



"Zapisane w genach, czyli Python a tajemnice naszego genomu."

Dr Kaja Milanowska

Instytut Biologii Molekularnej i Biotechnologii UAM

VitaInSilica sp. z o.o.

Warszawa, 9 lutego 2015

*Vita***InSilica**

Dane biomedyczne

- 1) Sekwencjonowanie nowej generacji → medycyna spersonalizowana, wykrywanie wariantów, choroby genetyczne
- 2) Dane dotyczące szlaków metabolicznych → mechanizmy oddziaływań, powiązania, sieci
- 3) Struktury makromolekuł → inhibitory → leki
- 4) Obrazy → obróbki obrazów

- 1) **Sekwencjonowanie nowej generacji → medycyna spersonalizowana, wykrywanie wariantów, choroby genetyczne**
- 2) Dane dotyczące szlaków metabolicznych → mechanizmy oddziaływań, powiązania, sieci
- 3) Struktury makromolekuł → inhibitory → leki
- 4) Obrazy → obróbki obrazów

Sekwencjonowanie Nowej Generacji (NGS)



Sekwencjonowanie Nowej Generacji (NGS)



Human Genome Project

- 10 lat
- Tysiące sekwenatorów
- \$ 3 000 000 000
- 3.3 Gpz (ok. 30 tys. genów)

Sekwencjonowanie Nowej Generacji (NGS)



Human Genome Project

- 10 lat
- Tysiące sekwenatorów
- \$ 3 000 000 000
- 3.3 Gpz (ok. 30 tys. genów)



Sekwencjonowanie Nowej Generacji (NGS)



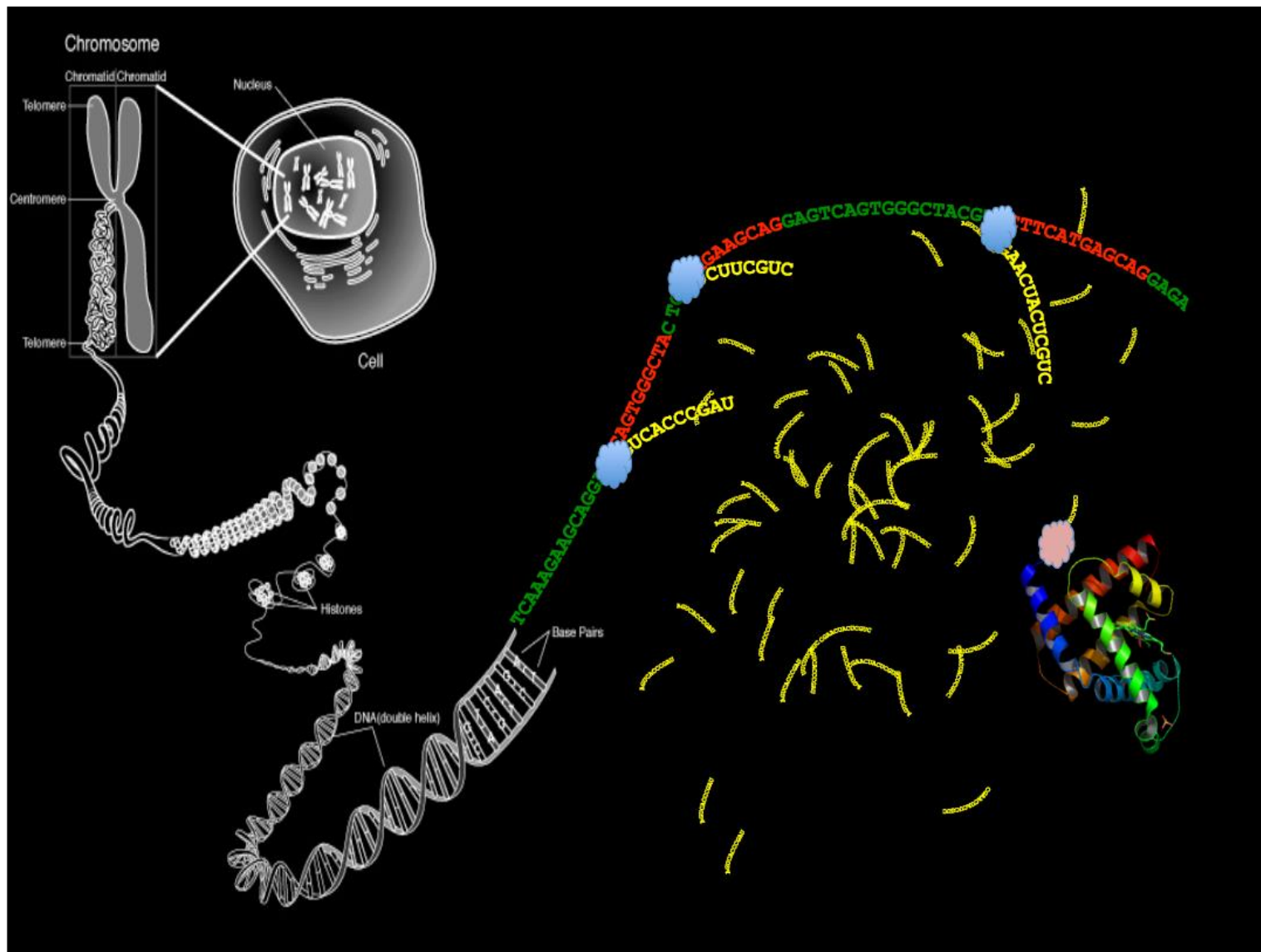
Human Genome Project

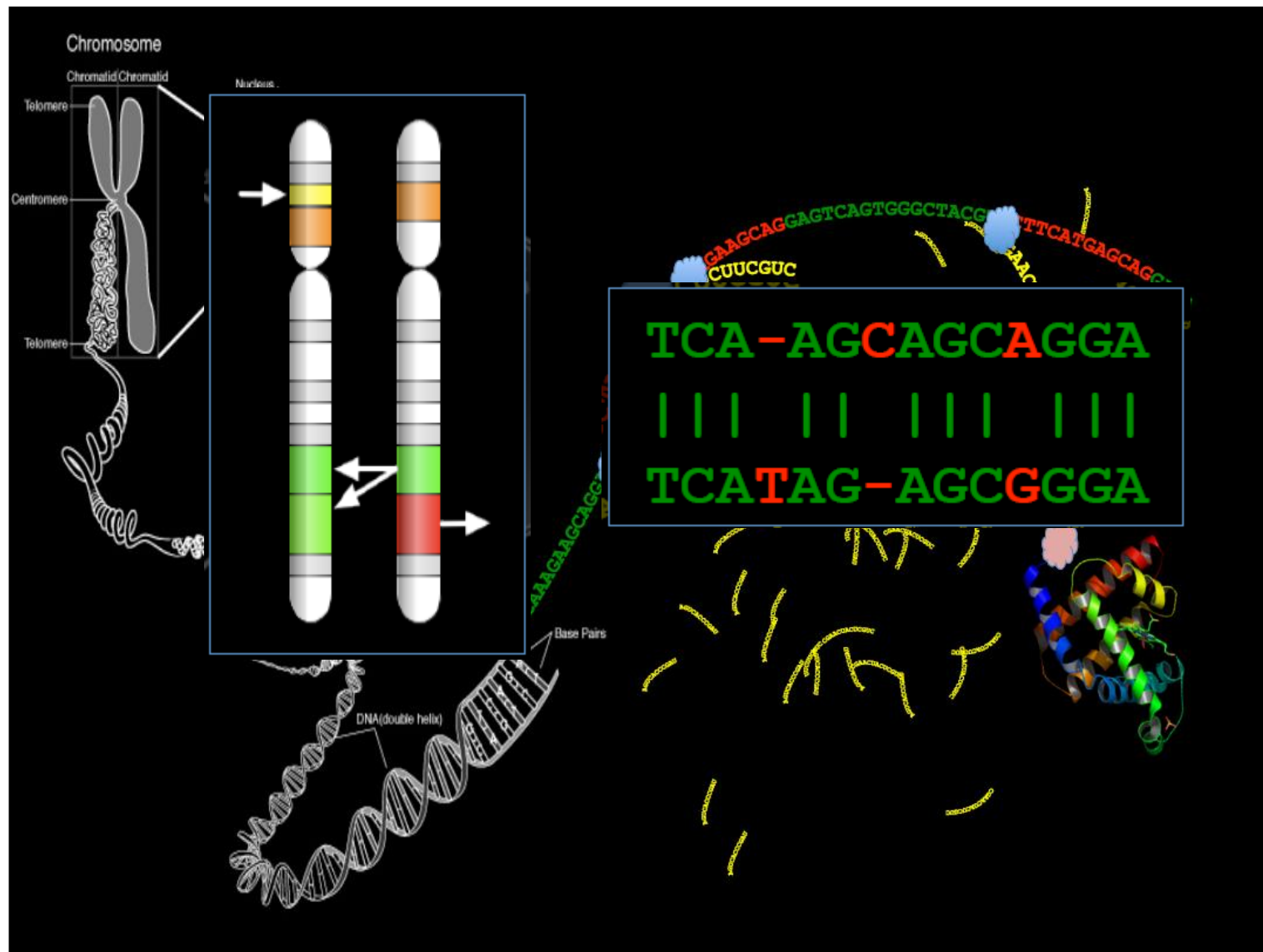
- 10 lat
- Tysiące sekwenatorów
- \$ 3 000 000 000
- 3.3 Gpz (ok. 30 tys. genów)

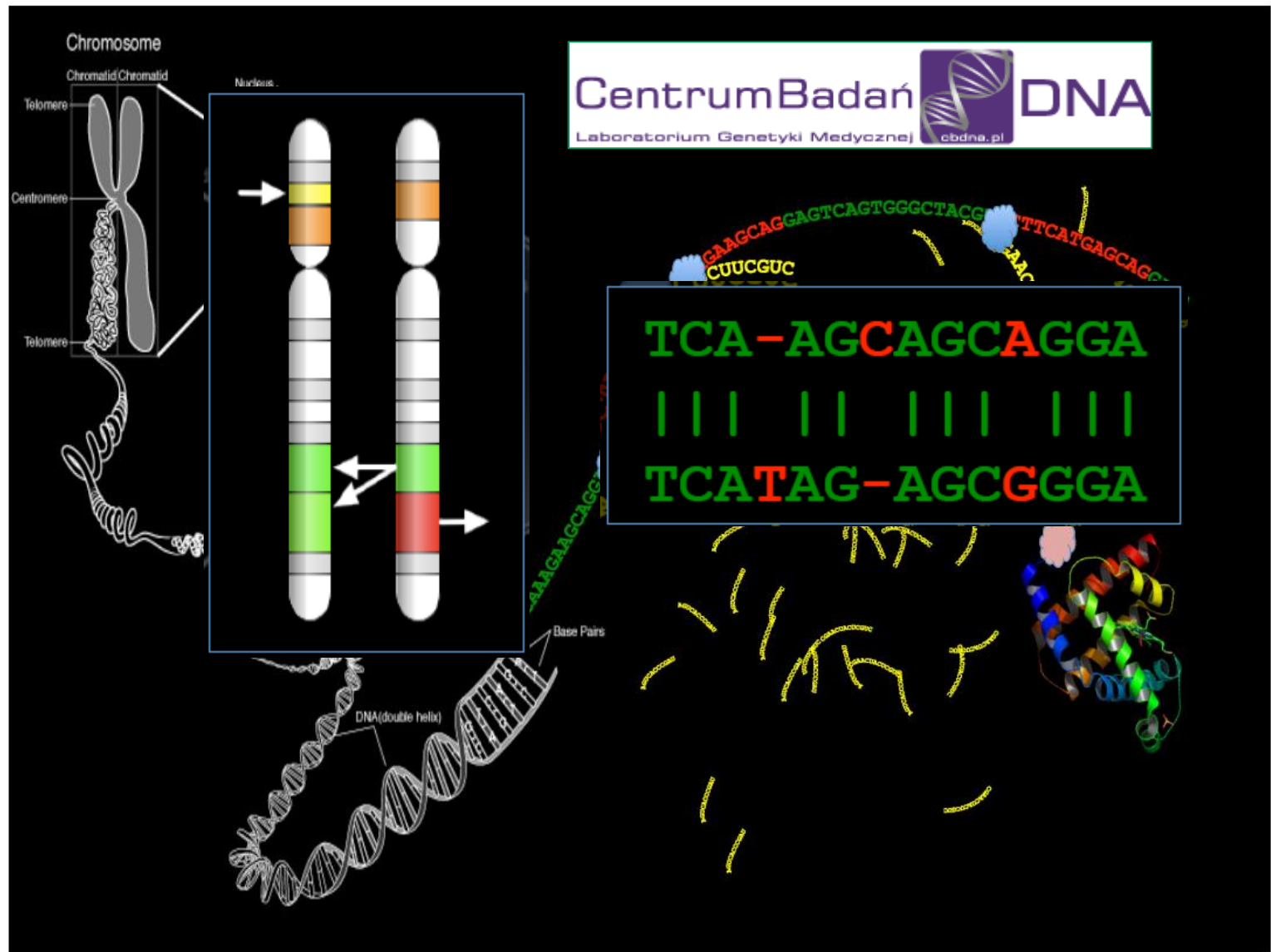
Nowoczesne sekwencjonowanie

- czas liczony w dniach
- jeden sekwenator
- \$ 6000
- 100-200 Gpz





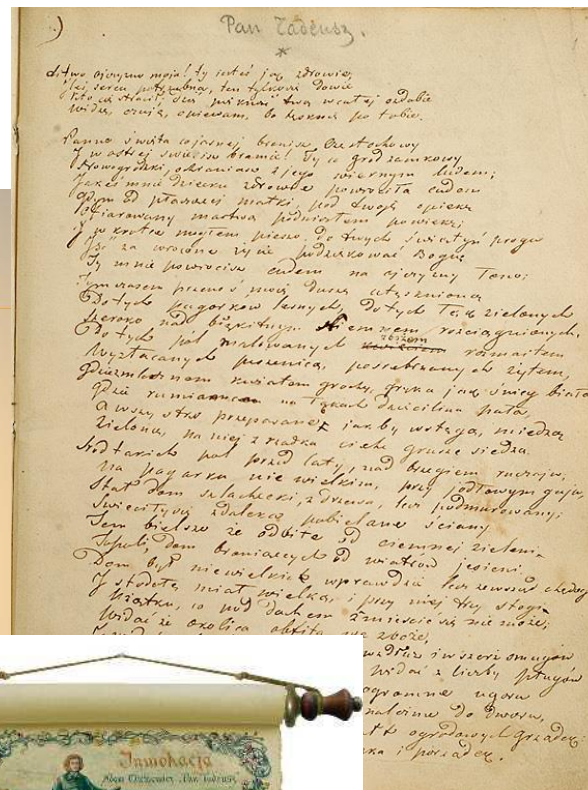




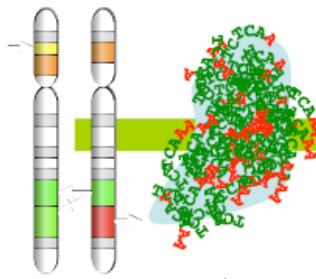
Pan Tadeusz

Litwo! Ojczyzno moja! ty jesteś jak zdrowie;
Ile cię trzeba cenić, ten tylko się dowie,
Kto cię stracił. Dziś piękność twą w całej ozdobie
Widzę i opisuję, bo tęsknię po tobie.

Panno święta, co Jasnej bronisz Częstochowy
I w Ostrej świecisz Bramie! Ty, co gród zamkowy
Nowogródzki ochraniasz z jego wiernym ludem!
Jak mnie dziecko do zdrowia powróciłaś cudem,
(Gdy od płaczącej matki pod Twoją opiekę
Ofiarowany, martwą podniosłem powiekę
I zaraz mogłem pieszo do Twych świątyń progu
Iść za wrócone życie podziękować Bogu),
Tak nas powróciś cudem na Ojczyzny łono.
Tymczasem przenoś moją duszę utęsknioną
Do tych pagórków leśnych, do tych łąk zielonych,
Szeroko nad błękitnym Niemnem rozciągnionych;
Do tych pól malowanych zbożem rozmaitem,
Wyzłaczanych pszenicą, posrebrzanych żytem;
Gdzie bursztynowy świerczop, gryka jak śnieg biała,
Gdzie panińskim rumieńcem dzięcielina pała,
A wszystko przepasane jakby wstęgą, miedzą
Zieloną, na niej z rzadka ciche grusze siedzą.



Sekwencjonowanie Nowej Generacji (NGS)



Pocięcie DNA i RNA w
mniejsze fragmenty



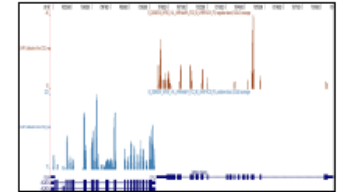
```
>187 29 706 F3
TT330201030313112312302220311112320021
0100122001102
>187 29 800 F3
TT3112001221322200222213012112112211203
2220323121202
>187 29 824 F3
TT2221113002302013323132330231030313112
3123022201211
>187 29 829 F3
TT2330201000313012312302220311112012212
3202132301212
>187 29 858 F3
TT2330201030313112312302220311112322212
3122122321212
>187 29 885 F3
TT2330201030313112312302220311112122001
3212122021222
```

Odczyty grupowane w
pliki – mogą mieć
nawet 100 GB

+



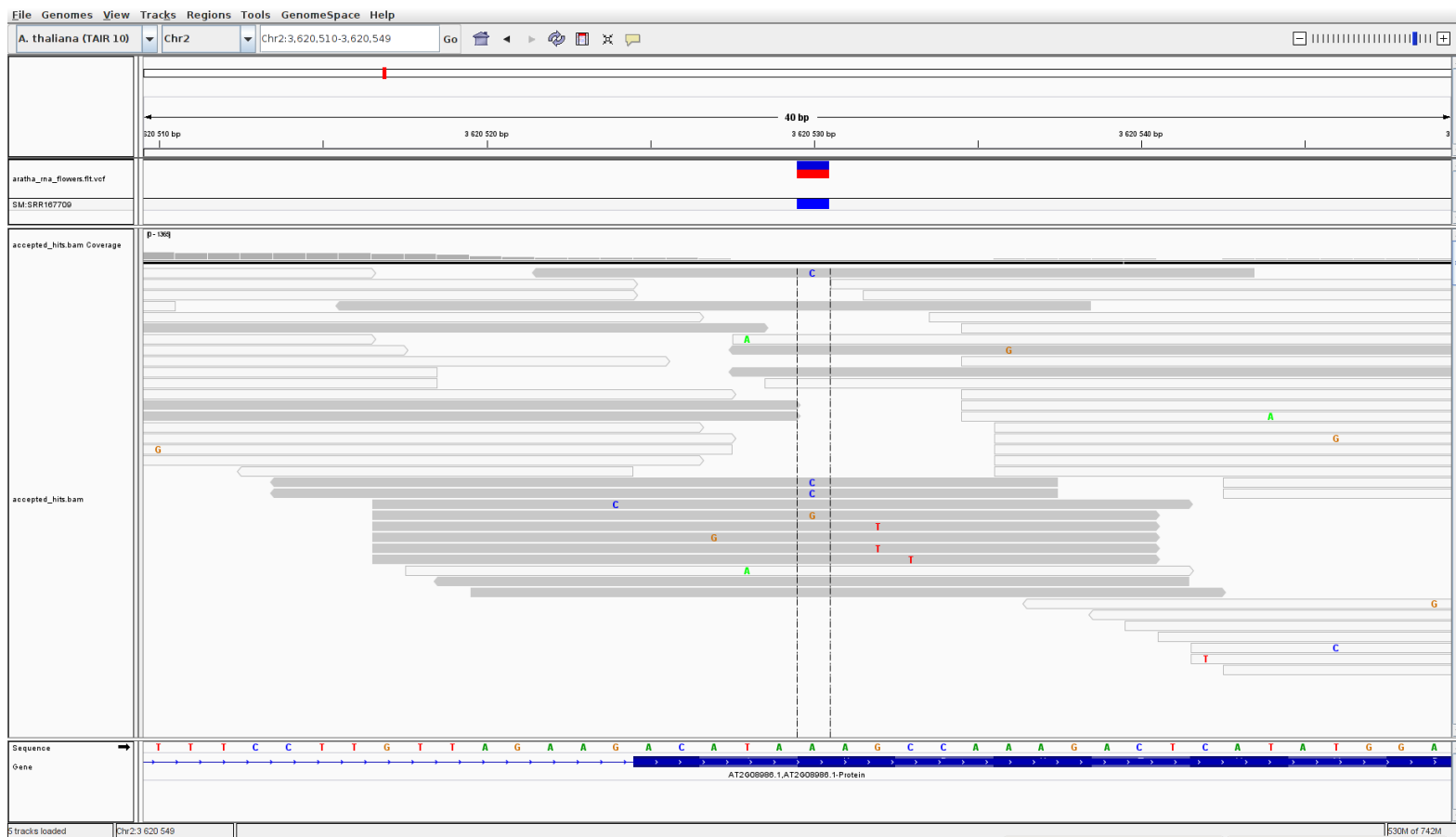
=

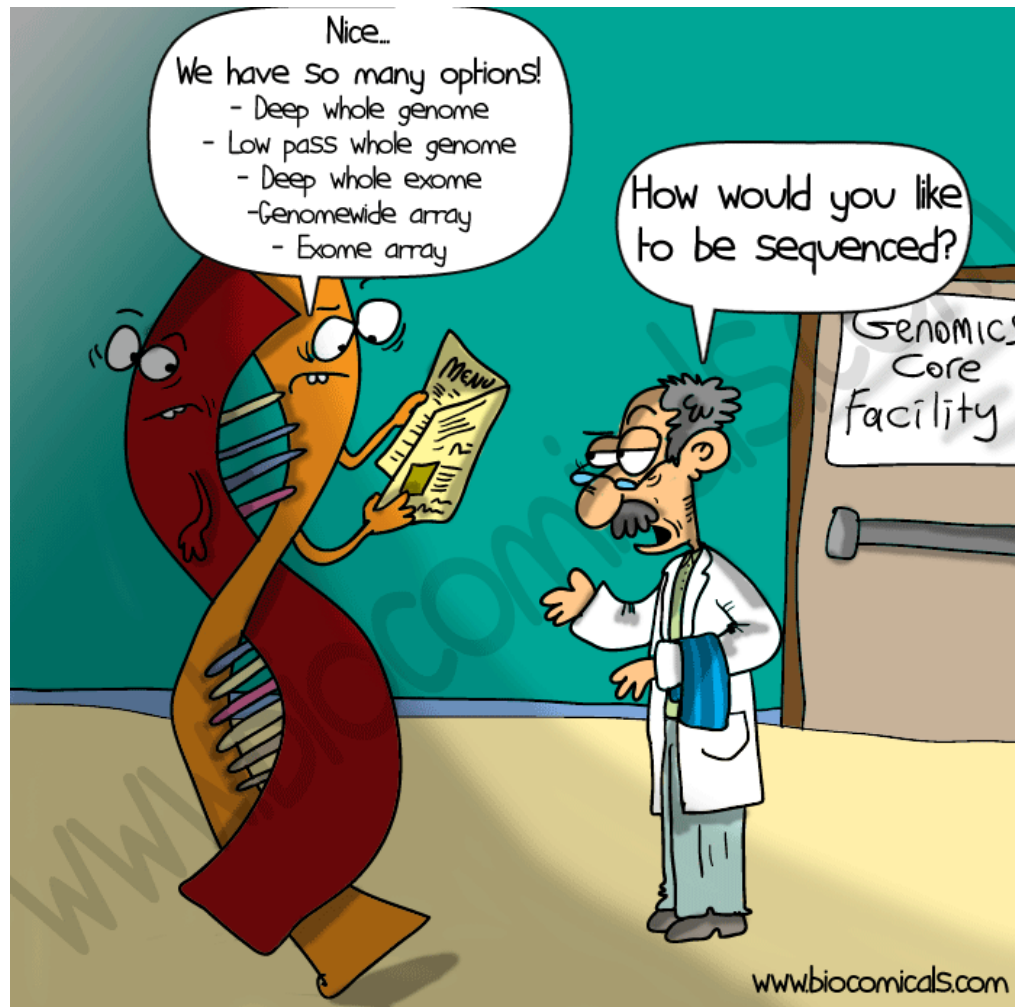


Analiza zmapowań –
aktywne geny

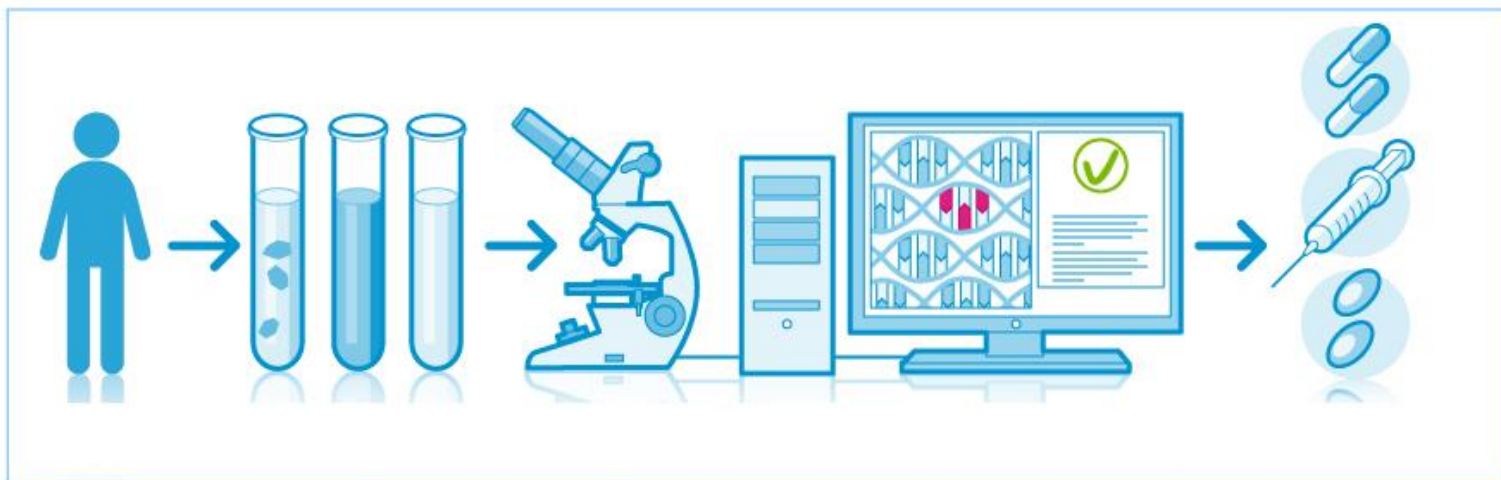
10 GB – 2 TB surowych
danych pochodzących
z maszyny

Złożenie *de novo*, bądź
mapowanie na
referencję





Medycyna spersonalizowana





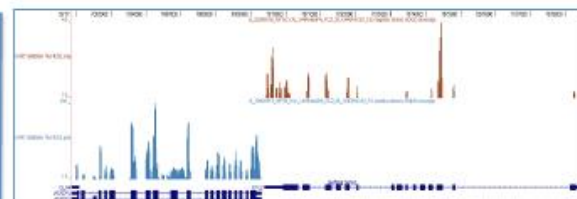
Referencja



Sekwencjonowanie
genomu

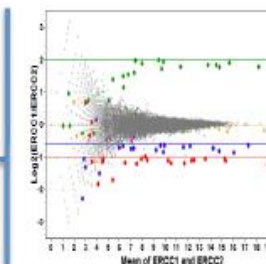
```
GATCAACTTG AGGCCAGCCT GACCAACGTG GC AAAACTCC ATCTCTACTA  
AATTAGCTGA GCGTGGTGGC ACGCACCTGT CATCCAGTT ACTCAGSAGG  
AGAAATGGCTT GAGCCTGGGA GACAGAGGTT GCAGTGAGCT GAGATTGCAT  
TAGCCTGGGT GACAGAGTGA AATGGAGGGA GGA AAAAAA AAAAAAGGAA  
AGGGAGCCAG COTAGGATGG GGAAGGCTCA CCAGAAAGTGG ATGCAAGAG  
GAGCTCATTC TATTTGCTTA GGA AAAAAA ACGTCCAGAA ACCTGGCCTT  
GCCGAGGCC TCCAGGAAG CCAGGCAGAC CCGCTCCTG CTCTGACCCC
```

Sekwencjonowanie
transkryptomu



Adnotacja „chorego”
genomu

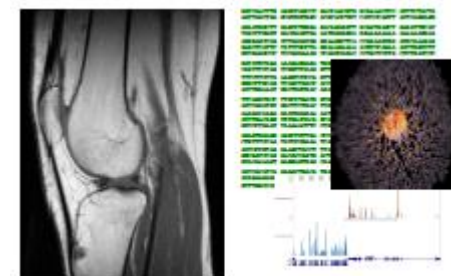
Porównanie ze
„zdrowymi danymi”



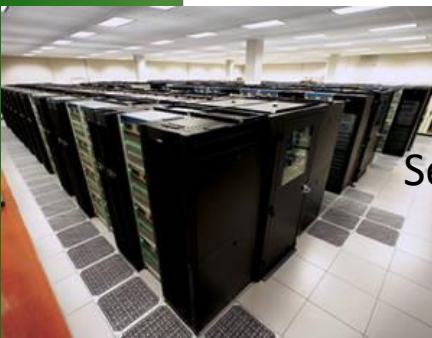
Medycyna spersonalizowana



Referencja	10 GB	2-3 filmy HD
Sekwencjonowanie genomu	100 Mpz, 36h/4 serwery	6% indeksu Google
Sekwencjonowanie transkryptomu	100 Mpz, 15 miliardów operacji	30x Dzienny ruch na Google
Adnotacja „chorego” genomu	Cała masa cech	50-500 GB danych
Porównanie ze „zdrowymi danymi”	Analiza i interpretacja	



Genomika populacji



Referencja

1 Petabajtowe
łącze

Miliard wideo z
Youtube

Sekwencjonowanie
genomu

4 miliony
serwerów

1.2 miliona
serwerów
sprzedane w 4
kwartale 2009

Sekwencjonowanie
transkryptomu

72 miliony
godz.

3 lata na
Superkomputerze
Ranger (UT)

Adnotacja „chorego”
genomu

1 eksabajt /
dzień

Wielki Zderzacz
Hadronów – 300
EB / rok

Porównanie ze
„zdrowymi danymi”

27000
radiologów

Genomika populacji



Referencja

1 Petabajt = 1024 TB = 1024*1024 GB^z

Sekwencjonowanie
genomu

4 miliony
serwerów

1.2 miliona
serwerów
sprzedane w 4
kwartale 2009

Sekwencjonowanie
transkryptomu

72 miliony
godz.

3 lata na
Superkomputerze
Ranger (UT)

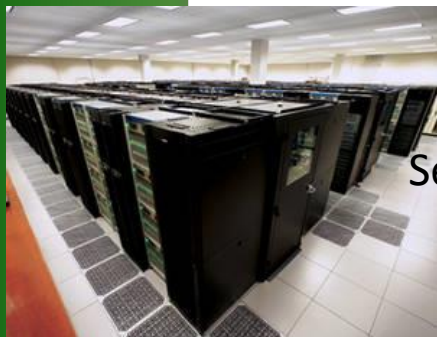
Adnotacja „chorego”
genomu

1 eksabajt /
dzień

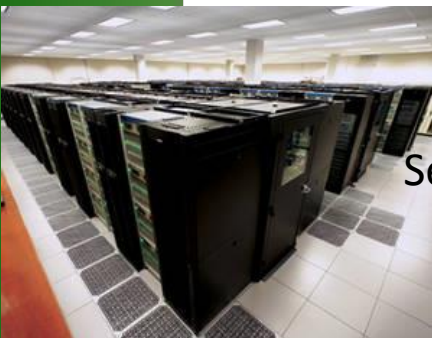
Wielki Zderzacz
Hadronów – 300
EB / rok

Porównanie ze
„zdrowymi danymi”

27000
radiologów



Genomika populacji



Referencja

1 Petabajtowe
łącze

Miliard wideo z
Youtube

Sekwencjonowanie
genomu

4 miliony
serwerów

1.2 miliona
serwerów
sprzedane w 4
kwartale 2009

Sekwencjonowanie
transkryptomu

72 miliony
godz.

3 lata na
Superkomputerze
Ranger (UT)

Adnotacja „chorego”
genomu

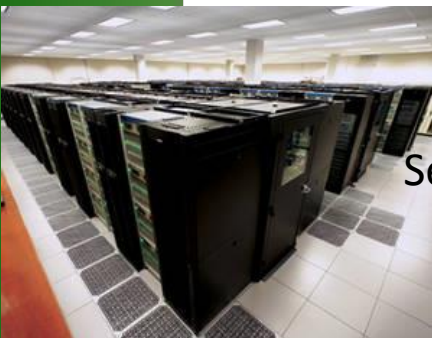
1 eksabajt /
dzień

Wielki Zderzacz
Hadronów – 300
EB / rok

Porównanie ze
„zdrowymi danymi”

27000
radiologów

Genomika populacji



Referencja

1 Petabajtowe łącze

Miliard wideo z Youtube

Sekwencjonowanie genomu

4 miliony
serwerów

1.2 miliona
serwerów
sprzedane w 4
kwartale 2009

Sekwencjonowanie transkryptomu

72 miliony
godz.

3 lata na
Superkomputerze
Ranger (UT)

Adnotacja „chorego” genomu

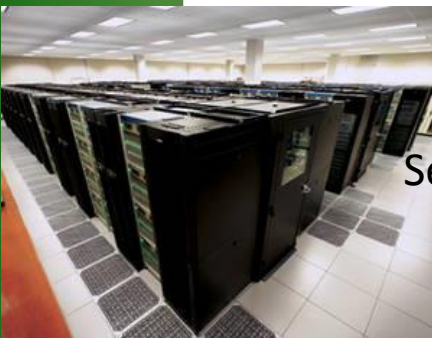
1 eksabajt = 1000 PB

Bielki Zderzac
dronów – 300
EB / rok

Porównanie ze „zdrowymi danymi”

27000
radiologów

Genomika populacji



Referencja

1 Petabajtowe
łącze

Miliard wideo z
Youtube

Sekwencjonowanie
genomu

4 miliony
serwerów

1.2 miliona
serwerów
sprzedane w 4
kwartale 2009

Sekwencjonowanie
transkryptomu

72 miliony
godz.

3 lata na
Superkomputerze
Ranger (UT)

Adnotacja „chorego”
genomu

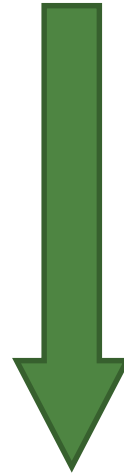
1 eksabajt /
dzień

Wielki Zderzacz
Hadronów – 300
EB / rok

Porównanie ze
„zdrowymi danymi”

27000
radiologów

NGS



Python

Dane NGS

EDA

Novel Apps

Interactions

Expression

Variation

Annotation

Assembly

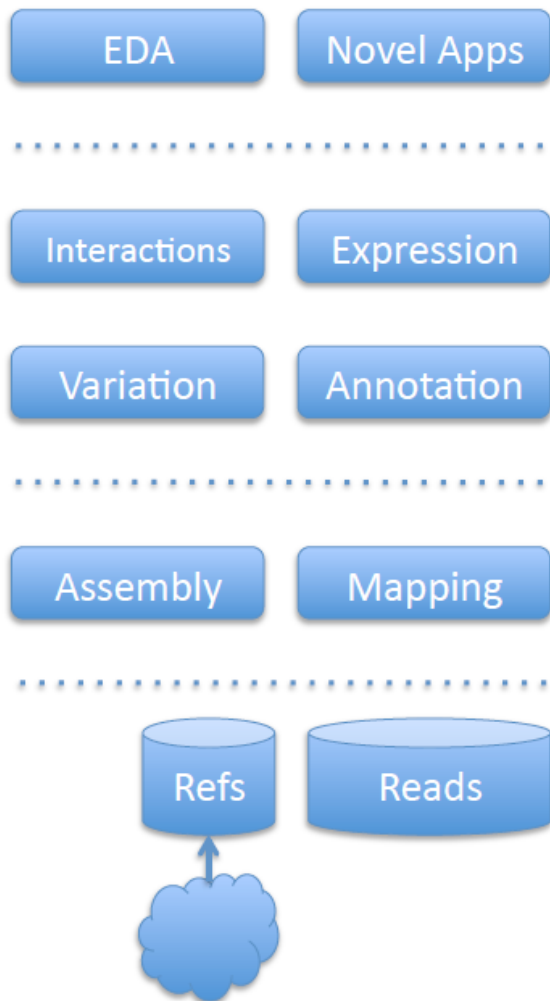
Mapping

Refs

Reads



Dane NGS



Referencje i dane – genomy, zestawy danych dotyczących struktury, funkcji, surowe odczyty

Dane NGS

EDA

Novel Apps

Interactions

Expression

Variation

Annotation

Assembly

Mapping

Podstawowe algorytmy – przekształć surowe dane w dane znaczące

Refs

Reads

Referencje i dane – genomy, zestawy danych dotyczących struktury, funkcji, surowe odczyty

Dane NGS

EDA

Novel Apps

Interactions

Expression

Variation

Annotation

Standardowe analizy – zrozumienie struktury i funkcji elementów genomu

Assembly

Mapping

Podstawowe algorytmy – przekształć surowe dane w dane znaczące

Refs

Reads

Referencje i dane – genomy, zestawy danych dotyczących struktury, funkcji, surowe odczyty

Dane NGS



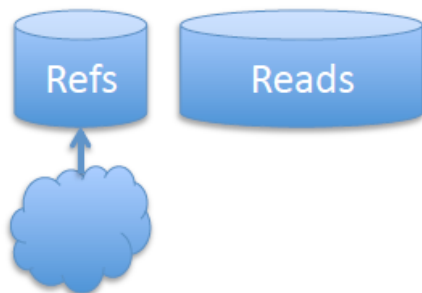
EDA = Exploratory Data Analysis = co może przynieść przyszłość



Standardowe analizy – zrozumienie struktury i funkcji elementów genomu



Podstawowe algorytmy – przekształć surowe dane w dane znaczące



Referencje i dane – genomy, zestawy danych dotyczących struktury, funkcji, surowe odczyty

EDA

Novel Apps

Interactions

Expression

Variation

Annotation

Assembly

Mapping

Refs

Reads



Algorytmy

Algorytmy

Uwagi

EDA

Novel Apps

Interactions

Expression

Variation

Annotation

Assembly

Mapping

Refs

Reads

Formaty tekstowe

Łatwo osiągnąć
horendalne wielkości –
mały lab potrafi
wygenerować 100 TB
danych. „Niestabilność”
referencji

Algorytmy

Algorytmy

Uwagi

EDA

Novel Apps

Interactions

Expression

Variation

Annotation

Assembly

Mapping

Grafy, schematy danych,
programowanie
dynamiczne

I/O

Refs

Reads

Formaty tekstowe

Łatwo osiągnąć
horendalne wielkości –
mały lab potrafi
wygenerować 100 TB
danych. „Niestabilność”
referencji

Algorytmy

Algorytmy

Uwagi

EDA

Novel Apps

Interactions

Expression

Variation

Annotation

Klastrowanie, modele
statystyczne, analiza sieci

Mniejsze dane, ale
czasem wymagają
powrotu do odczytów

Assembly

Mapping

Grafy, schematy danych,
programowanie
dynamiczne

I/O

Refs

Reads

Formaty tekstowe

Łatwo osiągnąć
horendalne wielkości –
mały lab potrafi
wygenerować 100 TB
danych. „Niestabilność”
referencji

Algorytmy

<u>Algorytmy</u>		<u>Uwagi</u>
EDA	Novel Apps	Data-mining, wizualizacja informacji
Interactions	Expression	Mniejsze dane, ale czasem wymagają powrotu do odczytów
Variation	Annotation	
Assembly	Mapping	I/O
Refs	Reads	Łatwo osiągnąć horendalne wielkości – mały lab potrafi wygenerować 100 TB danych. „Niestabilność” referencji

Software

Software

EDA

Novel Apps

Interactions

Expression

Variation

Annotation

Assembly

Mapping

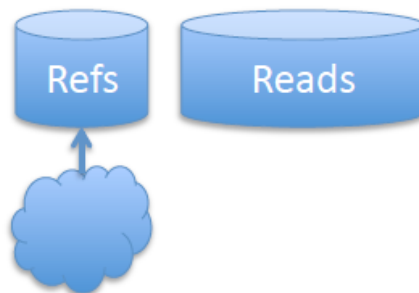
Refs

Reads



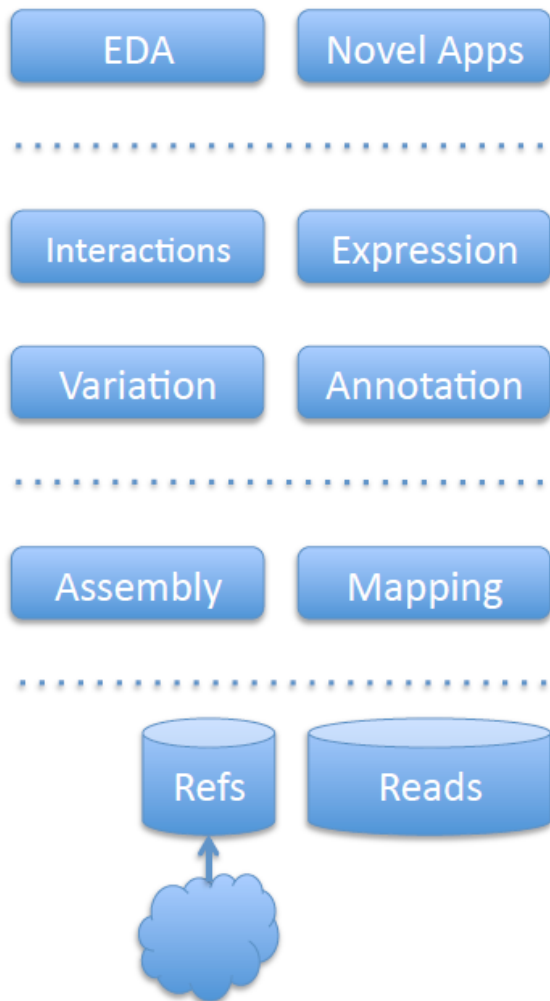
Software

Software



Bazy danych, narzędzia ORM, „czyste” pliki

Software

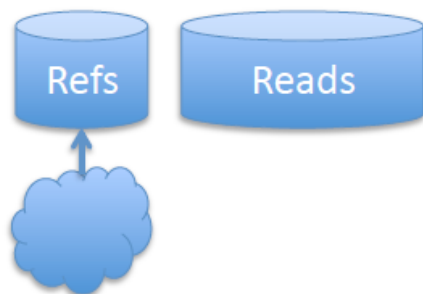


Software

Biblioteki do obsługi grafiki, narzędzia do zarządzania analizą danych, kolejkowanie, obsługa zadań

Bazy danych, narzędzia ORM, „czyste” pliki

Software



Software

Języki skryptowe, biblioteki do analizy danych

Biblioteki do obsługi grafiki, narzędzia do zarządzania analizą danych, kolejkowanie, obsługa zadań

Bazy danych, narzędzia ORM, „czyste” pliki

Software



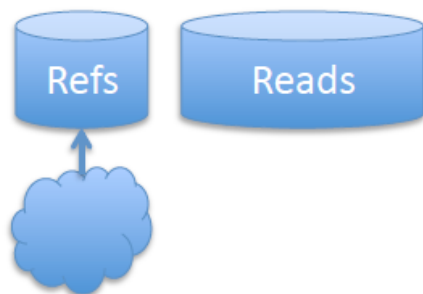
Przeglądarki genomowe, Matlab, narzędzia do statystyki, R



Języki skryptowe, biblioteki do analizy danych



Biblioteki do obsługi grafiki, narzędzia do zarządzania analizą danych, kolejkowanie, obsługa zadań



Bazy danych, narzędzia ORM, „czyste” pliki

EDA

Novel Apps

Interactions

Expression

Variation

Annotation

Assembly

Mapping

Refs

Reads



Python i NGS

Obecnie

Potencjalnie

EDA

Novel Apps

Interactions

Expression

Variation

Annotation

Assembly

Mapping

Refs

Reads

Parsery dla różnych formatów, BioPython, SAMTool (Pysam), Pygr

DISCO, Hadoop dla zarządzania danymi w sposób rozproszony

Python i NGS

Obecnie

Potencjalnie

EDA

Novel Apps

Interactions

Expression

Variation

Annotation

Assembly

Mapping

Refs

Reads

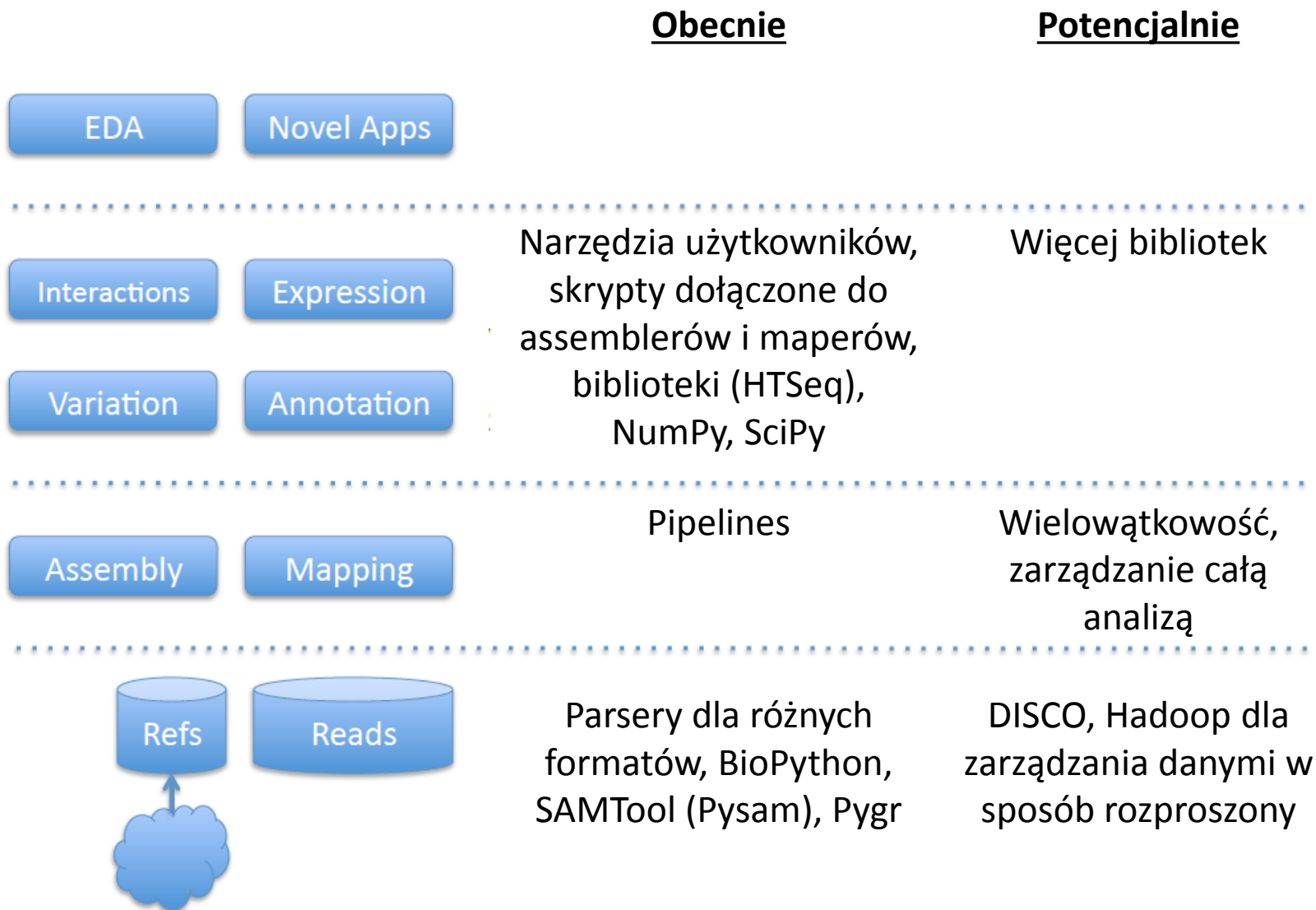
Pipelines

Wielowątkowość,
zarządzanie całą
analizą

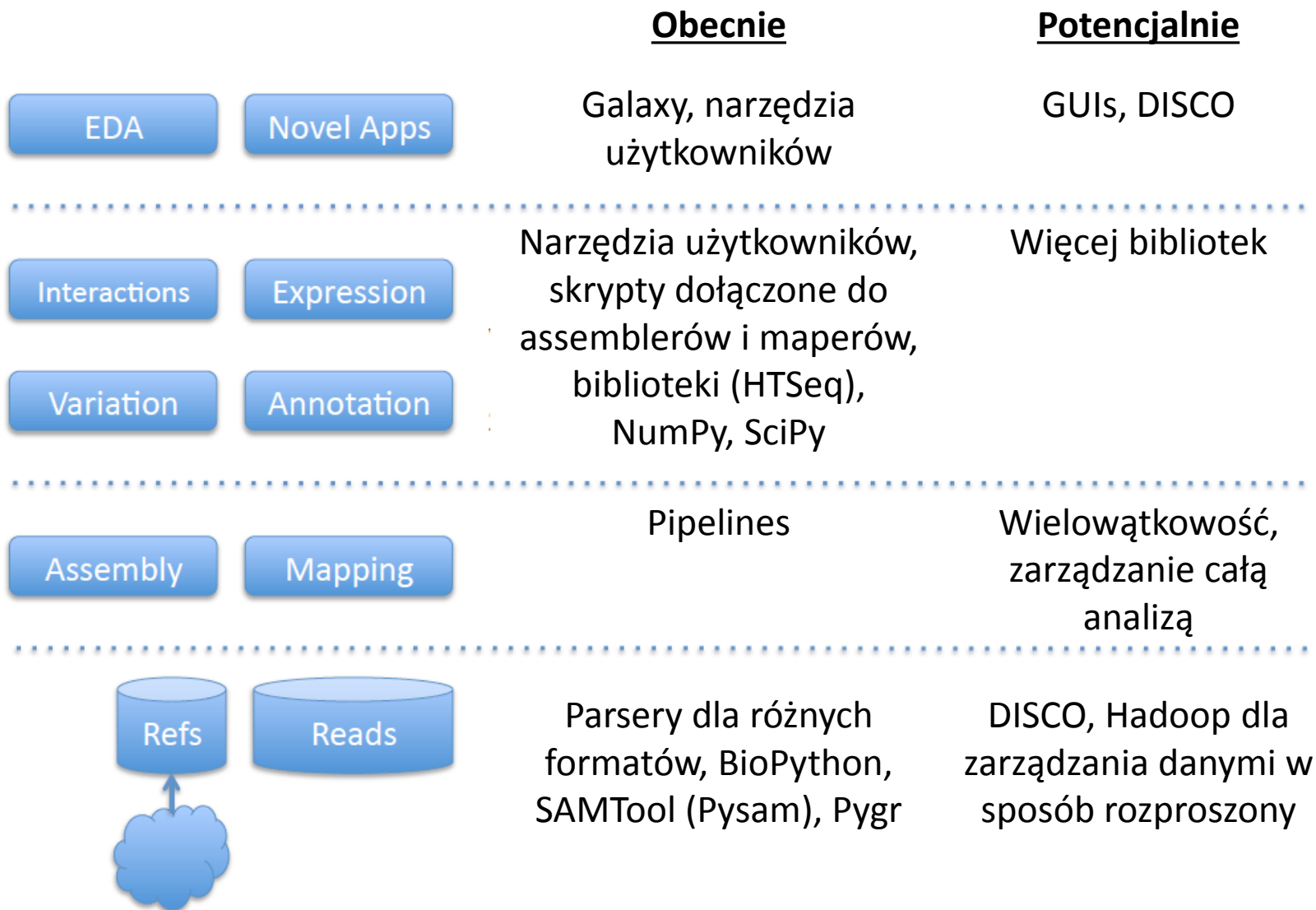
Parsery dla różnych
formatów, BioPython,
SAMTool (Pysam), Pygr

DISCO, Hadoop dla
zarządzania danymi w
sposób rozproszony

Python i NGS



Python i NGS



Python i NGS – przykładowe formaty surowych danych

```
>TCNS_00006136_gene=XL0C_004175
GTAAATTCCTCCAAATCACGATTCACGTCTCACGACCACACTCCACAGTGGACGTCGACCAAGTATCACG
GTTGCAGACTTGCAGCTCGCCTCTCGTCGACAGTTTTTCGACTGTTCACTCTCTCATCAGTCATCTTTGTC
AAGGACCTTTTCTCTTCAACTATAGTGGAAATGTTGTGGGTTGACAAGTACCGCCCTAAACATTAGACA
AAGTTACTGTACACCAGGATGTTGCTCAAAATCTTCGTAACCTGGTCTCAGAGGGAGATTGTCCTCATCT
TCTCTTTTACGGCCCTTCGGTTTCAGGAAAAAACTCTCATTATGGCACTTCTTAGACAGATTTTGGT
CCAAGTGCTGACAAGTTTAAAGTTGGAACAAGATTTGGAAGTTGATGCTGGTTCTCGGACAATTGATG
TGGAGCTCACAACATTGTCAAGCACTCACCATGTGGAATTAATCCAAGTGATGCCGGATTTTCAGGACAG
ATACGTTGTTCAAGAGATAATCAAAGAAATGGCCAAGAATAGACCAATTGACACGAAAGGGAAAAAGGGG
TTTAAAGTTTTAGTGCTAAATGAAGTTGACAAGCTCTCAAGAGAAGCACAACATTCTTTCGAAGAACAA
TGGAGAAGTACAGTGTCATGTCGCGCTGATTCTTTGCTCCAACAGTTCTTCAAAGGTCACTGAAGCAGT
TCGCTCACGATGCCTTAATGTGCGAATAATGCACCAATGGAGGAAGAGATTGTTAGTGTTTTGGAATTT
ATTGCCAAAAAGGAAGAACTTCAATTTCCACAGGGTTTTGCAGCCCGCATTGTGGAAGTCAAATAGGA
ATCTGAGGAGGGCAGTTTTGACATTTGAGTCTTGCCGTGTTCAACAGTATCCCTTTACAAACAACCAAAC
TATACCTCCGATGGACTGGGAGCAATATGTTTCAGAAATTGCATCAGACATAATGAAAGAGCAGAGCCCT
AAAAGGTTATTTGAGGTAAGAGGAAAGTTATATGAGCTACTAATAATTGTATTTCCCTGAAATTATTT
TGAAGAGGCTGCTTTTCGAATATTAAGAAATTGGATTGAGAGTTGAAGCATGAGGTGTCCAAGTGGGC
TGCTCATTATGAGCATAGGATGCGCCTTGGACAGAAGGCTATATTTATCTTGAAGCATTTGTGGCTAAA
TTCATGAGCATCTACAAGAGTTTCTTATTTCAACATTTGGCTAAGATAGAAGATCTGAAGTTGTATGGA
ACTGTTTGGCAGTAGGAAGAAGTTTTCTTTGTCGTTGTGCTAATGTCCTGTCGTGTTTTAATTTAATTT
GGGCTGTACAATTGTGCTAGACATTATTGTACAAGAATCATACCCAATTTGATCTCTATCAGAAGGAT
TTTCTACTGCTAGTATCTTTGCAATTGCCATGTCGCGGTGGGTACAAGGTAGTAATGGGTACATGTTGCA
GTTATTTTTTTTCTCTAGCC
>TCNS_00006137_gene=XL0C_004175
GTAAATTCCTCCAAATCACGATTCACGTCTCACGACCACACTCCACAGTGGACGTCGACCAAGTATCACG
GTTGCAGACTTGCAGCTCGCCTCTCGTCGACAGTTTTTCGACTGTTCACTCTCTCATCAGTCATCTTTGTC
AAGTGGAAATGTTGTGGGTTGACAAGTACCGCCCTAAACATTAGACAAAGTTACTGTACACCAGGATGT
TGCTCAAAATCTTCAAACCTGGTCTCAGAGGGAGATTGTCCTCATCTTCTCTTTTACGGCCCTTCGGT
TCAGGAAAAAACTCTCATTATGGCACTTCTTAGACAGATTTTGGTCCAAGTGCTGACAAGGTTGAGA
ACAAGATTTGGAAGTTGATGCTGGTTCTCGGACAATTGATGTGGAGCTCACAACATTGTCAAGCACTCA
CCATGTGGAATTAATCCAAGTGATGCCGGATTTTCAGGACAGATACGTTGTTCAAGAGATAATCAAAGAA
```

www.vitainsilica.pl
office@vitainsilica.pl

>TCONS 00006136 gene=XL0C 004175
GTAAAAATCCCCAAATCACGATTCACGTCTCAGGACCACACTCCACAGTGGACGTCGACCAAGTATCACG
GTTGCAGACTTGCAGCTCGCCTCTCGTCGACAGTTTTCGACTGTTCAGTCTCTCATAGTCATCTTTGTC
AAGGACCTTTTCTCTTCAACTATAGTGGAAATGTTGTGGGTTGACAAGTACCGCCCTAAAACATTAGACA
AAGTTACTGTACACCAAGGATGTTGCTCAAAATCTTCGTAAACTGGTCTCAGAGGGAGATTGTCTCATCT
TCTCTTTTACGGCCCTTCGGTTTCAGGAAAT@FCC3NF0ACXX:3:1101:1317:1982#/1
CCAAGTCTGACAAGGTTAAGGTTGAGAACTNCACCAGCTGCTCCCCATTCTCTCTTTGGGGTAACTACTTTAGACTTCAATCTCTCATCAATCATATGAGAGCCATAAGTTTCTTTTTTCGCTCTC
TGGAGCTCACAACATTGTCAAGCACTCACCBPSSaZacce`e`^bbf]feebg^[`^b`IH0HP0^YYafdf]aX^a^e_[aaWbbe_`efhhhc\_dh`dc\deKTMZ_Z]UZ_`Z\_Z`_a_BBBBBBBB
ATACGTTGTTCAAGAGATAATCAAAGAAAT@FCC3NF0ACXX:3:1101:2111:1979#/1
TTTAAAGTTTTAGTGCTAAATGAAGTTGACGNCAAAACAATTCCCCCTTTTTTAAAGATGCCCGAGAAAGCAAATGCAATGACAGTAATTGAAATTTTTATCAGAAGCCTAGCTTTAAAGCAAGTACCA
TGGAGAAGTACAGTGCATCATGTCTGCCTGA+
TCGCTCACGATGCCTTAATGTGCGAATAAAbBP`ceeegggggiiiiiiiiiiiiiihiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiigiihegiiiiiiiigfggggeeeeeeddddddccccccbcccbcccdccc
ATTGCCAAAAAGGAAGAAGCACTTCAATTTTCA@FCC3NF0ACXX:3:1101:2168:1980#/1

[illegible]

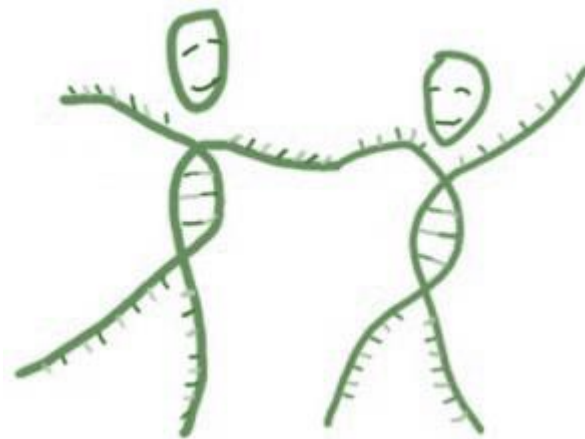
>TCONS 00006136 gene=XL0C 004175
GTAAAAATCCCCAAATCACGATTCACGTCTCAGGACCACACTCCACAGTGGACGTCGACCAAGTATCACG
GTTGCAGACTTGCAGCTCGCCTCTCGTCGACAGTTTTCGACTGTTCAGTCTCTCATAGTCATCTTTGTC
AAGGACCTTTTCTCTTCAACTATAGTGGAAATGTTGTGGGTTGACAAGTACCGCCCTAAAACATTAGACA
AAGTTACTGTACACCAAGGATGTTGCTCAAAATCTTCGTAAACTGGTCTCAGAGGGAGATTGTCTCATCT
TCTCTTTTACGGCCCTTCGGTTTCAGGAAAT@FCC3NF0ACXX:3:1101:1317:1982#/1
CCAAGTCTGACAAGGTTAAGGTTGAGAACTNCACCAAGCTGCTCCCCATTCTCTCTTTGGGGTAACTACTTTAGACTTCAATCTCTCATCAATCATATGAGGAGCCATAAGTTTCTTTTTTCGCTCTC
TGGAGCTCACAACATTGTCAAGCACTCACCBPSSaZacce`e`^bbf]feebg^[`^b`IH0HP0^YYafdf]aX^a^e_[aaWbbe_`efhhhc\_dh`dc\deKTMZ_Z]UZ_`Z\_Z`_a_BBBBBBBB
ATACGTTGTTCAAGAGATAATCAAAGAAAT@FCC3NF0ACXX:3:1101:2111:1979#/1
TTTAAAGTTTTAGTGCTAAATGAAGTTGACGNCAAAACAATTCCCCCTTTTTTAAAGATGCCCGAGAAAGCAAATGCAATGACAGTAATTGAAATTTTTATCAGAAGCCTAGCTTTAAAGCAAGTACCA
TGGAGAAGTACAGTGCATCATGTGCGCTGA+
TCGCTCACGATGCCTTAATGTGCGAATAAAbBP`ceeegggggiiiiiiiiiiiiiihiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiigiihegiiiiiiiigfggggeeeeeedddcccccccbcccbcccdcc
ATTGCCAAAAAGGAAGAAGCACTTCAATTTTCA@FCC3NF0ACXX:3:1101:2168:1980#/1

```

63339 FC4BLGACXX:7:1106:15256:23777#AAGTCGGC/G 0 ath-miR156b-5p 1 255 21M * 0 0 TTGACAGGAAGATGACAGACAC bbbbeeeegggggghihitiih XA:i:0 MD:Z:21 NM:i:0 GCCTATCT
63339 FC4BLGACXX:7:1106:15200:23976#AAGTCGGC/G 0 ath-miR168b-5p 1 255 21M * 0 0 TCGCTTGTCAGAGTCCGGAA bbbbeeeegggfeghhitieh XA:i:0 MD:Z:21 NM:i:0
63340 FC4BLGACXX:7:1106:15263:23996#AAGTCGGC/G 0 aly-miR156f-5p 1 255 20M * 0 0 TGCAGAAAGAGAGTGCACAC bbbbeeeegggggghihitiih XA:i:0 MD:Z:20 NM:i:0
633401 FC4BLGACXX:7:1106:15671:23846#AAGTCGGC/G 4 * 0 0 * 0 CTACGCCAATTGGAACAAGAA bbbbeeeegfghghitiihbgb XN:i:1:0
633402 FC4BLGACXX:7:1106:14754:23781#AAGTCGGC/G 0 aly-miR157a-5p 1 255 21M * 0 0 TTGACAGGAAGATGACAGAC bbbbeeeegggggghihitiih XA:i:1:0 MD:Z:21 NM:i:0
633403 FC4BLGACXX:7:1106:15630:23958#AAGTCGGC/G 0 osa-miR156a 1 255 20M * 0 0 TGACAGAAAGAGTGCACAC bbbbeeeegggggghitiihh XA:i:1:0 MD:Z:20 NM:i:0
633404 FC4BLGACXX:7:1106:15594:23985#AAGTCGGC/G 4 * 0 0 * 0 AAGTATGACTTCGATTGCAAGATG bbbbeeeegggggghitiihfgf XN:i:1:0
633405 FC4BLGACXX:7:1106:15984:23810#AAGTCGGC/G 0 bna-miR156g 1 255 21M * 0 0 TTGACAGGAAGATGACAGAC _b_eeeeeegggffldghfh XA:i:0 MD:Z:21 NM:i:0
633406 FC4BLGACXX:7:1106:15780:23880#AAGTCGGC/G 4 * 0 0 * 0 ACAGGGAACACGAGCATT bbbbeeeegggggghitiih XN:i:0
633407 FC4BLGACXX:7:1106:15891:23772#AAGTCGGC/G 0 lus-miR156a 1 255 20M * 0 0 TGACAGAAAGAGTGCACAC bbbbeeeegggggghitiih XA:i:0 MD:Z:20 NM:i:0
633408 FC4BLGACXX:7:1106:15939:23893#AAGTCGGC/G 4 * 0 0 * 0 GTGCATTCCGGCCGAGACATTGTGAC baeeeeegggggghitiihthitiih XN:i:1:0
633409 FC4BLGACXX:7:1106:15223:23947#AAGTCGGC/G 4 * 0 0 * 0 TGGATTATGTGAAGAGGOGGA ^^Y^c^ac^b[idRQ^H[] XN:i:0
633410 FC4BLGACXX:7:1106:15223:23947#AAGTCGGC/G 4 * 0 0 * 0 TGGATTATGTGAAGAGGOGGA ^^Y^c^ac^b[idRQ^H[] XN:i:0
633411 FC4BLGACXX:7:1106:15223:23947#AAGTCGGC/G 4 * 0 0 * 0 TGGATTATGTGAAGAGGOGGA ^^Y^c^ac^b[idRQ^H[] XN:i:0
633412 FC4BLGACXX:7:1106:15223:23947#AAGTCGGC/G 4 * 0 0 * 0 TGGATTATGTGAAGAGGOGGA ^^Y^c^ac^b[idRQ^H[] XN:i:0
633413 FC4BLGACXX:7:1106:15223:23947#AAGTCGGC/G 4 * 0 0 * 0 TGGATTATGTGAAGAGGOGGA ^^Y^c^ac^b[idRQ^H[] XN:i:0
633414 FC4BLGACXX:7:1106:15223:23947#AAGTCGGC/G 4 * 0 0 * 0 TGGATTATGTGAAGAGGOGGA ^^Y^c^ac^b[idRQ^H[] XN:i:0
633415 FC4BLGACXX:7:1106:15223:23947#AAGTCGGC/G 4 * 0 0 * 0 TGGATTATGTGAAGAGGOGGA ^^Y^c^ac^b[idRQ^H[] XN:i:0
633416 FC4BLGACXX:7:1106:15223:23947#AAGTCGGC/G 4 * 0 0 * 0 TGGATTATGTGAAGAGGOGGA ^^Y^c^ac^b[idRQ^H[] XN:i:0
633417 FC4BLGACXX:7:1106:15223:23947#AAGTCGGC/G 4 * 0 0 * 0 TGGATTATGTGAAGAGGOGGA ^^Y^c^ac^b[idRQ^H[] XN:i:0
633418 FC4BLGACXX:7:1106:15223:23947#AAGTCGGC/G 4 * 0 0 * 0 TGGATTATGTGAAGAGGOGGA ^^Y^c^ac^b[idRQ^H[] XN:i:0
633419 FC4BLGACXX:7:1106:15223:23947#AAGTCGGC/G 4 * 0 0 * 0 TGGATTATGTGAAGAGGOGGA ^^Y^c^ac^b[idRQ^H[] XN:i:0
633420 FC4BLGACXX:7:1106:15223:23947#AAGTCGGC/G 4 * 0 0 * 0 TGGATTATGTGAAGAGGOGGA ^^Y^c^ac^b[idRQ^H[] XN:i:0
633421 FC4BLGACXX:7:1106:15223:23947#AAGTCGGC/G 4 * 0 0 * 0 TGGATTATGTGAAGAGGOGGA ^^Y^c^ac^b[idRQ^H[] XN:i:0
633422 FC4BLGACXX:7:1106:15223:23947#AAGTCGGC/G 4 * 0 0 * 0 TGGATTATGTGAAGAGGOGGA ^^Y^c^ac^b[idRQ^H[] XN:i:0
633423 FC4BLGACXX:7:1106:15223:23947#AAGTCGGC/G 4 * 0 0 * 0 TGGATTATGTGAAGAGGOGGA ^^Y^c^ac^b[idRQ^H[] XN:i:0
633424 FC4BLGACXX:7:1106:15223:23947#AAGTCGGC/G 4 * 0 0 * 0 TGGATTATGTGAAGAGGOGGA ^^Y^c^ac^b[idRQ^H[] XN:i:0
633425 FC4BLGACXX:7:1106:15223:23947#AAGTCGGC/G 4 * 0 0 * 0 TGGATTATGTGAAGAGGOGGA ^^Y^c^ac^b[idRQ^H[] XN:i:0
633426 FC4BLGACXX:7:1106:15223:23947#AAGTCGGC/G 4 * 0 0 * 0 TGGATTATGTGAAGAGGOGGA ^^Y^c^ac^b[idRQ^H[] XN:i:0
633427 FC4BLGACXX:7:1106:15223:23947#AAGTCGGC/G 4 * 0 0 * 0 TGGATTATGTGAAGAGGOGGA ^^Y^c^ac^b[idRQ^H[] XN:i:0
633428 FC4BLGACXX:7:1106:15223:23947#AAGTCGGC/G 4 * 0 0 * 0 TGGATTATGTGAAGAGGOGGA ^^Y^c^ac^b[idRQ^H[] XN:i:0
633429 FC4BLGACXX:7:1106:15223:23947#AAGTCGGC/G 4 * 0 0 * 0 TGGATTATGTGAAGAGGOGGA ^^Y^c^ac^b[idRQ^H[] XN:i:0
633430 FC4BLGACXX:7:1106:15223:23947#AAGTCGGC/G 4 * 0 0 * 0 TGGATTATGTGAAGAGGOGGA ^^Y^c^ac^b[idRQ^H[] XN:i:0
633431 FC4BLGACXX:7:1106:15223:23947#AAGTCGGC/G 4 * 0 0 * 0 TGGATTATGTGAAGAGGOGGA ^^Y^c^ac^b[idRQ^H[] XN:i:0
633432 FC4BLGACXX:7:1106:15223:23947#AAGTCGGC/G 4 * 0 0 * 0 TGGATTATGTGAAGAGGOGGA ^^Y^c^ac^b[idRQ^H[] XN:i:0
633433 FC4BLGACXX:7:1106:15223:23947#AAGTCGGC/G 4 * 0 0 * 0 TGGATTATGTGAAGAGGOGGA ^^Y^c^ac^b[idRQ^H[] XN:i:0
633434 FC4BLGACXX:7:1106:15223:23947#AAGTCGGC/G 4 * 0 0 * 0 TGGATTATGTGAAGAGGOGGA ^^Y^c^ac^b[idRQ^H[] XN:i:0
633435 FC4BLGACXX:7:1106:15223:23947#AAGTCGGC/G 4 * 0 0 * 0 TGGATTATGTGAAGAGGOGGA ^^Y^c^ac^b[idRQ^H[] XN:i:0
633436 FC4BLGACXX:7:1106:15223:23947#AAGTCGGC/G 4 * 0 0 * 0 TGGATTATGTGAAGAGGOGGA ^^Y^c^ac^b[idRQ^H[] XN:i:0
633437 FC4BLGACXX:7:1106:15223:23947#AAGTCGGC/G 4 * 0 0 * 0 TGGATTATGTGAAGAGGOGGA ^^Y^c^ac^b[idRQ^H[] XN:i:0
633438 FC4BLGACXX:7:1106:15223:23947#AAGTCGGC/G 4 * 0 0 * 0 TGGATTATGTGAAGAGGOGGA ^^Y^c^ac^b[idRQ^H[] XN:i:0
633439 FC4BLGACXX:7:1106:15223:23947#AAGTCGGC/G 4 * 0 0 * 0 TGGATTATGTGAAGAGGOGGA ^^Y^c^ac^b[idRQ^H[] XN:i:0
633440 FC4BLGACXX:7:1106:15223:23947#AAGTCGGC/G 4 * 0 0 * 0 TGGATTATGTGAAGAGGOGGA ^^Y^c^ac^b[idRQ^H[] XN:i:0
633441 FC4BLGACXX:7:1106:15223:23947#AAGTCGGC/G 4 * 0 0 * 0 TGGATTATGTGAAGAGGOGGA ^^Y^c^ac^b[idRQ^H[] XN:i:0
633442 FC4BLGACXX:7:1106:15223:23947#AAGTCGGC/G 4 * 0 0 * 0 TGGATTATGTGAAGAGGOGGA ^^Y^c^ac^b[idRQ^H[] XN:i:0
633443 FC4BLGACXX:7:1106:15223:23947#AAGTCGGC/G 4 * 0 0 * 0 TGGATTATGTGAAGAGGOGGA ^^Y^c^ac^b[idRQ^H[] XN:i:0
633444 FC4BLGACXX:7:1106:15223:23947#AAGTCGGC/G 4 * 0 0 * 0 TGGATTATGTGAAGAGGOGGA ^^Y^c^ac^b[idRQ^H[] XN:i:0
633445 FC4BLGACXX:7:1106:15223:23947#AAGTCGGC/G 4 * 0 0 * 0 TGGATTATGTGAAGAGGOGGA ^^Y^c^ac^b[idRQ^H[] XN:i:0
633446 FC4BLGACXX:7:1106:15223:23947#AAGTCGGC/G 4 * 0 0 * 0 TGGATTATGTGAAGAGGOGGA ^^Y^c^ac^b[idRQ^H[] XN:i:0
633447 FC4BLGACXX:7:1
```

<http://pyladies.pl/>
<https://www.facebook.com/pyladiespl>





Dziękuję za uwagę 😊