

Barbara Stec

dr inż. arch., Krakowska Akademia im. Andrzeja Frycza Modrzewskiego

WYKORZYSTANIE FIZYCZNYCH PRAW ŚRODOWISKA W EKSPERYMENTACH ARCHITEKTONICZNYCH PHILIPPE' A RAHMA

Streszczenie

Przedmiotem artykułu jest wykorzystanie fizycznych praw środowiska w architekturze meteorologicznej Philippe'a Rahma, na którą składają się instalacje artystyczne, projekty i realizacje architektoniczne. W oparciu o metodę badania, polegającą na bezpośrednim doświadczeniu dzieł Rahma, analizie jego tekstów i projektów, zaprezentowano przykłady wykorzystania znajomości fizycznych praw, zachodzących w atmosferze i procesów fizjologicznych człowieka w wybranych projektach Rahma. Skupiono uwagę przede wszystkim na projektach wykorzystujących zjawiska promieniowania, wilgotności i konwekcji. Celem badania jest wykazanie, że istnieje współczesna architektura eksperymentalna wykorzystująca fizyczne prawa zachodzące w atmosferze, a przez to podnosząca swe walory praktyczne i ekonomiczne.

Słowa kluczowe: przestrzeń architektury, fizyczne właściwości przestrzeni, promieniowanie, wilgotność, konwekcja, architektura meteorologiczna, eksperyment architektoniczny

The use of physical laws of environment in Philippe Rahms architectural experiments

Abstract

The object of this scientific research is the use of physical laws of environment in Philippe Rahms meteorological architecture – which consists of art installations, architectural designs and architectural projects. Based on a method consistent with the author's direct experience of Rahms work, an analysis of his texts and projects was presented, using examples of the physical laws in the atmosphere and of the human physiological processes and how they integrate into Rahms pro-

jects. Attention was focused primarily on projects which use radiation, humidity and convection. The aim of this research is to demonstrate that exist the contemporary experimental architecture, designed on the basis of physical natural laws, taking in the atmosphere and that this way of design increases the practical and economic advantages of architecture.

Key words: space architecture, physical properties of space, radiation, humidity, convection, architectural experimentation, meteorological architecture

Wprowadzenie

Wykorzystanie fizycznych praw zachodzących w atmosferze stało się podstawą twórczości projektowej Philippe'a Rahma, obejmującej instalacje artystyczne oraz projekty i realizacje architektoniczne. Składają się one na wąski, eksperymentalny dział architektury współczesnej, nazwany przez Rahma architekturą meteorologiczną. Za eksperyment najpierw uznać należy podejście Rahma do architektury jako, niemal wyłącznie, do przestrzeni wnętrza architektonicznego, w którym żyje człowiek.

Z takiego podejścia wynika traktowanie dostrzegalnej okiem, „twardej” materii architektonicznej jako aparatury generującej stan fizyczny „miękkiej” materii, czyli właśnie powietrznej przestrzeni wnętrza. Ten fizyczny stan miękkiej materii oznacza, w ujęciu Rahma, klimat, przestrzeni wnętrza. W związku z takimi założeniami, projektowanie architektury meteorologicznej sprowadza się do projektowania przestrzeni architektury jako zadanego środowiska klimatycznego, z precyzyjnie wygenerowanymi parametrami czynników klimatycznych i ze znajomością ich wpływu na fizjologię człowieka, generującą u niego konkretne stany psychiczne i zachowanie.

W prezentowanym w artykule badaniu proponuje się dokonanie analizy eksperymentów architektonicznych Rahma pod kątem wykorzystania w nich konkretnych fizycznych praw środowiska. Ponieważ obszarem eksperymentu Rahma jest przestrzeń wnętrza, także prawa fizyczne, które on wykorzystuje, dotyczą takiej przestrzeni.

Metoda badania polega na bezpośrednim doświadczeniu dzieł Rahma przez autorkę oraz na studiowaniu jego tekstów i projektów, dostępnych w literaturze i na stronie internetowej biura Rahma. Pierwszym celem badania jest wykazanie, że istnieje współczesna architektura eksperymentalna, projektowana ściśle w oparciu o fizyczne prawa zachodzące w atmosferze. Drugim celem jest przedstawienie praktycznych i ekonomicznych korzyści wynikających z takiego sposobu projektowania. W związku z tym, spodziewane wnioski zakładają:

- 1) wskazanie na fizyczne prawa środowiska jako na rezerwar możliwości do wykorzystania przez architekturę współczesną (projektantów takiej architektury),
- 2) wskazanie, że harmonia architektury z naturą jej środowiska może opierać się na prawach fizycznych, czyli naturalnych, zachodzących w przyrodzie

(nie zaś na naśladownictwie efektów tych praw, np. w postaci form przyrodniczych).

W ciągu kilkunastu lat praktyki architektonicznej Rahm eksploruje z różną intensywnością rozmaite fizyczne zjawiska kształtujące czynniki klimatyczne: promieniowanie i widmo elektromagnetyczne, wilgotność, parowanie, ciśnienie powietrza, przewodnictwo, konwekcję. W początkach twórczości (lata 90. XX w.) budował on klimat swoich przestrzeni głównie za pomocą zjawiska promieniowania i spektrum światła, stymulujących układ hormonalny człowieka, stan jego umysłu i ciała, później – wykorzystując zjawiska związane z wilgotnością powietrza, a od 2005 roku – zjawiska konwekcji, prądów atmosferycznych i morskich. W niniejszym badaniu skupiono uwagę przede wszystkim na projektach wykorzystujących prawa fizyczne związane z promieniowaniem, wilgotnością i konwekcją, tak w instalacjach, jak w projektach o charakterze architektonicznym.

Architektura meteorologiczna Rahma

Kiedy w 1995 roku Rahm założył z Jeanem-Gilles'em Décosterd w Lozannie biuro projektowe i rozpoczął swoje eksperymenty, zwykle jedynym wyrazem projektowania jakości powietrza we wnętrzu architektury było uwzględnienie w nim instalacji technicznych, regulujących jego temperaturę i wilgotność. Dla Rahma jakość powietrza wnętrza/środowiska życia człowieka stała się podstawą metody projektowania rozmaitych urządzeń architektonicznych i, ostatecznie, architektury. W metodzie tej wykorzystuje on specjalistyczną znajomość praw fizycznych sterujących klimatem tak, by w ograniczonej przestrzeni swojego projektu móc nimi zarządzać na precyzyjnych poziomach wielkości, stosownie do założonych celów, którymi jest wzbudzanie w organizmie człowieka odpowiednich stanów. Stany te wiążą się więc bezpośrednio z fizjologią ludzkiego ciała i procesami ciągłej „wymiany” między dwoma środowiskami: ciała człowieka i przestrzeni wnętrza, sprzężonych w układ naczynny połączonych.

W manifeście *Meteorological architecture* Rahm pisał:

Narzędzia architektury muszą stać się niewidoczne i lekkie, tworząc w ten sposób miejsca takie jak wolne, otwarte krajobrazy, nową geografie, różne rodzaje meteorologii, odnawiając ideę formy i użycia między wrażeniem a zjawiskiem, między tym, co neurologiczne, a tym, co meteorologiczne, między tym, co fizjologiczne, a tym, co atmosferyczne. Stają się one przestrzeniami bez znaczenia, bez narracji; (...) Problemem nie jest już budowanie obrazów i funkcji, ale otwieranie klimatów i interpretacji; praca nad przestrzenią, nad powietrzem i jego ruchami, nad zjawiskami przewodnictwa, perspiracji i konwekcji jako przechodnimi i zmiennymi warunkami meteorologicznymi, które stają się nowymi wzorcami dla architektury współczesnej¹.

¹ P. Rahm, *Meteorological architecture* (maszynopis), [za:] Á. Moravánszky, *Poza znakami. Atmosfery w szwajcarskiej architekturze*, „Autoportret” 2011, nr 3 (35), s. 34.

Przedstawiony w manifestcie sposób projektowania architektury odrywa ją od tradycyjnych uwarunkowań czynnikami kulturowymi, takich jak znaczenia: symboliczne, reprezentacyjne i estetyczne. W konsekwencji powstaje projekt radykalnie podporządkowany naturalnym prawom fizycznym dwóch sprzężonych ze sobą środowisk: wnętrza architektury i ciała ludzkiego.

W realizacjach artystycznych Rahma może szokować laboratoryjna sztuczność generowanego przez niego klimatu. Balansuje on w nich nie tylko na granicy obszaru architektury, ale też na granicy logiki i ekonomii, tworząc idee paraarchitektoniczne skrajnie nienaturalne i nieekonomiczne w odniesieniu do lokalnego klimatu danego miejsca. Przypatrując się jednak tym instalacjom w kontekście twórczości architektonicznej, widać, że Rahm próbuje zdemontować w nich tę część/stronę architektury i życia człowieka, która, jako niewidoczna gołym okiem, najczęściej jest pomijana w projektowaniu. „Obrazuje” więc rozmaitymi sposobami mikroskopijne procesy fizyczne, zachodzące w przestrzeni wnętrza, skład i strukturę powietrza, złożoność parametrów fizycznych składających się na czynniki klimatyczne oraz fundamentalny wpływ tych czynników na człowieka. Można więc traktować instalacje Rahma jako laboratorium, w którym architekt testuje wpływ klimatu wnętrza na zwiedzających je gościach (stąd wynika sztuczny i radykalny charakter tych instalacji). Natomiast w projektach architektonicznych widać przede wszystkim logiczne i praktyczne wykorzystanie fizyki lokalnego, naturalnego środowiska w celu uzyskania wnętrza o klimacie optymalnym dla konkretnych aktywności ludzkich. W metodzie projektowania architektury meteorologicznej widać więc, przeciwnie, niż w wielu instalacjach artystycznych, wykorzystanie fizycznych praw środowiska i znajomości ludzkiego organizmu w celu ekonomicznego czerpania z zasobu klimatu lokalnego, aby osiągnąć wnętrza architektoniczne o klimacie optymalnym dla ich użytkowników.

Projektowanie architektury meteorologicznej wymaga wiedzy z zakresu fizyki i medycyny na tyle specjalistycznej, że musi opierać się na pracy zespołowej. Interdyscyplinarność, wpisana immanentnie w projektowanie architektoniczne, zostaje w tym przypadku wzmocniona i przesunięta w stronę fizyki, geografii i medycyny, a odsunięta od estetyki.

Opisywane w artykule eksperymenty Rahma, dotyczące niemal wyłącznie przestrzeni wnętrza (a tylko wynikowo traktujące jego powłokę, czyli przegrody z materii gęstej, widocznej gołym okiem i dotykanej dla człowieka), pozostają dość oryginalne na tle innych eksperymentów czerpiących z rezerwuaru fizycznych praw środowiska naturalnego. Większość współczesnych eksperymentów tego typu skupia się na badaniu budowy i struktur przegród wnętrza architektury, czyli tzw. „skóry architektury” (na przykład powłok, które mogłyby osiągnąć zdolność reagowania na klimat podobną do tej, jaką mają żywe powierzchnie organizmów przyrody), a nie na klimacie powietrznej przestrzeni wnętrza i jego związkach z fizjologią człowieka.

Projektowanie pogody jako projektowanie „czasu” w przestrzeni architektonicznej

W języku ojczystym Rahma (francuski) to samo słowo określa „pogodę” i „czas”. Nie tylko francuskie słowo *le temps*, ale także włoskie – *il tempo*, oznaczają zarówno czas, jak i pogodę, wskazując na głęboki związek między tymi dwoma zjawiskami. Pogoda jako pochodna czasu staje się, obok rozległości, jedną z najważniejszych cech przestrzeni, co Rahm wykorzystuje w swoich projektach i stara się unaocznić i podkreślić. Zwraca on uwagę, że projektowanie pogody we wnętrzach architektonicznych jest nie tylko wyzwaniem dla lokalnej geografii, ale i dla lokalnego czasu i że tworzenie w takich wnętrzach „wysp klimatycznych” w lokalnym klimacie jest równoznaczne z projektowaniem w nich, w pewnym sensie, czasu, czyli konkretnej pory dnia i roku (odmiennej od lokalnej).

Ilustracją takiej idei twórczej jest projekt Rahma *The second Summer Temporal distortion Eybesfeld's Island* (Austria, 2005), którego tematem było stworzenie w Eybesfeld na obszarze dwustu kilometrów kwadratowych klimatycznej wyspy o nieustającym lecie, trwającym tu poza astronomicznym, lokalnym klimatem. Generatorem sztucznego lata miałyby być ciepła ziemia, utrzymywana przez cały rok w temperaturze 8–12°C. Ciepło takie zostałyby dostarczane ziemi z jej wnętrza za pomocą pompy ziemno-wodnej, zaopatrzonej w geotermalną sondę, zagłębioną w ziemi na poziomie 160 metrów i ogrzewającej wodę do temperatury 35°C. Sonda ta miałaby być podłączona do rusztu z obiegiem wody, zagłębionego na poziomie 25 centymetrów pod powierzchnią ziemi i ogrzewającego ziemię do pożądanej temperatury.

W zimie – pisze Rahm – wyrosnie tam dziwna populacja roślin, w tym także krzewów, poza ustalonym porządkiem pór i klimatu, zabłąkana w tym niewiarygodnym lecie².

Projekt wyspy o nieustającym lecie zakłada również sztuczne oświetlenie, imitujące światło słoneczne typowe dla dnia 21 czerwca, czyli dnia przesilenia letniego z jego czasem trwania i jasnością. Zatem na polanie *Eybesfeld's Island* przez cały rok kalendarzowy miałby trwać jeden dzień, o długości 15 godzin i 53 minut: od „wschodu słońca” o 5.03 do „zachodu słońca” o 23.51.

Promieniowanie elektromagnetyczne a barwa wnętrza

W instalacji *Ghost Flat*, zaprezentowanej w Centrum Sztuki Współczesnej Kitakyushu (Japonia, 2004) Rahm pokazał hipotetyczne wnętrze mieszkalne, składające się z sypialni, pokoju dziennego i łazienki w obszarze jednego i tego samego (mierząc w metrach) wnętrza, w którym zmieniał się program funkcjonalny je-

² Idem, *Architektura bezpośrednia*, [w:] *Co to jest architektura?*, red. A. Budak, vol. 2, Manggha, Kraków 2008, s. 547.

dynie z barwą światła, czyli długością fal elektromagnetycznych. Sypialnia pojawiła się we frakcji elektromagnetycznej między długościami fal od 400 do 500 nanometrów, pokój dzienny – między długościami fal od 600 do 800 nanometrów, łazienka – między długościami fal od 350 do 400 nanometrów.

Trzy funkcje mieszkalne zajmowały więc tę samą przestrzeń, mierzoną w metrach, ale inną, mierzoną w nanometrach, czyli we frakcjach widma elektromagnetycznego, które stanowią specyficzną „metrykę światła”. Efektem takiego eksperymentu miało być przesunięcie percepcji widza z wielkości rejestrowanych i mierzalnych wzrokiem w wymiary niedostrzegalne wzrokiem jako wymiary, lecz jako barwy światła, a odbierane przez cały ludzki organizm (w aspekcie fizjologicznym) jako konkretne promieniowanie.

Na podobnej zasadzie oparty został projekt kawiarni *Split Time Cafe* (Austria, 2007). Kawiarnia została zaprojektowana w całkowicie przeszklonym prostopadłościanie, w którym wydzielono trzy pomieszczenia: jedno sztucznie oświetlone światłem żółtym, drugie – niebieskim, trzecie – bez sztucznego oświetlenia, a przyjmujące jedynie lokalne światło otoczenia. Pomieszczenie żółte imituje „ciągłą noc”, gdyż fale elektromagnetyczne postrzegane przez człowieka jako żółte, zwiększają u niego produkcję melatoniny i tym samym senność. Natomiast pomieszczenie niebieskie imituje „ciągły dzień”, gdyż zmniejsza u człowieka wydzielanie melatoniny i pobudza go do aktywności. Projekt mebli dostosowano do poszczególnych „pór dnia i nocy”: w żółtym wnętrzu są one poziomo leżącymi prostopadłościanami i przypominają poręczami łóżka, w niebieskim – pionowo stojącymi prostopadłościanami i przypominają krzesła baru nocnego, w neutralnym – są sześciennie. W *Split Time Cafe* człowiek mógłby więc doświadczać w tym samym czasie trzech różnych „pór” dnia lub nocy: dwóch symulowanych i jednej naturalnej.

Wilgotność i światło słoneczne

W latach 2005–2008 Rahm budował przestrzenie, wykorzystując głównie stopień wilgotności i zjawisko parowania. Przykładem tego rozwiązania był projekt nowego Muzeum Narodowego w Estonii.

Architektura – pisze Rahm – nie służy tu w rzeczywistości do niczego więcej, jak tylko do stopniowego obniżania wartości pewnych składowych klimatu otoczenia, takich jak poziom wilgotności, natężenia promieni ultrafioletowych czy też intensywności oświetlenia. Celem jest sprostać wymaganiom muzeum dotyczącym ochrony materiałów, z których wykonane są przechowywane tu dzieła sztuki, przez odizolowanie ich od pewnych naturalnych warunków chemicznych i fizycznych, przyspieszających niszczenie. Ochrona dzieł, ze względu na ich organiczne lub mineralne pochodzenie wymaga specjalnie określonego mikroklimatu³.

³ *Ibidem*, s. 553.

Rahm podaje szczegółową charakterystykę wilgotności i oświetlenia, optymalną dla przechowywania różnych materiałów.

Na przykład – pizze – metal musi być przechowywany w warunkach bardzo niskiej wilgotności powietrza – między 15 i 30%, by nie ulec rdzewieniu przez utlenianie, natomiast materiały organicznie wymagają wyższej wilgotności, między 60% i 75%, by nie ulec ani nadmiernemu wysuszeniu, ani pleśnieniu⁴.

Światło – uważa Rahm – powoduje zmiany w materiałach na poziomie molekularnym, niszcząc je zarówno przez procesy fotochemiczne w przypadku fal krótkich, takich jak ultrafiolet, jak i przez podgrzewanie materiału w przypadku długich fal zbliżonych do promieniowania podczerwonego⁵.

Dlatego papier musi być przechowywany w środowisku o natężeniu światła do 20 luksów, w przeciwieństwie do drewna i metali, wytrzymujących większe natężenia. Zgodnie z powyższą analizą Rahm zorganizował muzeum jako układ pięciu stref przestrzennych, zmieniających się od zewnątrz budynku ku jego wnętrzu od najwilgotniejszej do najbardziej suchej, od najjaśniejszej do najciemniej, od najsilniej oświetlonej do najślabiej. Natężenie światła miałyby maleć od 5000 do 10 luksów, a stopnie wilgotności – osiągać kolejno: 76%, 60%, 35%, 30%, 20%. Redukcję taką Rahm zamierzał uzyskać dzięki selektywnym filtrom, zatrzymującym wilgoć i promieniowanie.

Zaprojektowana bryła muzeum stanowi serię koncentrycznych, szklanych przesłon, oddzielających poszczególne strefy klimatyczne wnętrza, odpowiadające optymalnym warunkom przechowywania konkretnych materiałów. Układ eksponowanych dzieł miałby więc wynikać z ich materii, a zwiedzający miałby możliwość nie tylko zobaczyć prezentowane dzieła, ale także poczuć własnym ciałem klimat środowiska, który najbardziej im sprzyja (jest dla nich najbardziej naturalny i optymalny).

Zjawisko wilgotności uczynił Rahm także zasadą formotwórczą bryły *Mollier House*, zaprojektowanej na jeziorze Vassiviere w Limousin we Francji. Rahm zauważa, że we wnętrzu, w którym żyje człowiek używający ciepłej wody, zawsze wytwarzana jest para wodna, co prowadzi do ryzyka wystąpienia kondensacji i uszkodzenia konstrukcji budynku. Proponuje więc, by zamiast pozbywać się nadmiaru wilgoci za pomocą technicznych systemów wentylacyjnych i izolacji, wprowadzić „kształtowanie przestrzeni w zależności od występującej pary wodnej w sposób wprowadzający głębokie i złożone relacje pomiędzy mieszkańcami i ich ciałami a przestrzenią, w zgodzie z jej fizyczną i chemiczną naturą”⁶.

Punktem wyjścia do budowania programu funkcjonalnego domu było ustalenie stref wilgotności optymalnych dla poszczególnych aktywności jego mieszkańca: wiedząc, że człowiek śpiący emituje 40 gramów pary wodnej na

⁴ *Ibidem.*

⁵ *Ibidem.*

⁶ *Ibidem*, s. 559.

godzinę (charakterystyka dla optymalnej wilgotności w sypialni), w aktywności dziennej – 150 gramów na godzinę (charakterystyka optymalnej wilgotności pokoju dziennego), w kuchni – 1500 gramów na godzinę, a w łazience – aż 800 gramów w ciągu 20 minut. Strefy wnętrza *Mollier House* zaprojektowano zgodnie z powyższymi danymi od najbardziej wilgotnych przy zewnętrznej granicy domu, do najbardziej suchych wewnątrz domu; od najszczelniej zamkniętych ze stojącym powietrzem tuż nad lustrem wody, do tych najlepiej przewietrzanych na najwyższym poziomie domu, czyli w ciągu liniowym – od „klimatu” łazienki na granicy z zewnątrz domu, do „klimatu” sypialni w środku domu.

Rahm wykorzystał tu lokalną, naturalnie zwiększoną wilgotność powietrza nad taflą jeziora i dlatego rozpoczął stopniowanie stref od najbardziej wilgotnej przy zewnętrznej granicy domu, tu umieszczając łazienkę (w dodatku lekko ją zagłębiając pod powierzchnią wody, by uzyskać basen – wannę jako „przedłużenie” jeziora). Odpowiednie ukształtowanie przekroju domu jest w stanie naturalnie zredukować lokalną wilgotność powietrza, z uwagi na położenie nad jeziorem wynoszącą 100%, do wilgotności 10% wewnątrz, na najwyższym poziomie domu.

Konwekcja

W 2005 r. Rahm rozpoczął eksperymenty z wykorzystywaniem zjawiska i „kształtu” konwekcji w przestrzeni wnętrza, dobrym przykładem tych działań okazał się projekt *Archimedes House* (Vassiviere, Limousin, Francja 2005). Bryła i struktura tego domu zostały całkowicie podporządkowane prawu konwekcji, a funkcja mieszkalna jest tu rozłożona w pionie, zgodnie z naturalnymi zmianami temperatury (i gęstości) powietrza, od najchłodniejszych na dole (z najgęstszym, więc też najcięższym powietrzem), do najcieplejszych na górze (z najrzadszym, więc też najlżejszym powietrzem). Pięć kondygnacji (włącznie z przyziemiem) ustalono na takich wysokościach, na których naturalnie stabilizujące się temperatury są optymalne dla różnych aktywności mieszkańców.

Jako punkt wyjścia ustalono na parterze domu temperaturę 16°C (regulowaną umieszczonym tu konwektorem). Ogrzewające się powietrze unosi się i stabilizuje kolejno temperatury: na pierwszym piętrze – 18°C, na drugim – 20°C, na najwyższej kondygnacji – 22°C, a w przyziemiu, czyli w strefie zagłębionej w ziemi – 12°C. Funkcje mieszkalne rozmieszczone są na tych kondygnacjach zgodnie ze szwajcarską normą budowlaną SIA 3842, za pomocą której Szwajcarzy dążą do ekonomicznego wykorzystania źródeł energii⁷, czyli w sposób następujący: na parterze – WC i pralnia, na pierwszym piętrze – sypialnia, na dru-

⁷ Szwajcarska norma budowlana SIA 3842 przewiduje następujące, optymalne dla zdrowia człowieka temperatury w stopniach Celsjusza: pokoje dzienne: 20, sypialnie: 16–18, łazienki: 22, kuchnie: 18–20, korytarze, toalety: 15–18, klatki schodowe, pralnie, suszarnie: 12.

gim – pokój dzienny i kuchnia, na najwyższym – łazienka⁸. Aby ruch powietrza w górę był możliwy, bryła domu przypomina rodzaj komina powietrznego, który umożliwia swobodny przepływ powietrza z dołu do góry. Zjawisko konwekcji wpłynęło więc zasadniczo na kształt przekroju i ścian domu, na jego „wertikalność” i otwarcie wszystkich kondygnacji do przestrzeni komunikacji, umożliwiającej swobodny ruch prądu powietrza.

W 2008 r. na 11. Biennale Architektury w Wenecji, Rahm zaprezentował instalację *Digestible Gulf Stream*, w której również wykorzystał zjawisko konwekcji, ale postać bardziej złożoną, bo rozciągniętą w pionie i w poziomie. W części budynku Arsenau wyodrębnił on przestrzeń wnętrza bez użycia widocznych barier architektonicznych, a jedynie za pomocą dwóch białych platform: jednej, leżącej na posadzce, drugiej – zawieszanej na wysokości paru metrów. Platformy stanowiły w rzeczywistości dwa konwektory: umieszczony niżej generował temperaturę 28°C, a wyżej – 12°C. Takie rozłożenie dwóch konwektorów powodowało polaryzację przestrzeni i ciągły ruch powietrza dzięki zjawisku konwekcji: cieplejsze powietrze (jako lżejsze) naturalnie unosiło się z dolnej platformy ku górze, a zimne (jako cięższe) naturalnie opadało z górnej platformy ku dołowi. Temperatry i poziomy wysokości konwektorów, rozmiary platform i odległości między nimi zostały tak dobrane, by ciągły przepływ powietrza dawał efekt miniaturowego prądu oceanicznego Gulf Stream.

Za pomocą polaryzacji przestrzeni w pionie i poziomie Rahm stworzył tu dynamiczny „krajobraz powietrzny”, rozciągnięty w wyodrębnionej przestrzeni Arsenau pomiędzy dwoma różnymi temperaturami (12 i 28°C). W krajobrazie tym, niczym w scenie bukolicznej, przebywali, poruszali się, śpiewali i grali na instrumentach nadzy muzycy z grupy AIR i Syd Matters. Nagość miała uzmysławiać widzom doskonałą harmonię między ciałem człowieka (takim, jakim jest ono ze swej natury) a klimatem środowiska.

Instalację *Digestible Gulf Stream* można traktować jako laboratorium projektu architektonicznego *Interiore Gulf Stream*, obejmującego dom z mieszkaniem i pracownią dla artystki, pani Dominique Gonzalez-Foerster, zaprojektowany pod Paryżem w 2008 roku. Przestrzeń domu została potraktowana jako konstrukcja stref, rozciągniętych w kierunku pionowym i poziomym, mających różne temperatury, optymalne dla konkretnych aktywności mieszkanki, która ma poruszać się między strefami cieplejszymi i chłodniejszymi, czyli między miejscami, gdzie ciało jest nagie, lekko osłonięte i ubrane.

Jako wyznacznik optymalnych temperatur przyjęto wspomnianą już szwajcarską normę SIA 3842. Poszczególne strefy klimatyczne są w przestrzeni domu stabilizowane dzięki naturalnie krążącym w niej (bez żadnego wymuszenia mechanicznego lub elektronicznego) dwóm prądom powietrza, generowanym przez dwa konwektory: jeden, stanowiący platformę chłodniejszą o temperaturze 15°C,

⁸ Warto zauważyć, że dla toalety i łazienki norma przewiduje temperatury różniące się aż o 4–7°C, co raczej wyklucza łączenie funkcji toalety i łazienki w jednym pomieszczeniu.

umieszczony na wyższym (ale nie najwyższym) poziomie mieszkania, mniej więcej w połowie całkowitej wysokości, oraz drugi, stanowiący platformę cieplejszą o temperaturze 22°C, umieszczony niżej, około jednej trzeciej wysokości, licząc od dołu (il. 1).

Dwa prądy powietrza, krążące w przestrzeni domu nieustannie, tworzą z miękkiej i rzadkiej materii powietrza „dynamiczną konstrukcję o charakterze pejzażu”, podobnie jak w instalacji *Digestible Gulf Stream*.

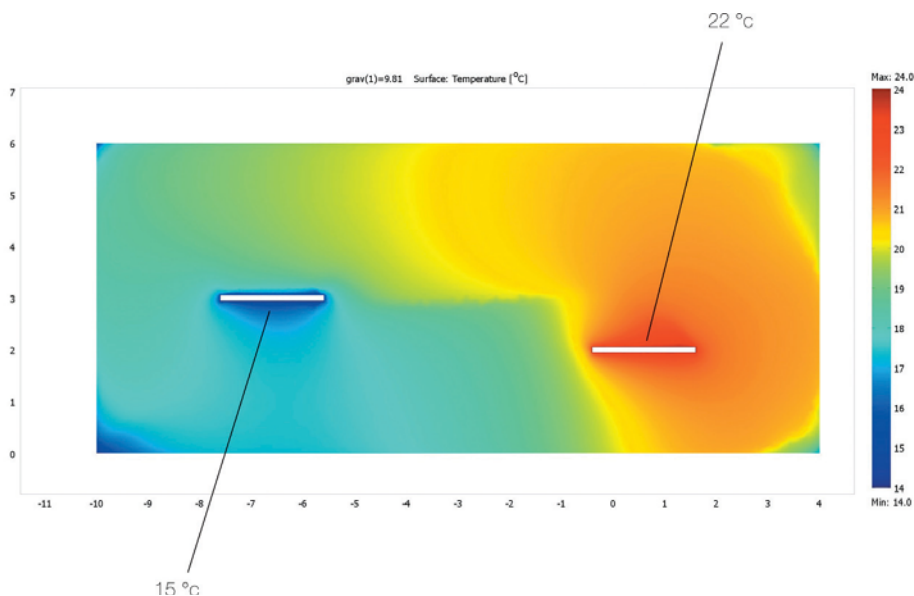
Na sześciu poziomach wnętrza, na których stabilizują się temperatury 16, 17, 18, 19, 20 i 22°C (il. 2), optymalne dla konkretnych aktywności mieszkanki, zaprojektowano kondygnacje domu. Rozkład poziomów o zwiększających się temperaturach nie przebiega tu już w linii pionowej, od najniższej na dole do najwyższej na górze, tak jak w *Archimedes House*, lecz w całej przestrzeni domu na różnych wysokościach, dzieląc wnętrze diagonalnie na strefę chłodniejszą (wokół konwektora chłodniejszego) i cieplejszą (wokół konwektora cieplejszego). Ciągły przepływ powietrza o prędkości 15 centymetrów na sekundę jednocześnie wentyluje pomieszczenia. Przekrój i struktura wnętrza domu zostały podporządkowane naturalnemu przepływowi prądów powietrza, umożliwiając jego płynność, zwłaszcza dzięki kształtom poszczególnych przegród i otwarciu każdej kondygnacji ku innym⁹ (il. 3, 4, 5).

Precyzyjne dopasowanie klimatu przestrzeni poszczególnych miejsc domu *Interiore Gulf Stream* do konkretnych aktywności jego mieszkanki odbywa się naturalnie, bez żadnego zasilania i sterowania elektrycznego czy elektronicznego, wyłącznie dzięki wykorzystaniu fizycznych praw środowiska.

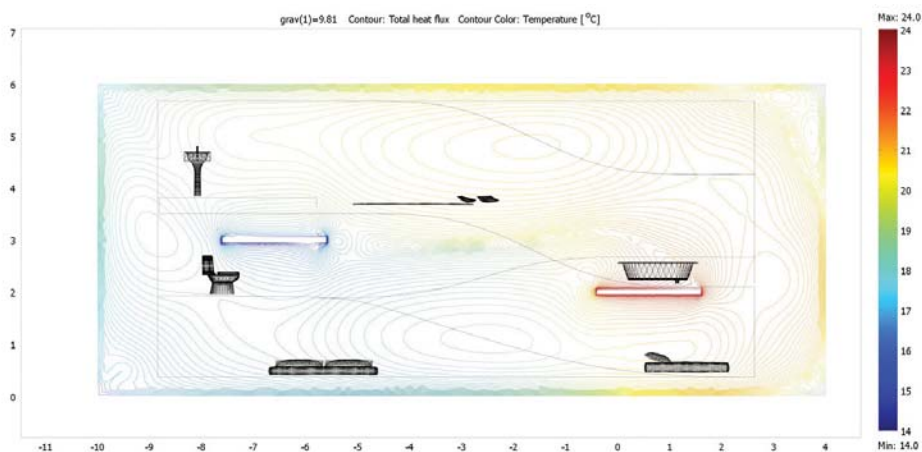
Podsumowanie

Architektura meteorologiczna Philippe’a Rahma wskazuje na możliwość wykorzystywania fizycznych praw środowiska w projektowaniu przestrzeni architektonicznego wnętrza, zwłaszcza w zakresie jego przekroju i struktury. Eksperymenty Rahma, często radykalne w instalacjach architektonicznych, można traktować jako laboratorium rozwiązań dających się zaadoptować w praktyce architektonicznej. Generując w instalacjach ekstremalnie sztuczne klimaty, w architekturze, przeciwnie, Rahm proponuje harmonijne powiązanie architektury z lokalnym klimatem, czemu służy wykorzystanie jego naturalnych, fizycznych praw. W ten sposób pokazuje on możliwość uwolnienia architektury od sztucznej klimatyzacji i wentylacji, które, jak o tym pisze i jak to pokazują realia, zbyt ujednocniają wnętrza o różnym przeznaczeniu użytkowym i w istocie nie gwarantują harmonii między ich klimatem a potrzebami ciała człowieka w nich przebywającego.

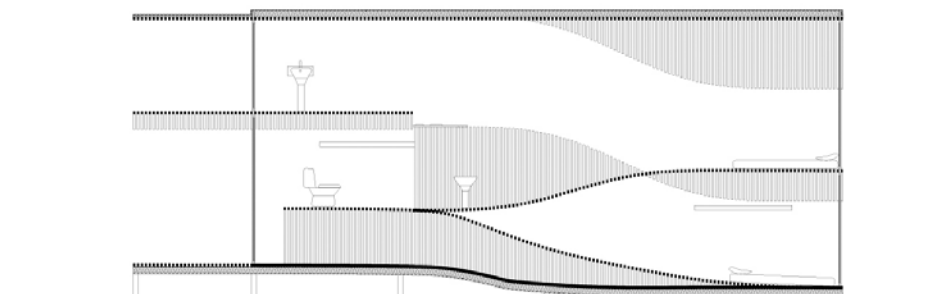
⁹ Zjawisko konwekcji Rahm wykorzystał także w projekcie *Convection Museum* dla Wrocławia (2008), w projekcie pejzażu klimatycznego *Megroschia House* w Ticino w Szwajcarii (2008), w projekcie budynku *Convective Apartments* w Hamburgu (2010).



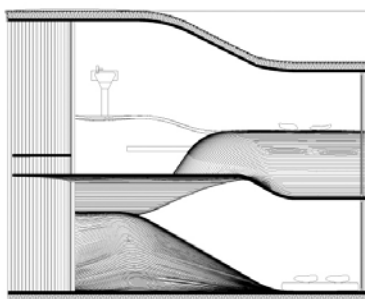
Il. 1. Diagram przedstawiający rozkład temperatur w przestrzeni wnętrza domu D. Gonzalez-Foerster. Proj. *Interiore Gulf Stream*, P. Rahm. Źródło: www.philipperahm.com [dostęp: 20.02.2017]. Dzięki uprzejmości P. Rahma



Il. 2. Rozkład kondygnacji i funkcji mieszkalnych zgodnie z rozkładem temperatur we wnętrzu domu D. Gonzalez-Foerster. Proj. *Interiore Gulf Stream*, P. Rahm. Źródło: www.philipperahm.com [dostęp: 20.02.2017]. Dzięki uprzejmości P. Rahma



Il. 3. Przekrój podłużny domu D. Gonzalez-Foerster. Proj. *Interiore Gulf Stream*, P. Rahm. Źródło: www.philipperahm.com [dostęp: 20.02.2017]. Dzięki uprzejmości P. Rahma)



Il 4. Przekrój poprzeczny domu D. Gonzalez-Foerster. Proj. *Interiore Gulf Stream*, P. Rahm. Źródło: www.philipperahm.com [dostęp: 20.02.2017]. Dzięki uprzejmości P. Rahma

Rahm analizuje te potrzeby precyzyjnie, podobnie jak analizuje dane dotyczące składu powietrza i uwarunkowań klimatycznych, a tym samym wskazuje na ważność minimalnych, „farmakologicznych” wielkości, od których zależą tak ważne wartości jak zdrowie i psychika człowieka. Rahm uświadamia zatem, że projektowanie harmonijnego współgrania przestrzeni wnętrza architektonicznego i człowieka w niej zanurzonego wymaga znajomości precyzyjnych danych, dotyczących fizjologii człowieka i fizyki środowiska.

Dziś, na podstawie dorobku ponad dwudziestoletniej praktyki projektowej Rahma widać, że architektura meteorologiczna jest rozwijana i podejmowana przez innych badaczy architektury, lecz nadal pozostaje w nurcie eksperymentalnym. Rahma, który w 2017 będzie obchodził 50. urodziny, można uznać za ojca tej architektury i za jej czołowego popularyzatora. Publiczne wystąpienia Rahma, jego książki i udział w biennale architektonicznych rozpowszechniają jego ideę i przyczyniają się do podniesienia wrażliwości architektów na projektowanie nie



Il. 5. Wizualizacja wnętrza domu D. Gonzalez-Foerster. Proj. *Interiore Gulf Stream*, P. Rahm. Źródło: www.philipperahm.com [dostęp: 20.02.2017]. Dzięki uprzejmości P. Rahma

tylko przegród wnętrza (ścian „pojemnika”), ale także powietrznej przestrzeni architektonicznej jako środowiska, które zdecydowanie stymuluje życie użytkownika architektury.

Wśród architektów i naukowców, którzy pracują nad wykorzystaniem praw fizycznych środowiska w projektowaniu architektury można wymienić Achima Mengesa, Norę Oxman czy Skylara Tibbitsa. Wszyscy oni eksperymentują jednak z twardą materią architektury, czyli przegrodami i powłokami architektonicznymi. Ich eksperymenty można traktować jako uzupełnienie eksperymentu Rahma. Niewiele z nich dotyczy bezpośrednio klimatu.

Wyjątkiem jest projekt *HydroSkin-Meteorosensitive Pavilion* (2013), opracowany przez zespół Achima Mengesa. Ściany tego pawilonu wyposażone zostały w elementy ze specjalnie wypreparowanej, cienkiej sklejk, które mają zdolność reagowania na wilgotność środowiska tylko na skutek działania w nich naturalnych praw fizyki. Dzięki temu elementy te zamykają wnętrze pawilonu lub je otwierają samoczynnie, bez żadnego sterowania mechanicznego, elektrycznego czy elektronicznego. Choć badanie to koncentruje się na materii prze-

grody architektury – tradycyjnym obszarze eksperymentów, to jednak jego ścisły związek z meteorologią każe je zaliczyć do kontekstu eksperymentów Rahma.

Badacze eksperymentujący z wykorzystaniem w architekturze fizycznych praw środowiska, tacy jak Nora Oxman czy Skylar Tibbitts z Massachusetts Institute of Technology, prowadzą doświadczenia nad inteligentnymi materiałami i strukturami architektonicznymi. Na tle tych badań eksperyment Rahma podtrzymuje swą oryginalność ze względu na bezpośredni związek z przestrzenią wnętrza i jej klimatycznymi właściwościami.

Podsumowując, aktualnie w podejściu do projektowania przestrzeni architektury można zaobserwować dwa nurty: jeden, w którym przestrzeń traktuje się jako wynik materialności architektury, rozumianej jako oddziaływanie na człowieka gęstej materii architektury (tu zdarzają się eksperymenty związane z fizycznymi właściwościami materiałów budowlanych, sposobami łączenia tych materiałów w struktury, wprowadzaniem światła do wnętrza), drugi, do którego należy architektura meteorologiczna Rahma – na parametrach fizycznych przestrzeni architektonicznej, traktowanej jako środowisko życia człowieka.

O ile pierwszy nurt mieści się w tradycyjnym, autonomicznym obszarze architektury, drugi wydaje się nowy – rozwija się na jego granicy z obszarami rozmaitych dyscyplin naukowych, takich jak fizyka, chemia, meteorologia, medycyna i świadomie eliminuje estetyczny i reprezentacyjny aspekt architektury. Wymaga on pracy w interdyscyplinarnych zespołach projektowych, dlatego najczęściej jest rozwijany w środowiskach uniwersyteckich w ramach badań naukowych.

Narzuca się jednak refleksja, że w architekturze dawnej (budowanej przed pojawieniem się sztucznej klimatyzacji) oba te nurty łączyły się ze sobą dość naturalnie, gdyż stosowanie konkretnych kształtów wnętrz (przekrojów, podziałów przestrzeni wnętrza) oraz materiałów i struktur budowlanych było jedynym sposobem regulowania ich klimatu. Współczesne możliwości sztucznego regulowania klimatu wnętrz wyparły te praktyki. Eksperymenty Rahma przypominają, że prawa fizyki w naturalnym środowisku stanowią wciąż bogaty rezerwuar możliwości dla architektów, a wykorzystanie ich w procesie formowania architektury może przynieść użytkownikowi tej architektury wiele korzyści zdrowotnych i ekonomicznych. Wymaga ono inwestycji w pierwszej fazie projektu, ale w eksploatacji architektury gwarantuje uzyskiwanie odpowiedniego klimatu wnętrz znacznie łatwiejsze, tańsze i dokładniejsze, niż sztuczna klimatyzacja, a poza tym samoczynne, niezależne od zasilania i sterowania komputerowego. W czasach przegrzewania miast i kryzysu energetycznego wskazuje ono na ceną alternatywę w projektowaniu energooszczędnym, a zarazem precyzyjniej dopasowanym do potrzeb człowieka.