

The great transformations and changes that were once unleashed by the Industrial Revolution are now reaching their climax. The non-renewable resources of energy, which were so relentlessly exploited that the process has upset all ecological balance of the biosphere, are now about to be finished. Material consumerism, which emerged as the ideological winner of the 20<sup>th</sup> century, continues to destroy all autonomies and separate identities. The global village, itself overpopulated to the very limit, is flooded by the grey goo<sup>1</sup> of identical symbols, products and desires.

Simultaneously, the development of biological sciences, progress in disciplines such as genetics, biochemistry and biology of growth enable us to look inside—for the first time—into the secrets of life. The decrypting of the DNA code and the recognition of principles of the biological transformation of energy into form are both discoveries, the consequences of which are on a truly cosmic scale. Their potential has been hardly imaginable until now; they are opening the possibility of the creation of a new life.

There are two separate economies in the biosphere: the economy of man and the ecology of Nature, and “the main conflict between the economy and ecology results from that that the phenomena of Nature are cyclical, whereas technologies of humans are linear.”<sup>2</sup> The majority of the problems of the biosphere are either a direct or an

1 Grey goo refers to a hypothetical end-of-the-world event involving molecular nanotechnology in which out-of-control self-replicating robots consume all living matter on Earth while building more of themselves (*Wikipedia*).

2 Fritjof Capra, *The Web of Life* (1996).

Wielkie przemiany, jakie rozpętała rewolucja przemysłowa, dobiegają punktu kulminacyjnego. Kończą się zasoby nieodnawialnych źródeł energii, których nieubłagana eksploatacja wytrąciła biosferę z ekologicznej równowagi. Materialny konsumizm stał się ideologicznym zwycięzcą dwudziestego wieku i niszczy wszelkie autonomie i odrębności. Do granic wytrzymałości przeludnioną globalną wioskę zalewa *grey goo*<sup>1</sup> takich samych symboli, produktów i pragnień.

Jednocześnie rozwój nauk biologicznych, postępy w dziedzinach genetyki, biochemii i biologii wzrostu po raz pierwszy umożliwiają nam wgląd w tajemnice życia. Rozszyfrowanie DNA i poznanie zasad biologicznej transformacji energii w formę to odkrycia o kosmicznych konsekwencjach, które otwierają człowiekowi niewyobrażalne dotąd możliwości – kreację nowego życia.

W biosferze istnieją obok siebie dwie odrębne ekonomie, ekonomia człowieka i ekologia Natury, a „główny konflikt między ekonomią a ekologią wynika z tego, że zjawiska Natury są cykliczne, podczas gdy technologie człowieka są linearne”<sup>2</sup>. Większość problemów biosfery jest bezpośrednią lub pośrednią konsekwencją postępu, potencjalnego wzrostu, który jest podstawą cywilizacji, jej struktur i norm.

1 Termin *grey goo* ('szara masa') odnosi się do hipotetycznego zjawiska z dziedziny nanotechnologii molekularnej – wymknienia się spod kontroli samoreplikujących się robotów, które mnożą się, pochłonią wszelkążywioną materię na Ziemi (wg *Wikipedii*).

2 Fritjof Capra, *The Web of Life*, 1996.

indirect consequence of progress, of potential growth, which is the basis of civilization, of its structure and norms.

“Technology-as-we-know-it is a product of industry, of manufacturing and chemical engineering. Industry-as-we-know it takes things from nature—ore from mountains, trees from forests—and coerces them into forms that someone considers useful. Trees become lumber, then houses. Mountains become rubble, then molten iron, then steel, than cars. Sand becomes a purified gas, then silicon, then chips. And so it goes. Each process is crude, based on cutting, stirring, backing, spraying, etching, grinding, and the like.

Trees, though, are not crude: to make wood and leaves, they neither cut, grind, stir, bake, spray, etch, nor grind. Instead, they gather solar energy using molecular electronic devices, the photosynthetic reaction centers of chloroplasts. They use that energy to drive molecular machines—active devices with moving parts of precise, molecular structure—which process carbon dioxide and water into oxygen and molecular building blocks. They use other molecular machines to join these molecular building blocks to form roots, trunks, branches, twigs, solar collectors, and more molecular machinery. Every tree makes leaves, and each leaf is more sophisticated than a spacecraft, more finely patterned than the latest chip from Silicon Valley.

They do all this without noise, heat, toxic fumes, or human labour, and they consume pollutants as they go. Viewed this way, trees are high technology. Chips and rockets aren't.”<sup>3</sup>

The existence of the biosphere and existence of life on Earth both depend on whether we shall be able to move from the over-exploiting economy of linear systems to the cyclical economy of Nature.

The economy of life, its diversity and dynamics add up to a subtle power play, which was developed over billions of years within the frame of universal laws. Such an economy has no chance when confronted with the primitivism of mechanical civilization, which does not observe the cosmic rules of the game.

We are at the turning point of evolution, the point that might perhaps be compared to the discovery of processes of assimilation of CO<sub>2</sub> (with the aid of sunlight) by the cyanobacteria, which took place billions of years ago. Evolution moved on from the over-exploitation of energy contained in the cosmic primordial soup to self-producing processes, thus creating the basis for Nature's cycles and enabling the development of life.

<sup>3</sup> Erick Drexler, Chris Peterson and Gayle Pergamit, *Unbounding the future: the nanotechnology revolution* (1991).

„Technologia, jaką znamy, jest produktem przemysłu, fabrykacji i inżynierii chemicznej. Przemysł, jaki znamy, bierze rzeczy z natury – rudę z gór, drzewa z lasu – i wciśka je w formy, które ktoś uznał za użyteczne. Drzewa stają się drewnem, a potem budynkami. Góry stają się rumowiskiem, potem lanym żelazem, potem stalą, a potem samochodami. Piasek staje się oczyszczonym gazem, potem silikonem, potem chipami. I tak dalej. Każdy proces jest prymitywny, oparty na cięciu, mieszaniu, wypiekaniu, natryskiwaniu, trawieniu, mieleniu i tym podobnym.

Jednak – drzewa nie są prymitywne: ani nie tną, nie mieszają, nie pieką, nie natryskują, nie wytrawiają, ani też nie mielą. W zamian za to gromadzą energię słoneczną, używając molekularnych urządzeń elektronicznych, centrów reakcji fotosyntezy – chloroplastów. Używają tej energii do napędzania maszyn molekularnych – aktywnych instrumentów z ruchomymi częściami o precyzyjnej strukturze molekularnej – które przetwarzają dwutlenek węgla i wodę na tlen i molekularny budulec. Stosują inne maszyny molekularne do formowania korzeni, pni, konarów, gałęzi, kolektorów słonecznych i dalszej cząsteczkowej maszynierii. Każde drzewo ma liście, a każdy liść jest bardziej wyrafinowany od statku kosmicznego i bardziej skomplikowany w swym wzorze niż najnowszy chip z Doliny Krzemowej.

Drzewa robią to wszystko bez hałasu, gorąca, trujących oparów i ludzkiej pracy, a ponadto w trakcie konsumują zanieczyszczenia. Drzewa, z tego punktu widzenia, są wysoką technologią. Chipy i rakiety – nie”<sup>3</sup>.

Egzystencja biosfery i egzystencja życia na Ziemi zależą od tego, czy zdążymy przejść od rabunkowej gospodarki systemów linearnych do cyklicznej ekonomii Natury.

Ekonomia życia, jego różnorodność i dynamika to subtelna gra sił, wykształcona w ramach uniwersalnych praw przez miliardy lat. Taka ekonomia nie ma szans z prymitywizmem mechanicznej cywilizacji, nie przestrzegającej kosmicznych reguł gry.

Jesteśmy w punkcie zwrotnym ewolucji, porównywalnym być może z odkryciem procesów asymilacji CO<sub>2</sub> za pomocą światła słonecznego przez zdolne do fotosyntezy cyanobakterie, miliardy lat temu. Ewolucja przeszła wówczas z rabunkowej gospodarki energią zawartą w kosmicznej zupie do samoprodukujących się procesów, stwarzając podstawy cyklicznych obiegów i umożliwiając rozwój życia.

Aby uchronić biosferę, musimy odejść od eksploatacji nieodnawialnych zasobów energii i stworzyć możliwości przemiany energii słonecznej w chemiczną na zasadach fotosyntezy. Procesy fotosyntezy, jak dotąd, nie mają swego odpowiednika w urządzeniach skonstruowanych przez człowieka.

<sup>3</sup> Erick Drexler, Chris Peterson and Gayle Pergamit, *Unbounding the future: the nanotechnology revolution*, 1991 (przekład z oryginału angielskiego).

In order to protect the biosphere we have to abandon the exploitation of non-renewable resources of energy and create a possibility of transformation of solar energy into a chemical one—by means of photosynthesis. Processes of photosynthesis do not have—as of yet—their equivalent in devices that were constructed by humans.

Moreover, in order to ensure the very existence of biological civilization, we shall transform all of our structures, norms and habits that have existed until the present day. In natural systems there is no place for waste, for totalitarianism and for consumerism. Such a step demands that we assume responsibility and liberate creative forces—both on an immense scale that was unimaginable until the present day.

Considering that 50% of the energy that is used globally is utilized in construction—either directly or indirectly—architects, artists and engineers are particularly responsible for the mode of use of that energy.

As a discipline assigned to the design and construction of human shelters that is connected to social, economic and political structures and measured by aesthetic and technological solutions, architecture is a modern medium of a broad interdisciplinary spectrum.

Architecture may become an art and it even may become a science—when it will stop being just a repetitive service for society, one that is institutionally commissioned, and when it becomes a creative necessity that is based on objective scientific criteria. In other words, this shall happen when architecture becomes a medium devoted to the research of the material existence of human beings in the biosphere—beyond the categories of institutions, economy or aesthetics; when the form shall cease to be the only objective of architecture, and it will be replaced by the human habitat in the entire context of its ecological, energetic and cosmic relations.

### Isopycnic Systems

Projects called Isopycnic Systems and Spatium Gelatum are devoted to the research of the new, liquid technologies that enable the creation of biological systems and structures both in the biosphere and in space. Research is concentrated in the transformation of biological polymers—from the liquid state through a gel-like one to the solid state.

“While pouring one liquid into the other the following phenomena occur: in case of the actuality of liquids being soluble in each other, they are mixed and a homogeneous solution occurs. In a case when the liquids are not soluble, they are subjected to the force of gravity: the heavier liquid, one that is more dense [density = relation of weight to volume], falls to the bottom, while the lighter one moves upwards—as is the



Deformacja formy | Deformation of form

Aby umożliwić egzystencję biologicznej cywilizacji, będziemy musieli zmienić wszystkie dotychczasowe struktury, normy i przyzwyczajenia. W systemach naturalnych nie ma miejsca na marnotrawstwo, totalitaryzm i konsumizm. Ten krok będzie wymagać od nas odpowiedzialności i kreatywnych sił o niewyobrażalnych dotąd wymiarach.

Zważywszy, że 50 procent globalnej energii zużywanej na Ziemi wykorzystywane jest pośrednio lub bezpośrednio w budownictwie, na architektów, artystów i inżynierów spada szczególna odpowiedzialność za to, w jaki sposób gospodarujemy tą energią.

Architektura zajmuje się projektowaniem i budową ludzkich siedzib w kontekście społecznych, ekonomicznych i politycznych struktur. Mierzona jest jakością rozwiązań technologicznych, materiałowych i estetycznych; jest więc nowoczesnym medium o ogromnym interdyscyplinarnym spektrum.

Architektura może stać się sztuką, wręcz nauką, kiedy przestanie być powielaną społeczną usługą wykonywaną na instytucjonalne zlecenie, a stanie się twórczą koniecznością opartą na obiektywnych naukowych zasadach; kiedy stanie się medium badającym materialne istnienie jednostki w biosferze poza kryteriami instytucji, ekonomii czy wręcz estetyki. Kiedy jej celem będzie nie forma, ale ludzki habitat w całym kontekście ekologicznych, energetycznych i kosmicznych zależności.

case of water and oil or water and paraffin. In nature there is a state when both liquids have the same density. It is called the isopycnic state [from Greek: *iso* = equal; *pykne* = density] or the neutral buoyancy.<sup>4</sup>

The application of the phenomenon of neutral buoyancy to the creation of form is a key achievement of evolution, because liquids having the same density are in a state of relative weightlessness. Therefore, even in earthly conditions, there is a specific state that enables the shaping of forms without the influence of the force of gravity.

“A living organism might be described, in a simplified manner, as a water solution that is contained in the membrane of a human body.”<sup>5</sup> All living organisms have a similar density, that is also similar to the density of water. Especially during embryonic development, when tissues and organs are formed, the state of neutral buoyancy is indispensable and enables the spatial morphology of the fetus.

The force of gravity does not have a great role in a molecular scale. On a molecular level, viscosity, elasticity and surface tension are decisive. The influence of the force of gravity, however increases along with the growth of the fetuses and with the increase in their dimensions and weight. Embryonic development as we know is impossible in the gravitational field; a world of entities that could hypothetically originate beyond our own—watery—cradle of life, would be completely different from ours.

### Spatium Gelatum

In order to use the phenomenon of the Isopycnic Systems, evolution produced a specific kind of matter: a slippery, jelly-like liquid whose density is similar to that of water. Protoplasm, the main constituent of every living cell and of entire organisms is a substance in which all forms of life's activity take place, such as metabolism, reproduction and mutations. It consists mainly of water—up to 90%. Dense spatial liquids such as gel, jelly, slime, mud, are called polymers.

“Polymers belong to condensed phases, they are created from chain macromolecules, which consist of identical groups of atoms (mers, segments) that are connected by chemical bindings and are repeated along the chain. Polymers are created out of monomolecular compounds (monomers) in a process that is called polymerization.”<sup>6</sup>

4 *Die Experimente der D-2 Mission* (Aachen: Forum Weltraumforschung, RWTH, 1996).

5 Knut Schmidt-Nielsen, *Animal Physiology: Adaptation and Environment* (1983); Polish language ed. *Fizjologia zwierząt. Adaptacja do środowiska* (1992).

6 Władysław Przygodzki, Andrzej Włochowicz, *Fizyka polimerów* (2001).

### Isopycnic Systems

Projekty Isopycnic Systems i Spatium Gelatum badają nowe, płynne technologie umożliwiające kreacje biologicznych systemów, struktur w biosferze i w kosmosie. Badania koncentrują się na możliwościach wykorzystania biologicznych materiałów, na fizyce systemów ciekłych i na zasadach samoorganizacji na poziomie molekularnym. Projekt Isopycnic Systems bada transformacje biologicznych polimerów ze stanu ciekłego poprzez żelujący do stałego.

„Jeżeli do jednej cieczy wlejemy drugą, występują następujące zjawiska: w przypadku gdy ciecze są w sobie rozpuszczalne, mieszają się i powstaje homogeniczny roztwór. W przypadku gdy ciecze nie są w sobie rozpuszczalne, poddane są sile przyciągania ziemskiego: ciecz cięższa, o większej gęstości [gęstość – stosunek ciężaru do objętości], opada na dno, a lżejsza się unosi – na przykład woda i olej albo woda i parafina. W naturze istnieje stan, gdy obie ciecze posiadają taką samą gęstość. Określa się go stanem izopycnicznym [z greckiego: *iso* – ‘równy’, *pykne* – ‘gęstość’] albo pławnością obojętną<sup>4</sup>.

Wykorzystanie fenomenu pławności obojętnej do kreacji form jest kluczowym osiągnięciem ewolucji, ponieważ ciecze o takiej samej gęstości znajdują się w stosunku do siebie w stanie relatywnej nieważkości. W warunkach ziemskich istnieje więc szczególny stan, który umożliwia kształtowanie form bez wpływu siły grawitacji.

„W uproszczony sposób żywy organizm można określić jako roztwór wodny zawarty w błonie ciała”<sup>5</sup>. Wszystkie organizmy żywe posiadają podobną gęstość, która jest zbliżona do gęstości wody. Szczególnie w embrionalnym okresie rozwoju, podczas kształtowania się tkanek i organów, stan pławności neutralnej jest niezbędny i umożliwia przestrzenną morfologię płodu.

W skali molekularnej oddziaływanie siły ciężkości nie odgrywa wielkiej roli. Na poziomie molekularnym decydujące są lepkość, elastyczność i napięcia powierzchniowe. Wpływ siły ciężkości wzrasta zdecydowanie, kiedy płody rozwijają się, kiedy zwiększają wielkość i ciężar. Rozwój embrionalny, taki, jaki znamy, jest w polu grawitacji niemożliwy, a świat istot powstałych poza wodną kolebką życia byłby zupełnie inny.

4 *Die Experimente der D-2 Mission*, Aachen, Forum Weltraumforschung, RWTH, 1996.

5 Knut Schmidt-Nielsen, *Animal Physiology: Adaptation and Environment*, 1983; wyd. pol. *Fizjologia zwierząt. Adaptacja do środowiska*, 1992.

Natural polymers are: nucleic acids DNA and RNA, polypeptides and proteins such as collagen, elastin; and polysaccharides—cellulose, agarose, chitin, starch.

Nature has achieved many methods reducing the density of an organism: the use of light substances such as fats and oils, the replacement of heavy ions by lighter ones, and the use of gas bladders in animals living in an aquatic environment.

Low density of natural constructions definitely reduces the palette of materials that are used by nature: they are mainly water, biologic polymers and calcium. These materials have a decisive influence on the scale, form and appearance of both organisms and constructions of nature.

“Isopycnic Systems” and “Spatium Gelatum” projects deal with the creation of forms underwater, in the phase of neutral buoyancy, as liquids within liquids. The main polymers that are used in the experiments are gelatine, which is produced from animal collagens by means of hydrolyze, and agar—a polysaccharide retrieved from algae. The gel-like matter that floats in liquid aquatic space is shaped and formed on all sides. Liquids and gases are injected into its interior, thus changing its form and dimensions and creating isomorphic spaces and interiors.

The regulation of the density of the mass and the sustaining of the state of floatation will be possible through the dosage of proper quantities of liquids and gases. The isopycnic state enables the realization of free forms of various amorphous shapes and of basically unlimited dimensions. This technology opens new possibilities of practical realization of forms that were generated in the virtual space. Amorphous architecture that is computer-generated is still built in a traditional manner. In order to construct biomorphic buildings, one uses steel constructions that are clad with metal sheets, glass or plastic. The majority of such buildings are still post-modern staging, whose final effect results neither from the character of the material used, nor from technology.

It is quite amazing that knowing the physics of neutral buoyancy and the state of relative weightlessness in earthly conditions, that we were not—as of yet—trying to use these phenomena to shape forms. The phenomenon of neutral buoyancy is widely used in space technologies—for simulation of the state of weightlessness. Neutral Buoyancy Facilities are immense pools, in which dummies of space ships are drowned and the astronauts are trained underwater to perform the tasks that they will later perform in space.

Thus the “Isopycnic Systems” and “Spatium Gelatum” are revolutionary technologies that enable the flowing morphology of future spatial forms.

## Spatium Gelatum

Aby wykorzystać fenomen Isopycnic Systems, ewolucja wytworzyła materię szczególną: śliskie galaretowate ciecze o gęstości podobnej do gęstości wody. Substancja, w której zachodzą wszystkie formy aktywności życia – takie jak metabolizm, reprodukcja i mutacje – to protoplazma, główny składnik każdej żyjącej komórki i całych organizmów. Składa się ona do 90 procent z wody. Gęste przestrzenne ciecze, takie jak żel, galareta, śluz, błoto, nazywane są polimerami.

„Polimery należą do układów skondensowanych, są utworzone z makrocząsteczek łańcuchowych, składających się z jednakowych grup atomów (merów, segmentów) połączonych wiązaniami chemicznymi, powtarzających się na długości łańcucha. Polimery powstają ze związków małych cząsteczkowych (monomerów) w procesie zwanym polimeryzacją”<sup>6</sup>. Polimery naturalne to kwasy nukleinowe DNA i RNA, polipeptydy i białka takie jak kolageny, elastyna i polisacharydy, celuloza, agarozę, chityna, skrobia.

Natura wypracowała wiele metod redukujących gęstość organizmu: wykorzystanie lekkich substancji takich jak tłuszcze i oleje, zastąpienie ciężkich jonów lżejszymi oraz zastosowanie pęcherzy gazowych u zwierząt żyjących w środowisku wodnym.

Niska gęstość naturalnych konstrukcji ogranicza zdecydowanie paletę wykorzystanych w przyrodzie materiałów: są to w większości woda, biologiczne polimery i wapno. Te materiały mają decydujący wpływ na skalę, formę i wygląd organizmów i konstrukcji naturalnych.

Projekty Isopycnic Systems i Spatium Gelatum przewidują kreację form pod wodą, w fazie płynności obojętnej, jako płynów w płynach. Głównymi polimerami używanymi w doświadczeniach są żelatyna, która powstaje z hydrolizy kolagenów zwierzęcych, oraz agar – roślinny polisacharyd odzyskiwany z glonów. Wpuszczona do wody żelująca materia, szybująca w ciekłej przestrzeni, jest kształtowana i formowana ze wszystkich stron. Do jej wnętrza wstrzykiwane są płyny i gazy, zmieniające jej kształt i wielkość i tworzące izomorficzne przestrzenie i wnętrza.

Poprzez dozowanie ilości płynów i gazów we wnętrzu masy możliwa będzie regulacja jej gęstości i utrzymanie stanu szybowania. Stan izopycniczny umożliwia realizację w praktyce wolnych form o różnorodnych amorficznych kształtach i właściwie nieograniczonej wielkości. Tym samym ta technologia otwiera zupełnie nowe możliwości praktycznej realizacji form generowanych w przestrzeni wirtualnej. Amorficzna architektura, która powstaje w ostatnich latach dzięki nowym programom komputerowym, jest dotąd budowana w tradycyjny sposób. Do budowy biomorficznych obiektów

<sup>6</sup> Władysław Przygodzki, Andrzej Włochowicz, *Fizyka polimerów*, 2001.



## Bending Energy

The initial experiments using the liquid technologies of the "Isopycnic Systems" for creation of amorphous shapes were based on the mechanics of liquids, whereby water was used as a dynamic, soft form for the liquid mass [that was used in construction]. Our research was concentrated on elastic processes of the transition of polymers from the gel-like into the solid state and the effects of those works were biological objects of various scales, tastes and flavours.

The theory of elasticity that was formulated within the physical chemistry, describes the properties of biological surfaces and membranes. During the processes of solidification, objects are changing their shapes according to a specific dramaturgy. A dry slice of bread always bends in a similar manner. Out of a plane a three-dimensional object is created, a hyperbolic paraboloid of a double curvature and a stable structure.

Nature rarely creates flat forms; it prefers shapes such as shells, conoids and hyperboloids, which are spatial structures of high stability. Spatial curves and deformations are results of precise processes of self-organization on a molecular level. These



777

używa się stalowych konstrukcji, które okładane są blachą, płytami ze szkła czy tworzyw sztucznych. W większości te obiekty to ciągłe postmodernistyczne inscenizacje, w których końcowy kształt nie wynika ani z właściwości użytych materiałów, ani zastosowanych technologii.

To zaskakujące, że znając fizykę płynności neutralnej i stan relatywnej nieważkości w warunkach ziemskich, nie staraliśmy się dotąd wykorzystać tych fenomenów do kształtowania form. Fenomen płynności neutralnej jest natomiast szeroko wykorzystywany w technologiach kosmicznych do symulacji stanu nieważkości. Neutral Buoyancy Facilities (urządzenia o płynności neutralnej) to ogromne baseny, w których zatapia się atrapy statków kosmicznych, a kosmonauci trenują pod wodą czynności, jakie później będą wykonywali w kosmosie.

Isopycnic Systems i Spatium Gelatum stanowią rewolucyjne technologie umożliwiające płynną morfologię form przestrzennych przyszłości.

## Bending Energy

Wstępne doświadczenia i eksperymenty wykorzystujące ciekłe technologie Isopycnic Systems do kształtowania form amorficznych opierały się na mechanice cieczy, przy czym woda stanowiła dynamiczny, miękki szalunek dla ciekłej masy. Badania koncentrowały się na elastycznych procesach przechodzenia polimerów ze stanu żelującego w stały, a efektem prac były biologiczne obiekty o różnorodnej skali, smakach i zapachach.

Sformułowana w ramach chemii fizycznej teoria elastyczności opisuje właściwości biologicznych powierzchni i membran. Podczas procesów krzepnięcia obiekty zmieniają kształty w ramach szczególnej dramaturgii. Wysznięta kromka chleba wygina się zawsze w podobny sposób. Z płaszczyzny powstaje trójwymiarowy obiekt, paraboloida hiperboliczna o podwójnym zakrzywieniu i stabilnej strukturze.

Natura rzadko tworzy formy płaskie, natomiast preferuje kształty takie, jak łupiny, konoidy i hiperboloidy, struktury przestrzenne o wysokiej stabilności. Przestrzenne krzywizny i zniekształcenia są efektem precyzyjnych procesów samoorganizacji na poziomie molekularnym, które przebiegają samodzielnie w ramach praw termodynamiki i stanowią fizyczne i chemiczne reguły porządku w świecie ożywionym.

W naszych pracach badaliśmy możliwości wykorzystania procesów samoregulacji na poziomie molekularnym do kreacji autonomicznych form i przestrzeni bez estetycznych czy formalnych interwencji, przy czym głównym celem obserwacji była nie forma, ale procesy, w jakich forma stwarza się i kształtuje.

W tym okresie badań powstała konieczność głębszych studiów teorii systemów i różnic między organizacjami żywymi a sztucznymi.

processes are running independently, by themselves, within the laws of thermodynamics and are physical and chemical rules of order in the animate world.

In our works we were researching the possibilities of the use of processes of self-regulation at the molecular level for the creation of autonomous forms and spaces—without aesthetic or formal interventions. Not so much the form itself, but rather the processes in which it is formed, were the object of our observation.

At that stage of our research we found it necessary to analyze deeply the theories of systems and differences between living and artificial organisms.

Living organisms are open systems and are in a state of dynamic equilibrium. While retaining their shape, they are constantly recreating themselves, exchanging matter, energy and information with their environment. “Only living organisms possess the ability of building and organizing themselves, as well as the ability of multiplying their internal information at the cost of energy-and-matter derived from their environment and at the cost of transforming it onto the higher forms of energy.”<sup>7</sup> Living organisms, as opposed to artificial systems, are autonomous, they can create their own development, repair and reproduce themselves.

Their ordering principle is internal and it is contained in DNA chains.

Organisms are genetically controlled and are developing morphologically “from within.” The principle of order in artificial systems is external. It originates in the human mind and is realized by the addition of components.

“The forms of the living *are* not, but *happen*; they are the expression of a perpetual flow of matters and energies, running through the organism and forming it at the same time. What morphology defines as form and structure actually means a chronological cross-section through a stream of process in space and time.”<sup>8</sup>

In living nature there is a very close relation between the processes of self-organization and labile equilibrium.<sup>9</sup> The unceasing dynamics of changes and labile existence enables the processes of self-creation and bestows life with a material structure. “The state of dynamic equilibrium characterizes such a state of an open system, in which transformations are carried in the most economic and effective way. In this state, an open system produces entropy on the smallest possible scale.”<sup>10</sup>

We are used to the fact that order is linked to the stability of a material and to the statistics of construction, and that it excludes all imbalance and lability. Durability

7 Teresa Ścibor-Rylska, *Porządek i organizacja w przyrodzie* (1974).

8 Ludwig v. Bertalanffy, *Das biologische Weltbild* (1949).

9 Ilija Prigogine, Isabelle Stengers, *Dialog mit der Natur* (1980).

10 Albert L. Lehninger, *Bioenergetyka* (1978).

Organizmy żywe są systemami otwartymi i znajdują się w stanie dynamicznej równowagi. Zachowując kształt, nieustannie się tworzą, wymieniając materię, energię i informację z otoczeniem. „Tylko istoty żywe posiadają zdolność do budowania się i organizowania się, a także pomnażania własnej wewnętrznej informacji kosztem energo-materii czerpanej z otoczenia oraz transformowania jej na wyższe formy energetyczne”<sup>7</sup>. W odróżnieniu od systemów sztucznych są autonomiczne, kreują własny rozwój, mogą się reperować i reprodukować.

W układach żywych zasada porządkująca jest wewnętrzna i zawarta w łańcuchach DNA.

Sterowane genetycznie organizmy rozwijają się morfologicznie „od wewnątrz”. Zasada porządku w układach sztucznych jest zewnętrzna. Powstaje ona w umyśle człowieka i jest realizowana poprzez addycję części składowych.

„Formy życia nie tyle są, ile *zdarzają się*; są ekspresją ciągłego przepływu materii i energii, jednocześnie biegnących przez organizmy i formujących je. To, co morfologia definiuje jako formę i strukturę, naprawdę oznacza czasowy przekrój przez strumień procesów w przestrzeni i czasie”<sup>8</sup>.

Między procesami samoorganizacji a labilną równowagą istnieje w żywej naturze bardzo ścisły związek<sup>9</sup>. Nieustająca dynamika przemian i labilna egzystencja umożliwiają materii procesy samokreacji i nadają życiu materialną strukturę. „Stan równowagi dynamicznej charakteryzuje taka postać układu otwartego, w której przemiany przebiegają w sposób najbardziej ekonomiczny i wydajny. W tym stanie układ otwarty produkuje entropię na najmniejszą możliwą skalę”<sup>10</sup>.

Jesteśmy przyzwyczajeni, że porządek jest związany ze stałością materiału i statyką konstrukcji i wyklucza wszelką nierównowagę i labilność. Trwałość w skali kosmicznej nie jest jednak związana ze stabilnością. To niestanny taniec oscylujący na granicy chaosu, a formy są tylko przelotnymi procesami.

## Hodowle przestrzeni

Projekt Breeding Spaces (Hodowle przestrzeni) przewiduje wykorzystanie polimerycznych pneu – wykonywanych w ramach technologii Spatium Gelatum do hodowli roślinnych komórek i tkanek. Główną ideą jest wykorzystanie wnętrza pęcherzy jako bioreaktorów, jako zamkniętych,

7 Teresa Ścibor-Rylska, *Porządek i organizacja w przyrodzie*, 1974.

8 Ludwig v. Bertalanffy, *Das biologische Weltbild*, 1949 (przekład z oryginału angielskiego).

9 Ilija Prigogine, Isabelle Stengers, *Dialog mit der Natur*, 1980.

10 Albert L. Lehninger, *Bioenergetyka*, 1978.

on a cosmic scale is not, however, linked to stability. It is a constant dance oscillating at the border of chaos; forms are but fleeting processes.

### Breeding Spaces

This project foresees the use of polymeric “pneu”—that are realized within the Spatium Gelatum technology—for the breeding of plant cells and tissues. The main idea is to use the interiors of bladders as bioreactors, in other words as closed, isolated spaces, that would enable the breeding of cells in laboratory conditions. Gel-like pneu, the dense polymeric mass soaked with hormones and chemical compounds shall be both a spatial scaffolding and a stimulator of processes.

The works are based on the “planting” of plant matrix cells on the inside walls of bladders and on the breeding of various strata of plant tissues. Following the reproduction of cells and creation of stable tissues, bladders are to be degraded, thus enabling the development of independent plant objects. In order to ensure the breeding of large scale forms, experiments underwater are foreseen, using the physics of Isopycnic Systems and the state of relative weightlessness.

This technology uses the experiences of cellular engineering that were developed in medicine. The use of plant cells and the architectural scale however require separate experiments.

### Transgenetic Habitat

“Nothing in the world created by man can compare to a living system in its complexity and variety. No artificial information system can match the data capacity of genomes or the complexity of the ingenious regulation nets for genetic expression.”<sup>11</sup>

For millions of years, this genetic stream of information has been flowing through innumerable generations of living beings with enormous precision. A fundamental quality of the mechanisms responsible for a transfer of biological information is their precision.

“In calling the structure of the chromosome fibres a code script we mean that the all-penetrating mind could tell from their structure whether the egg would develop, un-

<sup>11</sup> Maxine Singer and Paul Berg, *Genes & Genomes* (1991).

odizolowanych od otoczenia przestrzeni, które umożliwiałyby hodowlę tkanek w warunkach laboratoryjnych. Gęsta polimeryczna masa nasycana hormonami i substancjami chemicznymi będzie przestrzennym rusztowaniem i jednocześnie stymulatorem zachodzących procesów.

Prace polegają na „sadzeniu” roślinnych komórek macierzystych na wewnętrznych ścianach pęcherzy i hodowli różnych warstw tkanek roślinnych. W miarę rozmnażania się komórek i powstawania stabilnych tkanek pęcherze mają ulegać degradacji i umożliwić rozwój samodzielnych roślinnych obiektów. Aby umożliwić hodowlę form o dużej skali, przewiduje się prowadzenie doświadczeń pod wodą, przy wykorzystaniu fizyki Isopycnic Systems i stanu relatywnej nieważkości.

Technologia korzysta z doświadczeń inżynierii tkankowej rozwiniętych w medycynie. Jednak użycie roślinnych komórek i architektoniczna skala obiektów wymagają odrębnych doświadczeń i eksperymentów.

### Habitat transgenetyczny

„Nic, co stworzył na świecie człowiek, nie może równać się z żywym systemem w jego złożoności i różnorodności. Żaden sztuczny system nie może dorównać zdolności przenoszenia danych, jakie zawierają genomy, ani złożoności wyrafinowanych sieci regulacyjnych służących ekspresji genów”<sup>11</sup>.

Ten genetyczny system informacji płynie z niezwykłą precyzją przez miliony lat i poprzez niezliczone pokolenia żywych organizmów. Fundamentalną wartością mechanizmów odpowiadających za transfer informacji biologicznej jest ich precyzja.

„Nazywając strukturę włókien chromosomowych zapisem kodu, mamy na myśli to, że wszechogarniający umysł mógłby odgadnąć z ich struktury, czy jajko rozwine się, w sprzyjających okolicznościach, w czarnego koguta czy nakrapianą kure, w muchę czy w kukurydzę, w żuka, mysz czy w kobietę.

Jednak zapis kodu jest oczywiście zbyt wąski. Struktury chromosomowe są jednocześnie instrumentalne w procesie rozwoju tego, co zapowiadają. Są przepisem i siłą wykonawczą – lub, by użyć innego porównania, są zarazem projektem architekta i jego realizacją przez budowniczego”<sup>12</sup>.

Uważam, że przyszłość będzie biologiczna, a DNA jako uniwersalny kod do transformacji energii i informacji w formę umożliwi nam kreację innej biologicznej cywilizacji w biosferze i w kosmosie.

<sup>11</sup> Maxine Singer and Paul Berg, *Genes & Genomes*, 1991 (przekład z oryginału angielskiego).

<sup>12</sup> Erwin Schrödinger, *What is Life?*, 1944; wyd. pol. *Czym jest życie?*, 1998 (przekład z oryginału angielskiego).



der suitable conditions, into a black cockerel or into a speckled hen, into a fly or a maize plant, a beetle, a mouse or a woman.

But the code-script is, of course, too narrow. The chromosome structures are at the same time instrumental in bringing about the development they foreshadow. They are law-code and executive power—or to use another simile, they are architect's plan and builder's craft-in one."<sup>12</sup>

I am of the opinion that our future shall be a biological one and that the DNA, as a universal code for the transformation of energy and information into form shall enable us to create a different, biological civilization in the biosphere and in space.

"The biotification of Earth and Space is not an aim that is inscribed only in the code of deoxyribonucleic acids, but it becomes a conscious task of the developing humanity."<sup>13</sup>

### Breeding Future

We are developing conditions for a new biological space system, which is alive. It is planned to be an open system, which is in a state of dynamic equilibrium and generates itself. It will belong to the kingdom of self-alimentary vegetable forms of organisation, and it will absorb the energy it needs to exist from the sun by means of molecular processes. It consists of a living shell, which defines it biologically and in terms of space, being at the same time open towards the environment. The inside is an energy source and a transformation plant in one and it can be gaseous, fluid, gel-like, or rigid. These creatures are conceivable in various sizes: in the size of a cell, a pill, a fruit, a house, a universe.

<sup>12</sup> Erwin Schrödinger, *What is Life?* (1944), Polish language ed. *Czym jest życie?* (1998).

<sup>13</sup> Teresa Ścibor-Rylska, op. cit.

„Ubiotycznienie Ziemi i Kosmosu przestaje być celem zapisanym tylko w kodzie kwasów dezoksyrybonukleinowych, ale staje się uświadomionym celem rozwijającej się ludzkości”<sup>13</sup>.

### Wyhodować przyszłość

Badamy możliwości hodowli żywych biologicznych przestrzeni. Przestrzeni jako systemów otwartych, znajdujących się w stanie równowagi dynamicznej i generujących się samodzielnie. Te systemy będą należeć do samożywnych organizacji roślinnych, absorbujących energię potrzebną do własnej egzystencji ze słońca na drodze fotosyntezy. Składać się będą z żywej powłoki, definiującej je tak pod względem biologicznym, jak przestrzennym, a zarazem otwartej ku środowisku. Będą one jednocześnie źródłem i transformatorem energii i mogą istnieć w stanie gazowym, ciekłym, żelującym lub stałym. Systemy te mogą mieć różne wielkości: wielkość komórki, pigułki, owocu, domu, kosmosu.

<sup>13</sup> Teresa Ścibor-Rylska, op. cit.