznej oraz krytycznej analizy technologii, tworząc wielowymiarową podstawę dla rozwoju instalacji.

- Geert Lovink - *Wymieranie internetu* - punkt odniesienia do krytyki centralizacji Internetu, nadmiernego techno kapitalizmu i wyczerpania obecnych struktur technologicznych.

- Andrew Adamatzky - *Propagation of electrical signals by fungi* – inspiracja do budowy obiektów wykorzystujących sygnały elektryczne generowane przez grzybnię, oraz pomiaru rezystancji.

- Suzanne Simard - teoria Wood Wide Web – podstawa do stworzenia alternatywnego, symbiotycznego systemu

- Yasmine Ostendorf-Rodríguez, *How to Become Fungal*; Merlin Sheldrake, *Entangled Life*; Catriona Sandilands, *Queer Ecologies* – inspiracje dla grzybocentrycznej perspektywy.

Używane materiały i technologie obejmują:

- Grzybnię, najczęściej bocznika ostrygowatego,
- Sensory do pomiaru zmiennej rezystancji i napięcia,
- Mozzi Synth i Arduino do generowania dźwięków,

⁶⁰ *Mozzi Synth* to biblioteka dla platformy Arduino, która umożliwia generowanie dźwięku syntetycznego w czasie rzeczywistym. *Mozzi Synth* – Arduino Library for Real-Time Sound Synthesis, „Sensorium”, online: <https://sensorium.github.io/Mozzi/> [dostęp: 2023.10.10].

- Elektrody umieszczone w grzybni, przewodzące dźwięki puszczone przez głośniki
- MycoPulsometer (miniTheremin) do pomiaru wewnętrznego pulsu grzybni
- Kamery CCTV do strumieniowania obrazu i monitorowania ruchu odbiorców,
- Mikroskop cyfrowy do powiększonego obrazowania struktury wybranych grzybów
- Materiały z recyklingu oraz biomateriały ze SCOBY do elementów obudowy, podkreślające ekologiczne i queerowe podejście,
- Czarny marker - do zapisywania notatek wizualnych na ścianach.
- Blender modele
- Prusa slicer druk 3D

Proces twórczy obejmował następujące etapy:

1. Hodowla grzybni.

Grzybnię bocznika ostrygowatego hodowałam w kontrolowanych warunkach, zapewniając jej optymalną wilgotność, temperaturę oraz odpowiednie podłoże. Dzięki szybkiemu wzrostowi i odporności bocznika możliwe było prowadzenie eksperymentów z integracją systemu elektronicznego.

2. Projektowanie sensorycznego systemu audio.

Sensory pomiarowe połączyłam z Arduino i Mozzi Synth, tworząc interfejs przekształcający zmienną rezystancję grzybni na sygnały dźwiękowe. Dodatkowo zbudowałam system umożliwiający odtwarzanie muzyki z wykorzystaniem przewodnictwa grzybni. Grzybnia przewodzi dźwięk, który jest odbierany z drugiego jej końca za pomocą elektrod połączonych z przedwzmacniaczem mikrofonowym.

3. Integracja wizualna.

Projektując obiekty trzymałam się minimalizmu i ascetycznych form, nawiązujących do estetyki low-tech. Wykorzystywałam bio-materiały oraz materiały z recyklingu. Dodatkowo stworzyłam system streamingu z ukrytych kamer CCTV na ekranie telewizora oraz używałam latarek i czerwonego światła, odwołując się do estetyki nadzoru. Notatki wizualne z przebiegu pracy zapisywałam na ścianach.

4.1. MYCOSPHERE 3.0. Audiowizualna instalacja bio-art.

Projektując bioakustyczną instalację skupiłam się na budowaniu spekulatywnego uniwersum Mycosphere 3.0, w którym postczłowiek⁶¹ oddaje kontrolę nad częścią cybernetycznych procesów, naturalnym agentom sieci⁶² - grzybom - poprzez rozwijanie technologii symbiotycznej skoncentrowanej na współpracy. W tym przypadku węzłami są nie tylko komputer czy urządzenia smart, lecz każdy kolejny organizm łączący się za pomocą grzybni w jedną sieć: drzewo, zwierzęta, a nawet elementy przyrody nieożywionej jak rozpuszczające się minerały skalne. W przeciwieństwie do założeń teorii Wood Wide Web w tym kontekście altruizm nie znajduje zastosowania, grzyby oferują możliwość podłączenia się do sieci grzybowej, w pakiecie niejednokrotnie dostarczając system anty wirusowy i bakteryjny, w zamian jednak, zapewniają sobie opiekę i pomoc w przyspieszeniu oraz ulepszaniu rozwoju swojej istoty - sieci strzępek. Dotyczy to nie tylko człowieka ale wszystkich innych istot, które korzystają z grzybowej sieci MUSHNET⁶³

Teoria Wood Wide Web nie jest w pełni satysfakcjonująca, ponieważ redukuje grzybnię do roli biernej struktury architektonicznej, pełniącej funkcję analogiczną do okablowania, służącego istotom postrzeganym jako „wyższe” – w tym przypadku drzewom. W takim ujęciu potrzeby i cele grzybni są marginalizowane, a jej podmiotowość pomijana. W prezentowanej pracy grzyby zajmują centralną pozycję, a ich rola wykracza poza funkcję pośrednika. Celem jest nawiązanie komunikacji z grzybnią, poznanie jej specyfiki oraz stworzenie warunków do współpracy opartej na wzajemności. Grzybnia przedstawiana jest jako wszechogarniający hiperorganizm⁶⁴, który gromadzi informacje ze środowiska, a następnie przetwarza je w sposób biointeligentny. Ten proces nie ogranicza się do prostego transferu substancji odżywczych, lecz obejmuje złożone mechanizmy przetwarzania danych środowiskowych, które umożliwiają adaptację i optymalizację funkcjonowania w ekosystemie. W ten sposób grzybnia zostaje ukazana jako aktywny podmiot, zdolny do samoorganizacji, podejmowania decyzji oraz wpływania na otoczenie, co podważa dotychczasowe hierarchie i nadaje jej równorzędną rolę w ekosystemie.

⁶¹ „Post człowiek” to termin, który pojawia się w wielu kontekstach – filozoficznym, technologicznym, kulturowym – często związany z transhumanizmem i posthumanizmem. Oznacza on wizję istoty ludzkiej, która przekracza swoje biologiczne i kulturowe ograniczenia, krytykuje humanistyczną wizję człowieka jako centrum wszechświata. Zamiast tego postuluje spojrzenie na człowieka jako część większego ekosystemu, współzależnego od innych gatunków i technologii.

⁶² Agenci sieci to dynamiczne podmioty, odnoszę to do koncepcji teorii aktora-sieci (Actor-Network Theory, ANT) Bruna Latoura. ANT zakłada, że zarówno byty ludzkie, jak i nie-ludzkie (np. grzyby, technologie, ekosystemy) mogą być aktywnymi uczestnikami w kształtowaniu rzeczywistości.

⁶³ Wyjaśnienie autorskiego terminu MUSHNET znajduje się w tekście na str. 31.

⁶⁴ Hiperorganizmem nazywany jest system lub zbiorowość, nazywamy system lub zbiorowość, która funkcjonuje jak jeden organizm, składając się z wielu jednostek współdziałających w sposób zintegrowany. Ten termin pojawia się w różnych kontekstach – od biologii, przez ekologię, aż po filozofię i futurologię.

W procesie projektowania autorskiej interpretacji alternatywnego systemu, wykorzystywałam teorię tzw. systemów symbiotycznych, czyli struktury technologii fizycznej, które współdziałają z organizmami żywymi w sposób przynoszący korzyści obu stronom. W nawiązaniu do biologicznej symbiozy, w której dwa organizmy współistnieją w sposób harmonijny, systemy te integrują technologie cyfrowe, biologiczne i fizyczne w celu realizacji wspólnych celów. Taka synergia pozwala na tworzenie hybrydowych rozwiązań, w których komponenty technologiczne i biologiczne wzajemnie się uzupełniają, optymalizując funkcjonowanie całego systemu. W ten sposób zaprojektowane struktury nie tylko naśladują naturalne procesy symbiotyczne, ale także rozwijają je, wprowadzając nowe możliwości interakcji między technologią a żywymi organizmami.



Ryc. 9. Schemat konwersji danych z biologicznych na cyfrowe.

Podczas tworzenia instalacji w przestrzeni skupiałam się na połączeniu estetyki nadzoru z minimalistycznym podejściem low-tech, aby podkreślić funkcjonalność i symbolikę całego projektu. Estetyka nadzoru została osiągnięta poprzez wykorzystanie kamer CCTV do dokumentacji i wizualizacji przestrzeni oraz czujników, które w czasie rzeczywistym rejestrują i sonifikują procesy zachodzące w grzybni. Ten aspekt instalacji nie tylko podkreśla technologiczny wymiar projektu, ale także zwraca uwagę na niewidzialne, lecz kluczowe procesy biologiczne, które często pozostają niezauważone. Minimalistyczne podejście low-tech oparte jest na prostocie i oszczędności formy, która nie dominuje nad odbiorcą, lecz skupia uwagę na istocie procesów biologicznych. Wykorzystane materiały są surowe, naturalne, często pochodzące z odzysku, co podkreśla zrównoważony charakter pracy. Struktura instalacji jest modułarna i otwarta, co pozwala na jej adaptację do różnych przestrzeni i kontekstów.

Organiczne kształty reprezentujące naturalne środowiska grzybni kontrastują z technologicznymi elementami, takimi jak adaptory, sieci kabli, przewody, czujniki czy ekrany, w połączeniu tworzą dzieło artystyczne o wyrafinowanej estetyce. Dodatkowo, wykorzystanie specyfiki miejsca, jakim jest dawna apteka, zachowująca architekturę laboratoryjną, tworzy heterotopię – koncepcję wprowadzoną przez Michela Foucaulta, opisującą przestrzenie realne, które funkcjonują jako miejsca „inne”, przekraczające i kwestionujące przypisane porządki⁶⁵. W tym kontekście, apteka staje się przestrzenią, w której zestawione są różne porządki rzeczywistości: przeszłość i teraźniejszość, natura i kultura, nauka i sztuka. To połączenie generuje nowe znaczenia i możliwości interpretacji oraz otwiera pole do tworzenia narracji opartej na spekulacji dotyczącej relacji między istotami ludzkimi, nadludzkimi, technologią i środowiskiem.

Heterotopie, zgodnie z definicją Foucaulta, to miejsca odmienne, które wymykają się zasadom porządkującym codzienne życie, tworząc przestrzenie alternatywne, w których normy społeczne i kulturowe są podważane lub przekształcane. W przypadku mojej pracy apteka jako heterotopijny mikroświat staje się miejscem, w którym historyczne konteksty lecznictwa i alchemii spotykają się ze współczesnymi eksperymentami bio-artowymi, a wytworzone podziały między dyscyplinami ulegają zatarciu, czas ulega zawieszeniu lub przetworzeniu na cykle biologiczne.

4.2. Mushnet: żywy mashnet⁶⁶.

Jest to spekulatywna wizja symbiotycznej żywej sieci, w której grzybnia działa jak rozproszony system przetwarzania informacji. Zamiast centralnego serwera, dane przesyłane są przez połączone strzępki, które pełnią funkcję węzłów sieciowych. Dzięki temu informacje mogą być przekazywane nawet wtedy, gdy część systemu przestaje działać.

Grzybnia, podobnie jak sieci komputerowe, potrafi przewodzić sygnały elektryczne i reagować na zmiany w swoim środowisku, co czyni ją naturalnym interfejsem do biokomputingu. W przyszłości technologie bioelektroniczne mogłyby wykorzystywać Mushnet do tworzenia organicznych sieci przetwarzania danych, które nie wymagają tradycyjnych układów scalonych, lecz bazują na przewodnictwie biologicznym i adaptacyjnych właściwościach organizmów.

⁶⁵ M. Foucault, *Of Other Spaces: Utopias and Heterotopias*, „Rethinking Architecture: A Reader in Cultural Theory”, red. N. Leach, New York: Routledge 1997, s. 330–336.

⁶⁶ Mesh network (sieć siatkowa) to rodzaj architektury sieci, w której urządzenia (węzły) są połączone bezpośrednio, tworząc rozproszoną strukturę, zamiast polegać na centralnym urządzeniu (takim jak router czy serwer). W tej sieci każdy węzeł może pełnić rolę zarówno nadawcy, jak i odbiorcy danych, a także może przekazywać dane do innych węzłów, co sprawia, że sieć jest bardziej elastyczna, odporna na awarie i skalowalna.

Mushnet mógłby być wykorzystywany w sytuacjach, w których tradycyjna infrastruktura sieciowa człowieka jest niedostępna lub niewydajna, czy też w sytuacjach, gdzie priorytetem jest prywatność, ponieważ dane nie muszą przechodzić przez scentralizowane serwery. Może ona również kontrolować (automatyzować) proste procesy biologiczne poprzez wymianę informacji między podłączonymi do serwera organizmami.

5. Realizacja i dokumentacja

Grzyby od dawna stanowiły przedmiot mojej fascynacji – ich symbiotyczne relacje międzygatunkowe, zdolność do adaptacji w niemal każdych warunkach, wszechobecność, a także ich niezwykle formy i aura tajemniczości, którą emanują, przyciągały moją uwagę. Myśl o stworzeniu Mycolabu, przestrzeni do badań i eksperymentów z grzybnią, kiełkowała w mojej głowie od kilku lat. Początkowo moje zainteresowanie przejawiało się w domowej uprawie grzybów i obserwacji ich rozwoju. W 2023 roku, podczas siedmiomiesięcznego pobytu w Berlinie, miałam okazję pracować m.in. na Floating University, gdzie uczestniczyłam w Climate Care Festival. Tam po raz pierwszy zetknęłam się z książką "Let's Become Fungal!"⁶⁷: Mycelium Teachings and the Arts" autorstwa Yasmine Ostendorf-Rodríguez, która stała się dla mnie punktem wyjścia do teoretycznych poszukiwań związanych z moją pracą dyplomową. Była to pierwsza eko-queerowa publikacja, która trafiła w moje ręce, otwierając przede mną nowe perspektywy na relacje między grzybnią, ekologią a sztuką. Po powrocie z Berlina nawiązałam współpracę z Darią Malicką⁶⁸, która podarowała mi książkę "Entangled Life" Merlina Sheldrake'a⁶⁹. Obie publikacje – zarówno "Let's Become Fungal!", jak i "Entangled Life" – przywołują teorię Wood Wide Web (WWW), która porusza temat mikoryzowych połączeń w glebie, porównując je do podziemnej sieci przypominającej Internet. Ten wątek od dawna pojawiał się w moich intuicyjnych przemyśleniach, jednak teoria WWW nie do końca odpowiadała moim poszukiwaniom. Była głównie florocentryczna, sprowadzając grzybnię do roli biernego pośrednika, pozbawiając ją podmiotowości i redukując jej funkcję do czysto altruistycznej. To podejście nie zgadzało się z moim rozumieniem grzybni jako aktywnego, inteligentnego organizmu, zdolnego do samodzielnego działania i podejmowania decyzji.

Za pośrednictwem Darii poznałam również Kubę Kuleszę, członka Fundacji Grupa Robocza, która ma swoją siedzibę w Aptece Designu w Krakowie. Kuba,

⁶⁷ Ostendorf-Rodríguez Y., *Let's Become Fungal!: Mycelial Learning and the Arts*

⁶⁸ Daria Malicka – projektantka, artystka sztuk wizualnych, wykładowczyni. Aktualnie uczy projektowania graficznego na kierunkach Art & Design i Komunikacja wizualna w Uniwersytecie im. Komisji Edukacji Narodowej w Krakowie. Doktor w dziedzinie sztuki, absolwentka Akademii Sztuk Pięknych w Katowicach oraz Instytutu Filozofii Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach.

⁶⁹ Sheldrake M., *Entangled Life: How Fungi Make Our Worlds, Change Our Minds & Shape Our Futures*, London, 2021.

zafascynowany tematyką agrocybernetyki i technologii low-tech, od razu zainteresował się moim projektem. Jego wsparcie okazało się nieocenione – pomógł mi zorganizować przestrzeń w budynku Apteki, przekształcając ją w laboratorium dedykowane badaniom grzybni. To właśnie tam, w otoczeniu historycznych wnętrz aptecznych, znalazłam idealne miejsce do realizacji mojej wizji – Mycolabu, które stało się przestrzenią eksperymentów i tworzenia nowych narracji na temat relacji między człowiekiem, technologią a naturą.

5.1. Mycosphere 3.0.

Wczesną wiosną 2024 rozpoczęłam organizację przestrzeni w Aptece Designu, która miała stać się miejscem realizacji mojego projektu. Początkowo moja dostępność do budynku była uzależniona od godzin funkcjonowania apteki oraz dyspozycyjności członków Fundacji Grupa Robocza. Z czasem, dzięki ich wsparciu, udało mi się uzyskać całodobowy dostęp do przestrzeni, co znacząco ułatwiło prowadzenie prac. Krakowskie Biuro Festiwalowe, związane z Apteką Designu, udzieliło mi nieodpłatnego wsparcia, zapewniając nie tylko miejsce, ale także pokrywając koszty mediów w trakcie trwania projektu. Środki na zakup niezbędnego wyposażenia laboratoryjnego pochodziły zarówno z moich prywatnych zasobów (tu pragnę podziękować moim rodzicom za ich hojne wsparcie), jak i z grantu „Nowi superbohaterowie”⁷⁰, przyznanego mi przez fundację „Nauka To Lubię” założoną przez Tomasza Rożka⁷¹. Dofinansowanie to umożliwiło mi zakup specjalistycznych materiałów i narzędzi, niezbędnych do realizacji eksperymentów z grzybnią oraz stworzenia instalacji Mycosphere 3.0. Dzięki temu wsparciu mogłam w pełni skupić się na rozwoju projektu, łącząc naukowe podejście z praktyką artystyczno-dźwiękową.

⁷⁰ „Nauka to lubię”, online: <https://naukatolubie.pl/granty/> [dostęp: 2024.01.10].

⁷¹ Tomasz Rożek – polski dziennikarz naukowy i fizyk, doktor nauk fizycznych, popularyzator nauki, założyciel Fundacji „Nauka. To Lubię”,



Ryc. 10. Budynek Apteki Designu wiosna 2024.

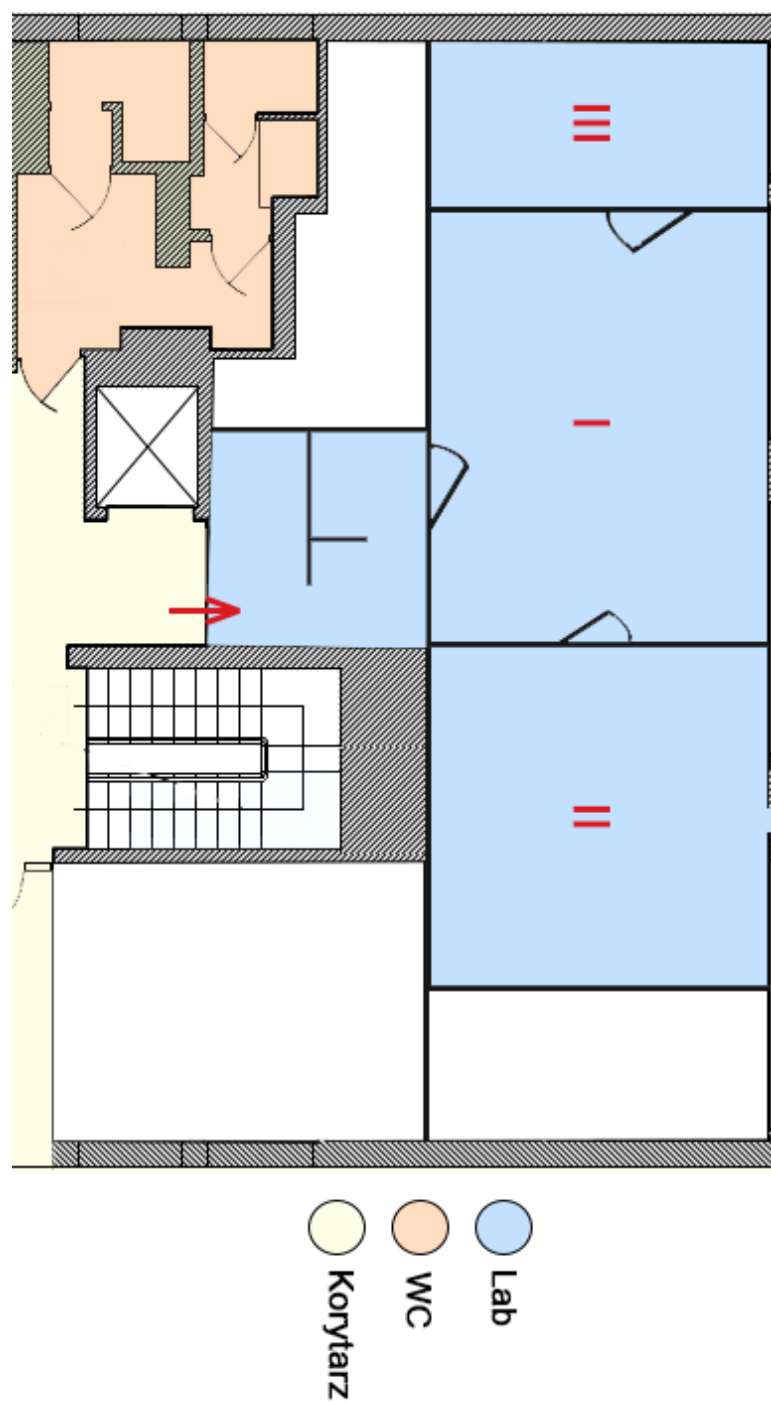


Ryc. 11 i 12. Początkowy stan przestrzeni laboratorium: *MYCOSPHERE 3.0*.



Ryc. 12. Początkowy stan przestrzeni laboratorium: *MYCOSPHERE 3.0*.

Pracę nad organizacją przestrzeni rozpoczęłam od podzielenia jej na trzy strefy funkcjonalne, co miało na celu optymalizację procesu badawczego i artystycznego. Największe pomieszczenie zostało przedzielone za pomocą foliowej ściany, wyposażonej w zamek błyskawiczny, co umożliwiło stworzenie oddzielnej, kontrolowanej strefy do pracy z grzybnią. Całość konstrukcji została zaprojektowana i wykonana przeze mnie, z uwzględnieniem wymogów sterylności oraz potrzeb związanych z prowadzeniem eksperymentów biologicznych. Ten podział przestrzeni pozwolił na wydzielenie stref o różnym przeznaczeniu, takich jak obszar hodowli grzybni, strefa monitorowania danych oraz przestrzeń do pracy koncepcyjnej i montażu instalacji, co znacząco usprawniło proces realizacji projektu.



Ryc. 13. Schemat rozkładu pomieszczeń: I przestrzeń do pracy “brudnej”, II przestrzeń do pracy “sterylnej”, III przestrzeń uprawowa.



Ryc. 14. Ściana wydzielająca przestrzeń do pracy sterylnej wykonana według autorskiego projektu.



Ryc. 15. DIY komora laminarna wykonana z plastikowego pojemnika, wentylatora i filtra HEPA⁷².



Ryc. 16. Inkubator wykonany z szafy oraz maty grzewczej.

⁷² HEPA (ang. High Efficiency Particulate Air) to rodzaj filtra powietrza charakteryzujący się wysoką skutecznością. Filtry HEPA są zaprojektowane do wychwytywania co najmniej 99,97% cząstek o wielkości 0,3 mikrona (μm) lub większych. Stosowane w urządzeniach i systemach wymagających wysokiej jakości filtracji, takich jak oczyszczacze powietrza, odkurzacze, systemy wentylacyjne, a także w laboratoriach i pomieszczeniach czystych.



Ryc. 17. Pomiar temperatury i wilgotności w inkubatorze oraz poza nim.



Ryc. 18. Inkubacja grzybni.

Praca nad projektem artystycznym z wykorzystaniem żywej materii wymagała nie tylko wiedzy teoretycznej, ale również cierpliwości, systematyczności i uważności. Każdy etap hodowli i opieki nad grzybnią stanowił proces budowania relacji z żywym organizmem, przypominający dialog z nie-ludzkim partnerem twórczym. Codzienna obserwacja rozwoju grzybni, dostosowywanie warunków wzrostu – takich jak wilgotność podłoża, dostęp powietrza czy natężenie światła – do jej potrzeb, wymagała precyzji i wrażliwości na sygnały płynące od organizmu. W pewnym sensie mój rytm pracy został podporządkowany biologicznemu rytmowi grzybni, co podkreślało wzajemne uzależnienie i współpracę między mną, a tym żywym systemem.

Proces klonowania grzybni wymagał szczególnej ostrożności, ale jednocześnie stanowił bardziej etyczne rozwiązanie niż ciągłe pozyskiwanie nowego materiału biologicznego. Dzięki tej metodzie mogłam podtrzymywać życie tej samej kolonii grzybni, minimalizując wpływ na środowisko i zachowując ciągłość eksperymentu. Praca nie tylko rozwinęła moje umiejętności techniczne, ale także nauczyła mnie większej uważności w podejściu do żywych organizmów. Wpłynęło to na moje rozumienie procesu twórczego, podkreślając wartość współistnienia i szacunku wobec organizmów, z którymi współpracowałam. Poprzez codzienną interakcję z grzybnią, projekt ten przekształcił się w badanie symbiotycznych relacji, które wykraczają poza tradycyjne podziały między podmiotem a przedmiotem, twórcą a materią. W ten sposób praca ta stała się zarówno eksperymentem naukowym, jak i artystycznym, łącząc metody badawcze z etycznym i krytycznym namysłem nad współistnieniem w świecie przyrody.



Ryc. 19. Fragment bocznika ostrygowatego poddany klonowaniu na pożywce agarowej.



Ryc. 20. Kolonizowanie grzybni (fot. Paulina Darłak).



Ryc. 21. Uprawa boczniaka ostrygowatego (fot. Paulina Darłak).



Ryc. 22. Owocnikowanie grzybni - proces, w którym grzybnia (wegetatywna część grzyba, składająca się z sieci strzępek) wytwarza owocniki, czyli struktury odpowiedzialne za produkcję i rozsiewanie zarodników. (Owocnik to to, co potocznie nazywamy grzybem.)



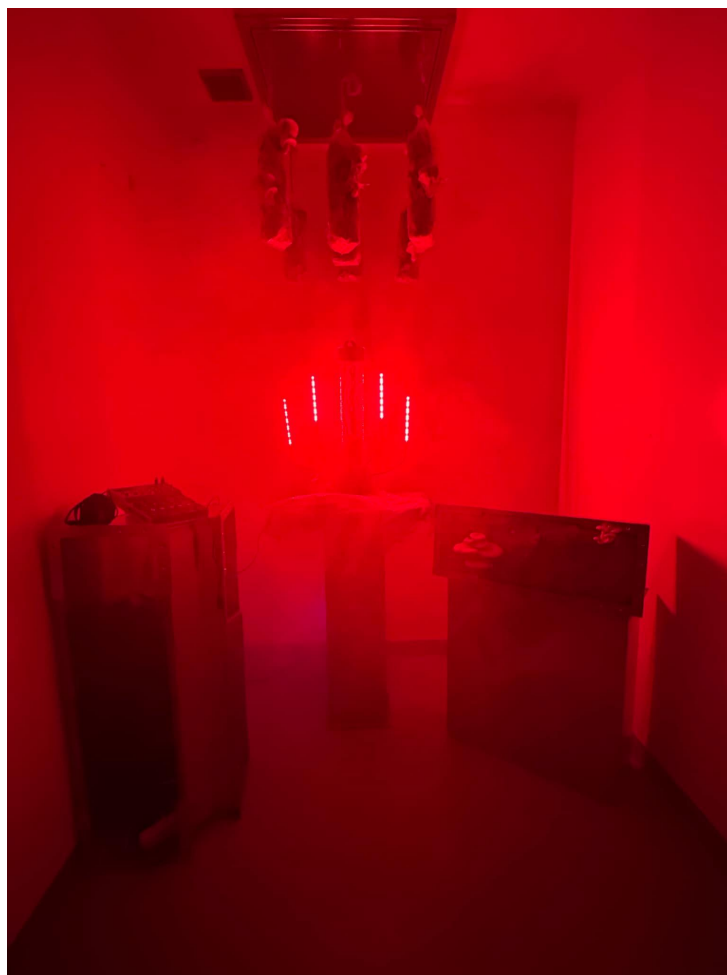
Ryc. 23. Bocznik różowy.

5.2. MUSHNET: System audio.

Głównym elementem mojej instalacji jest żywy system audio, który umożliwia sonifikację procesów zachodzących w grzybni, odzwierciedlając dynamiczny obraz jej funkcjonowania w czasie rzeczywistym. System ten składa się z trzech obiektów: MycoSynth, RyzoDistort, MycoPulsometer.

5.2.1. MycoSynth

Jest to bioartowy obiekt dźwiękowy (instrument) pełniący funkcję audio interfejsu dla grzybni rozwijającej się w jego wnętrzu. Wykorzystuje zdolność przewodzenia impulsów elektrycznych przez grzybnie oraz reaguje na procesy zachodzące w grzybni poprzez elektrody służące do pomiaru zmiennej rezystancji (oporności) grzybni.



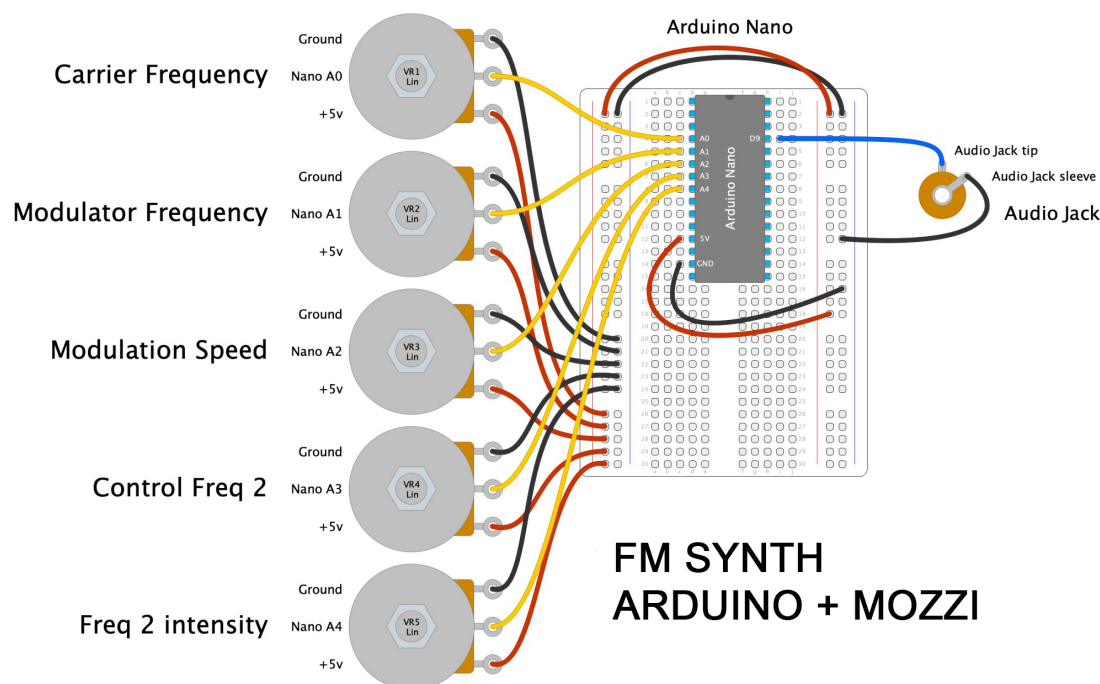
Ryc. 24. Ekspozycja MycoSynthu.

Biointerface zbudowany z wykorzystaniem biblioteki Mozzi Synth⁷³, potencjometrów i elektrod przerośniętych grzybnią pozwala na pomiar zmiennej rezystancji za pomocą dzielnika napięcia oraz przetwornika ADC w Arduino. Potencjometry umożliwiają dokładną kalibrację czułości, dostosowując system do właściwości grzybni i warunków eksperymentalnych. Regulują także parametry dźwięku, takie jak częstotliwość, barwa czy dynamika, co zwiększa możliwości twórcze i interaktywność układu. Dodatkowo odpowiadają za tłumienie zakłóceń i balansowanie sygnałów, co przekłada się na bardziej stabilną sonifikację. Pierwszy potencjometr na wejściu analogowym A0 pełni rolę carrier'a, czyli oscylatora generującego dźwięk, drugi na A1 działa jako podstawowy modulator, a kolejne tworzą kaskadę modulacji, w której każdy element wpływa na następny⁷⁴. Niskie częstotliwości kolejnych modulatorów działają w sposób zbliżony do stosowanych od dawna LFO (Low Frequency Oscillator).

Połączenie grzybni z układem Arduino zostało zrealizowane za pomocą dwóch elektrod wykonanych z nici przewodzących, wplecionych w włókna konopne, na których rozwija się grzybnia. Jedna z elektrod jest podłączona do zasilania 5V, natomiast druga łączy się z carrierem poprzez wejście analogowe A0 połączone ze środkowym pinem pierwszego potencjometra, pomiędzy masą GND a napięciem 5V. Wyjście audio uzyskujemy z wyjścia cyfrowego D9 i masy GND. Elektrody wyprowadzone z grzybni zostały celowo przerwane w połowie – jedna część przyjmuje formę haczyka, a druga pętli. Dzięki temu możliwe jest sterowanie momentem, w którym grzybnia zaczyna modulować syntezę FM. To rozwiązanie umożliwia także interakcję z odbiorcą – każda osoba może osobiście doświadczyć aktu włączania grzybni do współtworzenia dźwięku. Dodatkowo pozwala to na bezpośrednie porównanie dźwięku przed i po modulacji generowanej przez grzybnię, uwydatniając jej wpływ na proces syntezy.

⁷³ Biblioteka audio dla Arduino, używana jest do generowania i manipulowania dźwiękami. <https://sensorium.github.io/Mozzi/>

⁷⁴ Poszerzenie syntezy Mozzi Synth o dodatkowe 4 potencjometry autorstwa Kacpra Ziemianina i jego projektu Ctrl Freq Dryf synt z 2021 r.



Ryc. 25. Schemat Mozzi Synth na bazie Arduino i potencjometrów na płytce prototypowej.⁷⁵

Mozzi Synth działa w oparciu o syntezę FM (Frequency Modulation) polegającą na modulowaniu częstotliwości jednego oscylatora (nośnej) przez inny oscylator (modulator), co pozwala uzyskać bogate harmoniczne i dynamiczne brzmienia. Biointerface (OBIEKT I) działa jako pośrednik, tłumacząc sygnały grzyba na dźwięk i umożliwiając mu komunikację z systemem technologicznym.

Grzybnia, w interakcji z interfejsem modyfikuje proces syntezy FM, stając się częścią lokalnej, biologicznej sieci, która reaguje na sygnały elektryczne, podobnie jak sieć neuronowa. To pierwszy krok w kierunku projektowania biocybernetycznej protezy, która umożliwia wymianę informacji pomiędzy grzybnią a człowiekiem, oferując nowe możliwości w tworzeniu dźwięków. Synteza FM, wprowadzona przez Johna Chowninga⁷⁶, umożliwia tworzenie złożonych i dynamicznych brzmień, które dzięki integracji z grzybnią stają się bardziej organiczne i nieprzewidywalne. Grzybnia wprowadza zmienność, która tworzy bardziej dynamiczne i żywe dźwięki, otwierając nowe możliwości dla muzyki współczesnej.

Ta interakcja biologii i technologii prowadzi do nowego podejścia w kompozycji, w którym dźwięk jest dynamiczną, interaktywną reakcją. Muzyka staje się procesem współtworzenia, w którym artysta, technologia i organizmy

⁷⁵ Arduino FM Synth, online: <http://www.super-freq.com/arduino-fm-synth/> [dostęp: 2025.01.12].

⁷⁶ https://en.wikipedia.org/wiki/John_Chowning

biologiczne współdziałają w tworzeniu nowych doświadczeń dźwiękowych. Biotechnologiczna proteza rozszerza również zdolności grzyba, nadając mu nową formę ekspresji, której naturalnie by nie miał. Można więc powiedzieć, że interfejs jest częścią protezy, ale proteza wykracza poza samą transmisję sygnałów, stając się przedłużeniem i transformacją jego obecności w systemie.

W projekcie ważną rolę odgrywa wrażliwość na potrzeby żywego organizmu, wytworzenie środowiska, które jednocześnie wspiera rozwój grzybni i umożliwia jej interakcję z układem elektronicznym systemu audio.

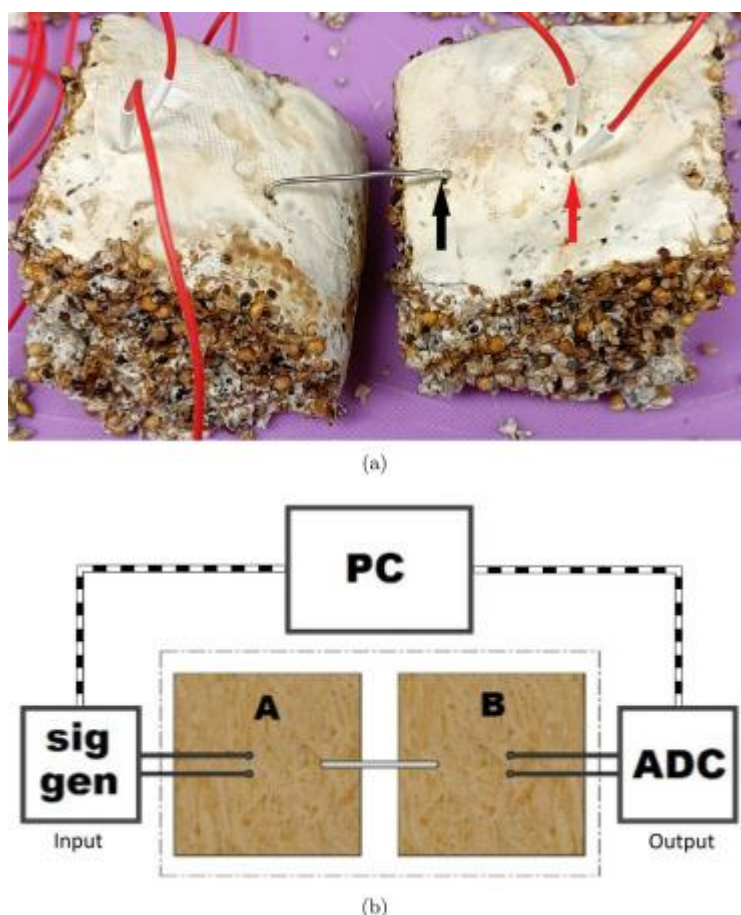
Grzybnia hodowana jest w szklanej rurze wykonanej ze szkła bromowego - odpornego na procesy sterylizacji, co zapewnia optymalne warunki do jej rozwoju. Szklana forma pełni funkcję ochronną, zabezpieczając grzybnię przed uszkodzeniami mechanicznymi, zanieczyszczeniami oraz innymi szkodliwymi czynnikami zewnętrznymi. Grzybnia rozwija się na substracie złożonym ze słomy, włókien konopnych oraz nici przewodzących, które umożliwiają monitorowanie jej aktywności elektrycznej. Szklany obiekt jest połączony z metalową konstrukcją wykonaną z elementów odzyskanych ze starej klimatyzacji, w której poprowadziłem kable elektryczne, tworząc zintegrowany system łączący komponenty biologiczne i technologiczne. Elementy maskujące, takie jak obudowy wydrukowane na drukarce 3D z wykorzystaniem PLA, czy osłony ze skóry SCOBY (Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast), zostały wykonane z materiałów biodegradowalnych. Projekt wpisuje się w koncepcję zrównoważonego projektowania, podkreślając synergę między biologią a technologią.

Jest to pierwsze fizyczne ogniwo MUSHNETU w moim spekulatywnym uniwersum MYCOSPHERE 3.0.

5.2.2. RyzoDistort – MycoProcessing

System umożliwiający przetwarzanie dźwięku bezpośrednio przez grzybnię. Nadaje ona charakterystyczne, przesterowane brzmienie wprowadzonemu materiałowi audio. Im niższa częstotliwość dźwięku wejściowego, tym większy poziom przesterowania; im wyższa, tym większa dokładność odwzorowania sygnału audio. System powstał na bazie badań⁷⁷ dotyczących przewodnictwa impulsów elektrycznych w grzybni.

⁷⁷ Mayne R., Roberts N., Phillips N., Weerasekera R., Adamatzky A., *Propagation of electrical signals by fungi*, *Physiological and Biochemical Zoology*, 83, 2010



Ryc. 26. RyzoDistort Schemat działania.

(a) Widok dwóch bloków grzybni połączonych ze sobą drutem platynowym (czarna strzałka), pokazujący połączenia elektrod (czerwona strzałka). Białe plamy to grzybnia.
 (b) Schemat sterowanego komputerowo (PC) wejścia z generatora sygnału („sig gen”) i rejestracji wyjścia za pomocą przetwornika analogowo-cyfrowego (ADC)⁷⁸.

System wykazuje właściwości przewodnika impulsów elektrycznych – jego oporność mierzona jest za pomocą dwóch elektrod porośniętych przez grzybnię. Inspiracją do tego rozwiązania była publikacja Adamatzky’ego dotycząca właściwości elektrycznych grzybów, w której opisuje on ich potencjalne funkcje przewodzące. Z jednej strony obiekt wykorzystuje przewodnictwo grzybni, a z drugiej – pełni funkcję bioprzestera, który modyfikuje wejściowy sygnał audio. Dzięki temu grzybnia staje się aktywnym współtwórcą ostatecznej kompozycji, wprowadzając unikalne, organiczne modulacje.

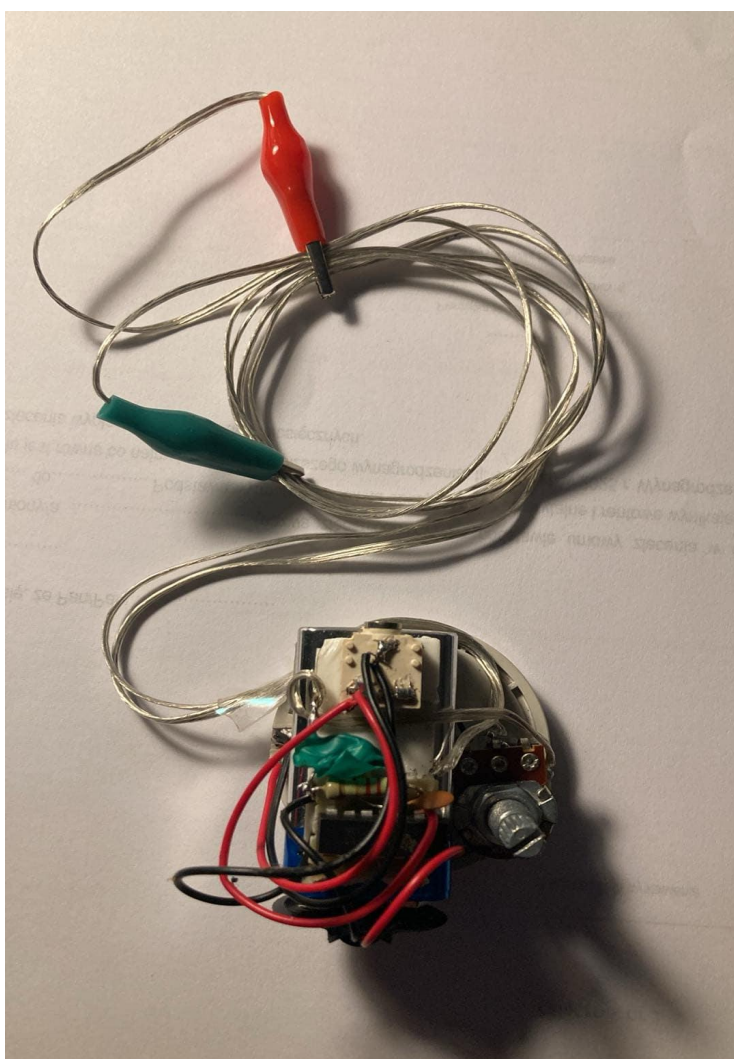
Gdybyśmy chcieli usłyszeć sam efekt, który nakłada grzybnia zarówno w MycoSynt jak i RyzoDistort, można użyć metody monitoringu różnicowego (ang difference monitoring). Polega ona na odjęciu (odejmowaniu fazowym) oryginalnego sygnału dźwiękowego od przetworzonego, aby usłyszeć tylko

⁷⁸ Ibidem.

różnice wprowadzane przez efekt, proces przetwarzania lub kompresję. Jeśli przetwarzanie nie zmieniło sygnału, wynikiem będzie cisza. Natomiast jeśli wprowadzono zmiany (np. korekcję, kompresję, saturację), usłyszysz różnice między oryginałem a wersją przetworzoną.

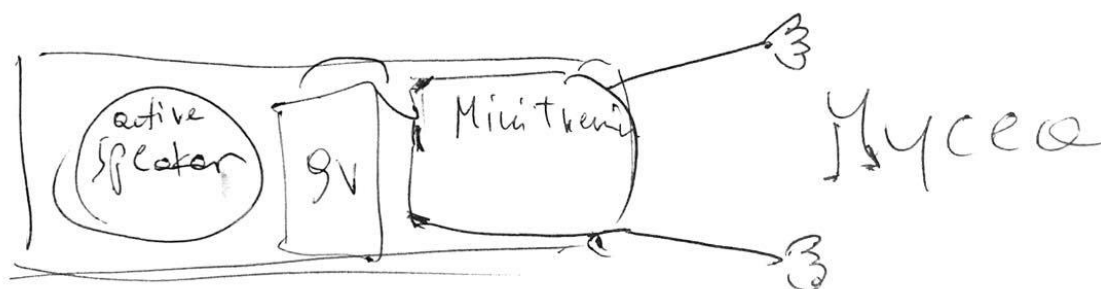
5.2.3. MycoPulsometer

Jest to przenośny instrument oparty na miniTherminie⁷⁹, który powstał poprzez zastąpienie fotorezystora dwoma elektrodami służącymi do pomiaru zmiennej oporności wewnętrznej struktury grzybni. Pomiar wybranych punktów w obrębie grzyba jest zamieniany na sonifikację jego wewnętrznej aktywności.



Ryc. 27. MycoPulsometer.

⁷⁹ Nicolas Collins - Hardware Hacking, <https://www.nicolascollins.com/texts/originalhackingmanual.pdf>, poszerzony o koncepcję M. Chołoniewskiego przez zastąpienie opornika fotorezystorem str. 64



Ryc.28. Schemat MycoPulsometeru.

Podłączenie dwóch wybranych punktów do MycoPulsometeru zamyka obwód HexSchmitt Trigger w układzie scalonym SN74⁸⁰, generując ciąg impulsów. Te impulsy należy interpretować jako tykanie biologicznego zegara grzyba, który staje się dźwiękowym świadectwem jego wewnętrznych procesów.

Na potrzeby projektu stworzyłam również *bioekran akustyczny*, który pełni funkcję obiektu absorpcyjnego wpływającego na akustykę przestrzeni. Konstrukcja składa się z metalowej ramy wypełnionej grzybnią, która stopniowo porasta worek jutowy, tworząc organiczną strukturę dźwiękochłonną.

Dzięki zastosowaniu grzybni, bioekran nie tylko tłumi i rozprasza fale dźwiękowe, ale również wprowadza element żywej, ewoluującej materii do kompozycji akustycznej. Struktura obiektu umożliwia dynamiczną interakcję z otoczeniem – wraz z rozwojem grzybni jego właściwości dźwiękochłonne mogą ulegać zmianie. Jest to innowacyjne podejście do projektowania akustyki przestrzeni, które łączy aspekty biologiczne, ekologiczne i dźwiękowe.

System generuje dźwięki charakterystyczne dla syntezy FM – szkliste, metaliczne tony oraz złożone spektra dźwiękowe, z możliwością płynnej kontroli między czystymi a agresywnymi barwami. Grzybnia wpływa na brzmienie, wprowadzając organiczne, nieprzewidywalne modulacje, które nadają dźwiękom większej żywotności. W zależności od modulowanej barwy dźwięku może przypominać popiskiwanie lub pomrukiwanie, stopniowo zmieniając się w czasie. Ostateczna synteza zyskuje przez to migotliwy i , pulsujący charakter.

W tym eksperymencie syntezytor Mozzi jest źródłem dźwięku, natomiast zmienna struktura grzybni wpływa na jego modulację. Zmiany w rezystancji powodują dynamiczne modyfikacje generowanego dźwięku. Innymi słowy, to

⁸⁰ Hex Schmitt Trigger w układzie scalonym SN74 to zestaw sześciu niezależnych bramek logicznych Schmitta, które przekształcają sygnały analogowe o zmiennym poziomie napięcia w stabilne sygnały cyfrowe. Dzięki histerezie, układ eliminuje zakłócenia i niestabilności na wejściu, co jest szczególnie przydatne w przetwarzaniu sygnałów z sensorów biologicznych, takich jak sygnały elektryczne generowane przez grzybnię.

grzybnia "gra" na syntezatorze Mozzi, kształtując jego brzmienie w sposób organiczny i nieprzewidywalny.

Interakcja odbiorcy z MycoSynth jest możliwa dzięki potencjometrom umieszczonym w konstrukcji instrumentu oraz stworzonemu przeze mnie złączu na jednej z elektrod, który można swobodnie manipulować. D RyzoDistort umożliwia przepuszczenie dowolnego materiału audio, wpływając na wspólny proces przetwarzania dźwięku. Dobór ścieżki dźwiękowej zależy od decyzji odbiorcy – poprzez wbudowane złącze mini-jack można podłączyć dowolne źródło dźwięku. MycoPulsometer, dzięki swoim kompaktowym rozmiarom, jest mobilny i wyposażony w przewody zakończone złączami krokodylkowymi, co umożliwia pomiar pulsu dowolnego obiektu w przestrzeni instalacji. Wytwarza charakterystyczny pulsujący dźwięk, którego tempo zmienia się w zależności od oporności osłuchiwanej materii, przywołując skojarzenie z żywą, pulsującą tkanką.

Każda osoba, która podłączając się do jednego z elementów stworzonego przeze mnie systemu audio, dokonuje subtelnej interwencji w wewnętrzną strukturę grzybni, nawiązując z nią bezpośrednią komunikację i interakcję. W ten sposób uczestnicy stają się częścią osobistego mykoperformance, współgrając z grzybnią i wspólnie wpływając na biologiczną aktywność jej sieci

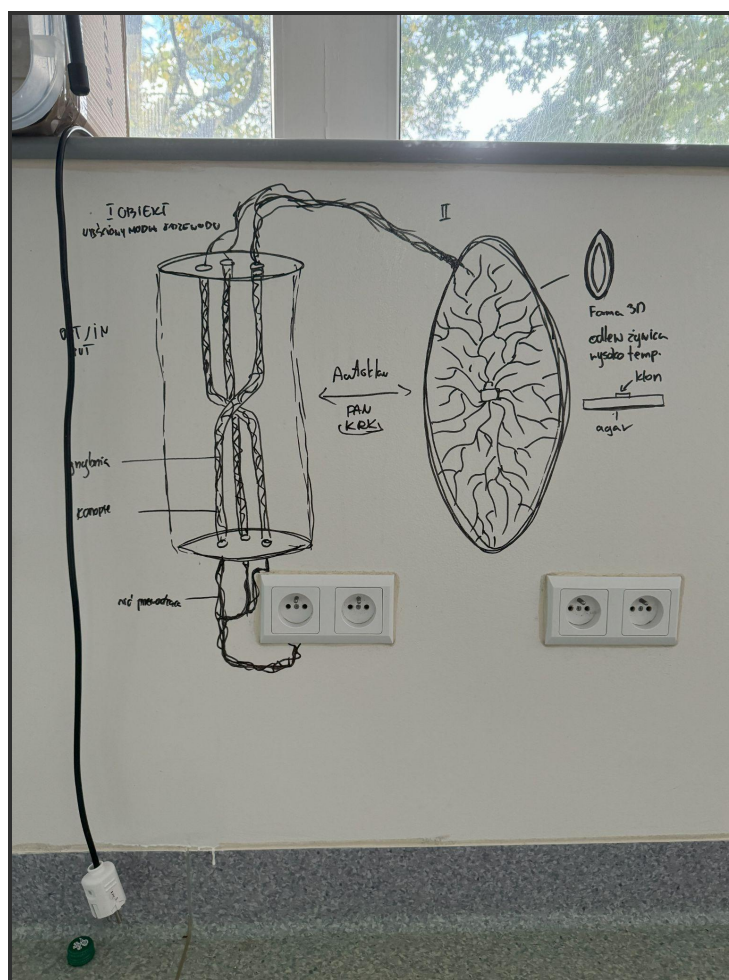
Poprzez sonidikację grzybni możemy nie tylko usłyszeć dźwięki, ale także usłyszeć same procesy w nim zachodzące. Wprawdzie nie możemy na ten moment ich zrozumieć ale wykazujemy ich zaskakującą dynamikę. Okazuje się, że jest ona stosunkowo szybka pomimo że zazwyczaj osoby przypisują im "long term reaction" jaka roślina.

Moją intencją jest stworzenie przestrzeni spotkania, w której granice między człowiekiem a grzybem zacierają się. Chcę, aby odbiorca doświadczył tego momentu poprzez dźwięki generowane przez grzybnię i możliwość bezpośredniej interakcji z nią. To pierwszy krok do wejścia w sieć, która już nas łączy, choć na co dzień pozostaje niewidoczna. Kolejnym jest próba zrozumienia – czy te dźwięki są komunikatem, czy jedynie ich echem? Czy grzyb odpowiada, czy to my narzucamy mu język? W tej niepewności kryje się refleksja nad naszym miejscem w ekosystemie oraz nad tym, jak postrzegamy inteligencję i podmiotowość poza ludzką perspektywą.

Podstawą do stworzenia obiektów dźwiękowych była inspiracja zaczerpnięta z artykułu: A. Adamatzky (Propagation of electrical signals by fungi), w którym autor wykazuje, że mycelia obsługują tryby komunikacji elektrycznej. Transformacje sygnału elektrycznego w żywych systemach są konieczne ograniczone do wąskiego zakresu parametrów operacyjnych: sygnały muszą mieć odpowiednią wielkość, by pokonywać bariery biologiczne, ale nie mogą być tak duże, aby uszkodziły komórki. Stwierdzono, że większość zmierzonych próbek

przesyła sygnał o częstotliwości porównywalnej z sygnałem wejściowym. Wskazuje to na możliwość używania mycelium do elektrycznego połączenia wielu części organicznych urządzeń elektronicznych opartych na grzybach. Możliwe jest zatem kodowanie za pomocą interfejsu mycelium-computer, który stanowi podstawę do przetwarzania informacji.⁸¹ W eksperymentalnych warunkach laboratoryjnych wykazano, że grzyby mogą być stosowane jako memrystory (Beasley i in., 2022), fotoczuźniki (Beasley i in., 2020; Adamatzky i in., 2021a), czuźniki chemiczne (Dehshibi i in., 2021; Adamatzky i in., 2021b), czuźniki wilgotności (Phillips i in., 2023) oraz czuźniki dotykowe (Adamatzky i in., 2021a). Aby stworzyć funkcjonalne obwody grzybowe, konieczne jest podłączenie kilku grzybowych urządzeń elektronicznych.

Dzięki stworzeniu myco systemu udało mi się udowodnić, że w grzybni zachodzą dynamiczne, krótkoterminowe procesy, określane jako short-term kinetics. Ta zmienność nadaje jej unikalne właściwości instrumentalno-wokalne, pozwalając na organiczną modulację dźwięku.



Ryc. 29. *MycoSynth* Pierwsze schematy - notatki wizualne.

⁸¹ A. Adamatzky, „Propagation of electrical signals by fungi



Ryc. 30. W celu stworzenia odpowiednich warunków do hodowli grzybni wewnątrz MycoSynth'a, nawiązałam współpracę z Instytutem Katalizy i Fizykochemii Powierzchni PAN im. Jerzego Habera⁸².

⁸² <https://ikifp.edu.pl>



Ryc.31. Proces przygotowania obiektu do sterylizacji. Dostęp do laboratorium oraz wsparcie merytoryczno techniczne - dr hab. prof. IKiFP PAN Maciej Guzik.



Ryc. 32. Komorą laminarną do sterylnego zaszczepienia obiektu grzybnia



Ryc. 33. Inspiracja do hodowli grzybni na włóknach konopnych była praca Gianluca Tabellini (*mycelium tectonics*)⁸³.

⁸³ Gianluca Tabellini to inżynier i architekt, absolwent Uniwersytetu Bolońskiego, specjalizujący się w narzędziach parametrycznych, projektowaniu oraz badaniach nad naturą. Jest autorem pracy badawczej "Mycelium Tectonics", która eksploruje zastosowanie grzybni w architekturze.
<https://mycelium-tectonics.com>



Ryc. 34. Rozwój grzybni na włóknach wewnątrz obiektu MushShynt.

5.3. MUSHNET: Warstwa wizualna.

MYCOSPHERE 3.0 łączy estetykę low-tech z motywem nadzoru, zestawiając surowe materiały organiczne z technologią monitoringu. Przestrzeń zdominowana jest przez grzyby, nici konopne, jutę i vege skórę (SCOBY) w odcieniach brązu i beżu, które kontrastują z metalowymi konstrukcjami i kablami, tworząc napięcie między naturą a technologią. Centralnym elementem instalacji jest telewizor umieszczony w aptecznej szafie, na którym wyświetlany jest wielościeżkowy kolaż wideo. Obraz łączy dokumentację wzrostu grzybni, nagrania z kamer CCTV i transmisję na żywo z telefonu. Zielona kolorystyka nawiązuje do trybu nightshot, a podzielony ekran przypomina interfejs systemów monitoringu. OBS Studio umożliwia dynamiczne przełączanie kamer, wzmacniając efekt inwigilacji. Światło i dym modelują przestrzeń, nadając jej sugestywny charakter. Białe snopy latarek przecinają otoczenie ostrymi liniami, budząc skojarzenia z reflektorami bezpieczeństwa stosowanymi w więzieniach, na granicach czy podczas przesłuchań. Ich skoncentrowane wiązki punktowo oświetlają fragmenty przestrzeni i osób, wzmagając uczucie obserwacji i kontroli. Z kolei czerwone światło, rozproszone w zadymionym pomieszczeniu, przywołuje atmosferę alarmu, zagrożenia lub działania w ukryciu. Ściany przestrzeni pokrywają wizualne notatki – strumienie myśli, schematy, mapy połączeń i zapiski. Ich chaotyczna, lecz systematyczna forma przywołuje na myśl zarówno śledztwo, jak i eksperymentalny proces badawczy. To próba rozpracowania ukrytych zależności między organicznym a cyfrowym, biologicznym a syntetycznym. W tym kontekście notatki funkcjonują jak ściana analityczki lub hakerki biologii – narzędzie dekodowania i reprogramowania natury. Połączenie analogowych, organicznych materiałów z cyfrowym monitoringiem podkreśla napięcie między naturalnym a kontrolowanym środowiskiem. Instalacja tworzy immersyjną przestrzeń, w której odbiorcy stają się zarówno uczestnikami, jak i obiektami nadzoru.



Ryc. 35. Kamera CCTV w osłonie z wegańskiej skóry Scooby na tel grzybów Shiitake.



Ryc.36. Dokumentacja stanowiska MycoSyntha z kamery CCTV.



Ryc. 37. Ryc.36. Dokumentacja z kamery CCTV.

6. Podsumowanie

Moja praktyka artystyczno-badawcza koncentruje się na eksploracji grzybni jako zdecentralizowanej sieci, organicznego odpowiednika Internetu. Projekt Mycosphere 3.0 rozszerza koncepcję spatial Internetu o biologiczną warstwę, redefiniując Wood Wide Web w ujęciu grzybocentrycznym. Jest to spekulacja nad możliwością stworzenia alternatywnych systemów obliczeniowych i komunikacyjnych, uwzględniających międzygatunkową wrażliwość i zrównoważony rozwój.

Praca z żywą materią wymagała ode mnie codziennej rutyny i czułości we współpracy z organizmem o nieprzewidywalnej dynamice. Szybki wzrost grzybni narzucał mi dyscyplinę, a jednocześnie dostarczał satysfakcji, pozwalając obserwować jej rozwój w czasie rzeczywistym. Synchronizacja mojego rytmu z rytmem grzybni wpłynęła na organizację pracy, a kolejne wizyty w laboratorium przynosiły nowe warstwy materiału. W końcowej fazie skupiłam się na selekcji i organizacji zebranych danych, przekształcając je w krytyczną, a jednocześnie osobistą refleksję nad posthumanistyczną przyszłością Internetu. Zamiast ograniczać się do technologii cyfrowej, eksploruję alternatywne struktury wymiany informacji, które angażują i przekształcają otaczający ekosystem. Eksperymentuję z nowymi formami interakcji, wykorzystując sonifikację grzybni do przekładania jej procesów metabolicznych na dźwięk. Ta organiczna modulacja pozwala dostrzec unikalne właściwości instrumentalne grzybni, umożliwiając generowanie muzyki w oparciu o jej bioelektryczną aktywność. Projekt wnosi do muzyki eksperymentalne podejście do dźwięku, przekraczając klasyczne granice kompozycji i otwierając przestrzeń dla alternatywnych form ekspresji.

Projekt Mycosphere 3.0 to nie tylko artystyczna spekulacja nad przyszłością technologii, ale także próba nawiązania kontaktu z grzybnią – usłyszenia jej i wejścia z nią w interakcję. W tym celu stworzyłam nowe hybrydowe instrumenty: MycoSynth, RyzoDistort i MycoPulsometer, które pozwalają na eksplorację dźwiękowej natury grzybni. Dzięki nim udowodniłam, że w grzybni zachodzą dynamiczne procesy określane jako short-term kinetics, co nadaje jej unikalne właściwości akustyczne i performatywne.

Obecna produkcja elektroniki ma destrukcyjny wpływ na środowisko, dlatego proponuję alternatywne podejście – wykorzystanie organicznych, żywych materiałów do budowy ekologicznych urządzeń hybrydowych. Elektronika grzybowa otwiera drogę do samorosnących, adaptacyjnych obwodów, które mogą funkcjonować jako sensory lub autonomiczne systemy obliczeniowe. Pomimo że sieci grzybowe nie dorównują tradycyjnym procesorom pod względem wydajności, ich zdolność do samoregeneracji i minimalne zużycie energii czynią je niezwykle efektywnymi.

Mycosphere 3.0 to również krytyka kapitalizmu technologicznego, który opiera się na eksploatacji zasobów i wzmacnianiu pozycji jednostki kosztem środowiska. Poprzez low-techowe rozwiązania, recykling materiałów i minimalizm technologiczny, instalacja podkreśla wartość zrównoważonego rozwoju i etyki współistnienia. W tym kontekście światło w moim projekcie pełni podwójną funkcję – zwraca uwagę na grzybnię jako głównego bohatera, a jednocześnie odwołuje się do symboliki policyjnej latarki, nawiązując do idei nadzoru i kontroli. Aby wzmocnić ten przekaz, w miejscu instalacji dodałam kamery CCTV, które stanowią dodatkową warstwę znaczeniową, podkreślając wszechobecność inwigilacji i automatycznej analizy danych jako narzędzia kontroli.

Internet przeszedł radykalną ewolucję, stopniowo tracąc swoją pierwotną wizję jako narzędzia otwartej wymiany wiedzy. Jednak wierzę w możliwość jego redefinicji – poprzez transformację architektury w duchu low-tech i biotechnologii, opartej na organicznych systemach komunikacji. Budowanie alternatywnych systemów zawsze wiąże się z ryzykiem i wyzwaniem, jednak pokazuję, że integracja żywych organizmów z technologią może otworzyć zupełnie nowe możliwości.

W mojej pracy kluczowe było zrozumienie czasu – dostosowanie procesów biologicznych grzybni do rytmu działania, myślenie z wyprzedzeniem i przewidywanie możliwych scenariuszy. Dzięki temu mogłam zaprezentować instalację w momencie jej pełnego rozkwitu. Owocniki grzybów, choć nie są głównym elementem eksploracji, pełnią istotną rolę symboliczną – ich namacalna, estetyczna forma skraca dystans między człowiekiem a grzybnią. Za pomocą technik artystycznych, takich jak tworzenie bioartowych obiektów i sonifikacja danych, projekt redefiniuje pojęcie internetu, traktując grzybnię jako organiczną sieć informacyjną. W ten sposób Mycosphere 3.0 staje się platformą spekulatywnej refleksji nad przyszłością relacji człowieka z naturą oraz potencjalnym współistnieniem sztuki, nauki i queerowej ekologii w praktykach kulturowych. Odejście od antropocentrycznej kontroli nad światem nie jest zaprzeczeniem ewolucji, lecz jej kontynuacją – być może jedyną drogą do przetrwania naszego gatunku. To szansa na powstrzymanie autodestrukcji i odejście od niekontrolowanego wzrostu kapitału na rzecz równowagi i symbiozy. Lęk przed tym procesem wynika z przywiązania do władzy i kontroli, które ukształtowały naszą cywilizację.

Na ten moment są to artystyczno-badawcze spekulacje nad możliwościami symbiotycznych, biotechnologicznych systemów opartych na międzygatunkowej wrażliwości. Moje eksperymenty pokazują, że możliwe jest zaimplementowanie podstawowych obwodów logicznych i elektronicznych za pomocą grzybni. Projekt jest symboliczną próbą nawiązania kontaktu z tym niezwyklej organizmem – pierwszym krokiem jest próba usłyszenia grzybni i wejścia z nią w interakcję, kolejnym – zrozumienie jej komunikatów. W tym procesie redefiniujemy nie tylko relację człowieka z technologią, ale także samą istotę komunikacji i percepcji dźwięku w sztuce eksperymentalnej.

7. Bibliografia

Aklett K., Boddy L., *Fungal behaviour: a new frontier in behavioural ecology*, „Trends Ecol. Evol.”, 36 (2021), s. 787–796.

Beck U., *Risk Society: Towards a New Modernity*, London: SAGE Publications 1992.

Berners-Lee T., Hendler J., Lassila O., *The Semantic Web*, „Scientific American” 2001.

Berardi F., *The Third Unconscious. The Psychosphere in the Viral Age*, London–New York: Verso 2021.

Butler J., *Gender Trouble: Feminism and the Subversion of Identity*, New York: Routledge 1990.

Butler J., *Bodies That Matter: On the Discursive Limits of ‘Sex’*, New York: Routledge 1993.

Dussutour, A., Latty, T., Beekman, M., & Simpson, S. J. (2010). Amoeboid organism solves complex nutritional challenges. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(10), 4607–4611.

Fukasawa L., Hamano K., Kaga K., Akai D., Takehi T., *Spatial resource arrangement influences both network structures and activity of fungal mycelia: A form of pattern recognition?*, „Fungal Ecology”, t. 72, grudzień 2024 r.

Foucault M., *Of Other Spaces: Utopias and Heterotopias*, w: *Rethinking Architecture: A Reader in Cultural Theory*, red. N. Leach, New York: Routledge 1997.

Haraway, Donna. “Situated Knowledges: The Science Question in Feminism and the Privilege of Partial Perspective.” *Feminist Studies* 14, no. 3 (1988): 575–599.
<https://doi.org/10.2307/3178066>

Kaishain P., *The Science Underground: Mycology as a Queer Discipline*, online:
https://www.researchgate.net/publication/341432466_The_Science_Underground_Mycology_as_a_Queer_Discipline, [dostęp: 2025-01-29].

Kerckhove D., Metcalf S., *The Spatial Web: How Web 3.0 Will Connect Humans, Machines and AI to Transform the World*, 2019.

Lovink G., *Wymieranie internetu*, wyd. Grupa Robocza 2024, online:
<https://wymieranie.mvu.pl/>, [dostęp: 2025.01.10].

Lyon P., Keijzer Fyon P., Keijzer F., Arendt D., Levin M., *Reframing cognition: getting down to biological basics*, „Phil Trans R Soc B”, 376 (2021), Article 20190750.

Mociąg R., *Pragmatyka Internetu. Web 2.0 jako środowisko*, Kraków: Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego 2013, s. 121–122.

Mayne R., Roberts N., Phillips N., Weerasekera R., Adamatzky A., *Propagation of electrical signals by fungi*, *Physiological and Biochemical Zoology*, 83, 2010.

Morton T., *Guest Column: Queer Ecology*, „PMLA”, t. 125, nr 2, 2010.

O'Reilly T., Battelle J., *Web Squared: Web 2.0 Five Years On*, online:
<http://www.web2summit.com/web-squared>, [dostęp: 2019-01-08].

Ostendorf-Rodríguez Y., *Let's Become Fungal!: Mycelial Learning and the Arts*

René G., *What is the Spatial Web?*, online:
<https://arinsider.co/2019/11/27/what-is-the-spatial-web/>, [dostęp: 2025-01-29].

Sandilands C., Gaard G., *Ecofeminist Perspectives*, „Undercurrents”, t. 5, 1993.

Sandilands C., *Queer Ecology*, online:
<https://keywords.nyupress.org/environmental-studies/essay/queer-ecology/>, [dostęp: 2025-01-29].

Sheldrake M., *Entangled Life: How Fungi Make Our Worlds, Change Our Minds & Shape Our Futures*, London, 2021.

Shelley P.B., *The Triumph of Life*, Londyn, 1824.

Skubała P., *Szóste masowe wymieranie. Rozmowa z prof. dr. hab. Piotrem Skubałą*, „Onet Wiadomości”, online:
<https://wiadomosci.onet.pl/nauka/szoste-masowe-wymieranie-rozmowa-z-prof-dr-hab-piotrem-skubala/qmr5fp6>, [dostęp: 2023.10.10].

Trewavas A., *Plant Behaviour and Intelligence*. Oxford: Oxford University Press, 2014.

Partnerzy:

Grupa Robocza / Apteka Designu / Krakowskie Biuro Festiwalowe / Fundacja Nauka To Lubię, Instytut Katalizy i Fizykochemii Powierzchni PAN im. Jerzego Habera.