

Akademia Sztuk Pięknych im. Eugeniusza Gepperta we Wrocławiu

Szkoła Doktorska

Teoria wszystkiego.

**Badania surowcowe, warsztatowe, technologiczne
w obszarze ceramiki jako punkt wyjścia do pracy artystycznej
inspirowanej teoriami naukowymi.**

Praca doktorska w dziedzinie sztuki, w dyscyplinie sztuki plastyczne
i konserwacja dzieł sztuki

Dawid Żynda

Promotor:

dr hab. Joanna Teper (profesor uczelni)

Wrocław 2024



THE EUGENIUSZ GEPPERT
ACADEMY OF ART AND DESIGN
IN WROCLAW

SPIS TREŚCI

WSTĘP.....	2
-------------------	----------

Rozdział I: Teoria Wszystkiego.

Nauka jako źródło inspiracji w kreacji artystycznej.....	4
1.2. Czas.....	4
1.3. Grawitacja.....	9
1.4. Przestrzeń kosmiczna.....	14
1.4.1. Ciemna energia i ciemna materia.....	14
1.4.2. Człowiek w centrum.	
Zasada antropiczna i dokładnie dostrojony wszechświat.....	16
1.4.3. Teoria strun - teoria zunifikowana.....	19
1.5. AI/AGI.....	21
1.6. Math.random().....	23

Rozdział II: Konstrukcja prototypu hybrydowego

pieca do wypalania wielkoformatowych płyt ceramicznych.....	27
2.1. Dlaczego?.....	27
2.2. Piece gazowe.....	29
2.3. Piece elektryczne.....	29
2.4. Piec hybrydowe.....	31
2.5.1. Atmosfera redukując w piecach elektrycznych.....	32
2.5.2. Zakresy temperatur.....	34
2.4.3. Kontrolowane rozgrzewanie.....	34
2.4.4. Pierwszy prototyp.....	35
2.4.5. Piec hybrydowy przeznaczony do dużych powierzchni.....	37
2.5. Wnioski.....	41

Rozdział III: Badanie nad mniej znanymi	
i małymi złożami surowców z terenu Dolnego Śląska.....	42
3.1. Podstawowe badania.....	42
3.2. Surowce.....	48
3.2.1. Bazalt z kopalni Wilków.....	48
3.2.2. Wolastonit z Nowej Wsi Kłodzkiej.....	49
3.2.3. Haolizyt i kaolin z Dunina.....	50
Rozdział IV: Aplikacja online	
do tworzenia baz danych surowców, szkliv i mas ceramicznych.....	51
Rozdział V: Teoria wszystkiego. Opis prac składających się na pracę doktorską.....	58
5.1. Czarne dziury.....	58
5.2. Horyzont zdarzeń.....	59
5.3. Splecione wymiary.....	60
5.4. Kosmiczne odpady.....	61
5.5. Kosmos.....	63
5.6. !Grawitacja.....	64
5.7. Entropia.....	66
5.8. Podsumowanie.....	67
INDEKS PRAC WCHODZĄCYCH W SKŁAD DZIEŁA DOKTORSKIEGO.....	68
ZAKOŃCZENIE.....	95
BIBLIOGRAFIA.....	97
SPIS ILUSTRACJI.....	100

Aby zrobić szarlotkę od podstaw, trzeba najpierw wymyślić Wszechświat.¹

Carl Sagan

¹ Aforyzm, który padł z ust Carla Sagana w trakcie dziewiątego odcinka prowadzonego przez niego serialu *Cosmos: A Personal Voyage* z lat 80. tych XX wieku.

WSTĘP

Obecnie w fizyce istnieją dwie główne teorie definiujące wszechświat. Pierwsza - teoria względności mówi o rzeczach dużych, takie jak planety; druga, mechanika kwantowa opisuje rzeczy małe - jak atomy. Istnieje jednak koncepcja jednej, zunifikowanej teorii, która byłaby w stanie podsumować i połączyć to wszystko. Jeśli zostanie kiedykolwiek odkryta, stanie się Teorią Wszystkiego.

Pozorne podobieństwo sił grawitacyjnych i elektrycznych, leżące między innymi w tym, że obie podlegają prawom odwrotnych kwadratów, które zrozumie każde dziecko, sprawiło, że każde z tych "dzieci" marzy, że kiedy dorośnie, znajdzie sposób na zgeometryzowanie elektrodynamiki. Stąd całe pokolenie fizyków pracowało próbując stworzyć tak zwaną zunifikowaną teorię pola, która zjednoczyłaby grawitację i elektrodynamikę w jeden byt¹.

Ja również momentami czuję się jak dziecko, próbujące zrozumieć wszystko naraz, tyle, że w obrębie ceramiki. W związku z tym angażuję się nie tylko w ściśle rozumianą pracę twórczą, ale też w budowanie pieców, tworzenie szkliw i mas oraz opracowywanie własnych technik w obrębie każdego z tych pól. Staram się mieć, jak przystało na badacza, eksperymentalne i jednocześnie naukowe podejście do analizowanej i praktykowanej dziedziny. Dostyc naturalne wydaje się przejście od podobnych działań do zgłębiania fizyki i z powrotem - prób przełożenia zagadnień wynikających bezpośrednio z niej, na własną twórczość. Patrząc szerzej na całość zjawisk jakimi jestem ja i moje działania - próbuję zrozumieć siebie od podstaw, ale żeby to zrobić, najpierw muszę pojąć wszechświat.

Praca doktorska jest więc, zgodnie z charakterem moich działań - wszystkim po trochu. W jej ramach realizuję cykle prac inspirowanych światem nauki, poszukując wizualnej interpretacji, takich zagadnień jak czarne dziury, teoria strun czy zjawisko entropii. Wszystkie etapy prac są przeze mnie osobiście opracowywane - zdobywam i analizuję surowce potrzebne do stworzenia szkliw, wykonuję własne mieszanki mas ceramicznych, buduję piec, służący do hybrydowych wypalów elektryczno-gazowych, eksperymentuję z techniką toczenia, odwracając grawitację narzędzia. Dopełniam ten zestaw działań opracowaniem aplikacji do komponowania szkliw.

¹ R. Feynman, *Lectures on Gravitation*, Londyn 1999, s. 2, (tłum. własne).

Kolekcja doktorska inspirowana Teorią Wszystkiego staje się dzięki temu przestrzenią szczególnie dla mnie ważną, gdzie wszystko to ostatecznie się spotyka, tworząc nową, niepowtarzalną jakość. Całokształt moich badań osiąga swój cel - stworzenie artystycznej reinterpretacji inspiracji nauką - od wykopanego surowca poddanego analizie, który trafia do masy ceramicznej i szkliva, które ją pokrywa, po materializację w postaci zaplanowanych kompozycji przestrzennych. Gdzieś pomiędzy próbuję zrozumieć swoje motywacje, pochylając się nad własną skłonnością do odrzucania decyzyjności na rzecz (mimo wszystko pozornego!) przypadku. Może się wydawać, że obszary jakie staram się badać, stanowią zbiór losowych zagadnień, jednak wszystko wynika z moich życiowych doświadczeń jako artysty, ceramika, technika, programisty, Dawida.

Rozdział I: Teoria Wszystkiego. Nauka jako źródło inspiracji w kreacji artystycznej

1.2. CZAS

Jedną z pierwszych definicji czasu według słownika języka polskiego PWN jest określenie *nieprzerwany ciąg chwil*¹. To wydające się dość poetyckim wyjaśnienie potwierdza trudność z jaką można by jednoznacznie nazwać i zamknąć w kilku słowach ten intrygujący wymiar. W podsumowaniu rozważań nad jego charakterem, wybitny humanista Krzysztof Pomian pisze: *jako klasa relacji czas nie jest strumieniem. Nie płynie, nie mija, nie ucieka i nie można mu przypisywać podobieństwa do rzeki. Wyobrażenie czasu podobnego do strumienia wywodzi się z jego nieuzasadnionego utożsamiania ze zmianą*². Niejako na przekór zakorzenionym w naszej kulturze wyobrażeniom, które opisuje Pomian, Salvador Dali w swoim słynnym obrazie *Trwałość pamięci* (1931) używa rozpływających się zegarów, aby przedstawić tę surreálną i nieuchwytną naturę czasu, który trwa w zawieszeniu pomiędzy płynnością a stałością.

Pomimo iż nią nie jest, sam czas nieodłącznie wiąże się ze zmianą.

*Proszę sobie wyobrazić filiżankę z wodą, spadającą ze stołu i pękającą na kawałki w zderzeniu z podłogą. Jeśli ktoś sfilmowałby to wydarzenie, później bez najmniejszego trudu potrafilibyśmy powiedzieć, czy film jest puszczony w dobrym kierunku. (...) Łatwo stwierdzić, że film jest puszczony od końca, ponieważ tego typu zachowanie nigdy nie zdarza się w rzeczywistości, (...) byłoby to sprzeczne z drugą zasadą termodynamiki. Zasada ta stwierdza, że nieuporządkowanie, czyli entropia dowolnego układu zamkniętego, zawsze wzrasta*³.

Cytowane słowa Stephena Hawkinga pozwoliły mi kiedyś zrozumieć naturę nieodłącznie związanej z czasem entropii i umożliwiły rozpoczęcie pracy nad własną jej interpretacją. Chcąc zwizualizować zamknięte systemy o różnym poziomie entropii opracowałem i zrealizowałem dyptyk ceramicznych płaszczyzn *Entropia*, budowanych z powtarzalnych elementów, zmieniając jedynie poziom ich uporządkowania. Zachodzące pomiędzy obiektami zmiany mają pozwolić zarówno na linearne spojrzenie na proces wzrostu entropii ale też dać możliwość kuszącego

¹ Czas, SJP PWN, Dostęp: 20 sierpnia 2024, <https://sjp.pwn.pl/sjp/czas;2450266.html>.

² K. Pomian, *Porządek czasu*, Gdańsk 2014, str. 335.

³ S.W. Hawking, *Krótką historia czasu. Od wielkiego wybuchu do czarnych dziur*, Warszawa 1990, s. 134.

powrotu do tego, co minęło. Nieuchronność dążenia uporządkowanych układów w stronę chaosu, a ostatecznie rozpadu jest tożsama z naszym starzeniem się i śmiercią. Dlatego też tak intrygujące dla człowieka stają się narracje, które chcą zaprzeczyć prawom entropii i pozwalają marzyć o podróżach w czasie, szczególnie wstecz.

Sam odbyłem kiedyś swego rodzaju podróż w czasie - w kierunku przyszłości. Jako dziecko odwiedzałem z rodzicami skansen, gdzie prezentowano techniki toczenia na kole garncarskim. Prowadzący w pewnym momencie zapytał grupę: *kto chciałby sam spróbować?* Zerwałem się i szybko usiadłem za toczkiem. Pamiętam bardzo dobrze, że byłem święcie przekonany, że wiem jak to zrobić.

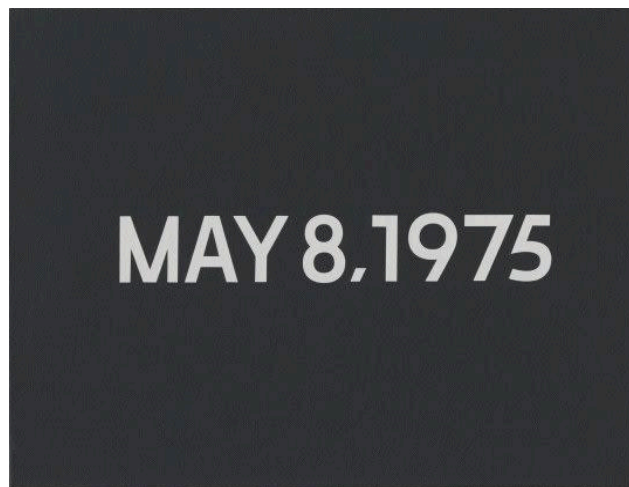
Znane wszystkim są zapewne tak kultowe utwory jak amerykańska seria filmowa z lat 80-tych *Powrót do przyszłości* Roberta Zemeckisa czy produkowany od 1963 roku brytyjski serial *Doktor Who*. Używały one podróży w czasie jako narzędzia wzbogacającego narracyjne zabiegi. Skoki wstecz umożliwiały spotkania ze słynnymi postaciami z przeszłości czy naprawianie popełnionych kiedyś błędów. Zupełnie inny wydźwięk podróży w czasie kreuje amerykański pisarz Kurt Vonnegut w *Trzęsieniu czasu*, gdzie po tytułowym wydarzeniu, cały świat cofa się z roku 2001 do 1991 i musi przeżyć wszystko, minuta po minucie w ten sam sposób. Powieść staje się między innymi pretekstem do rozważań na wolną wolę - *za drugim razem to wszechświat, nie człowiek, dostał czkawki, i to on był odpowiedzialny za wszelkie i wszystkie ofiary. Ludziom mogło się wydawać, że czymś kierowali, lecz to nieprawda*⁴.

Wróćmy jednak do ugruntowanej, może jak się kiedyś okaże - pozornie, wiedzy o rzeczywistości. Czas mierzymy już od starożytności. Sumerowie i Egipcjanie byli wśród pierwszych, którzy stworzyli urządzenia do obserwowania upływu czasu za pomocą ruchu słońca. Zegary słoneczne ewoluowały następnie w bardziej zaawansowane narzędzia takie jak zegary wodne, a ostatecznie - mechaniczne zegary średniowiecznej Europy. Dziś czas mierzymy w sekundach, minutach, godzinach i latach, ale możemy też znaleźć systemy oparte na mniej oczywistych miarach, jak mrugnięcie oka (*nimesha*), opisywane w świętych księgach hinduizmu. Tam też czas postrzegany jest jako kosmiczny cykl tworzenia i destrukcji - powtarzalny ciąg obszernych epok zwanych *yuga*. W kontraście, chrześcijaństwo postrzega czas linearnie z jasno określonym początkiem (Stworzenie świata) i końcem (Sąd ostateczny). Z kolei niektóre

⁴ K. Vonnegut, *Trzęsienie czasu*, Warszawa 2000, s. 91-92.

rodzime kultury takie jak rdzenni Amerykanie czy australijscy Aborygeni odbierają czas jako serię naturalnych cykli, odrzucając linearny postęp. Pomimo istnienia tych kulturowych interpretacji czas w fizyce pozostaje jednokierunkowy, zgodny ze strzałką czasu⁵, biegnącą od przeszłości ku przyszłości.

Najdokładniejszymi urządzeniami mierzącymi czas są obecnie zegary atomowe, których odliczanie opiera się na wibracjach atomów cezu. W roku 1971 naukowcy Joseph Hafele i Richard Keating⁶ zaaranżowali przelot takich zegarów liniami lotniczymi, a wyniki ich eksperymentu potwierdziły tezę wynikającą z teorii względności Einsteina - że czas płynie wolniej dla obiektu w ruchu niż tego w spoczynku. Zasadność tego doświadczenia bywa co prawda podważana z wielu powodów, a jednym z nich jest wpływ grawitacji na czas. W silniejszym polu grawitacyjnym, bliżej masywnych obiektów, takich jak Ziemia czas płynie wolniej.



Il. 1.1. On Kawara, *May 8, 1975*, 1975

Niemniej teza ta znajdowała odbicie w wielu dziełach kultury. W 1961 roku wydany został *Powrót z gwiazd* Stanisława Lema, gdzie główny bohater Hal Bregg powraca z dziesięcioletniej misji kosmicznej na odmienioną niecałym stuleciem Ziemię:

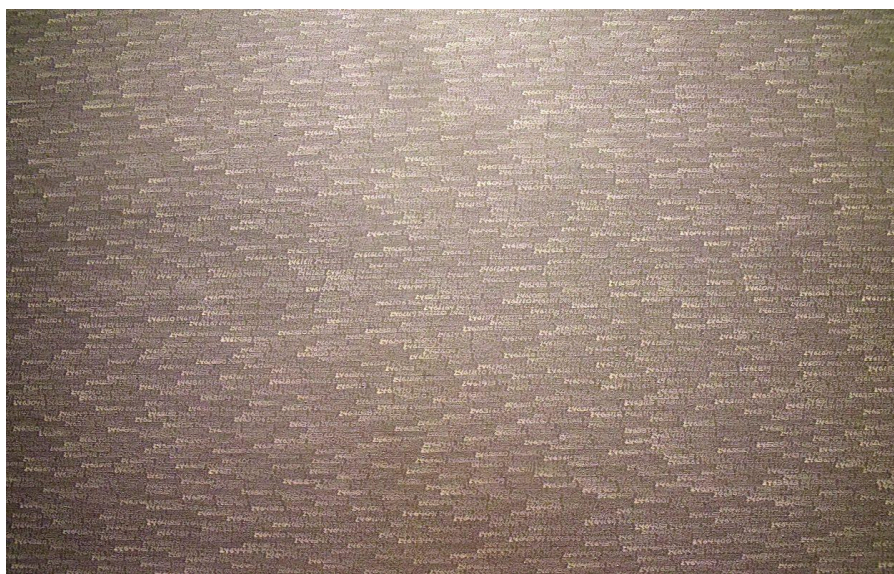
⁵ Strzałka wskazująca kierunek upływu czasu.

⁶ J.C. Hafele, R.E. Keating, 1972. *Around-the-World Atomic Clocks: Predicted Relativistic Time Gains*, Science, Dostęp: 30 sierpnia 2024, <https://www.science.org/doi/10.1126/science.177.4044.166>, [tłum.własne].

(...) tamto zaczęło się i skończyło raz na zawsze, a to było nowe. Żadnych szczątków, żadnych ruin, które podawałyby w wątpliwość mój biologiczny wiek, mogłem zapomnieć o jego ziemskim przeliczeniu, tak przeciwnym naturze – aż ten niewiarygodny traf zetknął mnie z kimś, kogo pozostawiłem jako małe dziecko (...). Gdybym nie poleciał, nie żyłbym już⁷.

Tak jak bohatera filmu *Interstellar* (2014), który spotyka swoją 80-letnią córkę, będąc nadal przed czterdziestką, Hala dotyka coś czego jeszcze nie doświadczyliśmy jako ludzkość, ale mierzymy się w wyobraźni z konsekwencjami, rysując propozycje przyszłości.

Przyszłość natomiast niesie ze sobą koniec, zmieniając czas w cenny kapitał. Materializuje się on dzięki takim artystom jak pochodzący z Japonii On Kawara, który w swojej wieloletniej karierze nadawał upływowi czasu formę. Jego prace *One Hundred Years Calendars* (1984–2012) i *One Million Years* (1970–98) stanowią komplety skórzanych zeszytów wypełnionych liczbami, reprezentującymi lata wypisywane wstecz od daty powstania pracy. Z kolei w *Today* (1966-2013), serii około 2 tysięcy obrazów, rejestrował farbami akrylowymi pojedynczo daty, w których powstawały płótna [Il. 1.1.]. Polski artysta *Roman Opalka poświęcił idei* malowania czasu *niemal całe swoje życie, tworząc serię* Obrazów liczonych⁸, które poczynając od pierwszego płótna, przedstawiającego białe liczby od 1 do 36 327 na czarnym tle,



Il. 1.2. Roman Opalka, *Obraz liczony*. 1965/1 do ∞ Detal 2450737-2473067, XX wiek

⁷ S. Lem, *Powrót z gwiazd*, Warszawa 2008, s. 79-80.

⁸ Obraz liczony Romana Opalki w Muzeum Narodowym Dostęp: 13 września 2024, <https://www.radiokrakow.pl/kultura/obraz-liczony-romana-opalki-w-muzeum-narodowym/>.

stopniowo rozjaśniał [II.1.2.]. Seria została przerwana śmiercią autora w 2011 roku, a ostatni obraz przedstawia pozornie jednolitą, białą płaszczyznę, wyliczanie kończy liczba 5 607 249. Wszystkie wymieniane realizacje, poprzez nadanie materialnej formy odcinkom czasu, wchodzą w ciekawą polemikę z fizykiem Carlo Rovelli, który w swojej publikacji *Tajemnica Czasu* wyprowadza argumentację stwierdzenia: *Wszechświat nie jest zbiorem rzeczy, lecz zdarzeń*⁹.

Z nieuchronnością upływającego czasu zderza nas amerykańsko-szwedzki artysta, Christian Marclay w *The Clock* (2010), 24-godzinny montaż fragmentów z telewizji i filmów, w których pojawia się tarcza zegara z widoczną godziną, odnoszącą się do faktycznej pory dnia. Dzięki nieskończonemu zapętleniu całości, widz instalacji może wejść i wyjść w dowolnym jej momencie, mając jednocześnie świadomość, że czas będzie nadal płynął po jego odejściu.

Dla mnie, jako ceramika, czas jest niezwykle ważny. Moje obecne badania skupiają się wokół procesów wypału, które zależą od jego precyzyjnego mierzenia. Skrupulatne prowadzenie dziennika, zawierającego krzywe wypałów¹⁰, jest kluczowe w osiągnięciu powtarzalnych efektów przy kolejnych próbach. Metody pomiaru wzrostu temperatury w czasie różnią się zależnie od wykorzystywanej techniki. Przy opalaniu drewnem i innych naturalnych sposobach wypału pieca, polega się w dużej mierze na ludzkim doświadczeniu, bez którego niemożliwe byłoby utrzymanie odpowiedniej temperatury. Dla kontrastu piece elektryczne korzystają z regulatorów PID i przekaźników półprzewodnikowych (SSR) aby kontrolować podgrzewanie spiral, zapewniając bardziej kontrolowany i powtarzalny proces.

Aby jednak otrzymać wyrób, który do tego pieca włożymy, należy przejść wiele czasochłonnych etapów pracy. Szykując samodzielnie masę ceramiczną, konieczne jest poddanie wydobytej gliny przygotowaniu, które jest najkorzystniejsze, jeśli cykl jej dojrzewania będzie przebiegał również w zimie (a przychodzi tylko raz do roku!). Przez procesy oczyszczania, wmieszania niezbędnych dodatków i odpowietrzania możemy przejść do pracy twórczej. Należy pamiętać o tym, że ukształtowana już masa ceramiczna musi w odpowiednim (wolnym!) tempie schnąć. W innym wypadku jest podatna na pękanie i wyginanie, niezgodne z pierwotnym

⁹ C. Rovelli, *Tajemnica czasu*, Łódź 2019, s. 93.

¹⁰ Wykresy przedstawiające przebieg wzrostu temperatury w czasie, uwzględniające również inne dodatkowe działania, takie jak włączenie określonych palników w przypadku pieców gazowych, czy przemykanie i otwieranie komina w przypadku zarówno konstrukcji opalanych gazem, jak i tych, używających drewna.

planem twórcy. Biorąc pod uwagę fakt, iż każdy kolejny etap pracy ceramika, niesie ze sobą duże ryzyko niepowodzenia, mogę z pewnością oświadczyć, że zajęcie to wymaga wiele cierpliwości i CZASU.

1.3. GRAWITACJA

Sformułowanie prawa powszechnego ciężenia Newtona było przełomowym momentem dla nauki, ale już starożytność odwoływała się do spajających kosmos sił grawitacyjnych symbolicznymi przedstawieniami Tytana Atlasa, dźwigającego sklepienie niebios. Nasze artystyczne i bardziej błahe, codzienne doświadczenia, przybliżają nam nieustannie to, czym jest grawitacja, a twierdzenie Izaaka Newtona mówiące o dwóch ciałach wzajemnie do siebie przyciąganych, zdecydowanie wystarcza jako wytłumaczenie tego zjawiska.

Istnieje jednak dokładniejsza definicja tej fundamentalnej siły natury. Zgodnie z ogólną teorią względności Einsteina, opisywana jest jako sposób w jaki materia postrzega zniekształcenia czasoprzestrzeni, bardziej zrozumiała w formie aforyzmu astrofizyka Johna Wheelera: *przestrzeń mówi materii, jak ma się poruszać, a materia mówi przestrzeni, jak ma się zakrzywić*¹¹. Z matematyki tej właśnie teorii Einstein był w stanie wyliczyć hipotetyczne istnienie zmarszczeń grawitacyjnych w przestrzeni kosmicznej. Musiał jednak minąć wiek, zanim doszło do odkrycia. W 2015 roku amerykańskie Laboratorium LIGO zaobserwowało ich rzeczywiste istnienie. Poprzez wielokrotne weryfikowanie poprawności obliczeń Einsteina naukowcy pozwalają sobie również zakładać funkcjonowanie odpychającej grawitacji, a w efekcie anty grawitacji. Mam nadzieję, że na potwierdzenie tego, nie będziemy czekali kolejnych stu lat. Do roku 1971 również czarne dziury (tak się składa - termin stworzony przez wspomnianego już John'a Wheeler'a) istniały w teorii. Odkrycie pierwszej z nich w układzie Cygnus X-1 było kolejnym powodem ugruntowania poprawności obliczeń Einsteina.

Kiedy po raz pierwszy zagłębiłem się w lekturę *Krótkiej historii czasu* Stephen'a Hawking'a to właśnie czarne dziury z ich intensywnymi siłami grawitacyjnymi, pobudziły moją wyobraźnię najmocniej. Z powodu swojej kolosalnej gęstości, bezpośrednio wpływającej na siłę grawitacji, mogą pochłonać inny obiekt i rozciągnąć w procesie znanym jako *spaghettizacja* inaczej "efekt makaronu". Im bliżej czarnej dziury tym grawitacja jest silniejsza, co oznacza, że

¹¹ K.W. Ford, J.A. Wheeler, *Geons, Black Holes and Quantum Foam: A Life in Physics*, Nowy Jork 1998, s. 228, [tłum.własne].

blizsza część ciała będącego tuż obok niej, jest przyciągana mocniej niż ta dalsza. Jak pisze Hawking: *jeżeli czarna dziura ma masę kilka razy większą od masy naszego słońca zostaniesz zamieniony w spaghetti zanim osiągniesz horyzont*¹². Ten zaś horyzont, nazywany horyzontem zdarzeń jest sferyczną granicą, która wyznacza powierzchnię czarnej dziury¹³.



II.1.3. *Teoria pola kwantowego w zakrzywionej przestrzeni - czarne dziury*, 2021

Jedne z moich wczesnych realizacji, związanych z czarnymi dziurami, były pokłosiem wydarzenia z 2019 roku, kiedy zespół Katie Bouman pracujący na Caltech¹⁴ po raz pierwszy uchwycił obraz jednej z nich. Pomimo rozmycia i niewielu bodźców wizualnych dodawał on namacalności temu zjawisku, jakby wyjętemu z opowieści science-fiction. Zrealizowany przeze mnie w 2020 roku projekt stypendialny *Teoria pola kwantowego w zakrzywionej czasoprzestrzeni* stanowił próbę przestrzennego odniesienia się do czarnych dziur, gdzie płaszczyzna odcięcia gliny od koła garncarskiego stawała się horyzontem zdarzeń, a wynikające z miękkich deformacji kształty sugerowały własną interpretację jej głębi. Aby odzwierciedlić

¹² S. Hawking, *Czarne Dziury*, Poznań 2016, s. 30.

¹³ K. Mazur, 2021, *Słynna teoria Hawkinga o czarnych dziurach potwierdzona*, National Geographic Polska, Dostęp: 10 sierpnia 2024, <https://www.national-geographic.pl/artukul/slynnna-teoria-hawkinga-o-czarnych-dziurach-potwierdzona>.

¹⁴ California Institute of Technology - prestiżowa uczelnia niepubliczna w Pasadenie.

dynamikę portretowanego zjawiska, wprowadziłem do procesu technikę wypału *pit fire*¹⁵, która poprzez redukcję w trocinach i drewnie podkreślała teksturę ceramicznych powierzchni i nadawała obiektom kolory wyrażające tajemniczą i przejmującą naturę czarnych dziur [II.1.3.].

W dziedzinie sztuki, szczególnie w praktykach rzeźbiarskich i ceramicznych, siła ciężenia jest zarówno ograniczeniem jak i sprzymierzeńcem. Artysta musi wziąć pod uwagę ciężar materiałów, aby prace nie pękały i nie zapadały się pod wpływem własnego ciężaru. W ceramice, przyciąganie grawitacyjne może podczas wypału spowodować spływanie i kapanie szkliwa lub całkowitą dezintegrację wsadu pieca, jeśli masa, z której wykonane są wypalane obiekty nie jest starannie przygotowana i wypalana w odpowiedniej dla niej temperaturze.



II.1.4. Peter Christian Johnson, *The Hollow Men*, 2016

Pomimo to, w rękach utalentowanego artysty te grawitacyjne wyzwania mogą przerodzić się w kreatywne techniki twórcze. Jednym z eksperymentujących na tym polu ceramików jest Amerykanin Peter Christian Johnson, deklarujący w swojej twórczości *medytację nad entropią*. *Większość moich prac - jak sam pisze - zakłada tworzenie skomplikowanych porcelanowych struktur, które zmuszam do odkształcania i zapadania się pod wpływem nadwyrężającego je wypału*¹⁶ [II.1.4.]. Również estońska rzeźbiarka Anne Turn współpracuje z grawitacją tworząc swoje świetlne obiekty z porcelany i szkła m.in. w ramach instalacji pt. *Tsoon* (est. *strefa*)

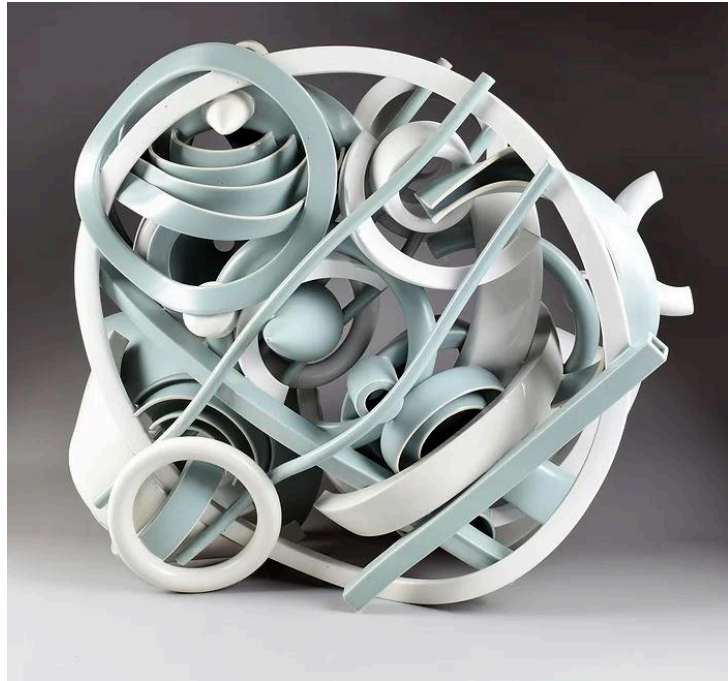
¹⁵ Z ang. *pit* - dół, *fire* - ogień; wypał alternatywny, polegający na odymianiu prac poprzez spalanie np. trocin, przy ograniczonym dostępie tlenu.

¹⁶ P.C. Johnson, *Statement*, Dostęp: 25 sierpnia 2024, <https://www.peterchristianjohnson.com/statement> [tłum. własne].

[Il.1.5.]. Artystka kontroluje proces, w którym odpowiednio prowadzone, przyciągane grawitacyjnie stopione szkło, tworzy wizualne efekty wykraczające poza stałość tej materii. Z kolei Amerykanin Ryan LaBar używa tworzywa ceramicznego, aby uzyskać wrażenie form przylapanych w momencie wdzięcznego oporu wobec grawitacji, gdzie porcelanowe formy wirują i rozciągają się w pozornym ruchu [Il.1.6.].



Il. 1. 5. Anne Turn, *Tsoon*, 2022



Il. 1.6. Ryan LaBar, *A point of unstable equilibrium*, 2019

Ci artyści wskazują na piękno w akceptowaniu nieprzewidzianego. Działanie, w którym ta sama siła, która sprawia, że materia może nas zawieść, staje się źródłem inspiracji, kształtując unikatowy język ich twórczości. Zależność pomiędzy intencją twórcy a nieuchronnością efektów grawitacji oddziałuje na kreatywny proces i wpływa na ostateczny rezultat, tworząc prace które są w tym samym stopniu produktem praw fizyki jak i ludzkiej ekspresji.

Jednym z moich projektów, który dotyczył bezpośrednio grawitacji był performans zrealizowany w ramach indywidualnej wystawy w trakcie drugiego roku studiów w Szkole Doktorskiej. Projekt powstał na kanwie marzenia, aby zostać pierwszym artystą ceramikiem,

któremu dane będzie tworzyć w przestrzeni kosmicznej lub na innej planecie, takiej jak chociażby zasiedlany w snutych przez naukowców wizjach przyszłości¹⁷, Mars.

Aby zasymulować wyzwania pracy w warunkach tak odmiennych od ziemskich, stworzyłem osobisty program treningowy uwzględniający toczenie do góry nogami. To ćwiczenie pozwoliło mi doświadczyć wysiłku wynikającego z braku kontroli nad rozciąganiem gliny oraz trudem używania wody w celu nawilżania masy przy odwróconej grawitacji całego działania.

Centralną częścią performansu była drewniana konstrukcja z odwróconym kołem garncarskim, zamontowanym na jej szczycie [Il.1.7.]. Proces zatytułowałem adekwatnie *!Grawitacja*. Symbol wykrzyknika w wielu językach programowania odwraca wartość następującego po nim wyrażenia.



Il.1.7. Performans *!Grawitacja*, 25 czerwca 2023

¹⁷ 25 czerwca 2023 roku w Houston w stanie Teksas rozpoczęła się jedna z serii misji CHAPEA - *The Crew Health and Performance Exploration Analog*, która na powierzchni Ziemi ma symulować misję na Marsie.

1.4. PRZESTRZEŃ KOSMICZNA

1.4.1. Ciemna energia i ciemna materia

Od lat 20 tych ubiegłego wieku, naukowcy przekonani byli, że owszem - wszechświat się rozszerza, ale z malejącą prędkością, ponieważ grawitacja przyciąga wszystko spowrotem do siebie¹⁸. Odkrycie zjawiska przyspieszania tempa rozszerzania się Wszechświata jest sukcesem badań amerykańskich astrofizyków z lat 90 i zostało nagrodzone Noblem z dziedziny fizyki w 2011 roku¹⁹. Udowodniło poprzez obserwację odległych supernowych, że jest odwrotnie.



II.1.8. Jarosław Grulkowski, *Built a new world 2m*, 2021

Z teorii względności Einsteina można wyprowadzić wcześniej wspomniane wnioski o tej odpychającej sile grawitacji, której źródłem powstania ma być wielki wybuch. Zapoczątkowało go nagromadzenie się i ujednolicenie dużej ilości energii, która uległa nagłemu i niesamowicie

¹⁸ J. Rogan (Gospodarz), (2020, 19 lutego), *Brian Greene* (nr 1428) [Odcinek podcastu wideo], *Joe Rogan Experience*, Youtube.com, Dostęp: 25 lipca 2024

<https://www.youtube.com/watch?v=r4wQsmAtZoc&t=2312s>, [tłum.własne].

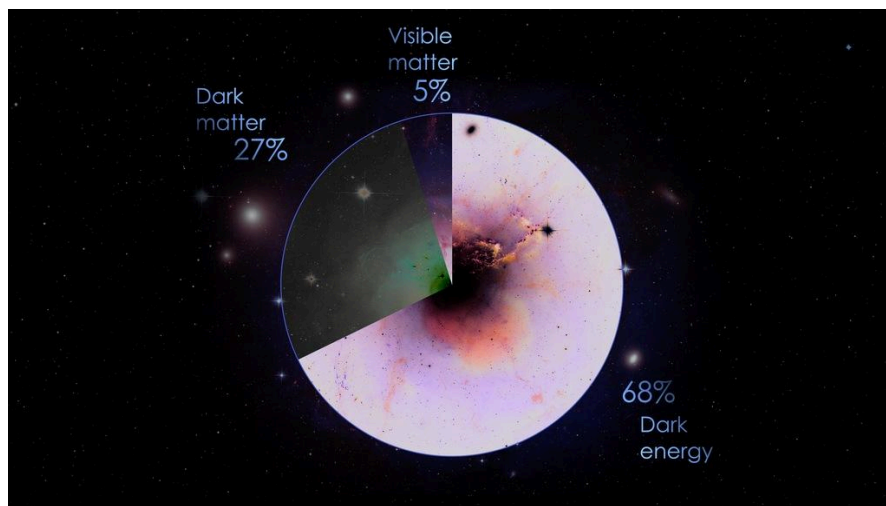
¹⁹ *The Nobel Prize in Physics 2011*, Dostęp: 20 września 2024,

<https://www.nobelprize.org/prizes/physics/2011/summary/>, [tłum.własne].

intensywnemu rozszerzeniu²⁰. Ciemna energia - niewidzialna siła wypełniająca równomiernie przestrzeń kosmiczną jest właśnie tą ciągle trwającą przyczyną przyspieszania, rozpychającym naciskiem na strukturę czasoprzestrzeni.

Formą artystycznej reprezentacji podobnych procesów zdaje się być rysunek *Build a new world 2M* (2021) Jarosława Grulkowskiego, który poprzez regularną siatkę linii sugeruje istnienie nadrzędnego porządku rzeczy, a dzięki symbolicznemu ujęciu materii w formy ciemnych kul (skądinąd w innych rysunkach nazywanych przez artystę molekułami) w prosty sposób ukazuje dojmujący obraz powstawania świata [II.1.8.]. Ich pochłaniająca światło ciemność może poprowadzić skojarzenia nawet dalej - ku czarnym dziurom czy ciemnej materii.

Mroczne materie, trylogia beletrystyczna autorstwa Sir Philipa Pullmana zawiera niesamowite podejście do tematu ciemnej materii, która w literackiej fantazji staje się samoświadomym bytem, będącym w stanie, przy użyciu odpowiedniej aparatury, wskazać bieg przyszłych zdarzeń. W równoległych rzeczywistościach, jedną z których jest nasz realny świat, ciemna materia zwana inaczej Pyłem staje się inicjatorem wielu naturalnych procesów, a nawet - zakazanym przedmiotem studiów, którego zgłębianie jest jednoznaczne z grzechem.



II.1.9. Wykres ilustrujący procentową zawartość materii widzialnej, ciemnej materii i ciemnej energii we Wszechświecie.

²⁰ J. Rogan (Gospodarz), (2020, 19 lutego), *Brian Greene* (nr 1428) [Odcinek podcastu wideo], *Joe Rogan Experience*, Youtube.com, Dostęp: 25 lipca 2024 <https://www.youtube.com/watch?v=r4wQsmAtZoc&t=2312s>, [tłum.własne].

Ciemna materia, której jest około pięć razy więcej niż widzialnej materii [II.1.9.] wraz z ciemną energią wypełniającą większość wszechświata, stanowią najbardziej nieodgadnione części rzeczywistości. Jak daleko musimy być od pełni zrozumienia, jeśli ciemną materię odkryliśmy jedynie pośrednio? Ujawniła się dzięki swojej grawitacji, która zakrzywia czasoprzestrzeń i w ten sposób wpływa na obrazowe obserwacje odległych zakątków wszechświata, realizowane m.in. przez teleskop Hubble’a²¹.

1.4.2. Człowiek w centrum - zasada antropiczna i dokładnie dostrojony wszechświat

Człowiek może poczuć się wobec tego zagadkowego ogromu współmiernie mały i nieistotny. Szczególnie jeśli tak wielka część rzeczywistości wymyka się naszym ograniczonym zdolnościom rozumienia świata. Uczucie nieistotności umiejętnie sportretowali bracia Arkadij i Borys Strugaccy opowiadaniem *Piknik na skraju drogi*, w którym nasza planeta zdaje się być jedynie miejscem “przerwy na piknik” gdzie nieodgadniona cywilizacja porzuciła trochę swoich cudaczkich śmieci, trwale zmieniając rzeczywistość opuszczonej naprędce Ziemi. Mimo wszystko mamy powody po pokrzepieniu. Zgodnie z tak zwaną partycypacyjną zasadą antropiczną Johna Wheelera, wyprowadzoną z jednej z interpretacji mechaniki kwantowej, “obserwator” jest niezbędny aby nadać wszechświatowi znaczenie, ponieważ żaden fenomen nie może zostać określony jako istniejący, póki nie zostanie zaobserwowany²².

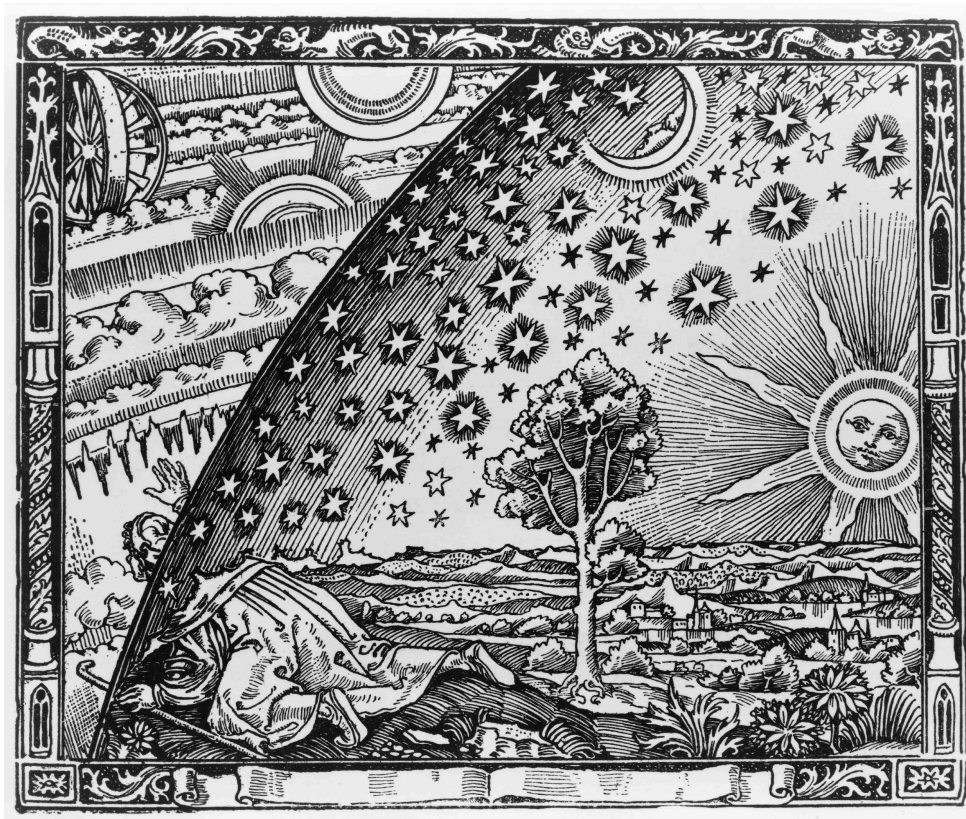
Można też pójść o krok dalej - w kierunku pojęcia dokładnie dostrojonego wszechświata (z ang. *fine-tuned universe*), które mówi, że *gdyby prawie każde podstawowe właściwości wszechświata, poczynając od właściwości atomów do rozmieszczenia galaktyk, były inne, życie byłoby prawdopodobnie niemożliwe*²³. Inaczej ujmując, wszystko dążyło do stworzenia samoświadomej formy życia - nas. To postrzeganie rzeczywistości ma za zadanie uzasadnić dlaczego pewne stałe i mierzalne właściwości tego, co nas otacza są takie, a nie inne. Wszystko to oczywiście hipotezy. Pomimo zaawansowanego sprzętu badawczego możemy nadal, jako

²¹ A. Balzer, K. Carpenter, E. Henderson, J. Jeletic, M. Marosy, J. Wiseman,., *Hubble Focus: Dark Universe*, National Aeronautics and Space Administration, 2024, s. 15-16, [tłum.własne].

²² *Forms of the anthropic principle*, Dostęp: 15 sierpnia 2024, <https://www.britannica.com/science/anthropic-principle/Forms-of-the-anthropic-principle#ref1078377>, [tłum. własne].

²³ P.C.W. Davies, *Cosmic jackpot: why our universe is just right for life*, Boston, 2007, s. 2, [tłum. własne].

ludzkość, odnajdywać siebie samych w rycinie Flammariona²⁴ [Il.1.10.] - wychynęliśmy za nieboskłon i ledwie rozumiemy gdzie się znajdujemy. Musimy być pokorni wobec rzeczywistości, żeby móc zakładać rzeczy dotąd niewyobrażalne. Kto²⁵ byłby w stanie wyobrazić sobie Internet zanim on powstał? W 1928 roku fizyk i laureat Nagrody Nobla Max Born powiedział do grupy odwiedzającej Uniwersytet Gottingen Fizyka, jaką dziś znamy, skończy się za sześć miesięcy²⁶. Nie przypuszczano wtedy jeszcze, że protony okażą się być podzielnymi elementami budującymi naszą rzeczywistość. Ba! Nieodkryte było jeszcze istnienie neutronów.



Il.1.10. Tzw. rycina Flammariona

Pytania o naturę wszechświata, obserwowanego jedynie przez soczewkę naszych zmysłów, jest od wieków wdzięcznym obszarem poszukiwań artystycznych. W swojej wielokrotnie prezentowanej instalacji *Solar Equation* (2010) meksykańsko-kanadyjski artysta

²⁴ Rycina nieznanego autora, prawdopodobnie jedynie stylizowana na dzieło wcześniejsze, niż w rzeczywistości jest, rok powstania nieznany; pierwsza publikacja w roku 1888 przez francuskiego astronoma Camille'a Flammariona.

²⁵ Marshall McLuhan w publikacji z 1962 roku *Galaktyka Gutenberga* przewidział powstanie Internetu, pisząc o globalnej wiosce przyszłości.

²⁶ S.W. Hawking, *Krótką historia czasu. Od wielkiego wybuchu do czarnych dziur*, Warszawa 1990, s.146.

Rafael Lozano-Hemmera [Il.1.11.] zaprasza nas do doświadczania ludzkiego rozmiaru w relacji do skali kosmosu. Jak sam mówi - *to bardzo ważne by (...) być pokornym wobec tego, że kiedy weźmiemy coś takiego jak słońce i zmniejszymy je 200 000 000 razy, zmieści się ono pod sklepieniem kościoła, dając nam perspektywę na naszą własną skalę. Jeśli mielibyśmy wziąć Ziemię i zmniejszyć ją 200 000 000 razy otrzymalibyśmy mały groszek*²⁷.



Il.1.11. Rafael Lozano-Hemmera, *Solar Equation*, 2010

W serii prac *Kosmos* również postawiłem na pracę ze skalą. Chcąc zawrzeć w ceramicznych płaszczyznach nie tylko nieodgadniony, wizualny charakter czasoprzestrzeni, ale też zbudować relację pomiędzy codziennymi praktykami ceramicznymi a bezmiarem, wykonałem wielokrotnie powiększone²⁸ próby szklive, portretując moje wyobrażenie obrazów kosmosu. Dzięki światłu, tak jak w przypadku obserwacji odległych galaktyk teleskopem Hubble'a, mogę ukazać głębię tworzywa jakim jest szkliwo i zasugerować odbiorcy przepastność portretowanego, wyimaginowanego punktu we wszechświecie, wyciągając jego swoistą "próbkę".

²⁷ R. Lozano-Hemmer, *Solar Equation*. *Relational Architecture* 16, Dostęp: 5 września 2024, https://lozano-hemmer.com/solar_equation.php, [tłum. własne].

²⁸ Wobec zwyczajowo uznawanych rozmiarów, które nie są ustandaryzowane, ale wynikają z praktyki ceramicznej i zazwyczaj, niezależnie od miejsca, przyjmują zbliżone wartości.

1.4.3. Teoria strun - teoria zunifikowana

Nasze rozmiary nieodmiennie sprawiają, że w obliczu bezkresu kosmosu czujemy się mali. Zazwyczaj twierdzenia, które nas od tego wrażenia odwodzą, kojarzymy z czasami minionymi, zmianami światopoglądów, wyrażonymi naglej w porzuceniu geocentryzmu. Teoria strun, która może stanowić przedsięwzięcie do znalezienia *t e o r i i w s z y s t k i e g o*, zdaje się mimo wszystko być podporządkowana człowiekowi, jako trójwymiarowemu, świadomemu bytowi. Teoria strun z jej początkami sięgającymi lat 60. i 70. przeżyła swój rozkwit dopiero w 1984 roku i od tego czasu zajmuje się nią wielu znamienitych uczonych z Edwardem Witten'em²⁹ na czele, który deklaruje, że nie ma żadnej innej drogi w rozwoju fizyki³⁰. *Podstawowymi obiektami w tej teorii nie są cząstki zajmujące pojedyncze punkty w przestrzeni, lecz obiekty, które mają tylko długość (...); przypominają one nieskończenie cienkie kawałki strun*³¹. Skonstruowanie tej teorii obudziło nadzieję na wyjaśnienie *własności rzeczywistych cząstek*³².

Skąd więc wątek humanistyczny w tym zawiłym odkryciu? Ponownie wydaje się konieczne obszerne zacytowanie Stephena Hawkinga:

*wyduje się, że są one [teorie strun - przyp.aut.] sensowne tylko wtedy, jeśli czasoprzestrzeń ma 10 lub 26 wymiarów, nie zaś 4 jak zwykle!? (...) Czemu widzimy wyłącznie trzy wymiary przestrzenne i jeden czasowy? Wyjaśnienie brzmi następująco: w dodatkowych wymiarach przestrzeni jest bardzo mocno zakrzywiona, tak że jej rozmiar jest bardzo mały — około milionowej miliardowej miliardowej miliardowej części centymetra. Jest to tak niewiele, że tych wymiarów po prostu nie dostrzegamy (...). Powstaje jednak natychmiast nowe pytanie — czemu niektóre, lecz nie wszystkie, wymiary uległy tak mocnemu zakrzywieniu? (...) Szukając odpowiedzi na to pytanie, możemy odwołać się do słabej zasady antropicznej. Dwa wymiary przestrzenne to — jak się wydaje — za mało, by możliwy stał się rozwój skomplikowanych istot, takich jak my*³³.

Zetknięcie z teoretyczną nieuchronnością istnienia więcej niż czterech wymiarów było dla mnie impulsem do stworzenia instalacji *Splecione wymiary*. Praca ta jest próbą przestrzennego

²⁹ Wielokrotnie nagradzany profesor Institute of Advanced Study w Princeton.

³⁰ G. Farmelo (Gospodarz), (2019, 2 września), *Edward Witten interviewed by Graham Farmelo* (nr 5), [Odcinek podcastu audio], *The Universe Speaks in Numbers*, SoundCloud.com, Dostęp: 25 lipca 2024, <https://www.youtube.com/watch?v=r4wQsmAtZoc&t=2312s>, [tłum.własne].

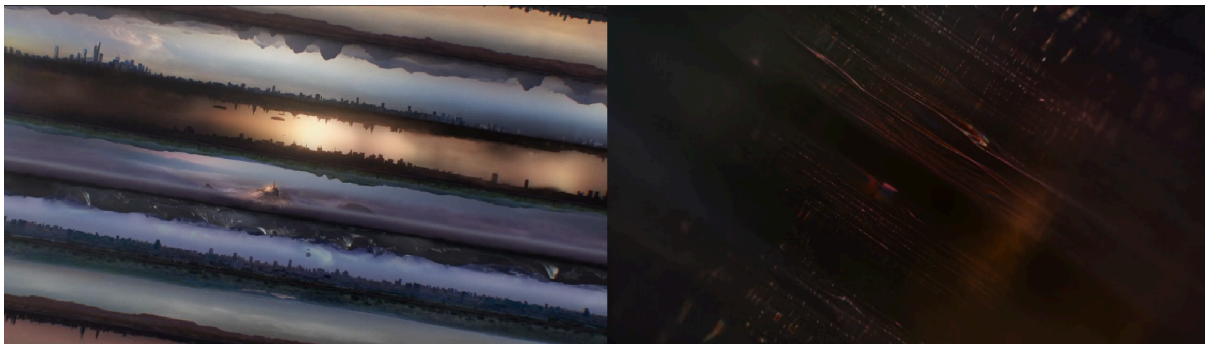
³¹ S.W. Hawking, *Krótką historia czasu. Od wielkiego wybuchu do czarnych dziur*, Warszawa 1990, s. 150.

³² Tamże, s. 150.

³³ Tamże, s. 152-153.

zobrazowania istniejących jednocześnie i nakładających się na siebie rzeczywistości, w których obiekty z jednego wymiaru przenoszą się do kolejnych za sprawą odbicia w płaszczyznach ich granic - przezroczystych tafli plexi.

Mam wrażenie, że twórcy czołówki do telewizyjnej adaptacji *Mrocznych Materii* - Clarissa Donlevy i Yongsub Song, czerpali również inspiracje z teorii strun - z wizualnych ich interpretacji. Ten nagrodzony BAFTA³⁴ klip ukazuje współistniejące równoległe rzeczywistości, aby chwilę później, w miarę zmieniającej się animacji, ukazać je pod postacią drgających, świetlistych strun [Il. 1.12].



Il.1.12. Fotosy z czołówki serialu *Mroczne Materie*, 2019

Teoria strun zdaje się poddawać konieczności dopasowania do naszego istnienia, ale możliwe, że jest to jedynie defekt spowodowany faktem iż to my tworzymy teorie, ograniczeni i jeszcze nie wystarczająco mądrzy³⁵. W związku z tym, że jesteśmy (tylko/aż) ludźmi, ciężko przyjąć inną perspektywę patrzenia na rzeczywistość, tym bardziej, że nie udało nam się porozumieć z żadną inną samoświadomą formą życia, której perspektywę można byłoby w kontraście do naszej przyjąć.

³⁴ Skrócona nazwa Nagrody Brytyjskiej Akademii Sztuk Filmowych i Telewizyjnych.

³⁵ Hawking zakłada możliwość, że znajdziemy zunifikowaną teorię, kiedy będziemy wystarczająco mądrzy.

1.5. AI / AGI³⁶

Chat GPT poproszony o napisanie dwóch zdań o AI (samym sobie) odpowiedział:

AI, czyli sztuczna inteligencja, to dziedzina informatyki zajmująca się tworzeniem systemów, które potrafią wykonywać zadania wymagające inteligencji ludzkiej, takie jak rozumienie języka, rozpoznawanie obrazów czy podejmowanie decyzji. AI opiera się na algorytmach i modelach, które uczą się na podstawie danych, co pozwala im doskonalić swoje działanie bez bezpośredniego programowania.

Jesteśmy co prawda coraz bliżej stworzenia świadomej maszyny, ale nadal nie znamy drogi, która mogłaby nas tam doprowadzić. Według głównego naukowca, zajmującego się AI dla Meta, Yanna LeCun’a, który otwarcie krytykuje złośliwsze prognozy nazywające AGI śmiertelnym zagrożeniem, AI nie posiada *zdolności rozumienia fizycznego świata, umiejętności zapamiętywania i przypominania sobie rzeczy, trwałej pamięci, ani możliwości planowania i posługiwania się rozsądkiem*³⁷, aby stać się inteligentne.

Obecnie rozpowszechnioną i używaną na co dzień przez wielu formą sztucznej inteligencji są LLMs (z ang. *large language models* - duże modele językowe) takie jak ChatGPT. Istnieją też bardziej ukierunkowane modele jak na przykład Bible Chat (który odpowiada na pytania dotyczące Pisma), czy blueJ zajmujący się podatkami. Słuchając niedawnej rozmowy z Samem Altmanem, dyrektorem generalnym OpenAI, odpowiedzialnym za serię modeli GPT, można odnieść wrażenie, że nie będziemy długo czekać na GPT-5, który przyćmi wszelkie poprzednie osiągnięcia w tej dziedzinie. Do wyścigu staje także xAI Elona Muska, którego Grok2 ma obecnie prześcigać pod wieloma względami GPT-4 Turbo.

W trakcie zajęć dydaktycznych prowadzonych w Pracowni Technologii i Technik Ceramicznych w Malarstwie i Rzeźbie postanowiłem wykorzystać potencjał AI. Studenci mieli za zadanie “przepuścić” przez konkretny model AI wybrany przez siebie dwuwymiarowy materiał wizualny tj. zdjęcie, własny rysunek czy obraz i za pomocą spersonalizowanych promptów³⁸ poddać obróbce. O podobnym działaniu Sam Altman powiedział: *jedna rzecz do*

³⁶ AGI (ang. *artificial general intelligence*) - tzw. silna sztuczna inteligencja, istniejąca w teorii, posiadająca umiejętności równe człowiekowi.

³⁷ L. Fridman (Gospodarz), (2024, 7 marca), *Yann LeCun: Meta AI, Open Source, Limits of LLMs, AGI& the Future of AI* (nr 416), [Odcinek podcastu wideo], *Lex Fridman Podcast*, Youtube.com, Dostęp: 5 września 2024, <https://www.youtube.com/watch?v=5t1vTLU7s40>, [tłum.własne].

³⁸ Zbiór poleceń przekazywanych sztucznej inteligencji.

której używam jej ostatnio to rodzaj partnera do burzy mózgów. I jest w tym przebłysk czegoś niesamowitego (...)³⁹.

Podobne wrażenie mogą wywoływać generowane przez sztuczną inteligencję Midjourney wizualizacje ceramicznych obiektów, jakie w swoim artykule *Clay meets code* prezentuje artystka z Wielkiej Brytanii Elena Howard [Il.1.13.]. Analizując nieśmiało spotkania świata ceramiki i AI rzeźbiarka nie odnajduje co prawda bezpośrednich przykładów przełożenia tego nowatorskiego narzędzia na materiał ceramiczny, ale analizuje zagadnienia etyczne z nim związane i prezentuje własne próby generowania obrazów.

W kontekście moich aspiracji artystycznych i międzyplanetarnych, wspomniałem było odkrycie serii (no właśnie serii czego, jeśli wygenerowała to AI?) Amerykanina Stephen’a Creech’a, artysty ceramika i eksperymentatora, który bawiąc się promptem “narzędzia, których obcy używają do robienia ceramiki w kosmosie” otrzymał kompozycje intrygujących zestawów obiektów, wręcz gotowych projektów do realizowania trójwymiarowej instalacji pod tym samym tytułem [Il. 1.14.].



Il.1.13. Stephen Creech, *Tools Aliens Use To Make Pottery In Space*, 2023



Il.1.14. Elena Howard, AI generated ceramic idea, 2024

³⁹ L. Fridman (Gospodarz), (2024, 18 marca), *Sam Altman: OpenAI, GPT-5, Sora, Board Saga, Elon Musk, Ilya, Power & AGI* (nr 419), [Odcinek podcastu wideo], *Lex Fridman Podcast*, Youtube.com, Dostęp: 5 września 2024, <https://www.youtube.com/watch?v=jvqFAi7vkBc>, [tłum.własne].

1.6. Math.random()⁴⁰

Moje interakcje z losowością, a dokładniej z pseudolosowością w trakcie pięcioletniej pracy jako *frontend developer*⁴¹, zapewniły mi wyjątkowe spojrzenie na mechanizmy procesów decyzyjnych, zarówno trywialnych jak i tych istotnych. Powierzane mi zadania często wymagały korzystania z generatorów liczb pseudolosowych (PRNGs - *pseudorandom number generators*) - algorytmów, używanych w przetwarzaniu danych do tworzenia sekwencji liczb, która wydaje się być losowa. Jednakże sekwencje te są całkowicie deterministyczne, a inicjuje je wartość początkowa, tzw. *seed* (ang. nasiono). Znajomość nasiona i algorytmu pozwala przewidzieć wszystkie następujące wartości, które wygeneruje PRNG.

Ta deterministyczna natura funkcji pseudolosowych w interesujący sposób koresponduje z procesami decyzyjnymi w codziennym życiu i sztuce. Jednym z moich najwcześniejszych programów była prosta aplikacja symulująca rzut monetą, która rozwiązywała drobne dylematy - wybór pomiędzy kawą i herbatą, czy jakie śniadanie zjeść danego dnia. Aplikacja ta używała PRNG do rozstrzygnięcia pytania “orzeł czy reszka”, zapewniając szybkie remedium na niezdecydowanie, które często utrudniało tak przyziemne decyzje.

Pomysł używania losowości w podejmowaniu decyzji stał się dla mnie jeszcze bardziej intrygujący, kiedy zacząłem stosować ją w bardziej znaczących sferach życia, takich jak moje artystyczne przedsięwzięcia. Używanie w sztuce działań opartych na przypadku jest dobrze znane między innymi dzięki Jacksonowi Pollockowi. Malarz stosował techniki takie jak kapanie i rozchłapywanie farby w sposób, który wydawał się losowy i wręcz manifestował wyrzeczenie się kontroli nad procesem. Mimo to sam Pollock, zapytany w 1950 roku na antenie radia WERI przez Williama Wrighta o poziom kontroli jaką ma nad używanym do malowania pędzlem, odpowiedział: (...) *mając doświadczenie, możliwym wydaje się kontrolowanie biegu farby w znacznej mierze, i nie używam - nie używam przypadku, ponieważ zaprzeczam przypadkowi*⁴². Jego zabiegi mimo wszystko wydają się skrajnie kontrastować z integralną dla programowania

⁴⁰ Gra słów oparta na funkcji zapisywanej jako 'random()', generującej liczby zmiennoprzecinkowe z przedziału (0,1]. Każda z tych liczb może pojawić się z jednakowym prawdopodobieństwem (za Miłką Sokół, Uniwersytet Warszawski <https://skrypty.biol.uw.edu.pl/strona-glowna/python-dla-biologow/python-podstawowe-operacje/liczby-i-objekty-losowe/>).

⁴¹ Rola, która zajmuje się pracą nad interakcjami użytkownika z produktem (aplikacją, stroną internetową).

⁴² P. Karmel, *Jackson Pollock: interviews, articles and reviews*, Nowy Jork 1999, s. 22.

przewidywalnością, ale nie są od niej tak naprawdę bardzo odległe. Losowość w sztuce, podobnie jak pseudolosowość w programowaniu nie jest często pozbawiona przewidywalnych wzorców. W obu sferach coś, co wygląda na losowe jest często skomplikowaną relacją kontrolowanych procesów i warunków początkowych.

Takie rozważania doprowadziły mnie do znalezienia pewnych zbieżności pomiędzy zorganizowanym światem programowania a pozornie beztroską, nieskrępowaną naturą twórczości artystycznej. Obie sfery wykorzystują element przypadku aby generować wyjątkowe, często niespodziewane efekty. Zagłębiając się jednak dokładniej w mechanizm PRNG oraz metodologię różnorodnych postaw artystycznych oczywistym stało się to iż nic nie jest w rzeczywistości przypadkowe. Tak jak Carl Sagan stwierdził - *aby zrobić szarlotkę od podstaw, trzeba najpierw wymyślić Wszechświat* - istnieje dojmująca sieć wzajemnych powiązań i ukryty porządek nawet tam gdzie początkowo zarysowuje się jedynie chaos i przypadek. Analizując zarówno pociągnięcie pędzla na powierzchni płótna, jak i deterministyczną naturę sekwencji PRNG - źródło i wpływy doprowadzają do rezultatu innego niż czysto losowy - są wynikiem skomplikowanego, lecz wykrywalnego zbioru zasad i warunków.

Zanim zacząłem pracę nad *Teorią Wszystkiego*, byłem głęboko pochłonięty serią *Fiszbinowce*, która składała się z porcelanowych rzeźb tworzonych przy użyciu form gipsowych. Proces ich powstawania był bardzo złożony i wymagał ode mnie wiele cierpliwości. Z gotowych form które, co wynika z charakteru procesu odlewania z masy lejącej, przedstawiają negatyw docelowego obiektu, wydrapywałem warstwy gipsu za pomocą metalowych szczotek i elektronarzędzi. Stanowiło to szczególne wyzwanie ponieważ pracując jedynie nad przestrzenią negatywową nie byłem w stanie zobaczyć ostatecznego kształtu rzeźby do momentu wykonania pierwszego odlewu. Postrzegałem to jako działanie, które odniesie przypadkowy skutek, jako że końcowy wygląd realizowanej w ten sposób formy pozostawał tajemnicą do samego końca. Tekstura tworzona przez pociągnięcia metalową szczotką przypominała mi fiszbiny wielorybów, skąd seria zaczerpnęła swój tytuł. Uważałem, że to podparcie się namacalnym wzorcem nada interesującego wymiaru pracom. Przez to, że w pewien sposób nie widziałem co robię, czułem jakby robił to ktoś inny. Miałem wręcz zaskakujące poczucie, że to wieloryby pomagały mi tworzyć te rzeźby. Zdałem sobie jednak później sprawę, że było to jedynie odzwierciedlenie trudności, z jaką podejmowałem decyzje dotyczące mojej twórczości. Zastosowana metoda

umożliwiła mi porzucenie odpowiedzialności, pozwalając losowości na odegranie istotnej roli i zapanowanie nad ostatecznym kształtem form.

Podobne podejście widoczne było w kolejnej serii stworzonych przeze mnie naczyń *Organic*. Zamiast projektowania formy od podstaw, poszukiwałem obiektów, które mogłyby posłużyć jako modele. Koncentrowałem się głównie na drewnie i tak pierwszym elementem, którego użyłem była znaleziona w drewnutni rodziców szczapka. To szczęśliwe odkrycie wyznaczyło początek serii. Od tego momentu, za każdym razem gdy odwiedzałem miejsce mające dla mnie jakieś znaczenie, szukałem kawałków drewna, które mogłyby posłużyć mi za przyszłe modele. Tworząc tę serię byłem odpowiedzialny za przekształcenie drewna w porcelanowe naczynia, jednak początkową formę pozostawiłem przypadkowi. Podobała mi się ta mieszanka kontroli i losowości, ponieważ pozwalała na powiązanie każdego obiektu z historią jego pochodzenia. W ten sposób każde z naczyń zyskało unikalny i osobisty wymiar, czyniąc proces i ostateczny produkt o wiele bardziej mi bliskim.

Obecnie kontynuuję eksperymenty z wprowadzaniem elementu przypadku do mojej sztuki, ale bieżące realizacje skupiają się na efektach osiągniętych przy pomocy koła garncarskiego. Zamiast polegać jedynie na czynności toczenia, deformuję prace po ich ukształtowaniu. Potrząsam i zderzam ze sobą wytoczone formy, niekiedy łączę dwie i więcej części, uzyskując rozleglejsze kompozycje. W wyniku tych działań powstają dynamicznie zdeformowane obiekty, które nawiązują do idei czarnych dziur, a zniekształcanie i zginiatanie ich przywoływać może efekt *spagetyzacji*. Dzięki opisanemu procesowi tworzę całe galaktyki rzeźb. W przypadku każdej z nich przypadkowość i fizyczność samej deformacji nadają im unikalny charakter. Wszystkie elementy stają się częścią większej kosmicznej narracji, z własną opowieścią i znaczeniem.

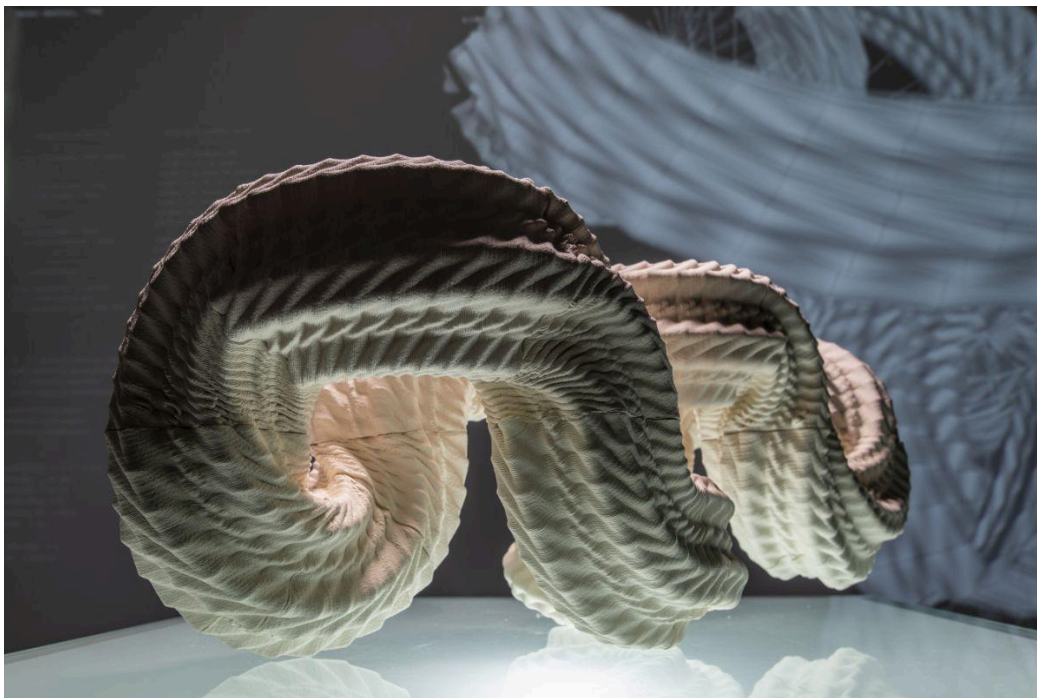
Podsumowując - moja podróż od serii *Fiszbinowce* przez wazony *Organic* do obecnej pracy na kole garncarskim była znaczone ciągłym testowaniem i budowaniem zależności pomiędzy kontrolą a losowością. Czas poświęcony na te badania pozwolił mi opracować unikalną metodę twórczą, efektywnie łączącą decyzję o tym, co jest uporządkowane i skonfigurowane, a co jest odpowiednio przypadkowe. Sytuacja losowa często niesie ze sobą efekt zaskoczenia, który jest przez nas artystów tak pożądanym. W ceramice może to się wydawać trudne do wdrożenia, ale przekraczanie dystansu od pierwszej intencji po rezultat przy jakimś

niestałym, losowym czynnikiem jest ciekawsze i angażuje mnie w bardziej długotrwały i złożony proces. Przy moim usposobieniu i pełnej przewidywalności, działania twórcze stają się zbyt nudne abym mógł je kontynuować. Znalezienie tej niezbędnej *równowagi* pozwoliło mi na stworzenie wyjątkowych prac, w których wybrzmiewa wątek osobisty, ale też rozwijana jest artystyczna innowacyjność.

Rozdział II: Konstrukcja prototypu hybrydowego pieca do wypalania wielkoformatowych płyt ceramicznych

2.1. DLACZEGO?

Myślę, że na wstępie powinienem wyjaśnić dlaczego zdecydowałem się zbudować własny piec, zamiast skupiać się wyłącznie na artystycznej kreacji. Wierzę, że kształtując nasze środowisko, tworząc własne narzędzia, jesteśmy w stanie uczynić naszą sztukę w pełni wyjątkową. Trzeba pamiętać, że te same narzędzia mają tendencję do zostawiania podobnych śladów, a co za tym, idzie ujednolicają pod pewnymi względami - bardziej lub mniej - charakter dzieła. Nawet użytkownik programu Adobe Photoshop ma do wyboru tylko tyle algorytmów ile stworzył piszący kod twórca. Dlatego artyści niezadowolający się standardowymi rozwiązaniami, tworzą własne akcesoria i sprzęt widząc w tym, jakże istotną dla procesu twórczego, drogę do osiągnięcia oryginalnych efektów.



Il. 2.1. Adam Abel, *Cyberboros*, 2020-2021

Wspaniałym przykładem akademika, przełamującego schematy gotowych programów komputerowych, jest wrocławski ceramik, dr hab. Adam Abel, który w obrębie platformy *Processing* napisał własną aplikację, generującą formy przestrzenne, aby potem przenosić je do

rzeczywistości za pomocą drukarek 3D [II.2.1.]. To, jak pisze o jednej ze swoich realizacji pozwala twierdzić, że autorstwo programu pozwala niejako wcielić go do pracy artystycznej jako integralną część procesu i efektu: *Wyodrębniam pierwotny szkielet ich konstrukcji, który stanowi odbicie tworzącego go algorytmu. Jego mocne ślady pozostawione na powierzchni odsłaniają wewnętrzny mechanizm budowania formy, który z tysięcy punktów, krawędzi i przekrojów składa cyfrowy organizm wpisany w formę pętli*¹.

W scenie rozpoczynającej nagradzany dokument *Będzie głośno* (2008), znany ze współtworzenia takich zespołów jak The White Stripes, Dead Weather czy The Raconteurs, Jack White ze starej deski i butelki po Coca-Coli zbija instrument, który podłącza do wzmacniacza i zaczyna na nim grać. Wszystko kwituje: *I kto powiedział, że trzeba kupować gitarę?* W podejściu do instrumentów wykorzystywanych w swojej twórczości nie ma może aż tak bezkompromisowego podejścia, ale można założyć, że zbytnia prostota mogłaby być ograniczająca. W latach 2019-20 z pomocą Fender Custom Shop projektował i dostosowywał swoją gitarę. Stworzył *Three-Wheel-Motion Low Rider Telecaster*², przy czym nazwa nie oddaje jeszcze w pełni mnogości dodatkowych funkcji, wprowadzonych przez White'a w celu personalizacji jego brzmienia.

Uważam, że podane przykłady udanie potwierdzają zasadność takich działań. Proces wytwarzania narzędzi - analogowych bądź cyfrowych - staje się częścią artystycznej podróży i pozwala na większą kontrolę i zindywidualizowaną ekspresję. Zbudowałem w trakcie swojej działalności wiele konstrukcji pieców, zarówno gazowych jak i elektrycznych, ale mam świadomość, że zaplanowane w ramach doktoratu przedsięwzięcie, wykracza poza cokolwiek, co wcześniej realizowałem. W ten sposób stawiam przed samym sobą wyzwanie, zarówno pod względem skali konstrukcji jak i złożoności procesu wypału. Mam nadzieję na stworzenie unikalnej techniki, która wpisze mnie w nurt artystów eksperymentujących z procesem i jego narzędziami.

¹ A. Abel, *Chryssalis*, Dostęp: 11 września 2024, <https://www.adamabel.com/pages/digitalchrysalis.html>.

² Nazwa wskazująca na trzy pokrętła zamontowane w gitarze, nawiązująca do manewru, wykonywanego samochodami o niskim zawieszeniu (*low rider*), kiedy przy gwałtownym zakręcie jedno koło odrywa się od nawierzchni, a w ruchu pozostają pozostałe trzy koła (*three-wheel motion*); telecaster to nazwa modelu gitary, wyprodukowanej przez firmę Fender.

2.2. PIECE GAZOWE

Moją pierwszą konstrukcją był ręcznie zbudowany, prosty piec własnego projektu, opalany gazem. Składał się z palnika dekarskiego, metalowej beczki i płatu izolacji piecowej. Był tani, ale umożliwiał wypały w wyższych temperaturach, niż dostępne mi ówczśnie zakresy pieców elektrycznych. Dodatkowo zapewniał możliwość wypału redukcyjnego - pozwalał stworzyć w komorze urządzenia atmosferę, w której w piecu było więcej paliwa niż mogło zostać na bieżąco spalone. Takie warunki usuwały z czerepu prac i szkliwa tlen, często zmieniając ich kolory. Na przykład - zielone szkliwa zawierające miedź, mogły stać się czerwone, a porcelanowe szkliwo z odrobiną żelaza mogło stworzyć efekt seladonu³.

Mój piec posiadał mnóstwo dobrych stron, poza kwestią ekstremalnej trudności w precyzyjnym osiągnięciu planowanej temperatury, czy kontrolowaniu jej przyrostu. Te trudności były szczególnie dotkliwe podczas pierwszych prób wypałów. Nawet jeśli osiągnięta temperatura była zgodna z planem, a krzywa wypału ściśle kontrolowana, niektóre prace nadal pękały lub przegrzewały się ze względu na bezpośredni kontakt z płomieniem palnika. Dodatkowo, nadzorowanie całego procesu było bardzo czasochłonne - przy pierwszych wypałach byłem niemal ciągle przy piecu, ucząc się kontrolować go z jak największą efektywnością.

2.3 PIECE ELEKTRYCZNE

Piec elektryczny jest najtrudniejszym piecem do zbudowania. Projekt i konstrukcja komory pieca są najłatwiejsze. Jednak, kontrolowanie mocy pieca jest najtrudniejsze. Kalkulacje średnicy drutu, oporu, długości grzałek i innych, zależą od tak wielu czynników i bezpośredniego doświadczenia, że trudno jest ustalić jednoznaczne zasady. (...) Zważywszy na to wszystko trudno jest przebić cenę i gwarancję przemysłowo zbudowanego pieca⁴.

Tymi słowami Frederick L. Olsen podsumowuje rozdział o piecach elektrycznych w książce poświęconej tej tematyce i trudno się z nim nie zgodzić. W tym samym rozdziale pisze również, że *piec elektryczny jest produktem dwudziestego wieku i może się okazać czwartą,*

³ Rodzaj ceramiki, mający swoje początki w Chinach, charakteryzujący się seladonowym zabarwieniem szkliwa, wynikającym z wypału, redukującego tlenek żelaza (III) do tlenku żelaza (II).

⁴ F. L. Olsen, *The Kiln Book, materials, specifications & construction*, Iola 2001, s. 222, [tłum.własne].

*najważniejszą innowacją w historii budowania pieców*⁵. Mimo poczucia ogromu tego wyzwania i podsyconej lekturą Olsena wizją ewentualnej porażki, postanowiłem poświęcić część swojej kariery na zrozumienie funkcjonowania pieców elektrycznych. Moje doświadczenia przebiegały zupełnie inaczej, niż z piecami z gazowymi. Nie zaczynałem od budowania własnych konstrukcji, lecz od naprawy swoich pieców i urządzeń zaprzyjaźnionych ceramików. Z czasem zauważyłem powtarzające się wady w konstrukcjach pewnych marek, inne zdarzały się niezależnie od producenta pieca, jednak na większość z nich byłem w stanie znaleźć rozwiązanie. Właśnie te autorskie ulepszenia upewniły mnie w przekonaniu, że jestem gotowy na zaprojektowanie pierwszej, autorskiej konstrukcji. Był to niewielki, zaledwie dwudziestolitrowy piec na planie wielokąta foremnego, ładowany od góry. Zaprojektowane urządzenie wykorzystywało maksymalną moc instalacji jednofazowej tj. 3,6kW i działało bez zarzutu, nawet w zakresie temperatur 1250°C. Sukces tej konstrukcji zmotywował mnie do zaprojektowania i zbudowania urządzenia posiadającego o wiele większą komorę i moc. Niestety przy kolejnym prototypie okazało się, że ilość problemów rośnie drastycznie, wraz z wielkością pieca. Tym razem stulitrowa konstrukcja, również na planie wielokąta foremnego, ładowana od góry, pomimo założenia ośmiogodzinnego wypału do temp. 1200°C, rozgrzewała się w kilkanaście godzin jedynie do temperatury 800°C. Wracając do Olsena - trudno o większy autorytet w kwestii budowania pieców - podaje on dwa sposoby na obliczenie zapotrzebowania na moc pieca. Pierwszy to kalkulacja wynikająca z objętości komory pieca i współczynnika, który wynosi 1,5kW/CF (stopy sześciennie, ang. *cubic feet*)⁶.

Przykład podawany przez Olsena:

$$2 \times 2 \times 2 = 8\text{ft.}^3$$

$$8 \times 1,5 = 12\text{kW}$$

Jak autor sam zaznacza ta metoda nie jest zbyt dokładna przy piecach o mniejszej pojemności. Próbuąc zastosować tę metodę do obliczeń dla pieca dwudziestolitrowego, dostajemy zaledwie 1,059kW. Podnosząc wartość współczynnika do 2,07kW/CF - zalecenie autora - nadal otrzymujemy tylko 1,46kW.

⁵ Tamże, s. 207, [tłum. własne].

⁶ Tamże, s. 215, [tłum. własne].

$$20\text{cm}^3 = 0,706\text{ft}^3$$

$$0,706 \times 1,5 = 1,059\text{kW}$$

O wiele lepiej sprawdza się tu metoda druga, oparta na sumie powierzchni ścian wewnętrznych pieca. Tu współczynnik wynosi od 5 do 7 W/in² (cal ang. *inch*), co zamieniając na centymetry, daje nam 1.085 W/cm².

$$3\,456^* \times 1.085 = 3\,749\text{W} = 3,749\text{kW}$$

*suma powierzchni ścian mojego dwudziestolitrowego pieca, wyrażona w cm²

Używając tej samej metody i tego samego współczynnika do poprawienia wspomnianej stulitrowej konstrukcji, udało mi się obliczyć zapotrzebowanie mocy tego pieca na 7kW. Po wymianie grzałek na zgodne z tą kalkulacją, piec pracuje bez zarzutu do maksymalnej temperatury 1200°C. Te doświadczenia okazały się kluczowe do zaprojektowania i zbudowania przeze mnie pieców hybrydowych.

2.4. PIECE HYBRYDOWE

Nazwy „piec hybrydowy” używam w stosunku do urządzenia, które wykorzystuje dwa różne paliwa do przeprowadzenia wypału. W wypadku mojej konstrukcji, jest to piec elektryczny i gazowy w jednym. Są cztery powody dla których postanowiłem go zbudować. Pierwszym jest uzyskanie z użyciem prądu, stabilnego i w pełni kontrolowanego rozgrzewania wyrobów do wybranej temperatury. Drugim - łatwe uruchomienie palników gazowych, dzięki wykorzystaniu już zgromadzonej w komorze pieca temperatury. Używany w wypalach propan techniczny zapala się samoistnie w temperaturze powyżej 470°C, która mogłaby stanowić dolną granicę włączenia do wypału gazu. Trzecim powodem jest łatwość z jaką osiągnę wysokie temperatury powyżej 1250°C, zakładając użycie gazu. Umożliwia on też stabilne i powtarzalne uzyskiwanie atmosfery redukcyjnej (również w wysokich temperaturach), co stanowi czwarty argument za proponowaną konstrukcją.

2.4.1 Atmosfera redukująca w piecach elektrycznych

Ostatni przedstawiony powyżej argument ma swoje alternatywne rozwiązanie w piecach elektrycznych. Pravoslav Rada, czeski ceramik i autorytet w dziedzinie technologii ceramicznej, podaje definicję wypału redukującego (dalej zwanego potocznie “redukcją”) - *wypalanie ceramiki przy niedostatecznym dopływie tlenu; obecny w atmosferze tlenek węgla odbiera tlenkom metali tlen, a tym samym redukuje je do czystego metalu*⁷. Zgodnie z tą definicją wystarczy jedynie “zabrać” tlen z komory pieca, żeby zmienić atmosferę wypału. Można to zrobić poprzez dodanie/włożenie do pieca materiału, który ulegnie spaleniowi w zamkniętej komorze pieca. Popularną metodą stosowaną w Katedrze Ceramiki Akademii Sztuk Pięknych we Wrocławiu jest dolewanie oleju spożywczego w trakcie stygnięcia wsadu. W zależności od indywidualnego doświadczenia, praktykujący metodę ceramicy wprowadzają dodatkowe paliwo do komory w zakresie temperatur od 800°C do 600°C. Dolanie oleju do pieca powyżej 800°C może być nie tylko nieefektywne - olej może się spalić kompletnie zanim efekt redukcji zostanie utrwalony - ale też bardzo niebezpieczne. Powyżej tej temperatury może dojść do raptownego spalania oleju, skutkującego eksplozją. Żeby przeprowadzić taką redukcję, należy odpowiednio przystosować piec. Niezbędny jest otwór do wlewania oleju, w który włożyć można metalową rurę, pełniącą funkcję lejka. Wewnątrz pieca, pod wylotem rury usytuowany zostaje otwarty pojemnik, zrobiony z masy odpornej na szok termiczny. Taki zabieg uniemożliwia swobodne rozlewanie się oleju po komorze pieca. Całą procedurę należy przeprowadzić podczas swobodnego studzenia pieca, to znaczy - piec nie może być już w trakcie podgrzewania za pomocą grzałek. Konieczne jest kilkukrotne wlewanie oleju, aby utrwalić efekt na powierzchni prac, unikając tym samym przelania pojemnika. To niestety wymusza na twórcy, aby w określonych odstępach czasu wracał do zadymionej piecowni, aby powtórzyć wymaganą czynność. Jest to nie tylko uciążliwe, ale też niebezpieczne dla zdrowia, ze względu na ulatniający się w procesie tlenek węgla.

Alternatywnym rozwiązaniem jest metoda stosowana na Akademii Sztuk Pięknych w Gdańsku. Akademicy tej uczelni otrzymują atmosferę redukcyjną za pomocą drewna. Osobiście uznają tę metodę za o wiele łatwiejszą do przeprowadzenia, mimo iż wymaga otworzenia pieca w podobnym, co redukcja olejowa, przedziale temperatur i włożenia dobrze wysuszonego

⁷ P. Rada, *Techniki ceramiki artystycznej*, Warszawa 1993, s. 196.

kawałka drewna, we wcześniej zaplanowanym miejscu. Podstawową zaletą tej metody jest bezpieczeństwo użytkowników. Tu wystarczy jednorazowe “załadowanie” drewna do pieca z racji jego powolnego spalania. [II.2.2.]



II. 2.2. Załadunek drewna do pieca



II. 2.3. Efekt redukcji drewnem ze śladami popiołu

Ciekawe jest to, że redukcja nie zawsze się udaje. Są piece, w których nie wychodzi nigdy, zazwyczaj związane jest to z ich bardzo szczelną konstrukcją. Tu z wyjaśnieniem można się odnieść do Olsena, który twierdzi, że do uzyskania atmosfery redukcyjnej nie wystarczy sam nadmiar paliwa, ale niezbędny jest też ciąg⁸. Wygląda zatem na to, że starsze piece, w których doszło już do częściowego zużycia wymurówki wokół części mechanicznych, takich jak drzwi i pokrywy, czy też piece po prostu mniej szczelne ze względu na ich projekt, łatwiej jest “wyredukować”, ponieważ nieszczelności tworzą rodzaj niezbędnego ciągu.

⁸ F. L. Olsen, *The Kiln Book...*, op.cit., s. 212.

Podsumowując - w piecach elektrycznych możliwy jest wypał redukcyjny. Jest jednak trudny do przeprowadzenia, może być niebezpieczny dla zdrowia, ma ograniczone możliwości, ponieważ redukcja na etapie studzenia i poniżej temperatury 800°C nie jest wystarczająca do zredukowania porcelany czy też szkliv seladonowych.

2.4.2 Zakresy temperatur

Wspomnianym trzecim argumentem za zbudowaniem konstrukcji hybrydowej, jest łatwość uzyskiwania wysokich temperatur. W piecach elektrycznych możliwe jest oczywiście uzyskanie temperatur powyżej 1250°C, ale wymaga ono zastosowania specjalnego materiału do budowy elementów grzewczych. Nazwa handlowa tego rodzaju drutu to Kanthal ATM. Jest on kilkukrotnie droższy niż popularny kanthal A-1, co oznacza, że wymiana takich grzałek jest bardzo kosztowna. Ma to szczególne znaczenie zważywszy na fakt szybszego zużywania się elementów grzewczych, gdy pracują w wyższych zakresach temperatur. Kanthal ATM wymaga również większej mocy. W podrozdziale 2.3 przybliżałem to, jak wielkim problemem potrafi być prawidłowe oszacowanie zapotrzebowania pieca na moc. Dodatkowym utrudnieniem dla użytkownika może okazać się fakt, że niektóre instalacje elektryczne mogą nie obsługiwać tak dużego zapotrzebowania.

2.4.3 Kontrolowane rozgrzewanie

Pierwszy, podany przeze mnie argument - uzyskanie z użyciem prądu, stabilnego i w pełni kontrolowanego rozgrzewania wyrobów do wybranej temperatury, wynika z ograniczeń pieców gazowych. To w nich, porównując z piecami elektrycznymi, o wiele trudniejsze jest uzyskanie powolnego i równomiernego rozgrzewania. Nawet w pełni zautomatyzowane piece, wyposażone w specjalistyczne programatory uruchamiają palniki na chwilę z pełną mocą, w odpowiednich odstępach czasu. Taki schemat działania stwarza ryzyko “przegrzania” lub nawet pęknięcia wyrobów, które znajdują się blisko płomienia. Także niektóre szkliwa, szczególnie surowe, mają tendencję do przegrzewania się w niskich temperaturach⁹, co powoduje ich zbieganie się lub odpadanie od czerepu.

⁹ Zbyt szybko podgrzane szkliwo, zaczyna pękać i odchodzić od czerepu, co w kolejnych etapach jego spiekania może powodować całkowite odpadnięcie lub powstawanie tzw. baranka.

2.4.4 Pierwszy prototyp

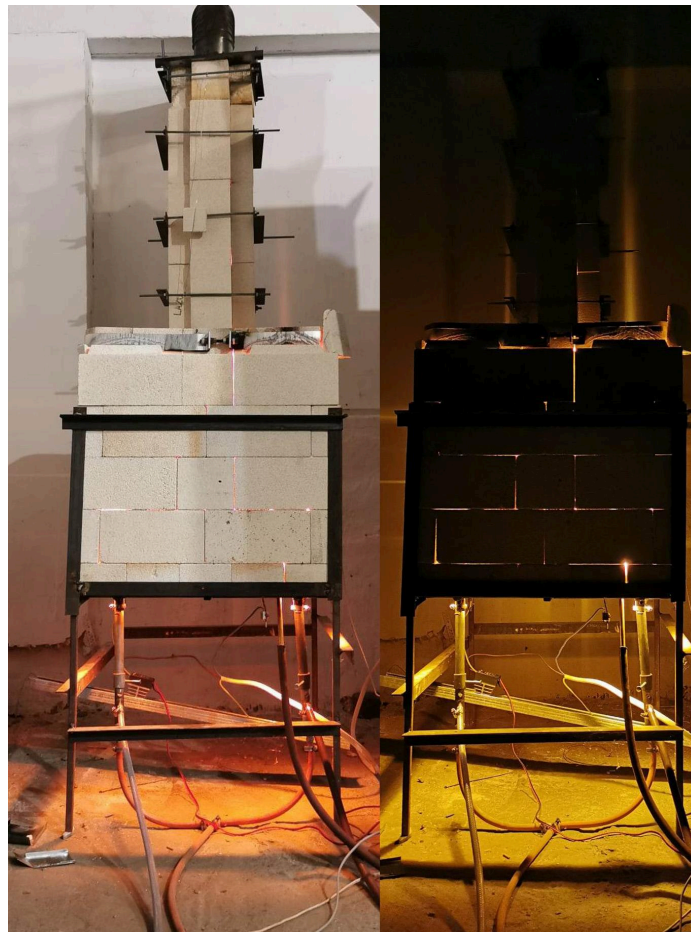
Pierwszy, zbudowany przeze mnie prototyp pieca hybrydowego miał wymiary 40x40x40cm co dawało pojemność 64 litrów. Był to niewielki piec, w którym chciałem przetestować wyżej omawiane stwierdzenia. Jedną z decydujących kwestii, była moc pieca, a co za tym idzie - rozmieszczenie w nim elementów grzewczych. Aby obliczyć moc wróciłem do wzoru podawanego przez Olsena.

$$40 \times 40 \times 4 \times 1,085 = 6944 \text{ W} = 6,944 \text{ kW}$$

Mimo wyliczonego zapotrzebowania na prawie 7kW uznałem, że warto na początek wykonać testy przy użyciu grzałki jednofazowej o mocy 3,6kW, ponieważ grzałka elektryczna ma jedynie służyć do powolnego rozgrzewania i podgrzania pieca do temperatury powyżej samozapłonu propanu technicznego. Ważną konsekwencją obniżenia mocy pieca jest również uproszczenie koniecznej do wykonania instalacji elektrycznej, jak i większe bezpieczeństwo przy jednoczesnej pracy z wysokim napięciem i ogniem. Łatwiejsze stanie się rozmieszczenie elementów grzewczych, które w tym wypadku muszą zostać zamontowane jedynie w podłodze pieca. Umieszczenie tam grzałek ma jednocześnie poprawić ich żywotność, poprzez brak bezpośredniego kontaktu z płomieniem palnika gazowego. Projektowana konstrukcja miała służyć również do elektrycznych wypalów biskwitowych, dlatego też zamierzałem sprawdzić możliwości pieca i używając prądu osiągnąć temperaturę 900°C. W związku z tym nie podłączałem palników gazowych, pomimo przekroczenia 470°C (temp. samozapłonu propanu). Po pierwszej próbie okazało się niestety, że maksymalna temperatura, jaką udało mi się osiągnąć przy użyciu prądu, wynosiła około 750°C. Moim celem było podgrzanie komory pieca do 1000°C w czasie 6 godzin, jednakże napotkałem trudności w równomiernej dystrybucji ciepła, ponieważ koncentrowało się ono w dolnym partiach pieca. Co prawda kontynuowanie procesu przy użyciu palnika wymagało nadal ostrożnego podgrzewania wsadu, ale temperatura była wystarczająca, aby swobodnie przejść na gaz i kontynuować rozgrzewanie pieca do temperatury 1380°C. Po osiągnięciu 1200°C wywołałem atmosferę redukcyjną w piecu poprzez zwiększenie ilości doprowadzanego gazu ponad poziom niezbędny do podnoszenia temperatury. Próby materiałowe wypalone w tym procesie były w większości wykonane z porcelany. Udało mi się uzyskać odpowiedni poziom redukcji, dzięki któremu porcelana miała biały kolor o zimnym odcieniu.



Il. 2.4. Miejsce przepalenia grzałki



Il. 2.5. Prototypowa konstrukcja pieca bez zewnętrznej warstwy izolacyjnej w trakcie wypału

Niestety już po opisanym wypale, grzałka przepaliła się [Il. 2.4.], co było jednoznaczne z koniecznością wymiany. Stosując tym razem Kanthal ATM, miałem okazję podnieść moc pieca do wartości zbliżonej do wyniku obliczeń z wzoru Olsena. Zmieniłem też podłączenie z jednofazowego na trójfazowe. Tym razem, zasilając piec prądem, udało się uzyskać temperaturę 1000°C , a grzałka przetrwała kolejnych 14 prób wypału w zakresie temperatur od 1300 do 1350°C .

2.4.5. Piec hybrydowy przeznaczony do dużych powierzchni

Kolejna hybrydowa konstrukcja miała spełniać bardzo specyficzne i nietypowe zadania jak na piec ceramiczny - wypał pojedynczych wielkoformatowych płaszczyzn. Chciałem mieć także możliwość dopasowywania rozmiarów pieca za każdym razem, gdy zmienia się rozmiar wypalanej płaszczyzny. Zadanie było o tyle trudne, iż teoria mówi, że najlepszym kształtem pieca jest sześcián lub bryła zbliżona do sześciánu¹⁰.

Projektowanie zacząłem od rozwiązania zagadnienia modularnej i zmiennej pod względem rozmiaru konstrukcji z cegieł, kładąc szczególny nacisk na ruchomą pokrywę pieca. Zastosowanym modulem miała być cegła żaroodporna izolacyjna L26 o wymiarach 230x115x65mm. Przy użyciu 182 cegieł zbudowałem pokrywę o wymiarach 1610x1690mm. Aby uniknąć klejenia cegieł, co wykluczyłoby modularność oraz mogłoby powodować ich pękanie przy nierównym rozgrzewaniu i studzeniu pieca, zaprojektowałem metalowe narożniki skręcane ze sobą za pomocą prętów gwintowanych. Cztery, odpowiednio ze sobą skręcone narożniki, spełniają rolę imadła, które utrzymuje pokrywę w całości. Kluczowe w tym projekcie było odsunięcie prętów gwintowanych od samego pieca na odległość, w której metalowa konstrukcja nie będzie się nagrzewała i rozciągała [II.2.6.].



II.2.6. Pokrywa pieca z zastosowaniem metalowych narożników

¹⁰ F. L. Olsen, *The Kiln Book...*, *op.cit.*, s. 207.

Jak widać na powyższej ilustracji niezbędne okazały się zestawy dwóch prętów gwintowanych na każdą stronę pokrywy. Dalsze pręty trzymają pokrywę w całości, natomiast pręty zastosowane przy samej pokrywie stanowią rolę stabilizacji metalowych narożników. Waga pokrywy nie pozwala oczywiście na ręczne jej podnoszenie. W tym celu skonstruowałem wokół pieca stelaż dla wyciągarki łańcuchowej. Specyfika pracy z płaszczyznami, szczególnie po wypale, wymaga swobodnego dostępu do komory z każdej strony dlatego ściany pieca to jedynie luźno ustawione cegły, które można po wypale szybko zdemontować. Ostateczne, maksymalne wymiary pieca to 1610x1690x65mm co daje 177 litrów jego objętości.

Kolejnym ważnym elementem jest oczywiście obliczenie zapotrzebowania mocy. Wracając po raz kolejny do wzoru Olsena, otrzymałem w wyniku zaledwie 4kW. Było dla mnie jasne, że wyliczenie mocy na podstawie powierzchni ścian w piecu o tak niespotykanej bryle będzie błędem. Zachowując podobne zasady, spróbowałem zmienić wzór tak, aby uwzględniał wszystkie powierzchnie wewnętrzne pieca, nie tylko ściany. Skorzystałem z gotowych i wypróbowanych już konstrukcji i znając ich parametry, obliczyłem niezbędny współczynnik, który pozwolił oszacować zapotrzebowanie nowego pieca na 18kW.

Modułowość musiała się też przejawiać w sposobie zamontowania grzałek w podłodze pieca, dlatego też jej płaszczyznę podzieliłem na sekcje, nie przygotowując odrębnych zagłębień na grzałki, jak to zazwyczaj widzimy w fabrycznych konstrukcjach. Tam częstym rozwiązaniem jest umieszczanie grzałek w wydrążonych rowkach ścian pieca. Tu leżą one swobodnie na podłodze oddzielone separatorami, wykonanymi z tego samego materiału, co cegły L26 [II.2.7.].

Ostatnim, ważnym do omówienia elementem, jest podłoże, na którym spoczywa płaszczyzna podczas wypału. Użycie płyt piecowych o dużym rozmiarze mogłoby powodować pękanie prac w miejscach bezpośrednio nad ich łączeniami, dlatego postanowiłem zastosować małe płytki szamotowe o wymiarach 250x125x20mm. Zmniejszenie wymiaru płyt ma na celu wyrównanie ewentualnych naprężeń cieplnych, powstających zarówno pomiędzy płytami piecowymi jak i w obrębie wypalanych płaszczyznach. Przy tak dużej ilości podziałów podłoża, ruch jego części przy nagrzewaniu powinien się rozkładać proporcjonalnie na całą kompozycję. W przypadku złożenia podstawy z dwóch lub czterech płyt, ruch spowodowany rozszerzaniem się materiału pod wpływem ciepła, miałby zbyt duży wpływ na niewielką ilość połączeń pomiędzy ich płaszczyznami [II.2.8.].



II 2.7. Ułożenie grzałek

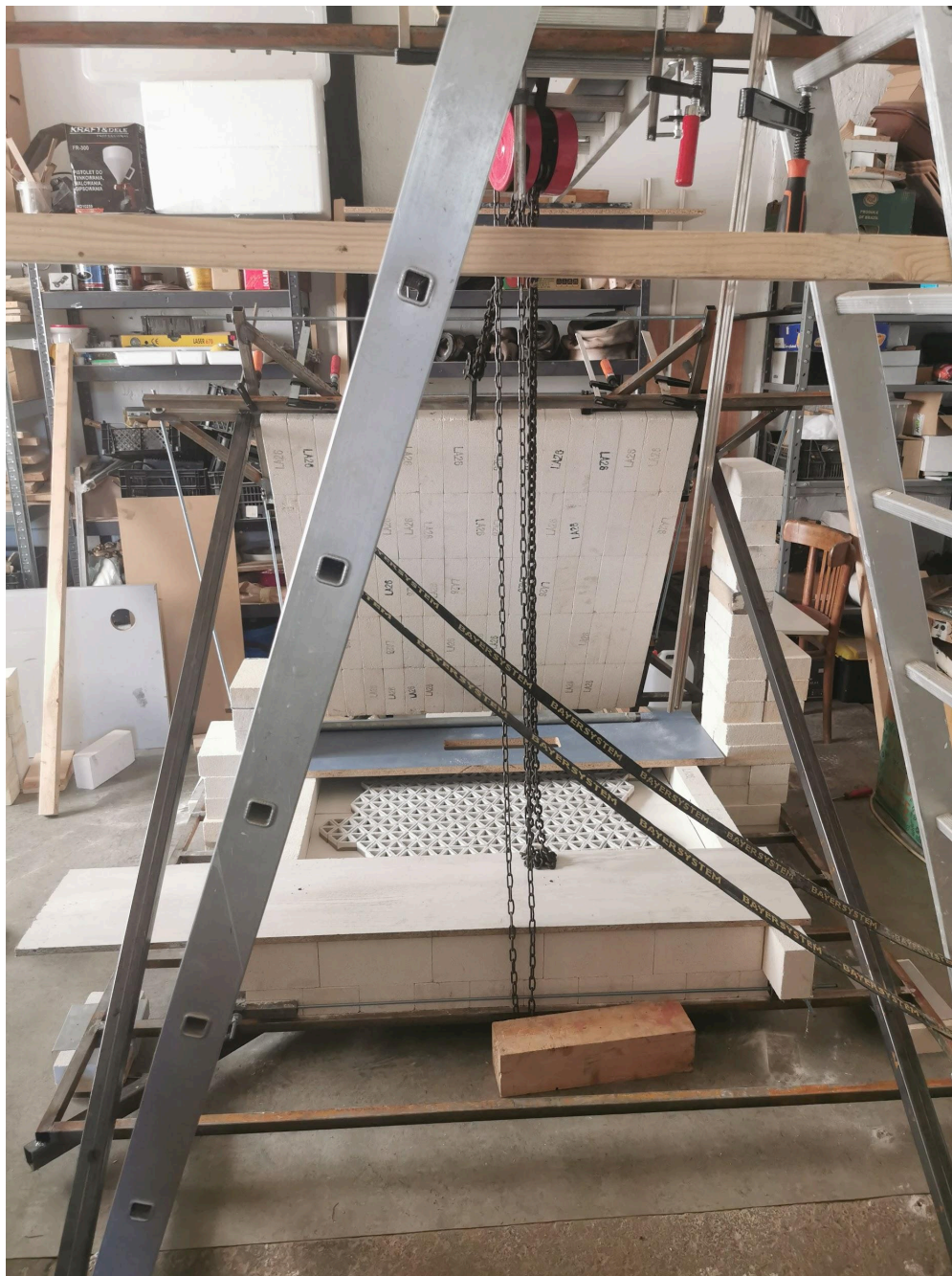


II.2.8. Podłoga pieca

Po próbie wypalenia pierwszej pracy okazało się, że dostępna moc instalacji elektrycznej w mojej pracowni jest niewystarczająca do obsługi tak mocnych elementów grzewczych. Byłem w związku z tym zmuszony do zweryfikowania funkcjonalności założeń konstrukcji, które miały zapewnić modularność urządzenia. System, który zaprojektowałem, okazał się być wysoce efektywny, a przebudowa nie zajęła dużo czasu. Wystarczyło, że zmniejszyłem wymiary wewnętrzne komory pieca do 1000x1000x70mm i jednocześnie zredukowałem zapotrzebowanie na moc do 11kW. Po tej aktualizacji byłem gotowy na kolejną próbę.

Podobnie jak przy wcześniejszej konstrukcji hybrydowej, plan wypału zakładał powolne rozgrzewanie do temperatury 900°C, a następnie przejście na paliwo gazowe. Tym razem planowana temperatura końcowa wynosiła 1100°C - wystarczająca do wypalenia nałożonych na pracę szklów. Niestety po wypale okazało się, że nie udało się uzyskać atmosfery redukcyjnej, a przynajmniej nie w takim stopniu w jakim zakładałem.

Kolejny wypał przebiegł według tego samego planu. Tym razem, aby wpłynąć korzystnie na redukcję zmniejszyłem średnicę wylotu komina, dzięki czemu osiągnąłem satysfakcjonujący wygląd szkliva.



II.2.9. Otwarcie pieca po wypale

2.5. WNIOSKI

Podsumowując, budowanie własnych pieców, pomimo czasochłonności, zapewnia mi wyjątkową perspektywę na własną twórczość. Zyskuję głęboki wgląd w to jak działają piece elektryczne i gazowe dzięki czemu czuję, że jestem w stanie manipulować zachodzącymi w nich procesami w celu osiągnięcia wybranych artystycznych rezultatów. Wiedza ta pozwala mi w tej chwili na wykorzystywanie zalet każdego typu pieca, łączenie ich funkcji w innowacyjny sposób i stwarzanie możliwości wypalania, z ich niespotykanymi rezultatami w postaci moich prac. Jeden z pierwszych pieców gazowych, jakie skonstruowałem, zaowocował, dzięki jego silnej redukcji, śnieżnobiałą wersją wazonu *Organic*, docenioną i pokazywaną w Monachium na wystawie *Talente 2015, Internationale Handwerksmesse Munich*. W 2018 roku, wypalona w piecu własnej konstrukcji, seladonowa czarka do herbaty wygrała *Ogólnopolski konkurs na ceramiczną czarkę do herbaty. Czarka z essencyą*. Największym sukcesem cieszyła się seria *Fiszbinowce*, pokazywana na ponad 20 wystawach w kraju i za granicą. Prace wykonane z twardej porcelany, wypalone we własnym piecu w temperaturze 1350°C pokazywano w ramach tak ważnych ceramicznych wystaw jak *Korean International Ceramic Biennale 2019, Taiwan Ceramics Biennale (2019)* czy *The 61st Faenza Prize. International Competition of Contemporary Ceramic Art (2020)*. Czas i wysiłek włożone w wytwarzanie własnych narzędzi są nagradzane z nawiązką - nie tylko uznaniem, ale przede wszystkim wzmożoną kreatywnością, personalizacją i artystyczną spójnością, którą wprowadzają do mojej twórczości.

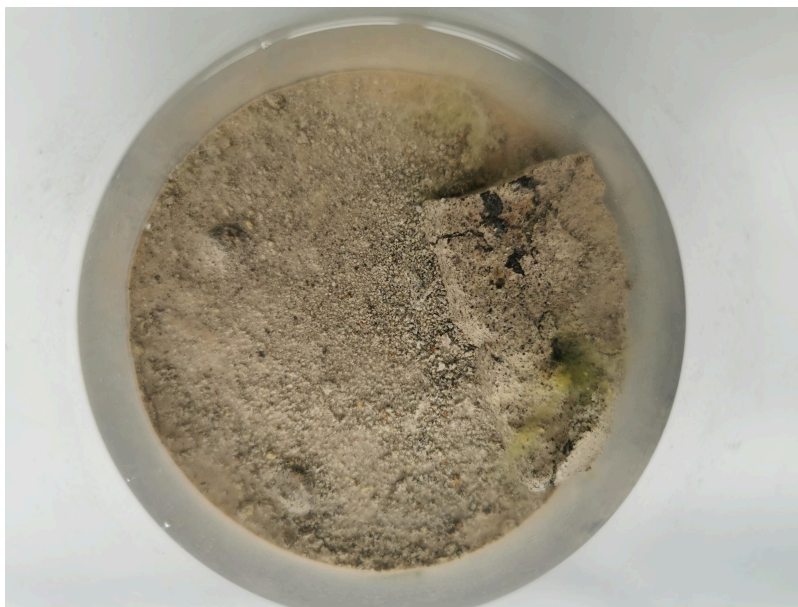
Rozdział III: Badanie nad mniej znanymi i małymi złożami surowców z terenu Dolnego Śląska

3.1. PODSTAWOWE BADANIA

W 2015 roku odbyłem miesięczne praktyki w Instytucie Ceramiki i Materiałów Budowlanych w Zakładzie Doświadczalnym Środków Zdobniczych w Warszawie. Obecnie struktura Instytutu uległa drobnym zmianom, ale Sekcja Środków Zdobniczych nadal zajmuje się prowadzeniem prac badawczych w zakresie technologii szeroko rozumianej ceramiki. Pobyt w tak prestiżowym miejscu, o którym marzyłem już wiele lat wcześniej, umożliwił mi obserwowanie i stosowanie naukowego podejścia w badaniu surowców i opracowywaniu receptur szkliv. Aby realizować takie działania, Instytut wyposażony jest w narzędzia i urządzenia do dokładnego określenia parametrów szkliv i surowców. Dostęp do tego rodzaju sprzętu, zapewniłby każdemu ceramikowi idealne zaplecze technologiczne pracy. Nawet twórcy nie wychodzący poza ciasne ramy gotowych produktów, potrzebują dopasować masę ceramiczną do nakładanego na nią szkliva (a przynajmniej powinni!). Obsługa takiego sprzętu jest jednak często skomplikowana i czasochłonna, nie wspominając już o kosztach zakupu podobnej aparatury laboratoryjnej. W warsztacie ceramika artysty najczęściej nie mamy czasu, ani miejsca na skomplikowane badania, ale istnieją prostsze od laboratoryjnych metody oznaczania właściwości materiałów ceramicznych. W trakcie 3 lat w szkole doktorskiej podjąłem próbę zebrania kilku sposobów ustalenia podstawowej i moim zdaniem niezbędnej wiedzy na temat używanych surowców, szkliv i mas. Opracowując zestaw procedur, porównywałem je z metodami stosowanymi w Instytucie, szukając za każdym razem tańszej i prostszej metody przeprowadzenia badań, z całą świadomością mniejszej precyzji i powtarzalności badań. Do działań opisywanych w pracy doktorskiej niezbędnych było kilka z nich, które przedstawiam poniżej.

W związku z pracą nad nowymi dla mnie surowcami, nieposiadającymi szeroko rozpowszechnionej dokumentacji, często zaczynałem pracę od podstaw. Pierwszym działaniem po pozyskaniu surowca, jakie trzeba podjąć, jest oczyszczenie go z zanieczyszczeń organicznych - zakładając oczywiście, że badany materiał nie pochodzi ze sklepu z zaopatrzeniem dla ceramików. W takim przypadku zamiast badań wystarczy nam karta produktu, w której producent powinien umieścić podstawowe informacje. Jeśli jednak wykopałem glinę z ogródka,

czy znalazłem nieoznaczony dobrze materiał - zalewam badany surowiec wodą na co najmniej 24 godziny [Il.3.1.]. Po tym czasie zawiesinę przelewam przez sito o gęstości 992 oczek na cm^2 - ustaliłem wcześniej doświadczalnie, że jest to najbardziej optymalne sito dla moich autorskich receptur.



Il. 3.1. Namaczanie haloizytu z kopalni Dunino

Po oczyszczeniu każdy pozyskany materiał wypalam osobno na uprzednio zbiskwitowanych płytkach, żeby ustalić najważniejszą dla mnie informację - jego punkt topnienia. W Zakładzie służyło do tego urządzenie, które można w uproszczeniu nazwać bardzo małym piecem z kamerą termowizyjną, przez którą obserwować można próbkę materiału podczas wypału i dzięki temu wyznaczyć punkt topnienia, z dokładnością do jednego stopnia Celsjusza. W mojej pracowni artystycznej odpowiednikiem takiego badania jest wyznaczenie punktu topnienia poprzez serię wypałów w piecu próbkowym [Il.3.2.]. Zazwyczaj zaczynam od wypalenia niewielkiej ilości materiału w temp. 1200°C i po tym wprowadzającym wypale określám jej stan, przyporządkowując do jednej z grup: niedopalone, przepalone i odpowiednio wypalone. Próbkę niedopaloną wypalam ponownie w wyższej temperaturze. Zależnie od stopnia niedopalenia surowca, jest to dodatkowe 10°C lub 20°C , stosując maksymalnie temperaturę 1410°C . To najwyższa wartość którą jestem w stanie uzyskać w moich piecach. Analogicznie postępuję z próbkami zidentyfikowanymi jako przepalone - przygotowuję nowe płytki i w tym wypadku z

każdym wypałem obniżam temperaturę, do momentu wyznaczenia punktu topnienia. Następnym krokiem jest przypisanie każdemu surowcowi cech typu: barwnik, topnik, stabilizator lub substancja szkłotwórcza. Oznaczenie to nie jest konieczne, szczególnie w pracowni artystycznej, ale może być przydatne do przygotowania stabilniejszych szkliv użytkowych¹.



II. 3.2. Próbkki surowców przed wypałem

¹ Przygotowując takie szklivo konieczne jest zastosowanie surowców z trzech grup: topników, stabilizatorów i substancji szkłotwórczych. Nie zastosowanie się do tej zasady może dać nam np. szklivo "płynące" jeśli nie dodamy do składu wystarczającej ilości stabilizatorów. Z drugiej strony, jeśli mamy świadomość takiego zachowania szkliva, możemy wykorzystać recepturę, jako bazę do szkliv krystalicznych. W warsztacie ceramika-artysty te pozornie "błędne" receptury mogą znaleźć znakomite zastosowanie. Najważniejsze jest odpowiednie przygotowanie pieca na ewentualne zalanie szklivem, jeśli korzystamy z tych celowo "płynących". Wskazane jest np. używanie fragmentów pękniętych płyt oraz zastosowanie grubej warstwy pobiałki na każdej płycie. Zabezpieczony w ten sposób piec będzie gotowy na każdy eksperyment.

Kolejnym istotnym testem, który przeprowadzam, jest sprawdzenie wpływu danego surowca na WRC - Współczynnik Rozszerzalności Ciepłej. Jest to o tyle istotne, że niektóre surowce w połączeniu z pewnymi masami ceramicznymi mogą zupełnie do siebie nie pasować pod względem WRC, co może skończyć się pękaniem szkliwa lub, w skrajnych wypadkach, pęknięciem czerepu. Badanie współczynnika rozszerzalności było dla mnie szczególnie ważne ze względu na projekt *Entropia*, w którym szkliwo musi być odpowiednio dopasowane do masy, pełniąc rolę nie tylko dekoracyjną, ale też będąc spoiwem łączącym masę. W Instytucie do tego badania służy oczywiście wyspecjalizowane narzędzie, ale łatwiej dostępną i prostszą metodę wskazuje Pravoslav Rada:

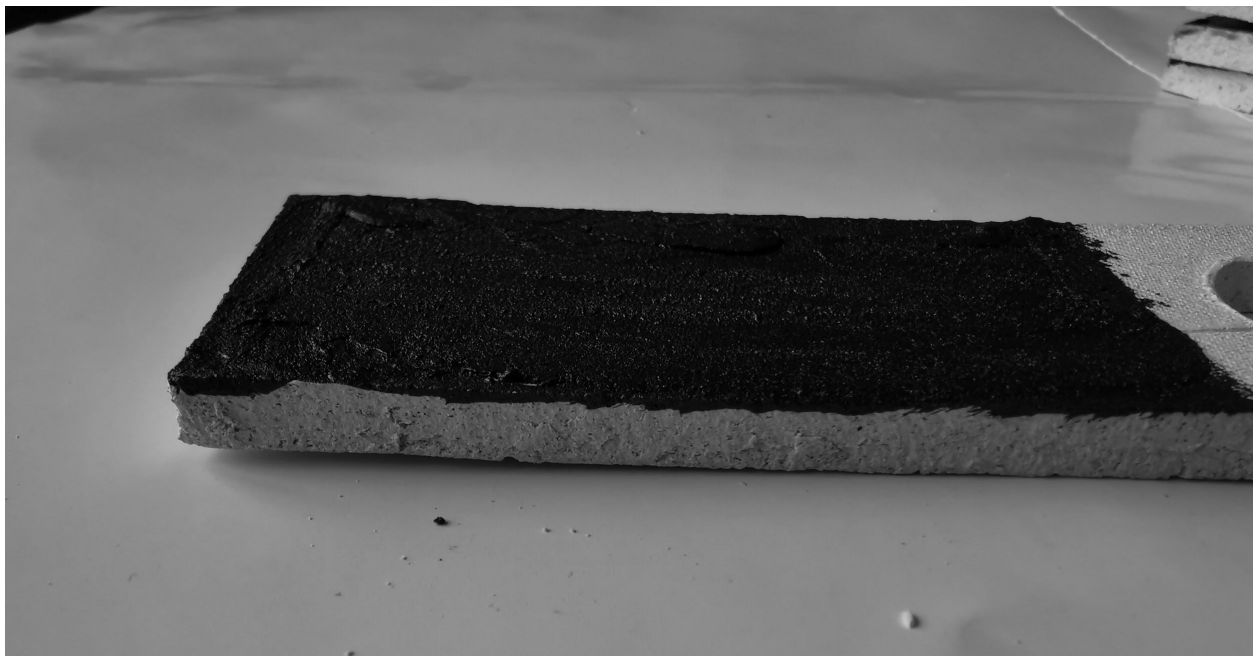
Z masy, na której chcemy wypróbować szkliwo, wykonujemy cienkie paski i po jednej stronie pokrywamy je szkliwami którymi dysponujemy. Paski jednym końcem zawieszamy w piecu i wypalamy. Odpowiednie szkliwo paska nie wygnie. Jeśli natomiast szkliwo ma skurczliwość większą niż czerep, wygnie pasek na swoją stronę, a jeśli ma skurczliwość mniejszą, pasek wygnie się na stronę przeciwną².



II. 3.3. Podłużna próbki z masy ceramicznej, powinny mieć w górnej części otwór, dzięki któremu będzie można je zawiesić w trakcie wypału. Próbkę po wypale biskwitowym należy poszkliwić przez polewanie i wypalić w odpowiedniej temperaturze, na stojaku, który umożliwia zawieszenie próbki w taki sposób, aby nie opierała się o nic.

² P. Rada, *Techniki...*, op.cit., s. 69.

Prowadząc regularnie badania nad każdym surowcem, który mam w pracowni i jego wpływie na WRC udało mi się doświadczalnie ustalić skalę odchylenia próbki od płaszczyzny. W łatwy sposób, bo w milimetrach, mogę przedstawić wpływ surowca, dodanego do podstawowego szkliwa, na deformację czerepu i pękanie szkliwa. To zniekształcenie na cienkiej próbce jest zdecydowanie mocniej uwidacznione niż na większym obiekcie [Il. 3.4.]. Możliwe też, że na określonych pracach, efekt ten nie będzie w ogóle widoczny. Istotna jest jednak świadomość takiego wpływu szkliwa na masę, szczególnie przy realizowaniu trudnych projektów, narażonych na wzmożoną deformację.



Il. 3.4. Odchylenie próbki od płaszczyzny

Ważną dla mnie właściwością szkliwa, którą chcę wyznaczyć w swoich badaniach, jest jego gęstość. Znaczna część szkliw daje podobny, jeśli nie identyczny efekt, niezależnie od gęstości, ale zdarzają się szkliwa, w których dla pożądanego efektu końcowego, niesamowicie istotna jest precyzja w odmierzaniu ilości wody, dodanej do mieszaniny surowców. Do wyznaczenia wymaganej wartości służą różne metody. Wśród ceramików popularne, choć mało precyzyjne jest badanie za pomocą areometru. Moim zdaniem lepszym narzędziem do badania zawieszin, jakimi są szkliwa, jest piknometr. Składa się z naczynia i pokrywki bądź zatyczki i odmierza bardzo precyzyjnie określoną pojemność, pozwalając na jej zważenie [Il. 3.5.]. Ja zdecydowałem się na 100 milimetrowy pojemnik, między innymi ze względu na wygodę i

zgodność z bardzo popularnym zapisem, stosowanym również w Sekcji Środków Zdobniczych - Xg/100mL. Piknometry należy - po wypełnieniu szklivem, nałożeniu pokrywki i wytarciu z niej nadmiaru szkliwa - zważyć, uzyskując pożądany parametr np. 150g/100mL.



II. 3.5. Piknometr stojący na wadze

Jeśli badamy surowiec pod kątem wykorzystania jako składnik mas ceramicznych, powinniśmy wziąć pod uwagę wykonanie próby skurczliwości i nasiąkliwości. Są to bardzo popularne metody opisywane także w cytowanej tu wielokrotnie książce Pravoslava Rady. Przeprowadzam je zawsze zgodnie ze znalezionymi tam instrukcjami, bez wprowadzania własnych modyfikacji, stąd brak jest konieczności ich przytaczania w tym miejscu.

Bardzo istotne w kontekście tworzenia ceramicznych płaszczyzn jest sprawdzenie odporności masy ceramicznej na szok termiczny, wiążący się z rozszerzalnością cieplną. W tym celu wcześniej wykonaną próbkę nagrzewam punktowo przez 2 minuty za pomocą palnika gazowego, po czym gwałtownie chłodzę ją w wodzie o temperaturze pokojowej. Tak wygląda pojedynczy cykl testowy. Większość mas ceramicznych z dodatkiem palonki, czyli tych, które wykazują większą wytrzymałość, znosi od jednego do trzech takich cykli.

3.2 SUROWCE

3.2.1. Bazalt z kopalni Wilków

W ramach pierwszych badań nad surowcami z Dolnego Śląska analizowałem bazalt z kopalni Wilków. Jest to skała wulkaniczna, której temperaturę topnienia wyznaczyłem doświadczalnie na 1100°C. Jak podaje Pravoslav Rada *szkliwa kamionkowe dobrze się matują po dodaniu zmielonych skał wulkanicznych takich jak bazalt*³. Zainspirowany badaniami nad punktem topnienia, w których przepalałam surowce bez żadnych dodatków, postanowiłem użyć posiadanego bazaltu o trzech różnych frakcjach w nietypowy sposób, posypując nim wilgotne, świeżo poszklwione prace. Uzyskałem w ten sposób na powierzchni szkliw matowe wytopy o różnej wielkości plam. Szerzej o tych doświadczeniach piszę w podrozdziale 5.5. Przetestowałem ten surowiec również jako składnik masy ceramicznej w serii *Czarne dziury* oraz w czarnych angobach, które sprawdziły się idealnie jako podkłady do szkliw redukcyjnych [Il. 3.6-7].



Il.3.6.Czarna angoba nr 1 z dodatkiem bazaltu 5%

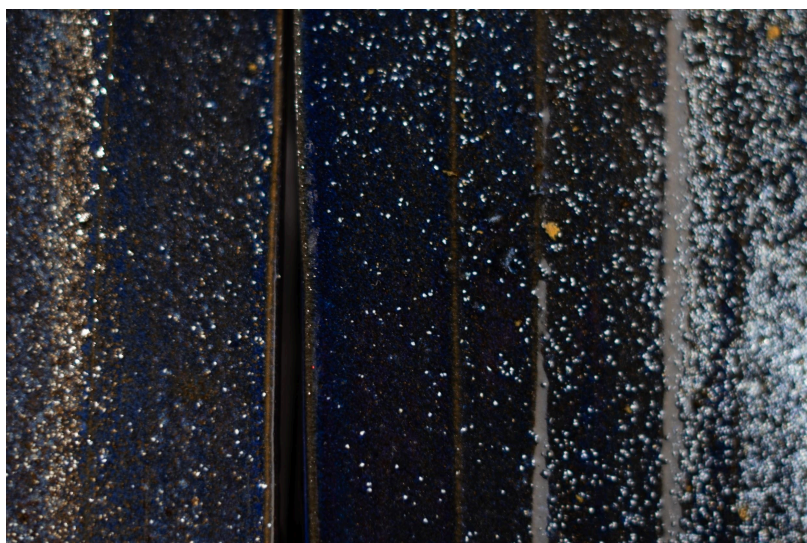


Il. 3.7. Czarna angoba nr 2 z dodatkiem bazaltu 10%

³ P. Rada, *Techniki...*, op.cit., s. 72.

3.2.2. Wolastonit z Nowej Wsi Kłodzkiej

Drugim, ciekawym materiałem, który wykorzystywałem w pracach artystycznych jest wolastonit, CaSiO_3 (krzemian wapniowy) z Nowej Wsi Kłodzkiej, *który zmniejsza powstawanie pęknięć włóskowatych szkliwa i zwiększa jego wytrzymałość na zmiany temperatur*⁴. Jako dodatek do masy ceramicznej, *wprowadzając wapń i krzem, pomaga obniżyć rozszerzalność cieplną i zwiększyć wytrzymałość wypalonego czerepu*⁵. Te właściwości, mimo braku wpływu na efekty kolorystyczne, okazały się być bardzo korzystne w kontekście badań nad większymi formatami płaszczyzn ceramicznych. Żeby ustalić przydatność dodatku badanego wolastonitu do masy ceramicznej, wykonałem test dla pięciu próbek masy bez wolastonitu oraz pięciu próbek⁶ z jego 15% dodatkiem. Próbki z wolastonitem wytrzymały 6-7 cykli wcześniej opisywanych prób szoku termicznego, co wskazuje na zwiększoną odporność na nagłe zmiany temperatury a co za tym idzie - zmniejszoną rozszerzalność termiczną. Mimo wysokiej temperatury topnienia wynoszącej 1540°C , postanowiłem, po uprzednich próbach, wykorzystać wolastonit również jako flot - surowiec do posypania świeżo poszklwionej pracy z serii *Kosmos*, uzyskując po wypale charakterystyczne nakropienia [Il.3.8.].



Il. 3.8. Efekt użycia wolastonitu na powierzchni pracy

⁴ Tamże, s. 44.

⁵ J. Kaplan, 2015, *Techno File: Clay Body Building*, *Ceramics Monthly*, Dostęp: 23 lipca 2024, <https://ceramicartsnetwork.org/ceramics-monthly/ceramics-monthly-article/Technofile-Clay-Body-Building#> [tłum. własne].

⁶ Wykonałem pięć takich samych prób, aby móc wykluczyć fałszywe wyniki (spowodowane np. niedokładnym wymieszaniem masy) i uśrednić wnioski.

3.3.3. Haloizyt i kaolin z Dunina

Kolejne trzy surowce pozyskałem dzięki uprzejmości studentki studiów doktoranckich, Dominiki Kulczyńskiej oraz absolwenta sztuki i wzornictwa ceramiki, Aleksandra Glicha, związanych z wrocławską ASP. Surowce pochodzą z Dunina [Il.3.9.], między innymi ze znajdującej się tam kopalni haloizytu, będącej *jedną z trzech kopalni tego surowca na świecie. Pozostałe dwie znajdują się w USA i Nowej Zelandii.(...) Nagromadzenie haloizytu koło Dunina ma charakter zwietrzliny. Co zwietrzało? Bazalty, a raczej bazaltowe brekcje piroklastyczne, czyli skały zbudowane z tego, co w czasie erupcji zostało wyrzucone w postaci popiołu, bomb czy lapilli*⁷. Próbkę haloizytu i kaolinu, które otrzymałem, przetestowałem głównie pod kątem przydatności jako składniki mas ceramicznych oraz stabilizatory w szklivach. Haloizyt, który jest uwodnionym krzemianem glinu ($\text{Al}_4[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_8 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) wspaniale nadaje się do tej roli. Ze względu na jego genezę, jest również ciekawą alternatywą dla piasku kwarcowego i kaolinu, których ceramicy często używają jako substancji szkłotwórczej i stabilizatora. Zastosowanie haloizytu jak i kaolinu z tego regionu daje ciekawy efekt w szkliwie, głównie ze względu na zawarte chemiczne zanieczyszczenia tych surowców. Analizując gotowe próbki z jego składem rozpoznaję fragmenty bazaltu oraz miejscowe zanieczyszczenia żelazem, co wnioskuję na podstawie czerwonego zabarwienia masy ceramicznej, które uwidoczniło się po procesie wypału.



Il. 3.9. Próbkę surowców po wypale

⁷ T. Pawlik, *Haloizyt i wstyd Francuza, czyli atrakcje Dunina z kurzym wampirem w tle*, Dostęp: 10 sierpnia 2024, <https://agatowcy.com.pl/2018/06/01/haloizyt-dunino/>.

Rozdział IV: Aplikacja online do tworzenia baz danych surowców, szkliv i mas ceramicznych

W 2012 roku wziąłem udział w seminarium *Receptury Szkliv Ceramicznych - CGR* (ang. *ceramic glaze recipes*), w ramach europejskiego projektu Leonardo Da Vinci¹. Podczas tego wydarzenia w Instytucie Ceramiki i Materiałów Budowlanych w Warszawie, pierwszy raz spotkałem się z internetową aplikacją do tworzenia receptur szkliv. W ramach szkolenia zaprezentowano możliwości i przekazano niezbędne umiejętności do korzystania z aplikacji. To narzędzie było dosyć skomplikowane i zakładało znajomość metody jedności tj. metody Segera² do ustalania receptury szkliv. Już wtedy widziałem potencjał takiego oprogramowania, jednak czasochłonne wprowadzanie receptur do bazy danych, skutecznie odstraszyło mnie od regularnego używania tej aplikacji. Obecnie nie jest już ona dostępna on-line, ale rozwinęła się inna, dziś bardzo popularna alternatywa - platforma *glazy.org*. Ta aplikacja działa niemalże na zasadach portalu społecznościowego, gdzie ceramicy z całego świata wymieniają doświadczenia, receptury szkliv, krzywe wypalania pieców, jak również wiedzę o materiałach używanych w ceramice. Mimo wielu zalet tzw. *glazy* nie dawała mi możliwości zapisywania wyników badań, przeprowadzonych na wybranych surowcach. Dane, które otrzymywałem, takie jak temperatura topnienia, wpływ na skurczliwość i nasiąkliwość masy, czy wpływ na WRC (współczynnik rozszerzalności cieplnej) mogłem oczywiście dodać w formie opisu, ale nie były to informacje, które program pozwala w aktywny sposób wykorzystać w tworzeniu receptur szkliv. Postanowiłem zatem napisać własną aplikację, która dawałby takie możliwości. Chciałem także maksymalnie uprościć proces komponowania szkliva, wykluczając z niego wzór Segera, a wprowadzając o wiele prostszą metodę, opartą na średniej ważonej arytmetycznej. O tym sposobie pisałem już w swojej pracy magisterskiej *Natura naczynia - techniki wypalów, masy i receptury szkliv w oparciu o własne doświadczenia*. Jest to prosty wzór, który określa temperaturę końcową zestawionych surowców, na podstawie temperatur topnienia poszczególnych składników oraz ich procentowej zawartości w ostatecznej mieszaninie:

¹ Program Leonardo da Vinci był częścią programu edukacyjnego Unii Europejskiej *Uczenie się przez całe życie* (Lifelong Learning Programme), realizowanego od 1 stycznia 2007 r. do końca grudnia 2013 r. Program miał na celu promowanie mobilności pracowników na europejskim rynku pracy oraz wdrażanie innowacyjnych rozwiązań edukacyjnych dla podnoszenia kwalifikacji zawodowych.

² Podstawowym zastosowaniem metody Segera jest to, że zapewnia prosty sposób kontrolowania równowagi pomiędzy trzema grupami (topników, stabilizatorów i składników szklotwórczych), oraz kompozycji grupy topników. Ma to kluczowe znaczenie w określaniu właściwości szkliva [tłum. własne za M. Cardew, *Pioneer Pottery*, Nowy Jork 1971, s. 134].

$$x = \frac{x_1 \cdot w_1 + x_2 \cdot w_2 + x_3 \cdot w_3 + \dots + x_n \cdot w_n}{w_1 + w_2 + w_3 + \dots + w_n}$$

Tabela 4.1. Przykład zestawu:

Nazwa	Temperatura topnienia[°C]	Zawartość w zestawie[%]
Kreda	1000	30
Nefelin Sjenit	1125	50
Kaolin	1550	20

$$\frac{1000 \cdot 30 + 1125 \cdot 50 + 1550 \cdot 20}{30 + 50 + 20} = 1172,5$$

Określiśmy w ten sposób temperaturę tego zestawu na 1172,5°C.

Nie jestem też odosobniony w chęci odrzucenia metody Segera. *Niektórzy artyści ceramicy, szczególnie w Anglii, twierdzą, że to marnowanie czasu obliczać szkliwa zgodnie z metodą Segera; że metoda nie jest pomocna w tworzeniu szklów o interesujących estetycznie cechach (...); obliczenia obejmujące abstrakcyjne wielkości jak masa atomowa, która musi być sprawdzana w podręcznikach, są bezsensowne, wobec temperamentu artysty*³.

Zaprojektowana aplikacja ma wykonywać obliczenia za użytkownika, którego jedynym zadaniem jest przygotowanie odpowiedniej bazy danych tj. informacji przedstawionych podobnie jak w Tabeli nr 1. Ważną zasadą, której należy tu pilnować jest użycie składników z trzech grup niezbędnych dla prawidłowego składu szkliwa użytkowego: substancji szkłodwórczych, stabilizatorów i topników. Podstawą do przygotowania takiej bazy może być tabela zawarta w *Technikach Ceramiki Artystycznej* Pravoslava Rady, gdzie podane są właściwości typowych dla ceramiki surowców, jak również ich temperatura topnienia⁴.

³ M. Cardew, *Pioneer Pottery*, Nowy Jork 1971, s. 130.

⁴ P. Rada, *Techniki ceramiki artystycznej*, Warszawa 1993, s. 60-62 .

Nowy materiał

Nazwa:

ID:

Temperatura (°C):

Gęstość (g/100 mL):

Typ:

Qr code:

Zdjęcie:

Opis:

Receptura

Nazwa:
Ilość (%):

Nazwa:
Ilość (%):

SUMA: 50%

Zakres temperatur:

Min °C

Max °C

Sugerowana temperatura: 1350.00 °C

II. 4.1. Formularz nowego wpisu do biblioteki materiałów

Zapoznając się z zaprojektowanym przeze mnie narzędziem użytkownik w pierwszych krokach tworzy bibliotekę własnych materiałów. Może też oczywiście zdecydować się na korzystanie z tych, już dostępnych w aplikacji. Przygotowanie tej części systemu było dla mnie szczególnie ważne, ze względu na możliwość dokumentowania surowców, o których początkowo nic nie wiemy, lub nasza wiedza na ich temat jest ograniczona. Wykorzystując metody badań, które przedstawiłem szczegółowo w poprzednim rozdziale, użytkownik może samodzielnie wyznaczyć podstawowe właściwości każdego materiału. W ramach biblioteki surowców [II.4.1.] każdemu materiałowi można przypisać takie wartości jak: nazwa, punkt topnienia, przynależność do danej grupy (substancje szkłodwórcze, stabilizatory, topniki i

barwniki⁵), zastosowanie. W ramach aplikacji przewidziane jest również miejsce na dłuższy opis, pozwalające na swobodne notatki twórcy. Każdy materiał ma też posiadać unikatowy identyfikator numeryczny oraz przypisany do niego kod QR, pomagające odnaleźć dany składnik, czy zidentyfikować go na półkach własnej pracowni. Dzięki temu etykieta na pojemniku z surowcem nie musi zawierać wszystkich informacji, możemy je z łatwością odczytać w aplikacji po zeskanowaniu kodu [II 4.2.].

ŻYNDΔ
STUDIO

szkliwo 3



Temperatura topnienia: 1200 °C

Gęstość: 150 g/100mL

Typ: szkliwo

Opis:
Szkliwo kosmiczne. Bazalt + wolastonit posypywane na wilgotne szkliwo

Skład

- węglan litu: 50 %
- Kreda: 50 %



II.4.2. Mobilna wersja aplikacji, dostępna po zeskanowaniu smartfonem kodu QR

⁵ Barwniki nie stanowią kluczowego składnika szkliwa, stąd nie zostały wymienione we wcześniejszym wyliczeniu.

Kolejnym krokiem jest, jakże kluczowe, tworzenie własnych receptur szkliw. Do tego celu, z listy dostępnych nam surowców, wybieramy potrzebne składniki i określamy ich procentową zawartość w zestawie, a aplikacja w zależności od charakteru wprowadzanych danych, na bieżąco informuje nas o temperaturze topnienia zestawu, brakującej ilości procentowej składników.

Po zapisaniu receptury szkliwa, otrzymuje ono wygenerowany identyfikator i kod QR, tak jak wcześniej surowce. Możemy teraz przeprowadzić wypał próby szkliwa i w zależności od zebranych danych, edytować jego recepturę, dodawać kolejne zdjęcia oraz określić preferowaną gęstość danego szkliwa, wyrażoną w g/100ml⁶.

Nowy materiał

Nazwa:

ID:

Temperatura (°C):

Gęstość (g/100 mL):

Typ:

Qr code:

Zdjęcie:

Opis:

Receptura

Nazwa:

Ilość (%):

Nazwa:

Ilość (%):

SUMA: 100%

Zakres temperatur:

Sugerowana temperatura: 1227.50 °C

II.4.3. Generowanie receptury po wybraniu zakresu temperatury topnienia zestawu

⁶ Chodzi o gęstość szkliwa przed nałożeniem na ceramiczny czerep, a już po wymieszaniu z wodą.

Ostatnią, bardzo ważną funkcją jest generowanie przez aplikację receptur szkliv. Powstała ona z myślą o użytkowniku, który dopiero zaczyna swoją przygodę ze szklivami. Dzięki mojemu algorytmowi, może wybrać aktualnie dostępne mu surowce oraz pożądany zakres końcowej temperatury wypału, a generator dobierze losowo procentowe zawartości poszczególnych składników tak, aby uzyskać zakładaną temperaturę zestawu. Ta czynność wykorzystuje funkcje losowe, opisane przeze mnie szerzej w podrozdziale 1.6. Generując i wykorzystując kolejne konfiguracje surowców, początkujący użytkownik dzięki samodzielnej analizie obserwowanych zależności pomiędzy podobnymi składami szkliv, a wyglądem wypalonych prób, mógłby uczyć się stopniowo budować własne receptury z coraz większą świadomością podejmowanych decyzji. Dodatkowym atutem tej funkcjonalności jest jej przyszły rozwój. Zakładam możliwość rozbudowania generatora szkliv, poprzez podłączenie kompletowanej przez użytkownika bazy danych do sztucznej inteligencji. Model AI wytrenowany na zdobytych informacjach, byłby w stanie nie tylko generować nowe receptury, ale także przewidywać wygląd szkliva po wypale, tworząc wizualizację ostatecznej próbki. Sam wypał byłby wtedy jedynie metodą na potwierdzenie zakładanego przez sztuczną inteligencję efektu.

The screenshot shows a software window titled "Μεθοδος Seger [Επεξεργασία - Εύρεση Υλικού]". It contains a form for creating or editing a glass recipe. The top section includes fields for "Όνομα" (Name), "Κόστος" (Cost), "Πρόταση Οξείδου Α" (Proposed Oxide A), "Πρόταση Οξείδου Β" (Proposed Oxide B), and "Ημερομηνία" (Date). Below this is a list of materials on the left and a table of chemical compositions on the right. The table has columns for "Οξείδα R2O και R2O Seger", "Χημική", "Οξείδα R2O3 Seger", "Χημική", and "Οξείδα R2O2 Seger", "Χημική". The bottom right shows "LOI 0,000" and "Μοριακό Βάρος 190,572".

Il. 4.X. Karta tworzenia szkliva. Przykład greckiej aplikacji o skomplikowanym interfejsie, spowodowanym między innymi zastosowaniem metody jedności.

Podsumowując, zdecydowałem się na napisanie tej aplikacji, ponieważ sam zawsze zmagalem się z problemem usystematyzowanego tworzenia i katalogowania receptur szkliw. Moim celem było stworzenie prostego narzędzia obsługiwanego w języku polskim (nie ma takiego obecnie na rynku), które będzie szybkie w użyciu. Prostota polegać miała głównie na wykluczeniu metody Segera z koniecznych obliczeń, ale też na maksymalnym uproszczeniu interfejsu użytkownika.

Ze względu na charakter projektu doktorskiego, istotna była dla mnie możliwość tworzenia bazy surowców, pozyskanych z niewielkich źródeł, szybkie ustalanie ich cech charakterystycznych i łatwe wykorzystywanie we własnych recepturach. Pozostaje jeszcze jeden ważny argument - własność bazy danych. Zależy mi na tym, aby korzystający z aplikacji artysta nie obawiał się, że materiały, który gromadzi na własny użytek, przestają być jego własnością po wprowadzeniu do systemu. Pomimo poczucia wspólnoty i atmosfery otwartości, jaką czuje się na platformie *glazy.org*, wszystkie gromadzone tam dane, w momencie wprowadzenia, stają się własnością jej twórcy, Dereka Au.

Obecnie prototyp aplikacji jest kompletny i gotowy w swojej podstawowej formie do etapu testów, jednak zależy mi, aby w przyszłości ją rozwijać. Zamierzam starać się o pozyskanie środków finansowych w drodze konkursów Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego, aby realna stała się możliwość rozwoju aplikacji i jej dopracowania za pomocą wprowadzenia AI. Zależałoby mi na przetestowaniu produktu przez grupę odbiorców i późniejszym spopularyzowaniu darmowej wersji programu wśród ceramików.

Rozdział V: Teoria wszystkiego. Opis prac składających się na pracę doktorską

Na pracę doktorską składa się siedem cykli. Są to grupy obiektów ceramicznych, instalacje i performans. Prace są formą osobistej podróży do serca tajemnicy kosmosu (gdziekolwiek ono jest). W tym procesie twórczym intryguje mnie nie tyle szukanie odpowiedzi, co proces odkrywania i wyrażania nieznanego poprzez sztukę.

5.1. CZARNE DZIURY

Jest to pierwszy cykl, który powstał w ramach projektu *Teoria Wszystkiego*. Zacząłem nad nim pracować już w 2018 roku w trakcie sympozjum *Martison Award* w Łotwie. Pakując się na wyjazd wziąłem książkę Stephana Hawkinga *Krótka historia czasu*, którą cytuję tu wielokrotnie. Miała być niepozorną lekturą, tymczasem wywarła i nadal ma ogromny wpływ na moją twórczość artystyczną. W omawianym cyklu staram się budować analogie pomiędzy czarnymi dziurami, a formami wytoczonymi na kole. Wiele wynika chociażby ze stwierdzenia Hawkinga, że *jeżeli czarna dziura wiruje, jej wnętrze może nie zawierać osobliwości w zwykłym sensie (...). Może natomiast zawierać osobliwość w kształcie pierścienia*. Wirowanie masy ceramicznej na kole, można zatrzymać w toczonej formie przestrzennej, za pomocą wprowadzenia zniekształceń, które wynikają bezpośrednio z charakteru tego ruchu. Deformacje zaś pomagają w uchwyceniu zagadkowości wnętrza czarnych dziur, uniemożliwiając odbiorcy proste spojrzenie w głąb obiektów. Fakt, iż toczenie na kole zakłada z reguły istnienie pierścienia materii, pozwala symbolicznie odzwierciedlić zarówno *pierścień osobliwości*, jak i zwizualizować okrągły horyzont zdarzeń. W wyniku pracy na tę serię powstało siedem form wypalonych w temperaturze 1250°C, zróżnicowanych pod względem rozmiaru, uformowania i kolorystyki. Trzy z nich wyróżniłem przez pokrycie powierzchni symbolicznego horyzontu zdarzeń, barwnym włóknem tekstylnym. Formy wytoczyłem z ciemnej masy, barwionej z zastosowaniem bazaltu Wilków, która tworzy unikalne tło dla zastosowanych szklów redukcyjnych. Do ich zestawienia wykorzystałem między innymi frytę borową, produkowaną w Instytucie Ceramiki i Materiałów Budowlanych, a wypał przeprowadziłem w atmosferze redukcyjnej, uzyskanej za pomocą spalania oleju.

5.2. HORYZONT ZDARZEŃ

Dosyć naturalnym było dla mnie przejście od pracy nad *Czarnymi dziurami* do *Horyzontów zdarzeń*. Są rozwinięciem tych pierwszych zarówno pod względem formy jak i tematyki. W tej serii zdecydowałem się połączyć ceramikę i szkło - materiały, które dla mnie reprezentują kontrastującą naturę czarnych dziur: znane i nieznane. Ceramika tworzy solidną, namacalną podstawę każdej rzeźby, podczas gdy łączące je szkło uosabia nieuchwytnie i niematerialne, w szczególności horyzont zdarzeń - punkt, po przekroczeniu którego, nie da się uciec przed grawitacją czarnej dziury. Hawking pisze: *horyzont zdarzeń, czyli granicę czarnej dziury w czasoprzestrzeni, tworzą trajektorie promieni świetlnych, którym niewiele zabrakło do ucieczki z czarnej dziury i teraz niejako zawisły na zawsze na jej granicy. (...) Inaczej mówiąc, horyzont zdarzeń, granica czarnej dziury, przypomina krawędź cienia — cienia nadchodzącej katastrofy*¹.

Praca nad obiektami przebiegała w cyklach. Najpierw eksperymentowałem z różnymi rozmiarami szyb. Wynikiem tych doświadczeń jest praca *Horyzont zdarzeń* Ω , gdzie łączę cztery elementy ceramiczne jedną taflą szkła, próbując uchwycić moment tuż przed zderzeniem i połączeniem się dwóch czarnych dziur. Następnie zdecydowałem się pracować na recyklingowanych szybach, które docinałem, dopasowując do konkretnych form ceramicznych. To założenie doprowadziło mnie do nieoczekiwanych efektów. Z powodu porysowania używanego szkła, zacząłem eksperymentować z przejrzystością ich powierzchni. Na początku szlifowałem je ręcznie z użyciem karborundu, ale zmiany były zbyt nieregularne i ciężko było mi kontrolować intensywność matowienia. Zdecydowałem się więc na użycie szlifierki taśmowej, która pozwoliła na uzyskanie jednorodnej powierzchni, zniekształcającej obraz po drugiej stronie szyby. Tu udało mi się uchwycić metaforycznie fakt, iż masa czarnych dziur ze względu na swoje duże pole grawitacyjne zakrzywia obraz tego, co obserwujemy naokoło i za nią. Skąd jednak prostokątne i kwadratowe szyby? Wszechświat ma pewną tendencję do regularnych kształtów, powodowany prawami fizyki. Symetria i foremność natury nie przestaje mnie zachwycać, niezależnie, czy obserwuję jej elementy ożywione - perfekcję tęczęwki oka, strukturę liścia, czy efekty krystalizacji minerałów, kształt fal morskich. Absolutna synteza doprowadza mnie tu do czworokątów foremnych i równoległoboków.

¹ S.W. Hawking, *Krótką historia czasu. Od wielkiego wybuchu do czarnych dziur*, Warszawa 1990, s.101.

Jedną z prac - *Horyzont zdarzeń* ² chciałem poświęcić promieniowaniu Hawkinga - jednemu z ważniejszych jego odkryć. Naukowcy przez długi czas twierdzili, że czarne dziury bezwzględnie pochłaniają wszystko, nie emitując nic w zamian. Gdy stwierdzono jednak, że czarne dziury posiadają swoją entropię, nieuniknionym stało się założenie, zgodnie z drugą zasadą termodynamiki, że posiadają również temperaturę, a co za tym idzie muszą emitować promieniowanie. *Jeśli astronauta wpadnie do czarnej dziury, jej masa wzrośnie, ale w końcu równoważna ilość energii wróci do wszechświata w postaci promieniowania. W pewnym sensie astronauta zostanie zrecyklingowany*². Dzięki tej obserwacji można mieć nadzieję, na dalsze, bardziej dogłębne badania czarnych dziur. Jeśli jakaś informacja je opuszcza, można zakładać, że pozwoli to zrozumieć ich wnętrze. Aby zwizualizować opisywaną ideę, zdecydowałem się na umieszczenie w obiekcie źródła światła, które w przyciemnionym pomieszczeniu emituje jasny promień.

W opisywanej serii zastosowałem autorskie szkliwa, wypalone w temperaturach 1020-1200°C, w piecu elektrycznym z użyciem redukcji drewnem. Czerep stanowiła masa z recyklingowanych resztek.

5.3. WYMIARY SPLECIONE

Moje artystyczne poszukiwania, związane z teorią strun zaczęły się od zgłębienia koncepcji obiektu nazywanego tesseractem – czterowymiarowego hipersześcianu. Zastanawiałem się, jak mógłbym przedstawić go w znanych nam trzech wymiarach przestrzeni³. Carl Sagan niebywale sprawnie zaznajamia nas z tego rodzaju obiektami⁴, dzięki zbudowaniu analogii pomiędzy wyimaginowanymi istnieniami, żyjącymi w dwóch wymiarach, które nie są w stanie postrzegać i rozumieć naszego trzeciego wymiaru, a nami, złapanymi w pułapkę szerokości, głębokości i wysokości. Tak jak – rozkładając sześcian na siatkę otrzymujemy układ kwadratów w dwóch wymiarach, tak rozkładając tesseract, otrzymujemy siatkę składającą się z połączonych ze sobą sześcianów trójwymiarowych. Takie wytłumaczenia jednak nie zbliżyły mnie do wizualnej koncepcji przedstawienia tej bryły.

² S. Hawking, *A Brief History of Time. From the big bang to the black holes*, London, 1988, s. 112 (tłum. własne)

³ Chciałbym go również tu zilustrować, ale w dwóch wymiarach papieru, graniczyłoby to z cudem.

⁴ *Cosmos: A Personal Voyage* [serial], odc. 10, reż. Adrian Malone, PBS, 1981.

Postanowiłem mimo wszystko zawrzeć ideę sześcianu w swojej pracy, zamykając projektowaną kompozycję *Wymiary splecione* w przestrzeni o wymiarach 1x1x1m. Ta instalacja jest moją osobistą interpretacją teorii strun, w której tafle plexi reprezentują kolejne płaszczyzny dodatkowych wymiarów, a ceramiczne elementy, przeplatające się pomiędzy nimi, służą zwizualizowaniu strun rzeczywistości. Skąd dodatkowe wymiary? Jak wspominałem w podrozdziale 1.4.3. - teoria strun wymaga według Hawkinga istnienia co najmniej 10 wymiarów (9 przestrzennych i czasu). Ogłoszona w 1995 roku przez wspomnianego już Edwarda Wittena M-teoria, mająca łączyć wszystkie teorie superstrun⁵, zakłada jeszcze jeden dodatkowy wymiar, dając nam 10 wymiarów przestrzeni i czas⁶. Za pomocą siedmiu przezroczystych płaszczyzn chcę pokazać te siedem dodatkowych, umykających naszemu poznaniu wymiarów, które istnieją materialnie, jednak ich bezbarwność sugeruje, że są niewidoczne dla ludzkiego oka. Zdecydowałem się wytoczyć z masy ceramicznej przepływające przez nie taśmy i dzięki naturalnemu zachowaniu materiału w trakcie toczenia na kole garncarskim, ukazać jednocześnie rozedrganie i płynność materii - strun. Gлина wypalona w 1250°C, dzięki ciemnemu odcieniowi wyraźnie odbija się w kolejnych taflach. Odbicia nawarstwiają się, ukazując migoczące obrazy innych wymiarów.

Miałem okazję zaprezentować tę kompozycję w ramach *I Międzynarodowej Konferencji: Metodologiczne i Poznawcze Aspekty Sztuk Wizualnych* na rodzimej Akademii we wrześniu 2023 wraz z pierwszymi obiektami serii *Kosmiczne odpady*. Wystawie towarzyszył tekst stworzony przy pomocy sztucznej inteligencji - Chatu GPT.

5.4. KOSMICZNE ODPADY

Kosmiczne odpady (ang. *space debris*), z perspektywy Ziemi nie wydają się być znacznym problemem (przecież nic na niebie nie widzimy!). Zaskakującym było więc dla mnie odkrycie specjalnego programu NASA [II.5.1.], zajmującego się mierzeniem i zapobieganiem negatywnym skutkom obecności tych śmieci na orbitach okołoziemskich. Stan na styczeń 2022 roku wykazywał blisko 9000 ton śmieci w przestrzeni okołoziemskiej, z czego ponad 25000 ma mieć co najmniej 10 cm średnicy⁷. Obecnie głównym źródłem śmieci w kosmosie są resztki

⁵ Teoria superstrun łączy teorie strun z teorią supersymetrii.

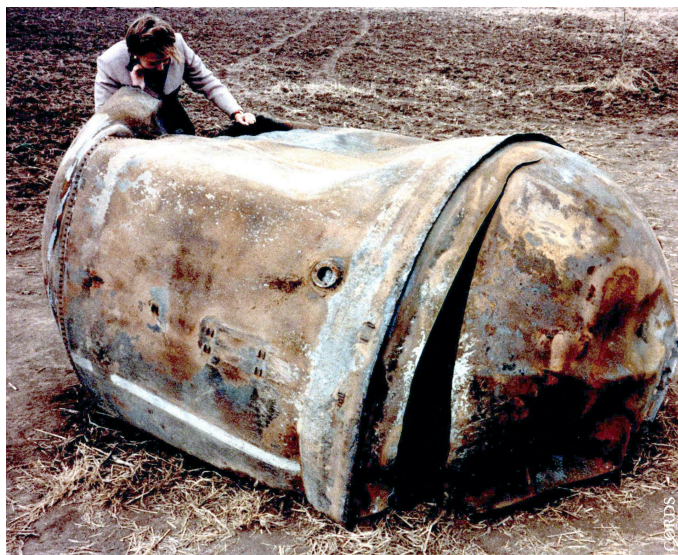
⁶ E. Witten, *String Theory Dynamics In Various Dimensions*, Nuclear Physics, Section B, vol. 443, nr 1-2 (1995) 1995 ; Vol. 443, No. 1-2 s. 85-126.

⁷ *Frequently asked Questions*, Dostęp: 2 września 2024, <https://orbitaldebris.jsc.nasa.gov/faq/>.

satelit. Niebywały wzrost ich ilości ze względu na brak regulacji i selekcji sprawia, że łatwo jest o kolizję, a trzeba pamiętać, że ilość miejsca na orbitach jest ograniczona.



Il. 5.1. Logo NASA Orbital Debris Program Office



Il. 5.2. Zbiornik paliwowy, który spadł w 1997 roku w Georgetown w stanie Teksas

Pierwszy raz zetknąłem się z tym intrygującym zjawiskiem dokładniej, dzięki filmowi dokumentalnemu *Space Smash* (2018), w którym omawiano między innymi jedno z największych tego rodzaju odpadów – zbiorniki paliwowe rakiet [Il.5.2.]. To głównie do tych masywnych form nawiązują obiekty omawianej serii *Kosmiczne odpady*. Koło garncarskie wydaje się być idealną techniką do przedstawienia transformacji regularnej, wyprodukowanej formy pod wpływem ciepła czy zderzenia z innymi obiektami. W pracach chciałem uchwycić rozpływanie się materiału, naśladujące wpływ wejścia w atmosferę i spalania obiektu, ale też obicie go przez inne śmieci, czy zderzenie z powierzchnią Ziemi. Kołnierze obiektów wskazują, na bycie jedynie elementem większej całości, na pozostałe ślady po nitach i łączeniach, które dawno się rozpadły. Skala wytoczonych form ma oddziaływać na wyobraźnię odbiorcy – jak to możliwe, że krążą wokół nas tak masywne obiekty i co powinniśmy odczuwać wiedząc, że mogą spaść na nas w każdej chwili? Podkreślenie ciężaru obiektów doбором materiału ma dodatkowo wpłynąć na widza, przy czym pamiętajmy, że zbiorniki paliwa są jeszcze większe!

Prace wytoczyłem, jakżeby inaczej, z masy odpadowej. Gromadziłem jej resztki z innych procesów, aby móc ostatecznie wymieszać je do konsystencji jednorodnej masy i wykorzystać

śmieci (tylko pozornie!) do stworzenia form kosmicznych śmieci. Obiekty pokryłem szkliwami redukcyjnymi z dodatkiem surowców pochodzących z Dolnego Śląska i wypalałem w temperaturach 1020-1200 °C.

5.5. KOSMOS

Seria powstała jako wyraz nowego spojrzenia na próbki szkliw. Wykonując takie kształtki na co dzień, używam koła garncarskiego - szybkiego i wygodnego narzędzia do realizacji pionowych, powtarzalnych elementów. Wytoczone próby zachowują charakterystyczne dla tej techniki ślady toczenia i strukturę gliny, mające wpływ na efekt końcowy szkliwa. Jako że większość prac toczę na kole, zależy mi aby próbki były swego rodzaju miniaturą docelowej pracy. Seria *Kosmos* jest zaprzeczeniem tej proporcji - próbka zostaje powiększona i staje się pracą samą w sobie. W przekroju zachowuje kształt litery "L", tak istotny w analizowaniu wpływu grawitacji na szkliwo w trakcie wypału. Usprawnia to jednocześnie proces pakowania pieca⁸, ponieważ płaszczyzny prac mogą być ustawione w pionie. Gotowe elementy łączę ze sobą podstawami w pary, tworząc rozległe powierzchnie wynoszące na pierwszy plan zestawione przeze mnie szkliwo. Nie jest już ono dopełnieniem formy, ale staje się najważniejszym elementem pracy.

Zestawiając zastosowane szkliwa, miałem okazję wykorzystać w każdym z czterech zestawów płaszczyzn, wyniki swoich badań nad materiałami pochodzącymi z Dolnego Śląska. Użyłem bazaltu z miejscowości Wilków o różnym poziomie rozdrobnienia – od drobno mielonego (do frakcji 0,5 mm), który wpływał na jednolity kolor powierzchni szkliwa, po większe frakcje, które pozwalały uzyskać efekt nakrapiania [Il. X], a także przypadki „wytopień” [Il. X], spowodowanych wysoką temperaturą wypału (1200-1250°C). Jak opisuję w rozdziale o badaniach materiałowych, bazalt który pozyskałem topi się już w temperaturze 1100°C co sprawia, że może być stosowany jako topnik w tym zakresie temperatur. Pravoslav Rada opisuje bazalt również jako środek matujący szkliwo⁹. Na powierzchni pracy *Kosmos 3* udało mi się uzyskać efekt zmatowienia, wykorzystując właśnie domieszkę bazaltu. Drugim, ciekawym materiałem wykorzystanym w tej serii jest wolastonit z Nowej wsi Kłodzkiej, który na

⁸ Wygodniejsze i korzystniejsze jest wypalanie wysokich elementów podobnej wielkości o małej podstawie niż płaskich elementów o małej wysokości i dużej powierzchni

⁹ P. Rada, *Techniki ceramiki artystycznej*, Warszawa 1993, s. 72.

powierzchni płaszczyzn *Kosmosu 4* pozwolił na uzyskanie efektu gwiazdzistej nocy, doskonale obrazującej charakter cyklu.

Planując kolor i strukturę szkliv, starałem się uchwycić zarówno powierzchniowy wygląd, jak i niepojętość przestrzeni kosmicznej. Symboliczny aspekt tego, że najpierw trzeba zbadać powierzchnię własnej planety, aby móc portretować kosmos, stał się istotnym wątkiem w tym procesie twórczym.

5.6. !GRAWITACJA

Chcę zostać pierwszym międzyplanetarnym ceramikiem. Taki zamiar zrodził się pewnego razu w mojej głowie. Zacząłem więc przygotowania i mam nadzieję, że to tylko kwestia czasu, zanim ludzkość stanie się międzyplanetarnym gatunkiem. Na 17-tej wystawie architektonicznej weneckiego Biennale (2021) prezentowano już przecież księżycowy habitat w ramach ekspozycji *Life Beyond Earth*¹⁰, który w konsultacji z emerytowanym astronautą, profesorem MIT¹¹, Jeffrey'em Hoffman'em, zaplanowano jako osadę na słonecznym, Południowym Biegunie Księżyca. Oczywiście bardzo trudna będzie w początkowej fazie adaptacja do nowego środowiska oraz stworzenie struktur, które pozwolą utrzymać ludzkie życie (projekt prezentowany w Wenecji przewidywał jedynie 300 dni komfortowego egzystowania¹²), ale na pewnym etapie, na takim Marsie (ma być międzyplanetarnie!), musi pojawić się sztuka. Sztuka, która stanie się częścią i tak już odmiennej od ziemskiej, kultury.

Bycie pierwszym twórcą ceramiki w kosmosie, czy na Księżycu, czy chociażby na Międzynarodowej Stacji Kosmicznej znaczy o wiele więcej niż tylko bycie tym pierwszym. Świadczyłoby to też, że przezwyciężyliśmy tak wiele trudności, i że znajdujemy się w miejscu i czasie, kiedy możemy zaplanować i przeprowadzić taką misję jak toczenie na kole garncarskim. Zarówno grawitacja jak i siła odśrodkowa są najgorszymi wrogami garncarza, stąd wyobrażam sobie, że toczenie w przestrzeni kosmicznej przyjmę ze zdecydowaną ulgą. Najgorsze jednak będzie to wszystko co trzeba zrobić, zanim tam dotrę.

¹⁰ *Moon habitat blueprint at Venice Biennale*, Dostęp: 10 września 2024, https://www.esa.int/Enabling_Support/Space_Engineering_Technology/Moon_habitat_blueprint_at_Venice_Biennale

¹¹ Massachusetts Institute of Technology

¹² *Moon habitat blueprint at Venice Biennale*, Dostęp: 10 września 2024, https://www.esa.int/Enabling_Support/Space_Engineering_Technology/Moon_habitat_blueprint_at_Venice_Biennale

Żeby zbliżyć się do momentu, w którym będę w stanie toczyć bez grawitacji, zdecydowałem się na stworzenie własnego przyrządu do ćwiczeń. Oczywiście nie jestem w stanie zasymulować zerowego przyciągania na Ziemi, ale mogę podjąć próbę pracy w odwróconym polu grawitacyjnym. Konstrukcją przyrządu jest drewniana siatka sześcianu - rama utrzymująca powieszone do góry nogami koło garncarskie. Ta pozycja stawia przed użytkownikami nowe wyzwania, takie jak samoczynnie rozciągająca się i rozpadająca glina. Nawet prosta czynność dodawania wody staje się ekstremalnie utrudniona w odwróconej grawitacji. W trakcie otwierającego 25 maja 2023 roku wystawę *!Grawitacja* performansu¹³, wykorzystałem naturalny efekt tych zmagania umieszczając na podłodze pod toczkiem arkusze papieru, zapisując tym samym swoje doświadczenia językiem błota i śladów upadającej gliny. Przywdziałem biały, ochronny kombinezon (jak niewiele trzeba, aby stworzyć sugestywne nawiązanie!), ściągnąłem buty (bez grawitacji nie da się nastąpić przypadkiem na gwóźdź czy szkło) i toczyłem.

To doświadczenie otwiera mnie na nowe rozwiązania, umieszczając w pewnym kreatywnym dystansie do toczenia, które praktykując od co najmniej 20 lat, wykonuję już często mechanicznie. Kto wie, na jakie rozwiązania, przydatne ceramikom, mogę wpaść dzięki poddaniu się eksperymentowi toczenia do góry nogami? Przecież znane nam na co dzień wiertarko-wkrętarki były w pierwszej kolejności sprzętem stworzonym przez NASA do prac w przestrzeni kosmicznej! Jednym z pierwszych pomysłów, które wyniknęły z performansu, była chęć usprawnienia sterowania obrotami toczka. Co prawda zastanawiałem się nad rozwiązaniami problemu, z powodu hipotetycznego zawieszenia w stanie nieważkości, ale wyeliminowanie pedału, kontrolującego prędkość pomogłoby również na Ziemi osobom, które z różnych powodów nie mogą z niego korzystać. Jednym z rozwiązań mogłoby być sterowanie za pomocą głosu lub myśli. Nie jesteśmy tak daleko od tych rozwiązań, jak mogłoby się wydawać. W tym roku udało się wszczepić pierwszemu pacjentowi implant Neuralink, dzięki któremu jest w stanie myśleć, sterować kursorem komputera i grać w szachy¹⁴. Dzięki możliwości przekazywania sygnału bezpośrednio z mózgu do toczka, eliminując opóźnienia wynikające z przesyłania sygnału do nogi (obsługującej zazwyczaj pedał), toczenie stałoby się procesem

¹³ Wystawa prezentowana była w galerii Ośrodka Dokumentacji Sztuki Akademii Sztuk Pięknych im. Eugeniusza Gepperta we Wrocławiu i trwała do 6 czerwca.

¹⁴ Neuralink [@neuralink], (2024, 20 marca), [wideo], X, Dostęp: 14 września 2024, <https://twitter.com/neuralink/status/1770563939413496146>.

jeszcze bardziej zintegrowanym w twórcą. Mam nadzieję, że będę miał jeszcze szansę przedyskutować te pomysły z samym Elonem Muskiem. Co prawda traktuję anegdotycznie bliską perspektywę takiego spotkania, ale rzeczywiście podczas wspomnianej *I Międzynarodowej Konferencji: Metodologiczne i Poznawcze Aspekty Sztuk Wizualnych* otrzymałem niejako taką propozycję. Po wysłuchaniu mojej Pecha Kucha¹⁵ dotyczącej projektu *!Grawitacja* amerykańska artystka Amy Karle, brana pod uwagę jako uczestniczka komercyjnego lotu w kosmos dla artystów, obiecała, że napisze do Elona Muska w tej sprawie. Czekam po dziś dzień. Nawet jeśli nieelegancko spóźnione, przyjmę chętnie to zaproszenie.

5.7. ENTROPIA

Jednym z inspirujących mnie swoją interdyscyplinarną postawą artystów jest dr hab. Jakub Jernajczyk, który często eksploruje pojęcia z zakresu matematyki i fizyki. W pracach *Pomnik Pi* (2019) czy *Granice koła* (2015) zgłębiał zagadnienia związane z geometrią, z kolei prace *n tropi a* (2018) i *deklinacja entropii* (2019), jak wskazują tytuły zajmowały się, w dość intrygujący, bo lingwistyczny sposób, entropią. W mojej pracy chciałem podejść do tego zagadnienia mocno ilustracyjnie, tworząc dwie kontrastujące ze sobą prace, obrazujące wysoką i niską entropię poprzez zróżnicowanie uporządkowania powtarzalnych elementów kompozycji. Za podstawowy moduł pracy obrałem trójkąt, i multiplikując odpowiednio przygotowaną formę, zbudowałem dwie wielkoformatowe kompozycje. Do wypalenia ich posłużył mi skonstruowany i opisany w podrozdziale 2.4.5. piec hybrydowy. Tam też opisuję szczegółowo proces wypału w temperaturze 1100°C. W trakcie rozwiązywania technologicznych zagadnień dotyczących tych prac, nieodzownie towarzyszyło mi bardzo poetyckie, a jednocześnie głęboko naukowe stwierdzenie fizyka Carla Rovelli: *plomień jest procesem otwierającym kanał, przez który drewno może przejść do stanu wyższej entropii*¹⁶.

Dyptyk *Entropia* traktuję nie tylko jako pracę artystyczną, ale również wizualizację wpływu entropii na rzeczywistość, jak i umocnienie w naszej świadomości jej wagi: *Świat posuwa się [...] naprzód nie dzięki źródłom energii, lecz dzięki źródłom małej entropii. Bez niskiej entropii energia rozproszyłaby się w jednorodne ciepło i wszechświat zasnąłby w stanie równowagi*

¹⁵ Rodzaj prezentacji, ograniczonej czasowo oraz pod względem materiałów wizualnych do 20 slajdów, każdy po 20 sekund.

¹⁶ C. Rovelli, *Tajemnica czasu*, Łódź 2019, s. 148.

*termicznej - nie dałoby się już odróżnić przeszłości od przyszłości i nic więcej by się nie wydarzyło*¹⁷. Kompozycja *Entropia mała*, obrazuje wysoki poziom uporządkowania elementów układu regularnością ułożenia modułów, natomiast *Entropia duża*, wizualizuje chaos podobnego układu, ale po upływie czasu i wzroście poziomu jego nieuporządkowania.

5.8. PODSUMOWANIE

W trakcie trzyletniego projektu każda z moich realizacji ulegała dynamicznym zmianom, w zależności od efektów poszczególnych jej etapów. Dla mnie bardzo znamienne było to, że wywierając określony wpływ na działanie, otrzymywałem informację zwrotną (niejako od wszechświata) i dzięki temu rozwijałem projekty w zależności od charakteru otrzymanej reakcji. Nie spodziewałem się, że doświadczenia doprowadzą mnie do zmniejszenia powierzchni pieca hybrydowego. Nie zakładałem również, że będę przebudowywał go czterokrotnie, nie mówiąc już o setkach napraw. Rozminęło się ze wstępnymi założeniami również to, że w moich pierwszych projektach wszystkie *Horyzonty zdarzeń* połączone były przejrzystymi taflami szyb. Wszystkie działania jednak przewyższyły moje oczekiwania. W miarę jak serie obiektów rozrastały się, zwiększały się również moje umiejętności w panowaniu nad kontrolowanym przypadkiem. Chciałbym aby moje realizacje znalazły swoje miejsce nie tylko w galeriach sztuki, ale mogły zaistnieć w przestrzeniach związanych z naukami ścisłymi, otwierając tym samym furtkę dla rozmów o wspólnej płaszczyźnie pełnej eksperymentów i precyzyjnie kontrolowanej wolności artystycznej.

¹⁷ Tamże, s. 146.

INDEKS PRAC WCHODZĄCYCH W SKŁAD DZIEŁA DOKTORSKIEGO

(Częścią dysertacji jest aneks z pendrive'm zawierającym całość dokumentacji fotograficznej.)

Czarne dziury

(8 obiektów)

Materiał: kamionka, angoby, włókno tekstylne

Technika: obiekty toczone na kole garncarskim

Wypał w temperaturze 1200 °C w piecu elektrycznym

Fot. Dawid Żynda



Czarna dziura 01 | h:20 x 31 x 23 cm



Czarna dziura 02 | h:26 x 24 x 19 cm



Czarna dziura 03 | h:45 x 45 x 27 cm



Czarna dziura 04 | h:14 x 15 x 18 cm



Czarna dziura 05 | h:12 x 10 x 11 cm



Czarna dziura 06 | h:48 x 44 x 38 cm



Czarna dziura 07 | h:47 x 48 x 32 cm



Czarna dziura 08 | h:48 x 46 x 50 cm

Horyzont zdarzeń

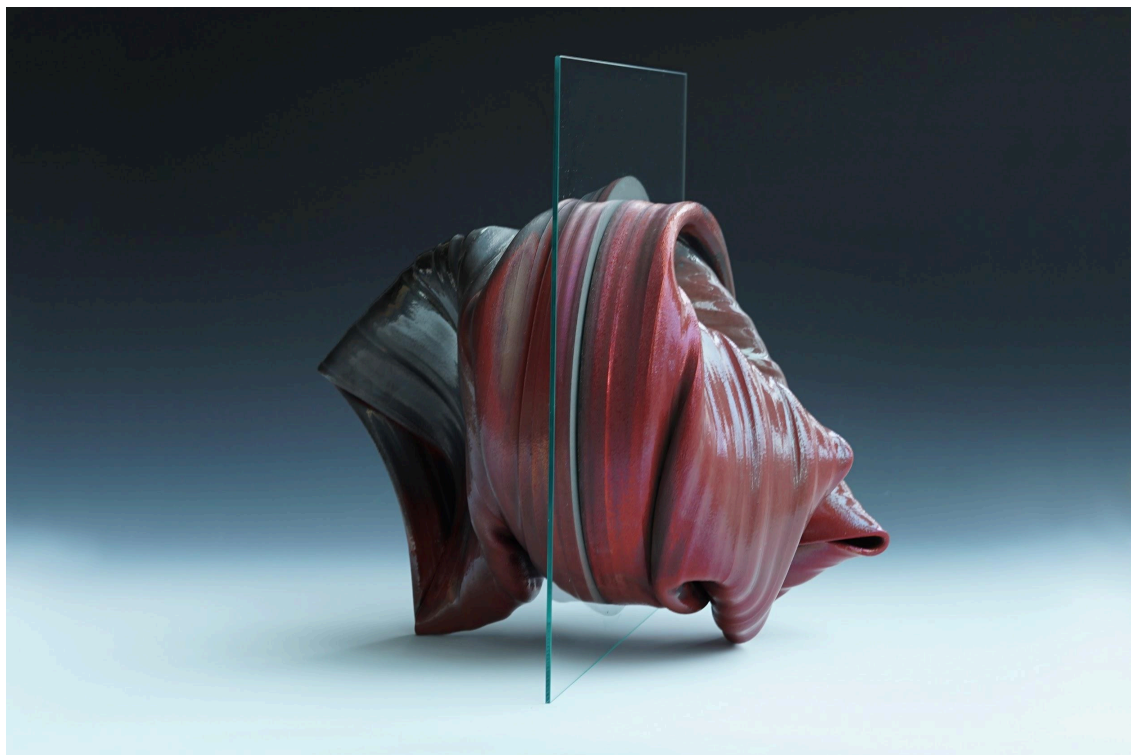
(11 obiektów)

Materiał: kamionka, szyby z upcyclingu

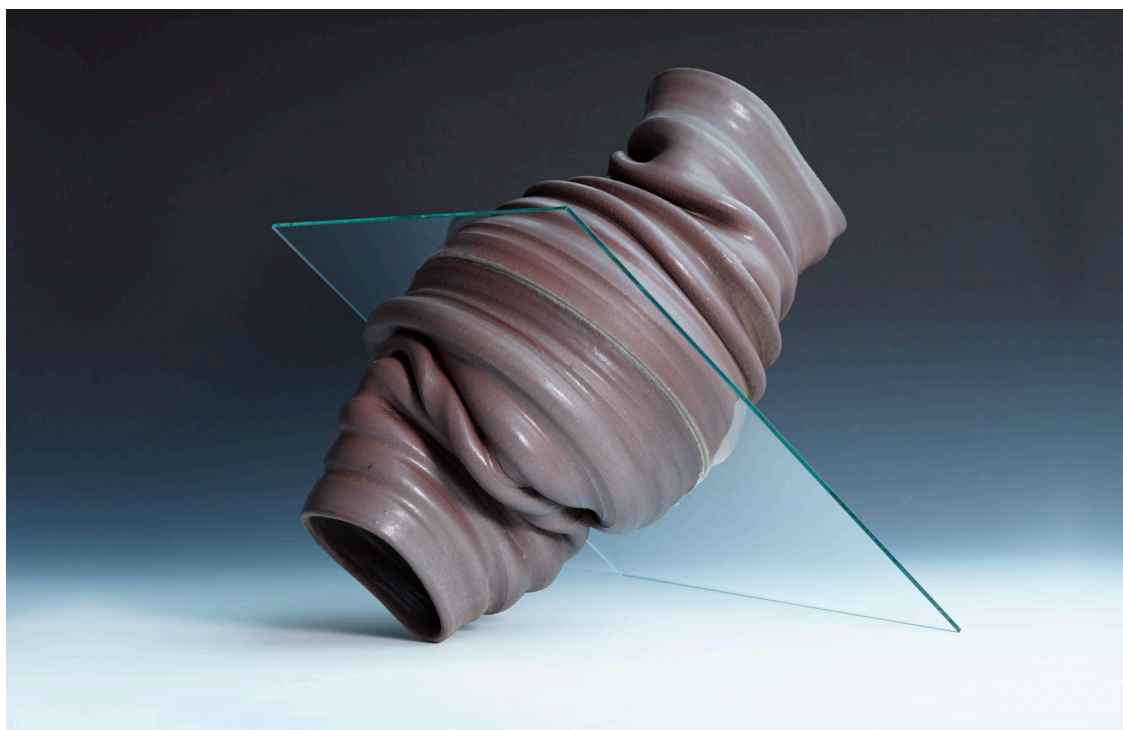
Technika: obiekty toczone na kole garncarskim

Wypał w temperaturze 1200 °C w piecu elektrycznym

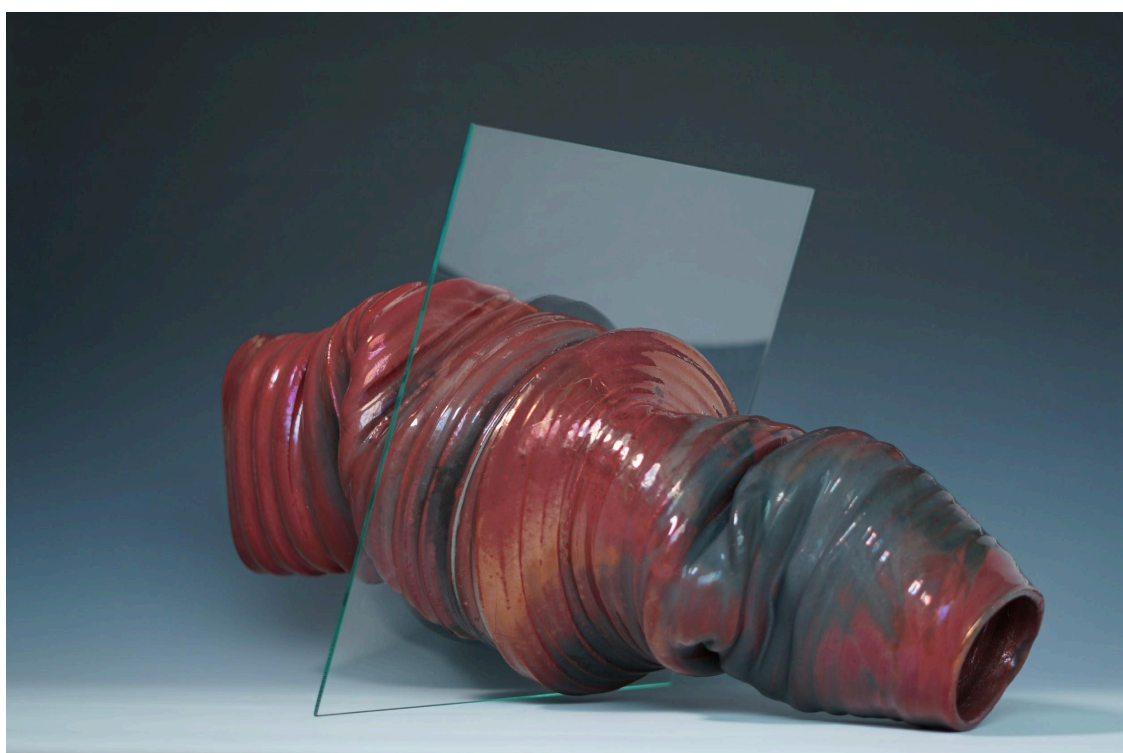
Fot. Dawid Żynda



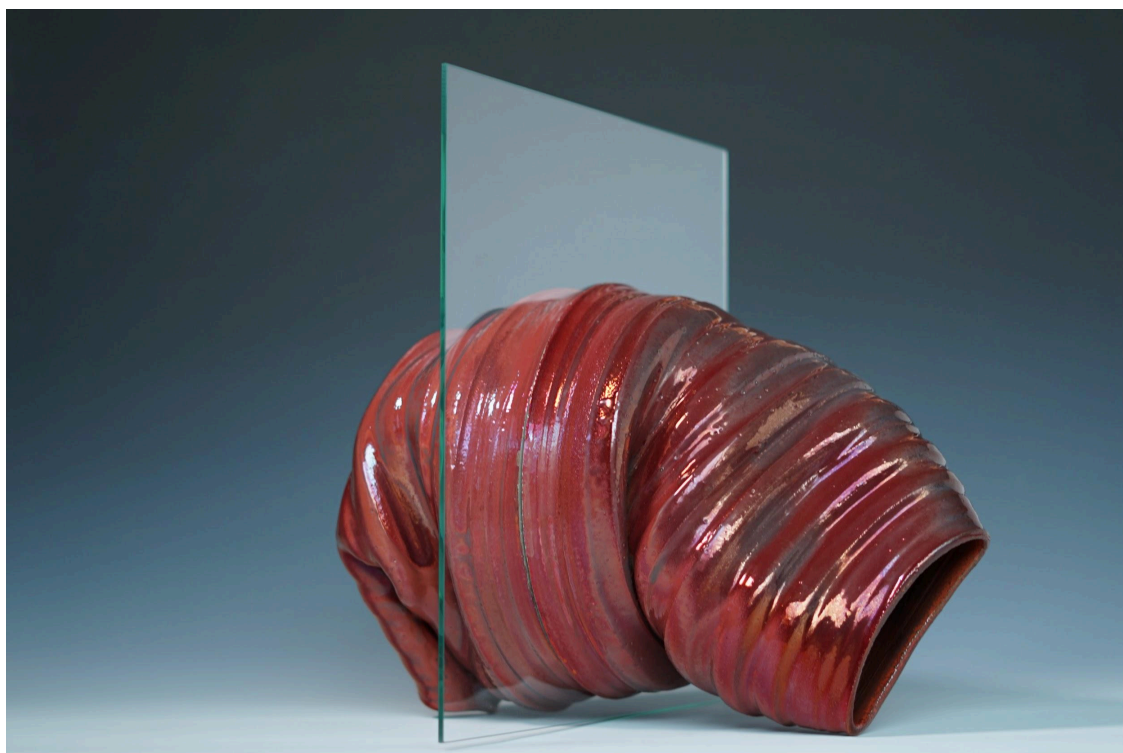
Horyzont zdarzeń 01 | h:45 x 45 x 38 cm



Horyzont zdarzeń 02 | h:47 x 45 x 55 cm



Horyzont zdarzeń 03 | h:45 x 45 x 60 cm



Horyzont zdarzeń γ | h:45 x 45 x 50 cm



Horyzont zdarzeń 05 | h:30 x 30 x 50 cm



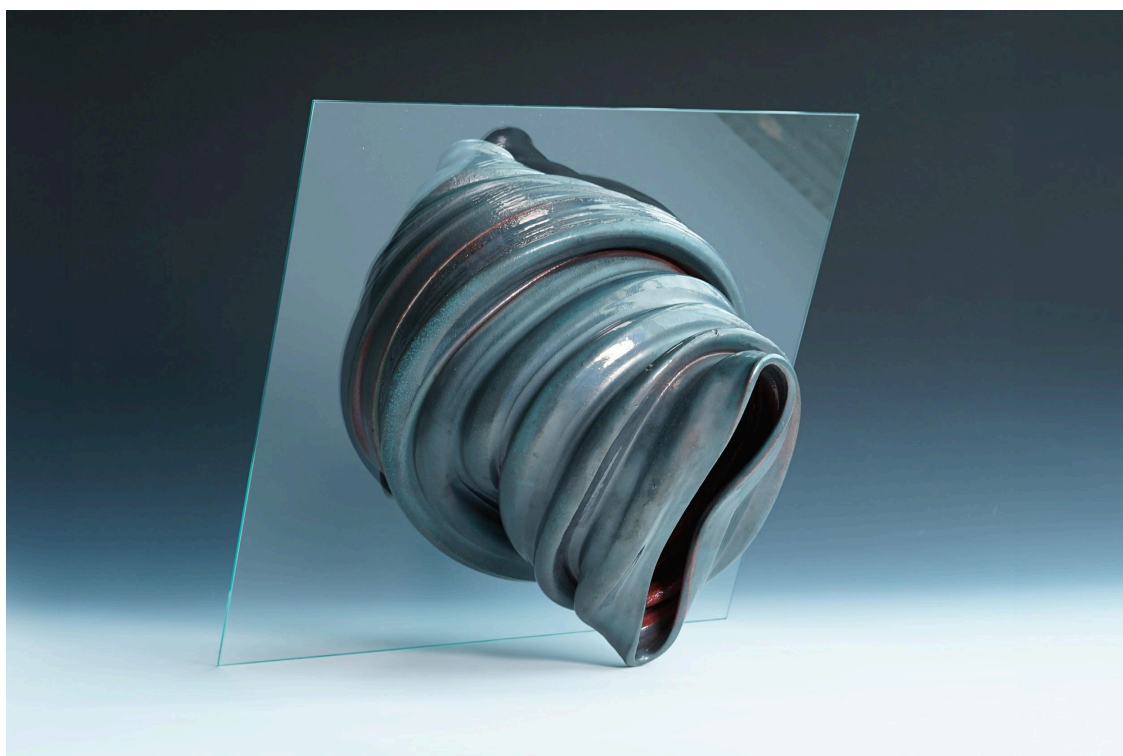
Horyzont zdarzeń 06 | h:32 x 30 x 47 cm



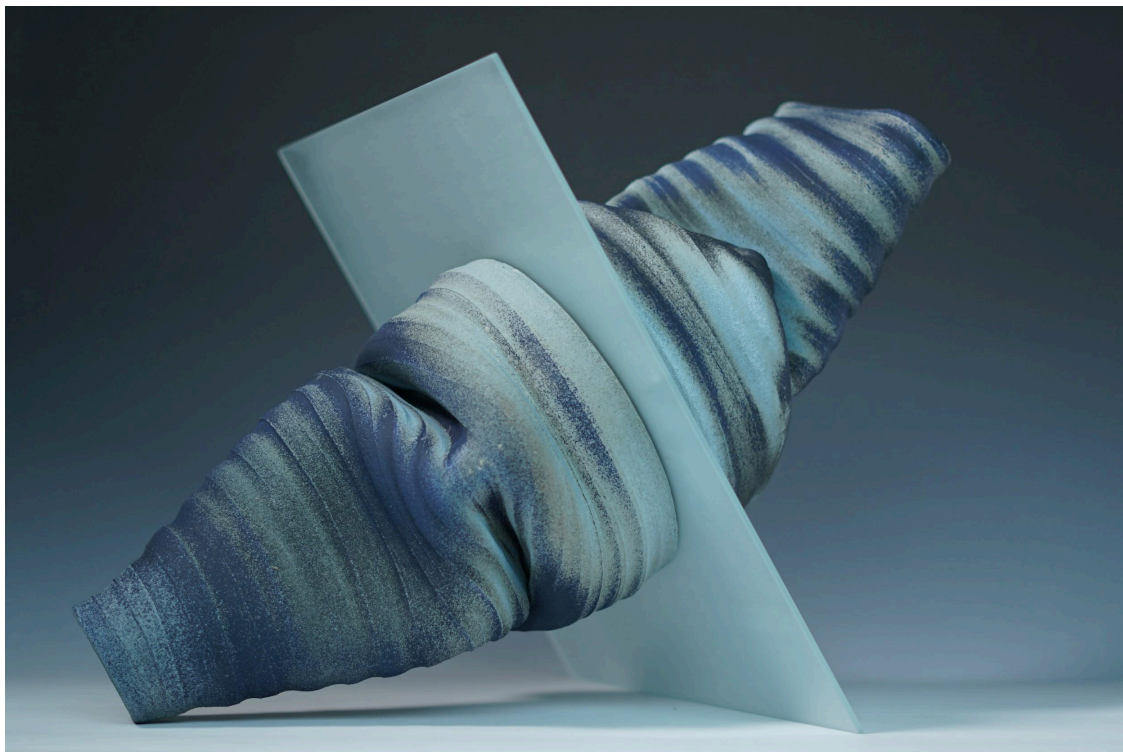
Horyzont zdarzeń 07 | h:50 x 48 x 54 cm



Horyzont zdarzeń Ω | h:30 x 60 x 35 cm



Horyzont zdarzeń 09 | h:45 x 45 x 47 cm



Horyzont zdarzeń 10 | h:45 x 45 x 57 cm



Horyzont zdarzeń 11 | h:45 x 45 x 56 cm

Wymiary splecione

Instalacja

Materiał: kamionka, 7 arkuszy plexiglass, metalowe śruby

Technika: obiekty toczone na kole garncarskim

Wypał w temperaturze 1200 °C w piecu elektrycznym

Wymiary [cm]:

h:100x100x100

Fot. Dawid Żynda





Kosmiczne odpady

(5 obiektów)

Materiał: kamionka, metalowe śruby

Technika: obiekty toczone na kole garncarskim

Wypał w temperaturze 1200 °C w piecu elektrycznym

Fot. Dawid Żynda



Zdjęcie z wystawy *Dimensions entwined* (Wymiary splecione). Na drugim planie widoczne *Kosmiczne odpady 01* i *Kosmiczne odpady 02*



Zdjęcie z wystawy *Dimensions entwined* (Wymiary splecione)

Kosmiczne odpady 01 | h:55 x 55 x 42 cm

Kosmiczne odpady 02 | h:55 x 55 x 35 cm



Kosmiczne odpady 03 | h:32 x 32 x 36 cm



Kosmiczne odpady 04 | h:55 x 55 x 50 cm



Kosmiczne odpady 05 | h:32 x 32 x 37 cm

Kosmos

(4 obiekty)

Materiał: kamionka

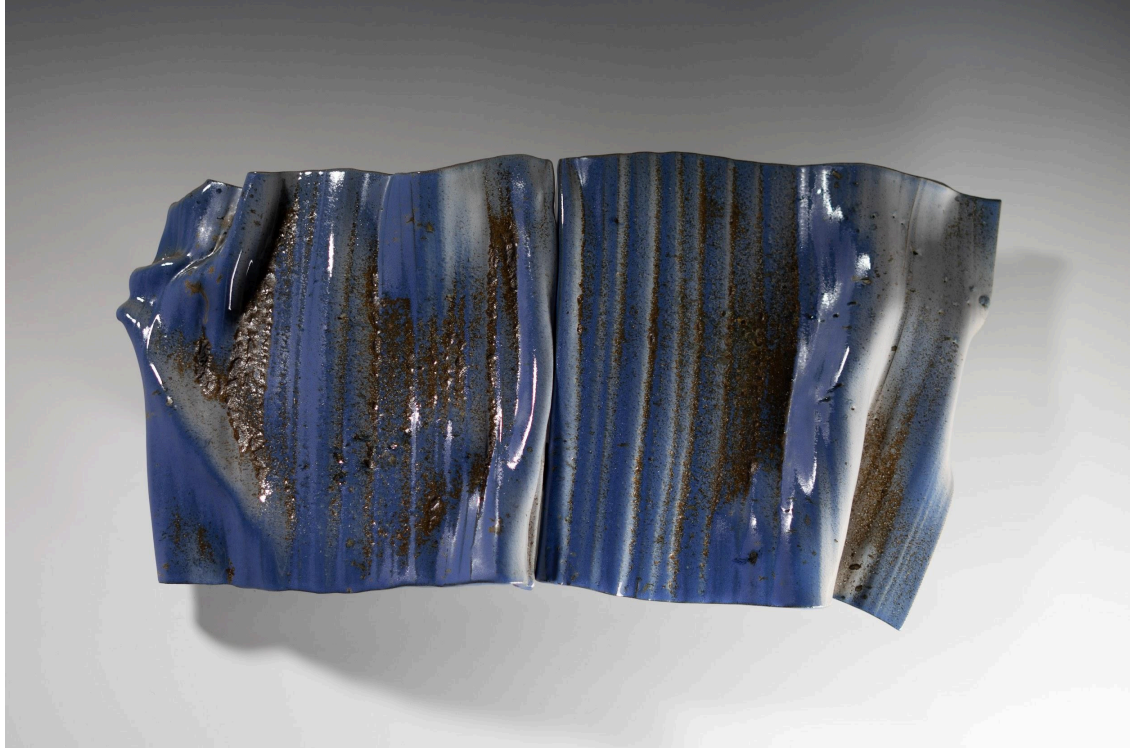
Technika: płaszczyzny toczone na kole garncarskim

Wypał w temperaturze 1200 °C w piecu elektrycznym

Fot. Dawid Żynda



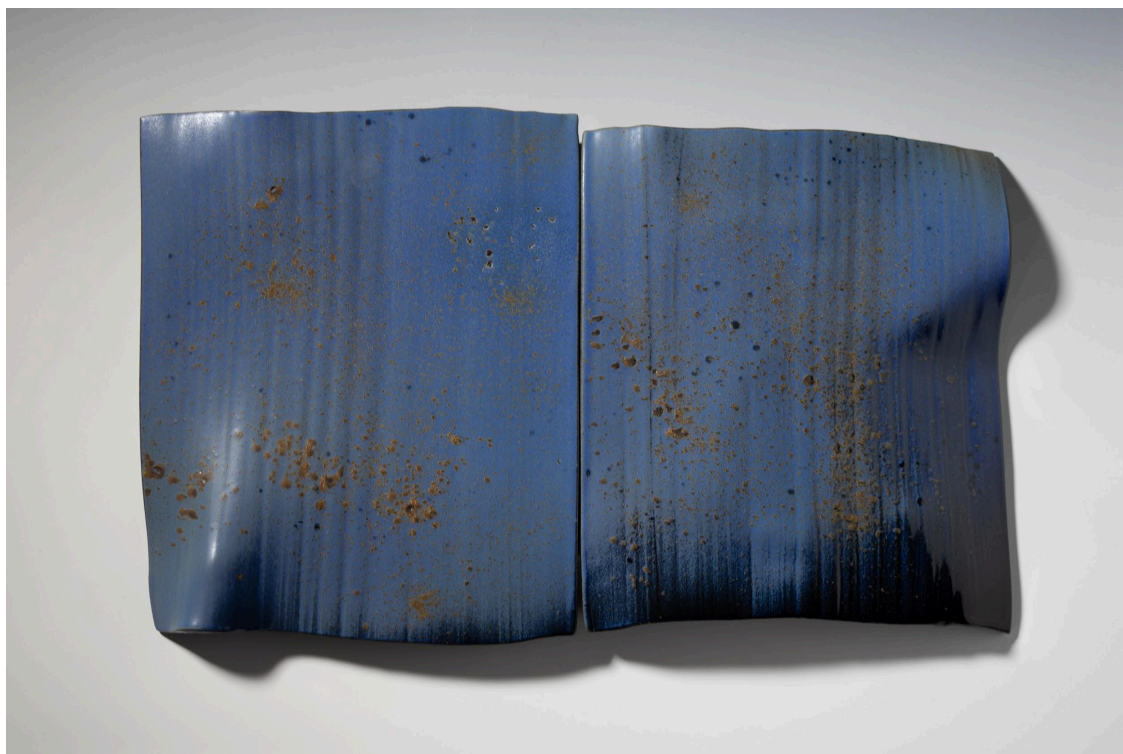
Kosmos 01 | h:40 x 44 x 5 cm



Kosmos 02 | h:38 x 58 x 7 cm



Kosmos 03 | h:46 x 62 x 5 cm



Kosmos 04 | h:40 x 67 x 4 cm

!Grawitacja

Performance

(Dokumentacja wideo dołączona na pendrive'ie)

Fot. Małgorzata Maternik, Weronika Lucińska





Entropia

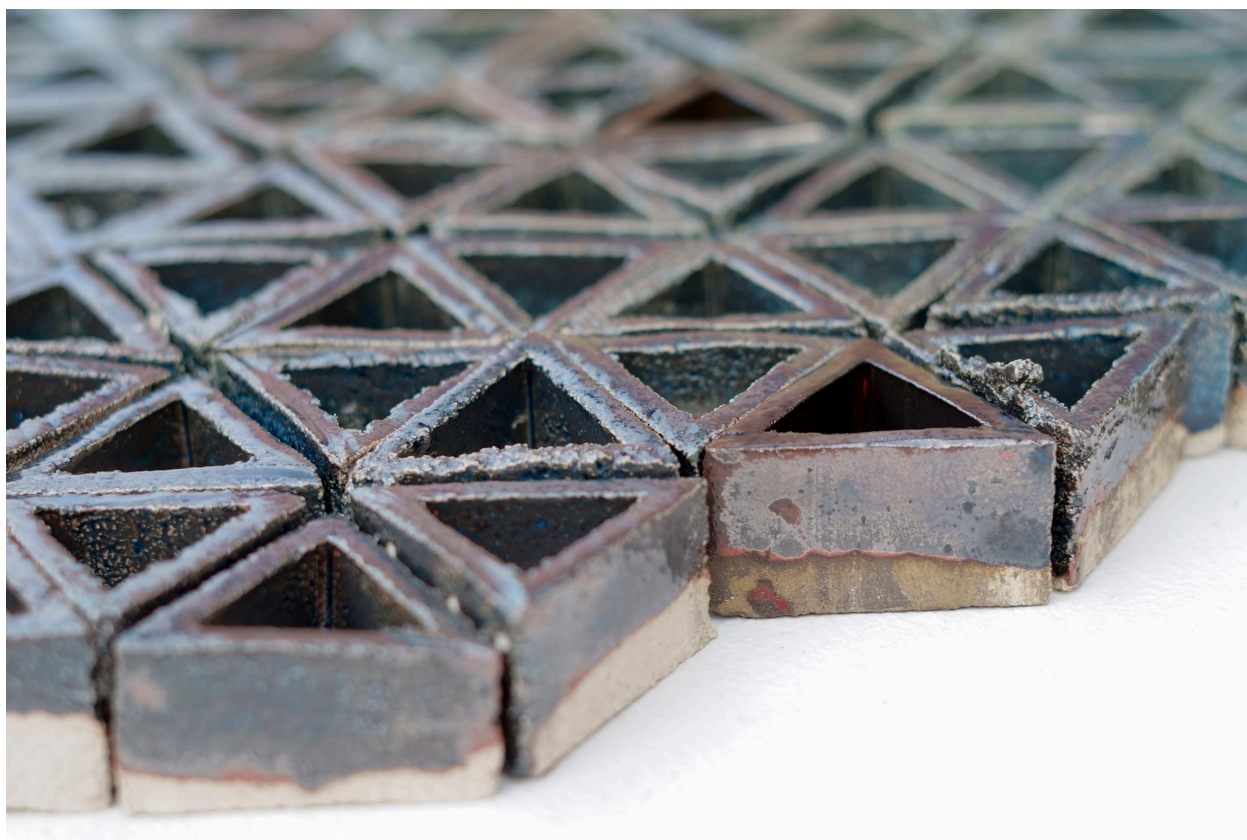
(2 obiekty)

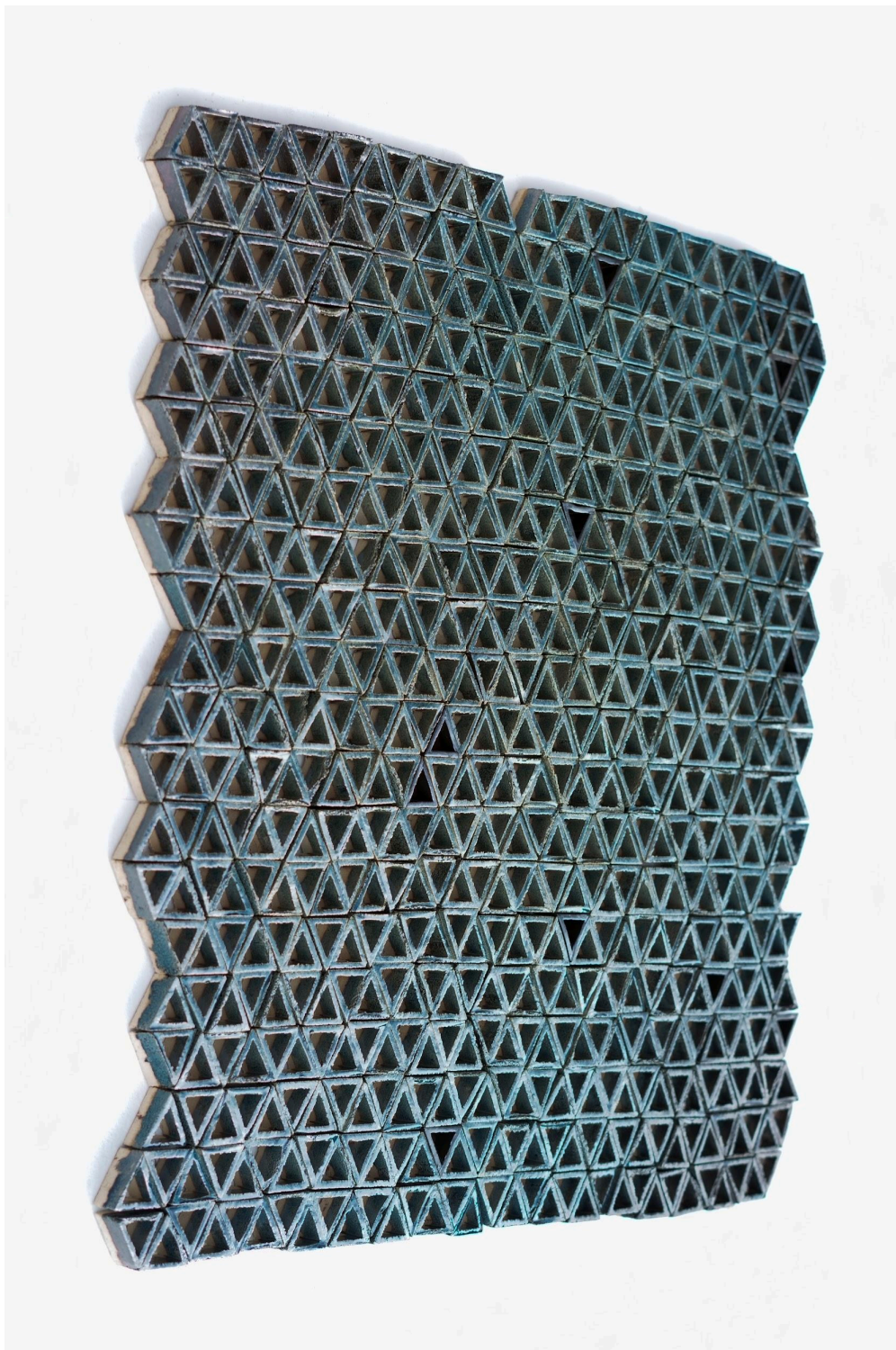
Materiał: kamionka

Technika: ekstruder

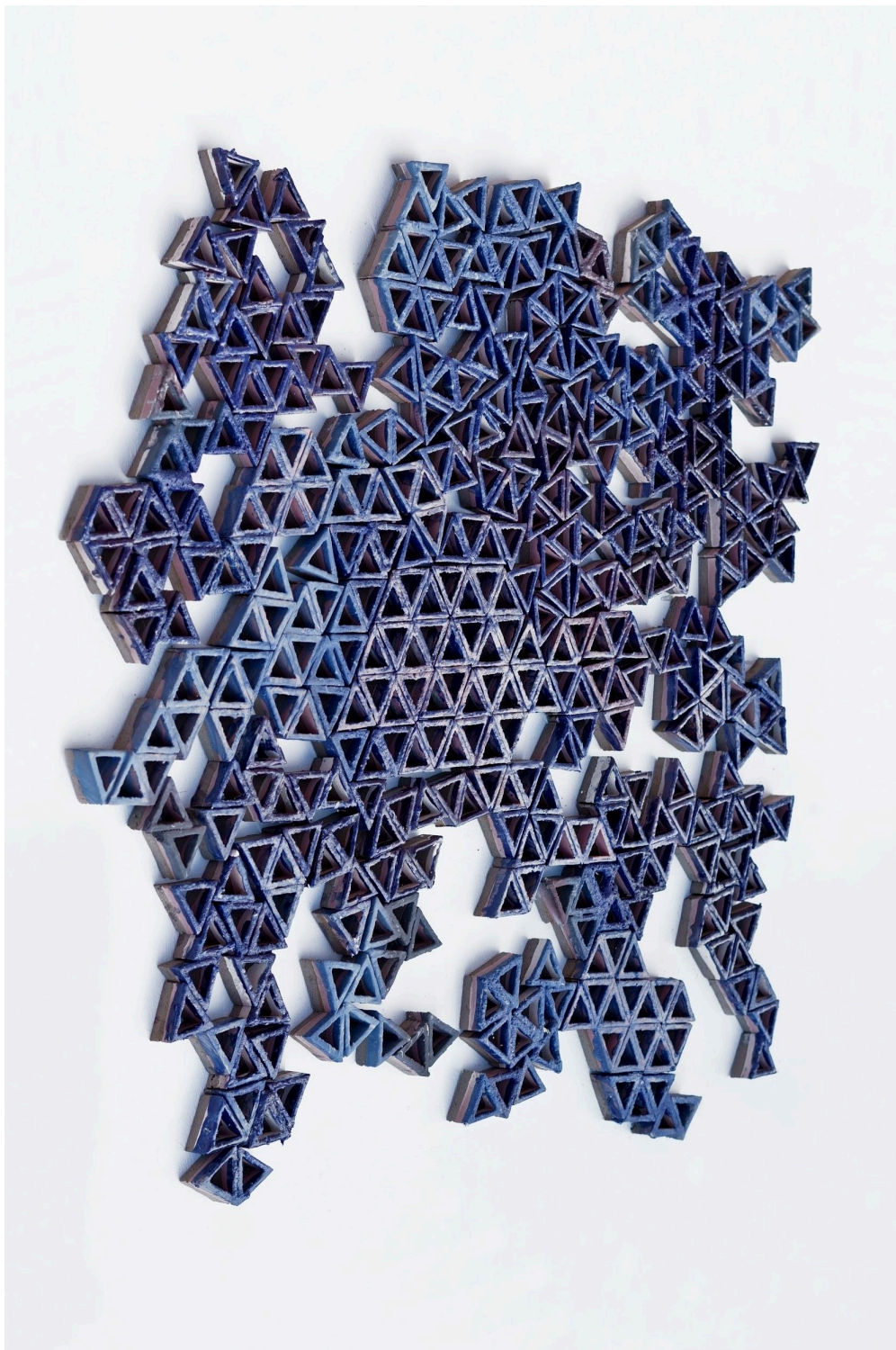
Wypał w temperaturze 1100 °C w piecu hybrydowym

Fot. Dawid Żynda

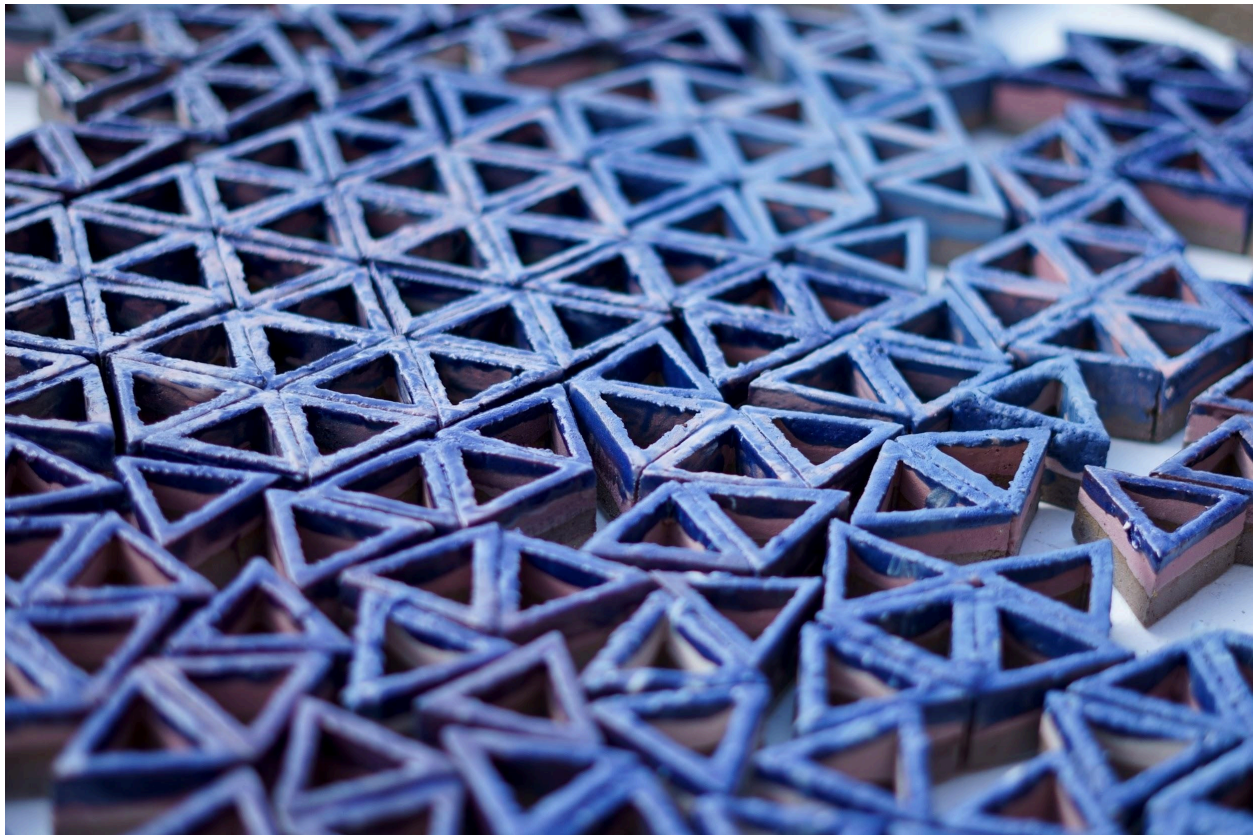




Entropia niska | h:3 x 100 x 100 cm



Entropia wysoka | h:3 x 100 x 100 cm



Zakończenie

Wszystkie doświadczenia pracy nad doktoratem, pomimo obszerności poruszanych zagadnień, wydają się być z perspektywy czasu jedynie wstępem do czegoś większego. W obrębie każdego z nich odczuwam niedosyt. Ośmielę się założyć, że tak czuć się mogą fizycy, poszukujący odpowiedzi na zagadnienie Teorii Wszystkiego, ciągle tkwiąc w procesie badania i odkrywania. Zakończenie projektu doktorskiego nie oznacza dla mnie końca poszukiwań, wręcz odwrotnie. Zapoczątkowanie tych działań rozwinęło przede mną nowe ścieżki do eksploracji w obszarze projektowania i budowania pieców czy aplikacji do tworzenia i katalogowania szkliw. Zbudowanie pieca do płaszczyzn okazało się dla mnie długim procesem, pełnym problemów i wyzwań. Dopiero po jego zakończeniu, pojawiają się kolejne, świeże inspiracje i nowe pomysły na wykorzystanie tej nietypowej konstrukcji. Przede wszystkim zaś nie mogę się doczekać realizowania kolejnych cykli artystycznych.

Nie porzucam również programu treningowego przed wylotem w kosmos, aby zrealizować swoje marzenie o zostaniu pierwszym artystą ceramikiem, tworzącym na innych planetach. Postanowiłem upewnić się w moich założeniach i zapytałem Chat GPT (można założyć, że wszystkich specjalistów na raz!), jakie są szanse na spełnienie tego marzenia. Oto jego odpowiedź:

Trudno to dokładnie przewidzieć, ale pomysł pracy z ceramiką na innych planetach jest fascynujący i wcale nie tak odległy! Dzięki szybkiemu rozwojowi eksploracji kosmosu, zwłaszcza w kontekście planów kolonizacji Księżyca i Marsa, może w przyszłości pojawić się szansa dla artystów, by przyczynili się do tworzenia kolonii kosmicznych. Ceramika, ze względu na swoje właściwości izolacyjne, budowlane, a także artystyczne, może odgrywać ważną rolę w kosmicznych habitatów.

Bycie „pierwszym” zależałoby od Twojej zdolności do połączenia wiedzy z zakresu ceramiki z technologią kosmiczną, eksploracją kosmosu lub projektami związanymi z misjami kosmicznymi. Jeśli interesuje Cię taka ścieżka, warto pozostać w kontakcie z badaniami kosmicznymi i być może powiązać swoją pracę ceramiczną z tymi dziedzinami – to mogłoby zwiększyć Twoje szanse!

A więc - cel wyznaczony!

Głębszym celem całości moich działań jest osobiste poszukiwanie siebie w ogromie wszechświata. Nawiązując do szarlotki Sagana - buduję od podstaw swój “ceramiczny wszechświat”, aby lepiej zrozumieć własną twórczość i ceramikę w ogóle. Proces twórczy, nierozzerwalnie związany z naszą drobną obecnością w wielkim schemacie przestrzeni i czasu przynosi mi głęboki spokój i pocieszenie - emocje, które mam nadzieję, rezonują przez moje dzieła i dotykają odbiorców, przyciągając ich tak intensywnie jak mogłyby tylko czarne dziury.

Bibliografia

Bibliografia przedmiotowa:

Balzer A., Carpenter K., Henderson E., Jeletic J., Marosy M., Wiseman J., *Hubble Focus: Dark Universe*, National Aeronautics and Space Administration, 2024.

Boch P., Niepce J., *Ceramic Materials. Processes, Properties and Applications*, ISTE, France 2001.

Cardew M., *Pioneer Pottery*, Nowy Jork 1971.

Czas, SJP PWN, Dostęp: 20 sierpnia 2024, <https://sjp.pwn.pl/sjp/czas;2450266.html>.

Cosmos: A personal Voyage [serial], odc. 10, reż. Adrian Malone, PBS, 1981.

Daly G., *Developing glazes*, Bloomsbury Plc, London 2013.

Davies P.C.W., *Cosmic jackpot : why our universe is just right for life*, Boston, 2007.

Doremus R.H., Shackelford J.F., *Ceramic and Glass Materials Structure, Properties and Processing*, Springer, New York 2008.

Farmelo G. (Gospodarz), (2019, 2 września), *Edward Witten interviewed by Graham Farmelo* (nr 5), [Odcinek podcastu audio], *The Universe Speaks in Numbers*, SoundCloud.com, Dostęp: 25 lipca 2024, <https://www.youtube.com/watch?v=r4wQsmAtZoc&t=2312s>.

Feynman R. *Lectures on Gravitation*, Penguin Books, 1999.

Ford K.W., Wheeler J.A., *Geons, Black Holes and Quantum Foam: A Life in Physics*, Nowy Jork 1998.

Forms of the anthropic principle, Britannica, Dostęp: 15 sierpnia 2024, <https://www.britannica.com/science/anthropic-principle/Forms-of-the-anthropic-principle#ref1078377>.

Fridman L. (Gospodarz), (2024, 7 marca), *Yann LeCun: Meta AI, Open Source, Limits of LLMs, AGI& the Future of AI* (nr 416), [Odcinek podcastu wideo], *Lex Fridman Podcast*, Youtube.com, Dostęp: 5 września 2024, <https://www.youtube.com/watch?v=5t1vTLU7s40>.

Hafele J.C., Keating R.E., 1972. *Around-the-World Atomic Clocks: Predicted Relativistic Time Gains*, Science, Dostęp: 30 sierpnia 2024, <https://www.science.org/doi/10.1126/science.177.4044.166>.

Hawking S.W., *Black Holes: The Reith Lectures*, Transworld 2016.

Hawking S.W., *Krótką historia czasu. Od wielkiego wybuchu do czarnych dziur*, Warszawa 1990.

Johnson P.C., *Statement*, Dostęp: 25 sierpnia 2024,
<https://www.peterchristianjohnson.com/statement>.

Karmel P., *Jackson Pollock: interviews, articles and reviews*, Nowy Jork 1999.

Kirkaldy J.F. *Minerals and Rocks*, Blandford press, Londyn 1968.

Lozano-Hemmer R., *Solar Equation.Relational Architecture 16*, Dostęp: 5 września 2024,
https://lozano-hemmer.com/solar_equation.php.

Matthes W., *Keramische Glasuren*, Hanusch, Verlag, Koblenz 2018.

Mazur K., 2021, *Słynna teoria Hawkinga o czarnych dziurach potwierdzona*, National Geographic Polska, Dostęp: 10 sierpnia 2024,
<https://www.national-geographic.pl/artukul/slynnna-teoria-hawkinga-o-czarnych-dziurach-potwierdzona>.

Neuralink [@neuralink], (2024, 20 marca), [wideo], X, Dostęp: 14 września 2024,
<https://twitter.com/neuralink/status/1770563939413496146>.

Obraz liczony Romana Opalki w Muzeum Narodowym, 2019, Radio Kraków, Dostęp: 13 września 2024, <https://www.radiokrakow.pl/kultura/obraz-liczony-romana-opalki-w-muzeum-narodowym/>.

Olsen F. L., *The Kiln Book, materials, specifications & construction*, KRAUSE, Iola 2001.

Piech J., *Piece ceramiczne i szklarskie*, AGH UWND, Kraków 2001.

Pomian K., *Porządek czasu*, Gdańsk 2014.

Rada P., *Techniki ceramiki artystycznej*, Warszawa 1993.

Rogan J. (Gospodarz), (2020, 19 lutego), *Brian Greene* (nr 1428) [Odcinek podcastu wideo], *Joe Rogan Experience*, Youtube.com, Dostęp: 25 lipca 2024
<https://www.youtube.com/watch?v=r4wQsmAtZoc&t=2312s>
Rovelli C., *Tajemnica czasu*, Łódź 2019.

Space Smash [film], reż. Bertrand Loyer, Saint Thomas Productions 2018, Dostęp: 3 sierpnia 2024,
https://www.youtube.com/watch?v=CQIDPNNGogg&ab_channel=SLICEFullDoc.

The Nobel Prize in Physics 2011, 2011, Dostęp: 20 września 2024,
<https://www.nobelprize.org/prizes/physics/2011/summary/>.

Witten E., *String Theory Dynamics In Various Dimensions*, Nuclear Physics, Section B, vol. 443, nr 1-2 (1995) 1995 ; Vol. 443, No. 1-2 s. 85-126, Dostęp: 20 września 2024, <https://ncatlab.org/nlab/show/M-theory>.

Bibliografia podmiotowa:

Interstellar [film], reż. Ch. Nolan, Paramount Pictures, Warner Bros 2014.

Lem S., *Powrót z gwiazd*, Warszawa 2008.

Strugaccy A., B., *Piknik na skraju drogi*, Warszawa 2011.

Vonnegut K., *Trzęsienie czasu*, Warszawa 2000.

Doctor Who [serial], twórcy: Newman S., Webber C. E., Wilson D., 1963-2024.

Powrót do przyszłości [film], reż. Zemeckisa R., PL: Polfilm 1985.

Mroczne Materie [serial], seria 1, twórca: Jack Thorne, BBC Studios, Bad Wolf, New Line Productions, Scholastic 2019.

Spis Ilustracji

Rozdział I

- Il.1.1. *On Kawara, May 8, 1975, 1975*, Dostęp: 30 lipca 2024,
<https://www.artbasel.com/catalog/artwork/87818/On-Kawara-May-8-1975>.
- Il.1.2. *Roman Opalka, Obraz liczony. 1965/1 do ∞ Detal 2450737-2473067, XX wiek*, Dostęp: 15 września 2024,
<https://lifeinkrakow.pl/w-planach/sztuka/894,wyjatkowy-obraz-do-ogladania-w-krakowie>.
- Il.1.3. *Teoria pola kwantowego w zakrzywionej przestrzeni - czarne dziury, 2021*, zdjęcie własne.
- Il.1.4. *Peter Christian Johnson, The Hollow Men, 2016*, Dostęp: 3 kwietnia 2024,
<https://www.peterchristianjohnson.com/qrrbdzyiz6c57qmt4il64hpgdtgnm>.
- Il.1.5. *Anne Turn, Tsoon, 2022*, Dostęp: 3 kwietnia 2024,
https://issuu.com/tallinndesignfestival/docs/disainioo2022_kataloog_veeb.
- Il.1.6. *Ryan LaBar, A point of unstable equilibrium, 2019*, Dostęp: 2 września 2024,
<https://www.ryanlabar.com/2018?lightbox=dataItem-jtlkqs8g>.
- Il.1.7. *Performans !Grawitacja, 25 czerwca 2023*, zdj. Małgorzata Maternik.
- Il.1.8. *Jarosław Grulkowski, Built a new world 2m, 2021*, Dostęp: 26 lipca 2024,
<https://www.asp.wroc.pl/pl/pracownicy-dydaktyczni/grulkowski-jaroslaw>.
- Il.1.9. *Wykres ilustrujący procentową zawartość materii widzialnej, ciemnej materii i ciemnej energii we Wszechświecie*, Dostęp: 2 września 2024,
https://svs.gsfc.nasa.gov/vis/a010000/a012300/a012307/frame-000215_print.jpg.
- Il.1.10. *Tzw. rycina Flammariona*, Dostęp: 4 sierpnia 2024,
<https://publicdomainreview.org/collection/flammarion-engraving/>.
- Il.1.11. *Rafael Lozano-Hemmer, Solar Equation, 2010*, Dostęp: 21 września 2024,
https://lozano-hemmer.com/solar_equation.php.
- Il.1.12. *Fotosy z czołówki serialu Mroczne Materie, 2019*, Dostęp: 5 sierpnia 2024,
<https://www.artofthetitle.com/title/his-dark-materials/>.
- Il.1.13. *Stephen Creech, Tools Aliens Use To Make Pottery In Space, 2023*, Dostęp: 14 września 2024, <https://www.instagram.com/creechoftheeast/>.
- Il.1.14. *Elena Howard, AI generated ceramic idea, 2024*, Dostęp: 2 września 2024,
<https://www.ceramicreview.com/articles/clay-meets-code/>.

Rozdział II

II.2.1. *Adam Abel, Cyberboros, 2020-2021, Dostęp: 10 września 2024, <https://www.adamabel.com/pages/cyberboros.html>.*

II.2.2. *Załadunek drewna do pieca, zdj. własne.*

II.2.3. *Efekt redukcji drewnem ze śladami popiołu, zdj. własne.*

II.2.4. *Miejsce przepalenia grzałki, zdj. własne.*

II.2.5. *Prototypowa konstrukcja pieca bez zewnętrznej warstwy izolacyjnej w trakcie wypału, zdj. własne.*

II.2.6. *Pokrywa pieca z zastosowaniem metalowych narożników, zdj. własne.*

II.2.7. *Ułożenie grzałek, zdj. własne.*

II.2.8. *Podłoga pieca, zdj. własne.*

II.2.9. *Otwarcie pieca po wypale, zdj. własne.*

Rozdział III

II.3.1. *Namaczanie haloizytu z kopalni Dunino, zdj. własne.*

II. 3.2. *Próbki surowców przed wypałem, zdj. własne.*

II.3.3. *Podłużna próbki z masy ceramicznej, powinny mieć w górnej części otwór, dzięki któremu będzie można je zawiesić w trakcie wypału. Próbkę po wypale biskwitowym należy poszkliwić przez polewanie i wypalić w odpowiedniej temperaturze, na stojaku, który umożliwia zawieszenie próbki w taki sposób, aby nie opierała się o nic, zdj. własne.*

II.3.4. *Odchylenie próbki od płaszczyzny, zdj. własne.*

II.3.5. *Piknometr stojący na wadze, zdj. własne.*

II.3.6. *Czarna angoba nr 1 z dodatkiem bazaltu 5%, zdj. własne.*

II.3.7. *Czarna angoba nr 2 z dodatkiem bazaltu 10%, zdj. własne.*

II. 3.8. *Efekt użycia wolastonitu na powierzchni pracy, zdj. własne.*

II.3.9. *Próbki opisywanych surowców po wypale, zdj. własne.*

Rozdział IV

Il. 4.X. *Karta tworzenia szkliva. Przykład greckiej aplikacji o skomplikowanym interfejsie, spowodowanym między innymi zastosowaniem metody jedności*, Dostęp: 25 sierpnia 2024, https://www.researchgate.net/figure/Building-a-recipe_fig2_261860212.

Rozdział V

Il.5.1. *Logo NASA Orbital Debris Program Office*, Dostęp: 20 września 2024, <https://orbitaldebris.jsc.nasa.gov/>.

Il.5.2. *Zbiornik paliwowy, który spadł w 1997 roku w Georgetown w stanie Teksas*, Dostęp: 20 września 2024, https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Images/2005/04/Two_large_fragments_of_a_Delta_second_stage.