

LEKCJA NATURY W DZIAŁALNOŚCI INŻYNIERSKIEJ

Obecnie cywilizacja osiągnęła już taki poziom, że **szukanie nowych pomysłów i inspiracji stało się naturalnym dążeniem kreatywnego inżyniera**. Okazuje się, że napotykanne coraz częściej bariery konstrukcyjne, technologiczne czy numeryczne można rozwiązać przez odejście od utartych schematów i paradygmatów, stosując nowe, nieszablonowe podejście do problemu. Przykłady zaczerpnięte z natury stanowią tutaj niewyczerpane źródło inspiracji. Czynnikiem twórczym w naturze są:

- nieodwracalność czasu,
- nieliniowość,
- tendencja do samoorganizowania się i tworzenia złożonych układów,
- rywalizacja o ograniczone zasoby.

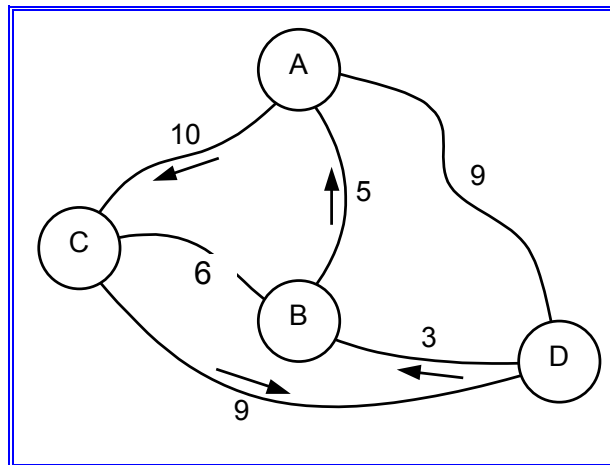
Czynnikiem sprawczym rozwoju życia jest ewolucja. W dużym uproszczeniu można powiedzieć, że **ewolucja to optymalizacja plus adaptacja**. Rozwój wszystkich form życia na ziemi oparty jest na bezwzględnej zasadzie fizycznej eliminacji rozwiązań słabych, nieprzystosowanych.

Korzystanie z rozwiązań spotykanych w naturze ma dwa aspekty. **Aspekt optymistyczny** zakłada, że „lekcja natury” może stanowić po zaadaptowaniu narzędzie do rozwiązania narastających problemów na przeludnionej planecie Ziemia. **Aspekt pesymistyczny** to stwierdzenie, że jest to plagiat natury, wskazujący na ograniczone możliwości twórcze człowieka. W ujęciu systemowym, mając te dwa aspekty na uwadze, należy szukać rozsądnego kompromisu – w tym układzie aspekt optymistyczny musi być dominujący. Zrozumienie praw rządzących biosferą stanowić może klucz do rozwiązania problemów naszej planety i zapewnienia jej bezpiecznej przyszłości.

Przykłady zastosowania lekcji natury:

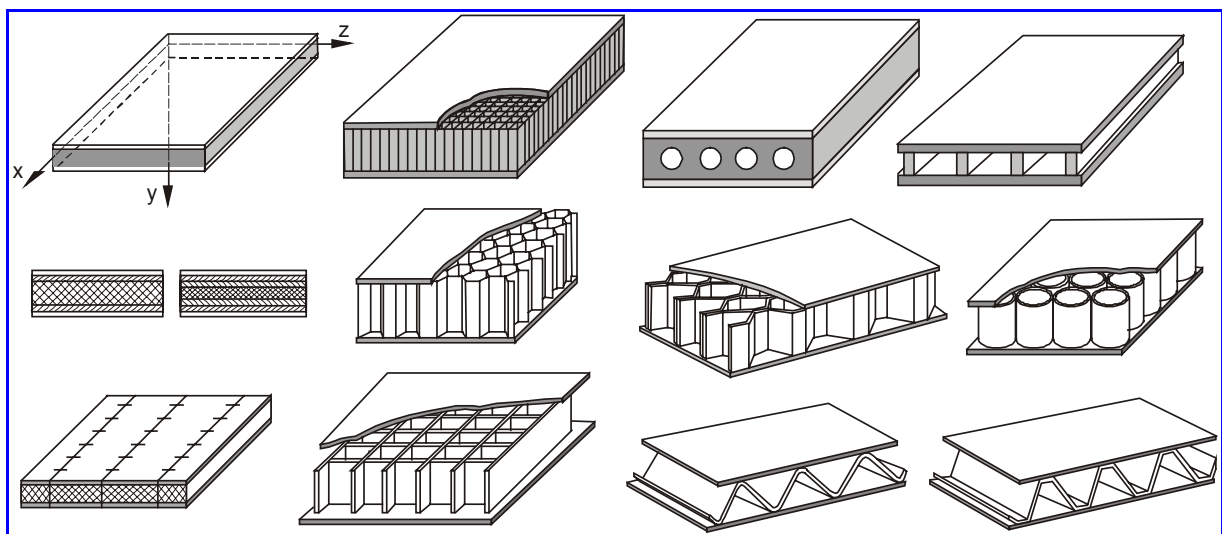
- Wykorzystując obserwacje mrówek i innych owadów, charakteryzujących się „społecznym” trybem pracy (kolonie mrówek), opracowano programy rozwiązujące złożone problemy sterowania ruchem w mocno obciążonych sieciach telekomunikacyjnych, w tym również problem komiwojażera.
- Sposób podziału pracy w koloniach pszczół został zaadaptowany do opracowywania oprogramowania robotów w zautomatyzowanych fabrykach.
- Nasiona klonu dzięki swoim kształtom są w stanie pokonać na wietrze odległość ponad 200 m zanim upadną na ziemię – ich kształt stanowił inspirację do budowy lotniczego śmigła.
- Odczytanie sekwencji genomu ludzkiego spowodowało lawinowy wzrost informacji, której wykorzystanie staje się możliwe po opracowaniu standardów danych biologicznych; skutek tych działań rozwija się nowa gałąź informatyki, zwana bioinformatyką.
- Na poziomie żywej komórki funkcjonują biologiczne „nanomaszyny”, umożliwiające proces jej samoodtwarzania. Rozwój współczesnej miniaturyzacji w elektronice (układy scalone o wielkiej skali integracji) uzasadnia tezę o możliwości zbudowania sztucznych, autoreprodukujących się nanoukładów i nanomaszyn.
- W ostatnich latach obserwuje się dynamiczny rozwój nowych dziedzin wiedzy, mających bezpośrednio odniesienie do natury. Są to biomechanika, bionika, biofizyka, biocybernetyka itd. Są to dziedziny przekształcające rozwiązania spotykane w naturze na sztuczne obiekty inżynierskie. Lekcja natury w tych dziedzinach jest podstawowym elementem twórczej inspiracji.

PROBLEM KOMIWOJAŻERA (problem klasy NP)



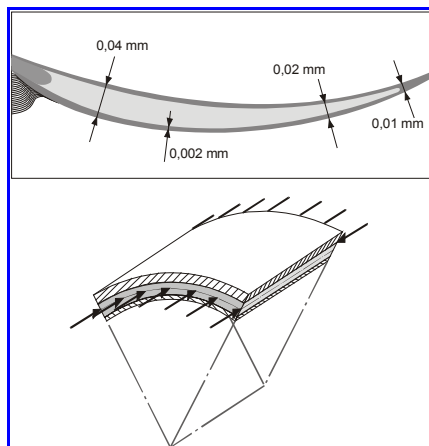
$\frac{n!}{2 \cdot n}$	$n = 4$	→	3 rozwiązania
	$n = 5$	→	12 rozwiązań
	$n = 10$	→	181.440 rozwiązań
	$n = 25$	→	czas rozwiązania wynosi 9,8 mld lat (1 mln warunków/1 sek)

KONSTRUKCJE TRÓJWARSTWOWE

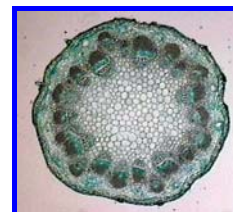


Przykłady modelowania płyt trójwarstwowych

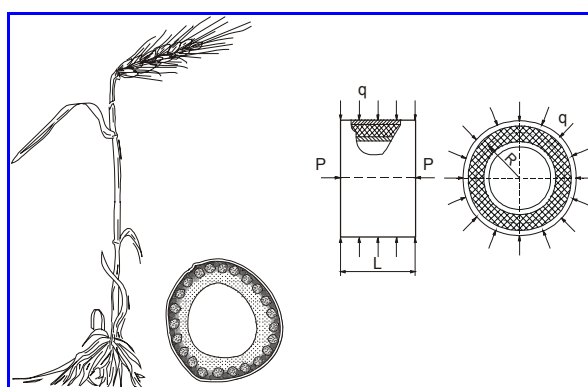
Konstrukcje trójwarstwowe – lekcja natury



Panel walcowa i pióro ptaka



Przekrój łodygi słonecznika



Łodyga zboża i walcowa powłoka trójwarstwowa

LEKCJA NATURY – inspiracja dla techniki

Podobnie jak w ewolucji naturalnej, komputerowe programy naśladowujące naturę okazują się niezwykle skuteczne w rozwiązywaniu złożonych problemów klasy NP, gdyż zawierają elementy przypadkowości. To właśnie szeroko rozumiana **przypadkowość** dała nieoczekiwane możliwości rozwiązania bardzo trudnych problemów. John Holland, uznawany za prekursora algorytmów genetycznych stwierdził: „**W rozwiązywaniu problemów, w których występuje reprodukcja i konkurowanie o ograniczone zasoby, żywe organizmy stanowią najlepszy wzór, wykazując elastyczność, która powinna zawstydzić najlepsze programy komputerowe**”. Natura w ciągu wieków rozwinęła i twórczo zastosowała zasadę modelowania rzeczywistości, zgodnie z którą „**trzeba widzieć las, a nie pojedyncze drzewa**”. Zasada ta stała się też **jednym z podstawowych elementów inżynierii systemów**.

BIONIKA

BIOTECHNOLOGIA

BIOINFORMATYKA

BIOINŻYNIERIA

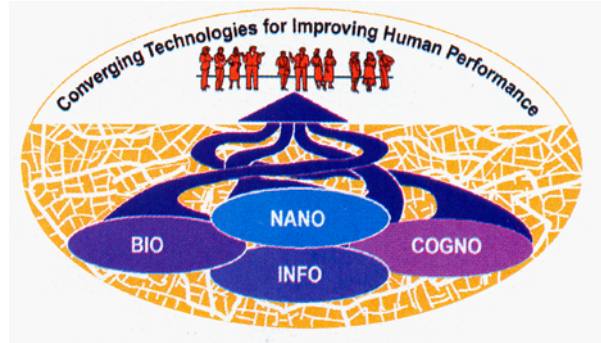
.....

EKOINŻYNIERIA

BIONANOTECHNOLOGIA

CZYNNIK NBIC

- NANO** – nanotechnologia
- BIO** – biologia
- INFO** – informatyka
- COGNO** – kognitywistyka



TEORIA ZŁOŻONOŚCI

Połączenie wiedzy biologicznej, inżynierskiej i informatycznej jest niezwykle cenne w czasach, kiedy systemy techniczne zaczynają swoją złożonością przypominać organizmy żywe, a organizmy żywe okazują się bardziej złożone, niż dotąd myśleliśmy.

The image is a composite of two photographs. On the left, a close-up of a fly with translucent blue wings and a yellow body is shown against a black background. On the right, a Boeing 777 airplane is shown in flight against a blue sky with white clouds. The text above the images discusses the convergence of biological, engineering, and computer science knowledge.

Zastosowania lekcji natury:

1. Automaty komórkowe
2. Algorytmy genetyczne
3. Symulowane wyżarzanie
4. Algorytmy ewolucyjne
5. Sztuczna inteligencja
6. Sztuczne życie

PROJEKTOWANIE PRZYSZŁOŚCI

Rolą nauki jest przewidzieć potencjalnie możliwe rodzaje przyszłości.

Rolą mądrego człowieka jest wykorzystywać naukę do przewidywania przyszłości.

Jeśli nie chcemy być zaskoczeni przyszłością, to ją zaprojektujemy, najlepiej wariantowo.

Scenariusze przyszłości
Dociekanie przyszłości
Organizacje typu **FORESIGHT**

SZTUCZNA INTELIGENCJA (AI – ARTIFICIAL INTELLIGENCE)

AI – autonomiczna prezentacja i generacja procedur rozwiązywania problemów, przynależnych pierwotnie człowiekowi.

TECHNIKA: Inżynierowie kopiują rozwiązania natury

Ze świata zwierząt do świata robotów

Statek kosmiczny może mieć coś w sobie z mrówki, osy czy wiewiórki. Naukowcy sądzą, że podpatrywanie i wykorzystywanie rozwiązań istniejących w przyrodzie, przyczyni się do rozwoju technologii.



Robota pająka mieszczącego się w dłoni chce wykorzystać amerykańska agencja kosmiczna NASA do badania innych planet
(c) NASA/AFP

Dziedzina, która się tym zajmuje, nazywa się **biomimetyką**. Stawia na nią między innymi dr Alex Ellery, inżynier i kierownik grupy ds. badań nad robotyką na University of Surrey w Wielkiej Brytanii. Za godną naśladowania uważa on chociażby umiejętność niektórych roślin do zwijania się w bardzo małe objętości i przechodzenia na powrót do swoich właściwych kształtów. W kosmosie, w przypadku pewnych urządzeń, mogłoby okazać się to bezcenne.

Godne naśladowania są także zdolności samoorganizacyjne kolonii mrówek. Inteligentne i działające w podobny, niezależny sposób roboty ułatwiłyby usuwanie awarii w przestrzeni kosmicznej. Nad rozwiązaniem tego typu pracuje właśnie dr Don Price z australijskiej Federalnej Organizacji ds. Badań Naukowych i Przemysłowych. Opracował on system "czujników uszkodzeń", który niczym skóra pokrywałby zewnętrzną powłokę statku i wychwytywał najmniejsze zakłócenia.

Dr Price chce teraz stworzyć algorytm, który pozwalałby czujnikom wzajemnie na siebie oddziaływać, a więc zachowywać się w sposób podobny jak kolonia mrówek.

Inni naukowcy pracują nad wykorzystaniem "wiertniczych" umiejętności os. Taka wiedza może okazać się przydatna przy konstruowaniu robota, który pobierałby próbki skał pochodzących z ciał niebieskich. Prognozuje się, że w umieszczeniu stacji na Marsie czy Księżycu wiedzą mogą służyć umiejętności budowlane termitów. Z pewnością nie jest to koniec tej listy.

Są to jednakże plany na przyszłość. Już dzisiaj wykorzystuje się niektóre z rozwiązań, jakie podpowiada biomimetyka. Znajdująca się na przykład w tej chwili w kosmosie sonda Hayabusa ma wiele z sokoła (piszemy o tym obok).

Dzięki spotkaniom inżynierii z biologią podobnych precedensowych wydarzeń mogłoby być więcej. Jak jednak podaje sieć BBC, na przeszkodzie ku temu stoją agencje kosmiczne, które ze sceptycyzmem podchodzą do wykorzystywania w swojej pracy biomimetyki.

Rzeczpospolita 2005