

A wireframe illustration of a human figure in a crouching position, interacting with a robotic arm. The human figure is composed of a grid of white lines on a blue background. The robotic arm is also a wireframe model, with a hand reaching towards the human's hand. In the background, there are concentric blue and green circles, suggesting a ripple effect or a focal point of interaction. The overall image has a futuristic, technological feel.

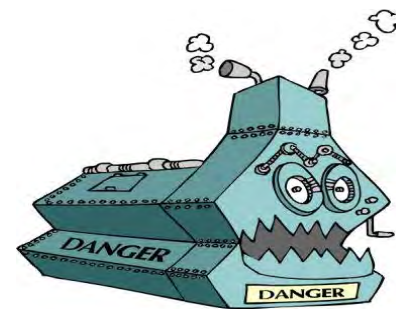
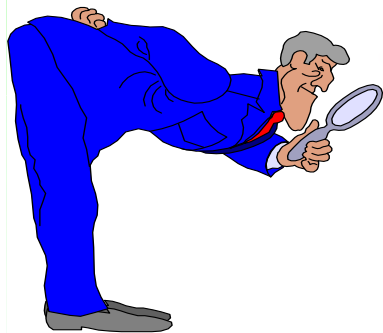
Witam
na Seminarium !

Nano - maszyny ?



It's a Nano world

Nano'
Bioroboty



The background of the slide features a dark, textured surface with several stylized, translucent nanobiorobots and virus-like particles. One large, elongated robot with multiple legs and a segmented body is prominent in the center. Other smaller, more complex structures are scattered around it, some resembling viruses with spiky surfaces. The overall aesthetic is futuristic and scientific.

Łódź, 29.03.2006 - 01.04.2006

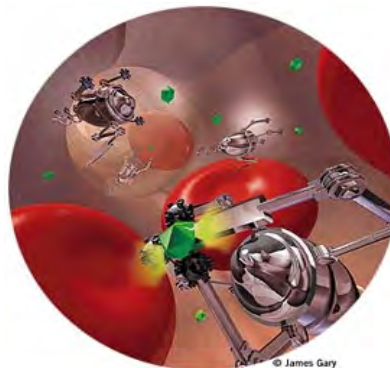
Nanobioroboty: perspektywy zastosowania w diagnostyce

Dr. hab. Anna Sałek

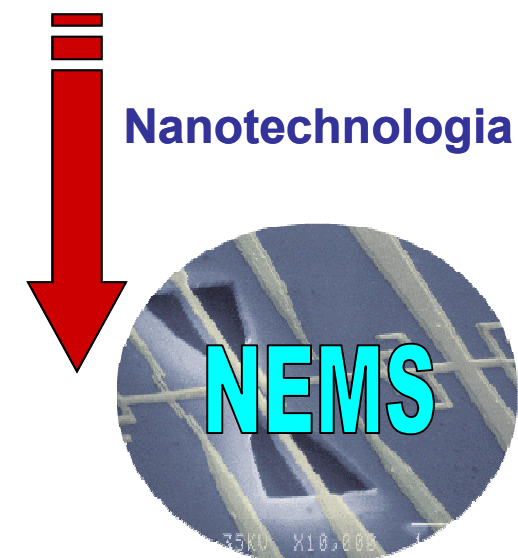
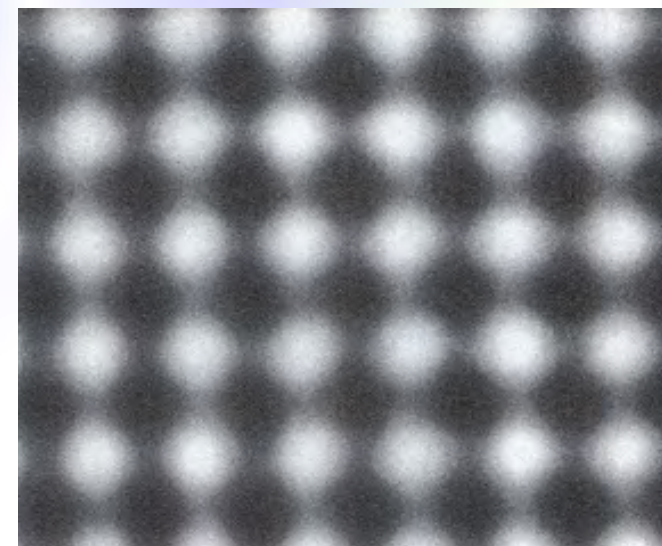
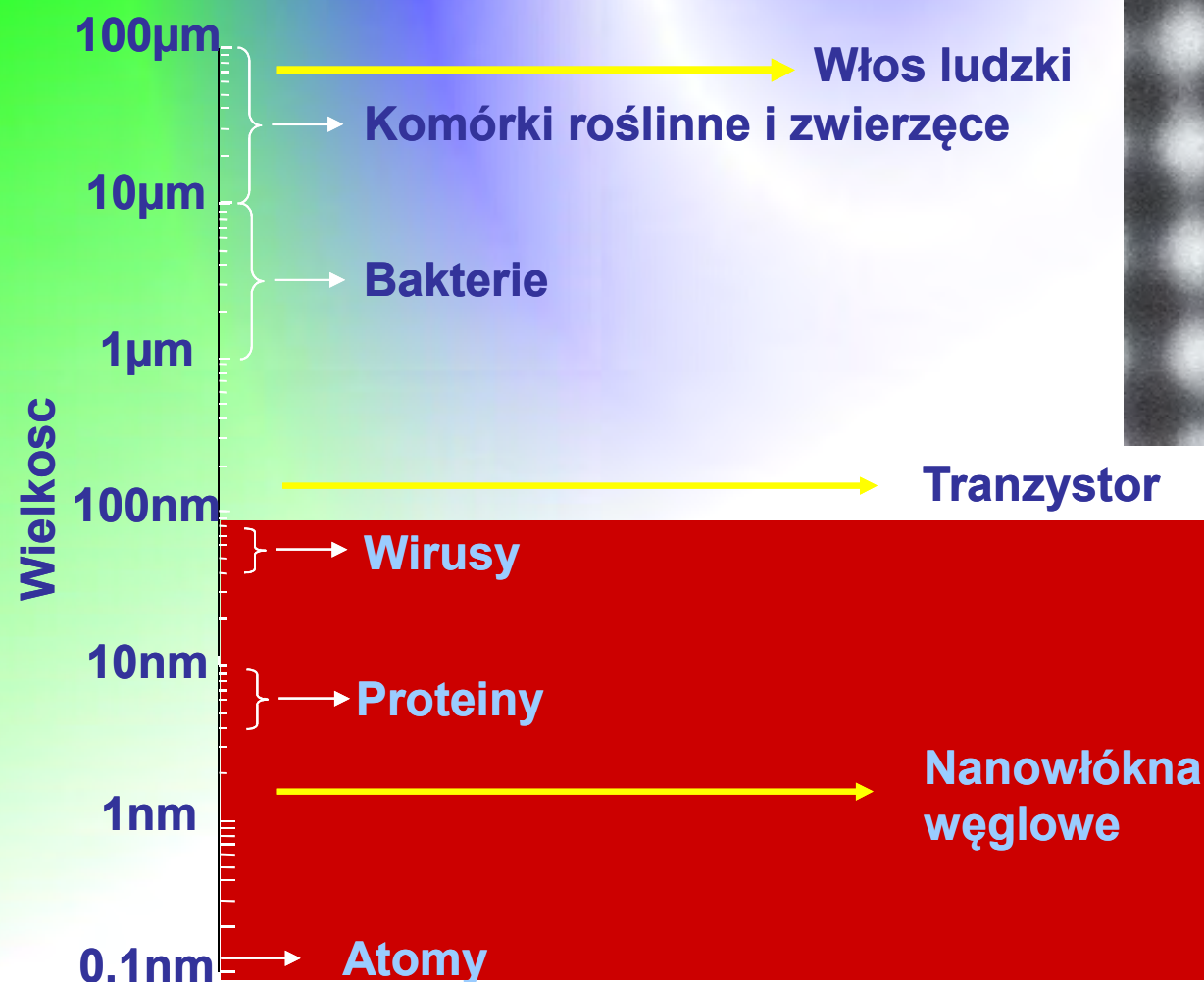
DOMATEC GmbH, NESTLE AG, International Bio-Consulting, Germany

Nanotechnologia

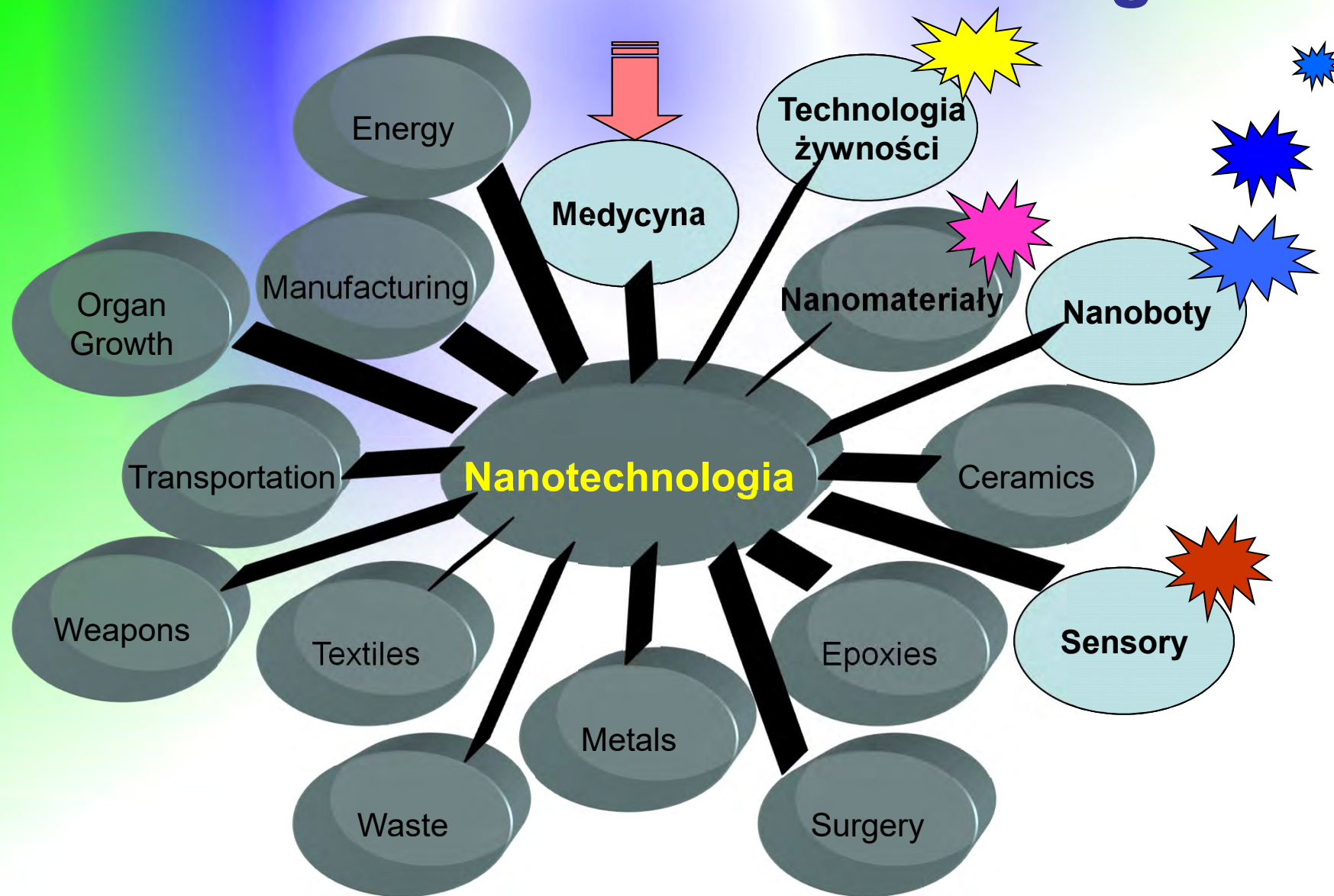
aktualnie jest najbardziej fascynującym rezultatem wielodyscyplinarnych badań naukowych, z niekonwencjonalnymi rozwiązaniami technicznymi z kilku dziedzin nauki, m.in. fizyki, chemii, biologii molekularnej, czy inżynierii elektronicznej, z organiczną elektroniką, fotoniką i komputeryzacją.



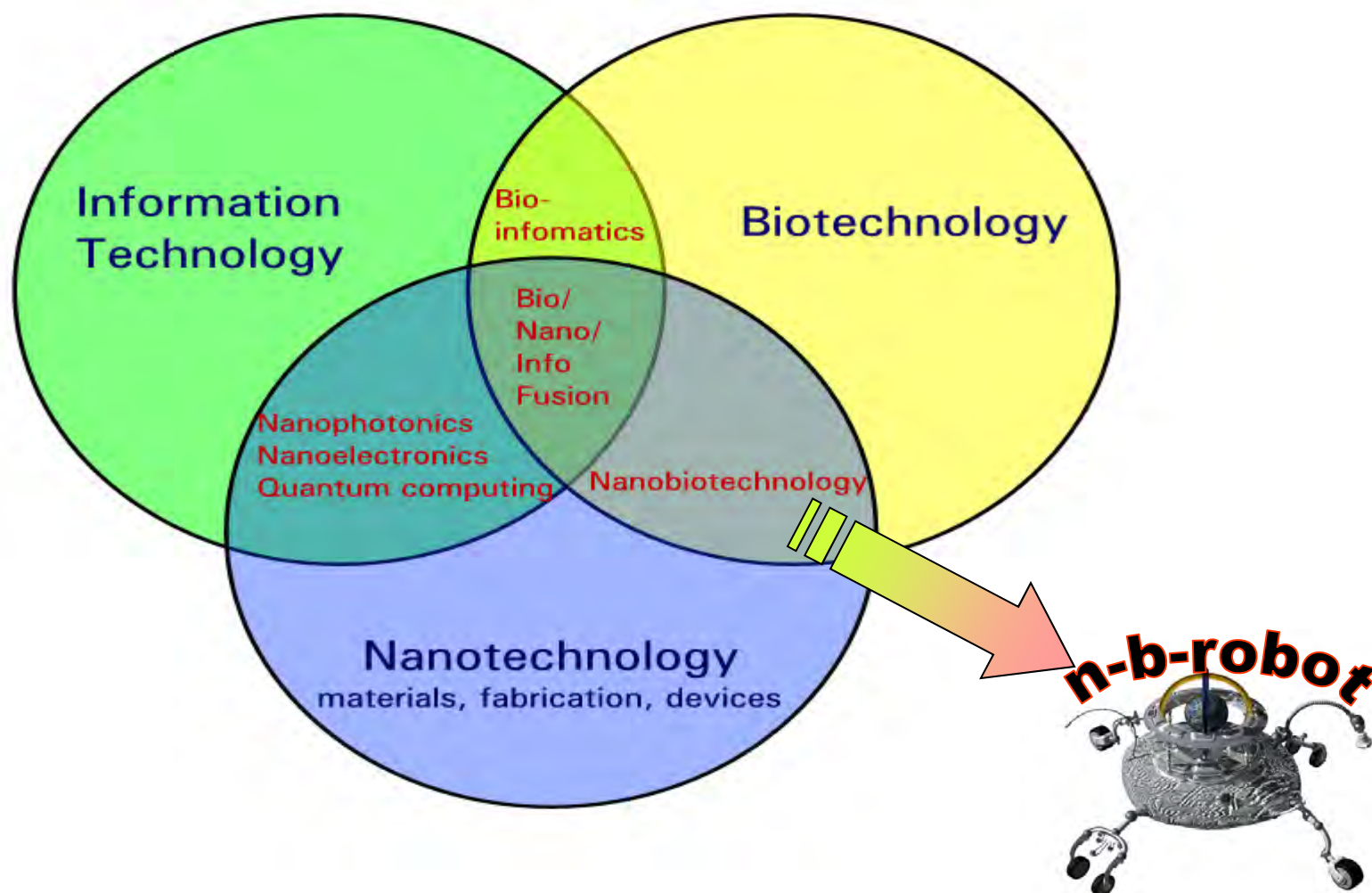
Nanobiotechnologia: wymiary i skala



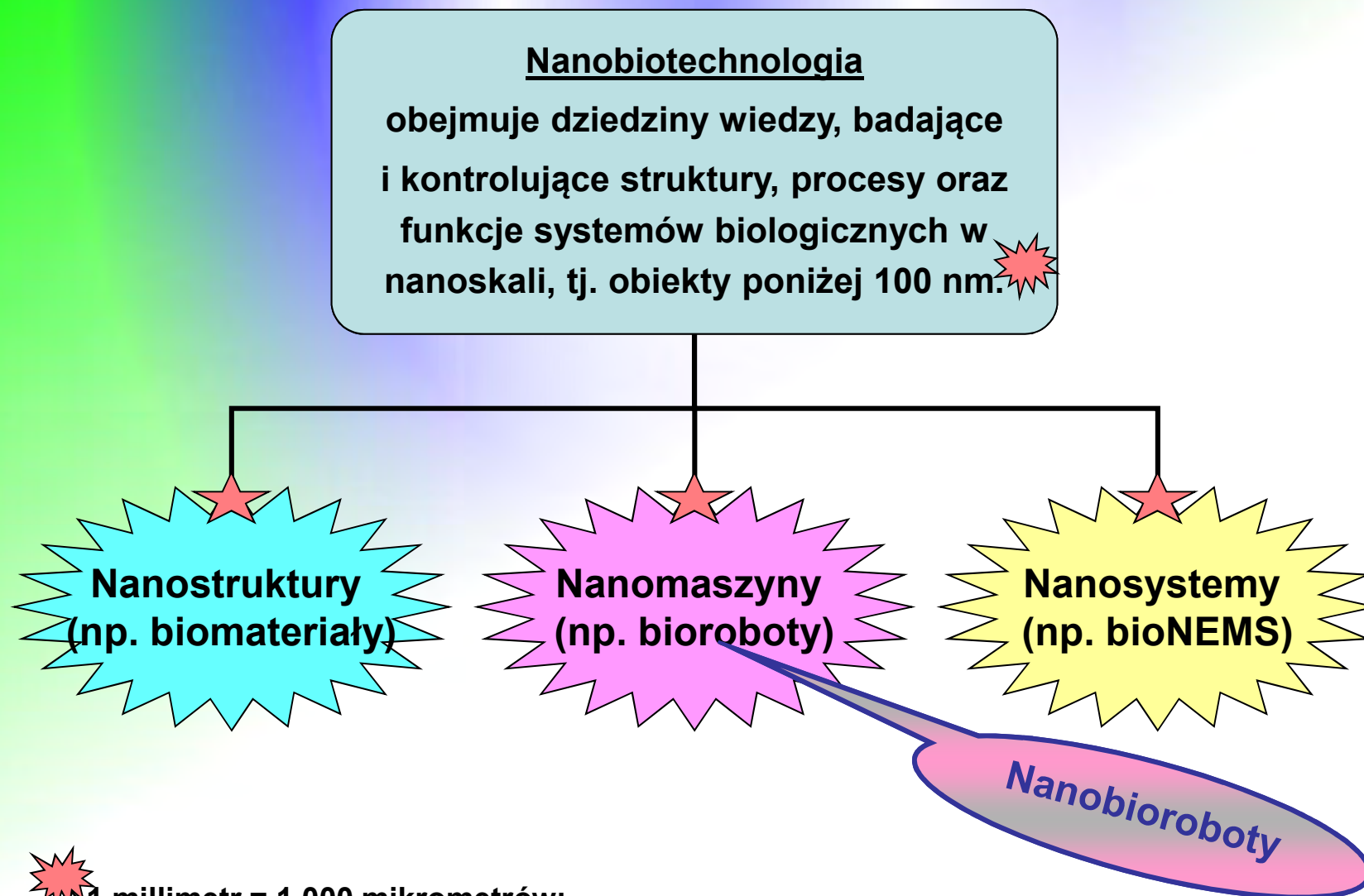
Zakres działania nanotechnologii



Wielodyscyplinarne pochodzenie nanobiotechnologii



ELEMENTY NANOBIOTECHNOLOGII



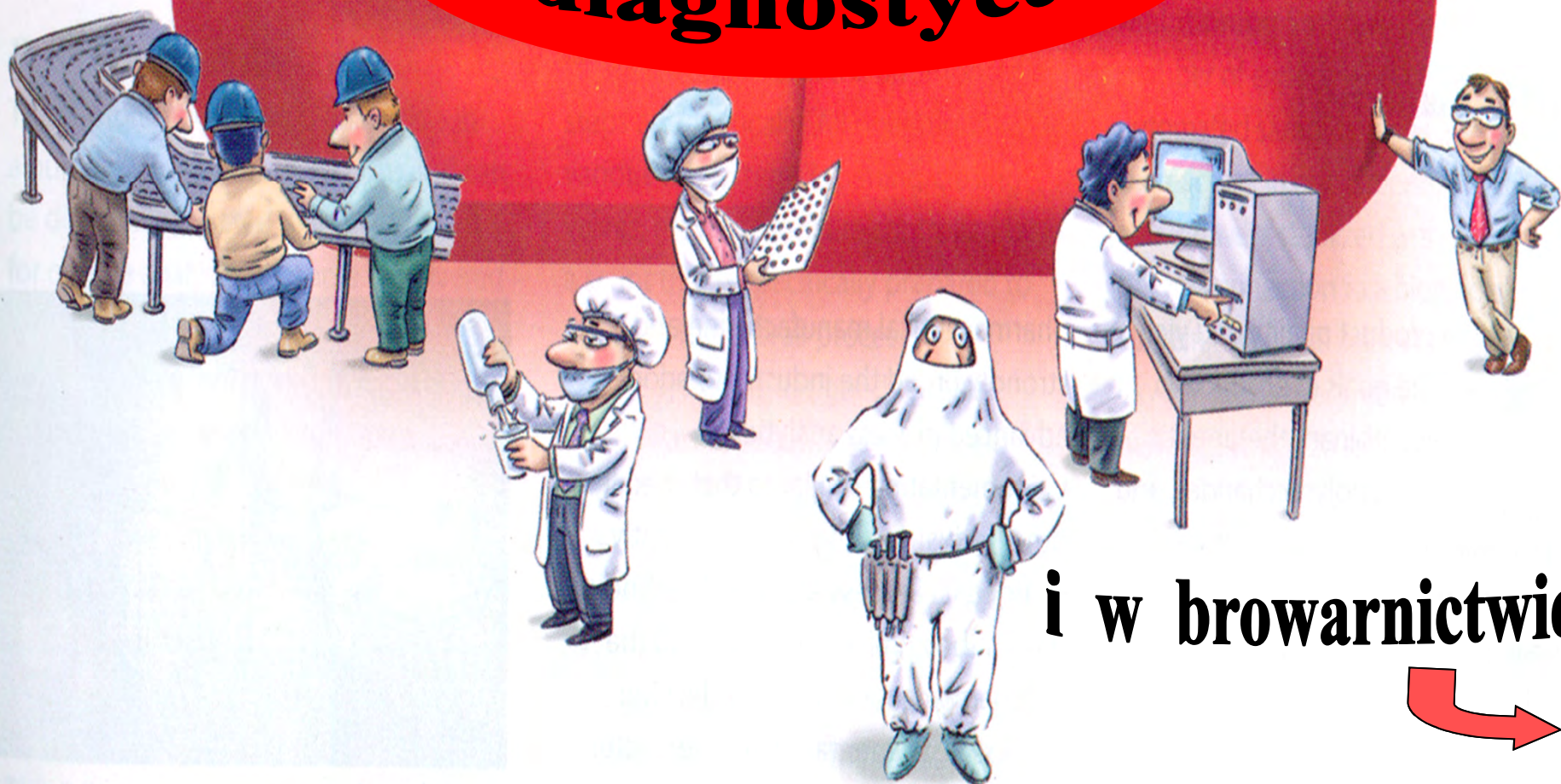
1 millimetr = 1,000 mikrometrów;
1 mikrometr = 1,000 nanometrów

Wg: "Nanotech: The Tiny Revolution" by CMP Científica (November 2001); AtomWorks.

**Nanotechnologowie zajmują się m. in.
konstrukcją sztucznych
„nanobiorobotów“
(z rodzaju *assemblers* i *replicators*)
oraz ich produkcją z wszelkimi
manipulacjami pod względem kształtu
na poziomie atomowym i molekularnym,
tj. w skali 10^{-9} m.**



Nanobioroboty w diagnostyce



i w browarnictwie

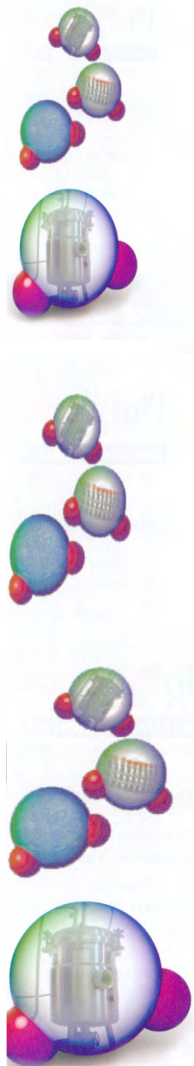
Klasyczny bioreaktor



Nanoroboty
w roli
nanobiosensorów

Drożdże jako nano-bioreaktory

Czy
choroby
przemysłowych
szczepów drożdży
mogą być
uleczalnie przez
nanobioroboty?



Nanobiorobot



Nano-bot ?

1 łyżeczka = 1bilion x 1 bilion nanomotorów



Nanobioroboty

Nanobiotechnolog

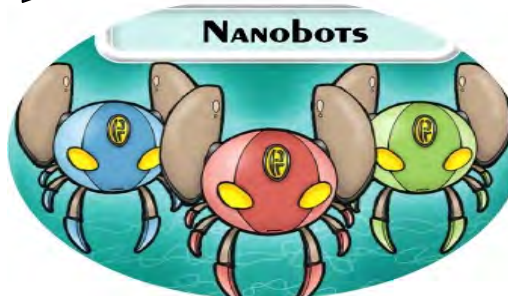
W postaci nanokapsulek?

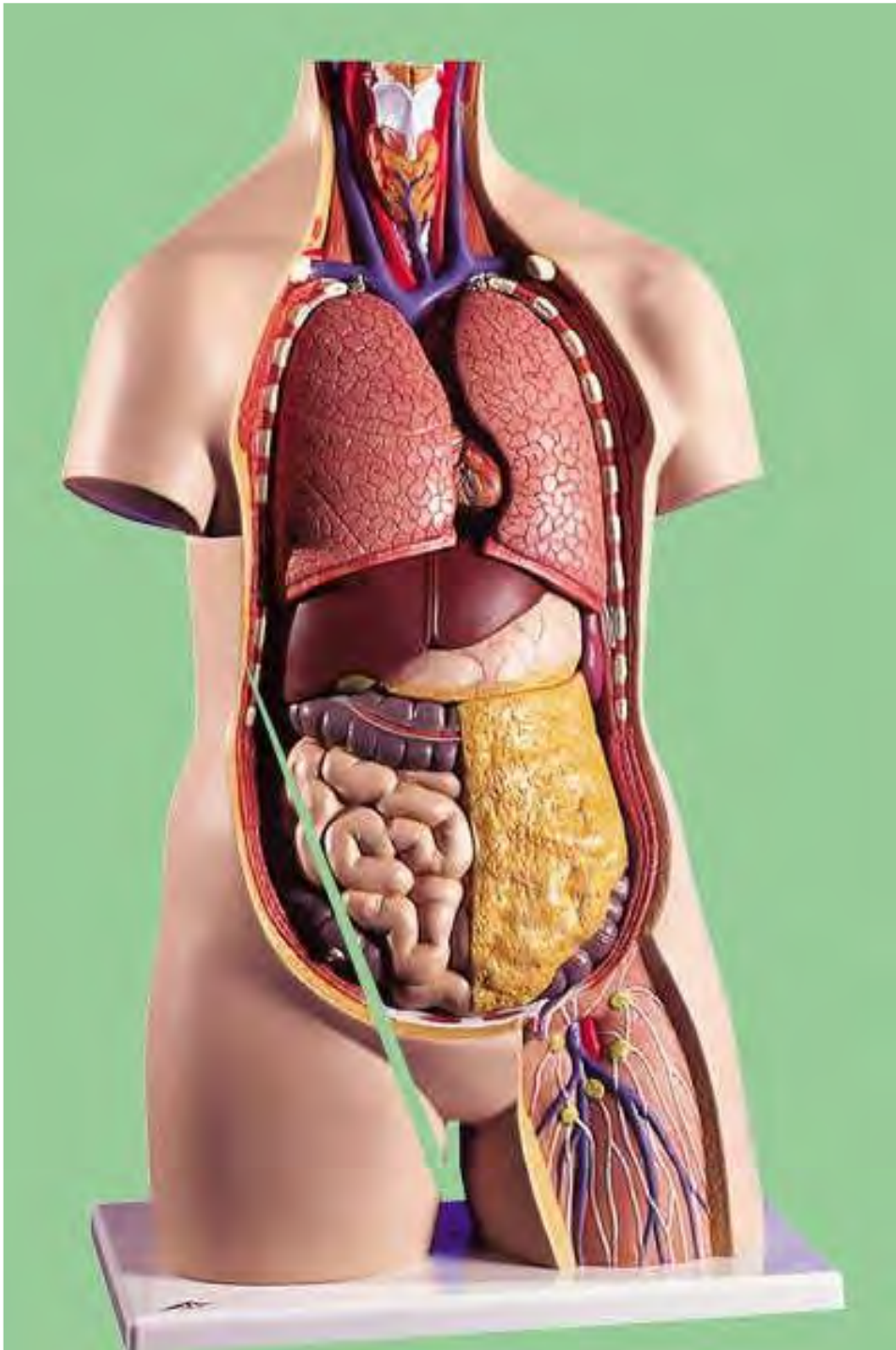
Nanoboty

Definicja nonobiorobotu

Nanobioroboty są to zaprogramowane przez naturę lub sztucznie zmanipulowane struktury / kompozycje o wielkości 1-100 nm, działające samodzielnie lub współdziałające z większymi komponentami komórki.

A może bakterie?



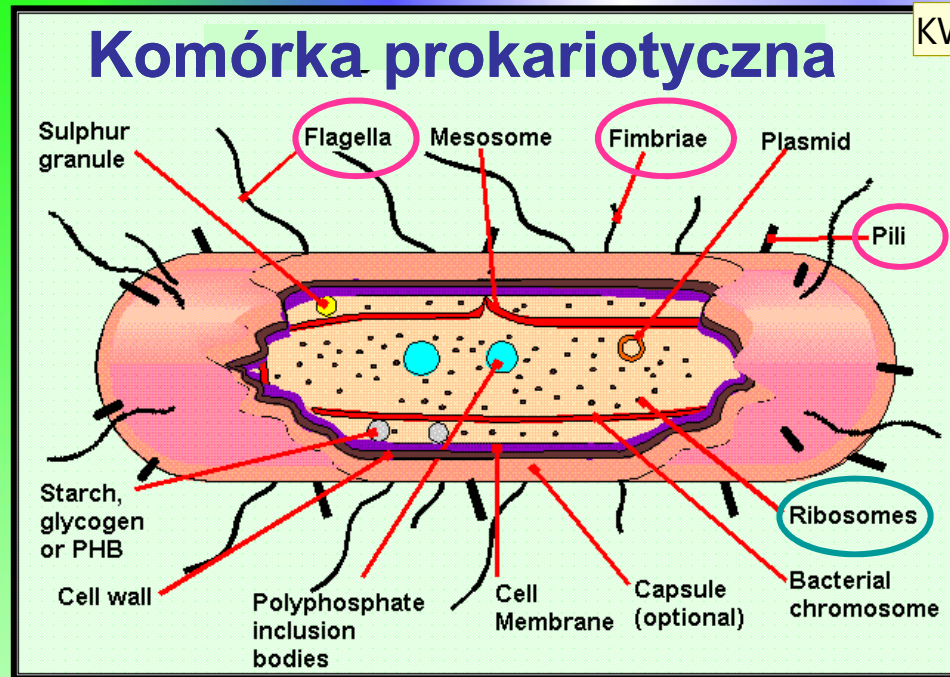


- Większość funkcji w naszym organizmie odbywa się na poziomie nano-skali
- Nasz organizm funkcjonuje dzięki współdziałaniu 10 000 wewnętrznych nano-maszyn, np. enzymów

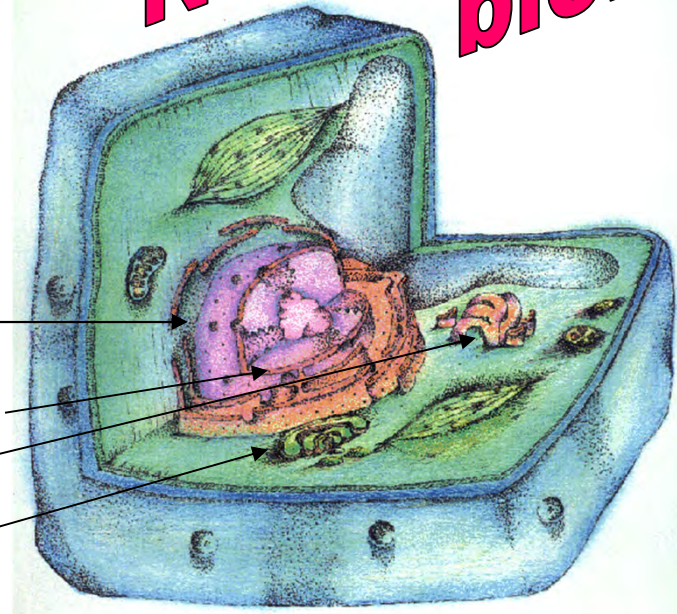
Nanobioroboty naturalne

- Podział z uwagi na ich strukturę:
 - nanoroboty linearne, jak miozyna,
 - nanoroboty rotacyjne, np. syntaza ATP;
- Podział z uwagi na funkcje komórkowe:
 - nanoroboty replikacyjne, jak polimerazy,
 - nanoroboty nośnikowe, np. rybosomy

Molekularne nanobiomotory w komórce



Naturalne bioboty



Jądro

Retikulum endoplazmatyczne

Aparat Golgiego

Mitochondria

Komórka eukariotyczna

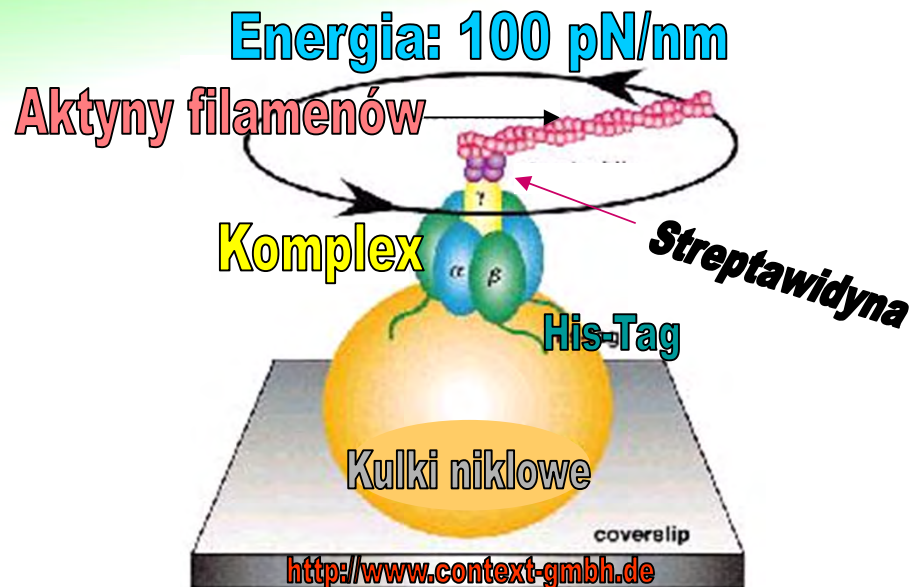
Folie 18

KW1 Klaus Wifling; 25.01.2006

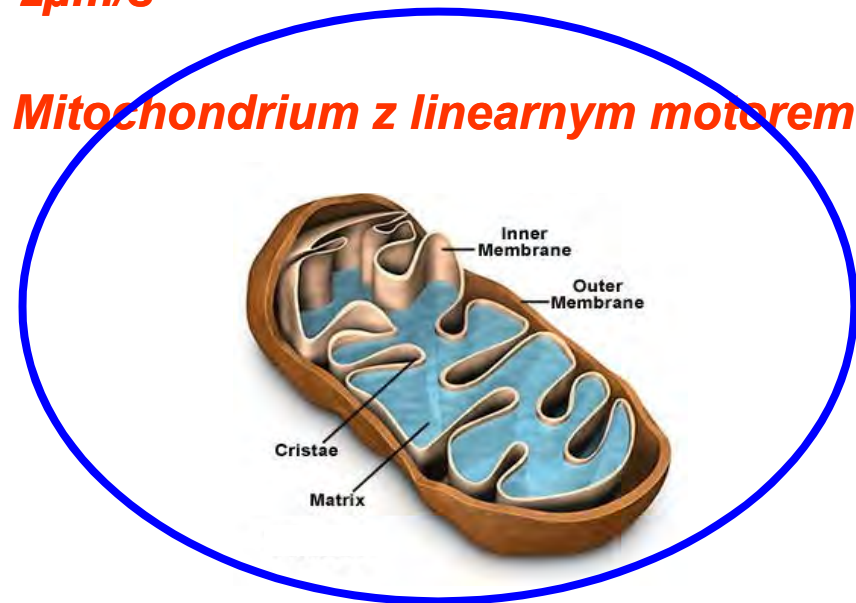
KW2 Klaus Wifling; 25.01.2006

Molekularne strukturalne nanobiomotory w komórce eukariotycznej

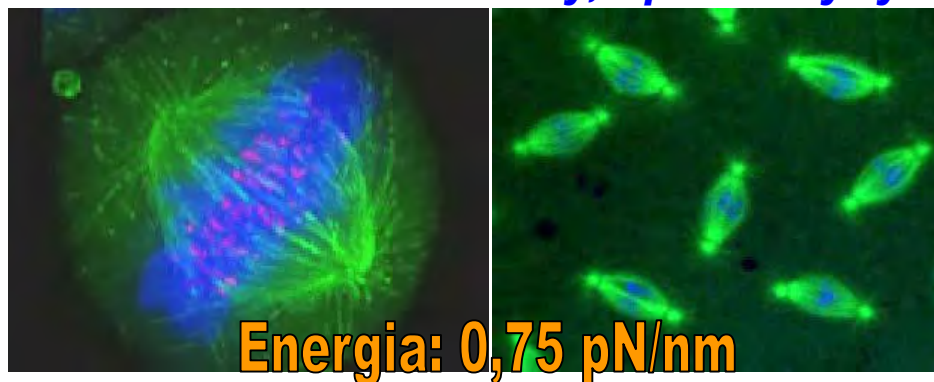
Rotacyjny motor ATP – syntazy, prędkość 1-2 μ m/s



Mitochondrium z linearnym motorem

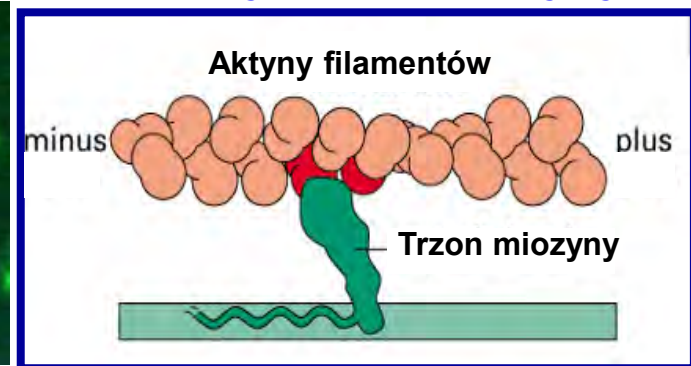


Mitoza: linearne motory, np. kinezy

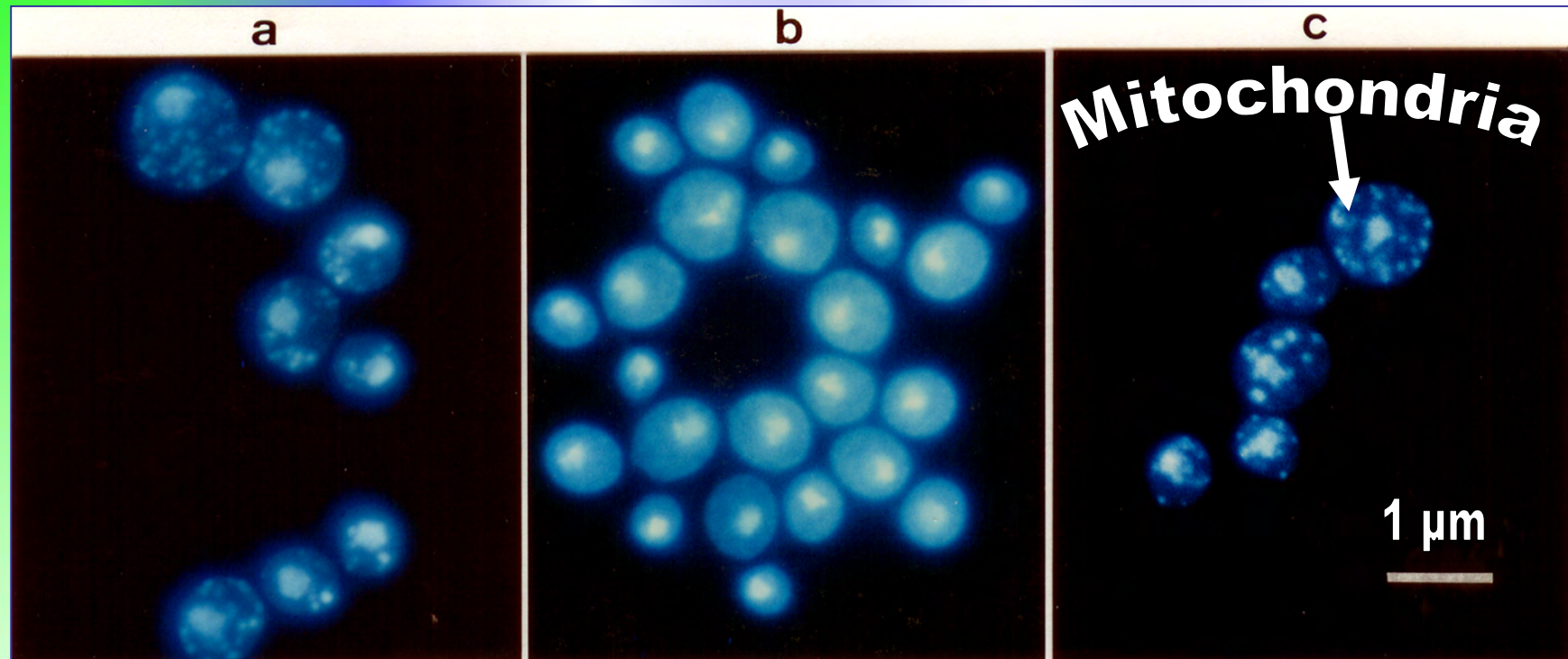


Energia: 0,75 pN/nm

Linearny motor miozyny



Naturalne nanoboty, np. w drożdżach górnej i dolnej fermentacji



a – drożdże górnej fermentacji, b – drożdże z mutacją oddechową,
c – drożdże dolnej fermentacji

Molekularne strukturalne nanobiomotory w komórce eukariotycznej

Rotacyjny motor ATP – syntazy, prędkość 1-2 $\mu\text{m/s}$

Energia: 100 pN/nm

Aktyny filamenów

Komplex

Streptawidyna

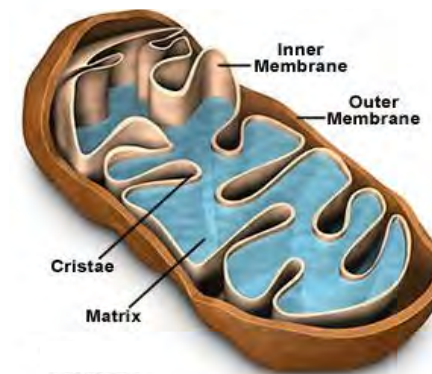
His-Tag

Kulki niklowe

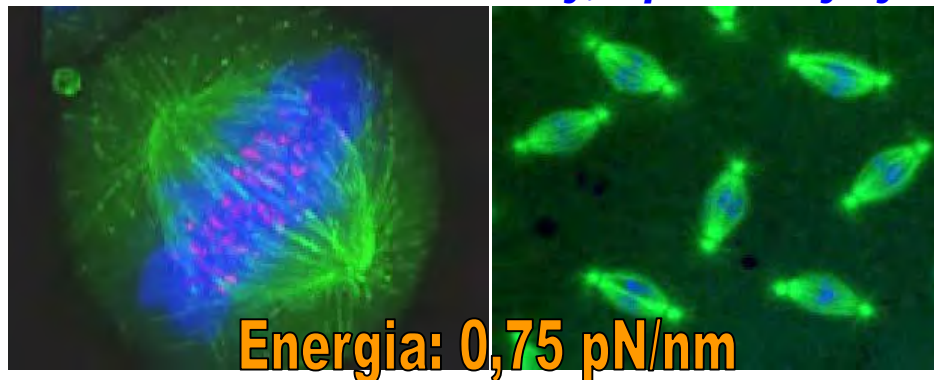
coverslip

<http://www.context-gmbh.de>

Mitochondrium z linearnym motorem

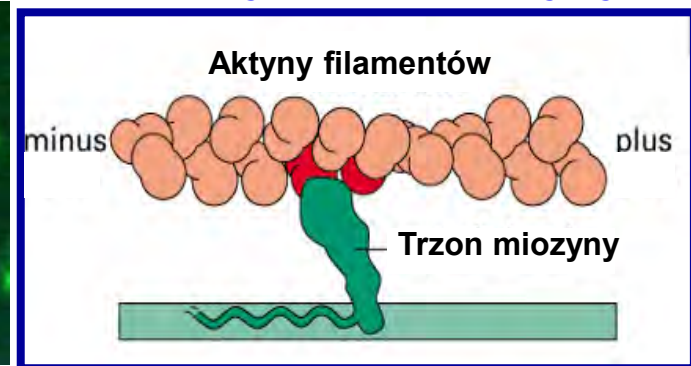


Mitoza: linearne motory, np. kinezy



Energia: 0,75 pN/nm

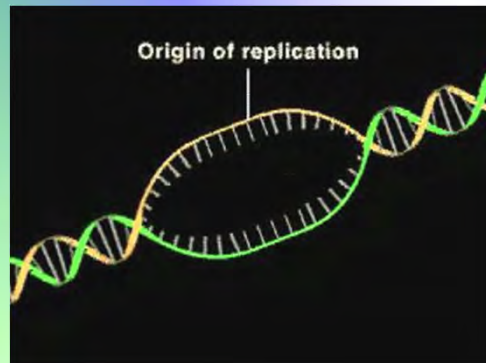
Linearny motor miozyny



Nanobioroboty naturalne

- Podział z uwagi na strukturę:
 - nanoroboty linearne, jak miozyna,
 - n-boty rotacyjne, np. syntaza;
- Podział z uwagi na funkcje komórkowe:
 - nanoroboty replikacyjne, np. polimerazy,
 - n-bioroboty nośnikowe, np. rybosomy

DNA-nanobiomotor w komórce: replikacja (nano-motor lineany)

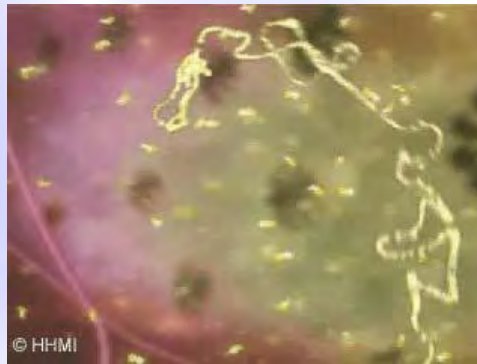


DNA helikaza:
Motor, który rozdziela
podwójną nić DNA



DNA polymeraza:
Motor, który kopiuje
każdą nić DNA

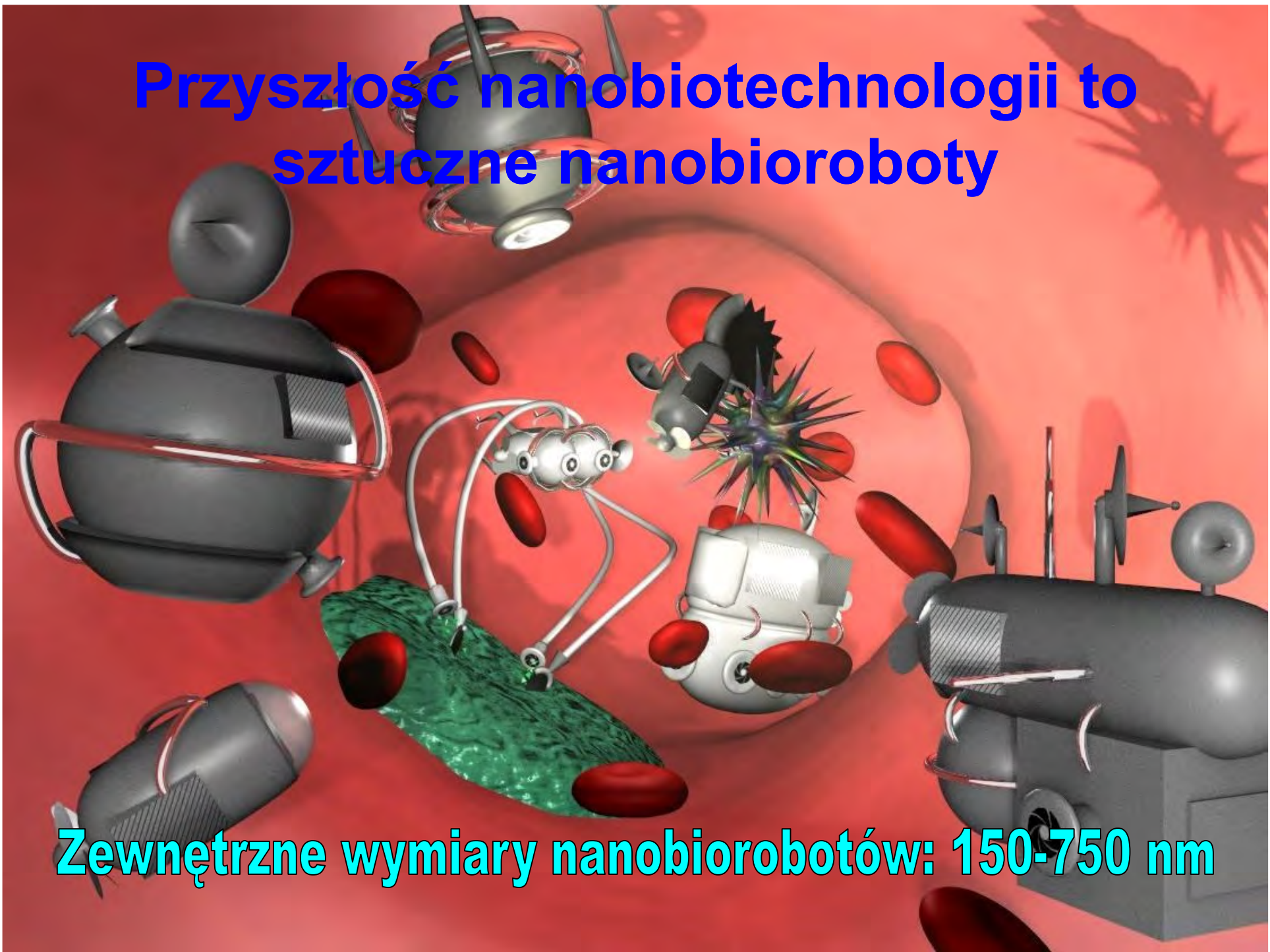
RNA-nanobiomotor w komórce: translacja (nano-motor liniarny)



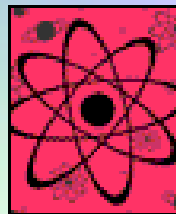
Odczytywanie kodu genetycznego, zawartego w mRNA, na rybosomach w kierunku dalszej syntezy białek o określonej sekwencji aminokwasów

Przyszłość nanobiotechnologii to sztuczne nanobioroboty

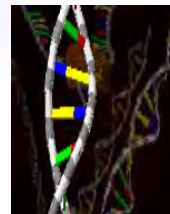
Zewnętrzne wymiary nanobiorobotów: 150-750 nm



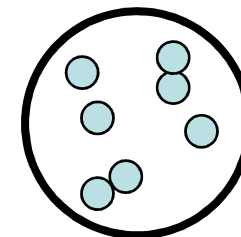
- Sztuczne nanoboty są hybrydową kombinacją części biologicznej i nieorganicznej;
- Ich innowacyjne rozwiązania techniczne umożliwiają kontrolę oraz regulację procesów biologicznych, konstrukcję nowych elementów „atom-po-atomie“, aż do cząsteczek i komórek.



Atomy
<1 nm



DNA
~2.5 nm

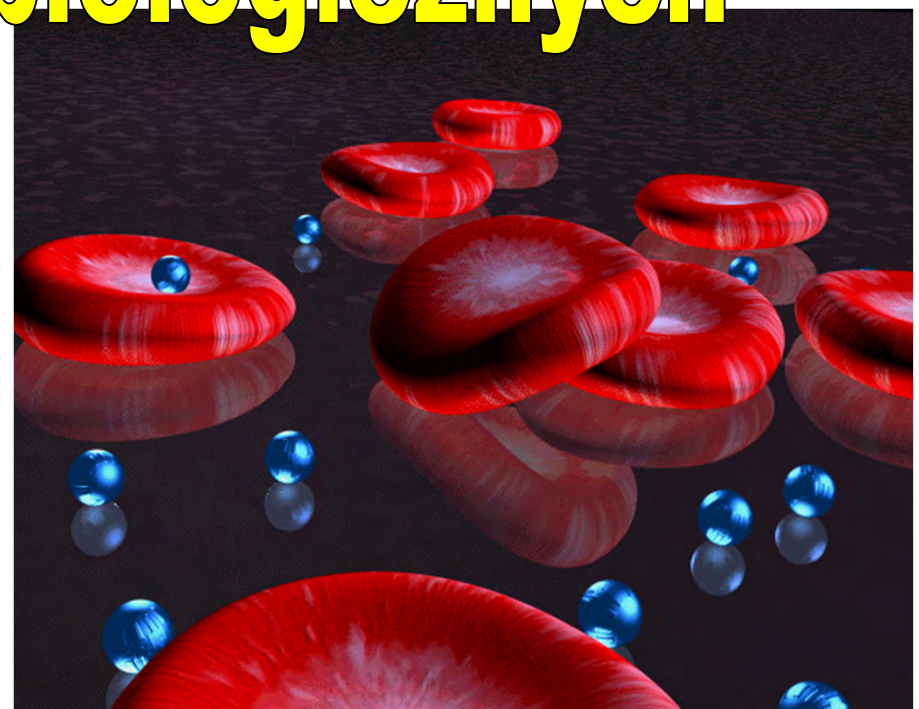
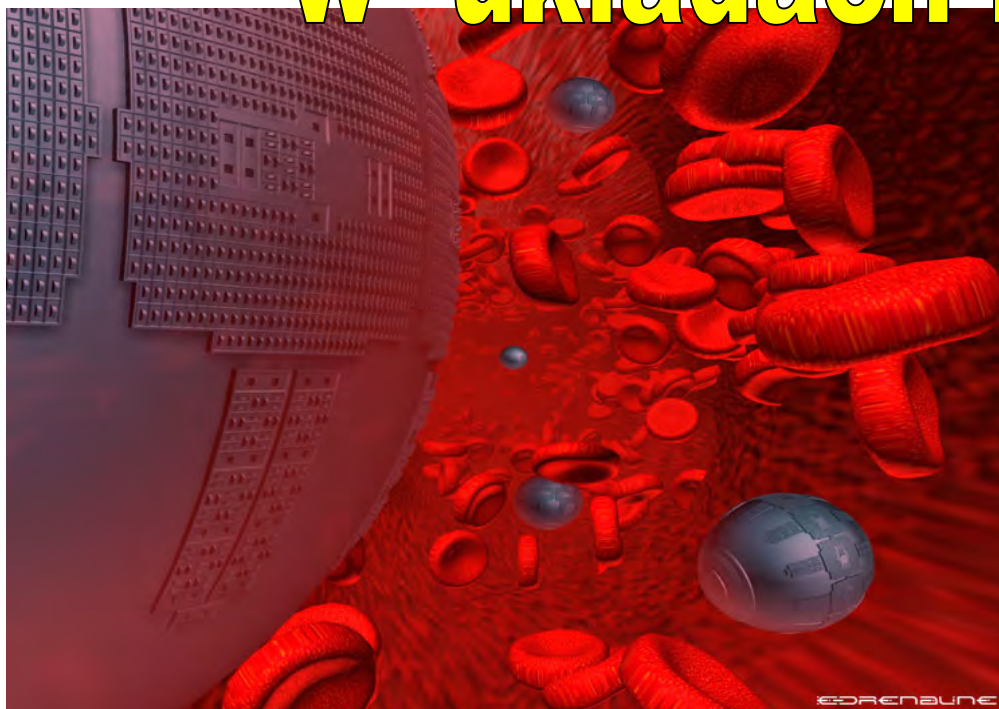


Komórki
tysiące nm

- Budowy w.w. nanostruktur dokonuje się m.in. w specjalistycznych atomowych mikroskopach (AFM).

Nanobioroboty

w układach biologicznych



Nanobioroboty



- jako regulatory fermentacji
- transportery w płynach fizjologicznych (np. respirocyty)

Nanobioroboty



pochłaniające bakterie

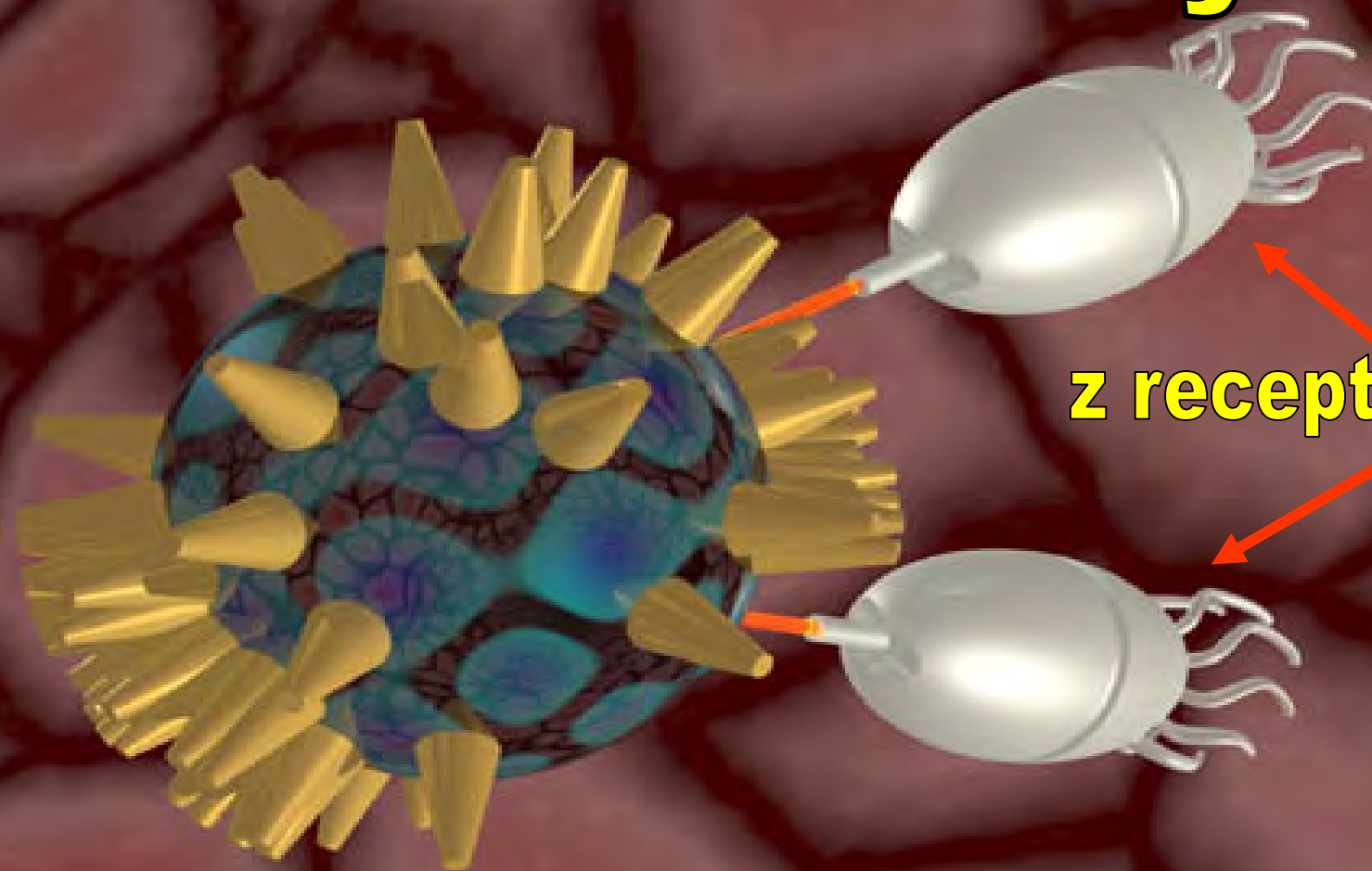
2006, Author: Svidinenko Yuriy
Nanotechnology News Network

Nanobioroboty



jako nanosensory we wnętrzu komórek

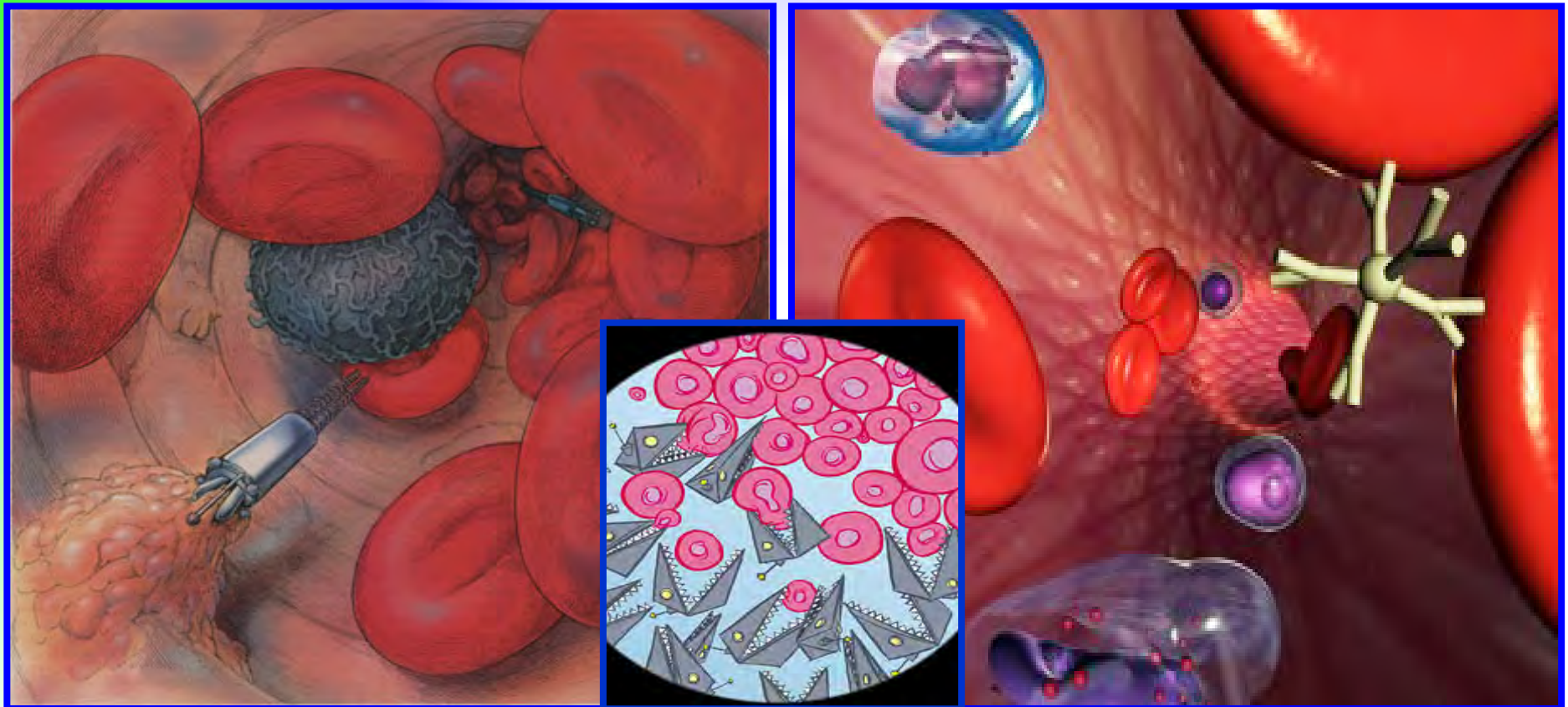
Nanobioroboty



z receptorami

jako "smart drugs" w komórkach

Nanobioroboty wewnątrz naczyń krwionośnych



jako bakteriobójcze „smart drugs“

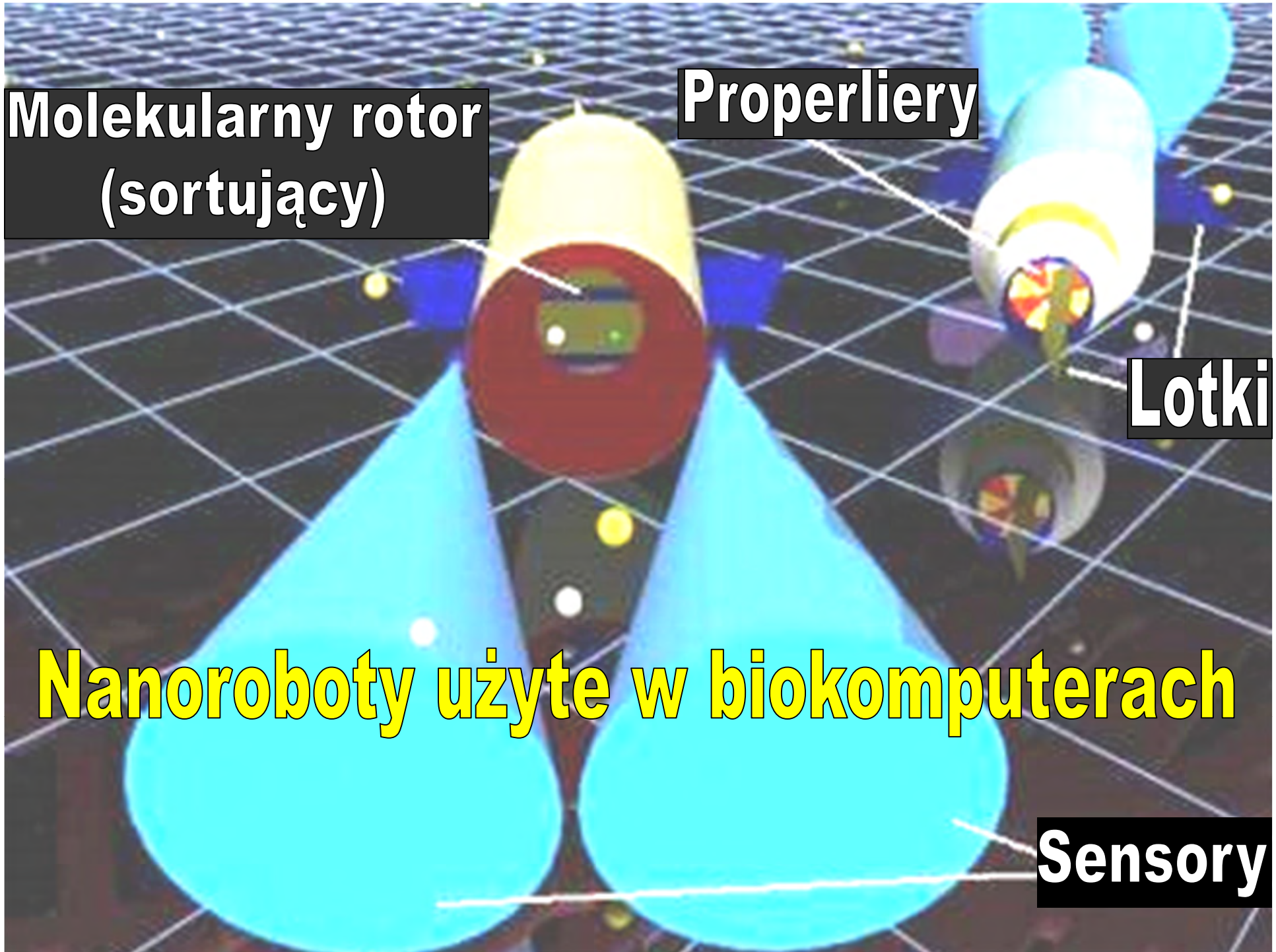
**Molekularny rotor
(sortujący)**

Properliery

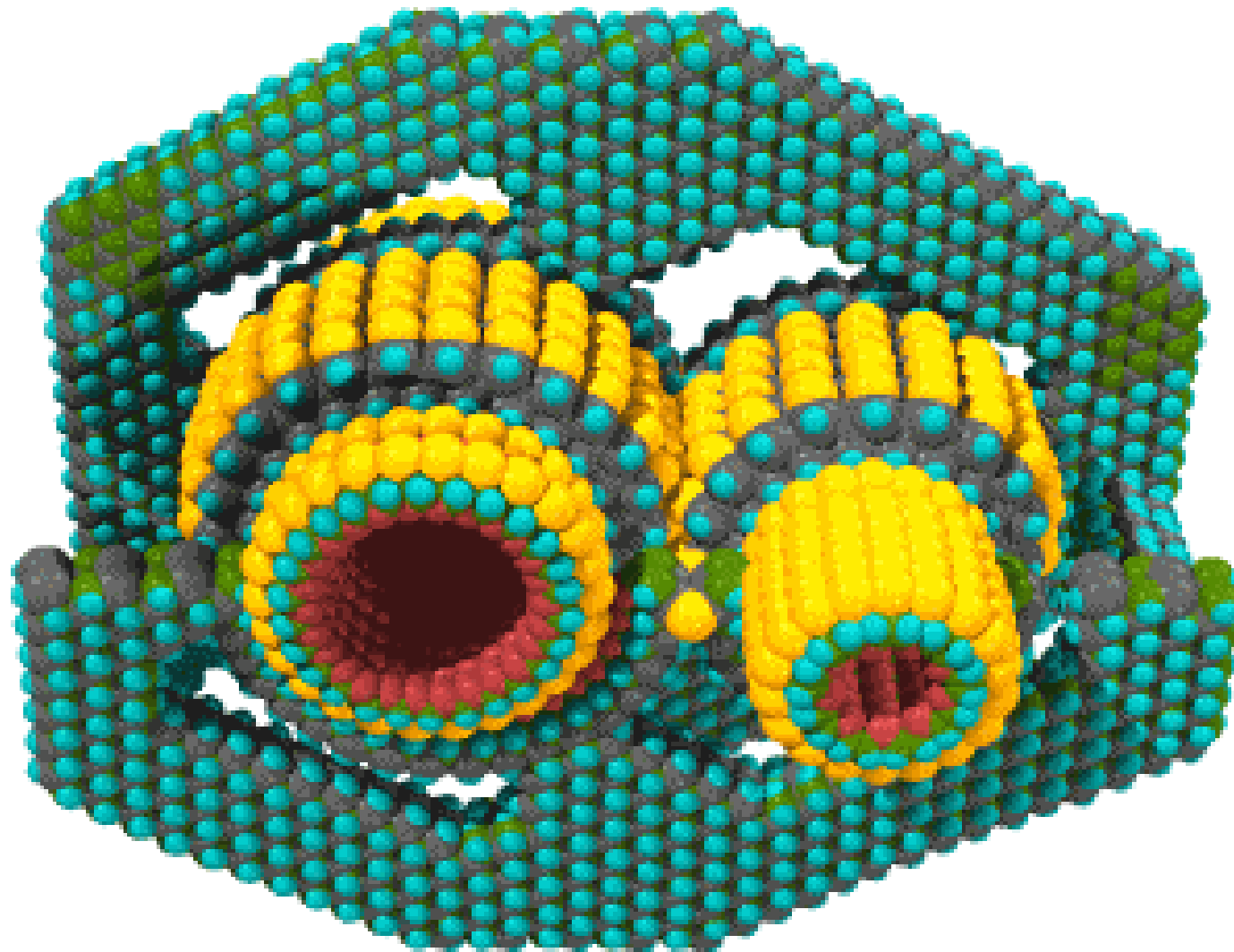
Lotki

Nanoroboty użyte w biokomputerach

Sensory

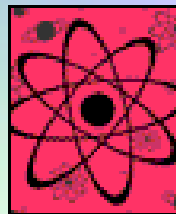


Animacja komputerowa nanobiorobotu

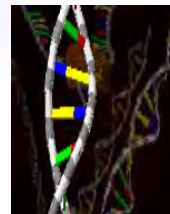


Wymiar nanobiorobotu: 150-750 nm

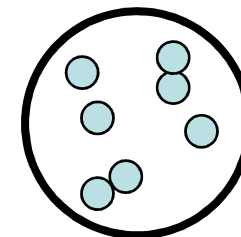
- Sztuczne nanoboty są hybrydową kombinacją części biologicznej i nieorganicznej;
 - Jako innowacyjne rozwiązania techniczne umożliwiają kontrolę oraz regulację procesów biologicznych, konstrukcję nowych elementów „atom-po-atomie“, aż do cząsteczek i komórek.



Atomy
<1 nm

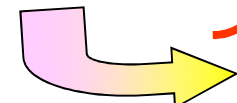


DNA
~2.5 nm

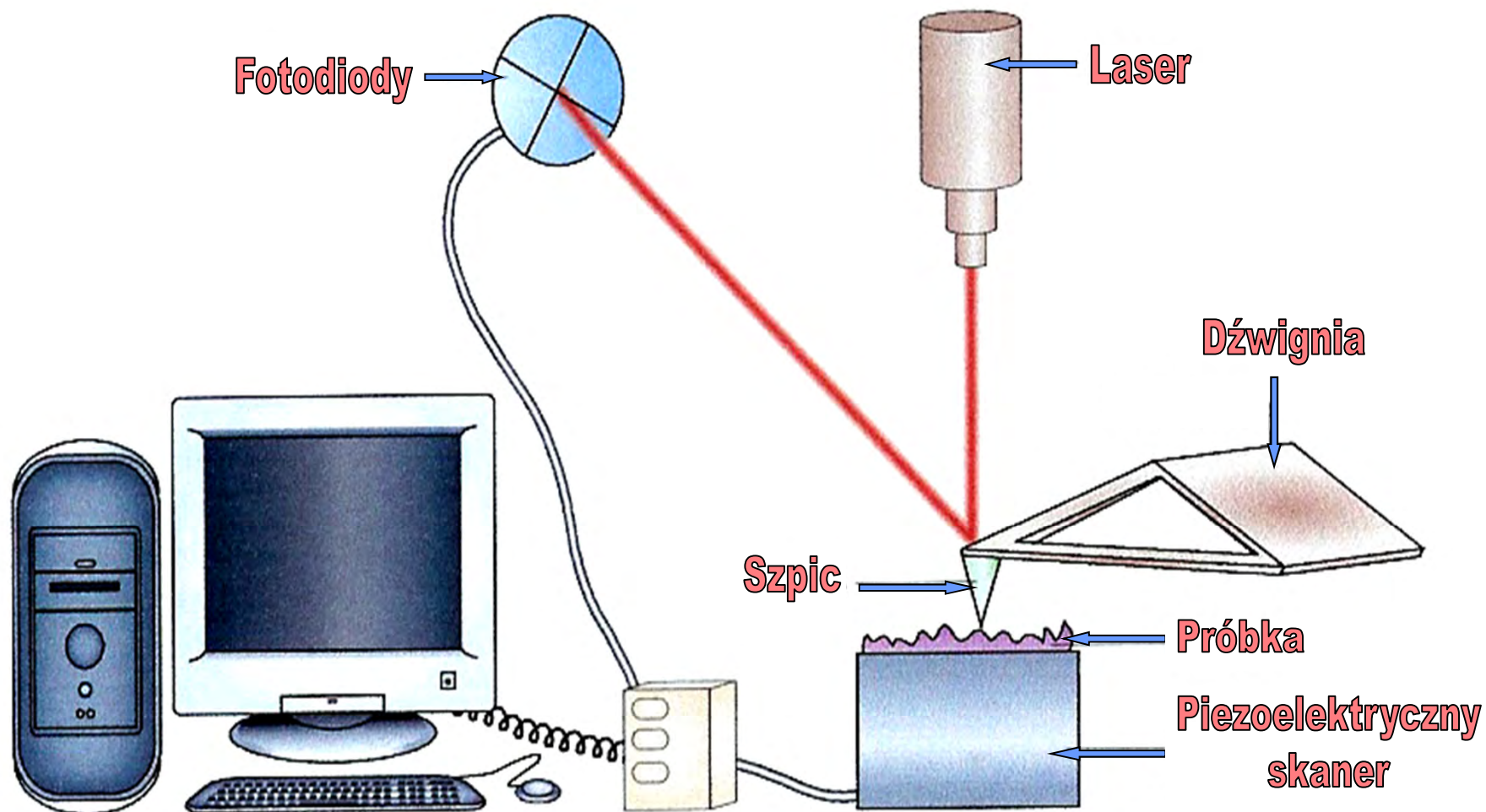


Komórki
tysiące nm

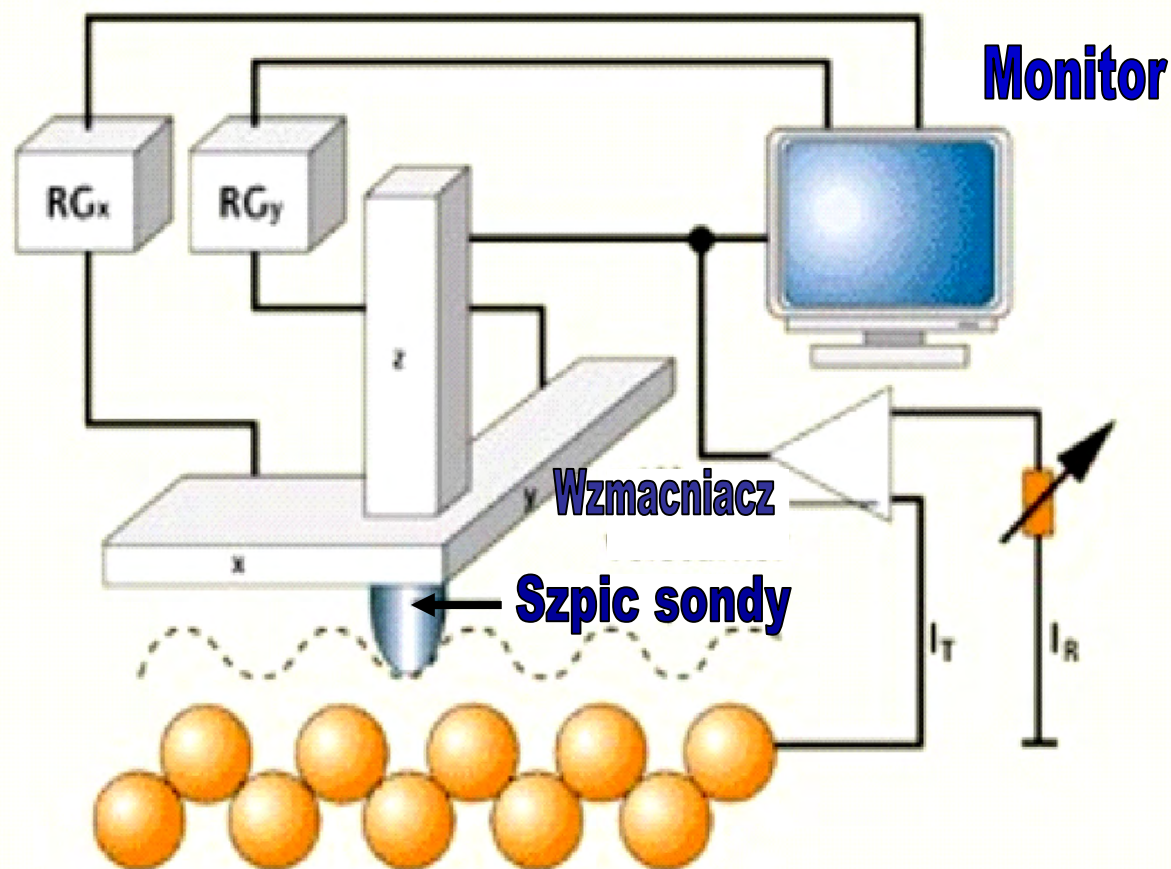
- Budowy w.w. nanostruktur dokonuje się m.in. w specjalistycznych atomowych mikroskopach (AFM).



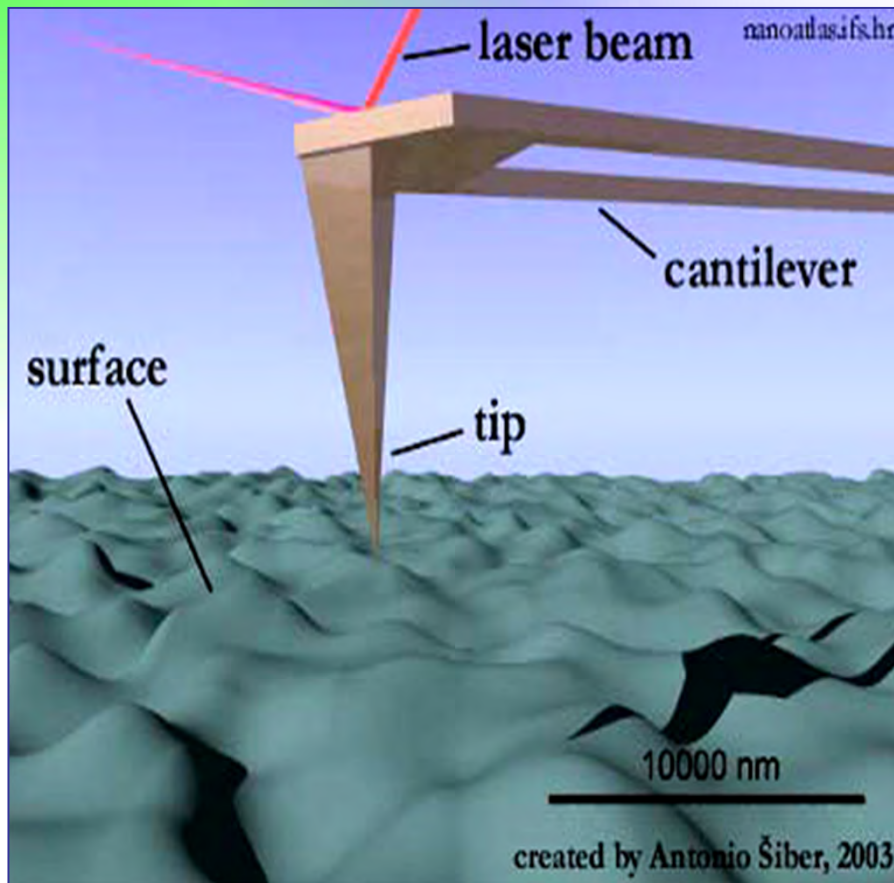
AFM, Atom Force Microscopy mikroskop atomowy



Mikroskop atomowy, tunelowy



AFM, atomowy mikroskop: nanorobot obróbki materiałów



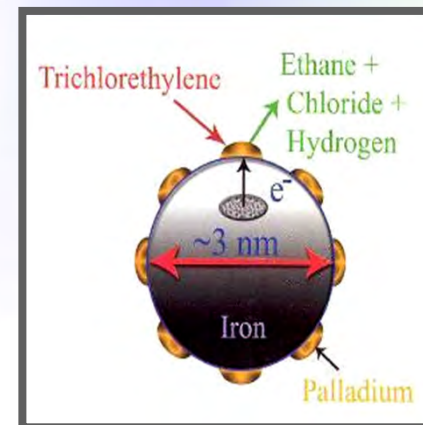
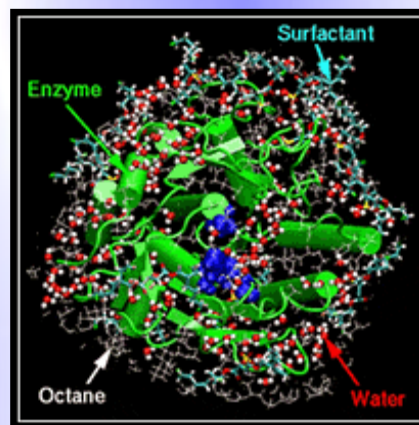
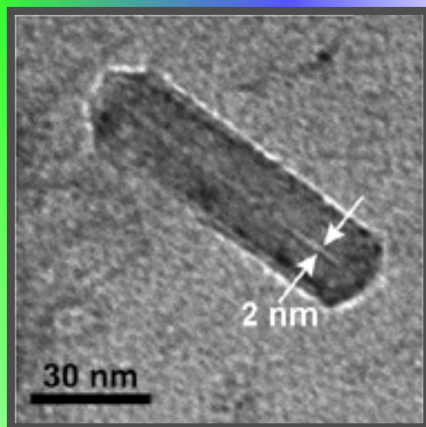
nacisk/gniecenie

ścinanie

wgłębienia

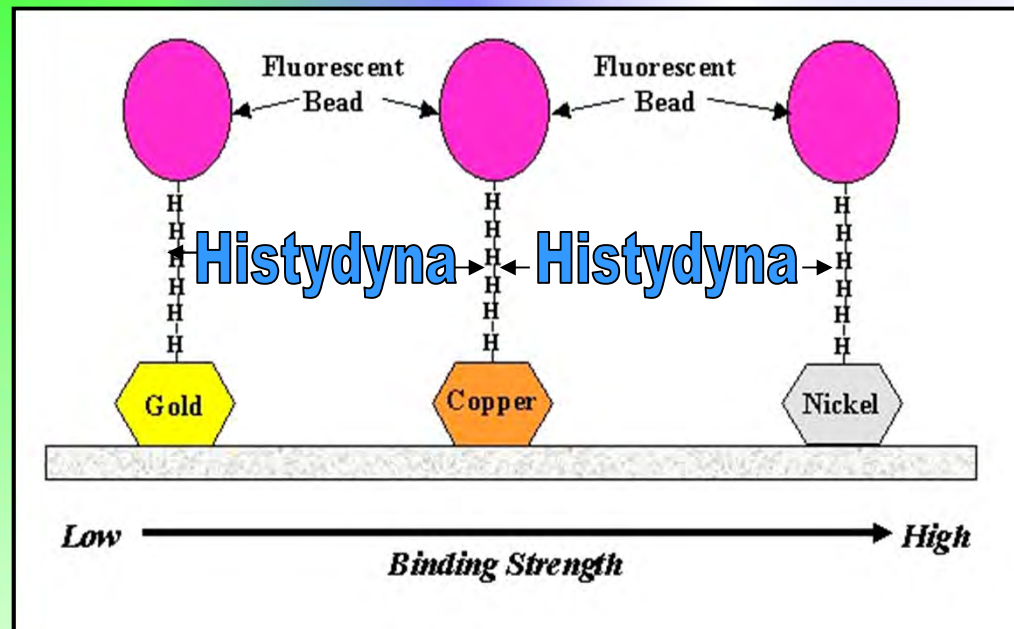
planowa litografia

Nanokompozycje materiałowe

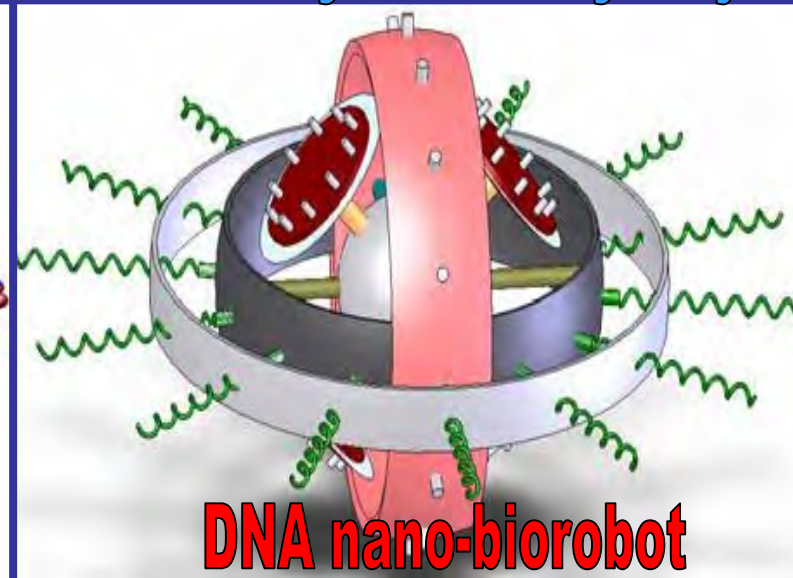
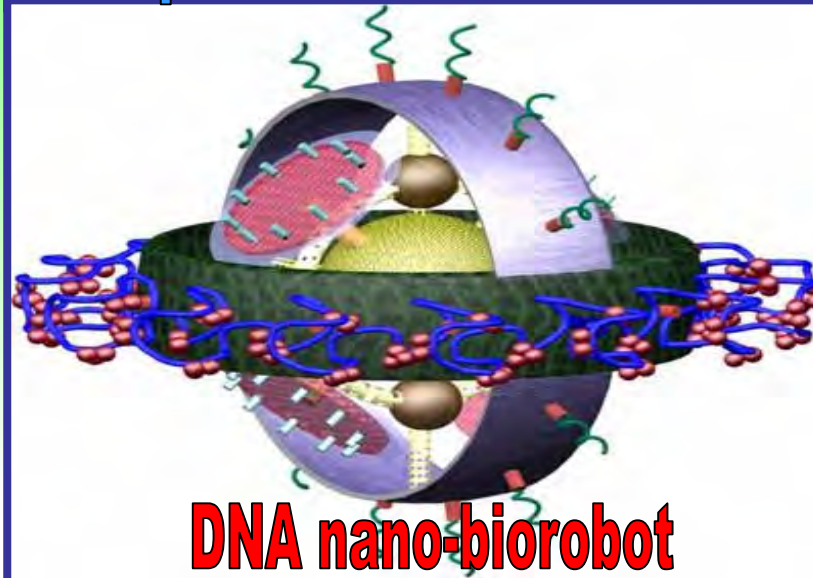
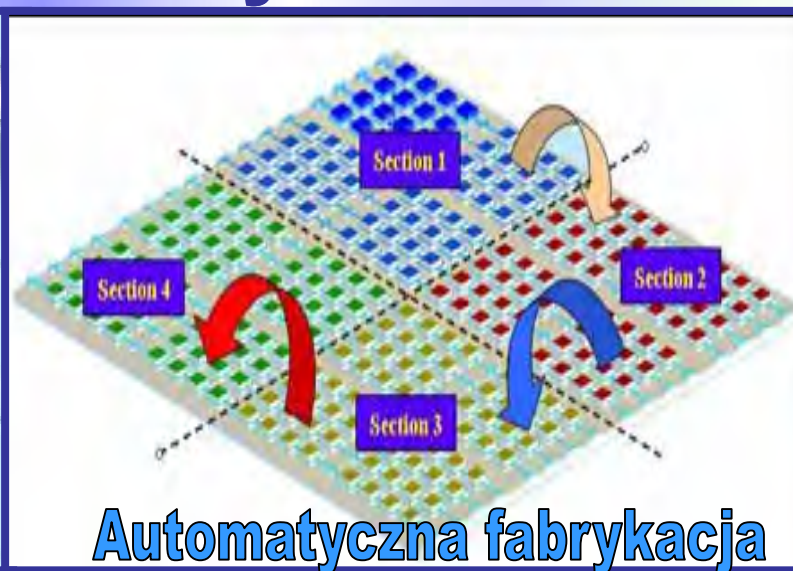
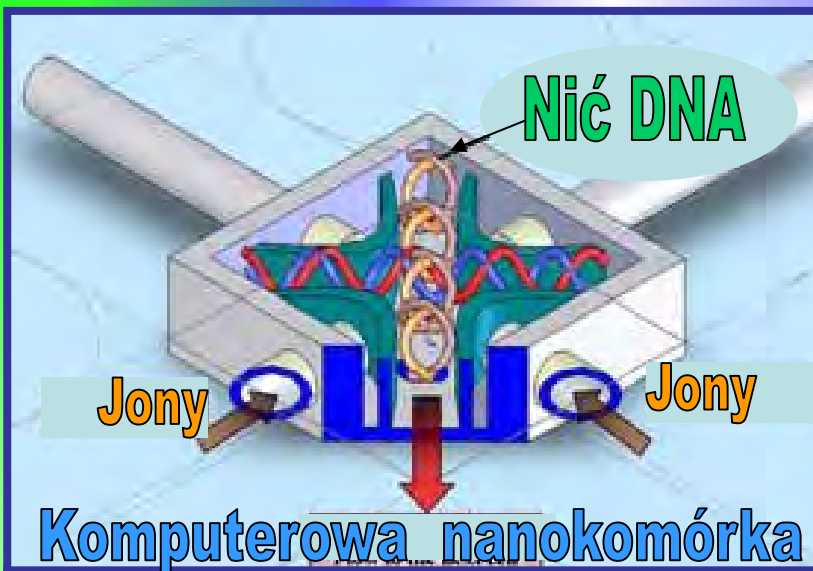


Mieszanina organicznych i nieorganicznych nanomateriałów

Powinowactwo metali do białek poprzez histydynę



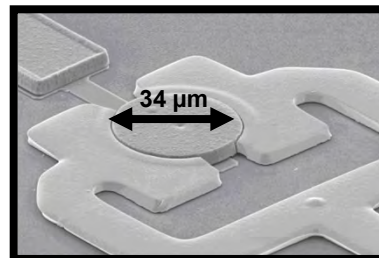
Idea budowy nanobiorobotów i ich kształty



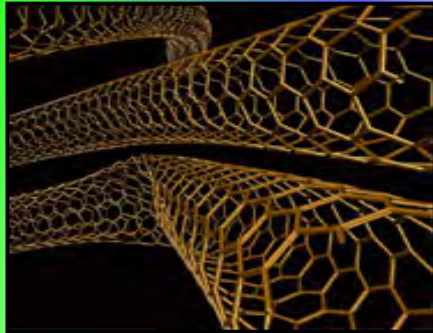
Budowa sztucznych nanobiorobotów

Do budowy różnego rodzaju nanobotów oraz
Nano-Elektro-Mechanicznych-Systemów (NEMS)
stosuje się obecnie
materiały nowej generacji,
najczęściej ukształtowane, np. w nano-włókna,
nano-cylindry, nano-pierścienie,
czy w nano-rurki / druciki węglowe.

U. Mich., poly, $f=156$ MHz, $Q=9,400$

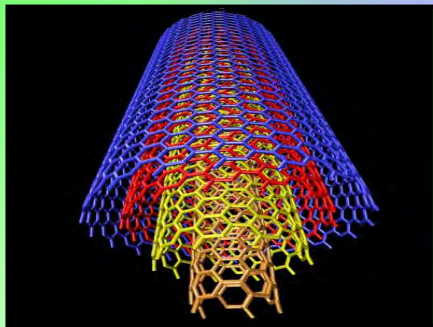


Struktury włókien węglowych (typy):



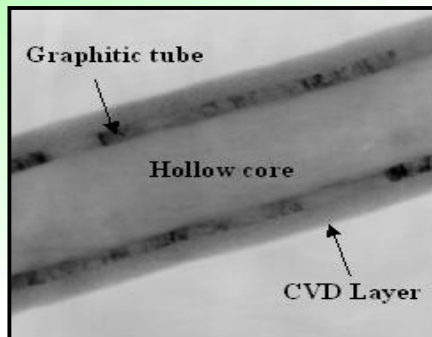
Jednościenne nanocylindry węglowe

- minimalna średnica 0.4 nm
- przeciętna średnica 1.2 nm
- zmienna długość
- elastyczne



Wielościenne nanocylindry węglowe

- wiele koncentrycznych cylindrów (odl. warstw 0.34 - 0.36nm)
- przeciętna średnica 20 nm
- zmienna długość
- zmienna budowa

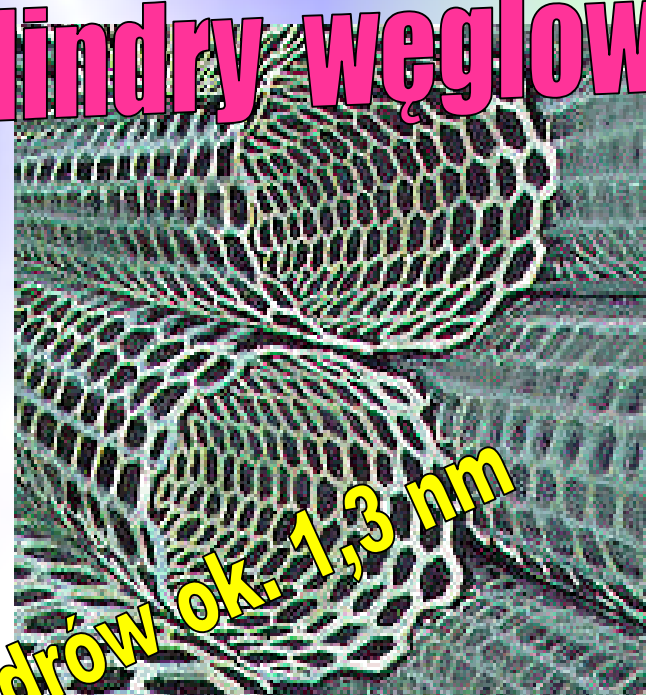
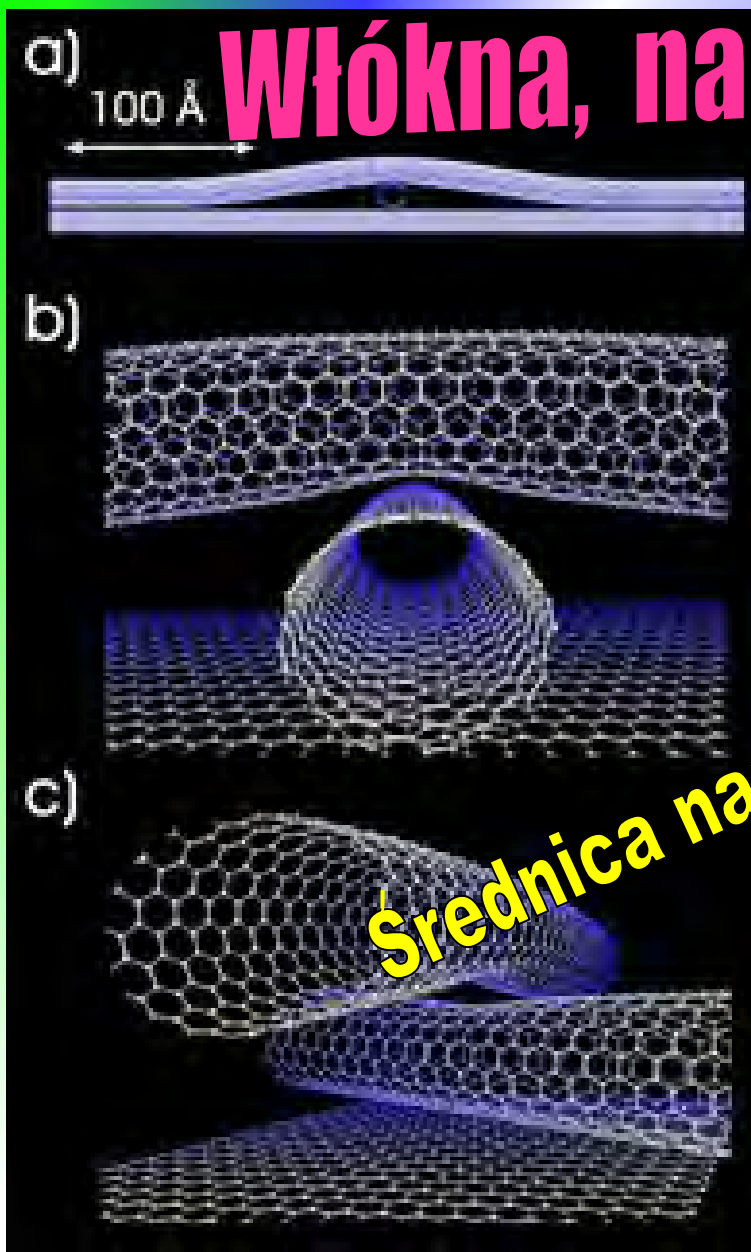


Nanowłókna

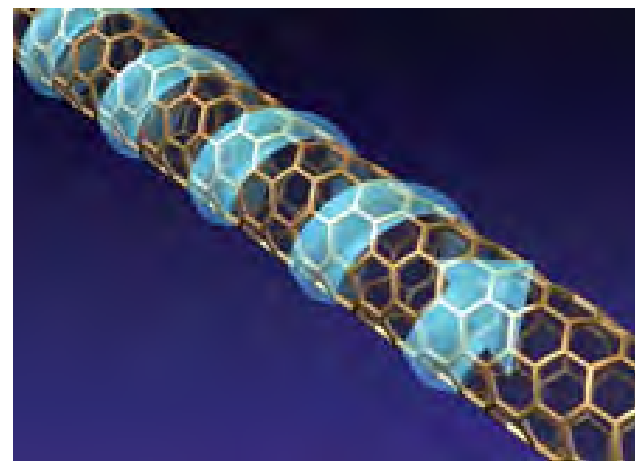
- kombinacja grafitu i amorficznego węgla
- przeciętna średnica 100 nm
- zmienna długość
- zmienna morfologia (wewnątrz puste lub pełne)



Włókna, nanocylindry węglowe



Średnica nanocylindrów ok. 1,3 nm



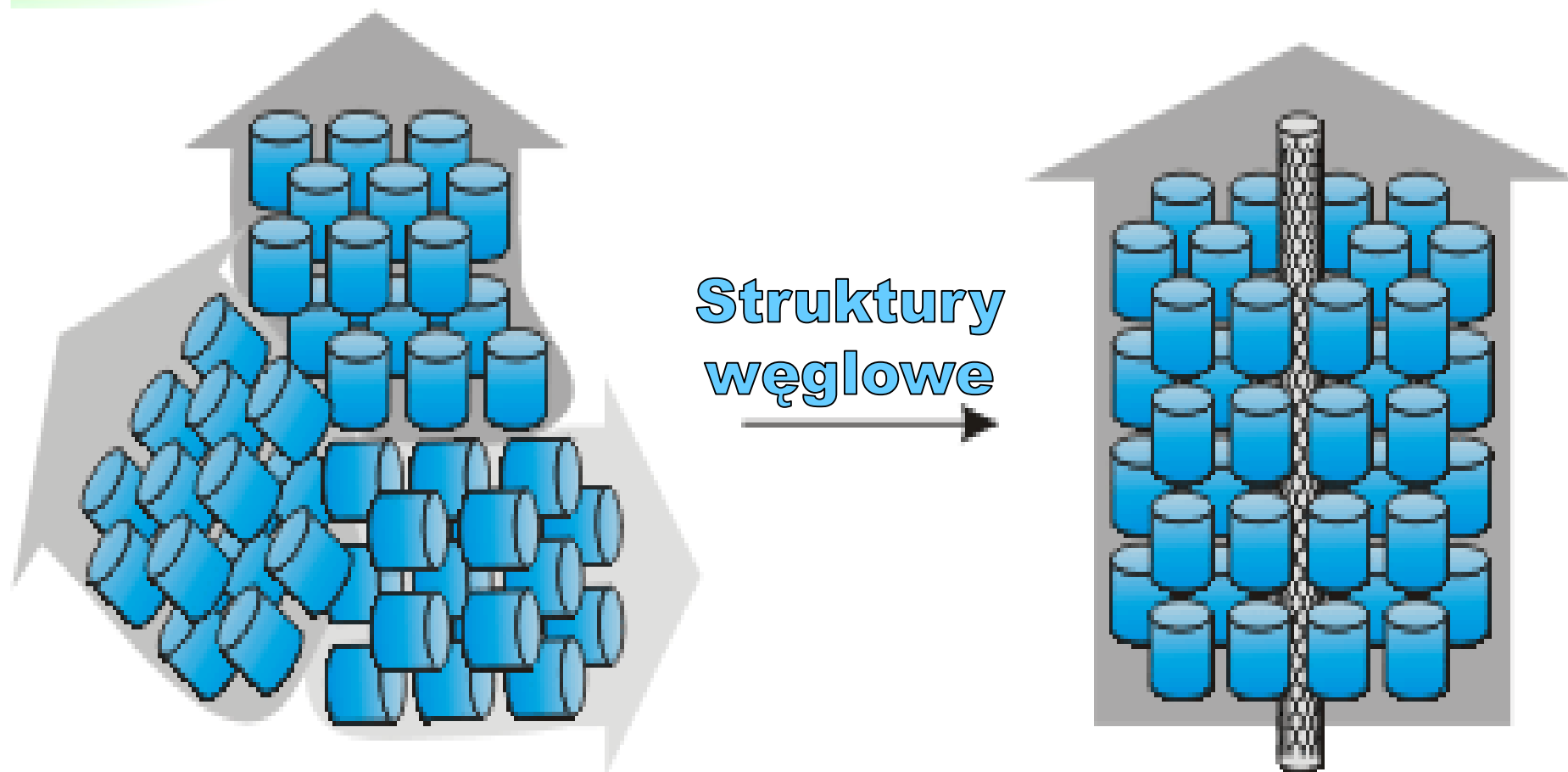
Struktury sztucznych nanobiorobotów

**Konstrukcja nanobotów i NEMS bazuje
na trzech głównych rozwiązaniach
technicznych z zakresu nanotechnologii,
tj. na tworzeniu:**

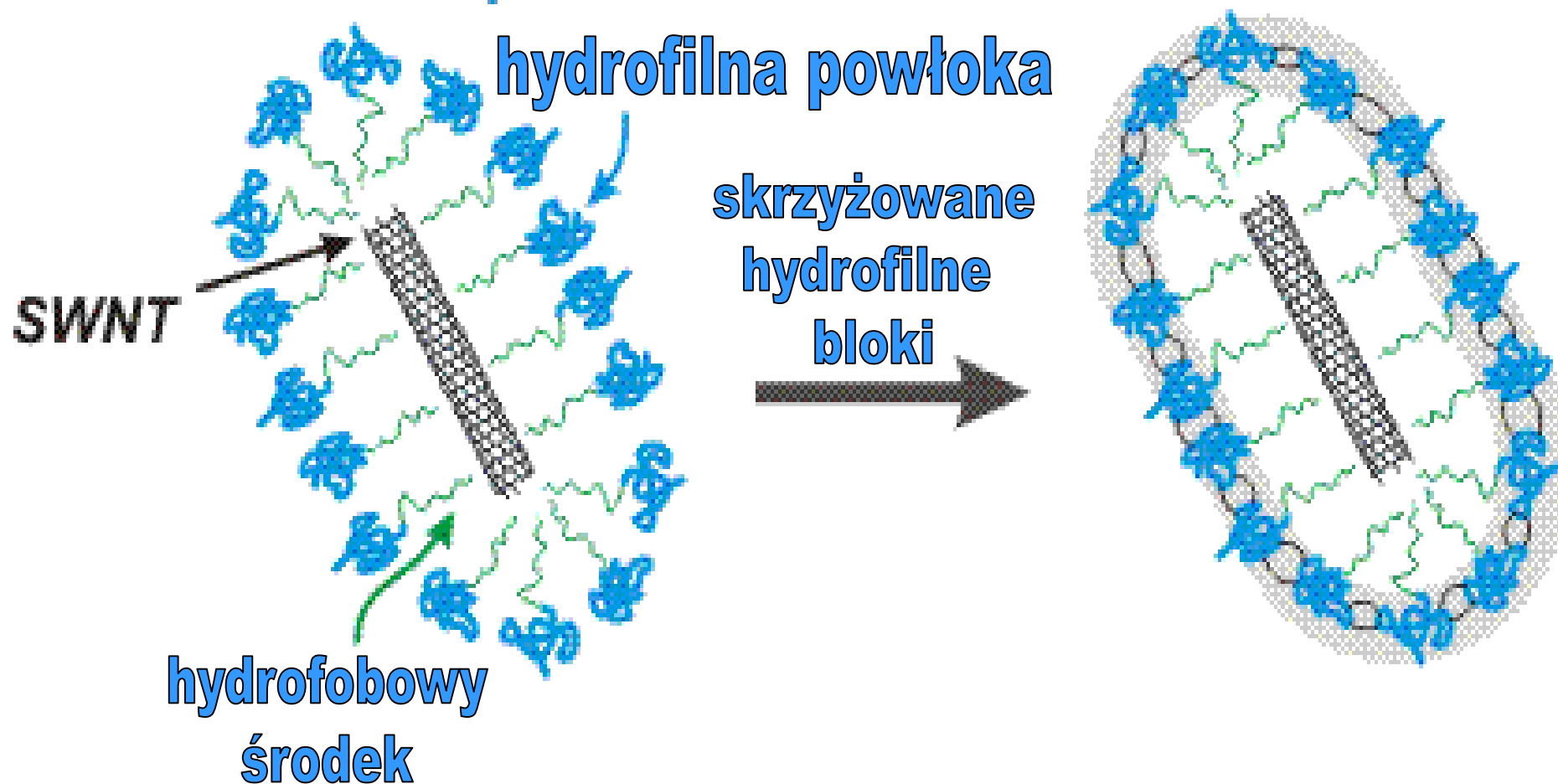
- 1. nano-cylindrów (*nanotubes*),**
- 2. nano-kanalów (*nanochannels*),**
- 3. bio-aktywnych lub porowatych
powierzchni o grubości w nm**



Nano-cylindry węglowe



Hydrofilne powłoki na włóknach węglowych



SWNT – *Single-Walled carbon Nanotubes*

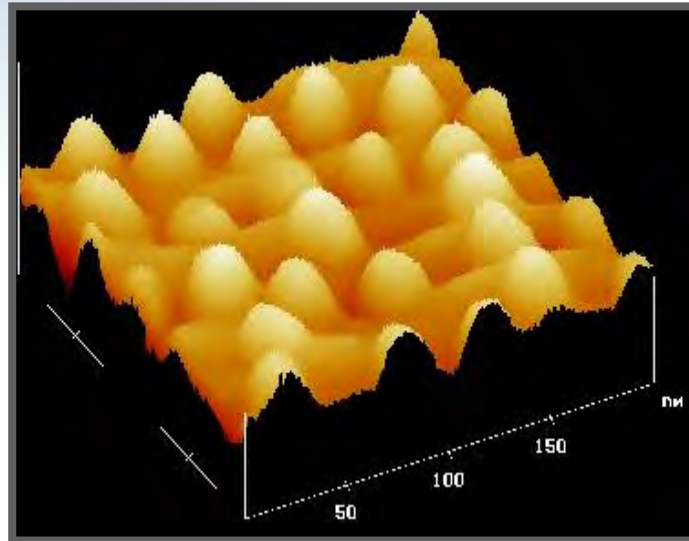
Technika otrzymywania nanomateriałów

- Wiedza nanotechnologiczna skupia w sobie dwie fundamentalne techniki, zwane „top-down” i „bottom-up”.
- Technika „top-down” odnosi się do nanostruktur otrzymanych na drodze kształtowania mechanicznego, np. w wyniku tzw. rytowania.
- Technika „bottom-up” odnosi się do budowania organicznych i nieorganicznych struktur „atom-po-atomie” (*atom-by-atom*) lub „cząsteczka-po-cząsteczce” (*molecule-by-molecule*).

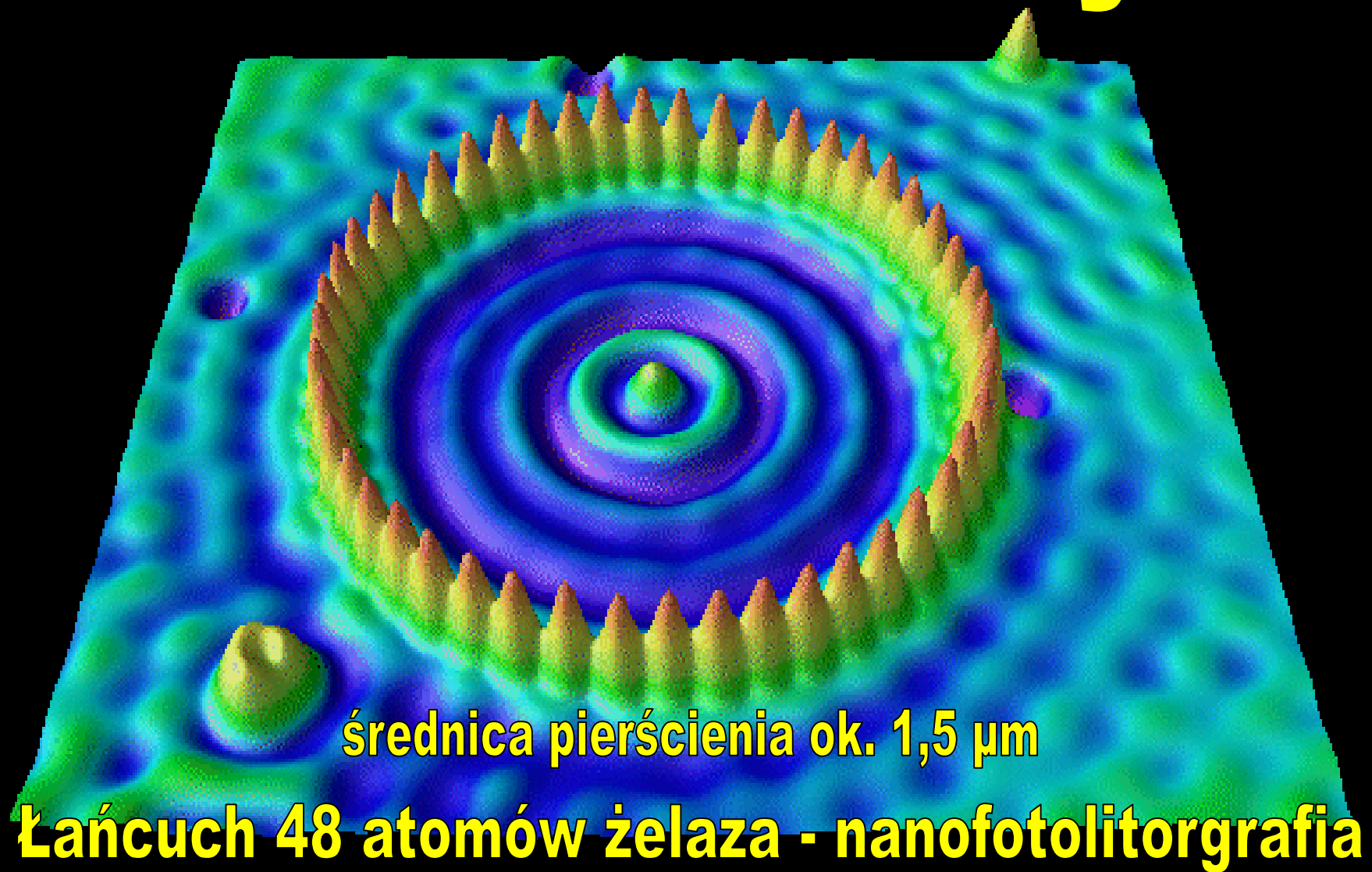


Nanobiomateriały a fotolitografia

Nanomateriały, tworzące aktywne powierzchnie nanobiorobotów i NEMS są ukształtowane metodą mikrofluidyzacji albo fotolitografii, np. przy konstrukcji *array*.



Nanomateriały

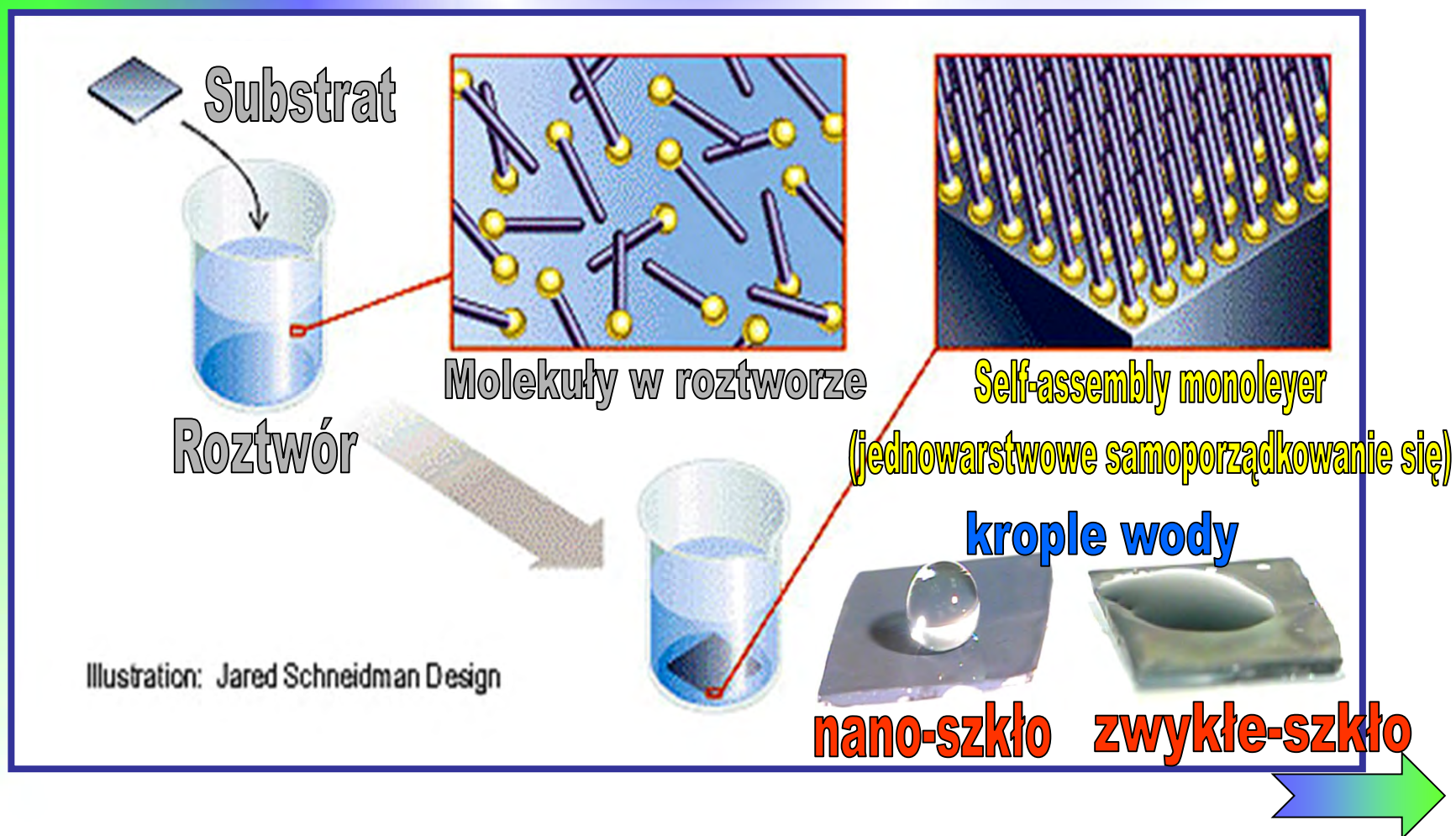


Technika otrzymywania nanomateriałów

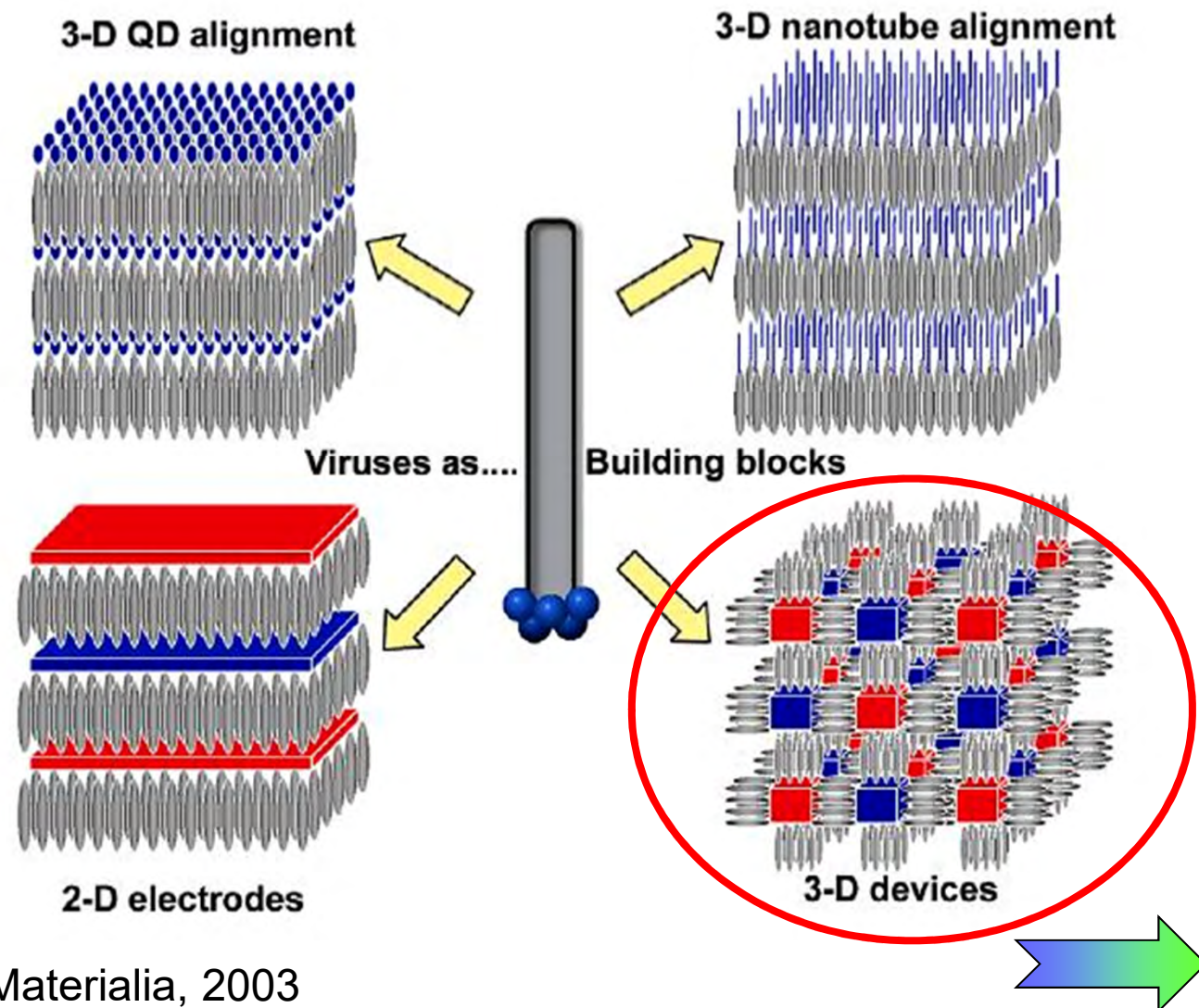
- Jednym ze sposobów otrzymywania „inteligentnych“ nanomateriałów jest tzw. technika samo-składnia się (*self assembly*),
kiedy atomy, bądź cząsteczki organizują się w struktury zgodnie z ich naturalnymi właściwościami, np. w przypadku tworzenia kryształów lub adsorpcji białek na sztucznych receptorach.
- Inną metodą jest użycie odpowiednich technik, celem usunięcia ze struktury materiału (w sposób kontrolowany) atomów lub cząsteczek pojedynczo, tzw. *positional assembly*.



Samoporządkowanie się białek (*self-assembly*)

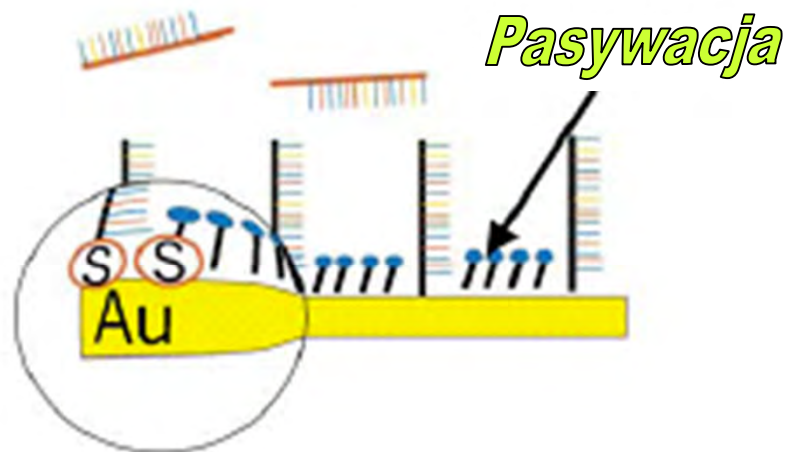


Samoporzędkowanie się kwasów nukleinowych w bloki

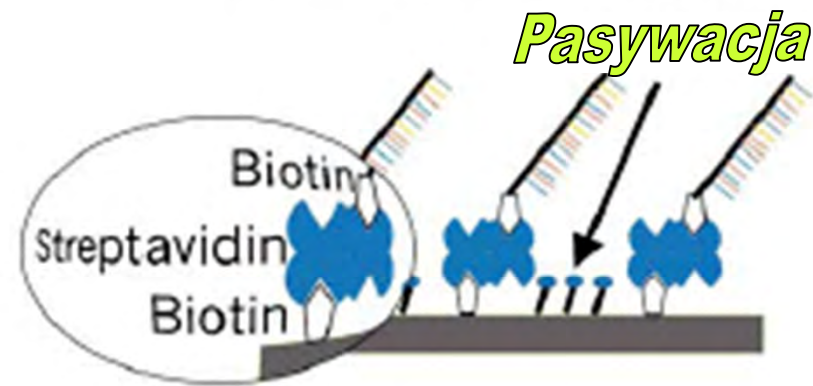


Immobilizacja powierzchniowa a składanie się białek, dekstranu i lipidów

Gr. -SH ze złotem a silany z SiO_2



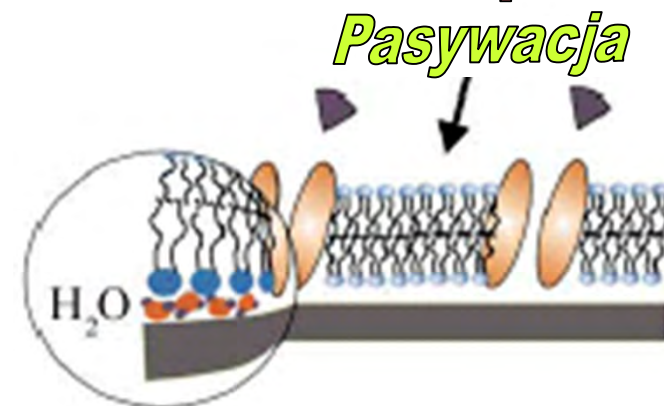
Biotyna-Streptawidyna



Dekstran

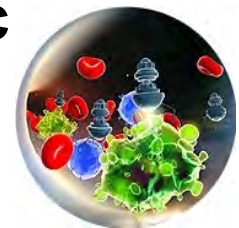


Warstwa lipidów



„Smart drugs“

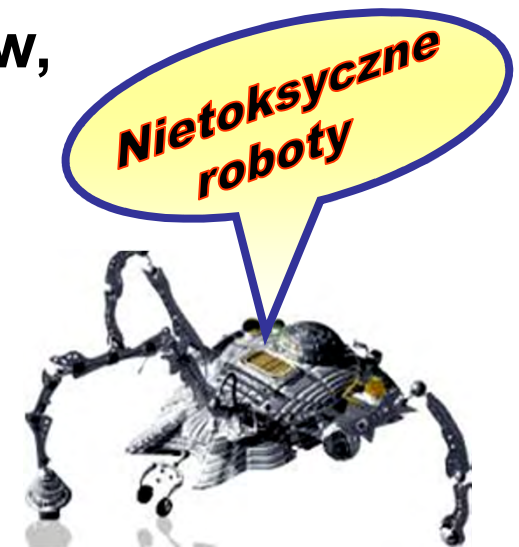
- Do tzw. inteligentnych nanomateriałów zaliczane są również kompozycje „*smart drugs*“ w nanobotach, niosące w sobie substancje, np. antybiotyczne, bądź toksyczne dla patogenów, które są otoczone hydrożelem, powiązanym peptydami, wrażliwymi na pewne proteazy jednostki infekującej (np. bakterii).
- W przypadku obecności patogenu, jego enzymy proteolityczne, uwalniają substancje toksyczne dla tego obcego mikroorganizmu.
- „*Smart drugs*“ mogą być immobilizowane na sztucznych membranach, bądź występować w stanie *flow*.



Pozytywne właściwości systemów nanobiotechnologicznych

Budowanie nanobiotech systemów dla biotechnologii jest obwarowane pewnymi wymogami:

- ★ nanoboty jako biosensory nie mogą być toksyczne,
- ★ nie mogą wywoływać żadnych stresów, zmieniających metabolizm mikroorganizmów,
- ★ muszą też spełniać wymogi biokompatybilności!



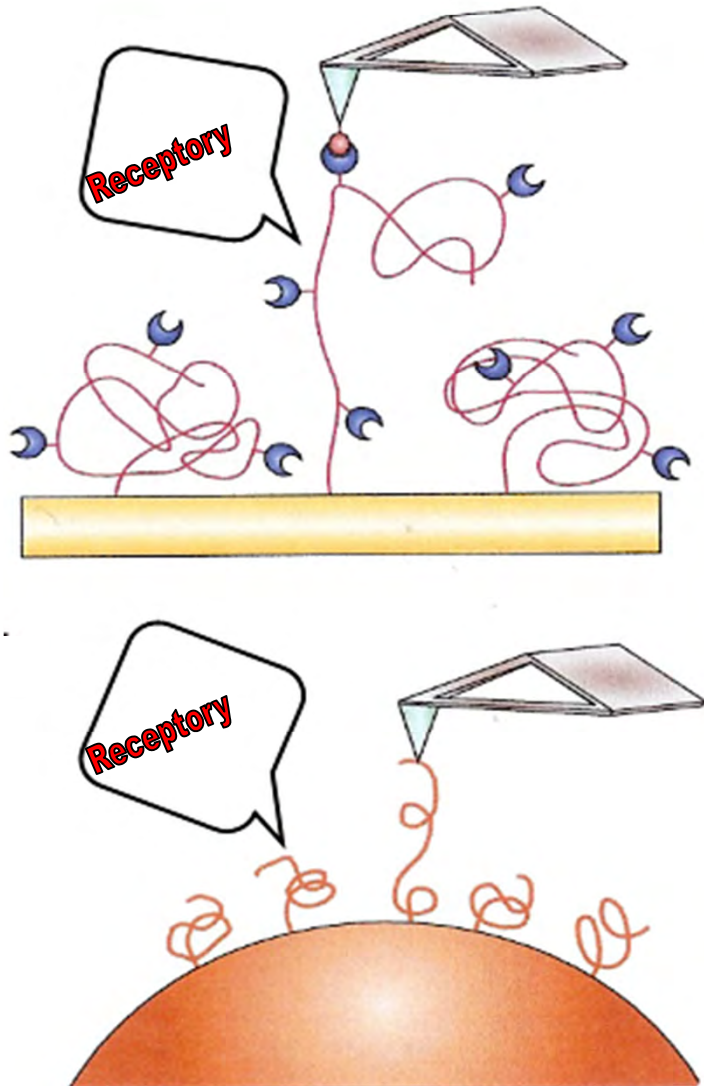
Miniaturyzacja (w skali nano) i automatyzacja metod analitycznych jest możliwa dzięki wykorzystaniu:

- technik genetycznych biologii molekularnej: **genomiki**
- badań biochemicznych białek: **proteomiki**
- metabolitów: **metabolomiki**

↓
szczególnie w systemach
Nano-macierzy, m.in. w
nanoarray chipach.



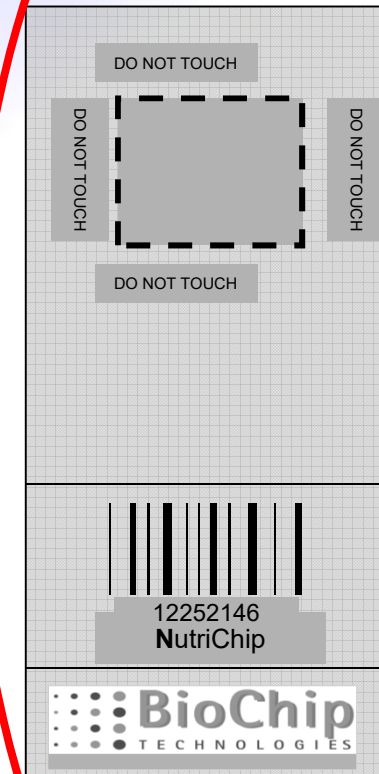
Systemy nano-biochipów (tzw. chipy *nano-array* / macierzy)



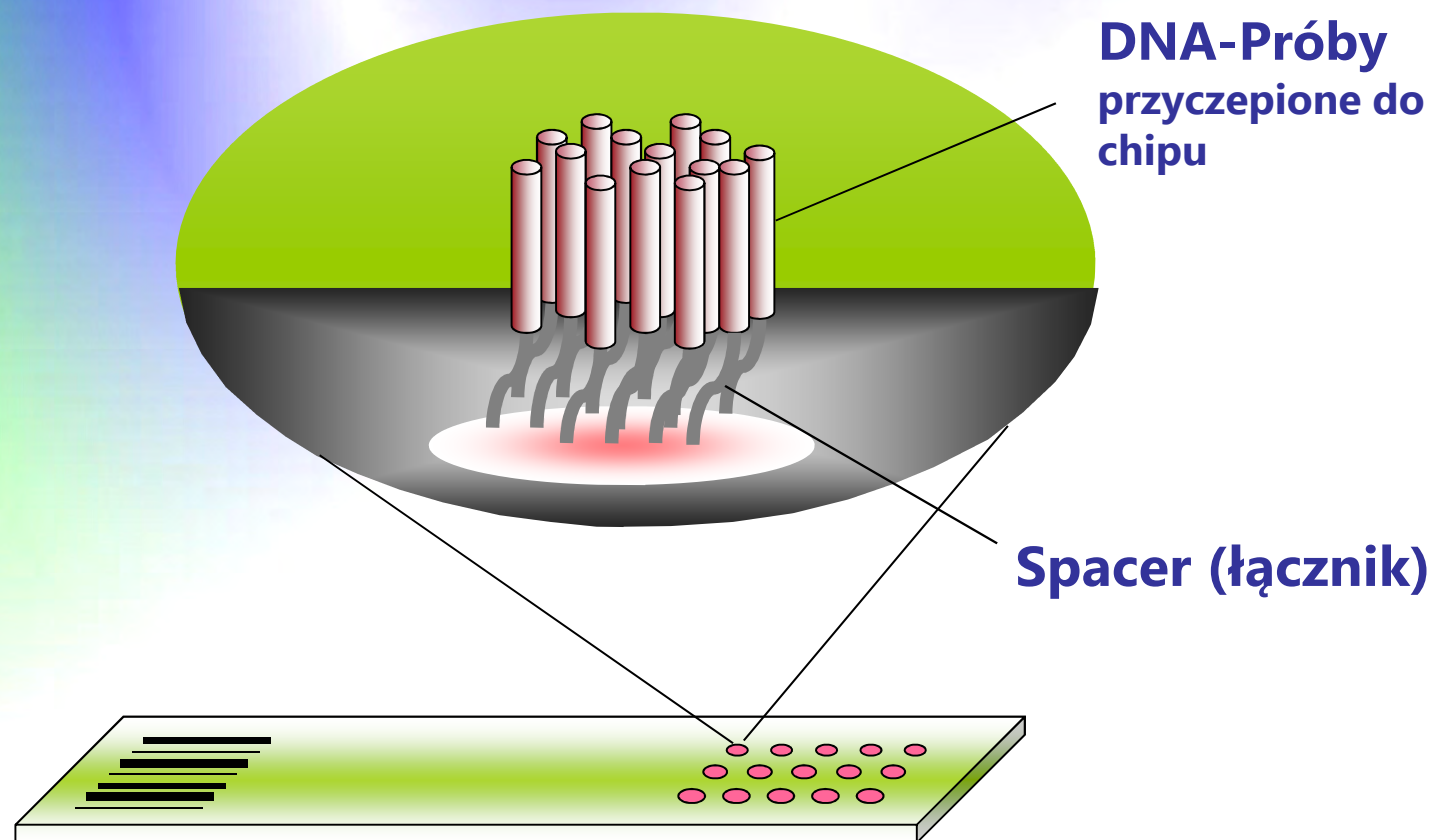
Skonstruowano nano-bio-chipy
(np. z cDNA, z proteinami,
przeciwciałami) oraz
biomimetyczne systemy
membranowe,
ze sztucznymi receptorami,
do selekcji określonych
Szczepów, np. drożdży.

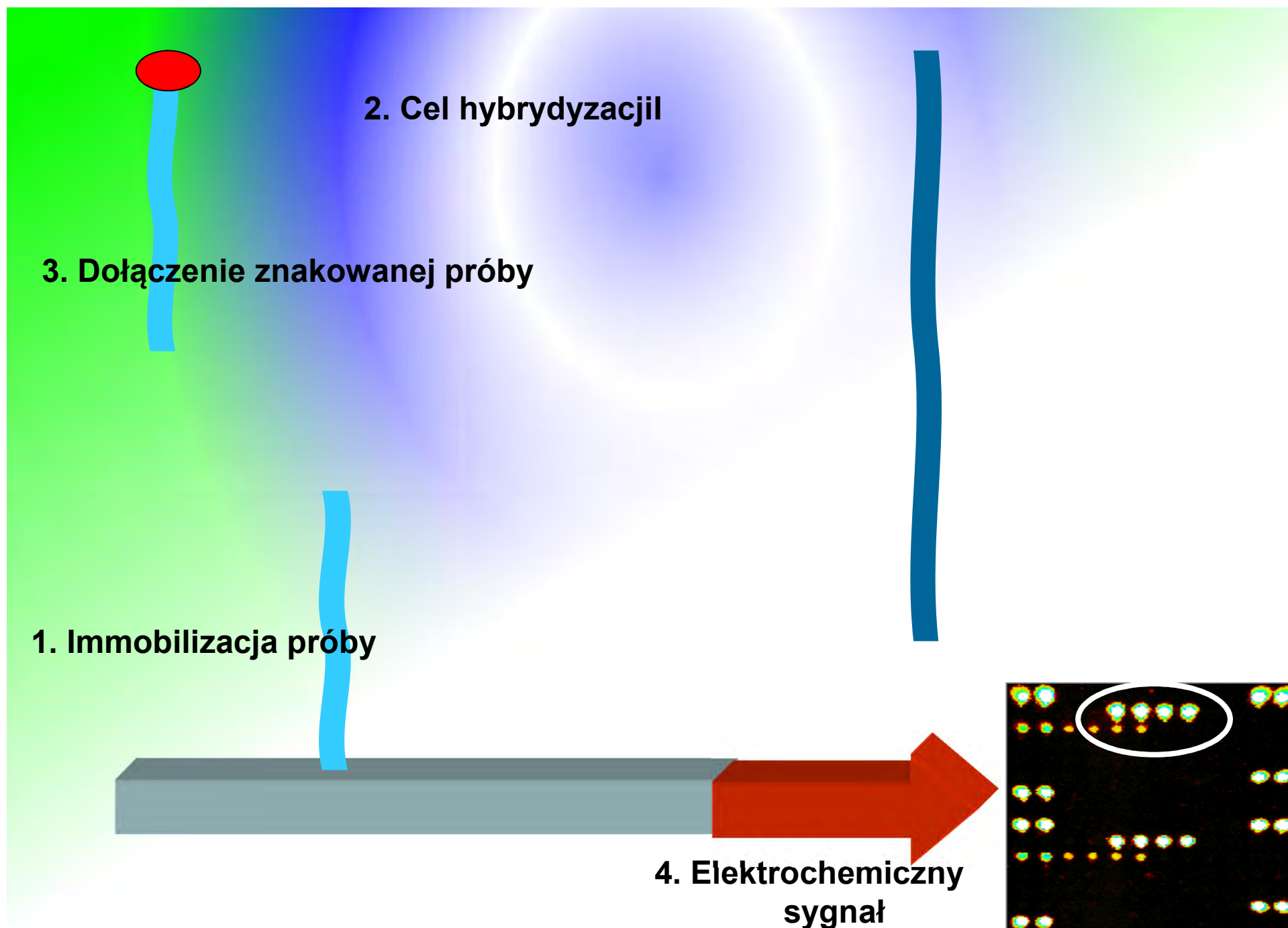
Co to są BioChipy ?

- **BioChipy, jako zminiaturyzowane nośniki, na których przymocowana jest duża liczba cząsteczek, o ogromnym zagęszczeniu, zwane są *microarrays*.**
- **BioChipy są odczytywane w urządzeniach optycznych (np. fluorescencyjnych) po hybrydyzacji badanych cząsteczek i porównywane ich z substancjami wzorcowymi.**
- **BioChipy pozwalają na opracowanie całkowicie nowego systemu analiz i konstrukcji w biotechnologii.**

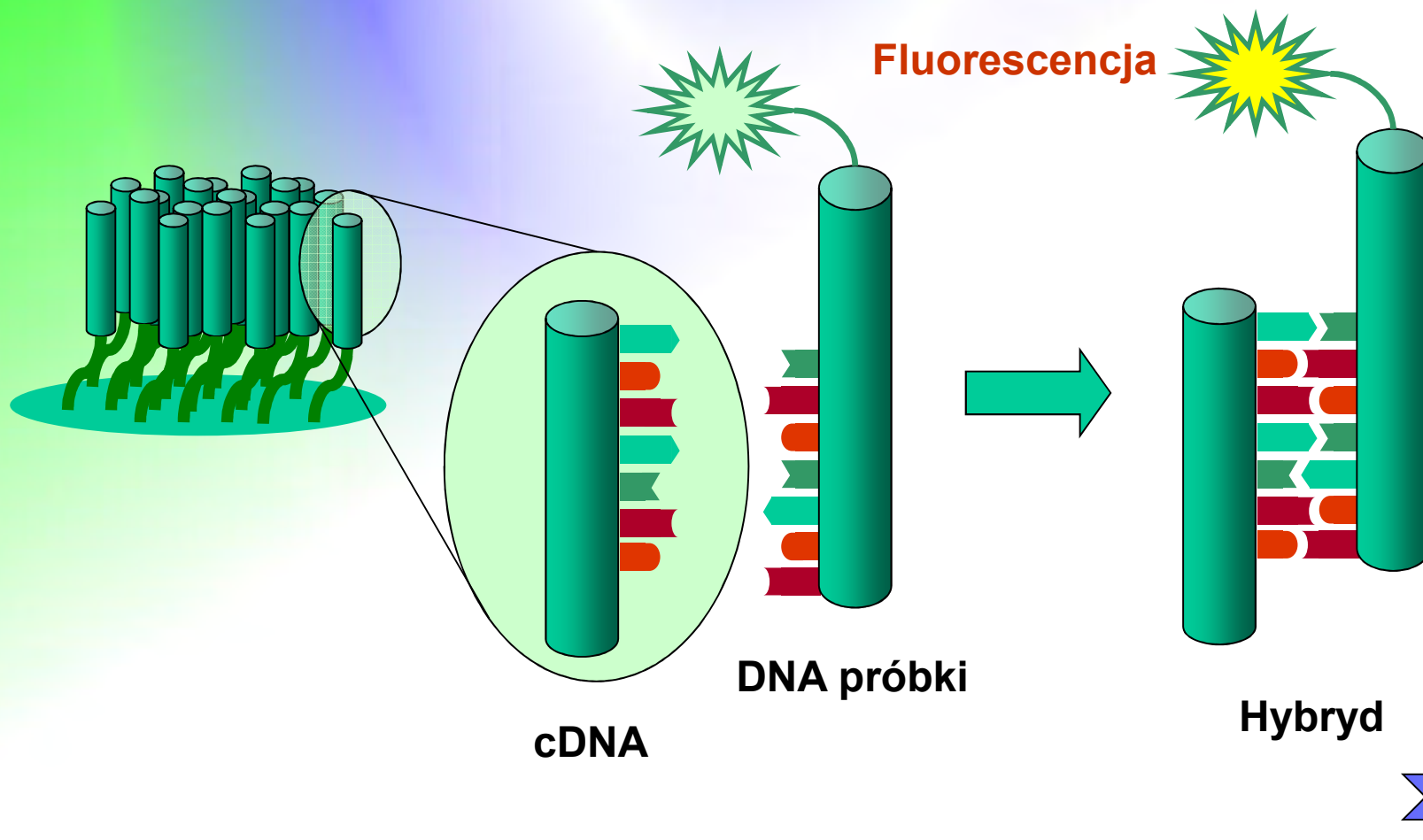


Struktura BioChipu (macierzy=*array*)

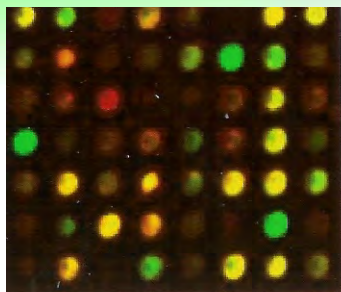




Hybrydyzacja na BioChipie-array: pomiar fluorescencyjny

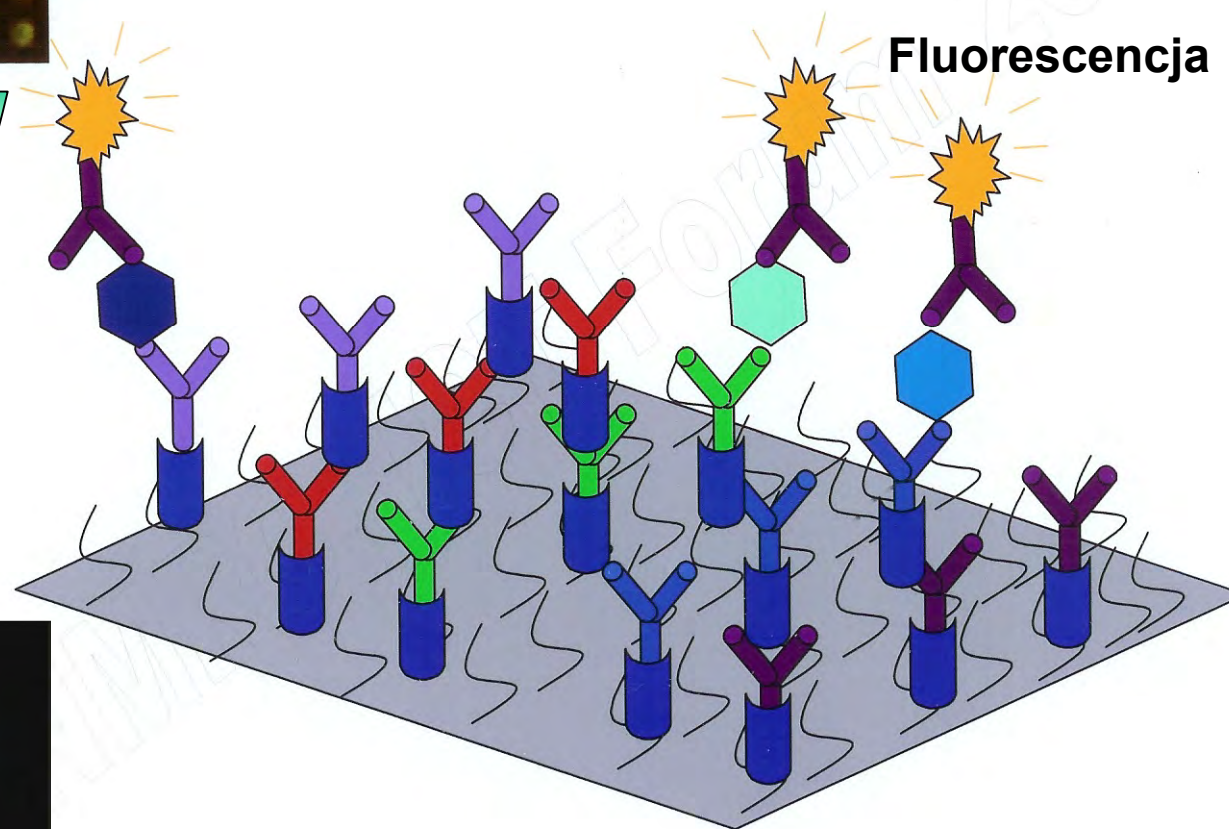
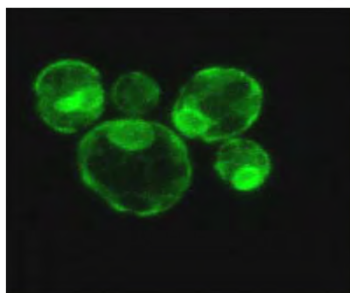


Immuno-BioChip-array: fluorescencyjne znakowanie badanego materiału

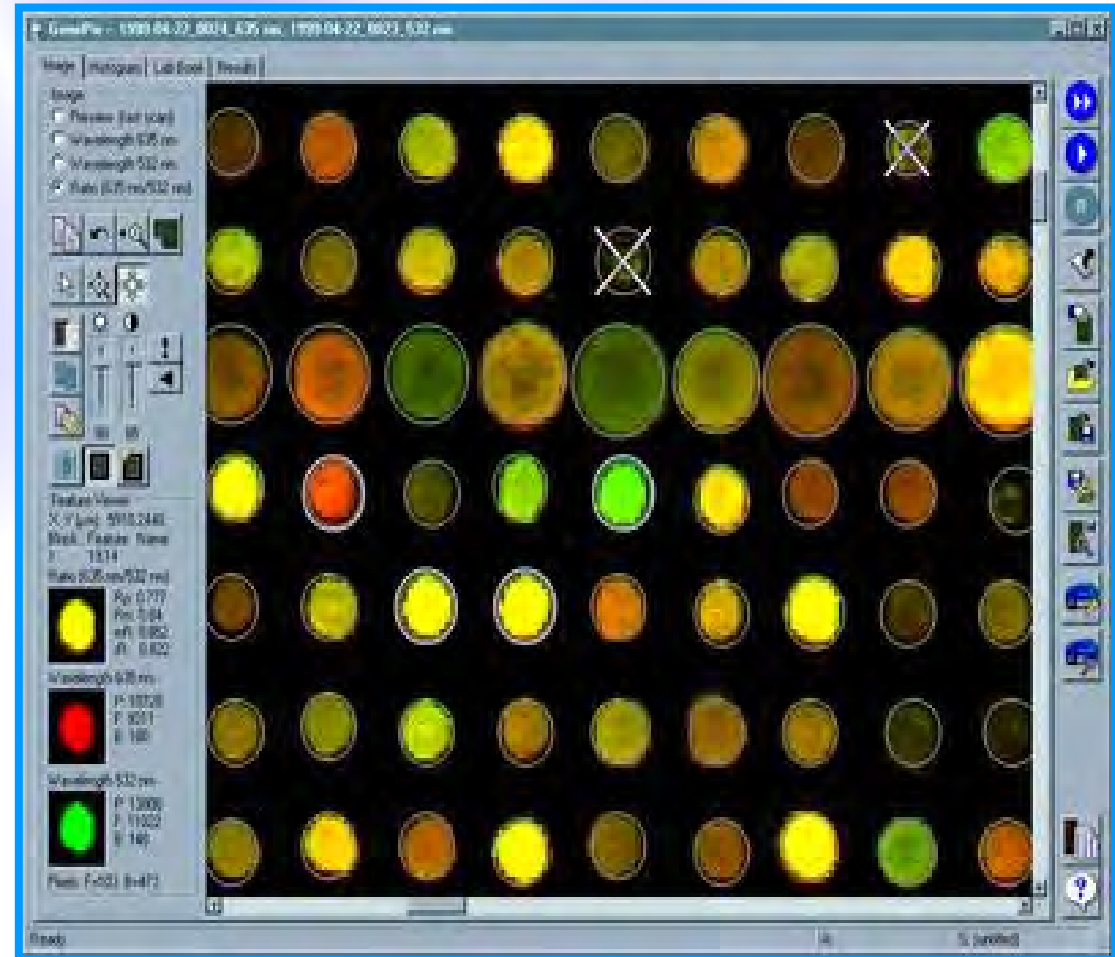
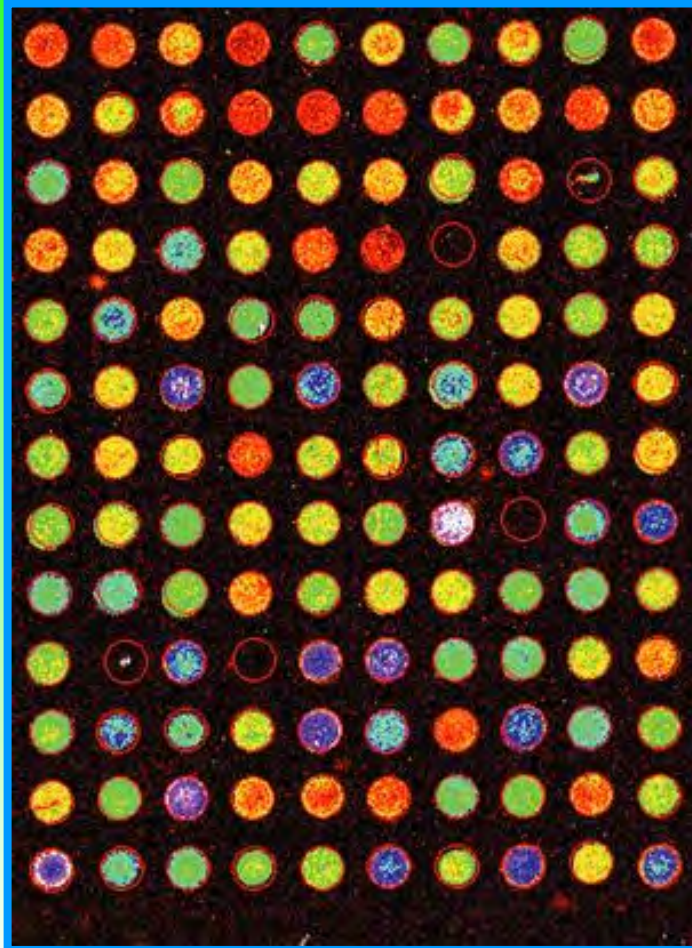


Microarray

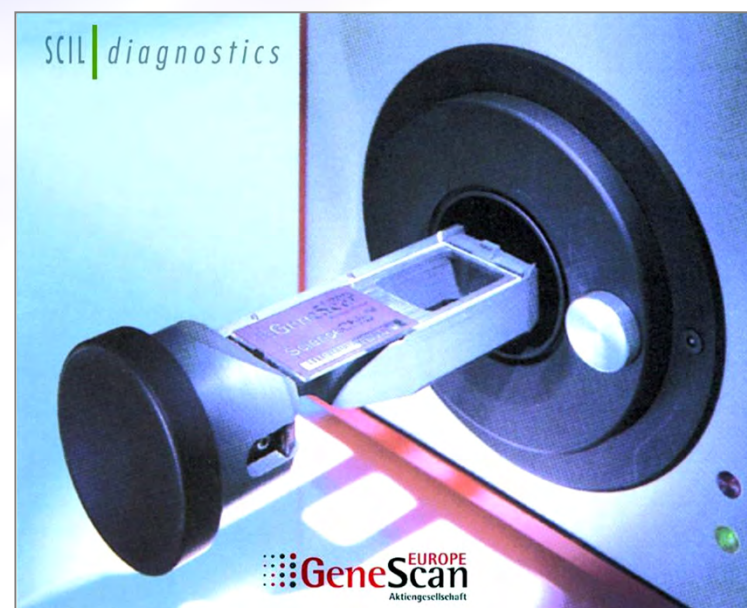
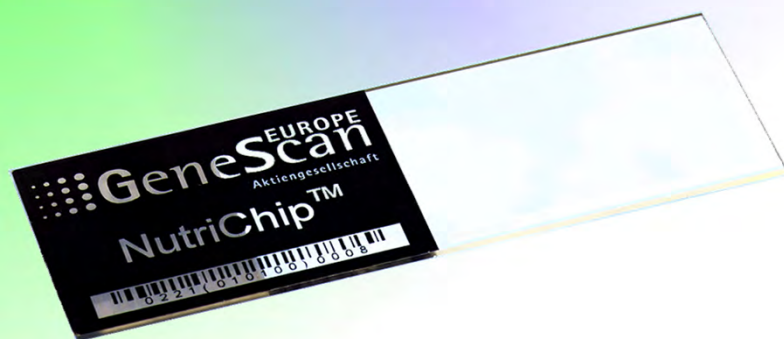
Drożdże



Macierz na biochipie, fluorescencyjny pomiar

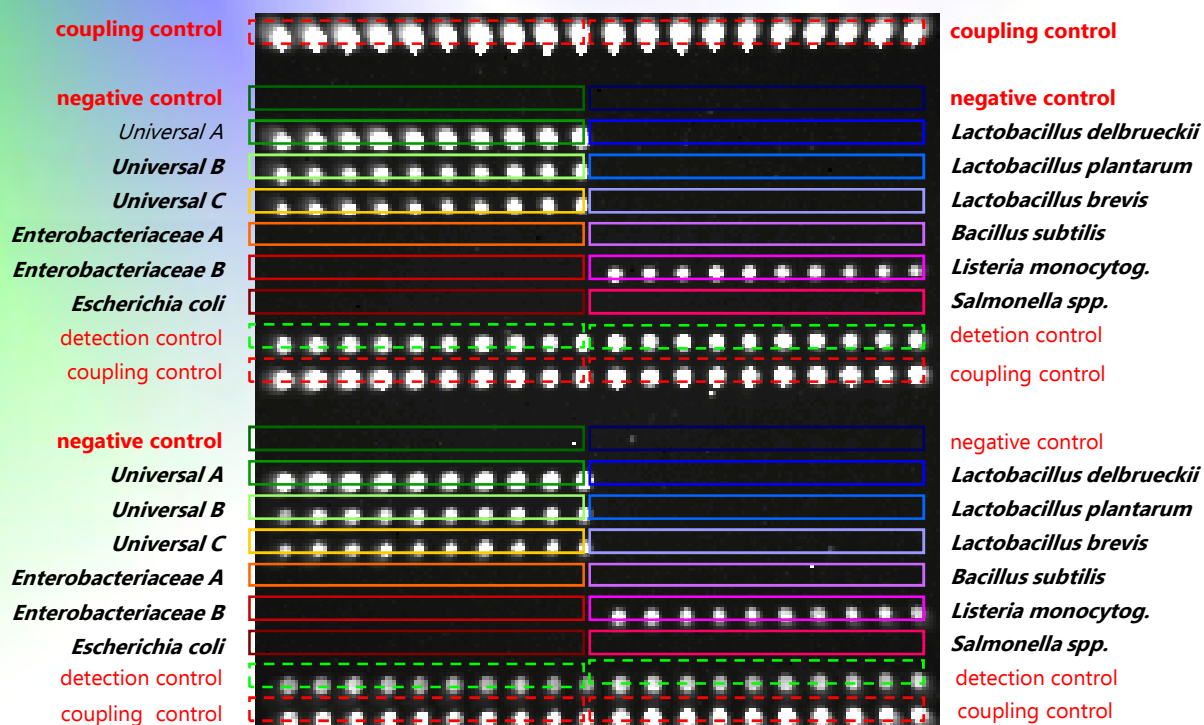


Biochip w aparacie pomiarowym

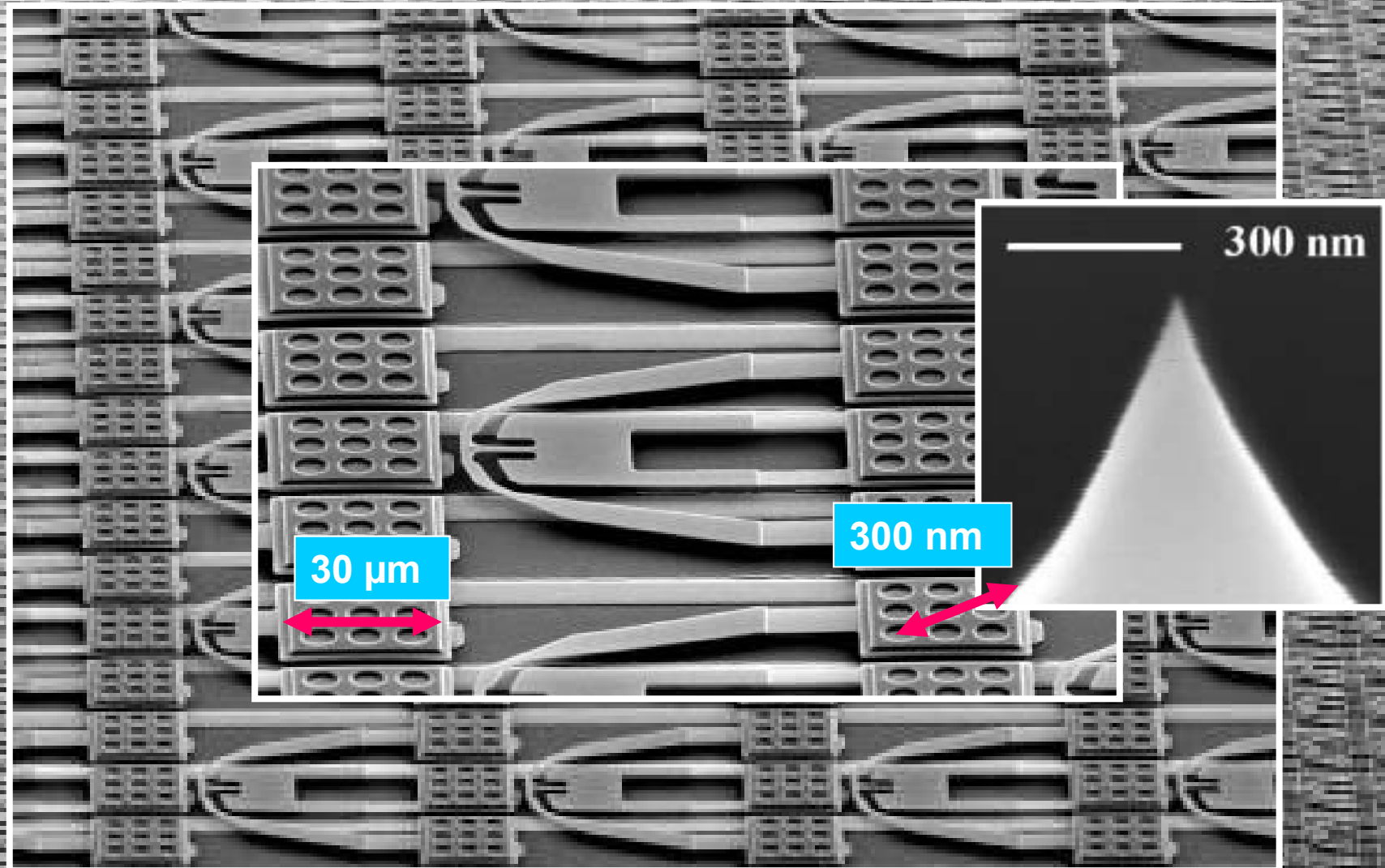


Zastosowanie NutriChip™-16S do badania patogenów w piwie:

PCR dla *Listeria monocytogenes* - ogólne DNA



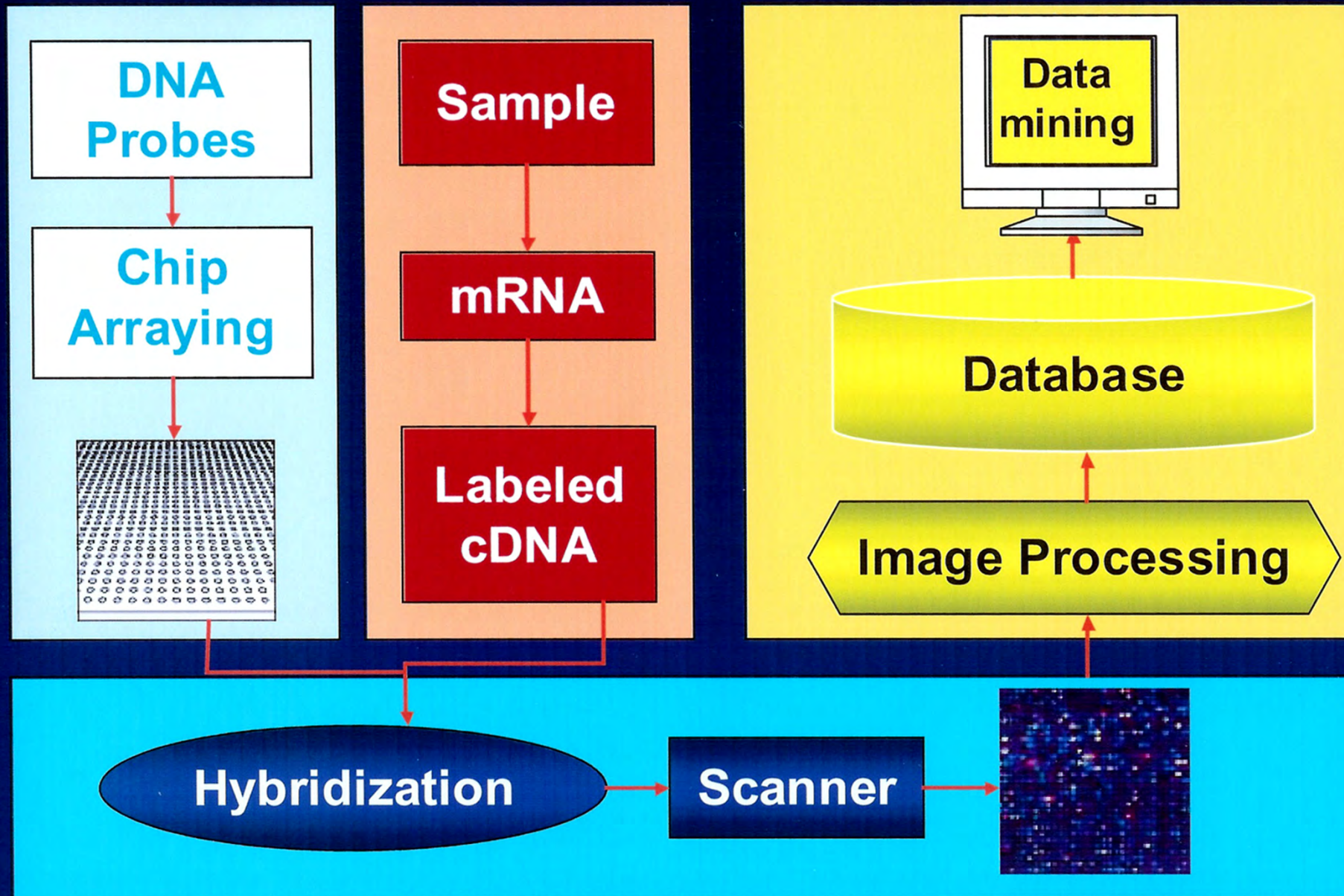
Nano-array/macierz (typ "Millipede")



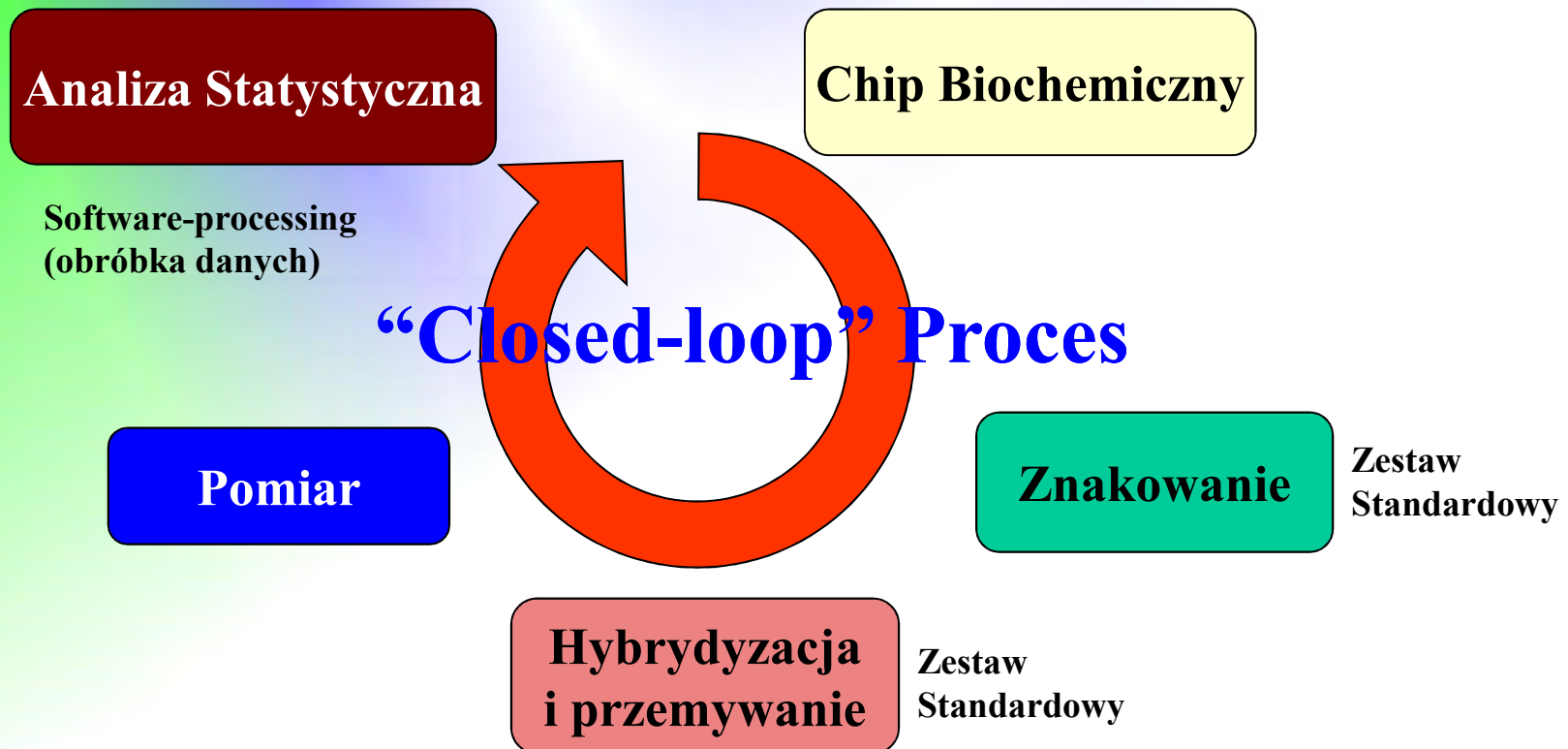
64 x 64 cantilevers

1 mm

Stadia operacyjnej systemu macierzy



Systemy macierzy (*array*) są procesami zamkniętymi



Systemy nanobiotechnologiczne **lab-on-a-chip in real time**

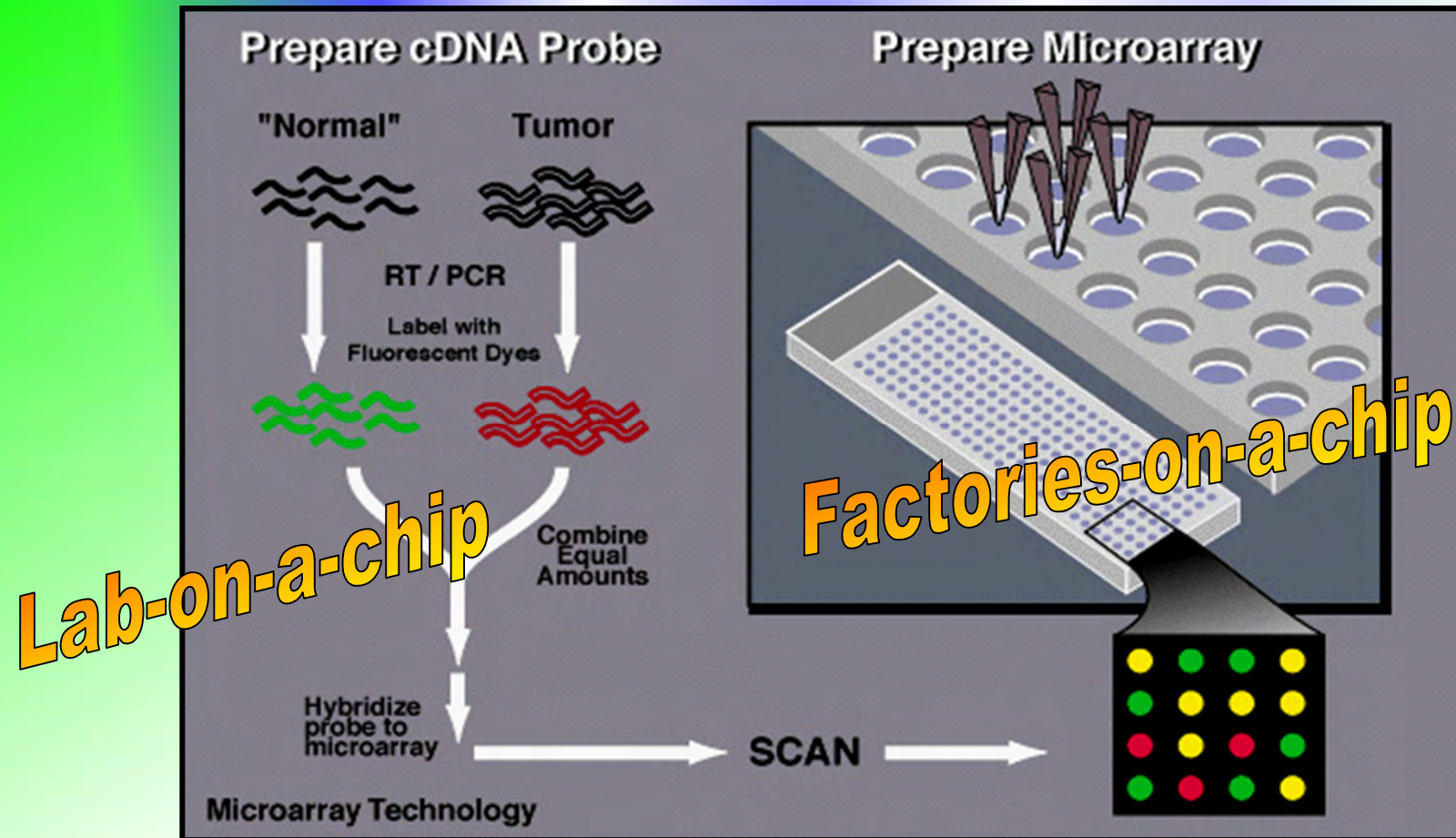
Obecnie realizowane są nowe koncepcje nanotechnologiczne odnośnie budowy nanobiobotów, typu lab-on-a-chip (10 nm bot), służące do kompleksowej analizy procesów anabolicznych i katabolicznych populacji mikroorganizmów lub pojedynczych komórek on line i in real time.



Podstawą idei lab-on-a-chip (LOC)
jest oparcie całego, tzw. mini laboratorium na
małym elemencie nośnym, pomiędzy dwiema
elektrodami, w wyniku czego procesy,
np. sekwencjonowania genów poddane są
ogromnej kumulacji na pojedynczej
„platformie“
tj. na bardzo małej powierzchni chipu.



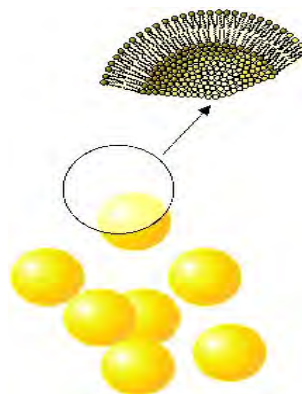
DNA chips (array) dla $\gg 1000$ rodzajów DNA



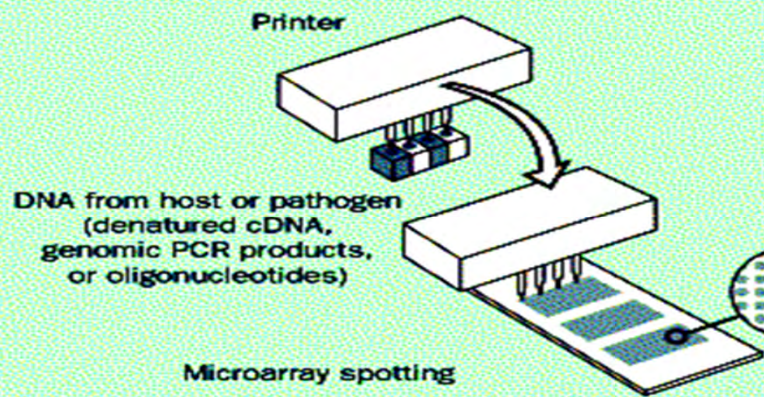
High-density DNA biochipy dają możliwość analizy in real time do 10000 genów równocześnie, zużywając minimalne ilości materiału, rzędu pikomoli.

Systemy nanobiotechnologiczne: a analiza genów

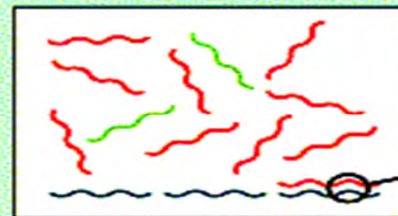
Konstrukcje lab-on-a-chip pozwalają również na analizę genów, np. w mikroorganizmach transgenicznym oraz na postranslacyjne badanie ekspresji genów.



Factories-on-a-chip



Competitive hybridisation



Scanning

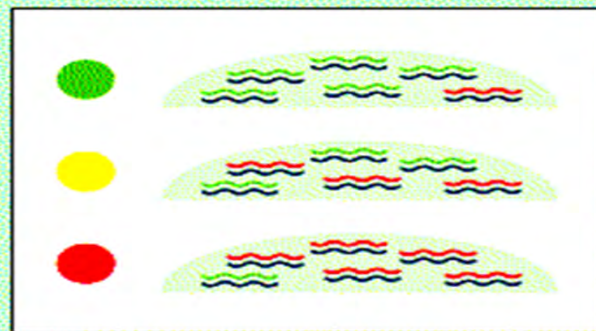
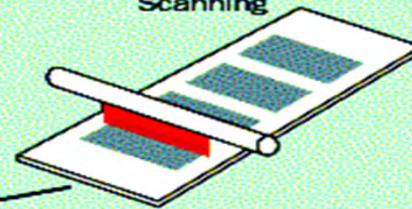
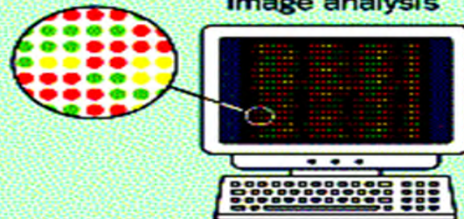
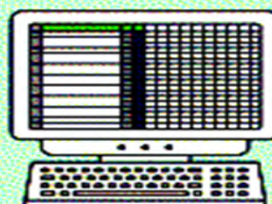


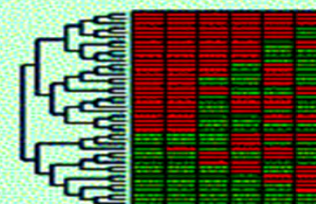
Image analysis



Data normalisation



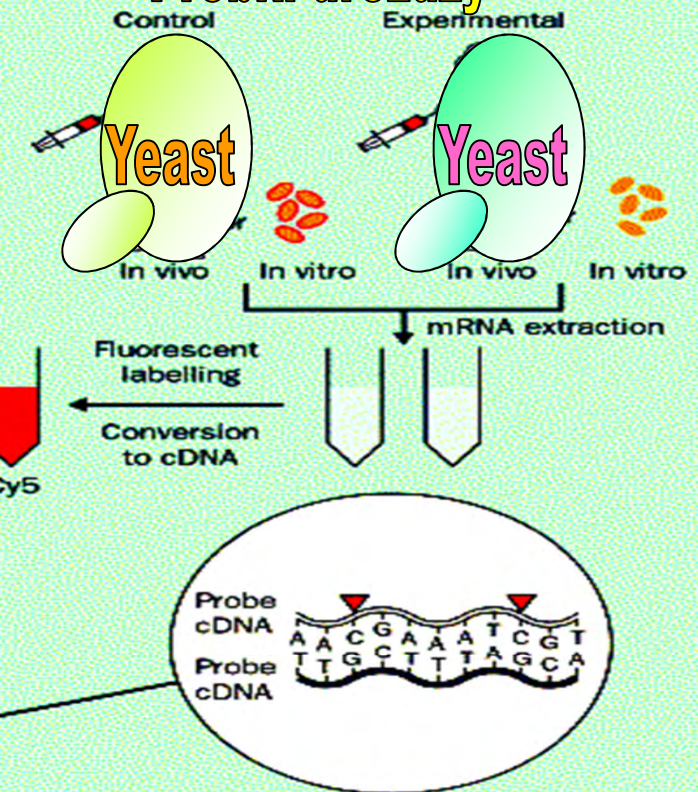
Data analysis



Data interpretation



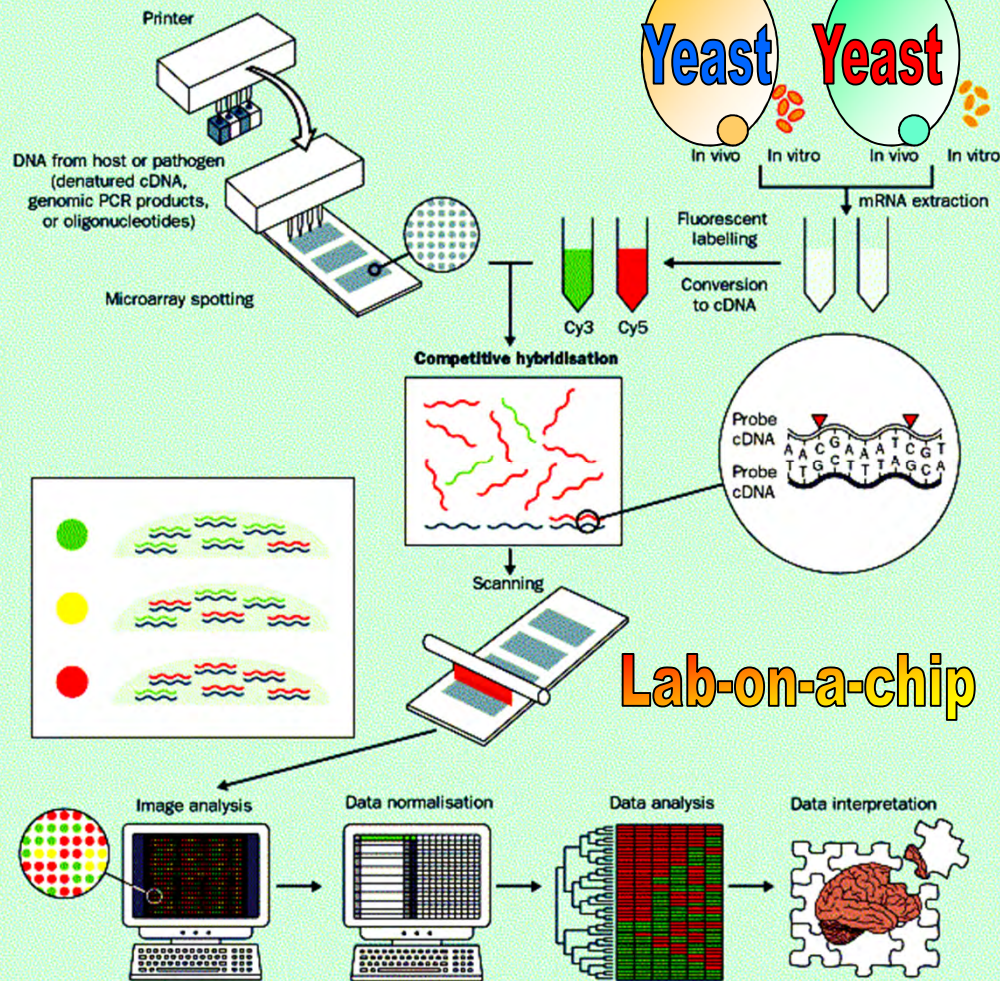
Próbki drożdży



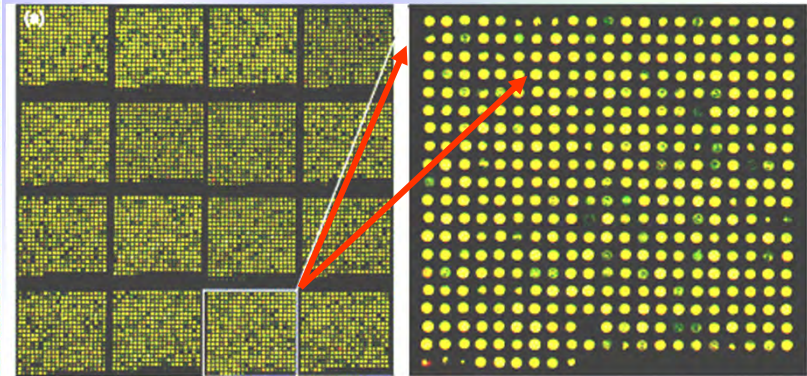
Lab-on-a-chip

Mutacja genów: DNA array

Factories-on-a-chip

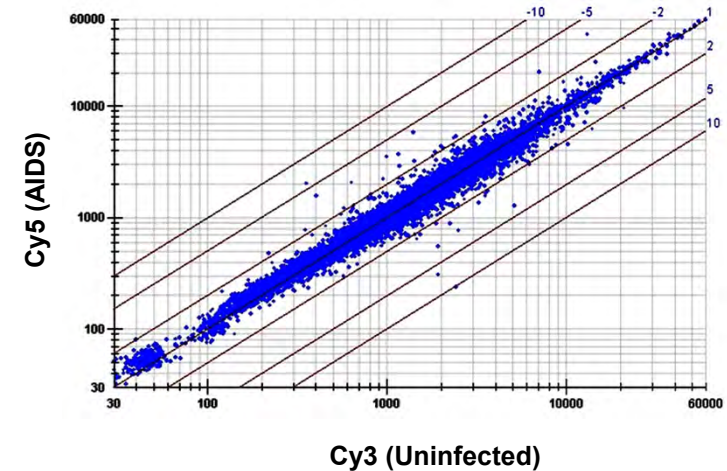


Bryant et al., *The Lancet Infectious Diseases* 4:100 (2004)



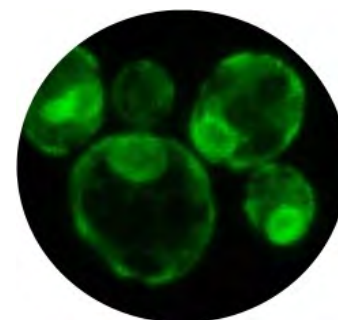
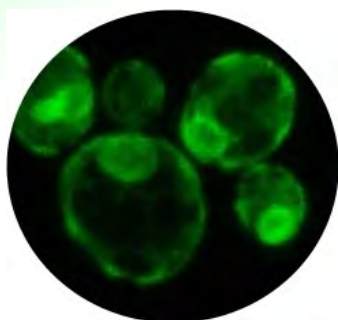
Leung & Cavalieri, *Trends in Genetics* 19:649 (2003)

mRNA, ekspresja w komórkach



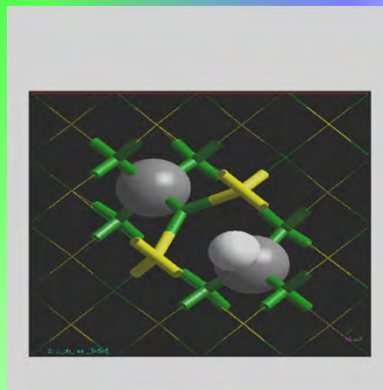
Systemy nanobiotechnologiczne: hybrydyzacja DNA mikroorganizmów

Lab-on-a-chip może posłużyć do hybrydyzacji DNA mikroorganizmów, a więc do otrzymywania nowych rekombinantów dla technologii przemysłu spożywczego, przy użyciu minimalnych ilości materiału genetycznego.



Cykl prac z zakresu nanotechnologii

Projektowanie i modelowanie



Synteza i proces produkcji

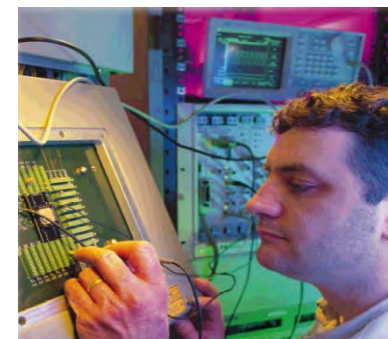


Zastosowanie



Cykl
produkcyjny
nanobiorobotów

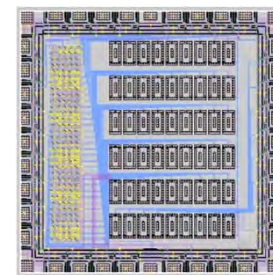
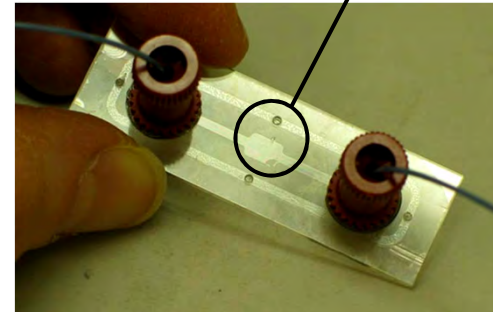
Charakterystyka



Pozytywne strony badań w skali nanometrycznej

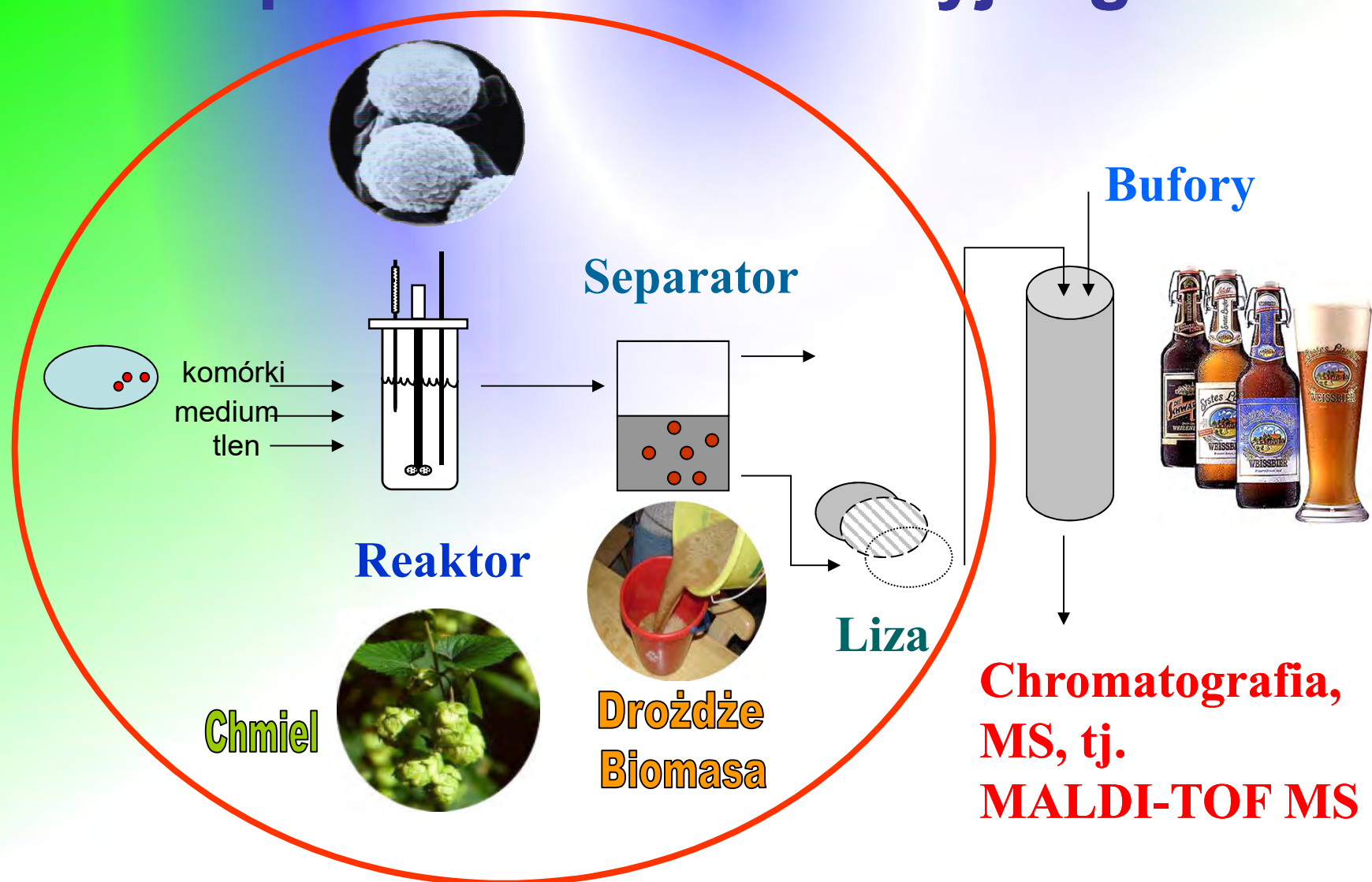
- Wymagana mała objętość próby:
 - fmol na nanoliter = mM!
 - Możliwość pracy z objętościami na poziomie nl.
- Mikroelektromechaniczne systemy (MEMS):
 - Chipy, pompy, strzykawkki, zastawki, sensory, itd. w skali μm , nm.
- Nanoelektromechaniczne systemy (NEMS).

poj. nl komory



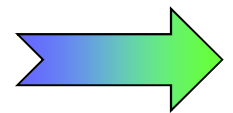
Chip

Kontrola określonych etapów procesu fermentacyjnego



Zadania nanobiorobotów

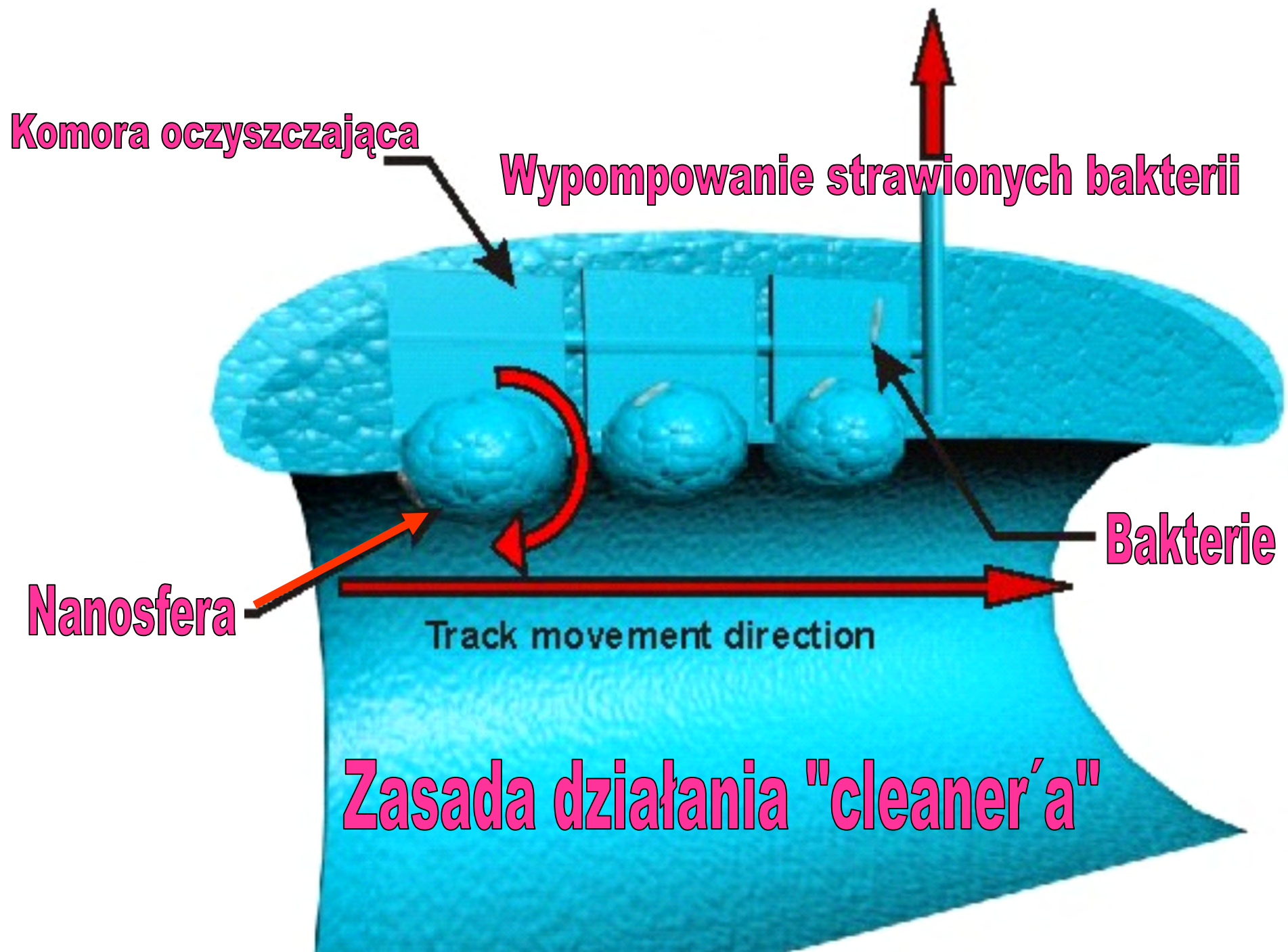
- **Udział w regulacji procesów wzrostu i fermentacji drobnoustrojów, poprzez dostarczanie substratu, związków towarzyszących oraz tlenu,**
- **Pomiar pewnych parametrów technologicznych w czasie rzeczywistym (*real time*),**
 - **Kontrola temperatury w warunkach sterylności,**
- **Usuwanie zakażeń i produktów odpadowych, np:**





"cleaner"

Usuwanie zakażeń

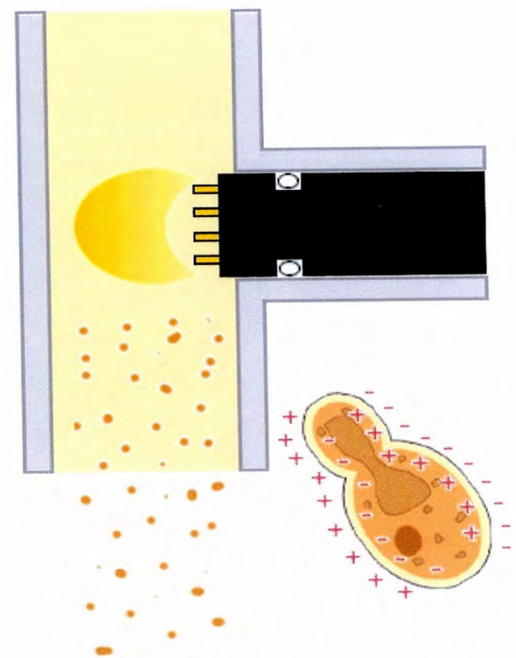


Monitoring i regulacja dynamiki fermentacji w tzw. real time

- Monitorowano dynamikę powstawania glukozy i etanolu z dwucukrów, stymulowaną przez drożdże *Saccharomyces cerevisiae*, które wiązano poprzez polietyleniminę, np. na mikrofluidyzacyjnym silikonowym mikrochipie z immobilizowanymi enzymami, tzn. z oksydazą glukozową i alkoholową.
- Wynik oparto na pomiarze np. chemiluminescencji.

Monitoring i regulacja dynamiki wzrostu komórek, tzw. *impedance*

Firma **ABER Instrument Ltd.** unowocześniła koncepcję monitoringu biomasy drożdży piwowskich, tj. metodę „*impedance*“ do automatycznej i ciągłej kontroli namnażania drożdży oraz pomiaru współczynnika przepływu aktywnych komórek, *on line* o optymalnej gęstości (w g/l), tj. ilości komórek w 1 ml. *in real time*

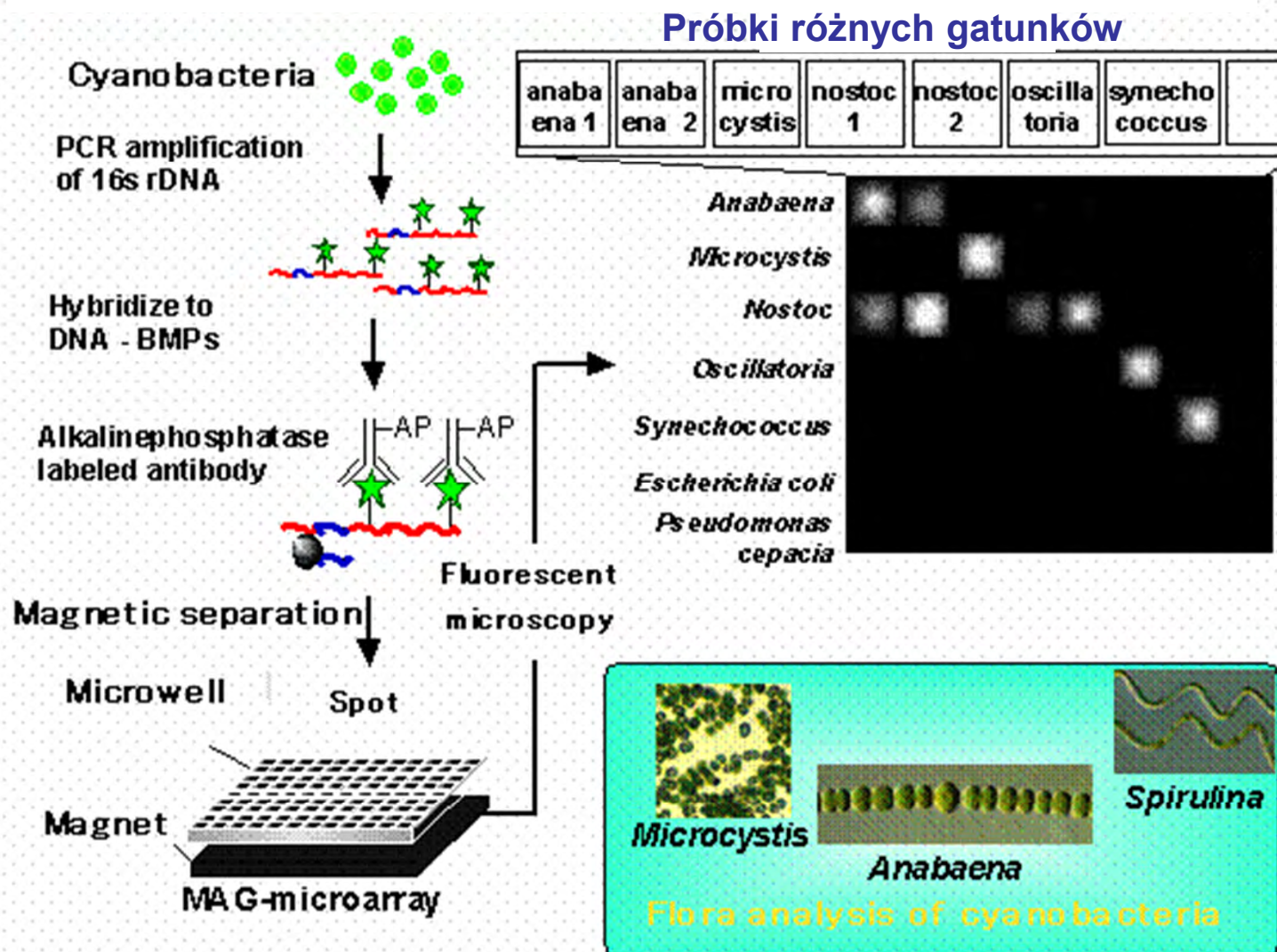


Identyfikacja mikroorganizmów

- Pewne systemy, np. niemieckiej firmy FastScan, polegają na niezależnych pomiarach, zmierzających do identyfikacji mikroorganizmów na podstawie zmienności ich RNA, DNA i białek.
- System analityczny opiera się na elektrycznym lub magnetycznym bio-chipie.
- Zdolność pomiarowa elektro-magnetycznego chipu sięga 500 niezależnych analiz bez względu na rodzaj mierzonych cząsteczek (komórek).

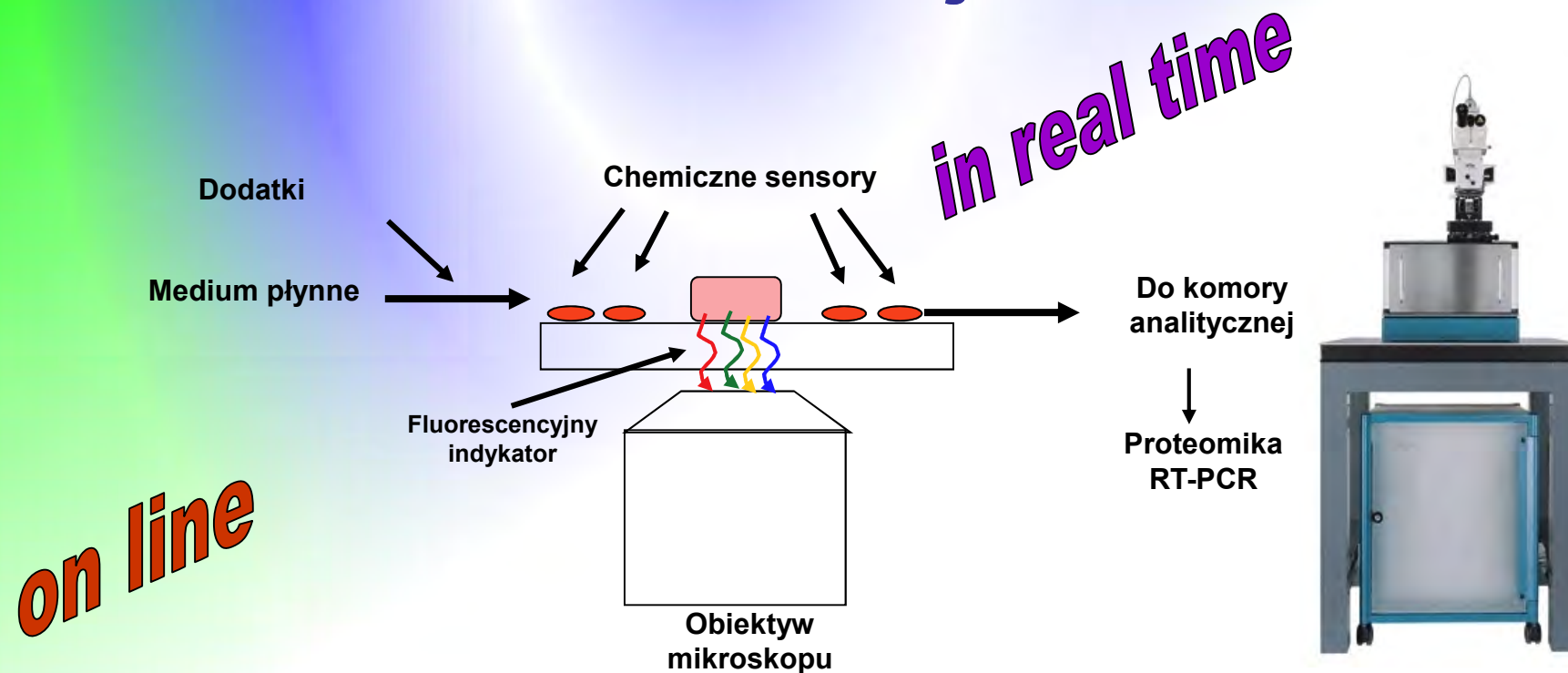


Detekcja infekujących wodę bakterii



Detekcja gatunkowa cyanobakterii metodą magnetyczno-macierzową

Kontrola procesów metabolicznych drobnoustrojów

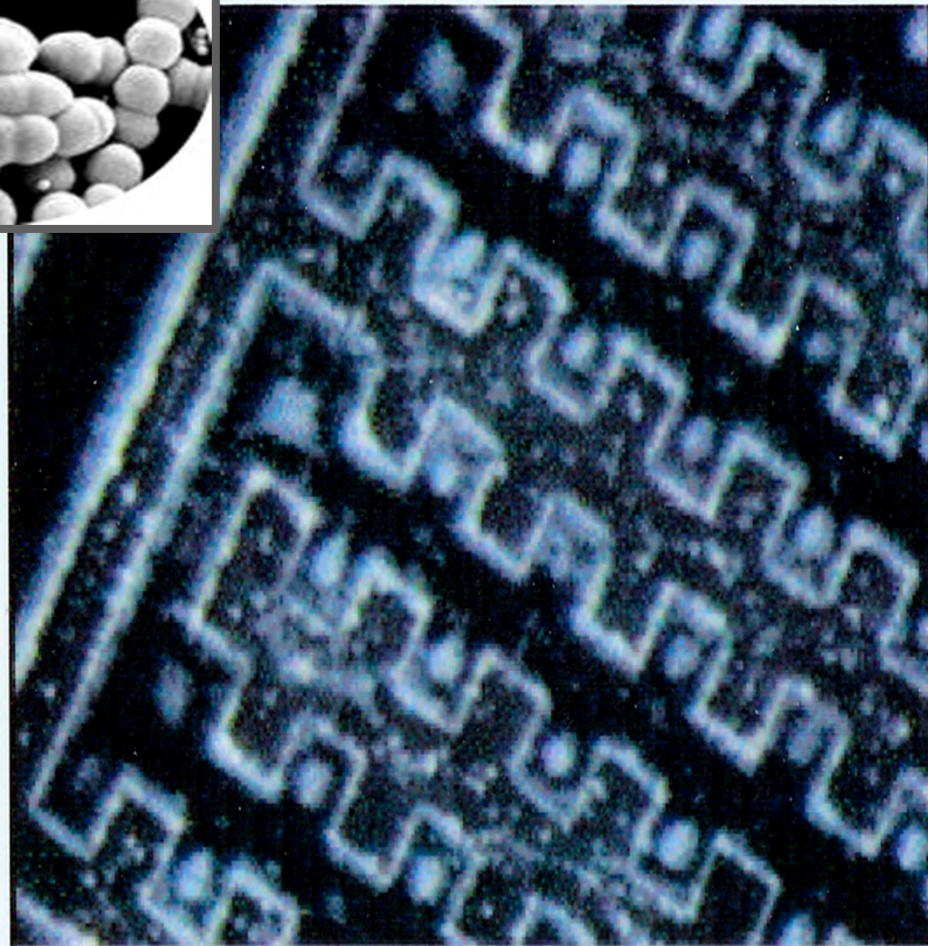
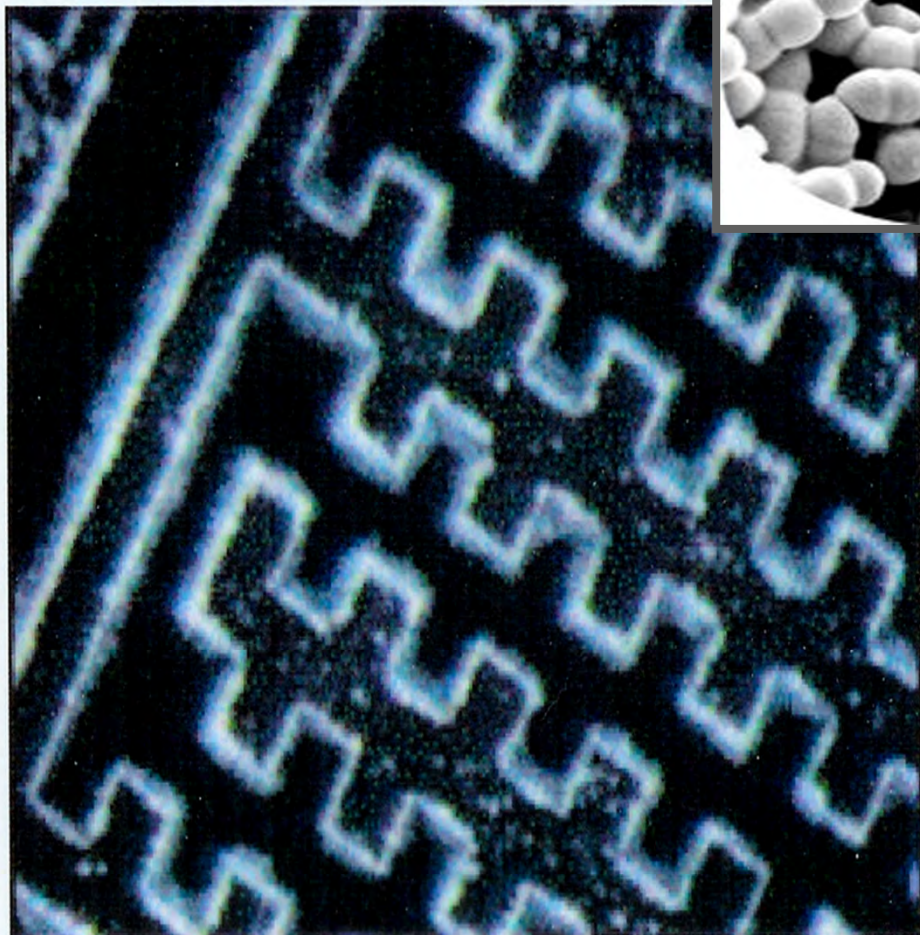
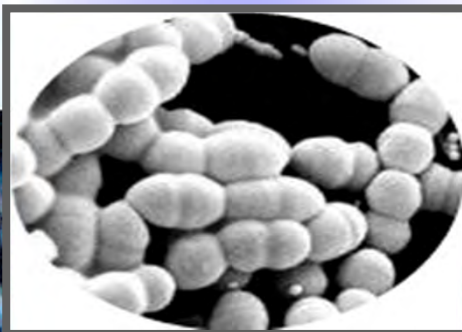


Użycie nanosensorów do identyfikacji pewnych metabolitów drobnoustrojów w środowisku fermentacyjnym

Separacja i selekcja mikroorganizmów

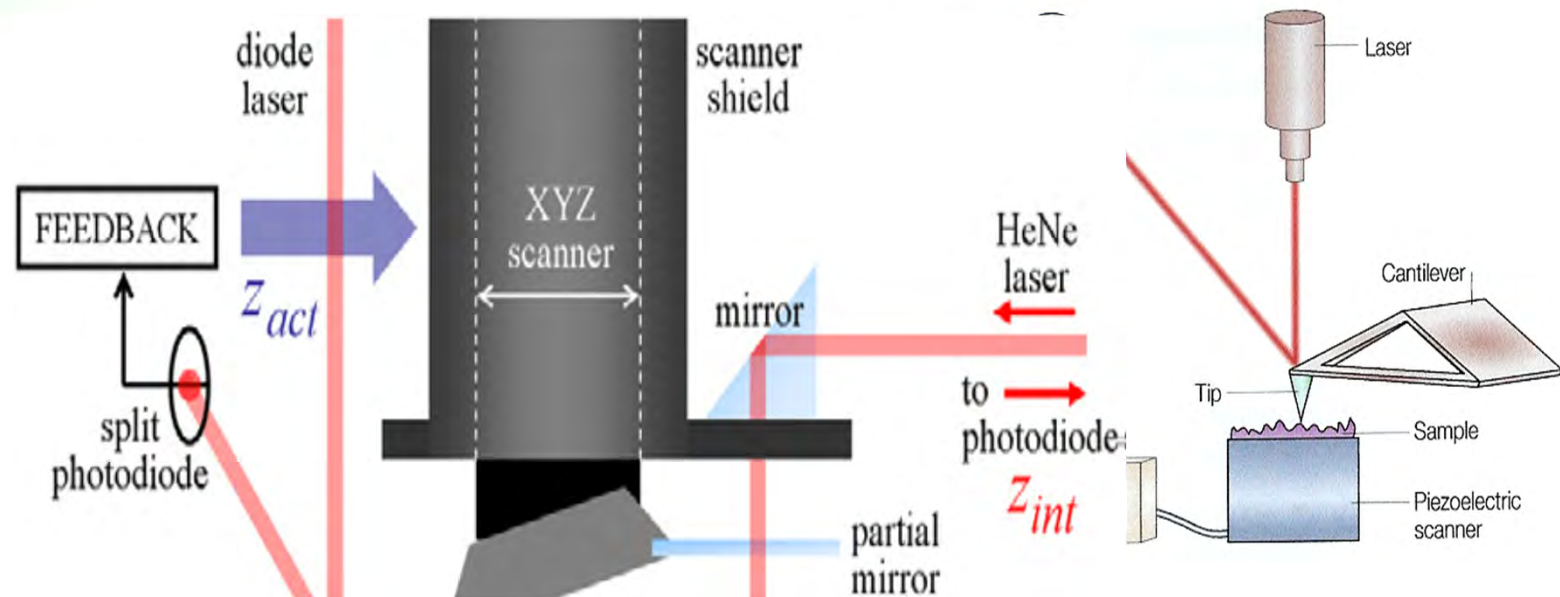
Opracowano metodę nano-dielektroforezy oraz systemy NEMS do szybkiej i pewnej separacji mikroorganizmów pod względem przynależności do określonego rodzaju lub szczepu oraz z uwagi na ich stopień żywotności (stanu fizjologicznego).

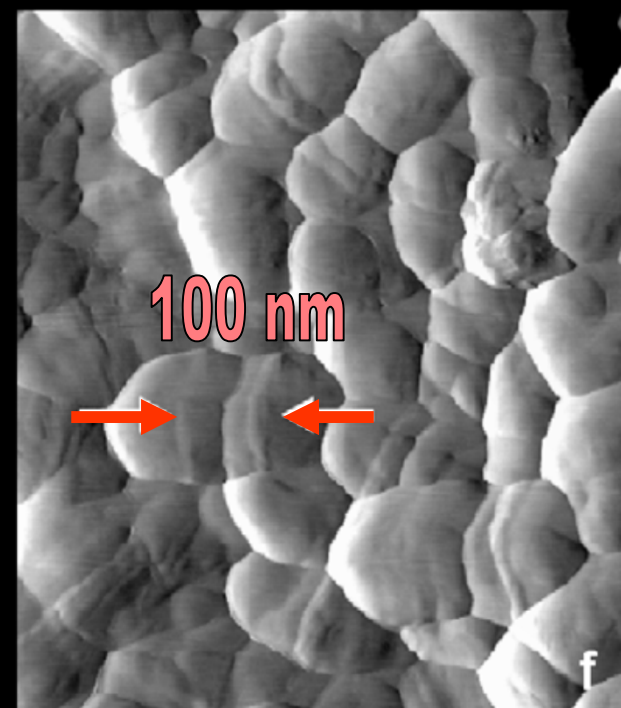
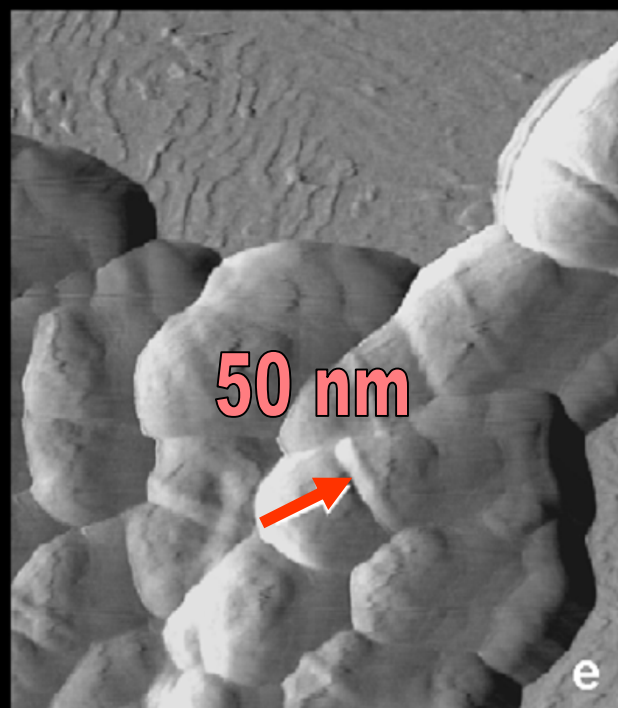
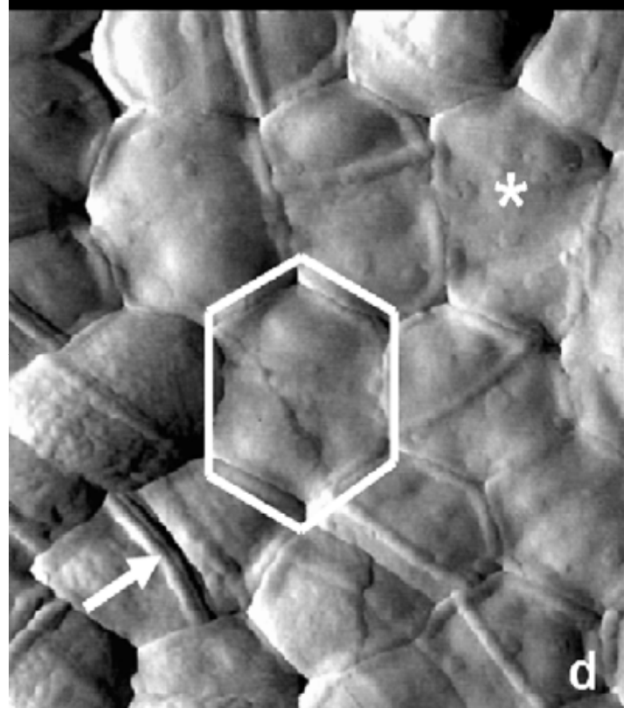
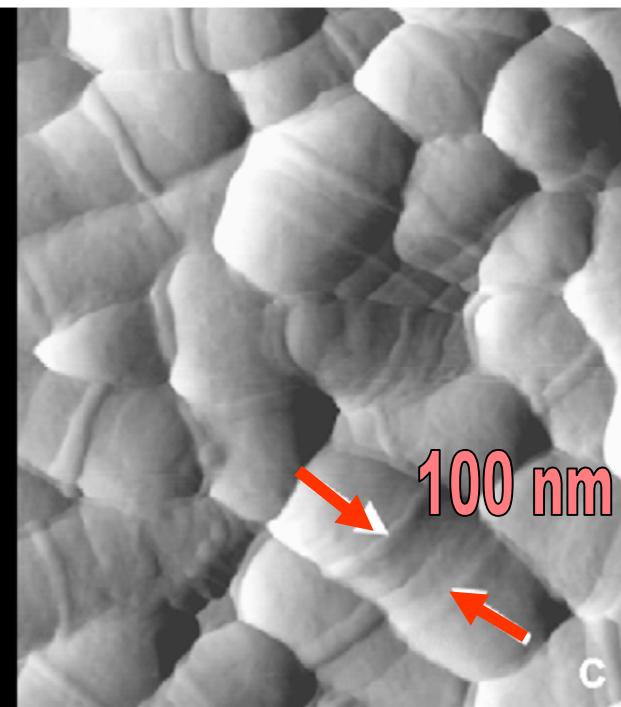
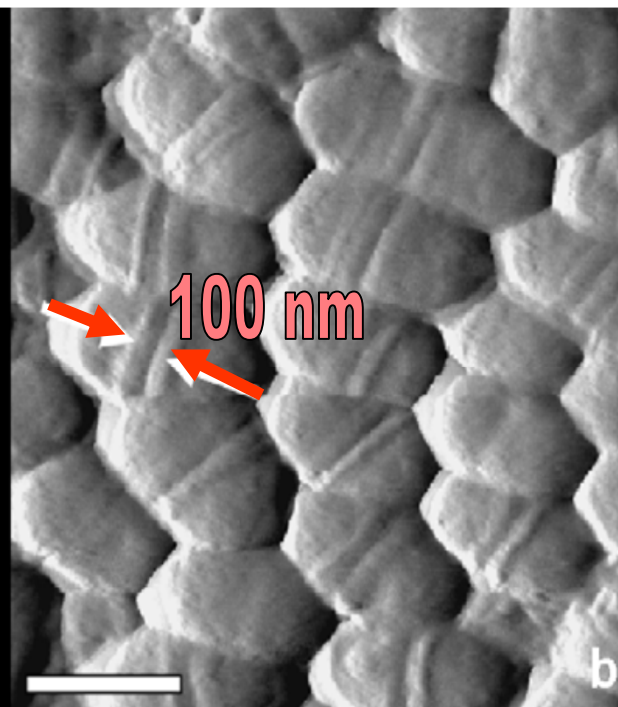
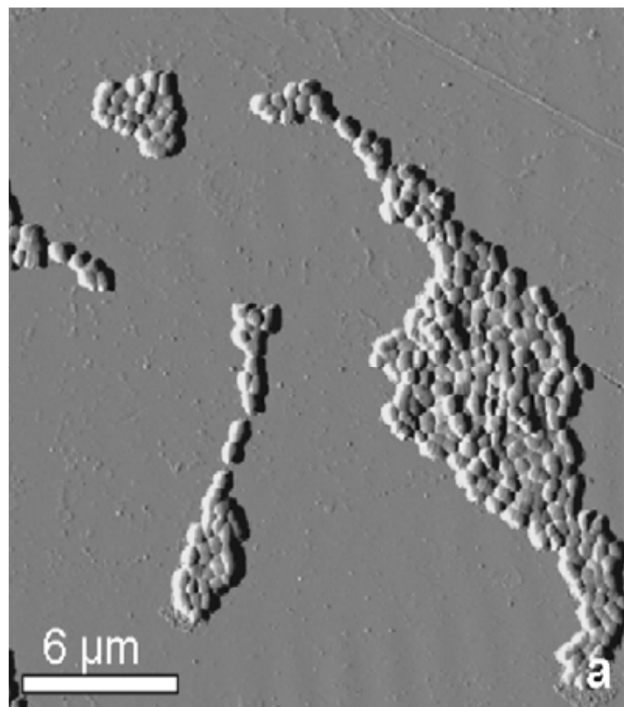
Separacja drożdży *S. cerevisiae*: tzw. dielektroforeza w skali nm



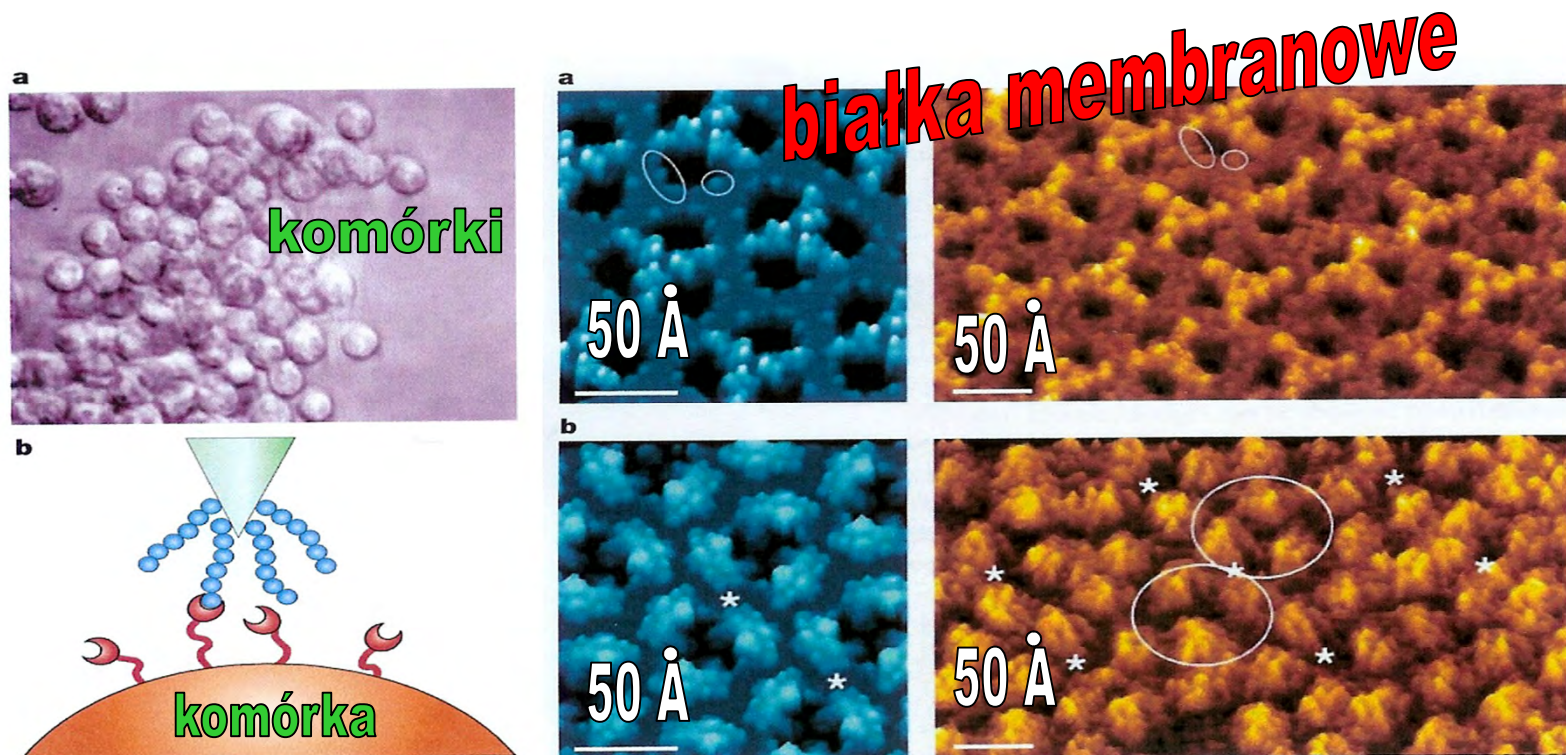
Systemy manipulacji strukturami membranowymi

Dzięki nanobiotechnologii, mikroskop o działaniu atomowym (AFM) umożliwia manipulowanie strukturami membranowymi drobnoustrojów w ich natywnym środowisku płynnym, tj. w brzeczce, w celu izolacji najaktywniejszych komórek. ➡





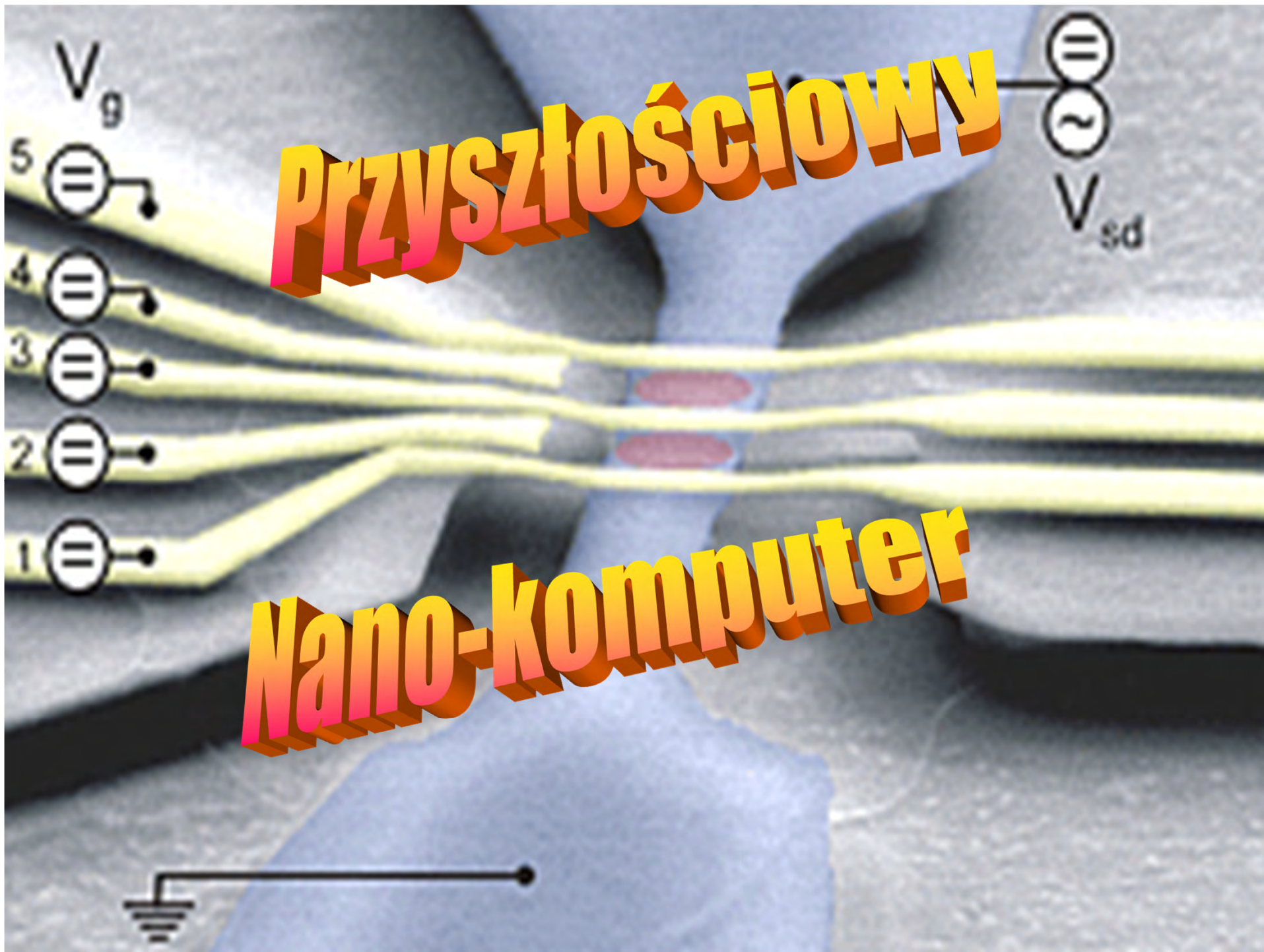
Można przeprowadzać manipulacje w pojedynczych białkach membranowych (strukturalnych) drobnoustrojów i obserwować w czasie rzeczywistym dynamikę ich zmian oraz dokonywać identyfikacji pojedynczych receptorów.



Membrany drobnoustrojów widziane pod „*Atom Force Microscopy*”

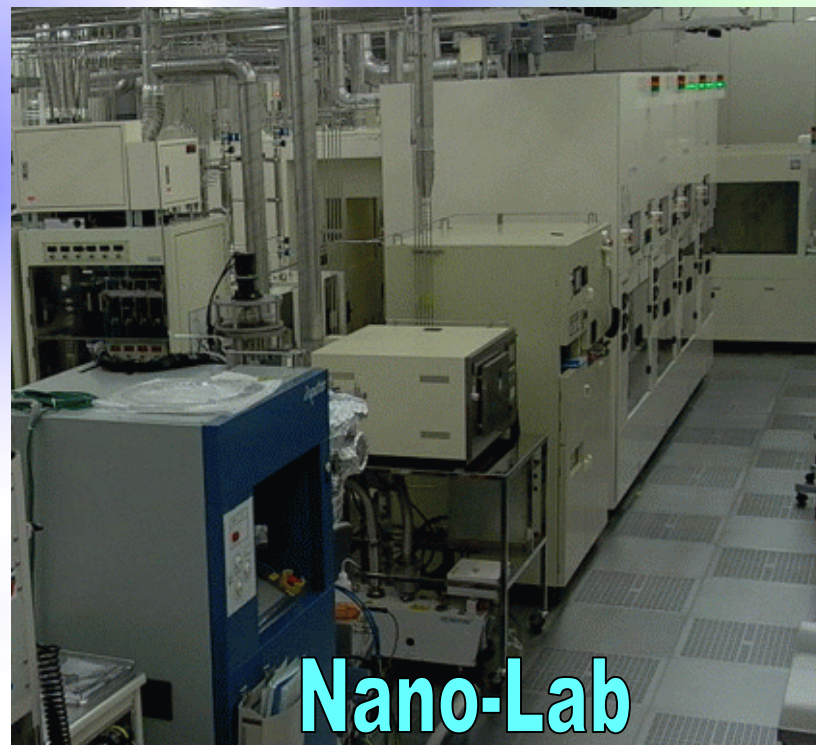
Przyszłościowy

Nano-komputer

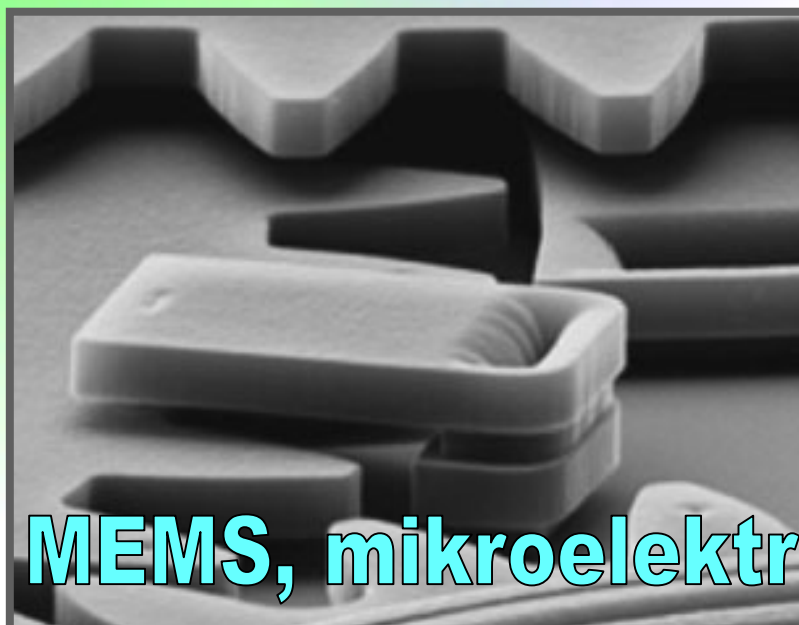




AFM Mikroskop



Nano-Lab



MEMS, mikroelektromechaniczne systemy



**Nanotechnologia:
nauka czy fantazja?**

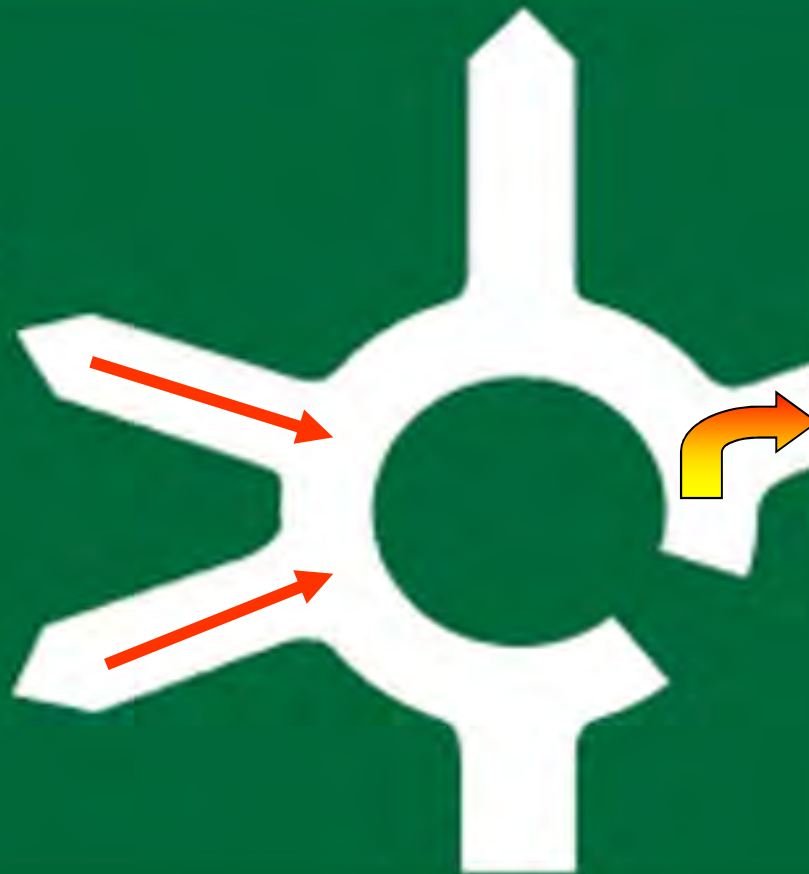


Nanotechnology



Science
Fiction

Science
Project



Praktyka



Prace badawczo-rozwojowe z zakresu nanotechnologii dla przemysłu spożywczego

Firma	Sprzedaż w 2003 US mln \$	Działalność w zakresie nanotechnologii
Nestle' (Szwajcaria, Niemcy)	54,2	Nanotechnologia dla przemysłu spożywczego
Kraft Foods (USA)	29,7	„Smart drinks“ i nanokapsułki dla przem. spożywczego
PepsiCo (USA)	25,1	4 firma w rankingu firm przem. spożywczego i napojów
Cargill (USA)	20,5	7 firma w rankingu firm przem. spożywczego i napojów
ConAgra (USA)	19,8	8 firma w rankingu firm przem. spożywczego i napojów
DuPont Food Industry (USA)	5,5	Strategiczny partner dla przem. spoż. i napojów



Perspektywy rozwoju produkcji i dochodów z nanobiotechnologii

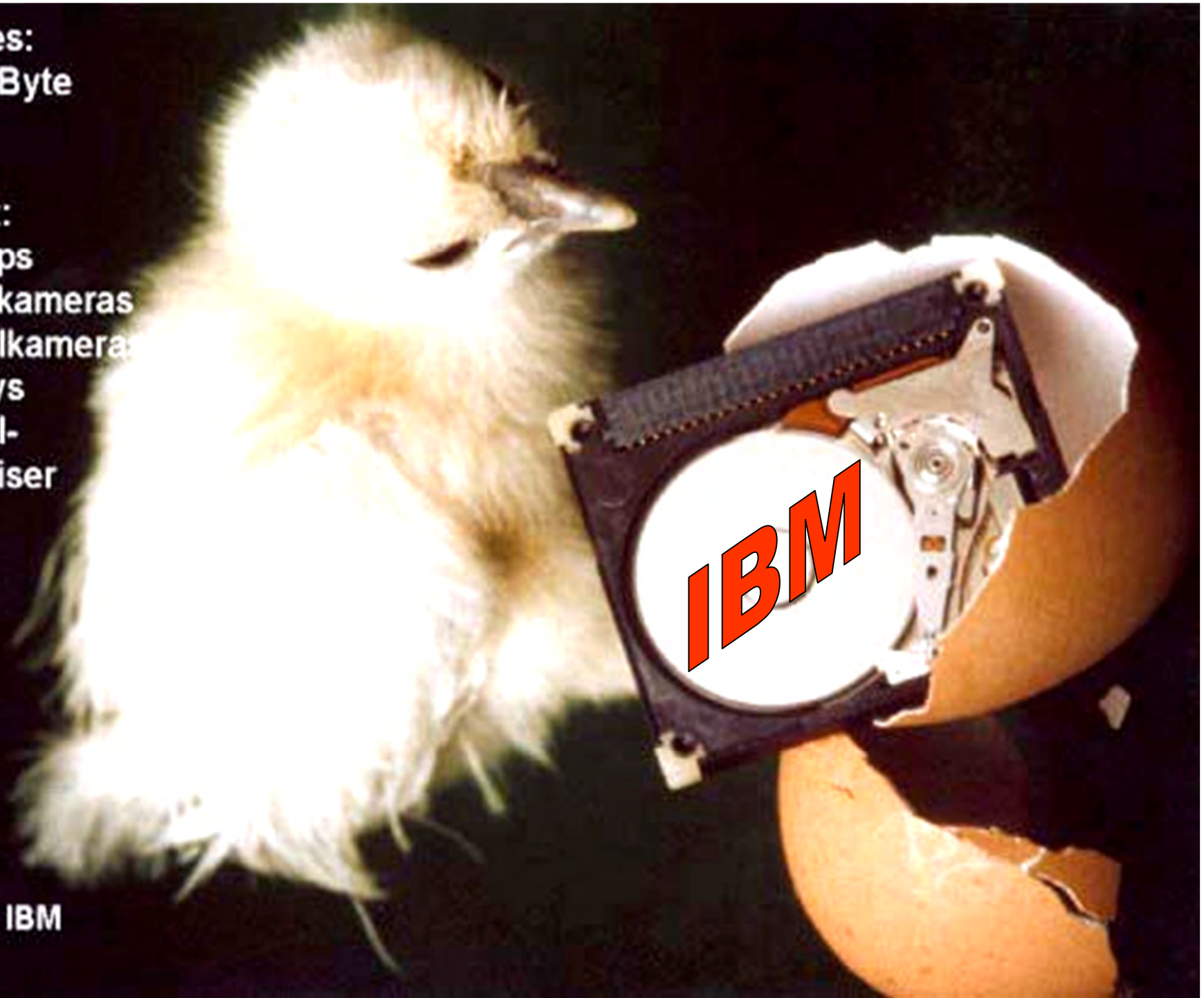
- 2004/2005/2006 rok - ponad **200** **koncernów** pracujących w zakresie nanobiotechnologii dla przemysłu spożywczego;
- 2010 rok – **kilka tysięcy** **firm** pracujących w zakresie nanobiotechnologii dla przemysłu spożywczego;
- 2010 rok – **dochód** ze sprzedaży urządzeń z zakresu nanobiotechnologii dla przemysłu spożywczego przewidziany jest na poziomie **20 mln \$**

Features:

- 340 MByte
- 20 g

Einsatz:

- Laptops
- Videokameras
- Digitalkameras
- Handys
- Digital-
organiser



Quelle: IBM

Dziękuję za uwagę !



Dyskusja ?





Klasyczne
nienanotechnologiczne piwo!
PROST !

Do zobaczenia!

