Profiling cz. 1 - kręgi piekła profilingu (JAVA JProfiler G1GC)

Krzysztof Ślusarski

Krótko o mnie

- Programuję od 1992

Krótko o mnie

- Programuję od 1992

- Zawodowo:
  - Od 10.2006 – 08.2007 – RODO
  - Od 09.2007 – Britenet sp z. o. o
    - Java Programmer /
    - Team Leader /
    - System Architect /
    - Solution Architect

britenet
quality for lease
ks

Krótko o mnie

- Poza 8h 5/7:

Krótko o mnie

- Poza 8h 5/7:
  - Szkolenia
    - Bebechy JVM
    - Tuning JVM
    - Wycieki pamięci
    - Profiling

Krótko o mnie

- Poza 8h 5/7:
  - Szkolenia
    - Bebechy JVM
    - Tuning JVM
    - Wycieki pamięci
    - Profiling
  - Diagnoza awarii produkcyjnych
  - Profiling

Krótko o mnie

- Poza 8h 5/7:
  - Szkolenia
    - Bebechy JVM
    - Tuning JVM
    - Wycieki pamięci
    - Profiling
  - Diagnoza awarii produkcyjnych
  - Profiling
  - Stolarstwo meblowe

Krótko o mnie

- Prywatnie:

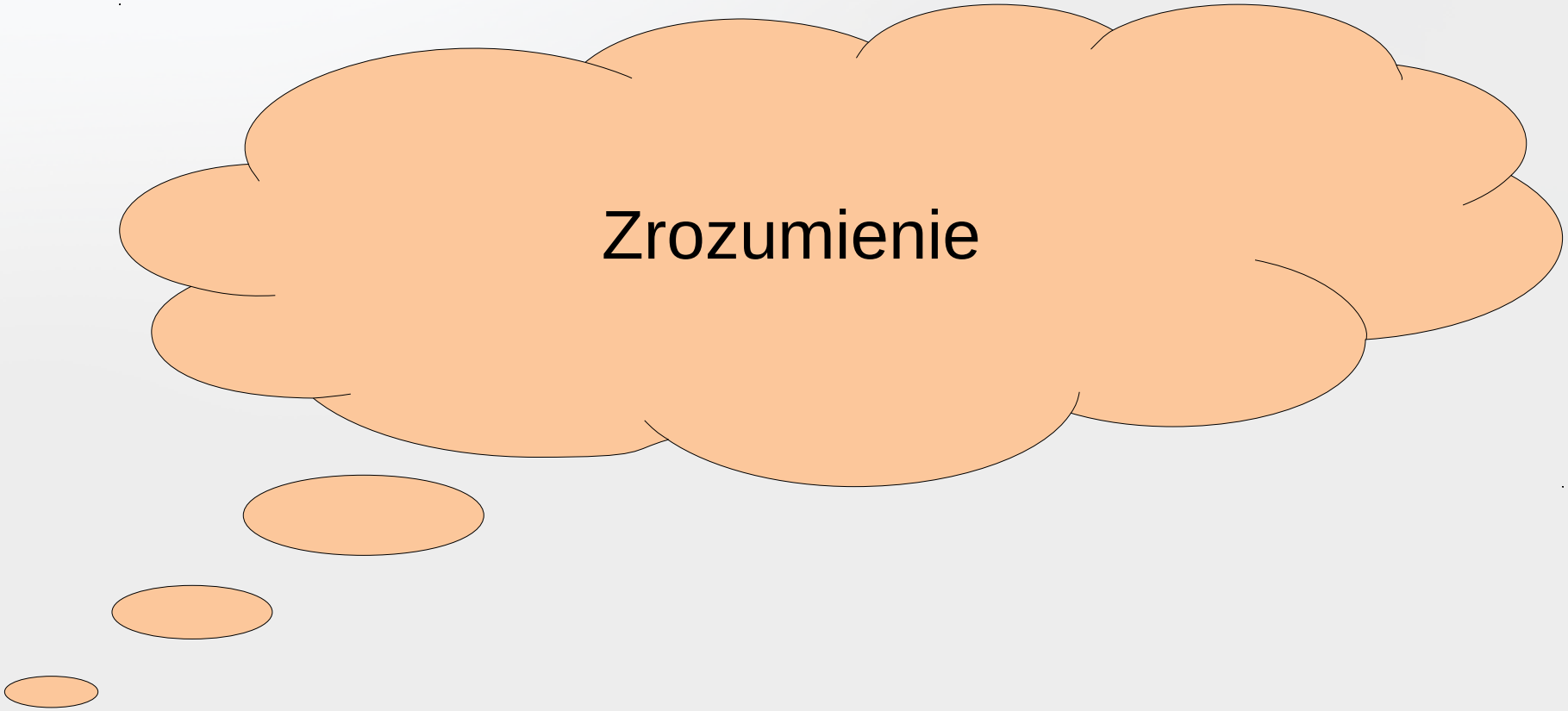
britenet
quality for lease

Czym jest profiling?

In software engineering, profiling ("program profiling", "software profiling") is a form of dynamic program analysis that measures, for example, the space (memory) or time complexity of a program, the usage of particular instructions, or the frequency and duration of function calls. Most commonly, profiling information serves to aid program optimization.

Wikipedia

Czym jest profiling?



Który case omawiamy?

britenet
quality for lease

Który case omawiamy?

- Aplikacja działa stabilnie

Który case omawiamy?

- Aplikacja działa stabilnie
- Aplikacja działa poprawnie

Który case omawiamy?

- Aplikacja działa stabilnie
- Aplikacja działa poprawnie
- Chcemy, żeby działała szybciej

Który case omawiamy?

- Aplikacja działa stabilnie
- Aplikacja działa poprawnie
- Chcemy, żeby działała szybciej
- Nie da się zrzucić winy gdzie indziej:
  - DB
  - Usługi

Kiedy?

britenet
quality for lease

Kiedy?

- Zgłoszenia, że „działa wolno”

Kiedy?

- Zgłoszenia, że „działa wolno”
  - Konkretne „coś”, np. :
    - Wolno ładuje się strona
    - Wolno działa request http
    - Wolno działa wystawiona usługa REST/SOAP

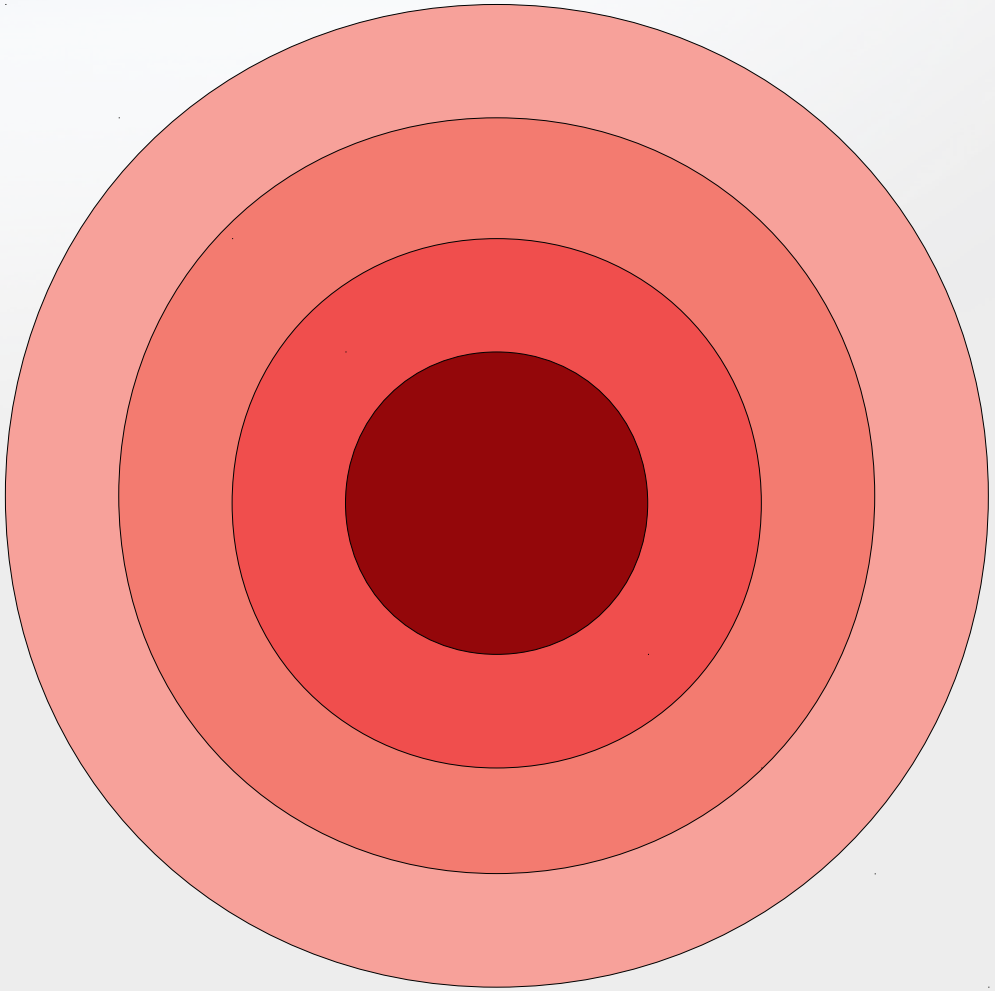
Kiedy?

- Zgłoszenia, że „działa wolno”
  - Konkretne „coś”, np. :
    - Wolno ładuje się strona
    - Wolno działa request http
    - Wolno działa wystawiona usługa REST/SOAP
  - Cała aplikacja

Kiedy?

- Zgłoszenia, że „działa wolno”
  - Konkretne „coś”, np. :
    - Wolno ładuje się strona
    - Wolno działa request http
    - Wolno działa wystawiona usługa REST/SOAP
  - Cała aplikacja
- Mamy na to czas

Kręgi piekła



Krąg 1

Profilowana aplikacja

Co mogliśmy zrobić źle?

Co mogliśmy zrobić źle?

- Nieodpowiednie struktury danych do problemu

Co mogliśmy zrobić źle?

- Nieodpowiednie struktury danych do problemu
- Nieefektywne algorytmy

Co mogliśmy zrobić źle?

- Nieodpowiednie struktury danych do problemu
- Nieefektywne algorytmy
- Powtarzanie tych samych operacji – brak cache-a

Co mogliśmy zrobić źle?

- Nieodpowiednie struktury danych do problemu
- Nieefektywne algorytmy
- Powtarzanie tych samych operacji – brak cache-a
- Niepotrzebny kod

Co mogliśmy zrobić źle?

- Nieodpowiednie struktury danych do problemu
- Nieefektywne algorytmy
- Powtarzanie tych samych operacji – brak cache-a
- Niepotrzebny kod
- Za dużo locków

Czym?

Czym?

- JProfiler – 420 euro + VAT
- YourKit Java Profiler – 89/459 euro + VAT

Czym?

- JProfiler – 420 euro + VAT
- YourKit Java Profiler – 89/459 euro + VAT
- VisualVM – darmowy
- Mission Controll – darmowy od JDK 11
- Async Profiler – darmowy
- Perf + Perf map agent – darmowy
- Custom
- …

Jakie mamy opcje?

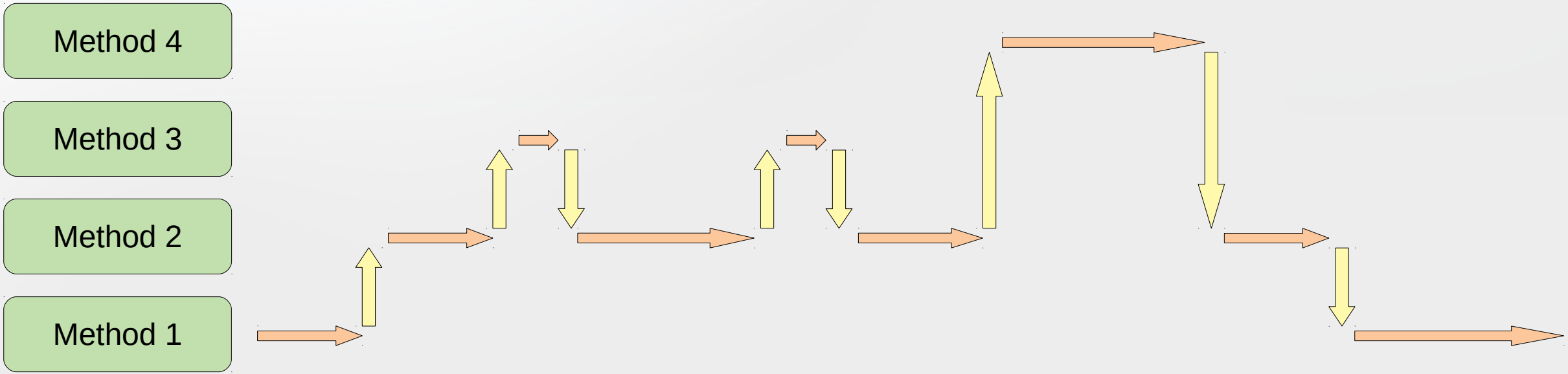
Sampling

Jakie mamy opcje?

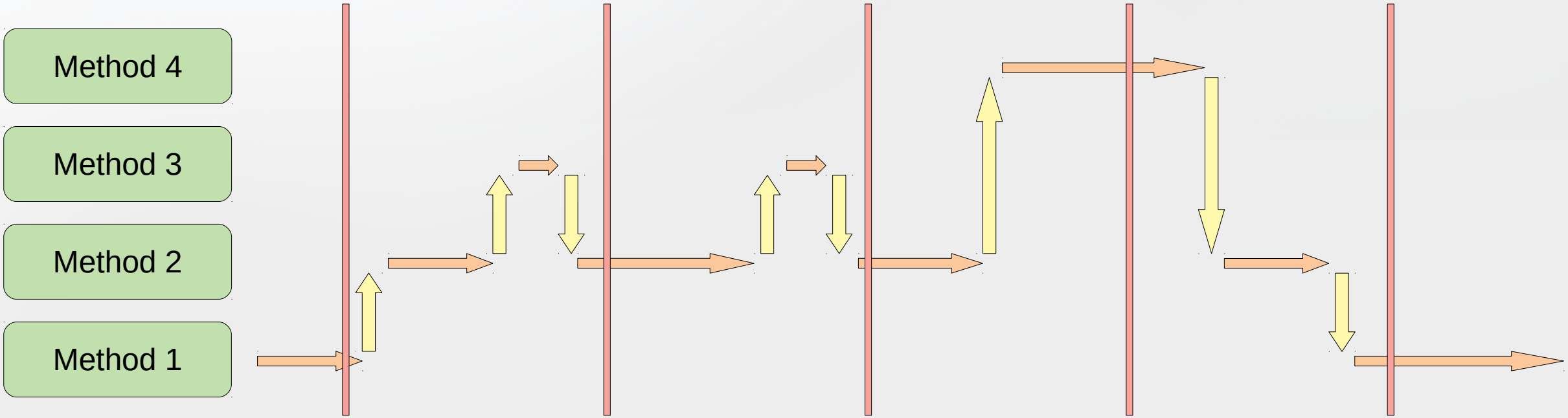
Sampling

Instrumentation

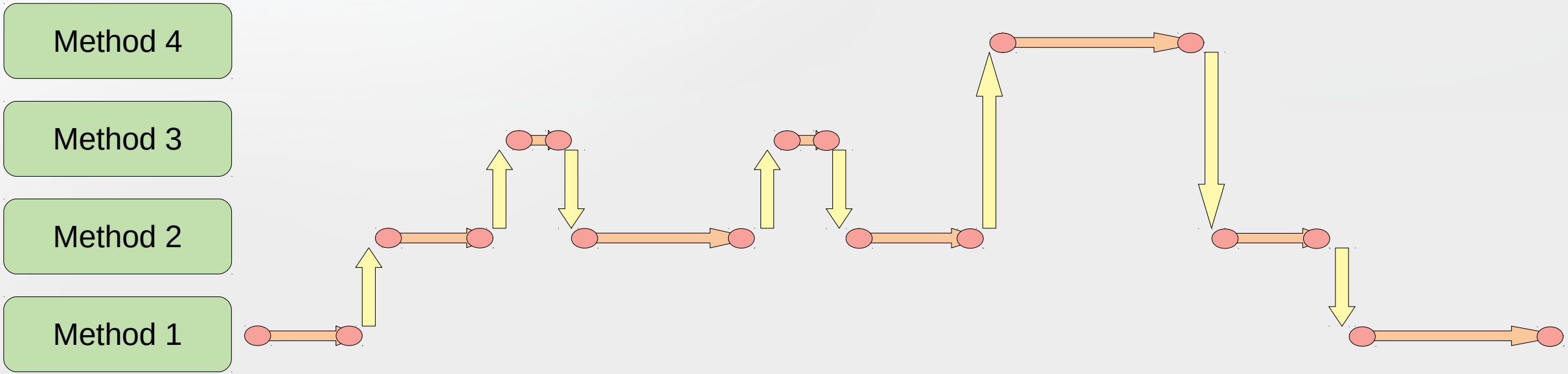
Sampling



Sampling



Instrumentation



Cała aplikacja wolno działa - przykład

Krąg 2

Jakie mamy opcje?

- Wymiana

Jakie mamy opcje?

- Wymiana
- Custom – napisanie lepiej

Jakie mamy opcje?

- Wymiana
- Custom – napisanie lepiej
- Proxy / dekorator

Jakie mamy opcje?

- Wymiana
- Custom – napisanie lepiej
- Proxy / dekorator
- Używać zgodnie z przeznaczeniem/dokumentacją

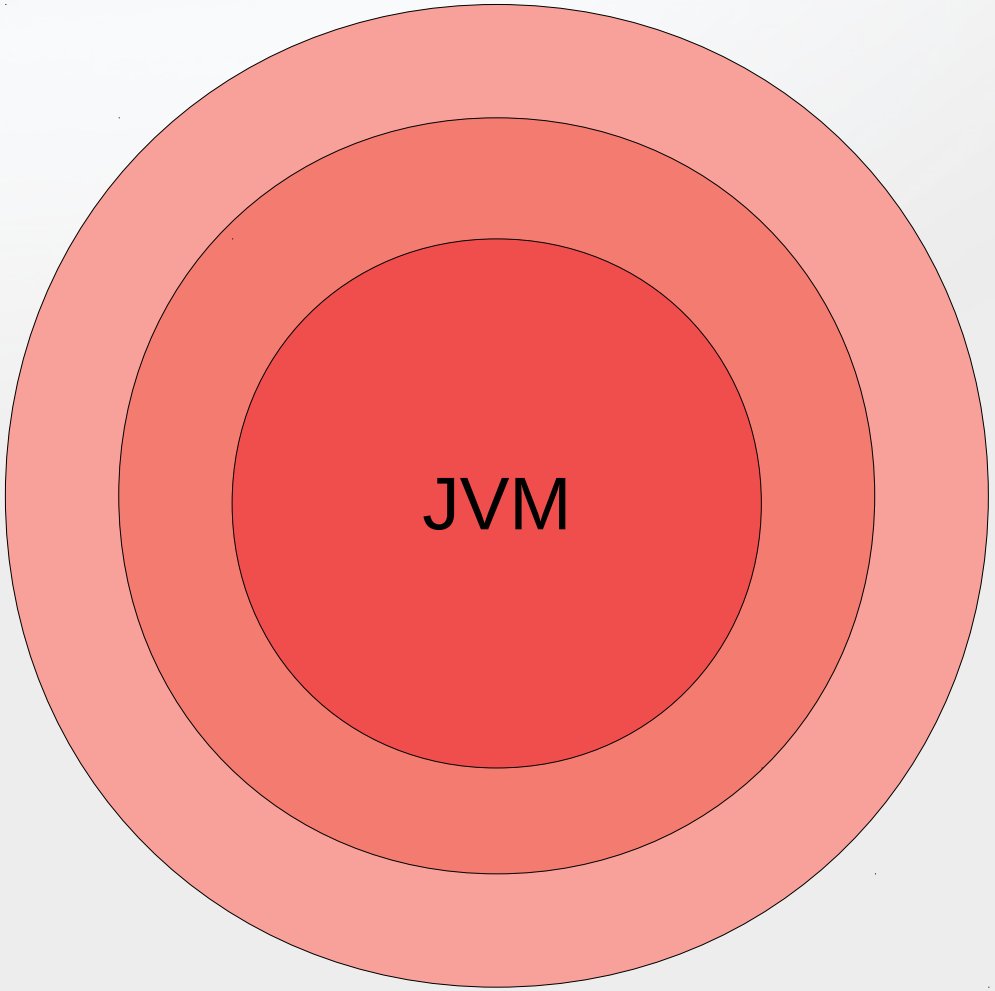
Wymiana biblioteki - przykład

Teoria a życie

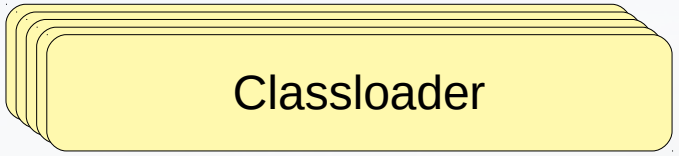
VS.

britenet
quality for lease

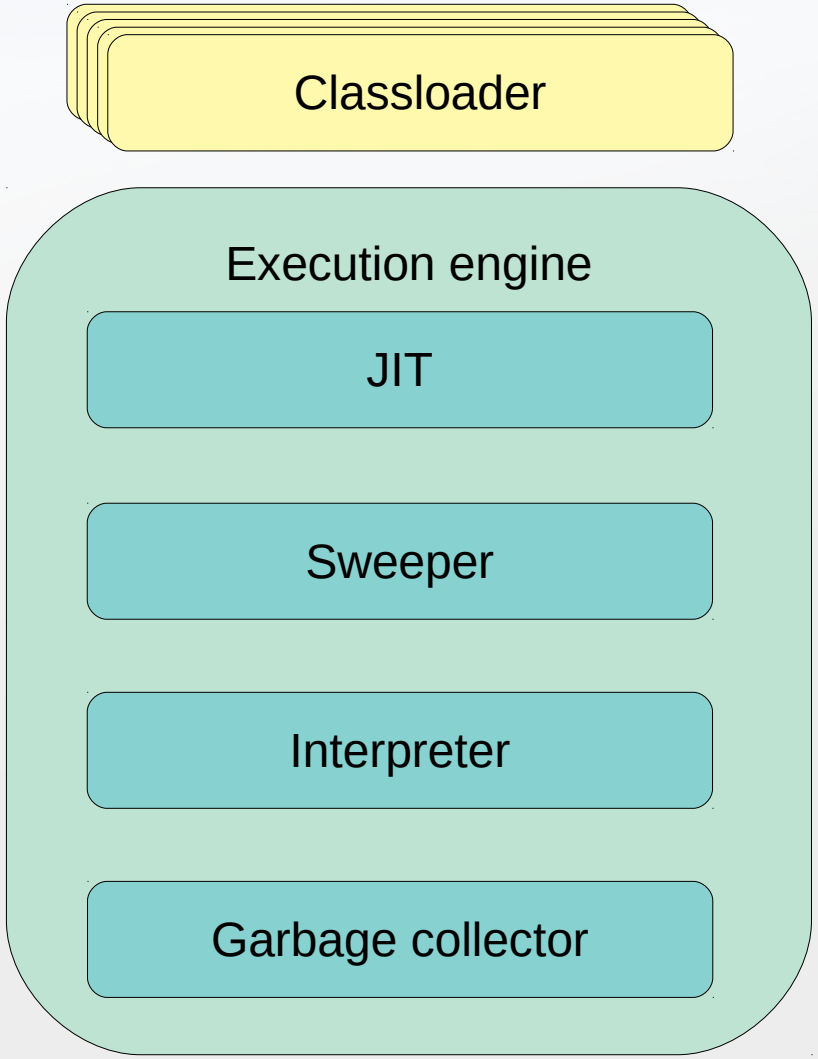
Kręgi piekła



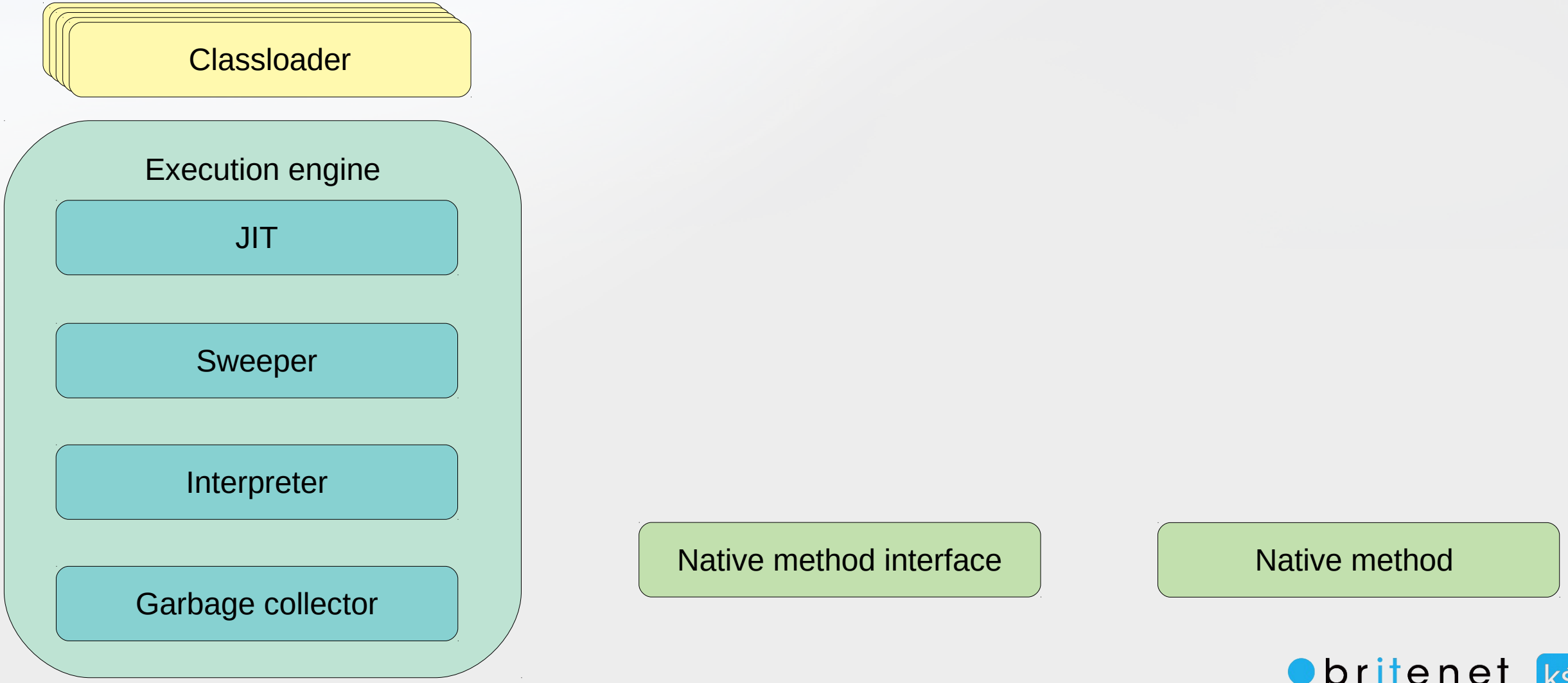
JVM - architektura



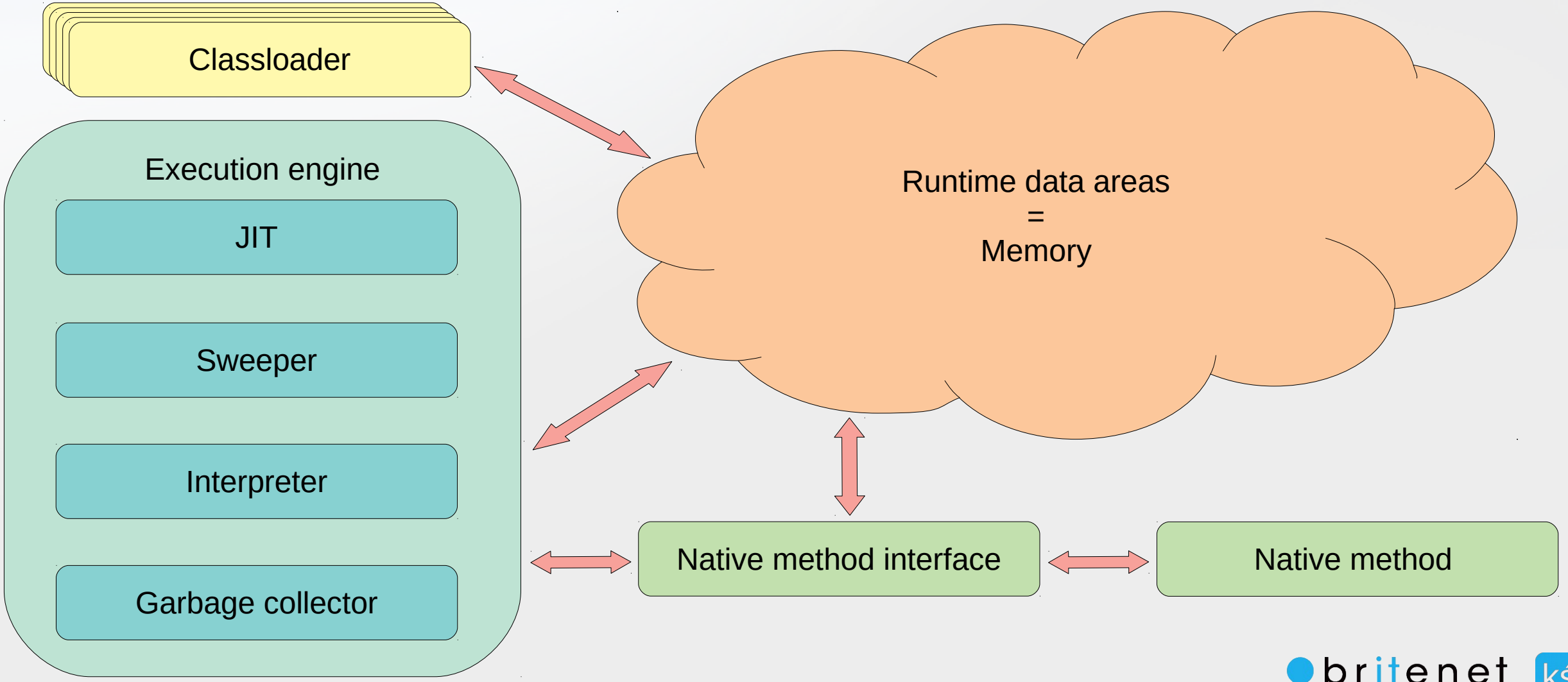
JVM - architektura



JVM - architektura

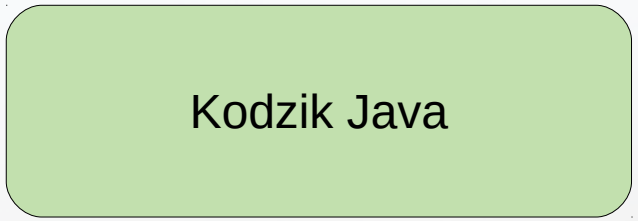


JVM - architektura

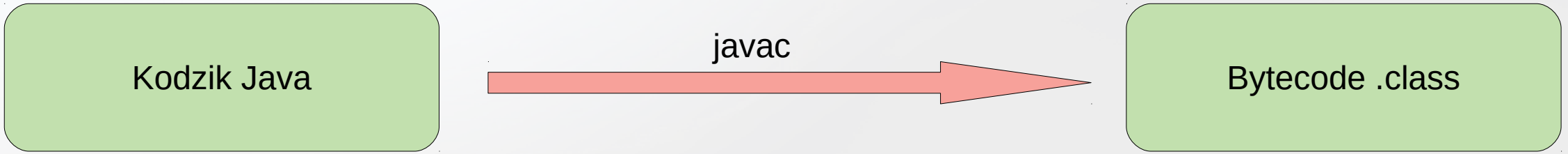


Cykl życia kodziku

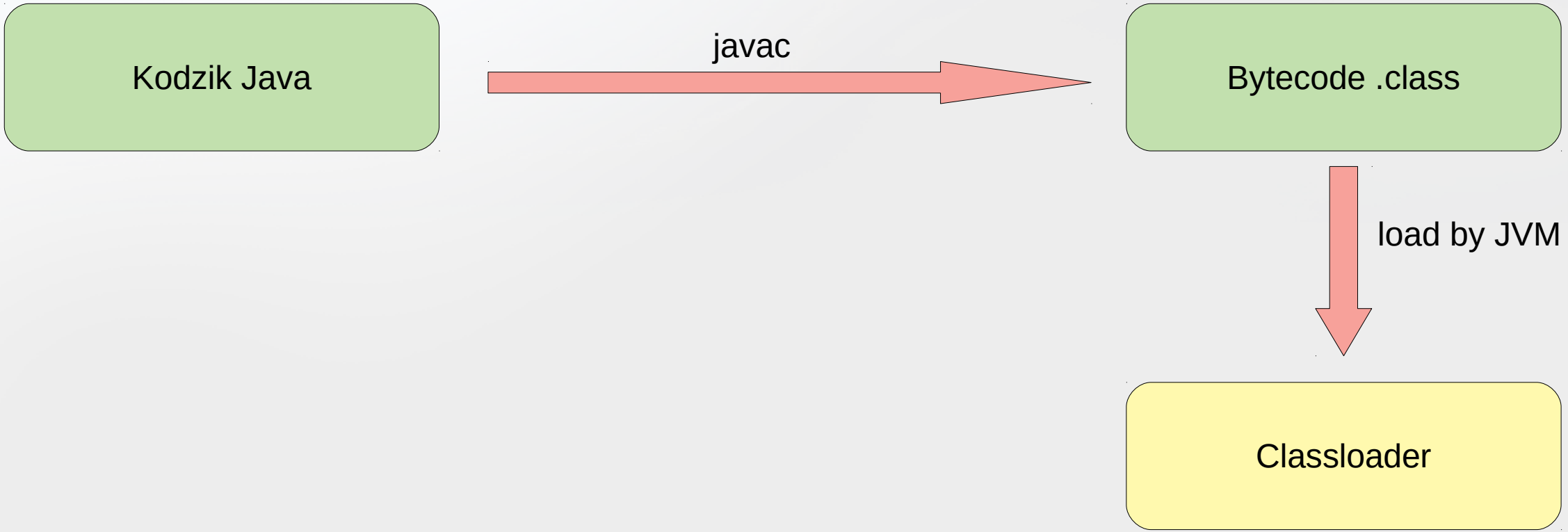
Cykl życia kodziku



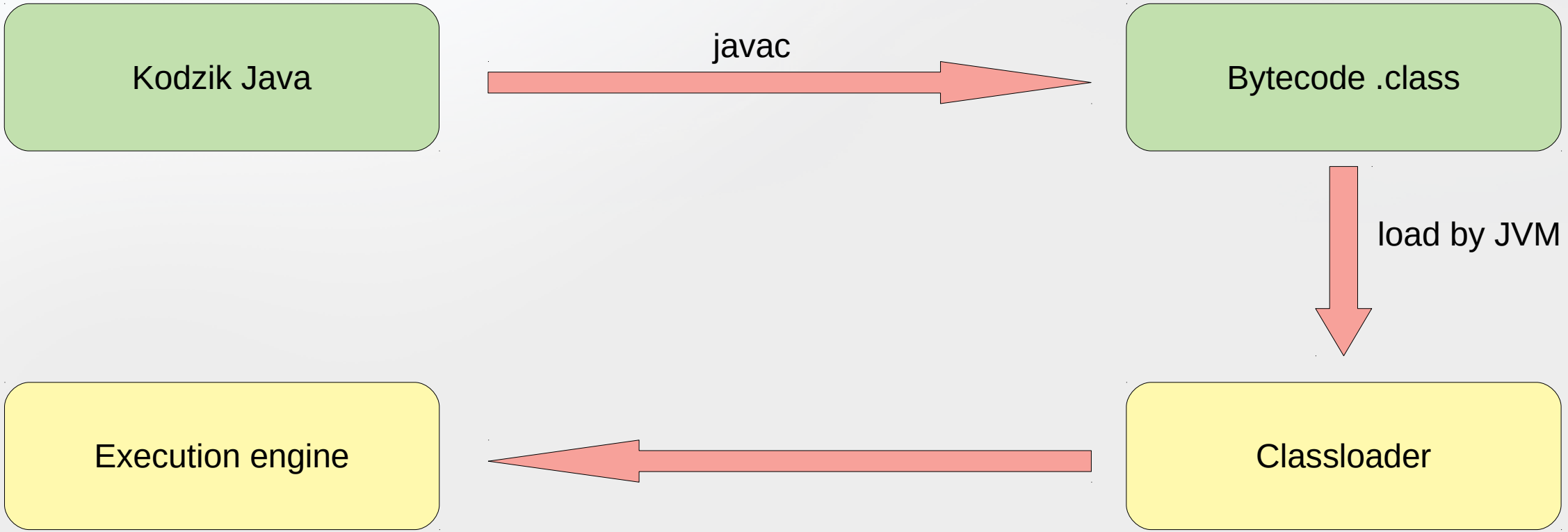
Cykl życia kodziku



Cykl życia kodziku

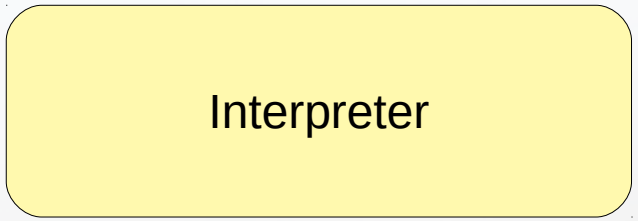


Cykl życia kodziku

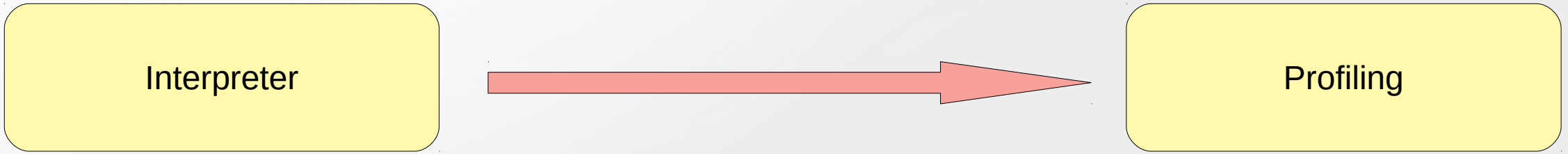


Cykl życia kodziku

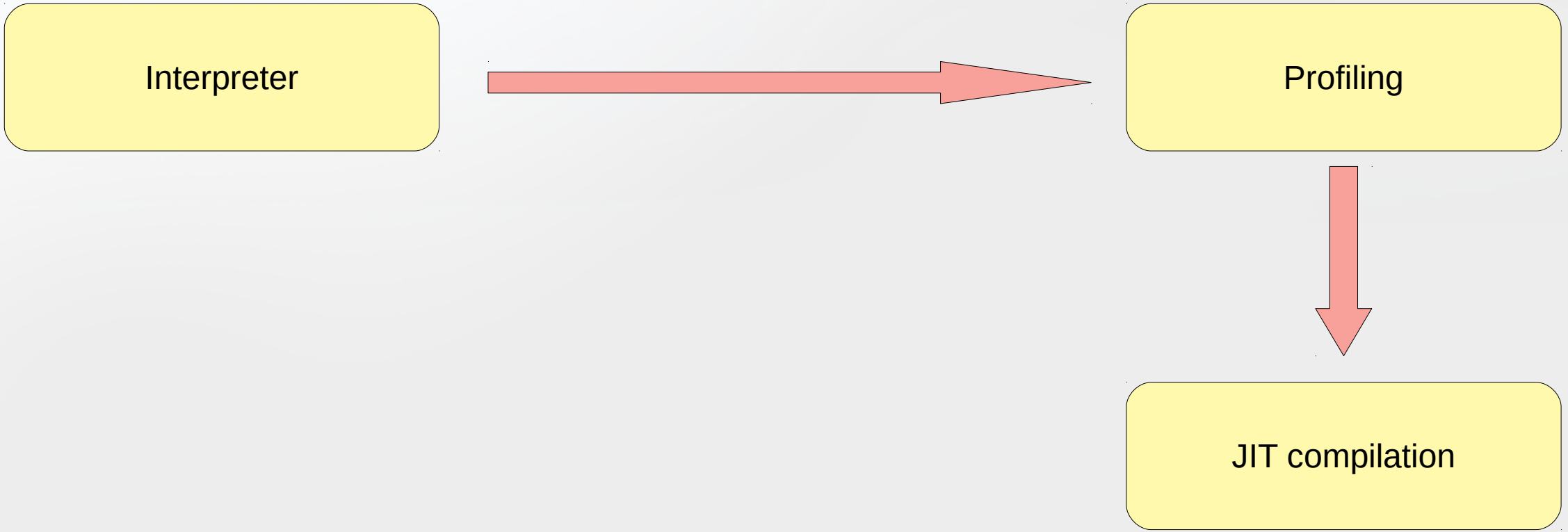
Cykl życia kodziku



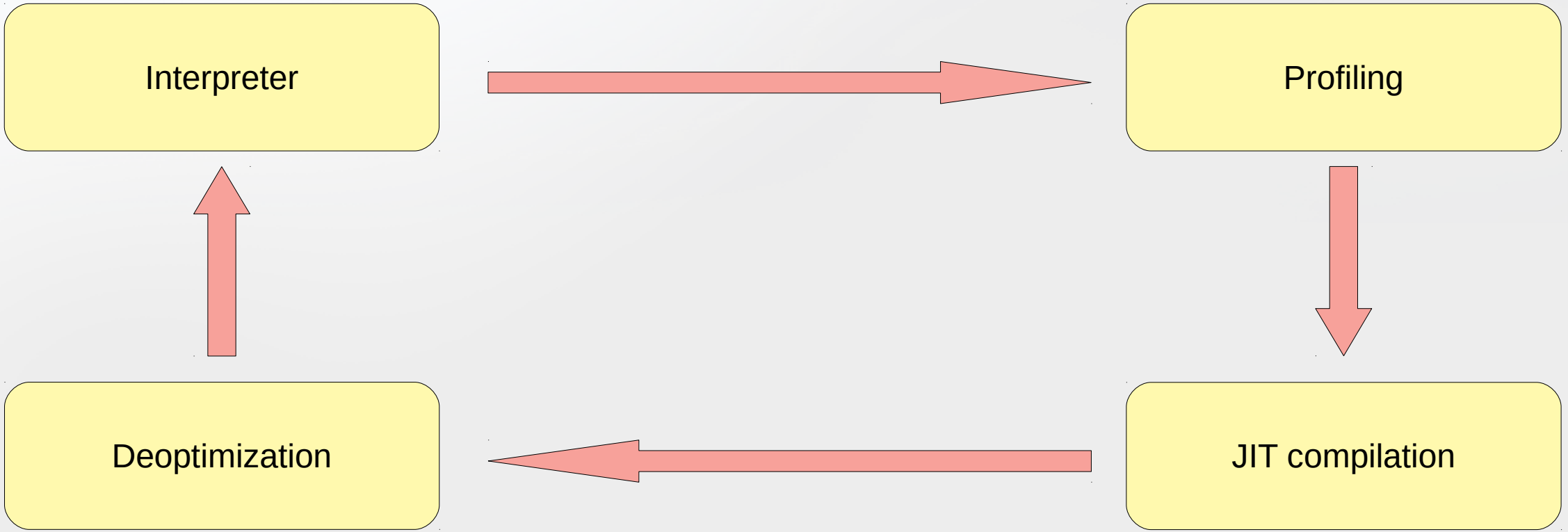
Cykl życia kodziku



Cykl życia kodziku



Cykl życia kodziku



JIT

- Bardzo dużo różnych optymalizacji

JIT

- Bardzo dużo różnych optymalizacji
- Przekroczenie granicy
  - Inlining – 325 byte
  - Compilation – 8000 byte, liczba argumentów

JVM – wykonywanie zadań

JVM – wykonywanie zadań

- Local safepoint

JVM – wykonywanie zadań

- Local safepoint
- Global safepoint

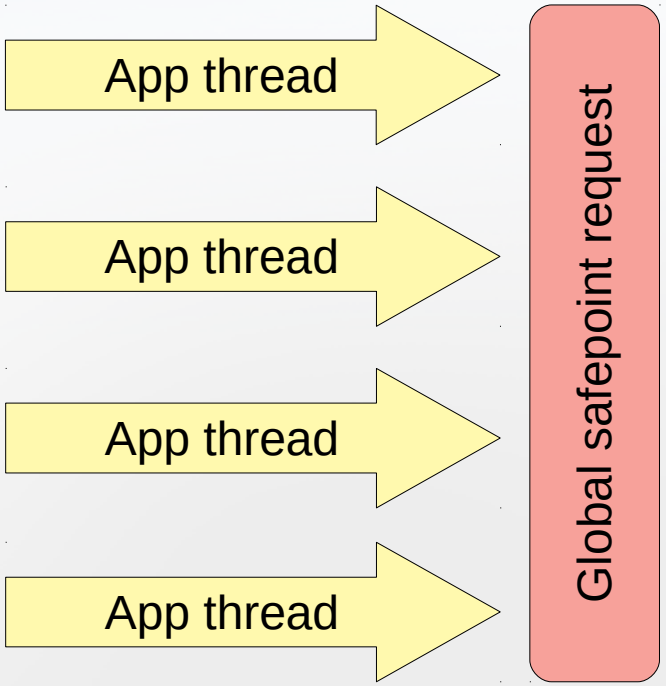
JVM – wykonywanie zadań

- Local safepoint
- Global safepoint
- Safepoint opperation

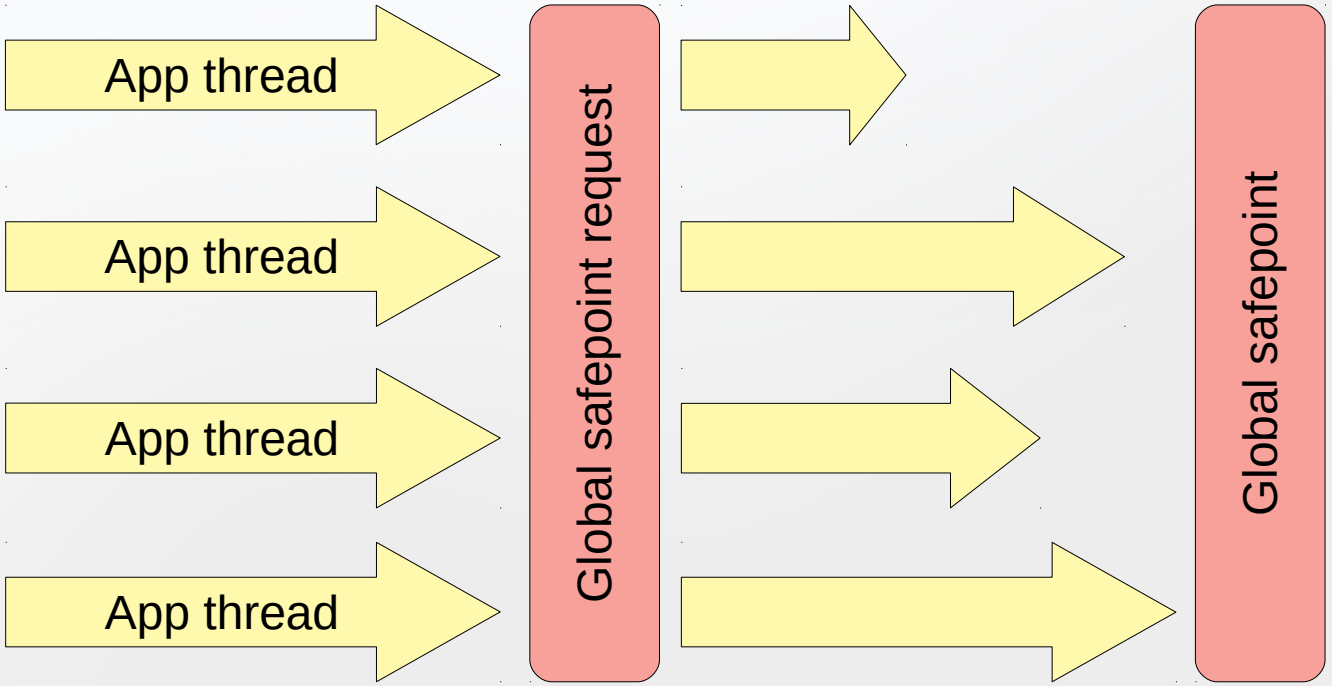
JVM – wykonywanie zadań

- Local safepoint
- Global safepoint
- Safepoint opperation
- Stop the world

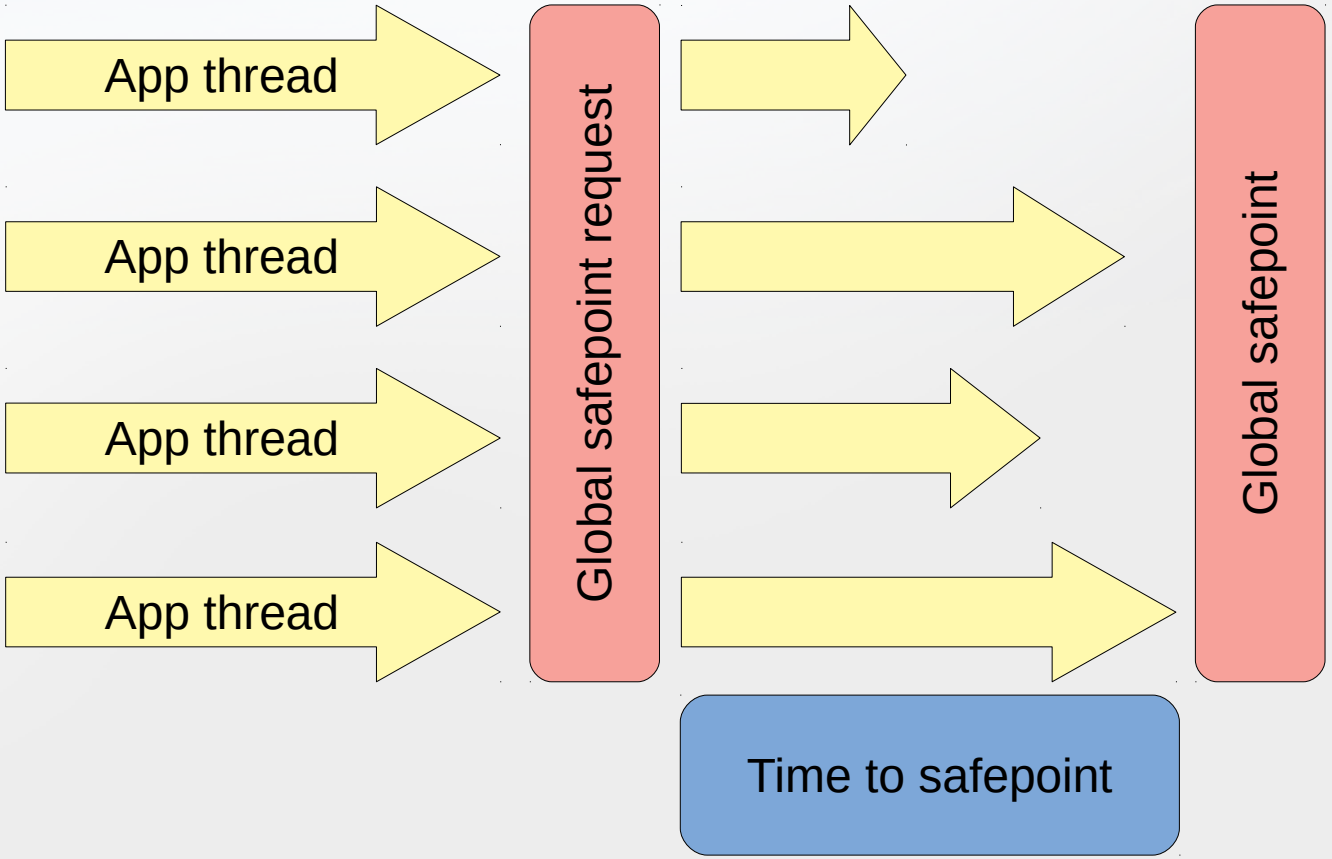
Stop the world



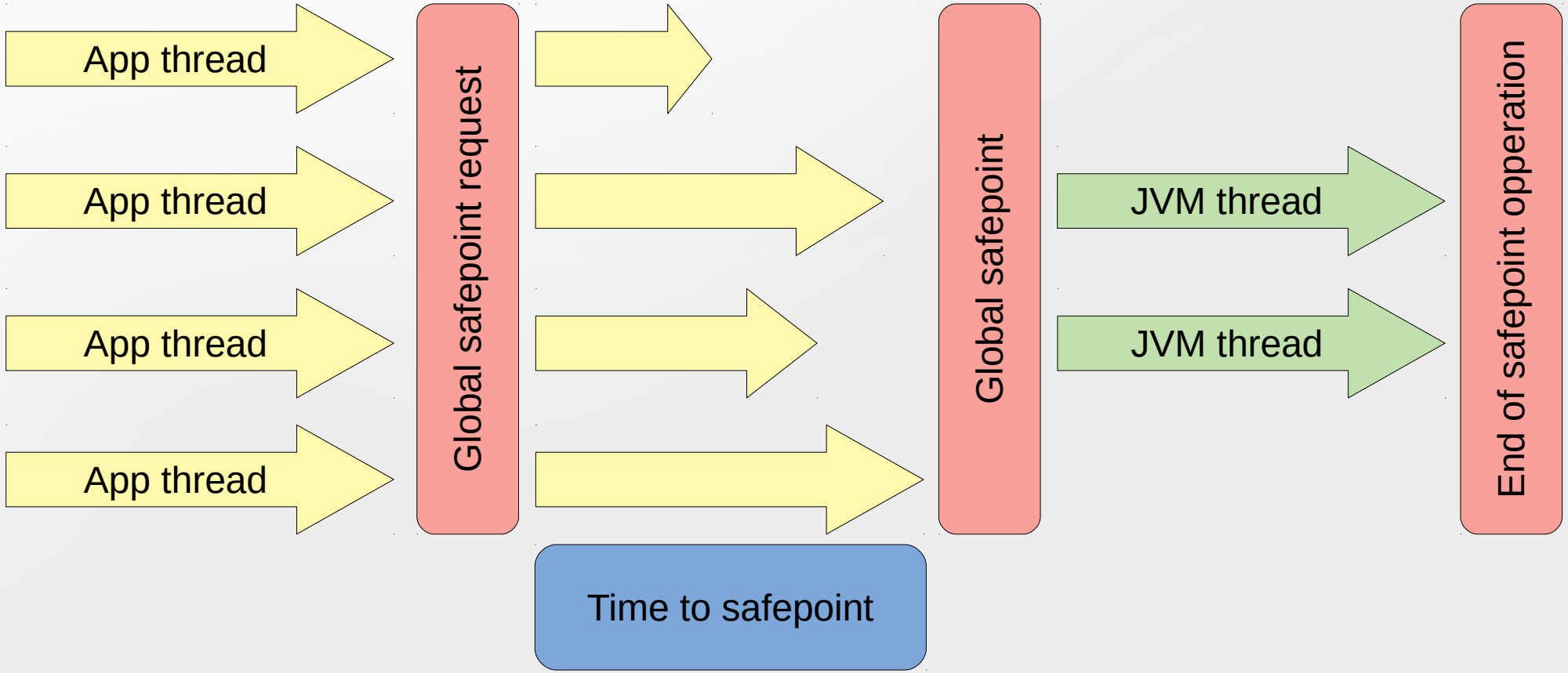
Stop the world



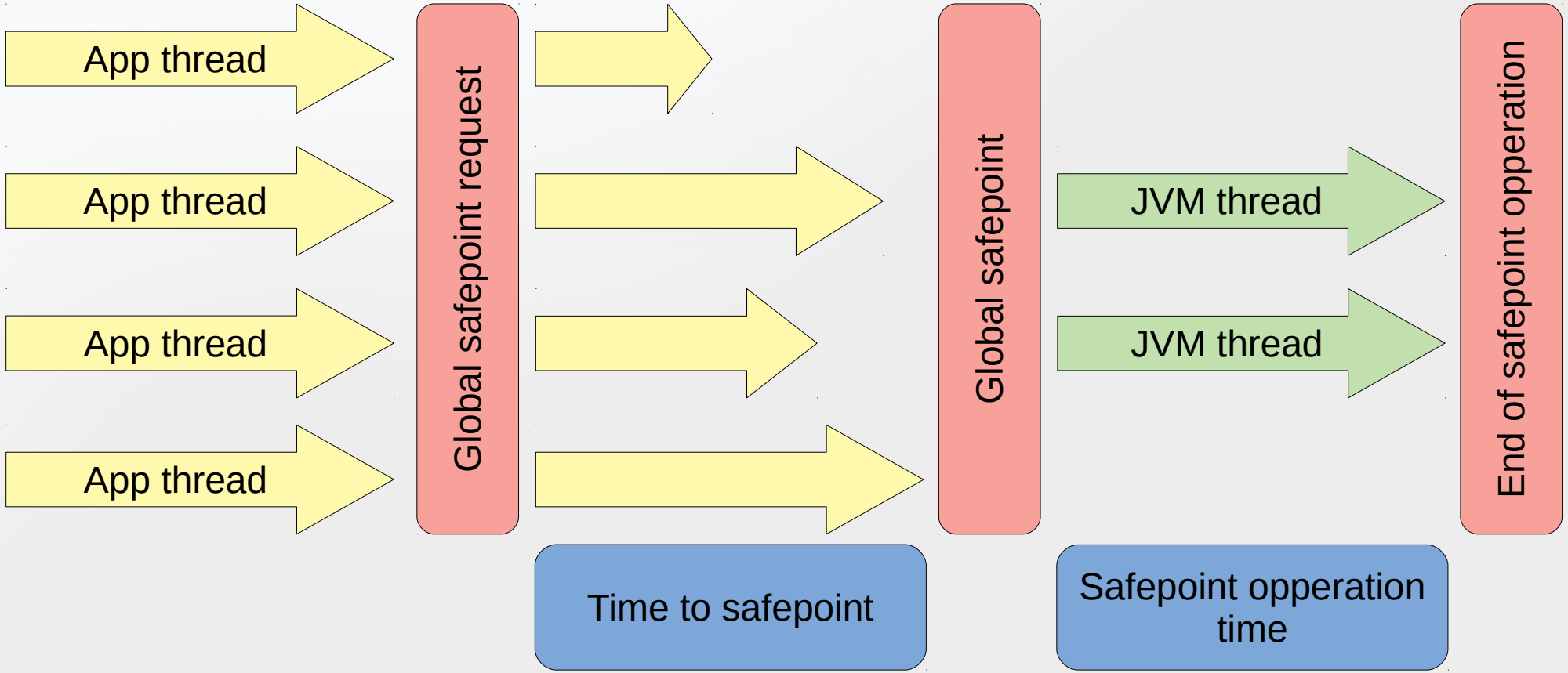
Stop the world



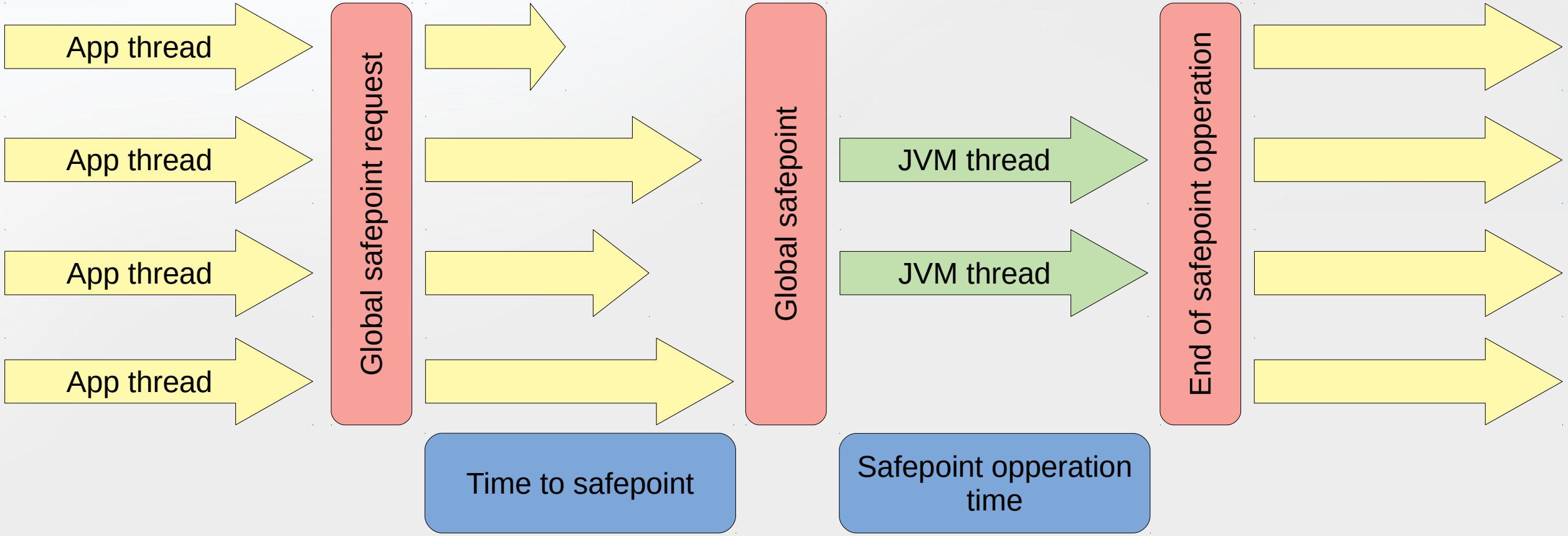
Stop the world



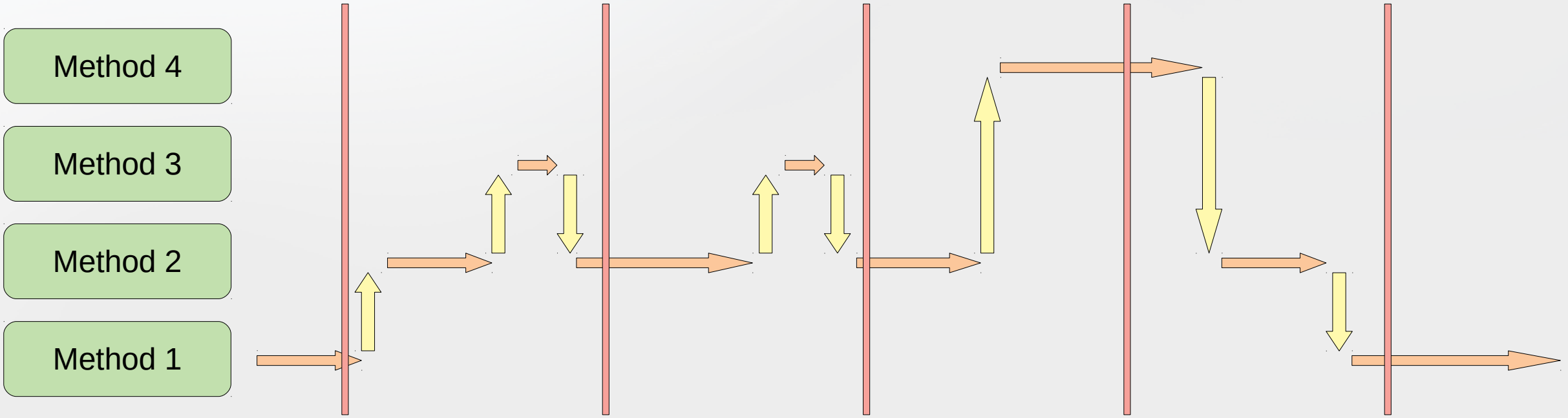
Stop the world



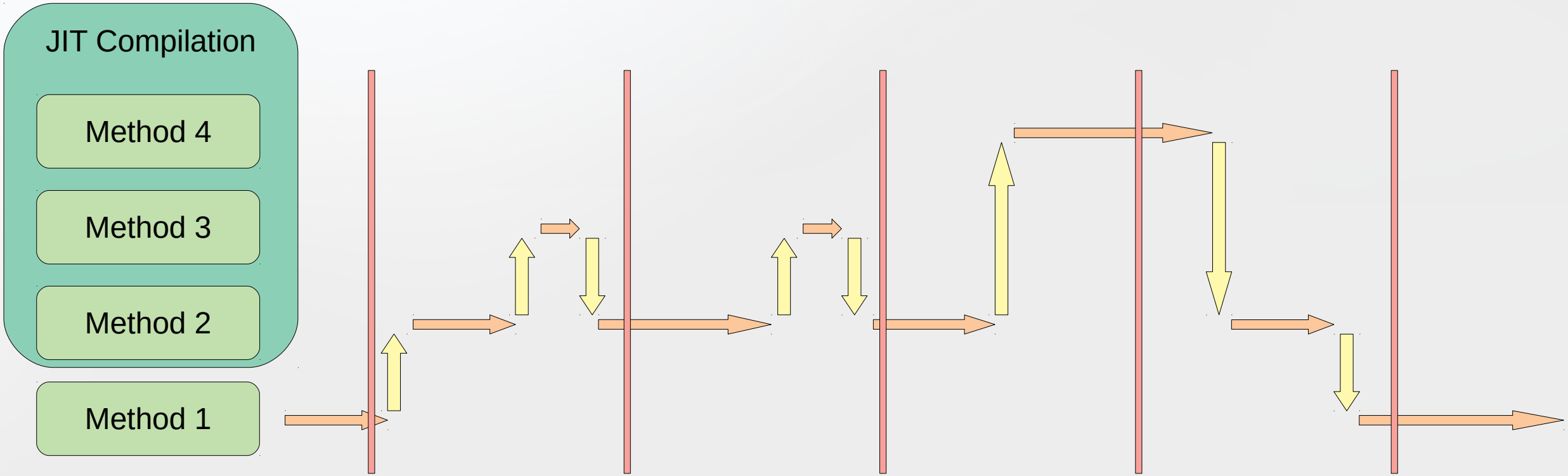
Stop the world



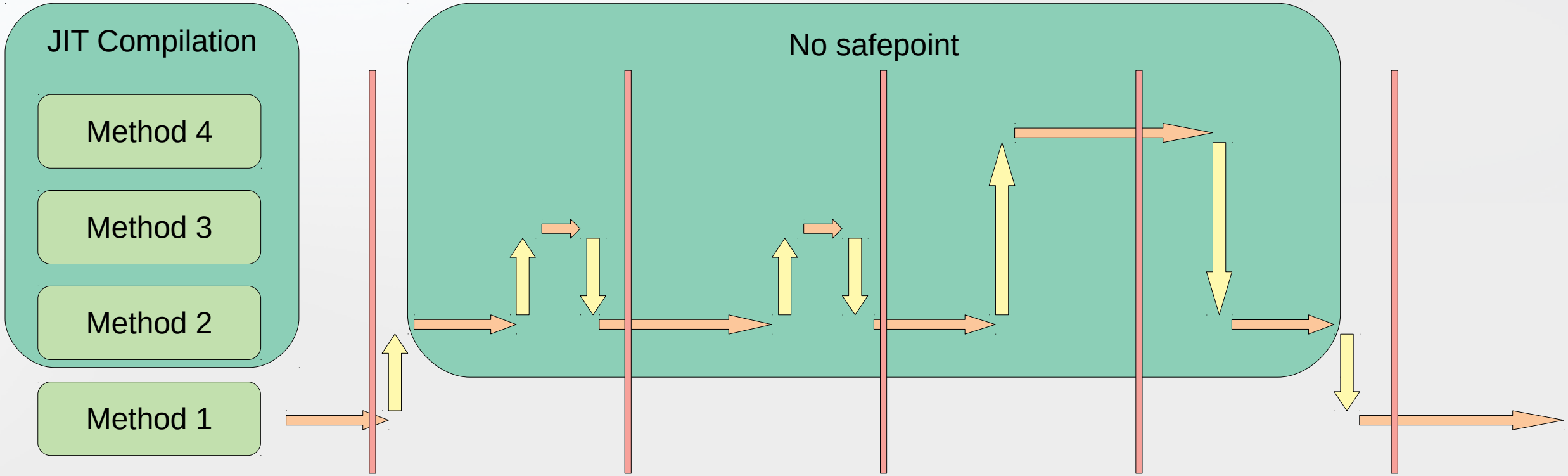
Sampling – the dark side



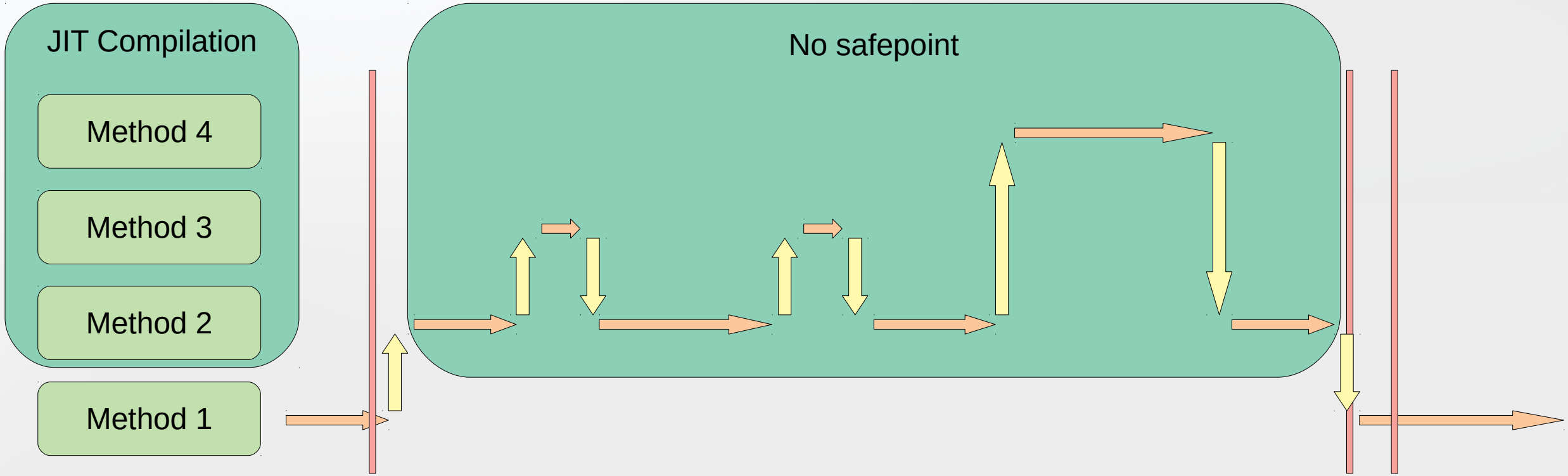
Sampling – the dark side



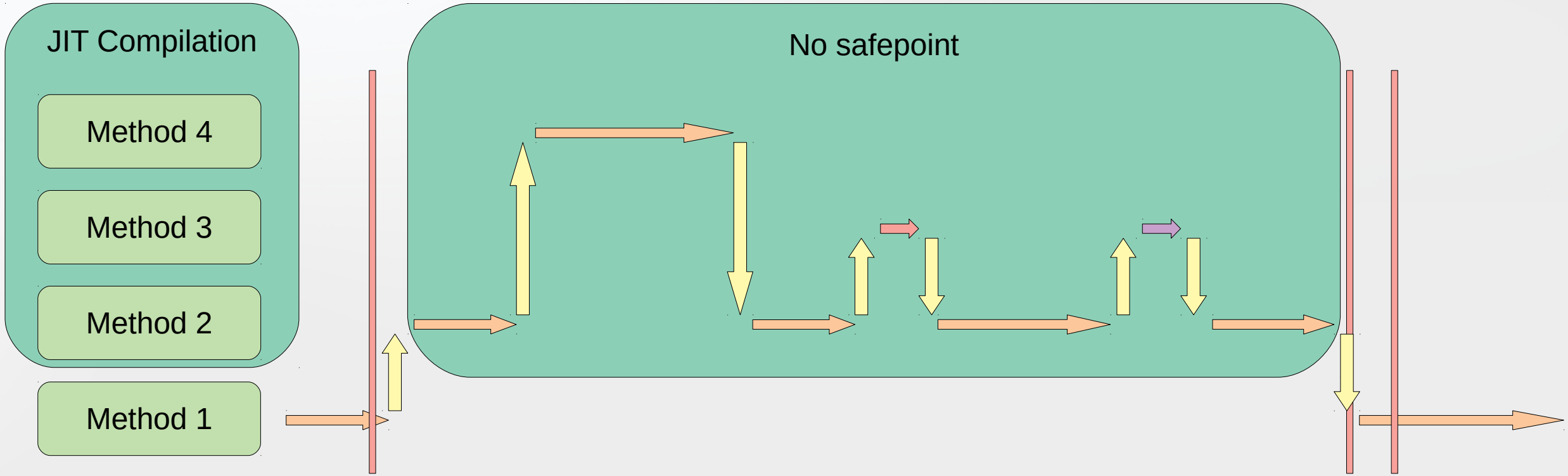
Sampling – the dark side



Sampling – the dark side



Sampling – the dark side



Sampling failure

```
private void execute() {
    long N = 5 * 1000 * 1000;

    RandomStringUtils randomStringUtils =
            new RandomStringUtils();

    for (long i = 0; i < N; i++) {
        String text = randomStringUtils.generate();
        crypt(text);
    }
}
```

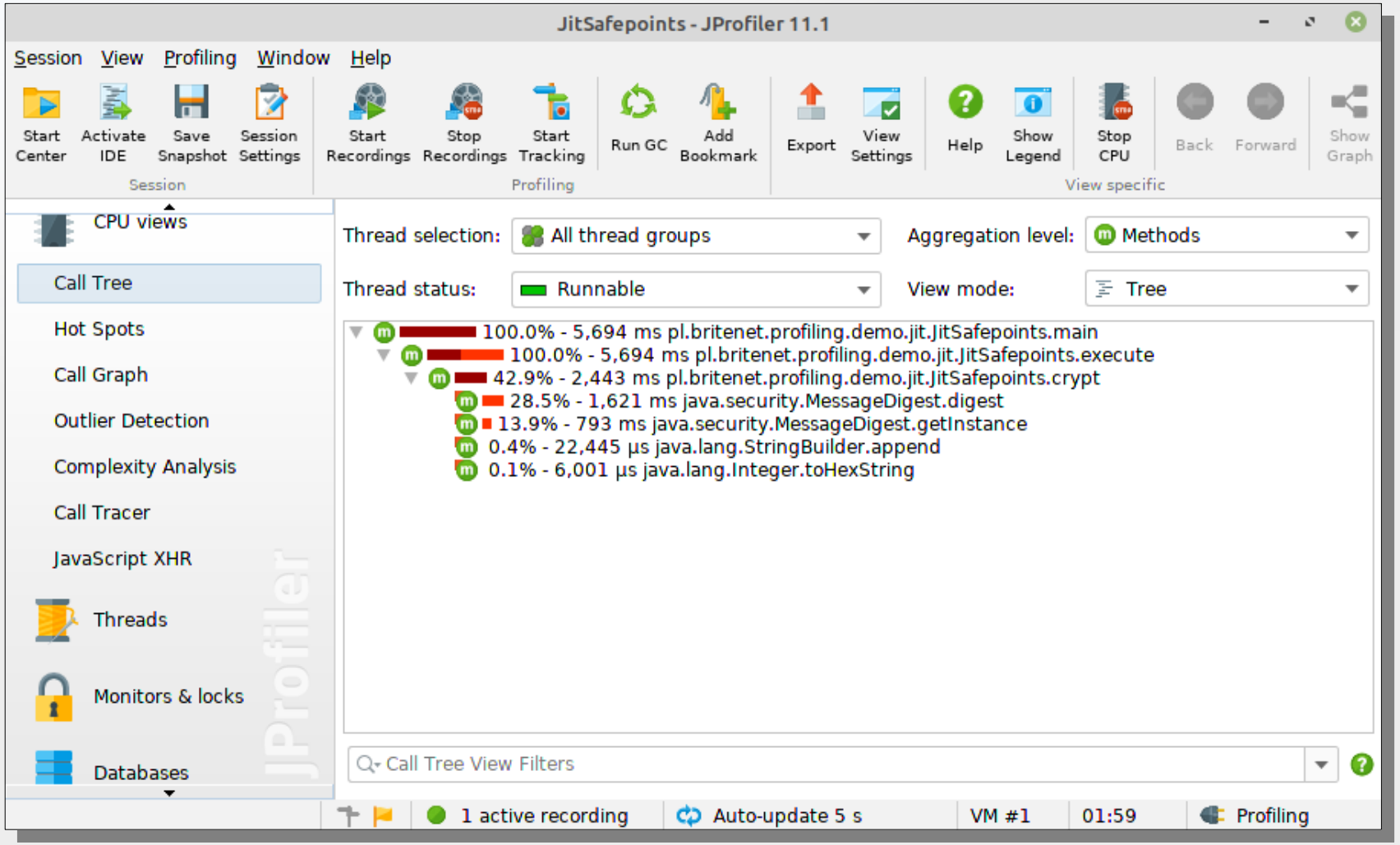
Sampling failure

```
private void execute() {
    long N = 5 * 1000 * 1000;

    RandomStringUtils randomStringUtils =
            new RandomStringUtils();

    for (long i = 0; i < N; i++) {
        String text = randomStringUtils.generate();
        crypt(text);
    }
}
```

Sampling failure



britenet
quality for lease
ks

Sampling – jak żyć?

Sampling – jak żyć?

Sampling – jak żyć?

Sampling – jak żyć?

- Instrumentation / wyłączenie inliningu

Sampling – jak żyć?

- Instrumentation / wyłączenie inliningu
- Logi inliningu i kompilacji

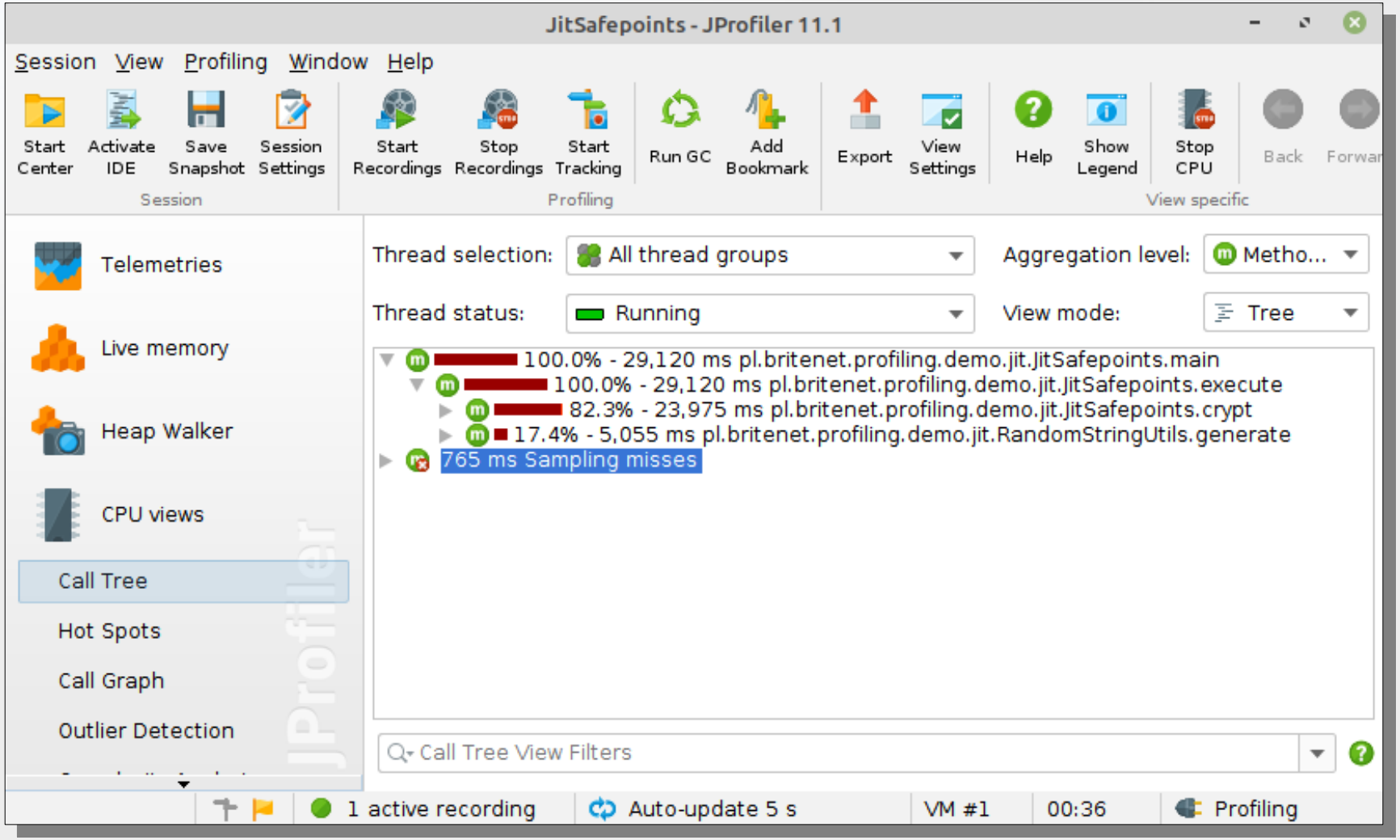
Sampling – jak żyć?

- Instrumentation / wyłączenie inliningu
- Logi inliningu i kompilacji
- Honest Profilers
  - Honest Profiler (Linux)
  - Async Profiler (Linux, MacOS)
  - Mission Controll
  - YourKit Java Profiler 2019.8 Async Sampling (Linux, MacOS)
  - JProfiler 11.1 Async Sampling (Linux, MacOS)

Sampling – jak żyć?

- Instrumentation / wyłączenie inliningu
- Logi inliningu i kompilacji
- Honest Profilers
  - Honest Profiler (Linux)
  - Async Profiler (Linux, MacOS)
  - Mission Controll
  - YourKit Java Profiler 2019.8 Async Sampling (Linux, MacOS)
  - JProfiler 11.1 Async Sampling (Linux, MacOS)
- Przydatna flaga:
  -XX:+DebugNonSafepoints

Sampling – jak żyć?



britenet
quality for lease
ks

Logowanie

-Xlog:safepoint

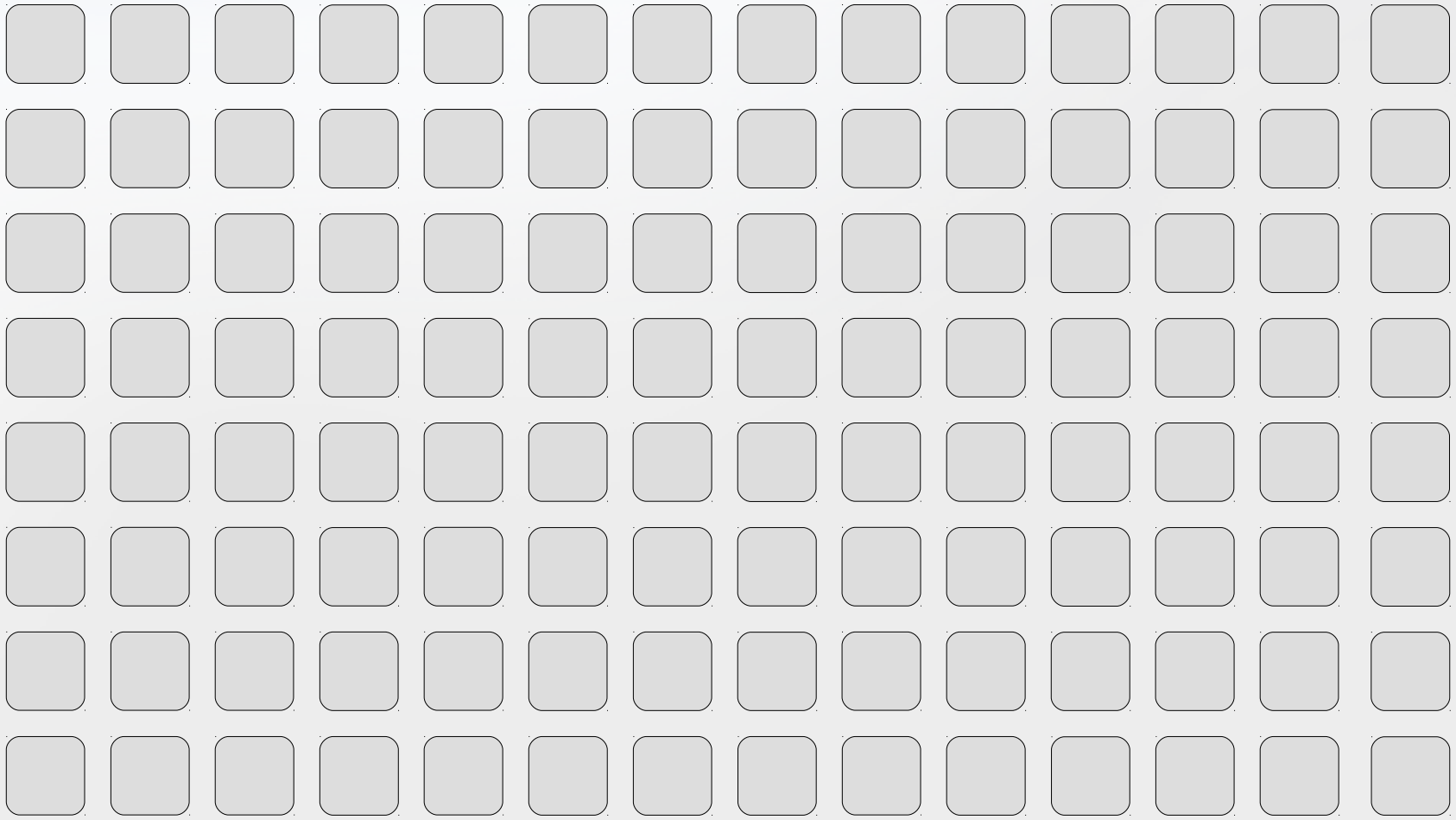
Safepoints - przykład

Teoria a życie

VS.

britenet
quality for lease

Podstawy G1



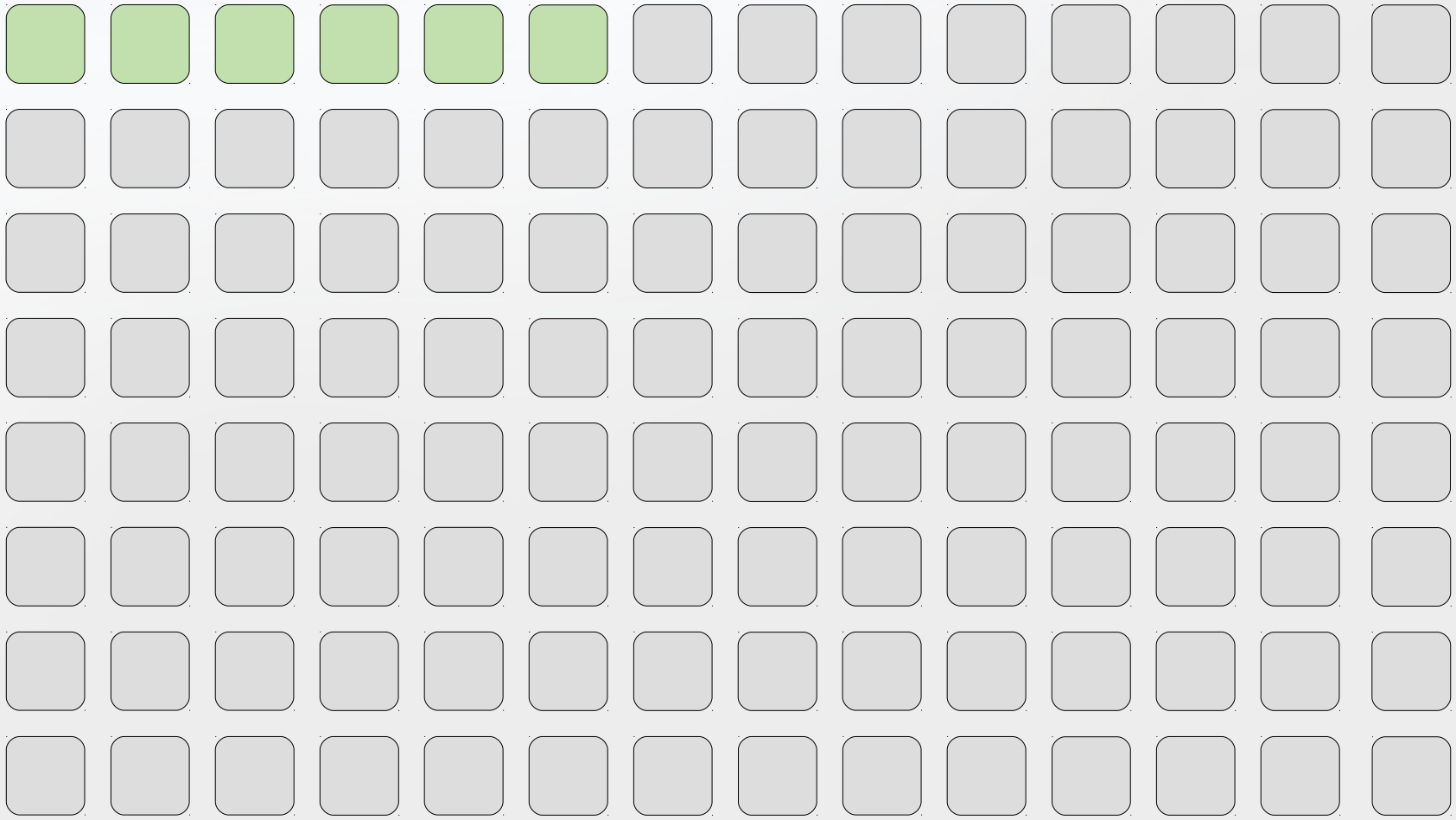
Eden

Survivor

Old

Humongous

Podstawy G1



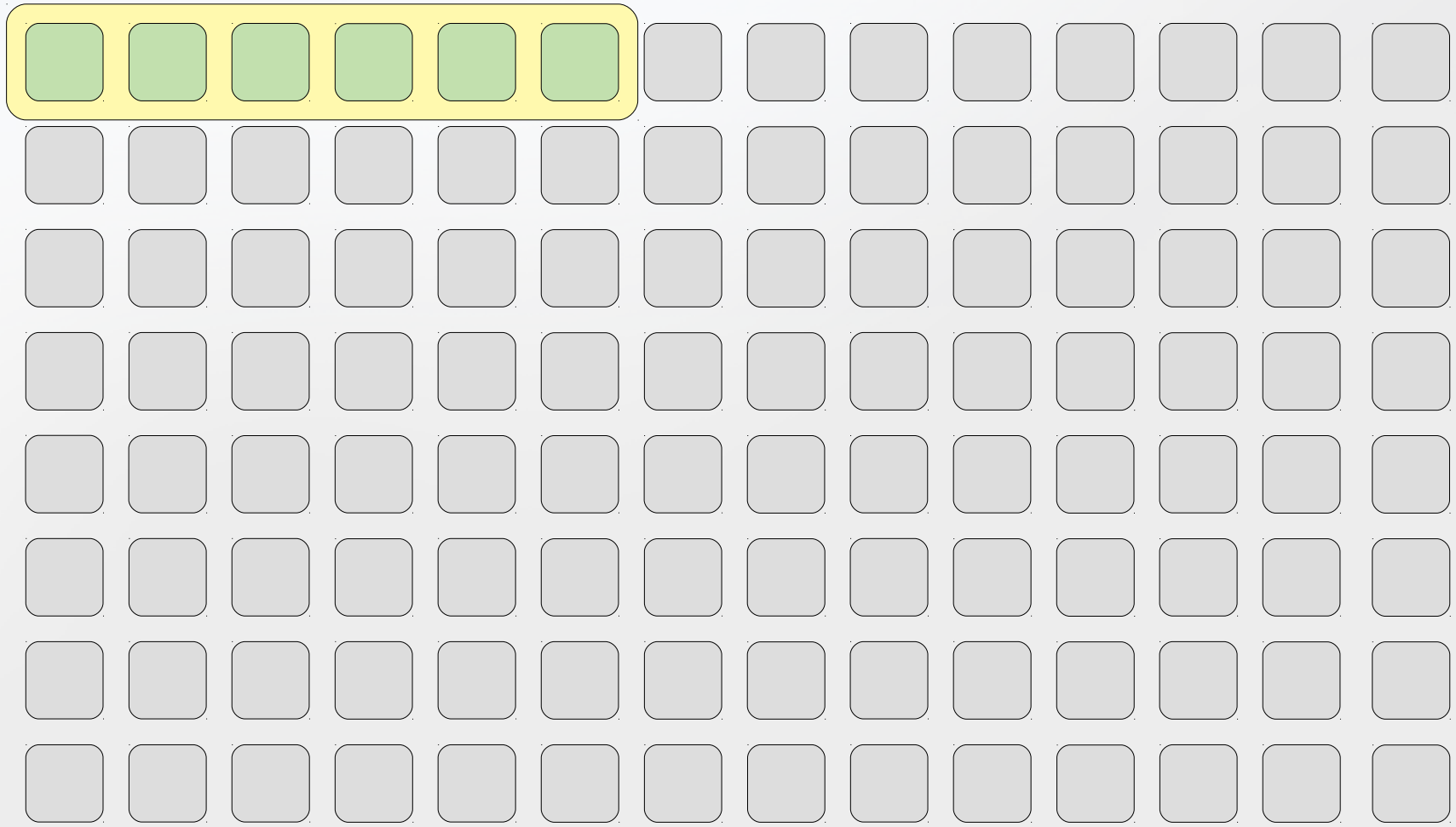
Eden

Survivor

Old

Humongous

Podstawy G1



Eden

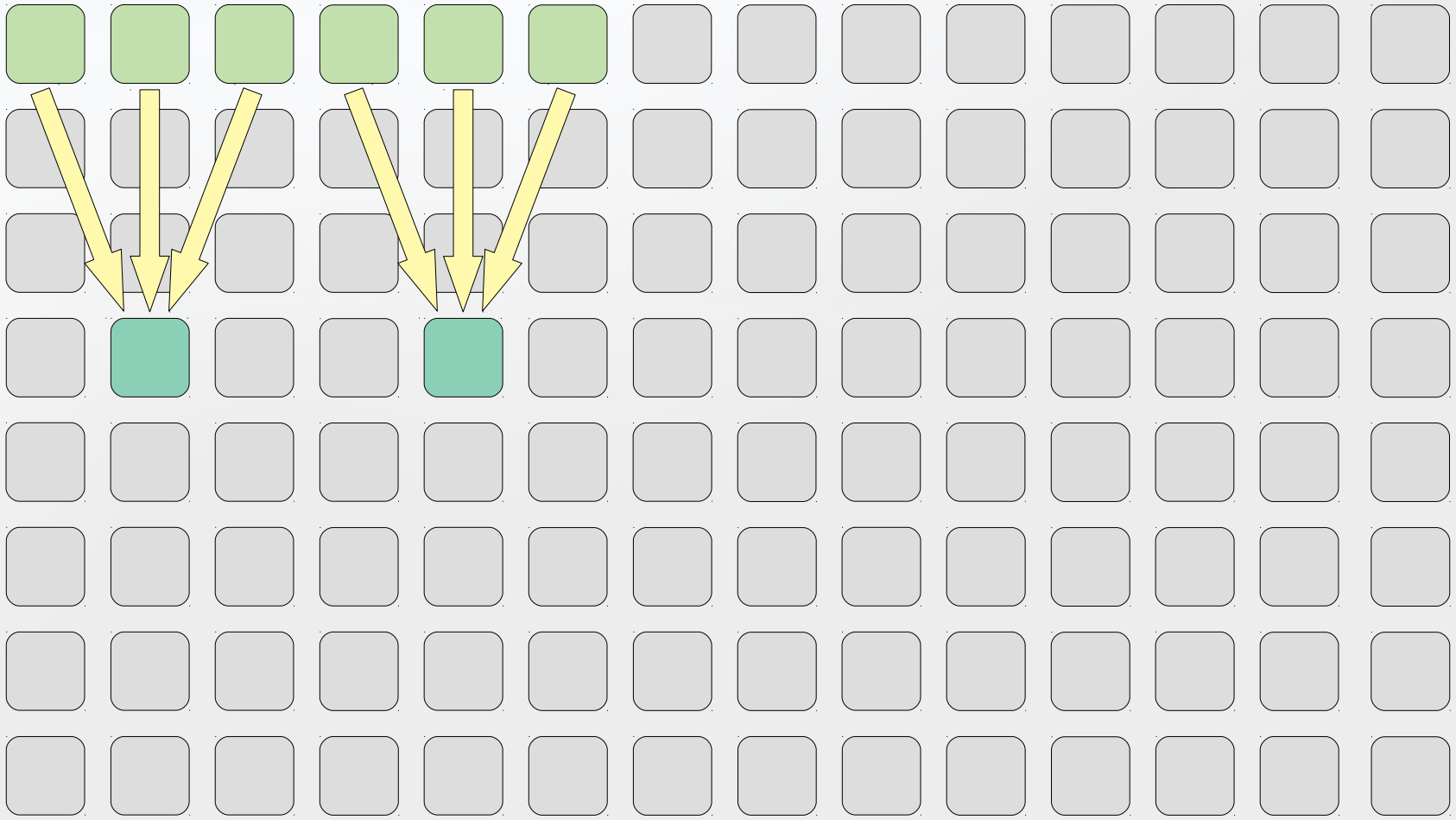
Survivor

Old

Humongous

Collection Set

Podstawy G1



Eden

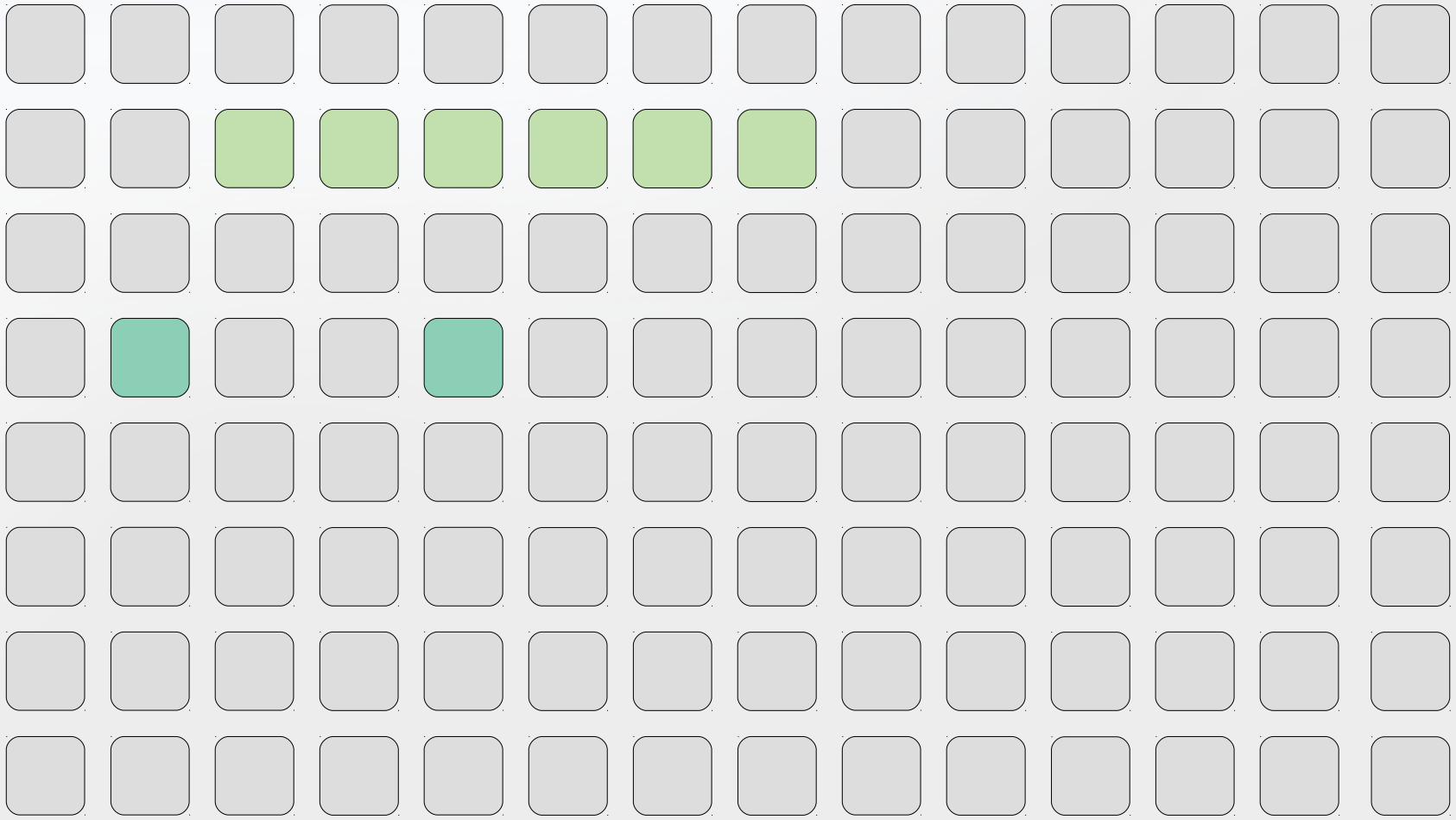
Survivor

Old

Humongous

Collection Set

Podstawy G1



Eden

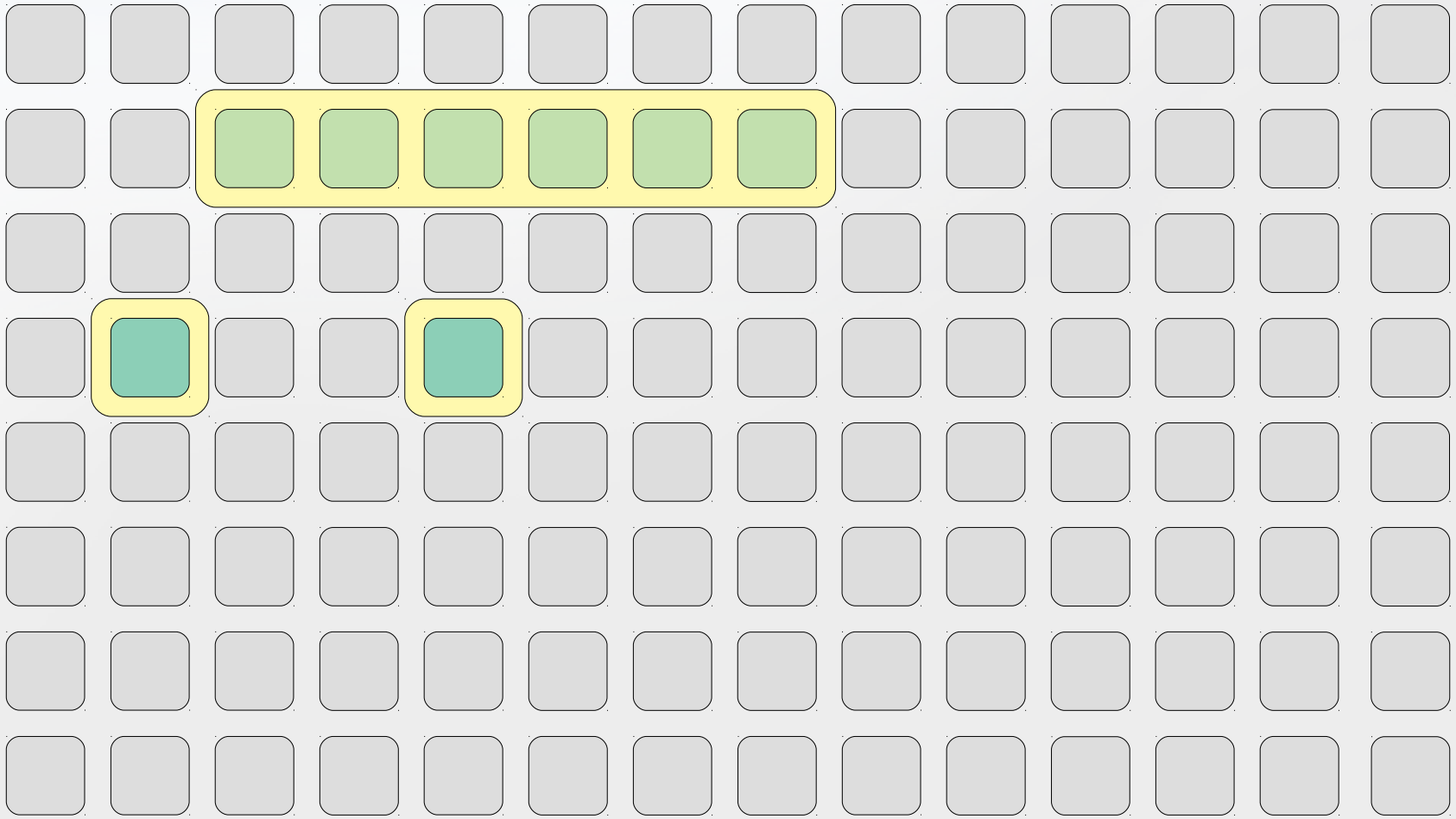
Survivor

Old

Humongous

Collection Set

Podstawy G1



Eden

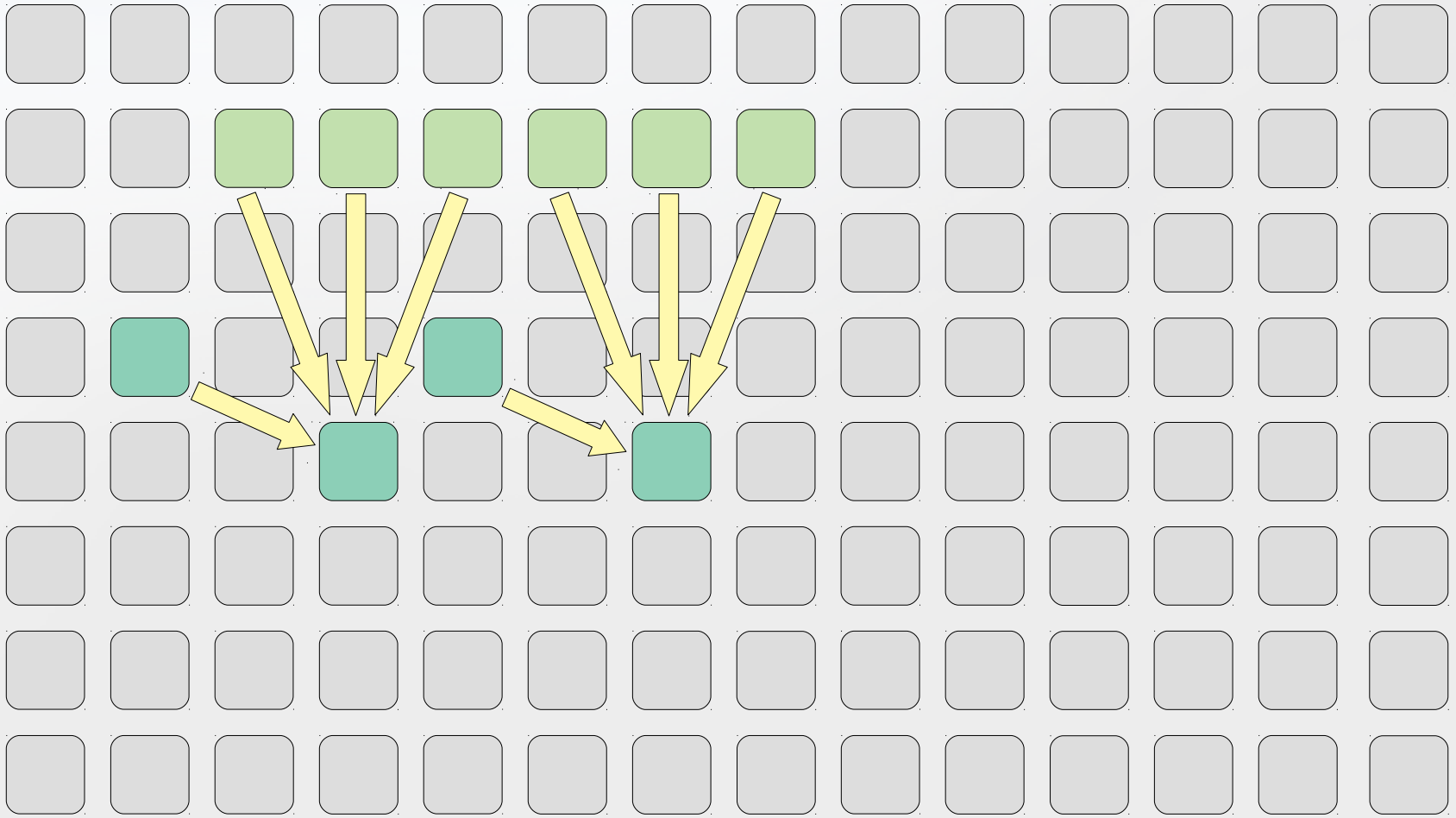
Survivor

Old

Humongous

Collection Set

Podstawy G1



Eden

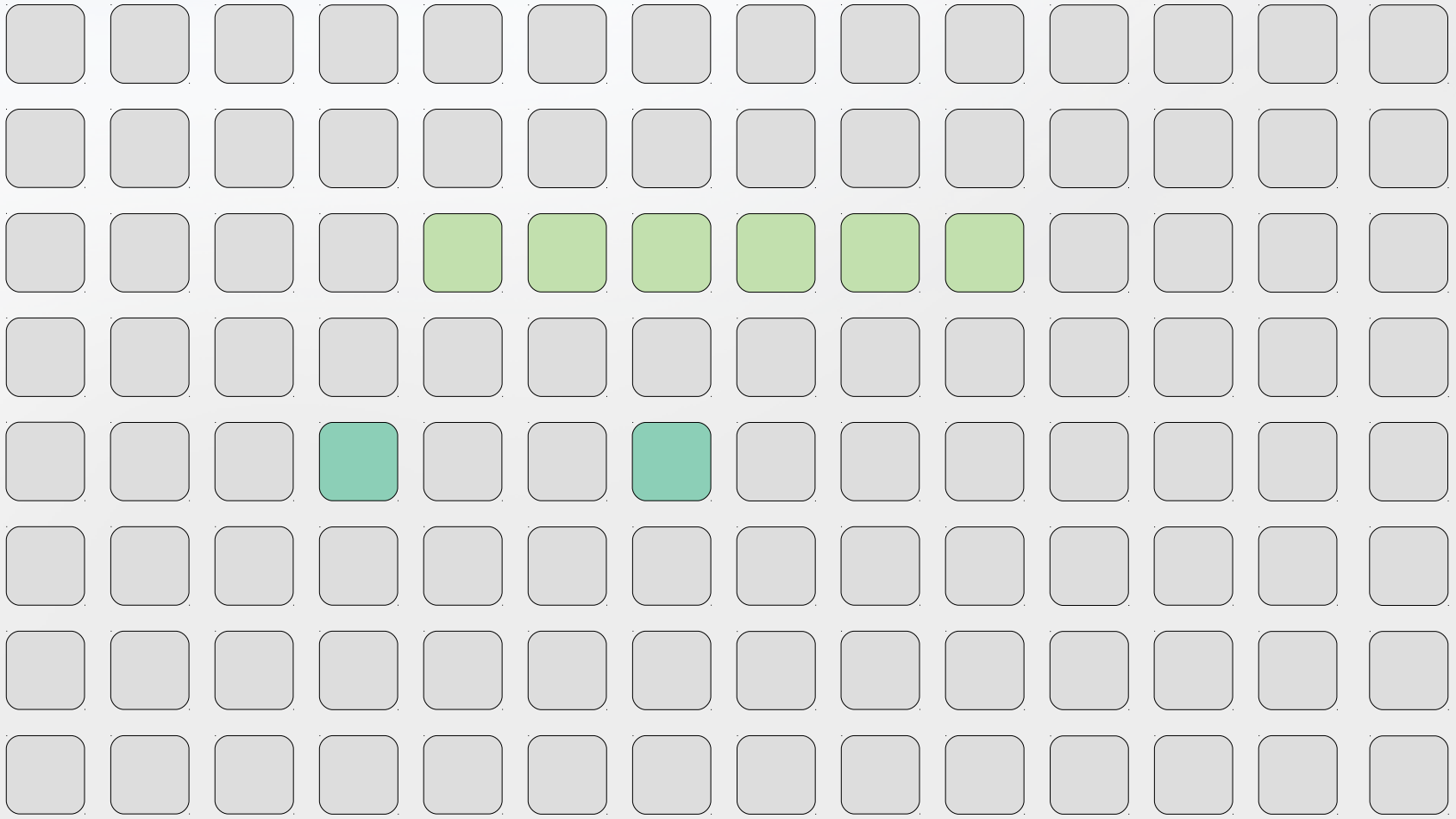
Survivor

Old

Humongous

Collection Set

Podstawy G1



Eden

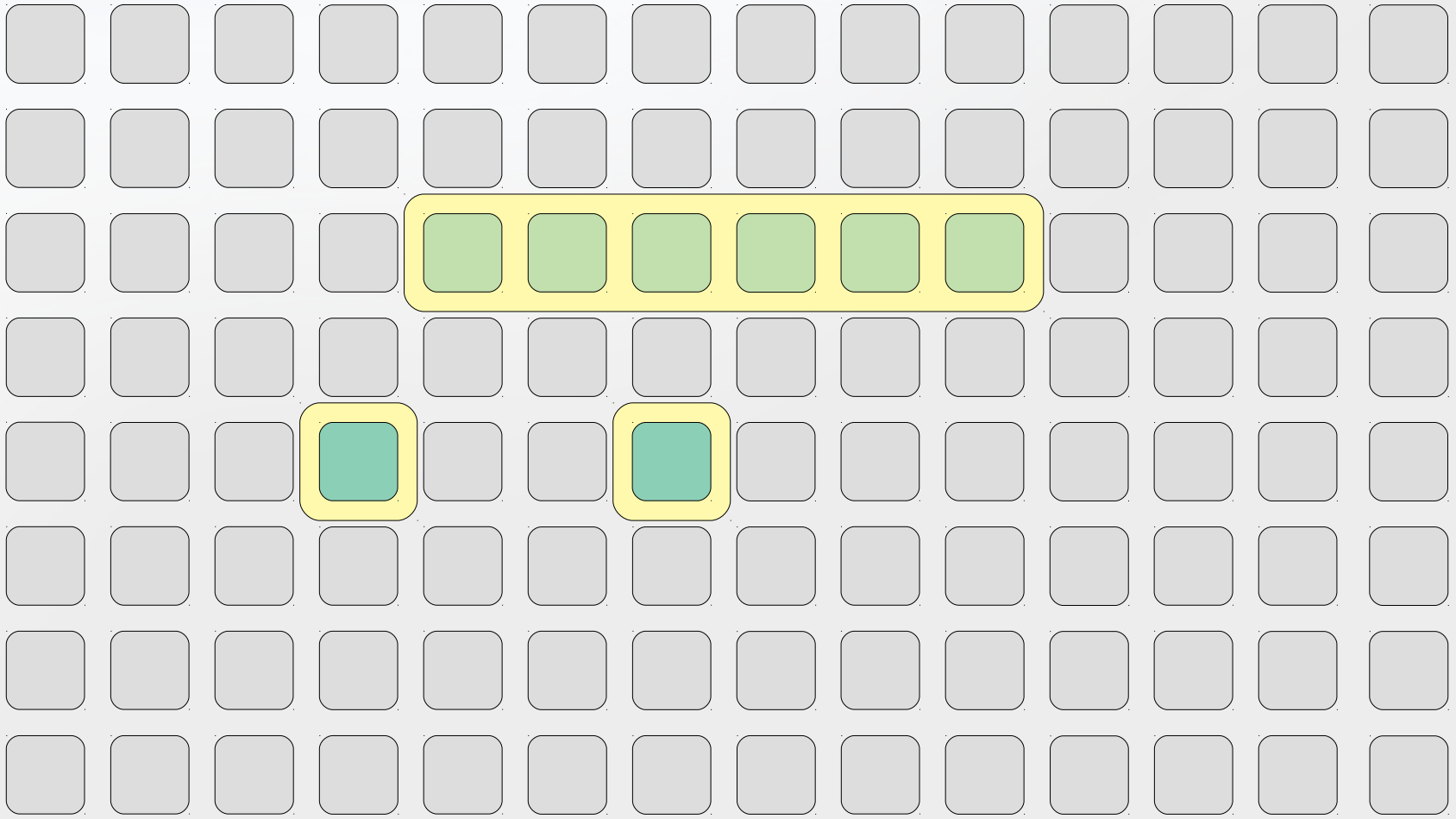
Survivor

Old

Humongous

Collection Set

Podstawy G1



Eden

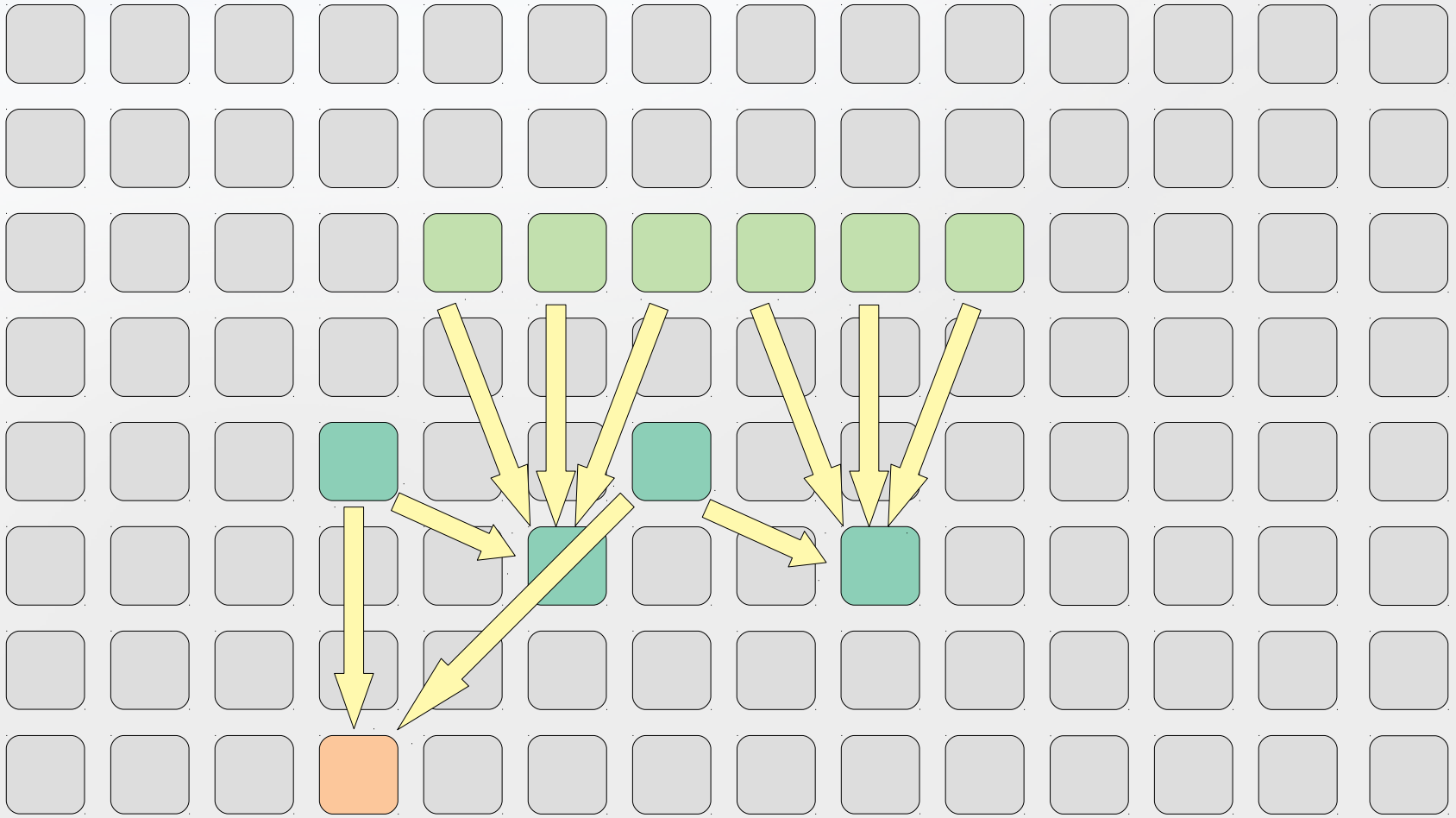
Survivor

Old

Humongous

Collection Set

Podstawy G1



Eden

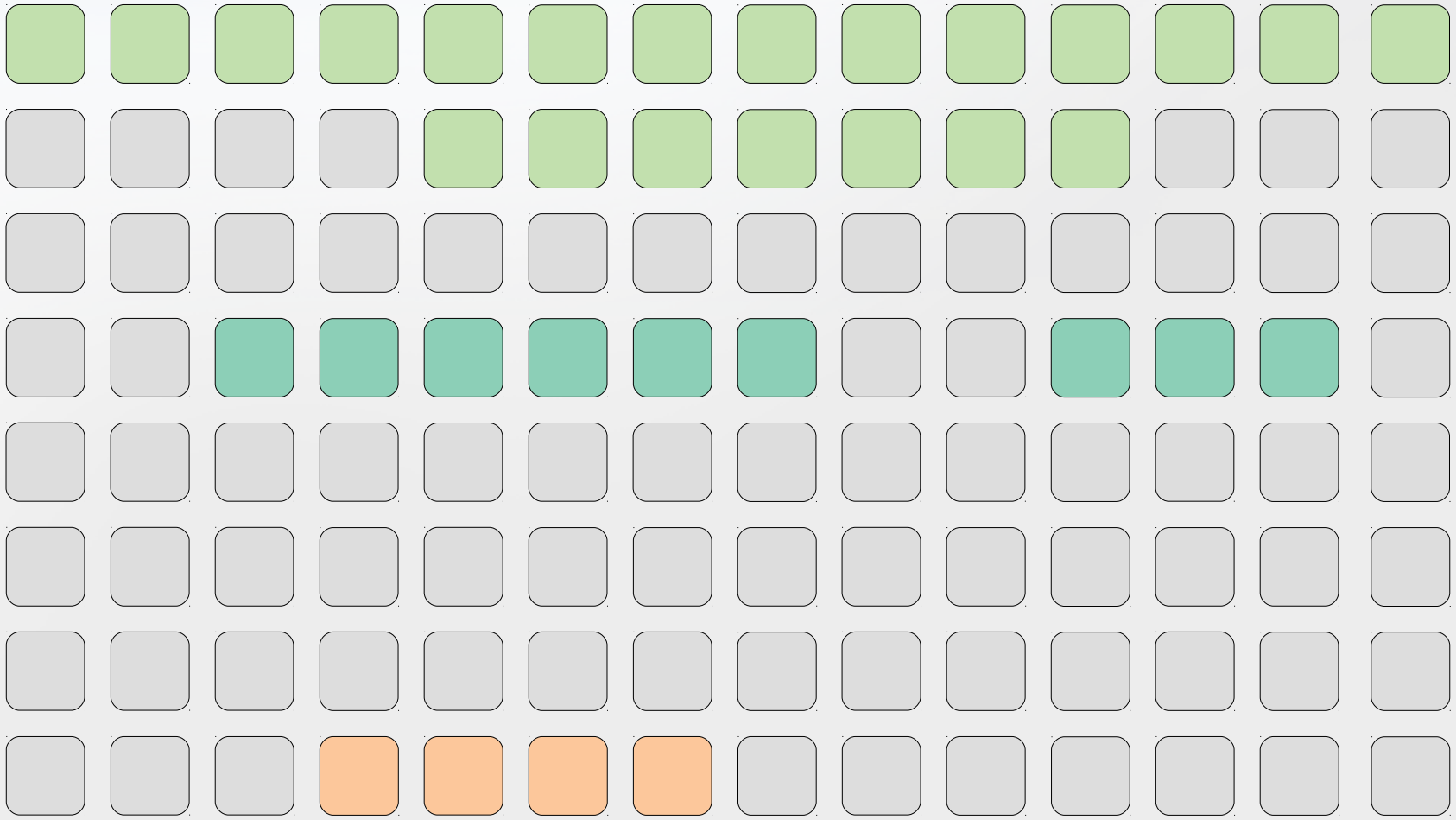
Survivor

Old

Humongous

Collection Set

Podstawy G1



Eden

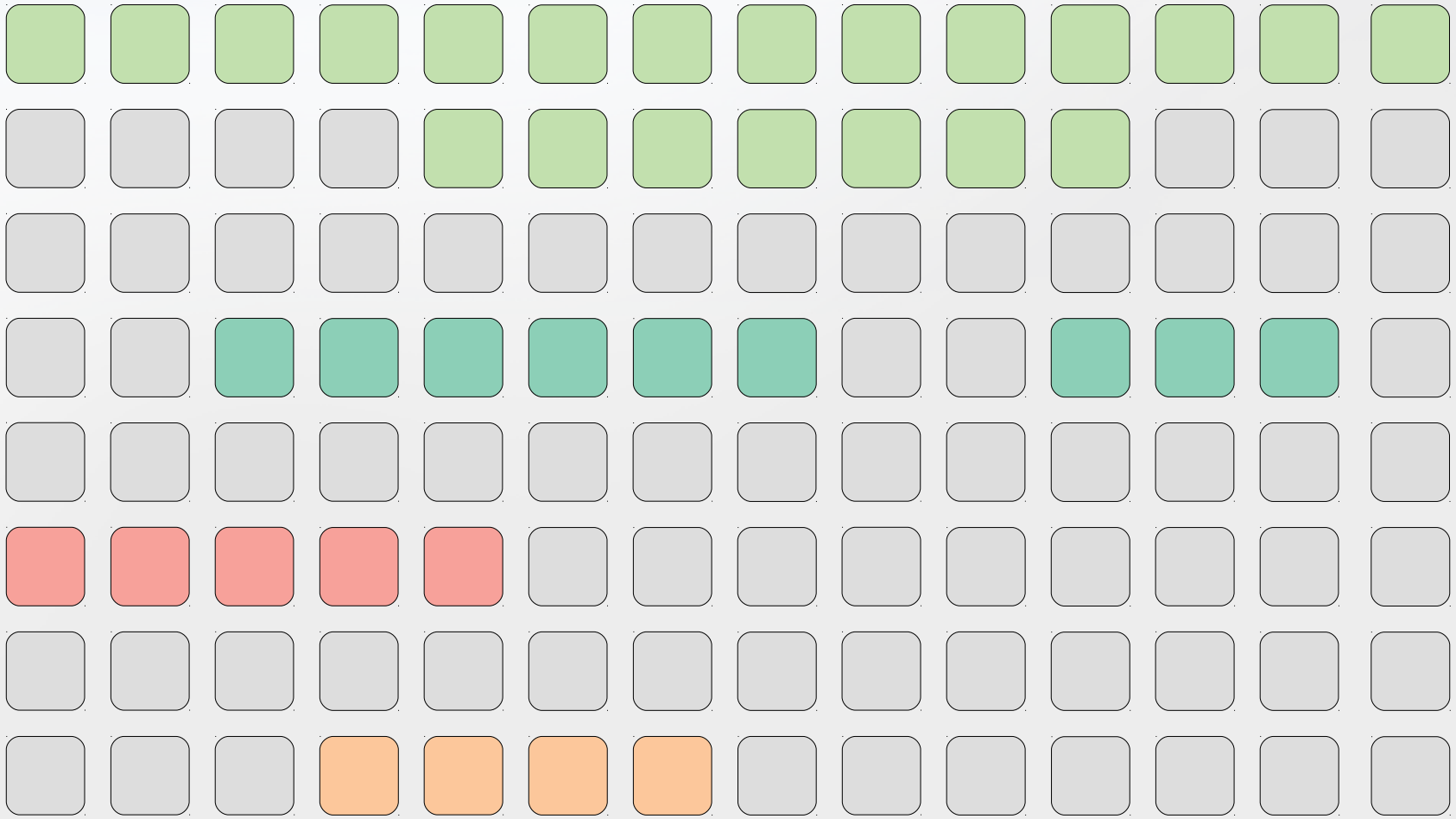
Survivor

Old

Humongous

Collection Set

Podstawy G1



Eden

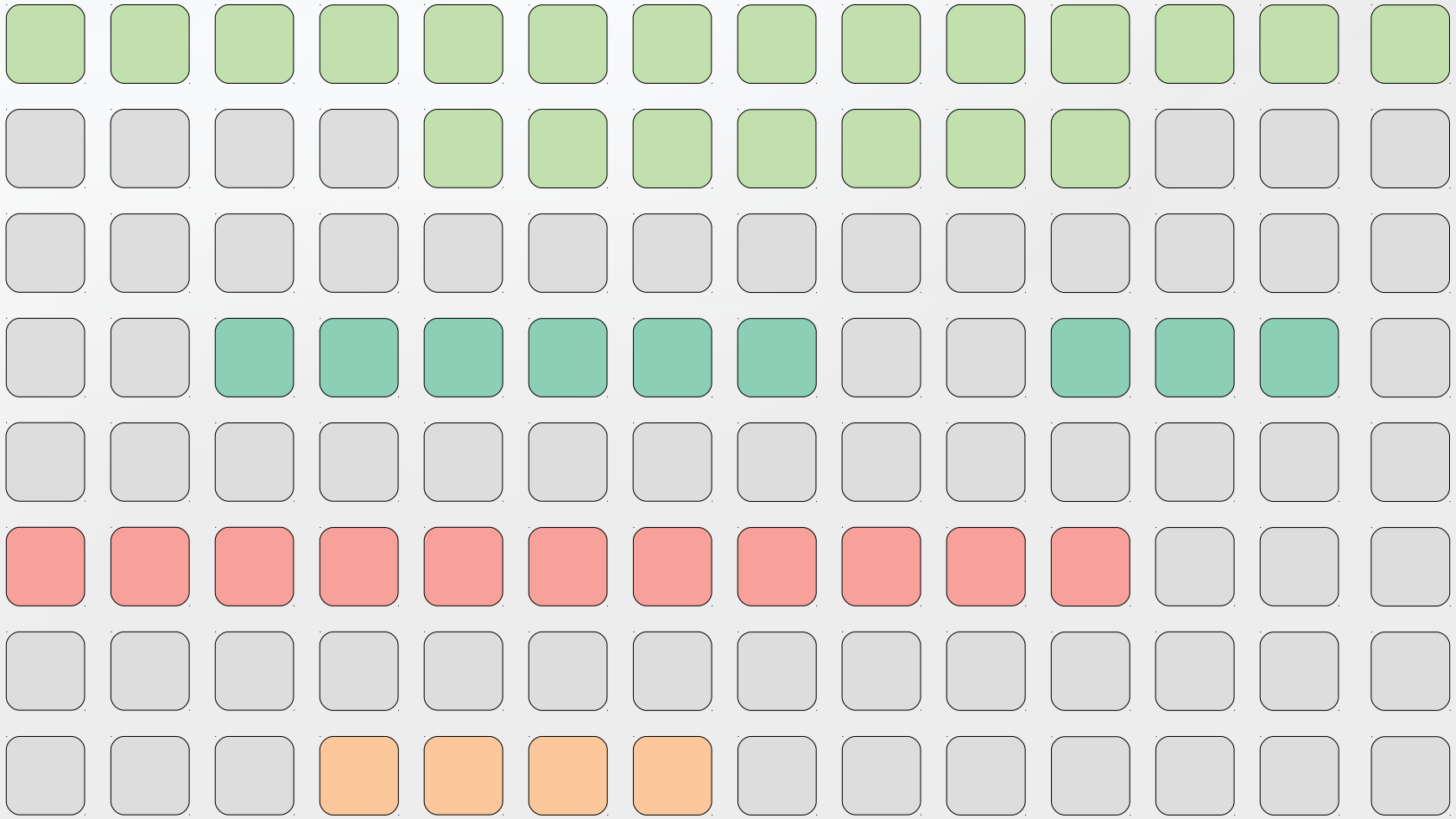
Survivor

Old

Humongous

Collection Set

Podstawy G1



Eden

Survivor

Old

Humongous

Collection Set

Humongous

- Co najmniej ½ regionu

Humongous

- Co najmniej ½ regionu
- Ciągły obszar w pamięci

Humongous

- Co najmniej ½ regionu
- Ciągły obszar w pamięci
- Traktowane jako stara generacja

Humongous

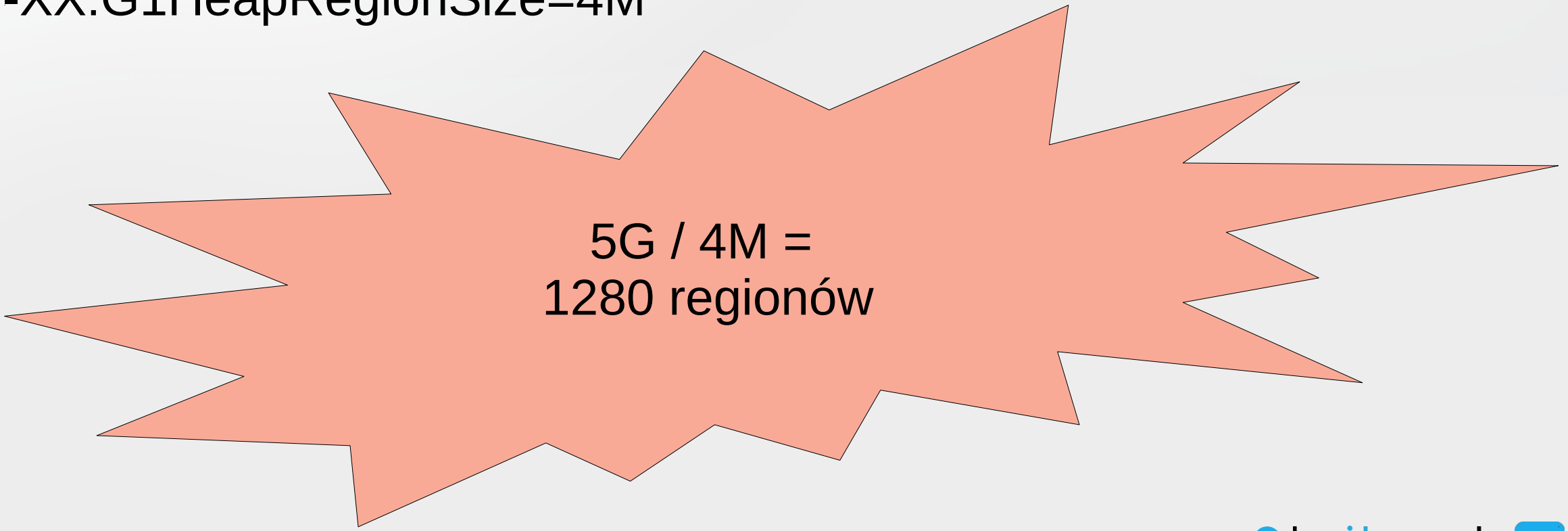
- Co najmniej ½ regionu
- Ciągły obszar w pamięci
- Traktowane jako stara generacja
- Czyszczone także w nowej generacji (od JDK 8u60)

Humongous

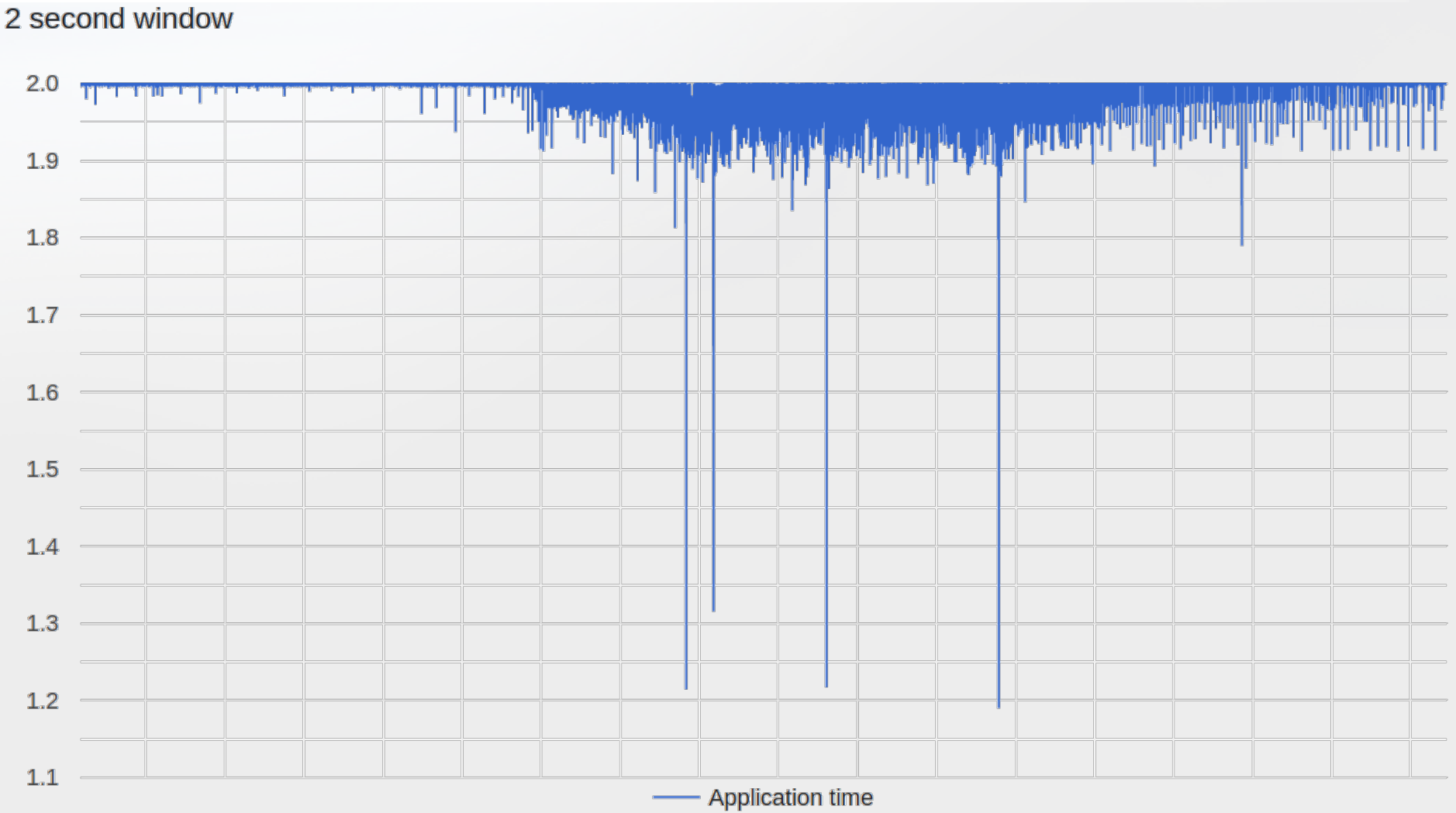
- Co najmniej ½ regionu
- Ciągły obszar w pamięci
- Traktowane jako stara generacja
- Czyszczone także w nowej generacji (od JDK 8u60)
- Nigdy nie są relokowane (nawet podczas FullGC)

Stan początkowy

- -Xms5G
- -Xmx5G
- -XX:G1HeapRegionSize=4M



Stan początkowy



britenet
quality for lease

Stan początkowy

Phase stats (aggregated) - times in ms

Table presents statistics about each Stop The World Garbage Collector phase. Phases are aggregated to major type of collection.

Phase name	Count	Per. 50	Per. 75	Per. 90	Per. 95	Per. 99	Per. 99.9	Per. 100	Average	Total
Full collection	4	731.44	755.49	758.92	758.92	758.92	758.92	758.92	729.96	2 919.82
Mixed collection	884	28.00	32.50	37.65	43.62	67.68	113.99	113.99	29.92	26 445.31
Pause Cleanup	1911	0.65	0.74	0.81	0.88	1.38	4.94	6.44	0.65	1 250.91
Pause Remark	1911	29.52	33.90	43.07	55.97	66.42	115.26	138.26	32.44	61 986.39
Young collection	481	27.04	34.67	42.59	55.11	85.86	154.83	154.83	29.96	14 411.87
Young collection - piggybacks	2774	22.35	25.75	29.70	33.94	50.59	161.66	183.53	22.99	63 768.88

Stan początkowy

```
[gc                ] GC(696) Pause Young (Mixed) (G1 Evacuation Pause) 5117M->5117M(5120M) 9.341ms
[gc,cpu            ] GC(696) User=0.04s Sys=0.00s Real=0.01s
[gc,task           ] GC(697) Using 6 workers of 6 for full compaction
[gc,start          ] GC(697) Pause Full (G1 Evacuation Pause)
```

```
[gc,metaspace      ] GC(697) Metaspace: 405617K->403519K(1433600K)
[gc                ] GC(697) Pause Full (G1 Evacuation Pause) 5117M->1418M(5120M) 717.679ms
[gc,cpu            ] GC(697) User=3.62s Sys=0.01s Real=0.72s
[safepoint         ] Leaving safepoint region
```

Stan początkowy

To-space exhausted

List of GC cycles where To-space exhausted occured

Cycle	Survivor regions	Old regions	Eden regions	Humongous regions
336	35 --> 30	361 --> 760	720 --> 0	133 --> 1
403	34 --> 31	364 --> 644	719 --> 0	130 --> 1
460	34 --> 24	410 --> 846	672 --> 0	139 --> 1
598	22 --> 16	399 --> 856	706 --> 0	137 --> 1
689	22 --> 0	417 --> 917	656 --> 0	185 --> 1
690	0 --> 0	917 --> 1158	297 --> 0	66 --> 1
693	1 --> 0	1119 --> 1230	136 --> 0	24 --> 1
694	0 --> 0	1230 --> 1262	39 --> 0	11 --> 1
695	0 --> 0	1262 --> 1275	15 --> 0	3 --> 1
696	0 --> 0	1275 --> 1279	4 --> 0	1 --> 1

Stan początkowy

```
[gc,humongous  ] GC(689) Dead humongous region 113 object size 2250152 start
[gc,humongous  ] GC(689) Dead humongous region 116 object size 2250152 start
[gc,humongous  ] GC(689) Dead humongous region 117 object size 2250152 start
[gc,humongous  ] GC(689) Dead humongous region 127 object size 2250152 start
[gc,humongous  ] GC(689) Dead humongous region 129 object size 2250152 start
[gc,humongous  ] GC(689) Dead humongous region 131 object size 2250152 start
[gc,humongous  ] GC(689) Dead humongous region 132 object size 2250152 start
[gc,humongous  ] GC(689) Dead humongous region 133 object size 2250152 start
[gc,humongous  ] GC(689) Dead humongous region 159 object size 2250152 start
[gc,humongous  ] GC(689) Dead humongous region 164 object size 2250152 start
[gc,humongous  ] GC(689) Dead humongous region 208 object size 2250152 start
[gc,humongous  ] GC(689) Dead humongous region 214 object size 2250152 start
[gc,humongous  ] GC(689) Dead humongous region 219 object size 2250152 start
[gc,humongous  ] GC(689) Dead humongous region 249 object size 2250152 start
[gc,humongous  ] GC(689) Dead humongous region 293 object size 2250152 start
[gc,humongous  ] GC(689) Dead humongous region 294 object size 2250152 start
[gc,humongous  ] GC(689) Dead humongous region 298 object size 2250152 start
[gc,humongous  ] GC(689) Dead humongous region 306 object size 2250152 start
[gc,humongous  ] GC(689) Dead humongous region 323 object size 2250152 start
[gc,humongous  ] GC(689) Dead humongous region 324 object size 2250152 start
[gc,humongous  ] GC(689) Dead humongous region 328 object size 2250152 start
```

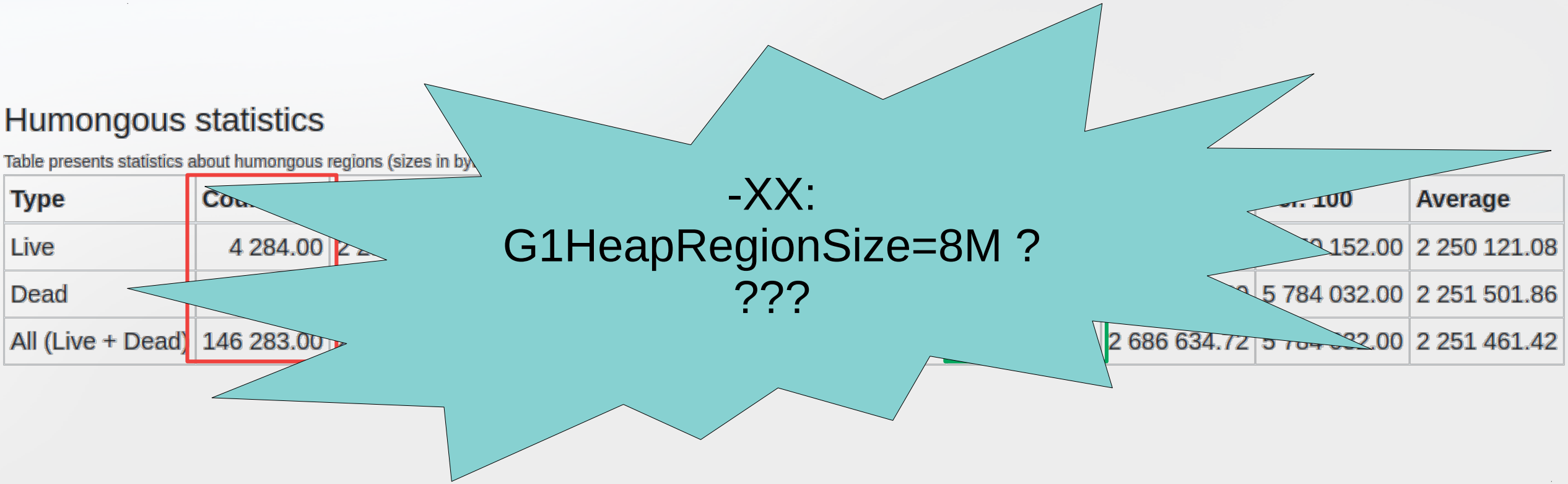
Stan początkowy

Humongous statistics

Table presents statistics about humongous regions (sizes in bytes)

Type	Count	Per. 50	Per. 75	Per. 90	Per. 95	Per. 99	Per. 99.9	Per. 100	Average
Live	4 284.00	2 250 120.00	2 250 120.00	2 250 120.00	2 250 120.00	2 250 152.00	2 250 152.00	2 250 152.00	2 250 121.08
Dead	141 999.00	2 250 152.00	2 250 152.00	2 250 152.00	2 250 152.00	2 250 152.00	2 745 472.00	5 784 032.00	2 251 501.86
All (Live + Dead)	146 283.00	2 250 152.00	2 250 152.00	2 250 152.00	2 250 152.00	2 250 152.00	2 686 634.72	5 784 032.00	2 251 461.42

Stan początkowy



Szukanie kłopotu

- HeapDump tuż przed kolekcją GC

Szukanie kłopotu

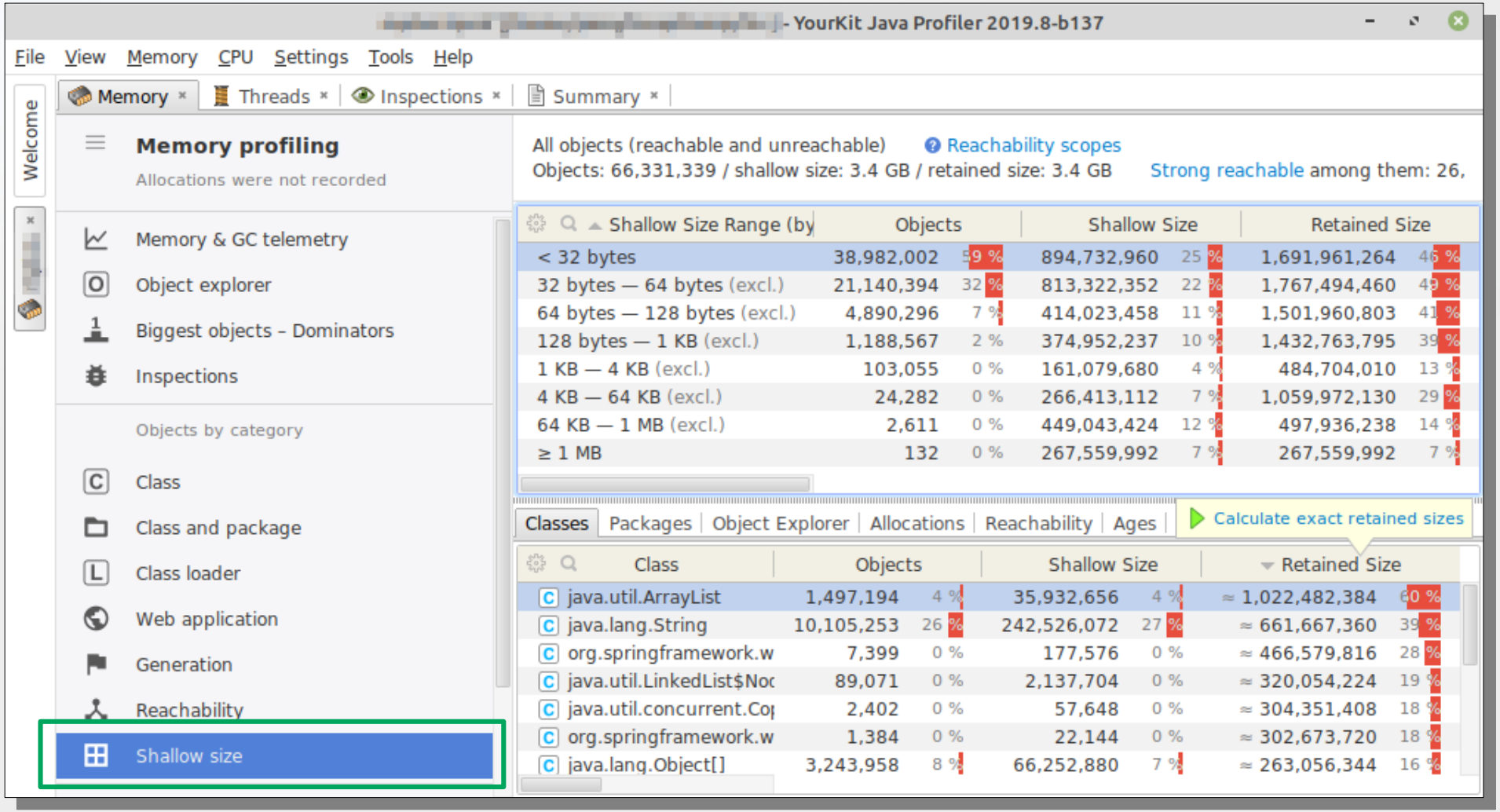
- HeapDump tuż przed kolekcją GC
- Zawierający też martwe obiekty

Szukanie kłopotu

- HeapDump tuż przed kolekcją GC
- Zawierający też martwe obiekty

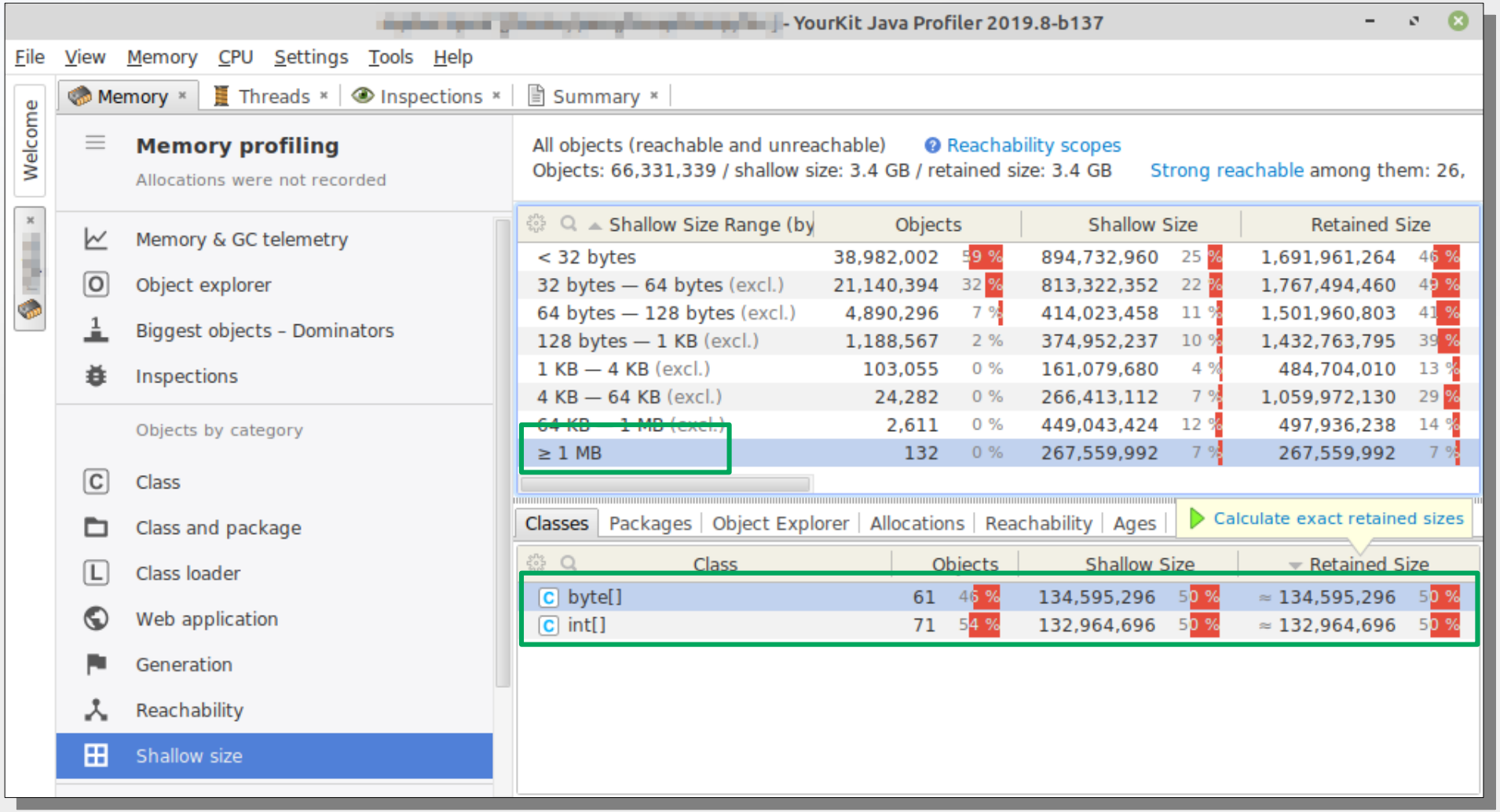
```
jcmd 17371 GC.heap_dump -all /tmp/dump.hprof
```

Szukanie kłopotu



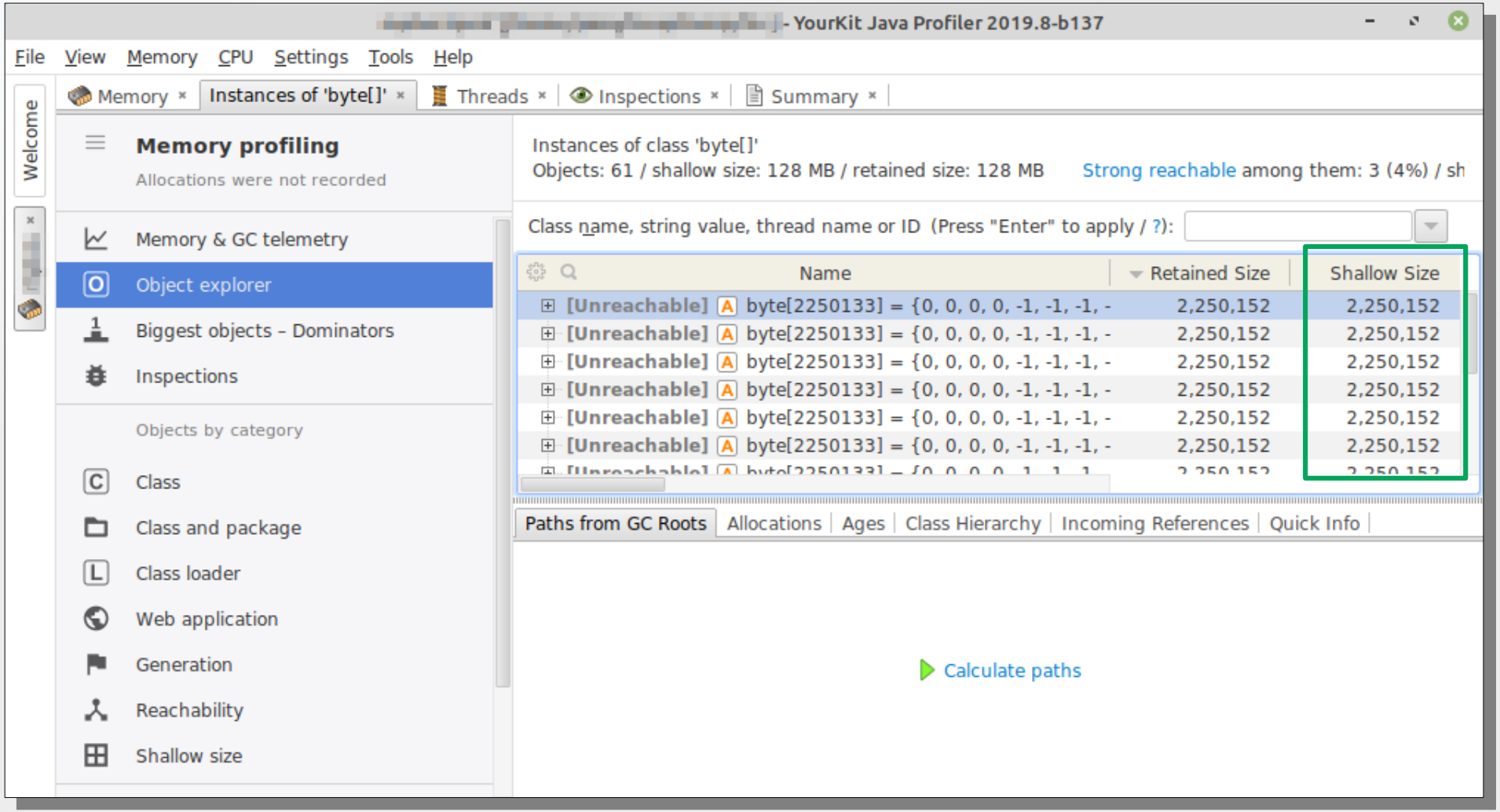
britenet
quality for lease
ks

Szukanie kłopotu



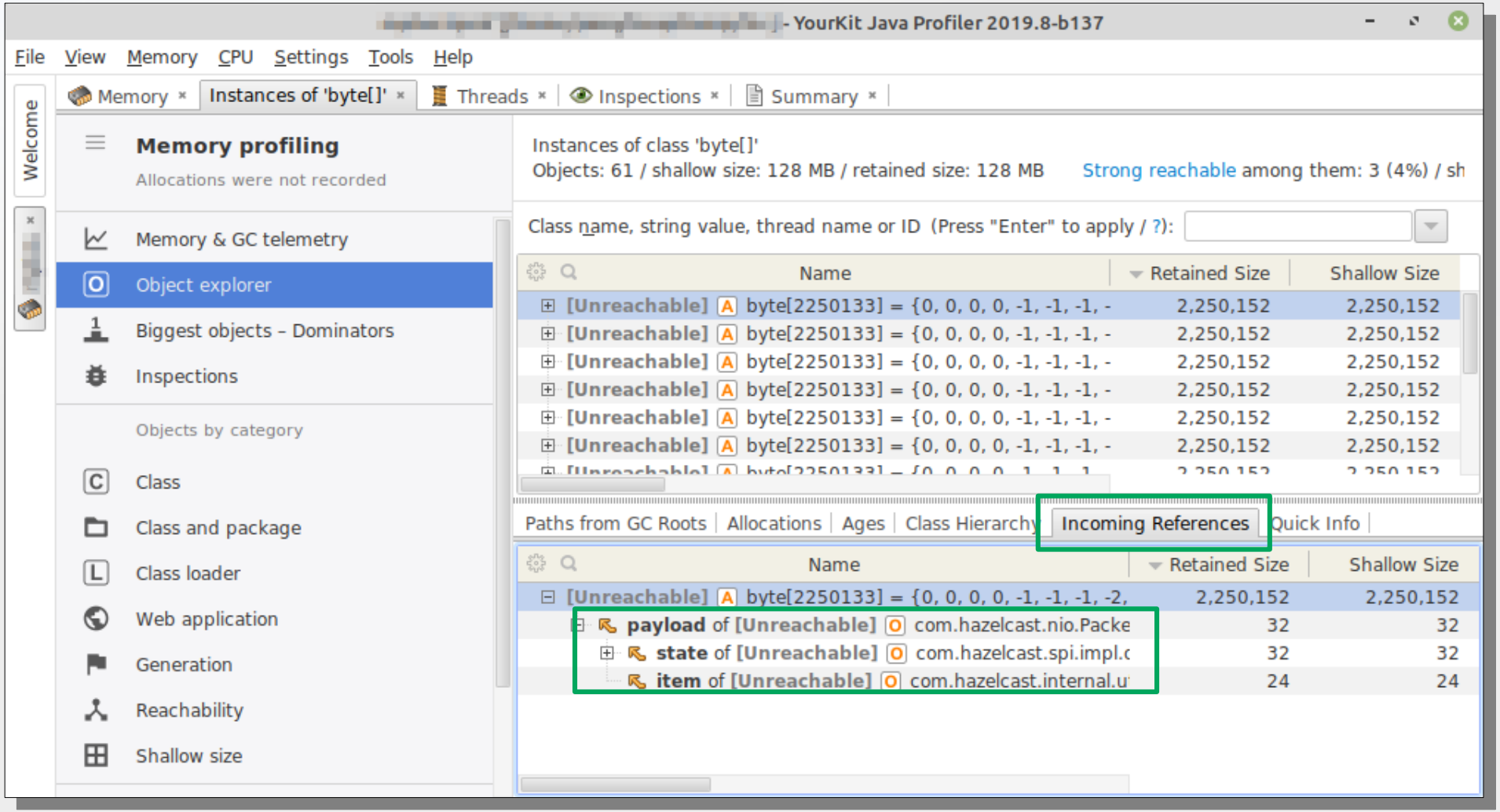
britenet
quality for lease

Szukanie kłopotu



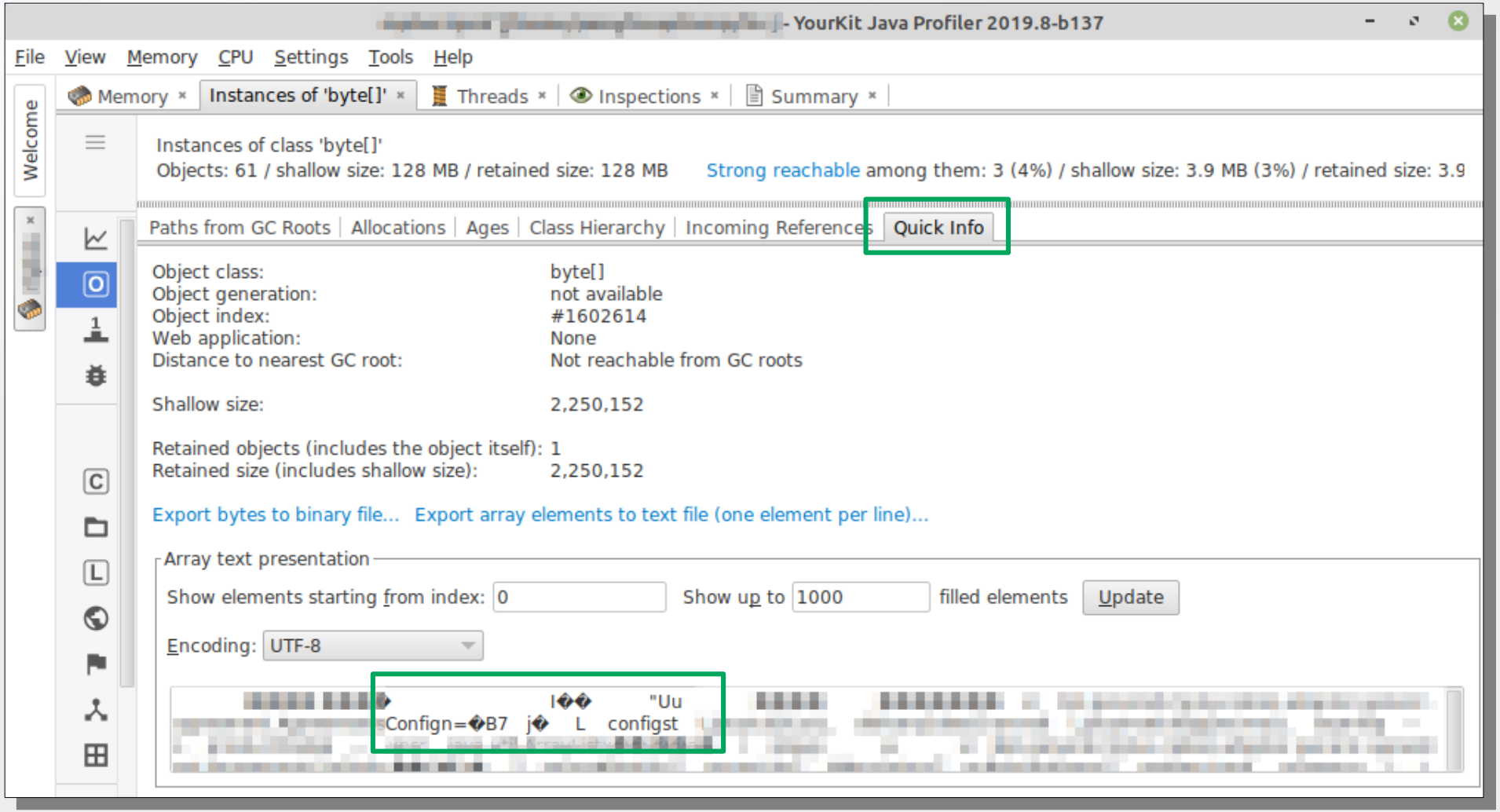
britenet
quality for lease

Szukanie kłopotu



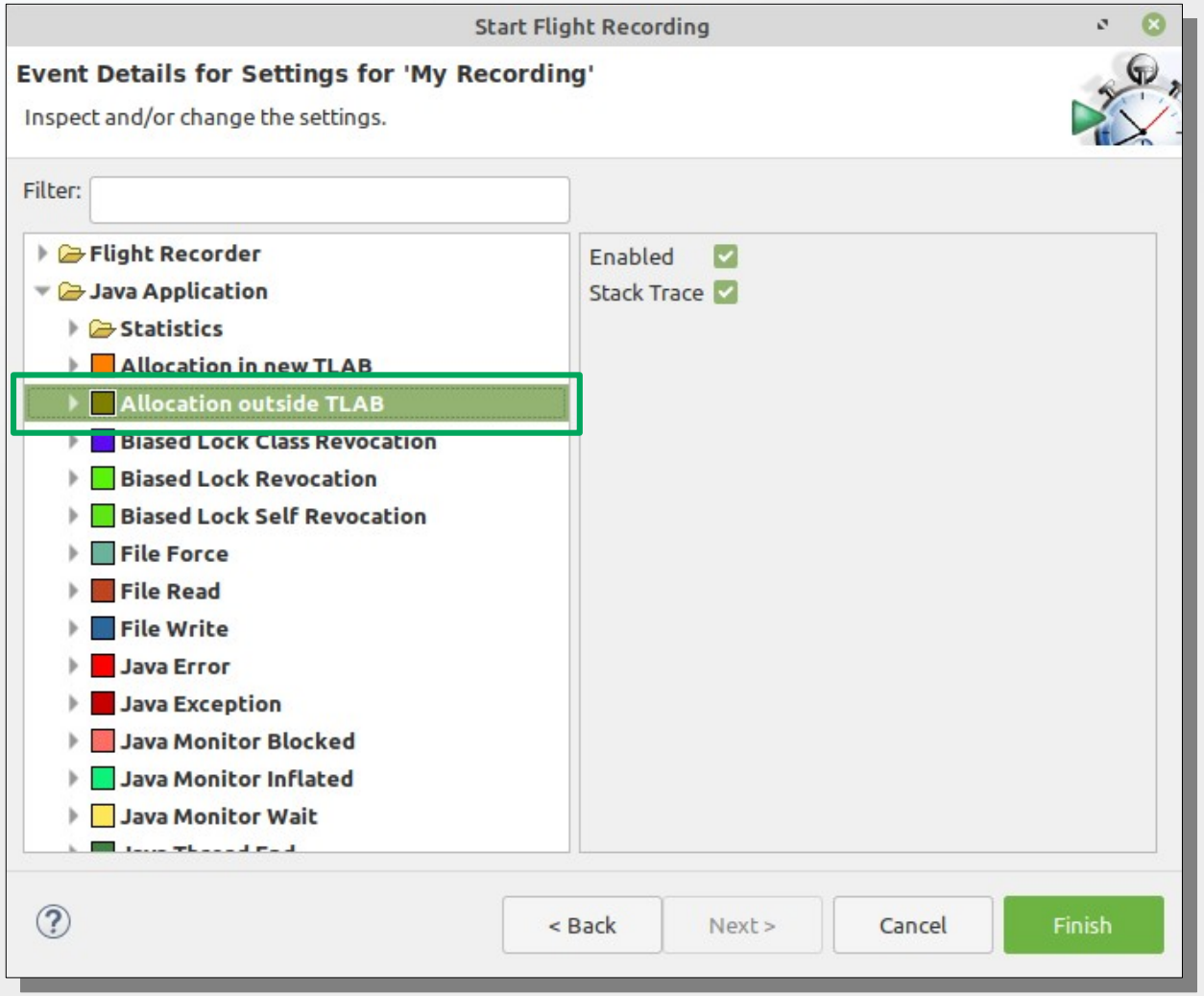
britenet
quality for lease

Szukanie kłopotu

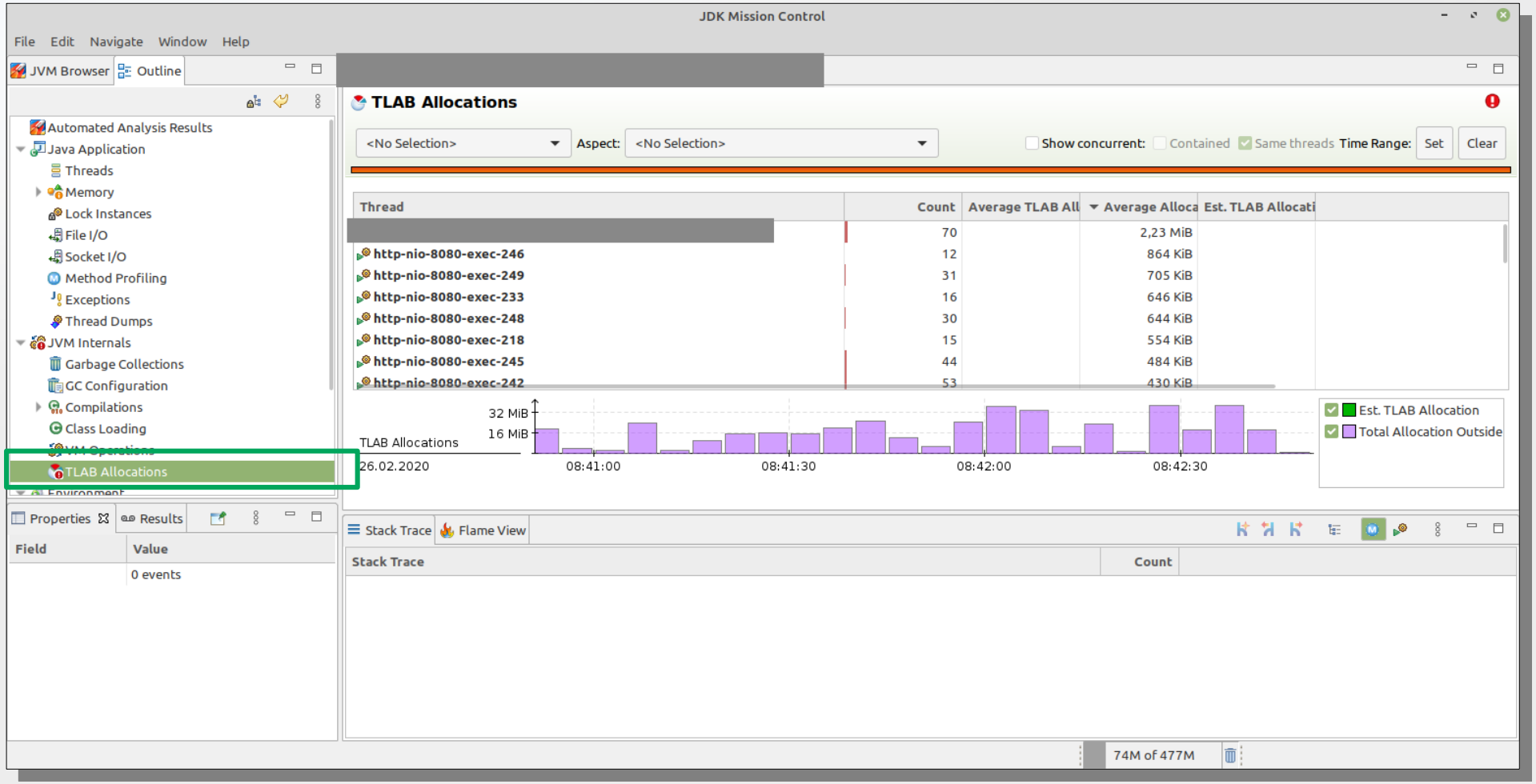


britenet
quality for lease

Szukanie kłopotu – JMC

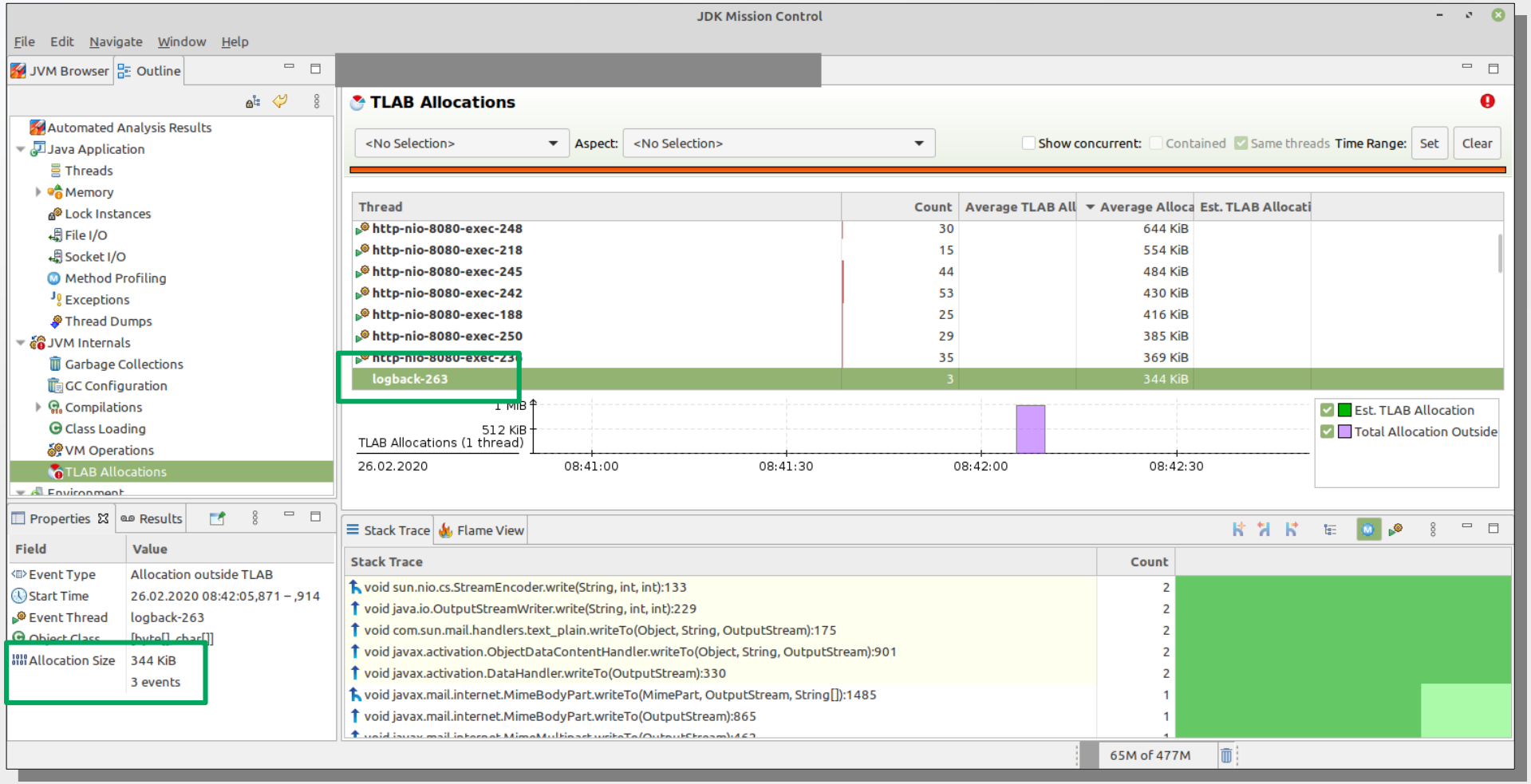


Szukanie kłopotu - JMC



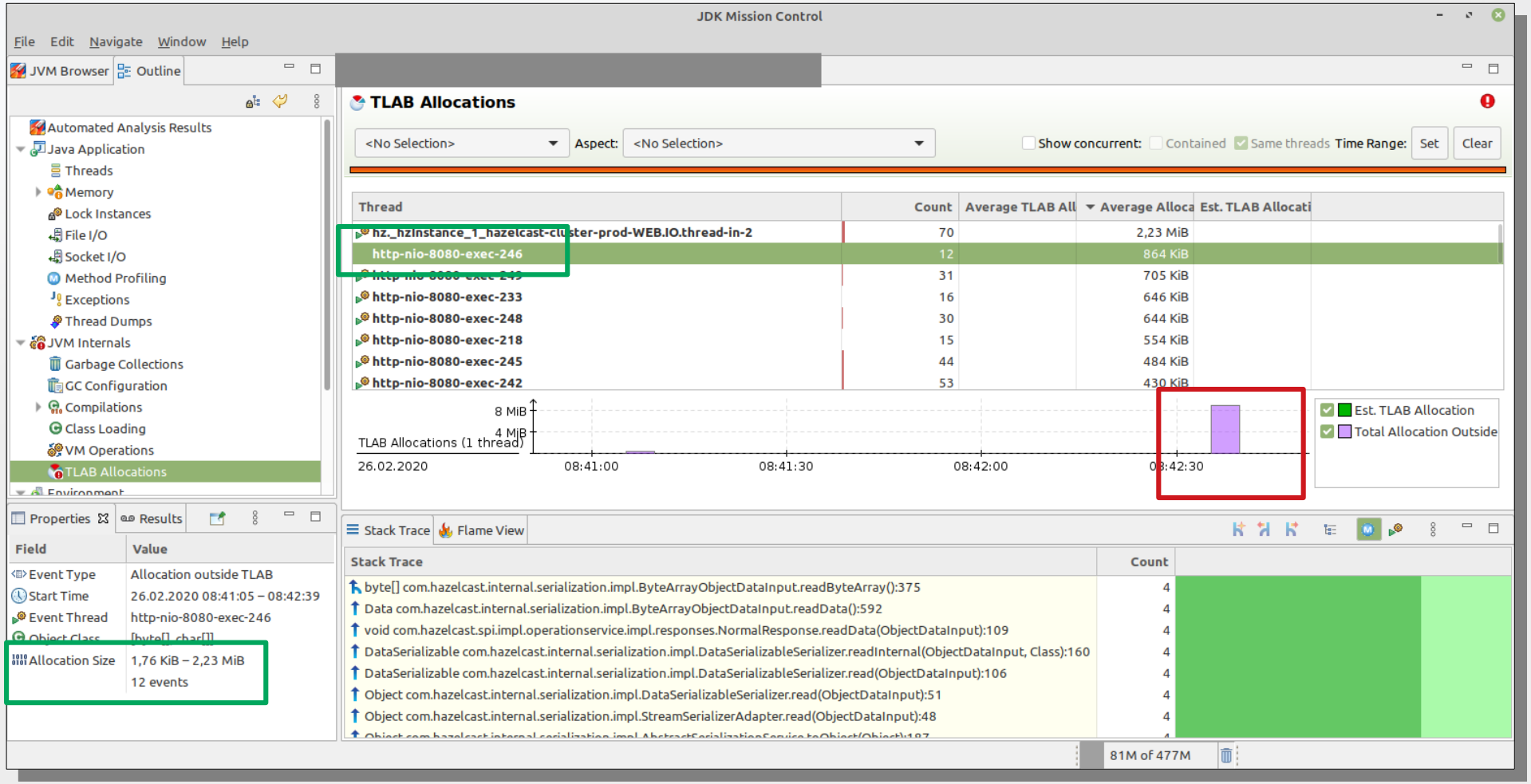
britenet
quality for lease

Szukanie kłopotu - JMC



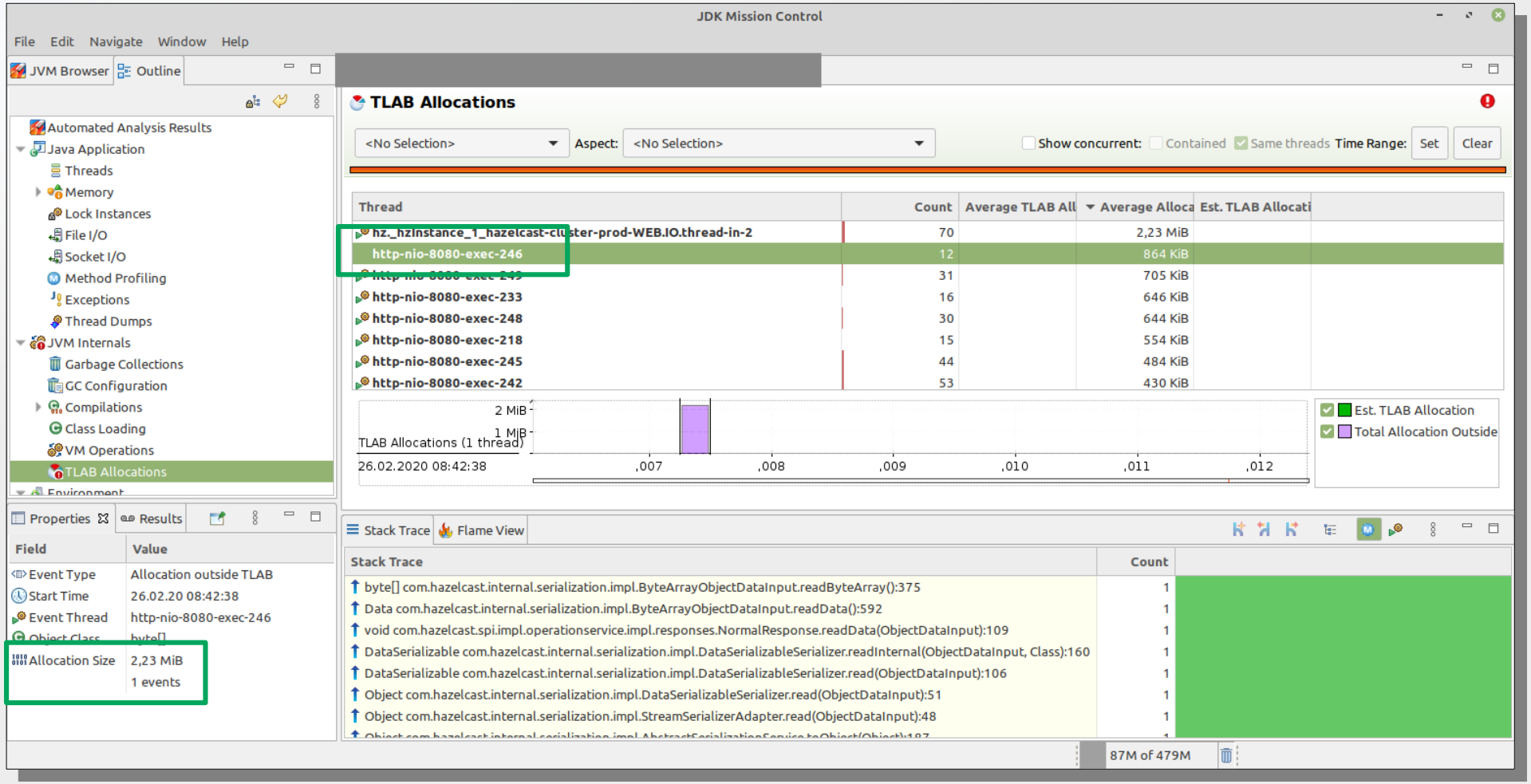
britenet
quality for lease

Szukanie kłopotu - JMC



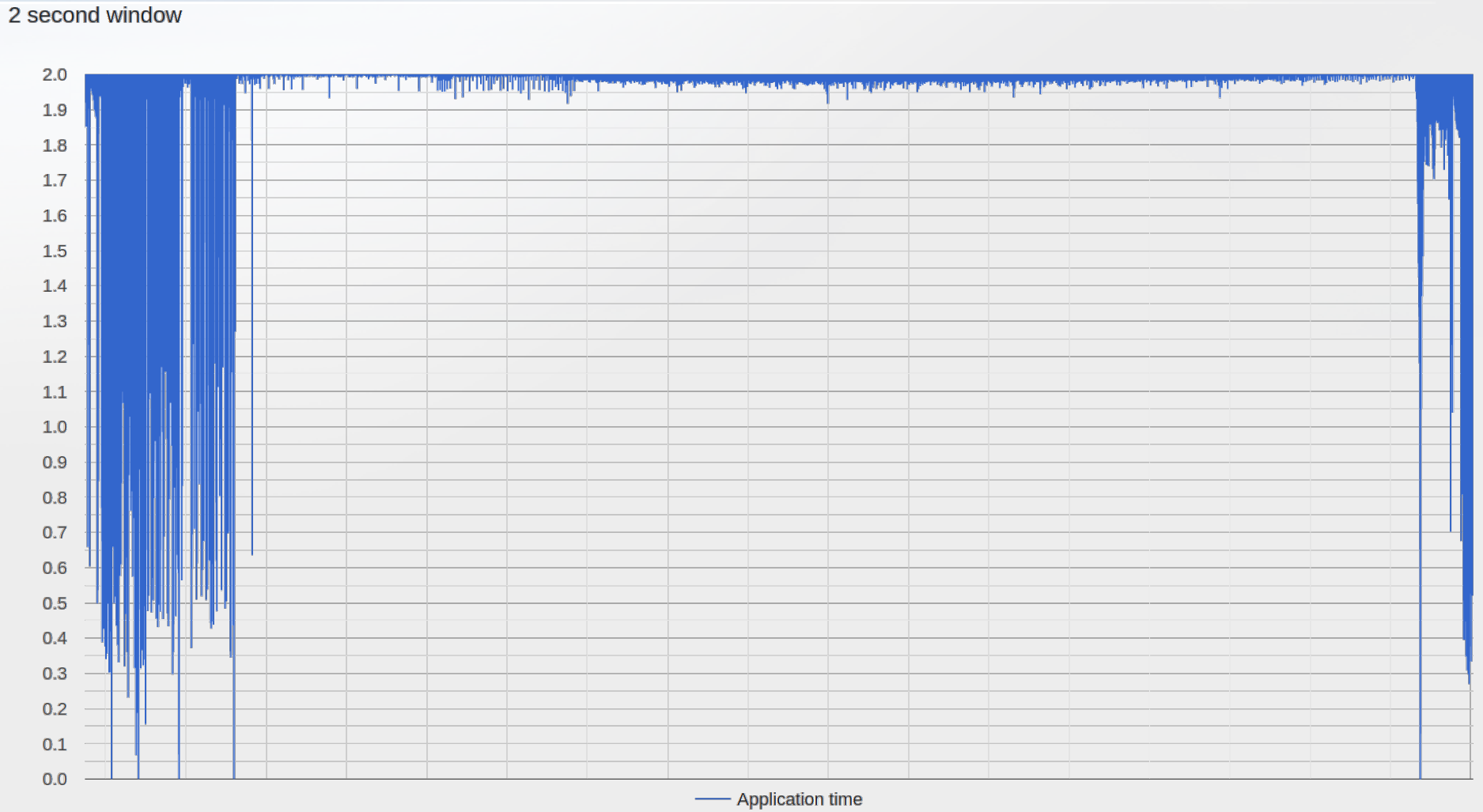
britenet
quality for lease

Szukanie kłopotu - JMC



britenet
quality for lease

Stan początkowy – case 2



britenet
quality for lease

Stan początkowy – case 2

Phase stats (aggregated) - times in ms

Table presents statistics about each Stop The World Garbage Collector phase. Phases are aggregated to major type of collection.

Phase name	Count	Per. 50	Per. 75	Per. 90	Per. 95	Per. 99	Per. 99.9	Per. 100	Average	Total
Full collection	224	1 615.25	1 688.28	1 760.21	1 807.26	1 886.79	2 133.14	2 133.14	1 605.94	359 730.79
Mixed collection	127	23.86	28.86	54.11	153.03	308.35	326.49	326.49	37.63	4 778.68
Pause Cleanup	214	0.33	0.38	0.47	0.50	0.54	0.69	0.69	0.34	73.68
Pause Remark	229	25.96	43.59	46.27	48.69	61.06	101.80	101.80	31.94	7 313.20
Young collection	1873	18.68	27.72	92.68	127.79	432.53	1 552.39	1 566.09	40.80	76 414.07
Young collection - piggybacks	518	34.61	50.64	117.56	157.59	265.34	305.60	305.60	48.57	25 157.98

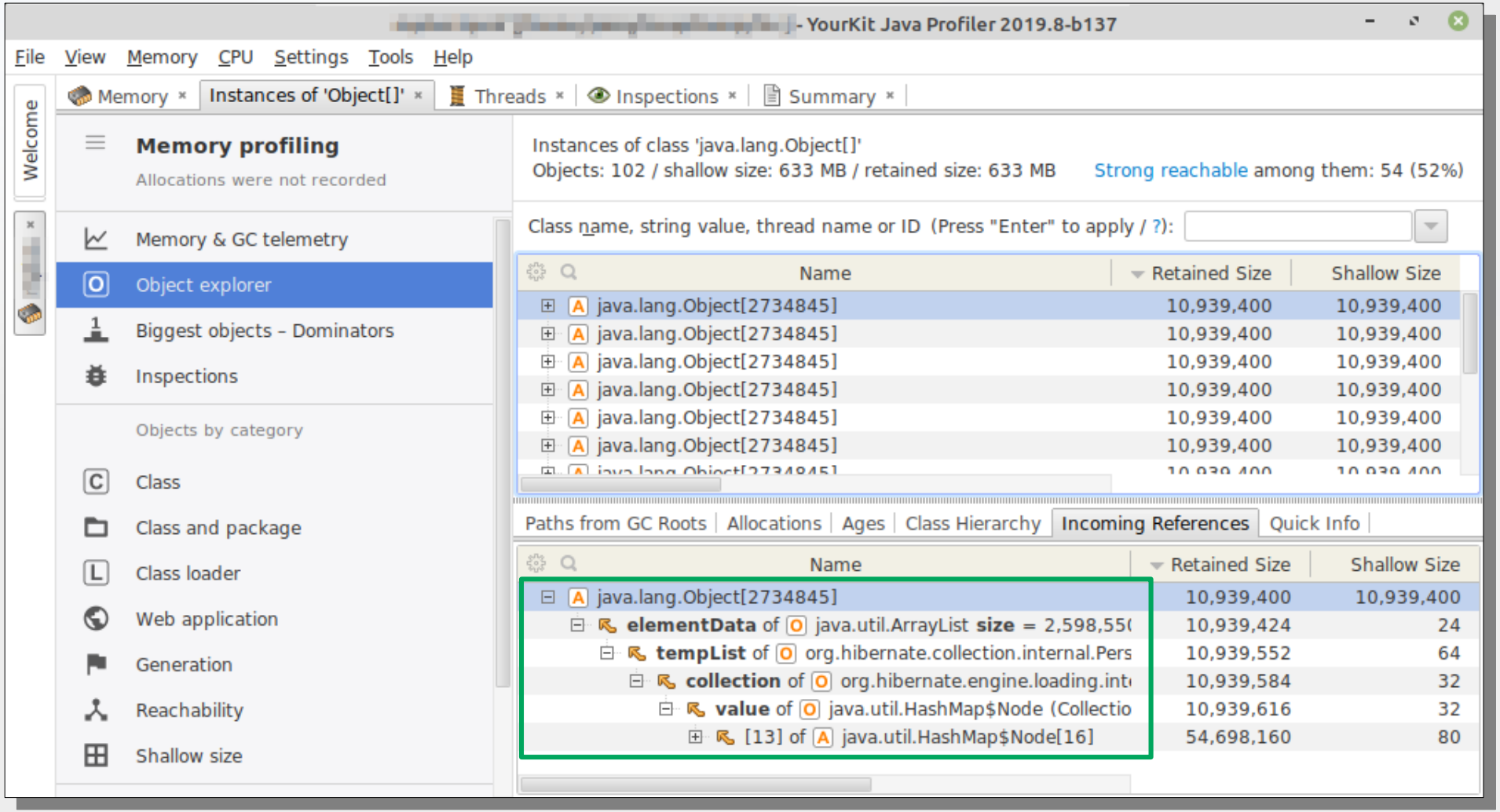
Stan początkowy – case 2

Humongous statistics

Table presents statistics about humongous regions (sizes in bytes)

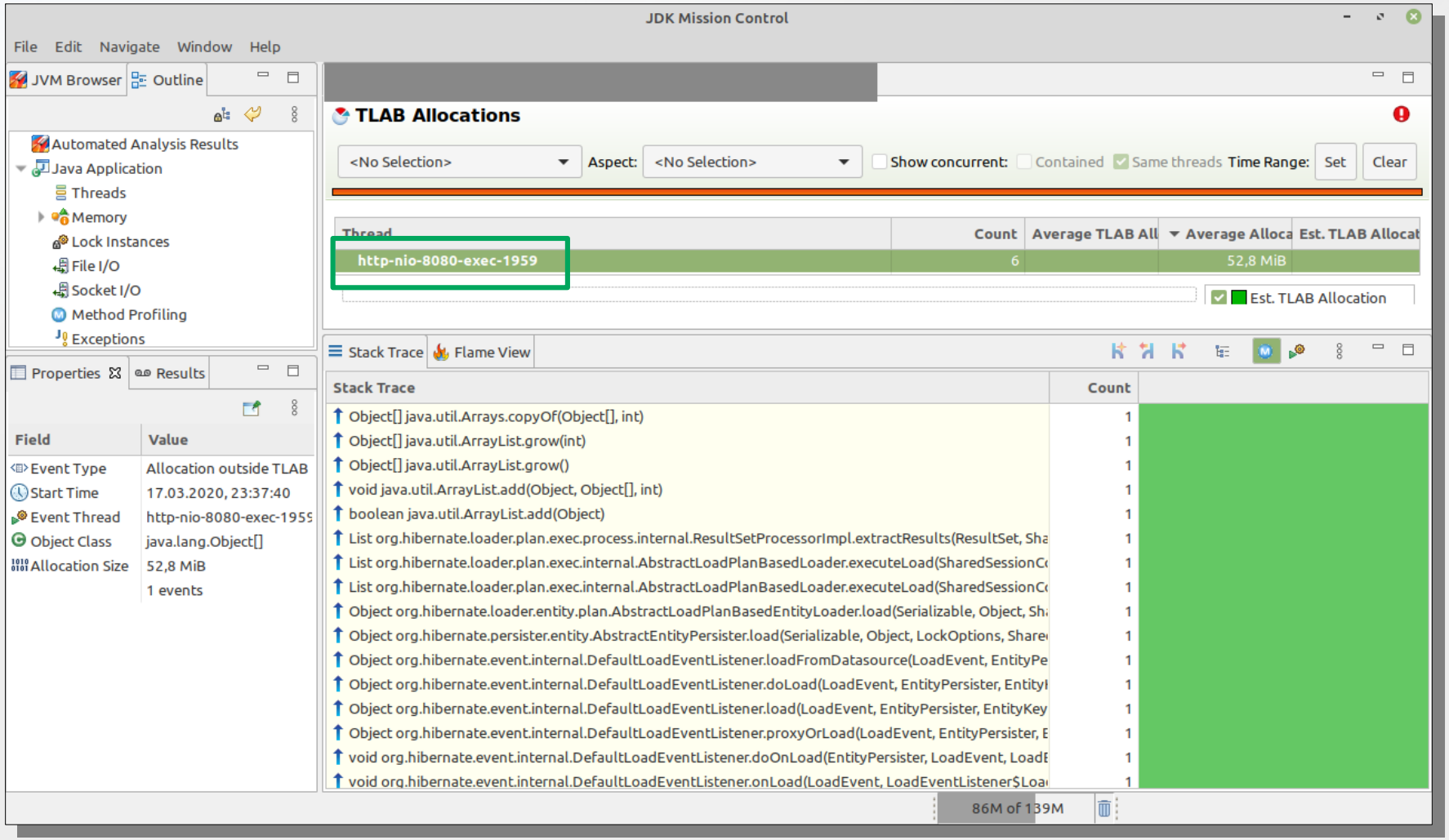
Type	Count	Per. 50	Per. 75	Per. 90	Per. 95	Per. 99	Per. 99.9	Per. 100	Average
Live	44 105.00	83 070 920.00	124 606 368.00	186 909 536.00	280 364 296.00	280 364 296.00	420 546 440.00	420 546 440.00	91 323 998.28
Dead	45.00	5 116 600.00	7 025 216.00	8 047 940.80	9 706 473.60	14 190 568.00	14 190 568.00	14 190 568.00	5 815 104.36
All (Live + Dead)	44 150.00	83 070 920.00	124 606 368.00	186 909 536.00	280 364 296.00	280 364 296.00	420 546 440.00	420 546 440.00	91 236 843.12

Szukanie kłopotu – case 2



britenet
quality for lease

Szukanie kłopotu - case 2

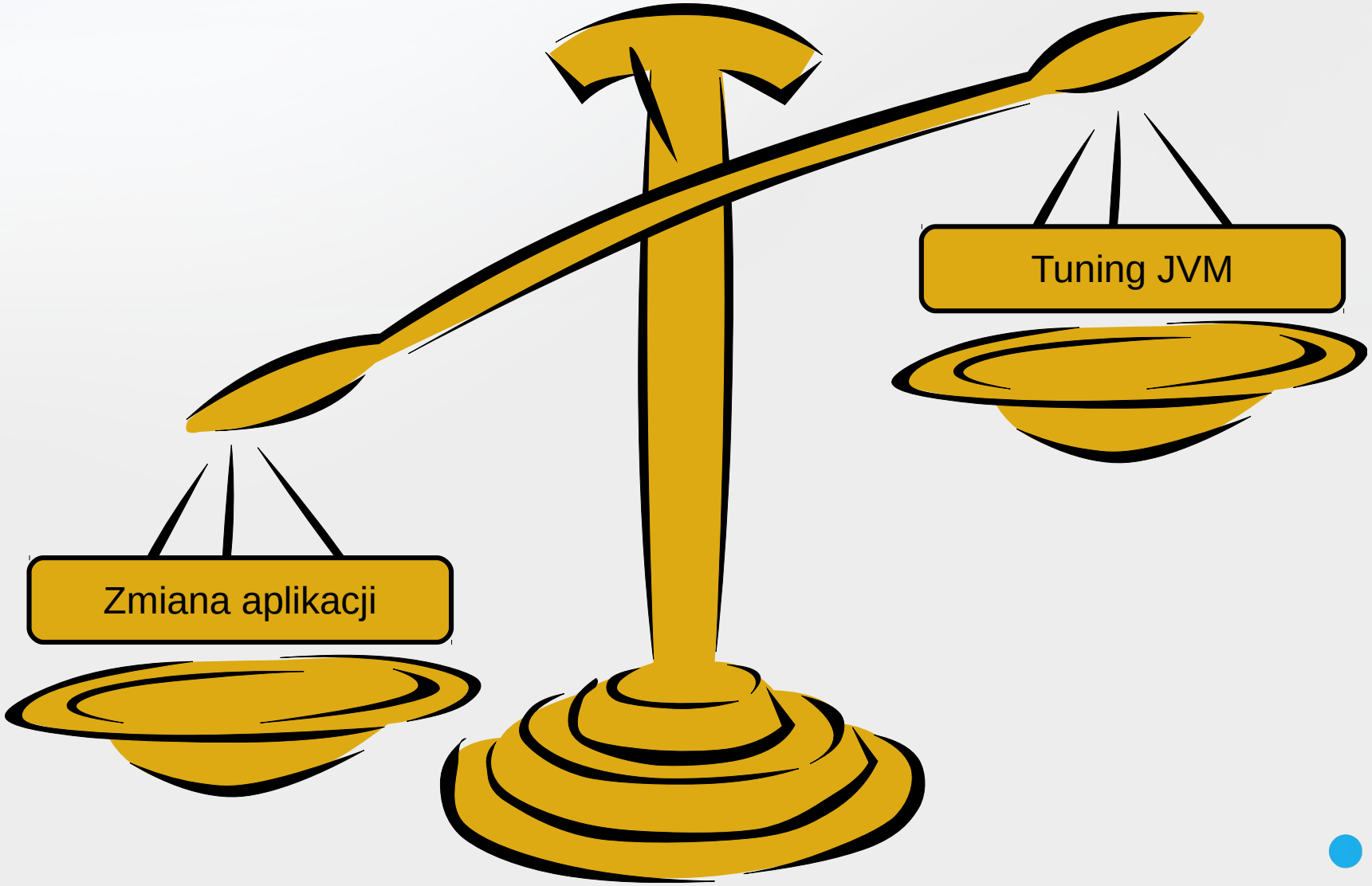


britenet
quality for lease

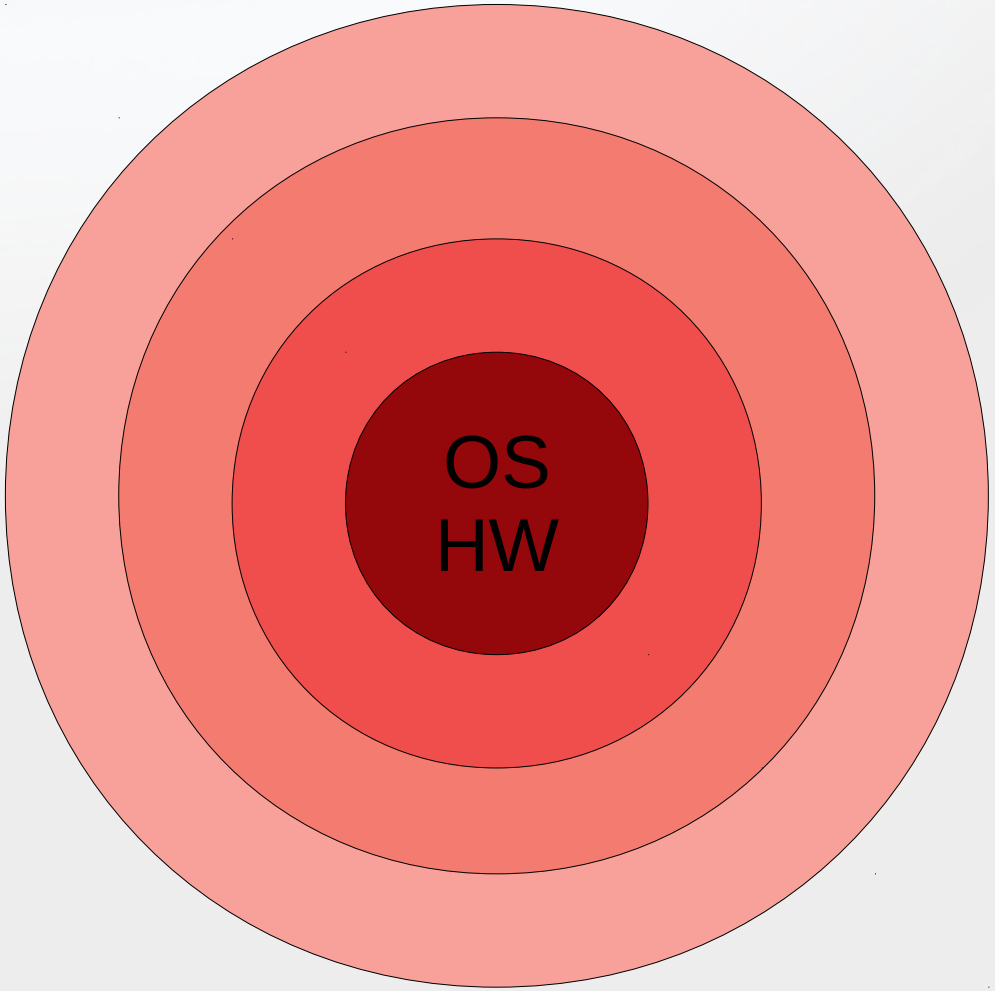
Hibernate

```
@Entity
public class SomeEntity {
    ...
    @OneToMany(fetch = FetchType.EAGER ...)
    private Set<Mapping1> map1;
    @OneToMany(fetch = FetchType.EAGER ...)
    private Set<Mapping2> map2;
    @OneToMany(fetch = FetchType.EAGER ...)
    private Set<Mapping3> map3;
    @OneToMany(fetch = FetchType.EAGER ...)
    private Set<Mapping4> map4;
    @OneToMany(fetch = FetchType.EAGER ...)
    private Set<Mapping5> map5;
    ...
}
```

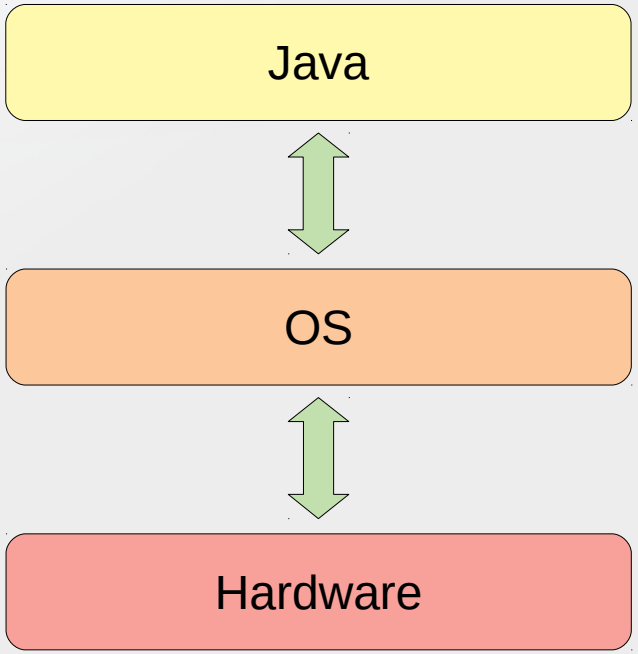
Czasami jest wybór



Kręgi piekła



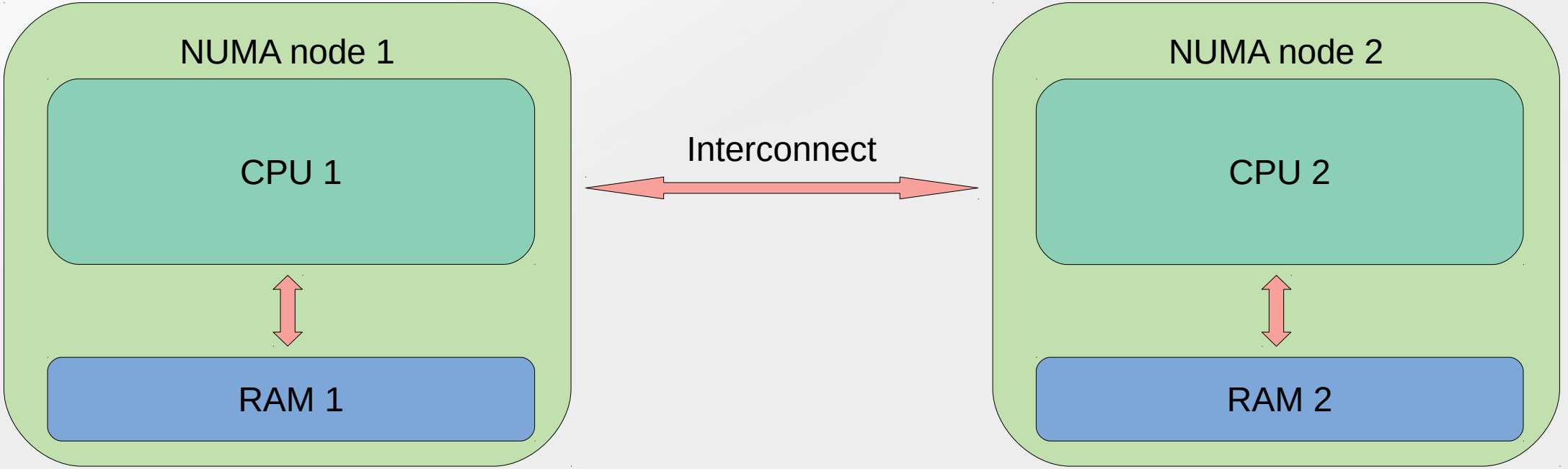
JVM to proces



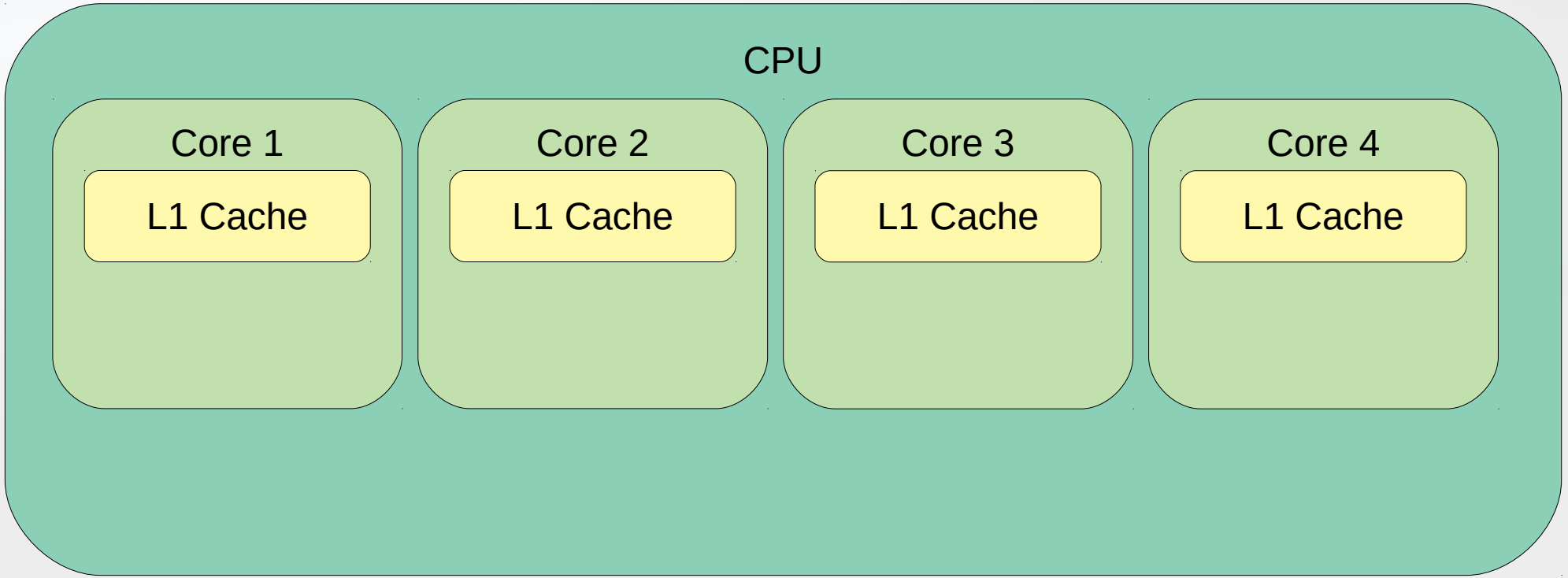
OS

- Co proces chce od OS:
  - strace -f -T -p<pid>
- Jakie zasoby zjada proces:
  - top / htop
  - pidstat -w -t -l -p <pid>
  - iostat / iotop

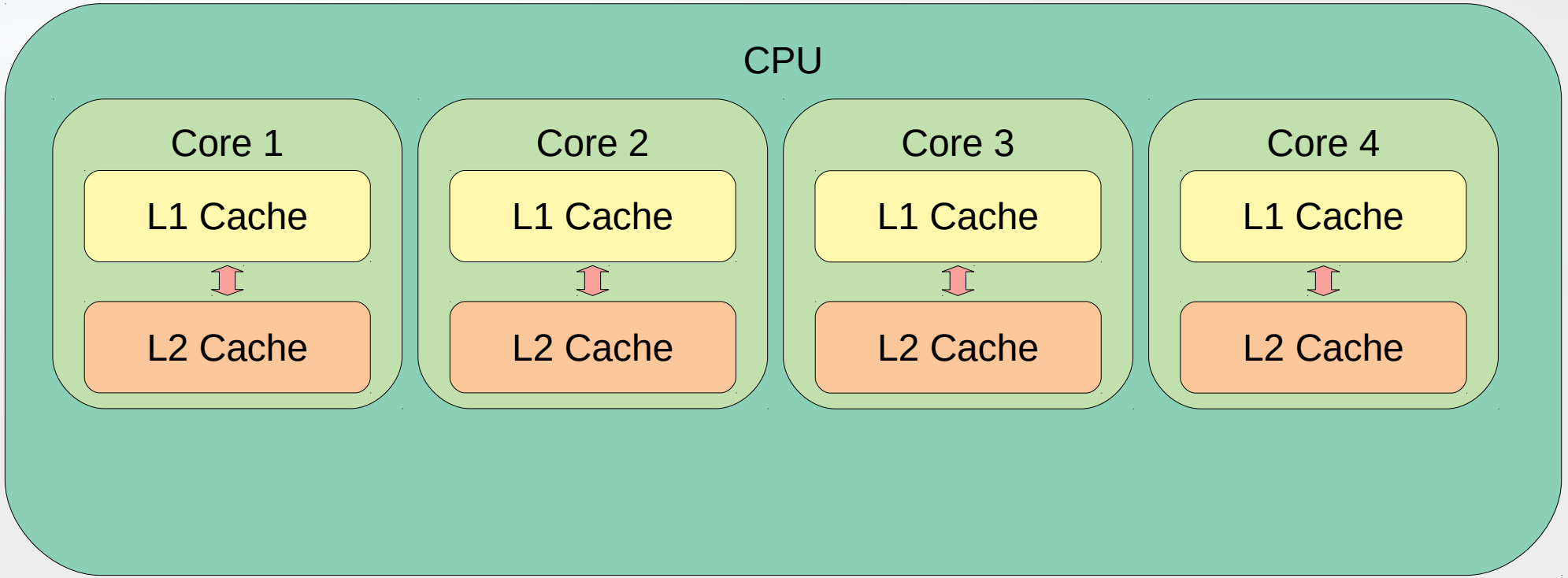
Hardware - NUMA



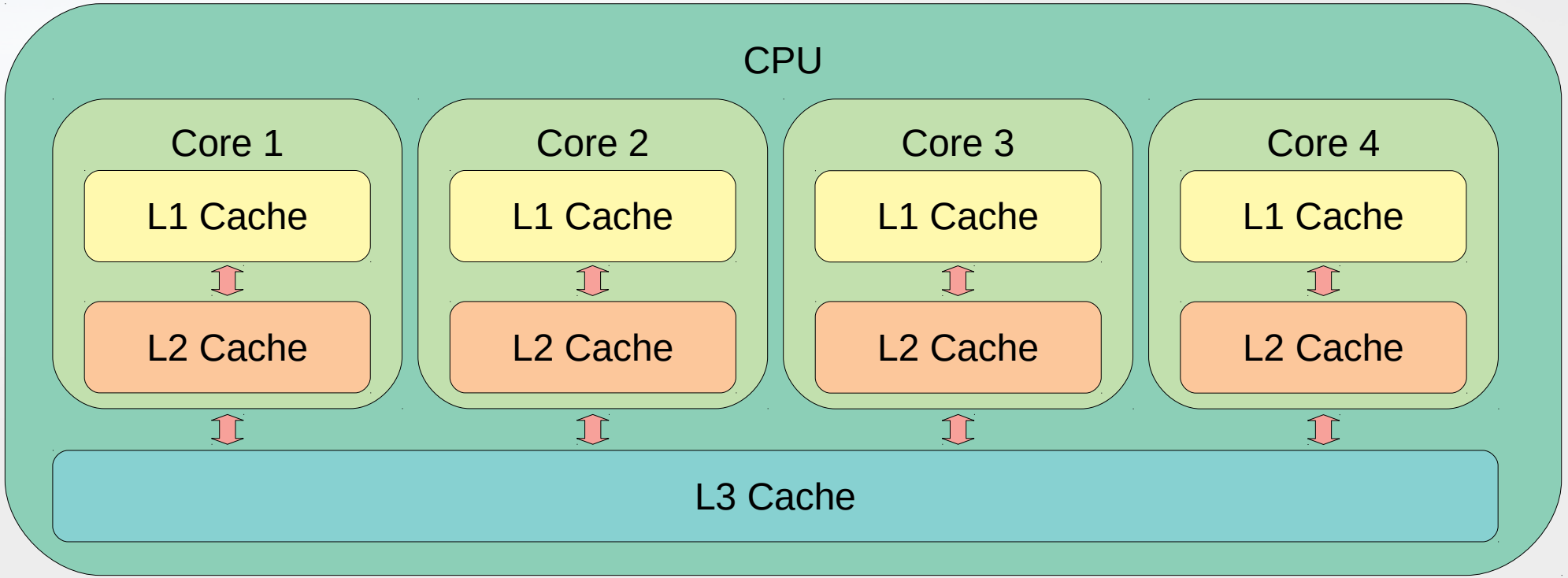
Hardware



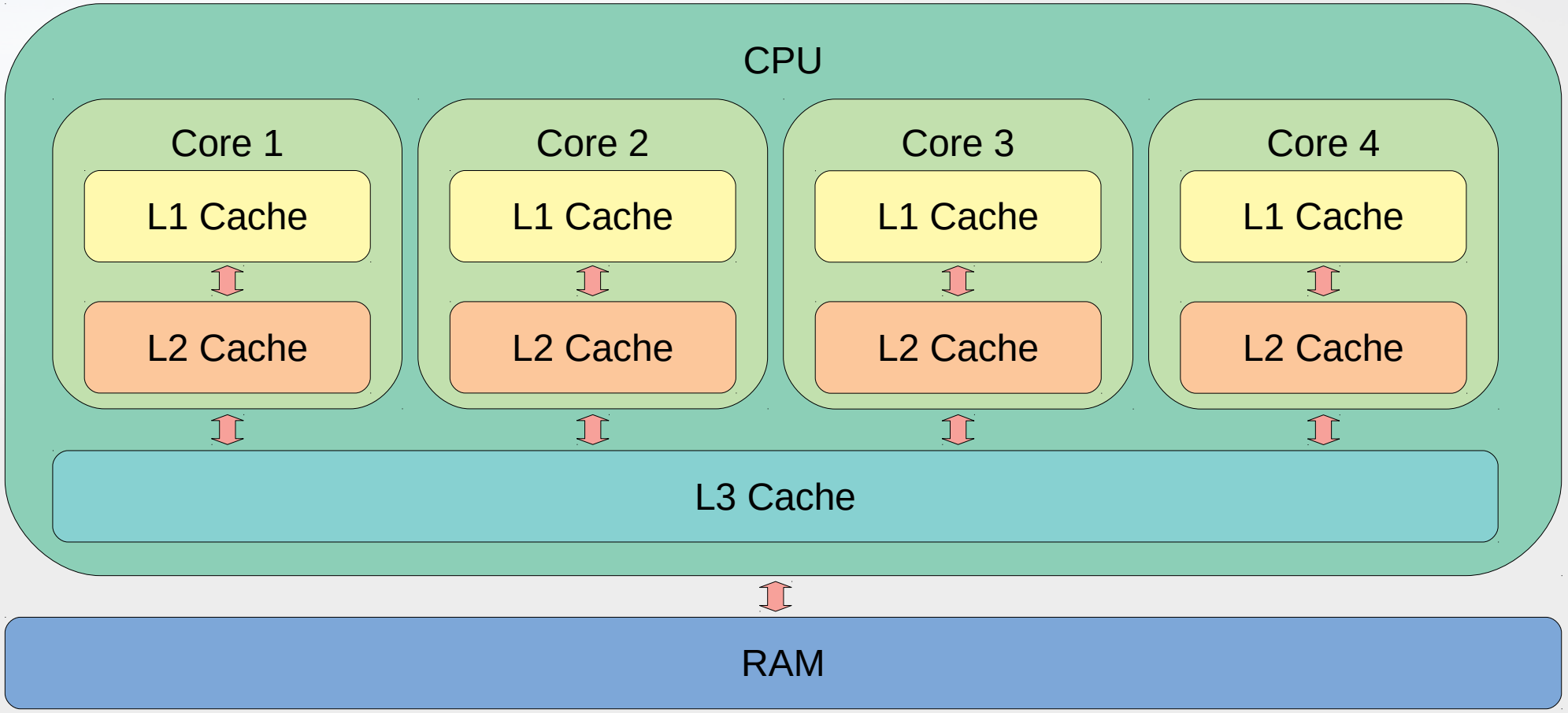
Hardware



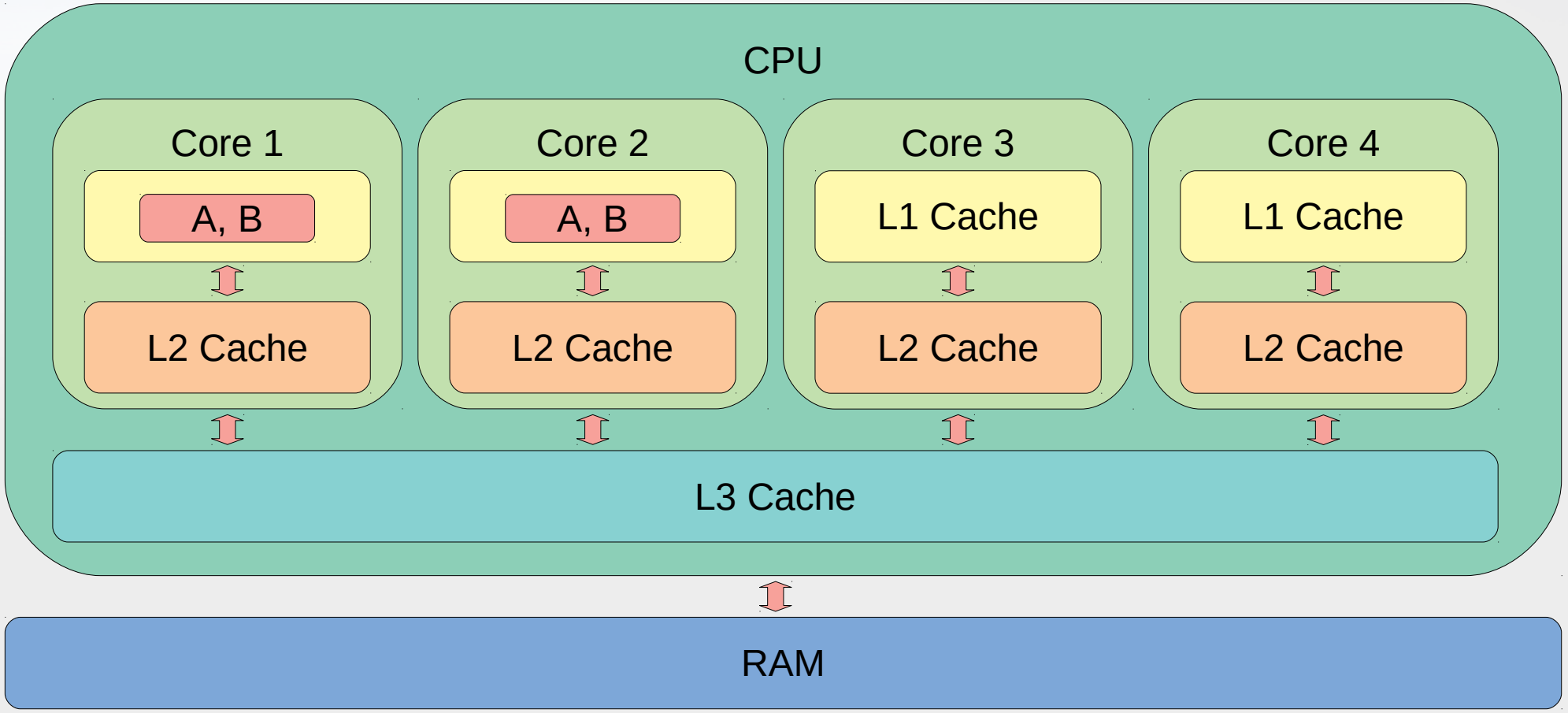
Hardware



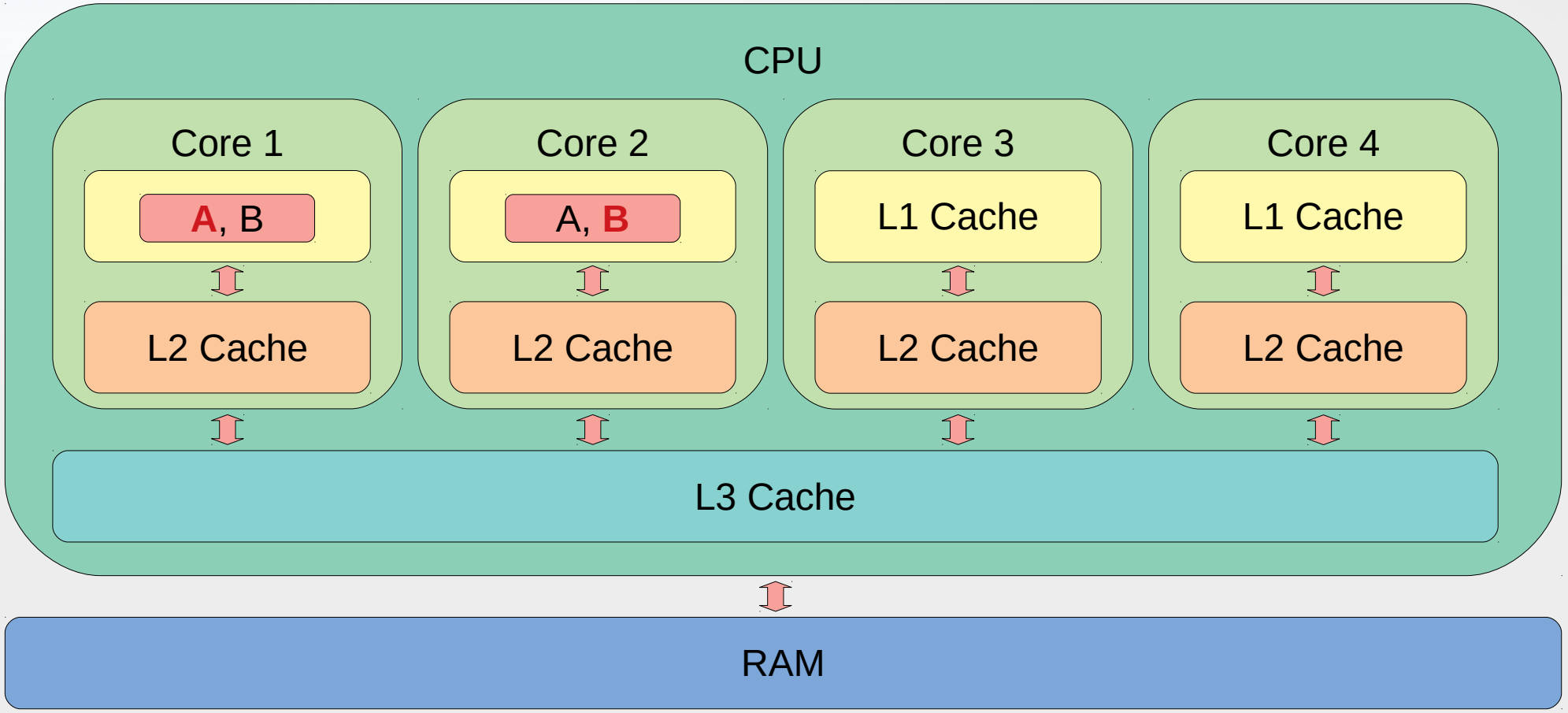
Hardware



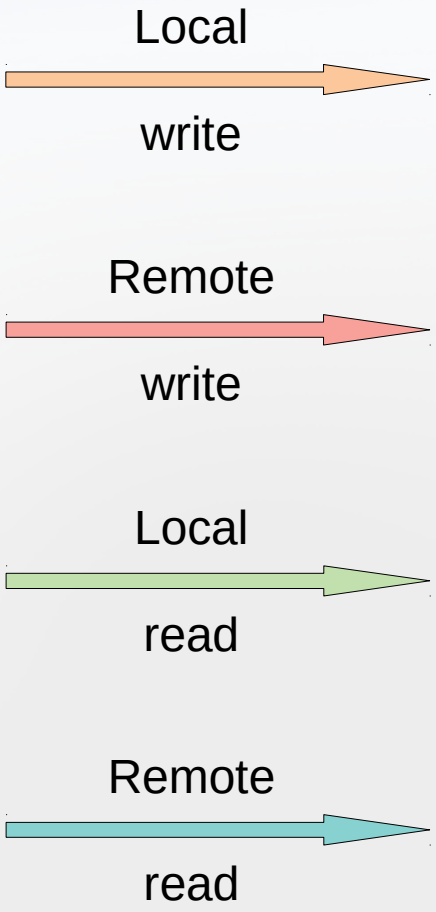
Hardware – false sharing

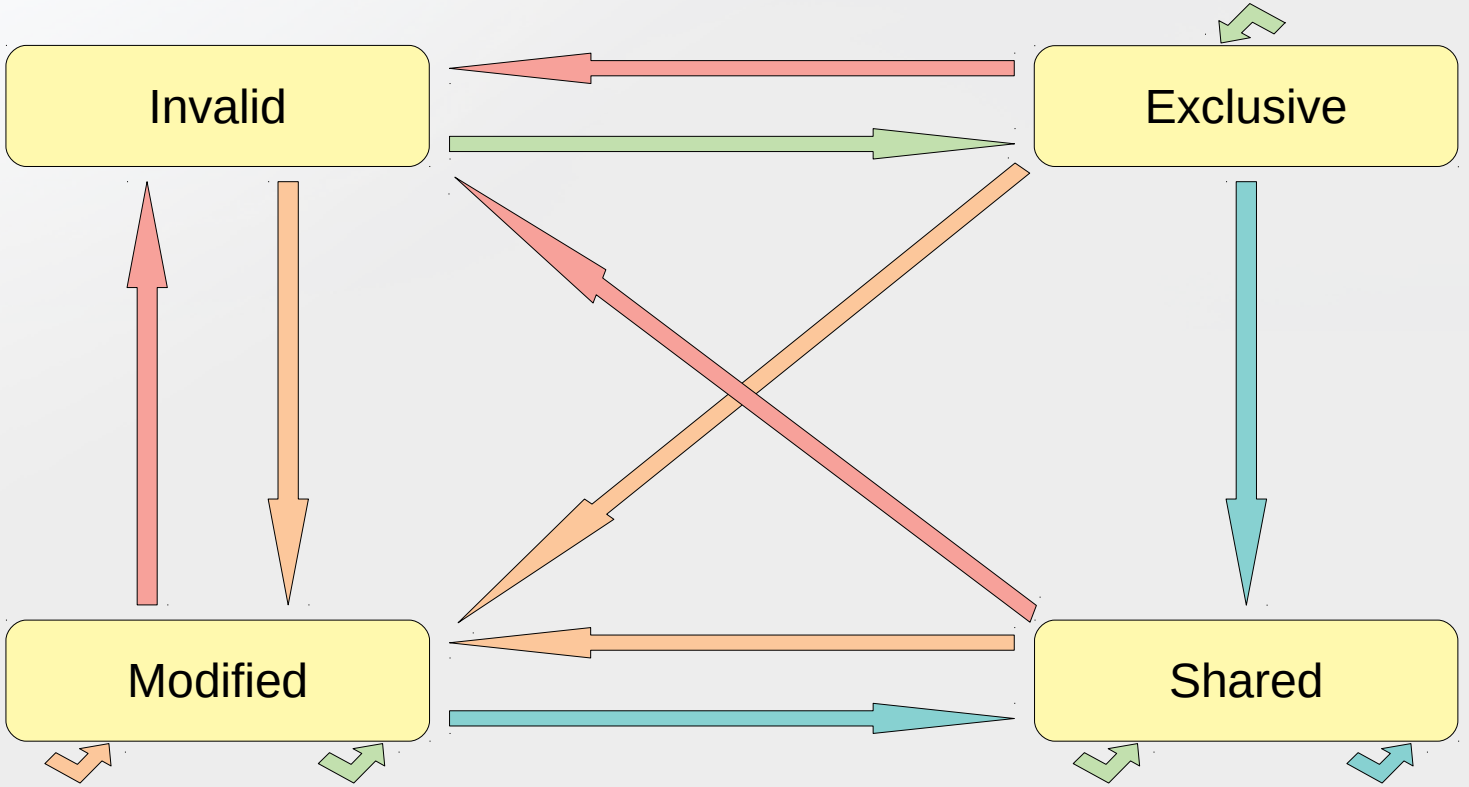


Hardware – false sharing



MESI – coherence protocol





False sharing - przykład

Złote rady wujka Krzyśka

Złote rady wujka Krzyśka

- Wypróbuj software profilujący darmowy i płatny

Złote rady wujka Krzyśka

- Wypróbuj software profilujący darmowy i płatny
- Pamiętaj, że sampling to tylko „nakierowanie”

Złote rady wujka Krzyśka

- Wypróbuj software profilujący darmowy i płatny
- Pamiętaj, że sampling to tylko „nakierowanie”
- Masz przestój w projekcie --> profiluj

Złote rady wujka Krzyśka

- Wypróbuj software profilujący darmowy i płatny
- Pamiętaj, że sampling to tylko „nakierowanie”
- Masz przestój w projekcie --> profiluj
- Przed profilowaniem na produkcji

Złote rady wujka Krzyśka

- Wypróbuj software profilujący darmowy i płatny
- Pamiętaj, że sampling to tylko „nakierowanie”
- Masz przestój w projekcie --> profiluj
- Przed profilowaniem na produkcji
  - Jeżeli obawiasz się overheadu --> zmniejsz ruch do profilowanej maszyny

Złote rady wujka Krzyśka

- Wypróbuj software profilujący darmowy i płatny
- Pamiętaj, że sampling to tylko „nakierowanie”
- Masz przestój w projekcie --> profiluj
- Przed profilowaniem na produkcji
  - Jeżeli obawiasz się overheadu --> zmniejsz ruch do profilowanej maszyny
  - Uświadom użytkowników/właścicieli biznesowych:

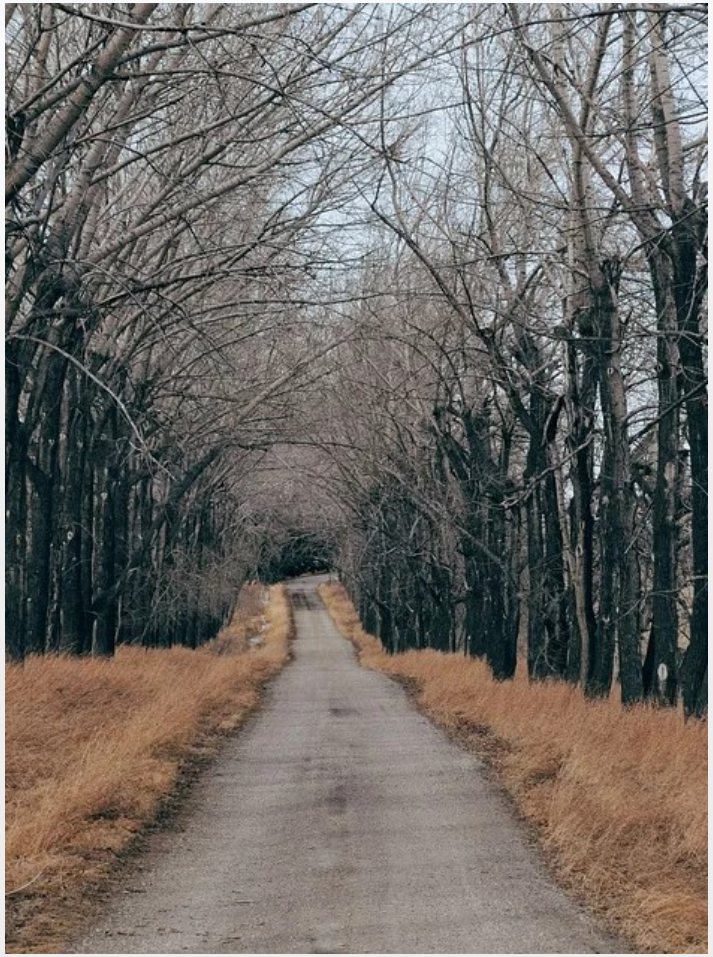
Złote rady wujka Krzyśka

- Wypróbuj software profilujący darmowy i płatny
- Pamiętaj, że sampling to tylko „nakierowanie”
- Masz przestój w projekcie --> profiluj
- Przed profilowaniem na produkcji
  - Jeżeli obawiasz się overheadu --> zmniejsz ruch do profilowanej maszyny
  - Uświadom użytkowników/właścicieli biznesowych:
    - Że to robisz

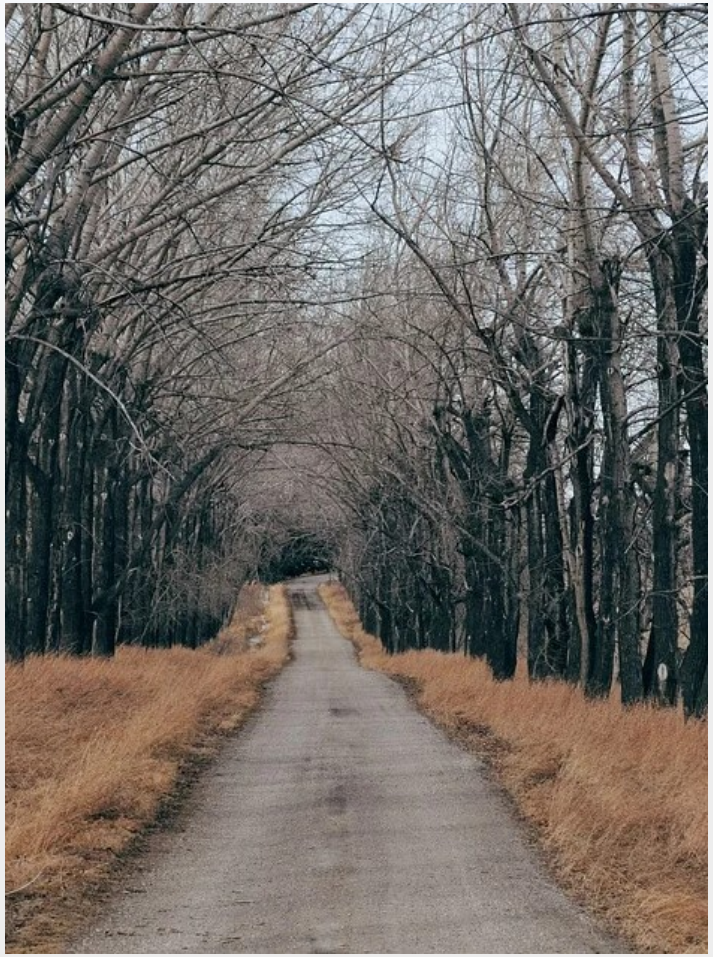
Złote rady wujka Krzyśka

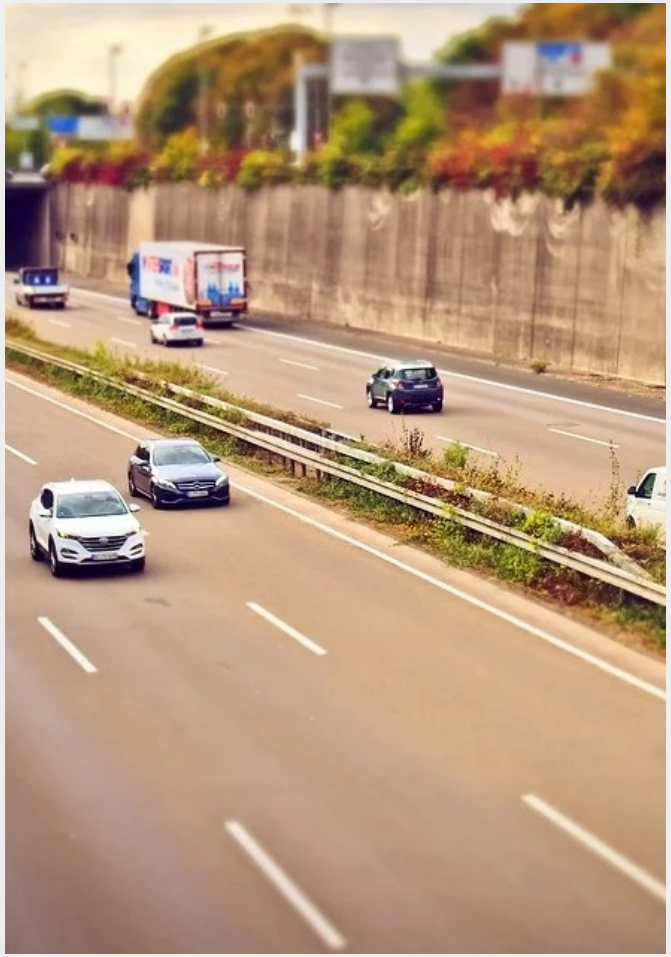
- Wypróbuj software profilujący darmowy i płatny
- Pamiętaj, że sampling to tylko „nakierowanie”
- Masz przestój w projekcie --> profiluj
- Przed profilowaniem na produkcji
  - Jeżeli obawiasz się overheadu --> zmniejsz ruch do profilowanej maszyny
  - Uświadom użytkowników/właścicieli biznesowych:
    - Że to robisz
    - Że to spowolni na chwilę aplikację

Ma być lepiej? Trzeba cierpieć



Ma być lepiej? Trzeba cierpieć





britenet
quality for lease

Ma być lepiej? Trzeba cierpieć

britenet
quality for lease

Co dalej?

britenet
quality for lease

Co dalej?

britenet
quality for lease

Co dalej?

http://jug2020.kś.pl/

britenet
quality for lease

kś

http://kś.pl
http://gclogs.com

conf@kś.pl
ks@gclogs.com

Dziękuję

http://jug2020.kś.pl/

britenet
quality for lease