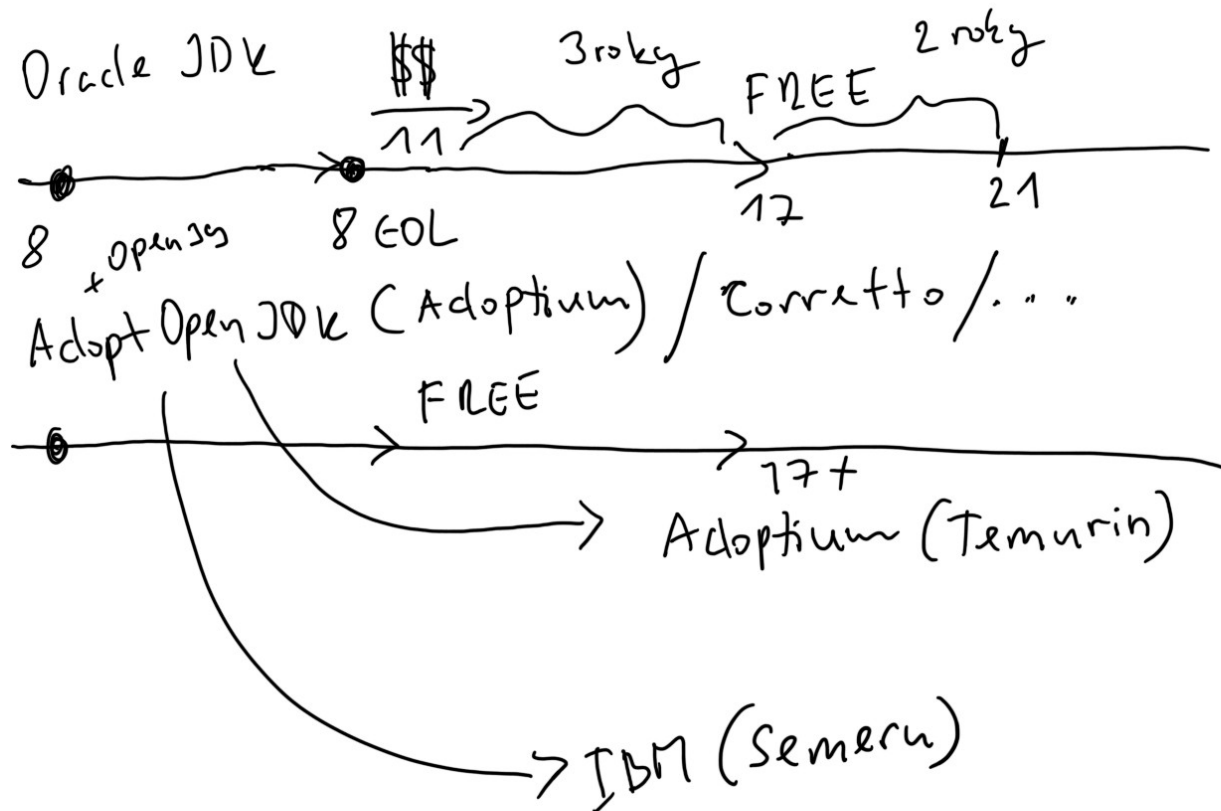
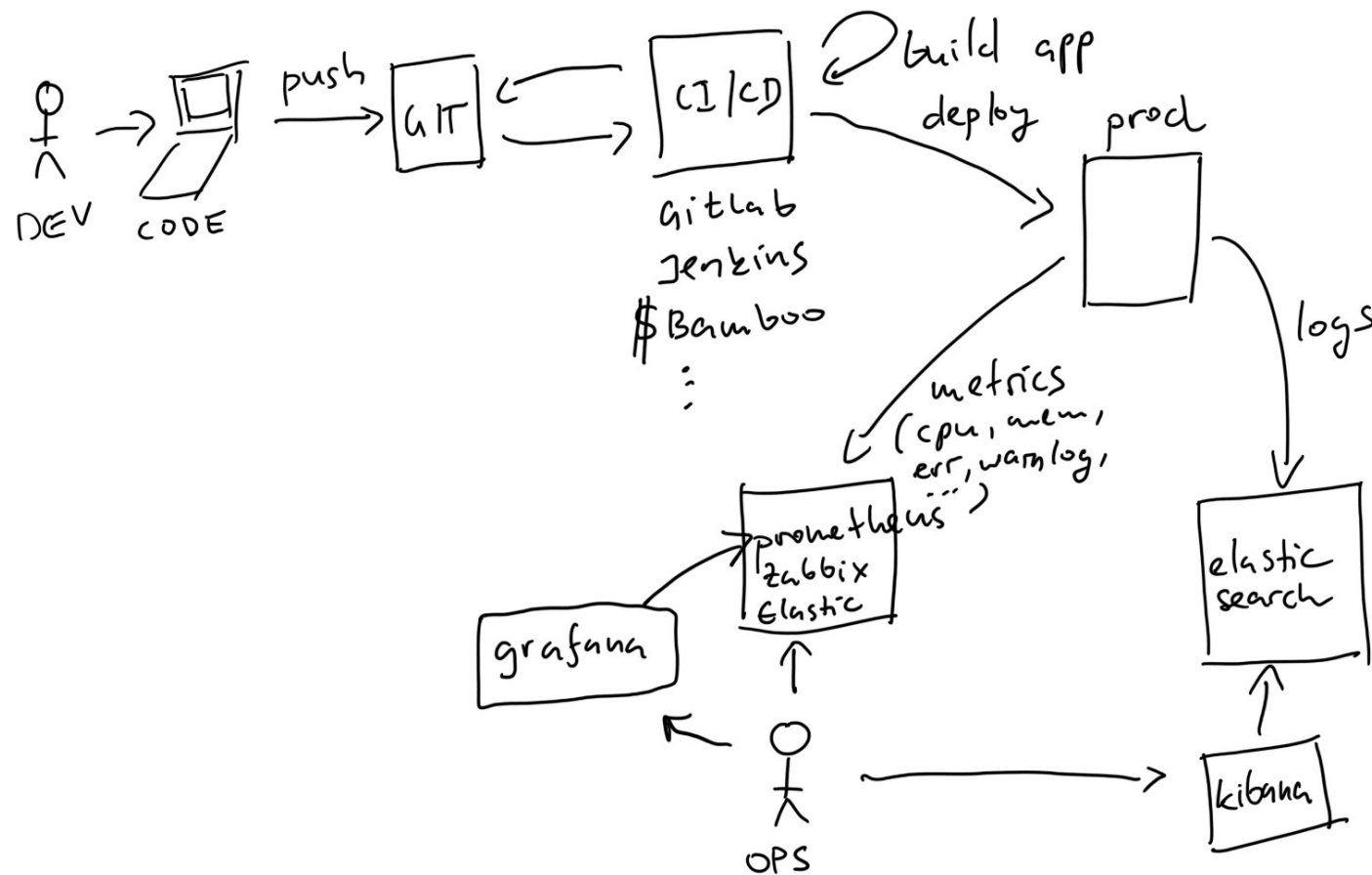


Performance tuning

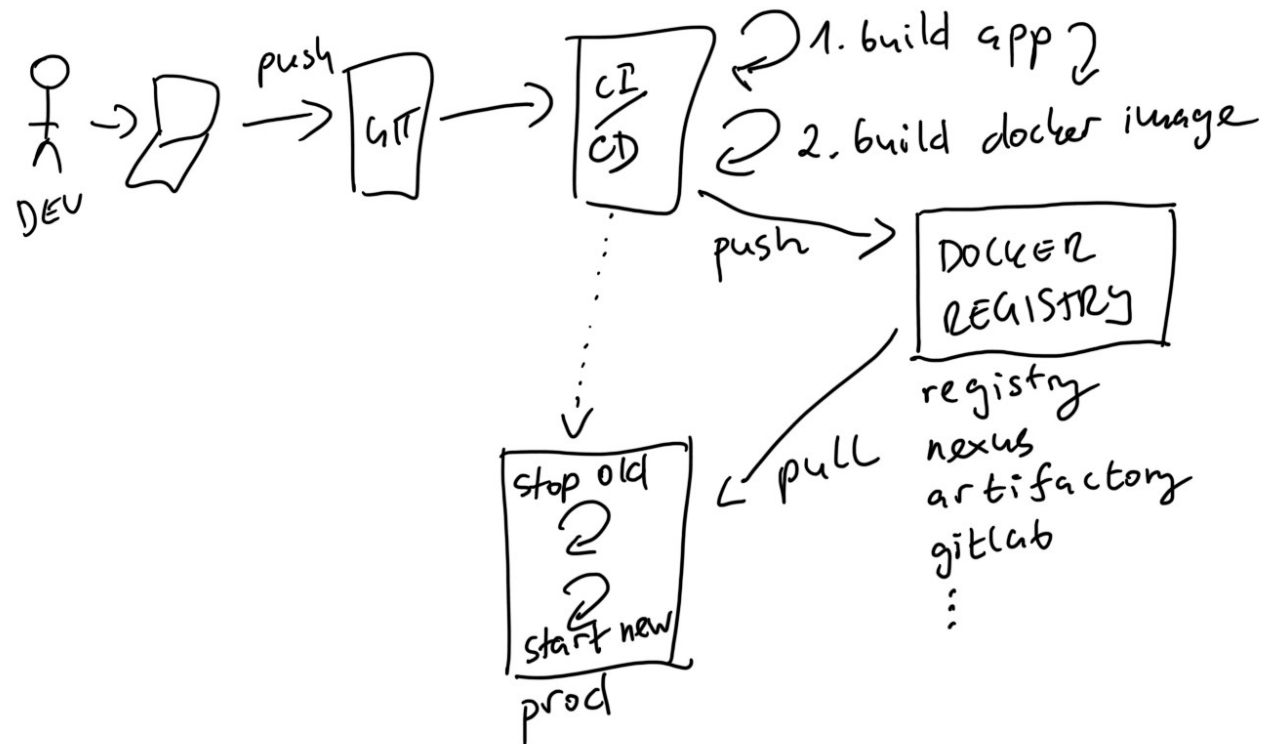
JDK



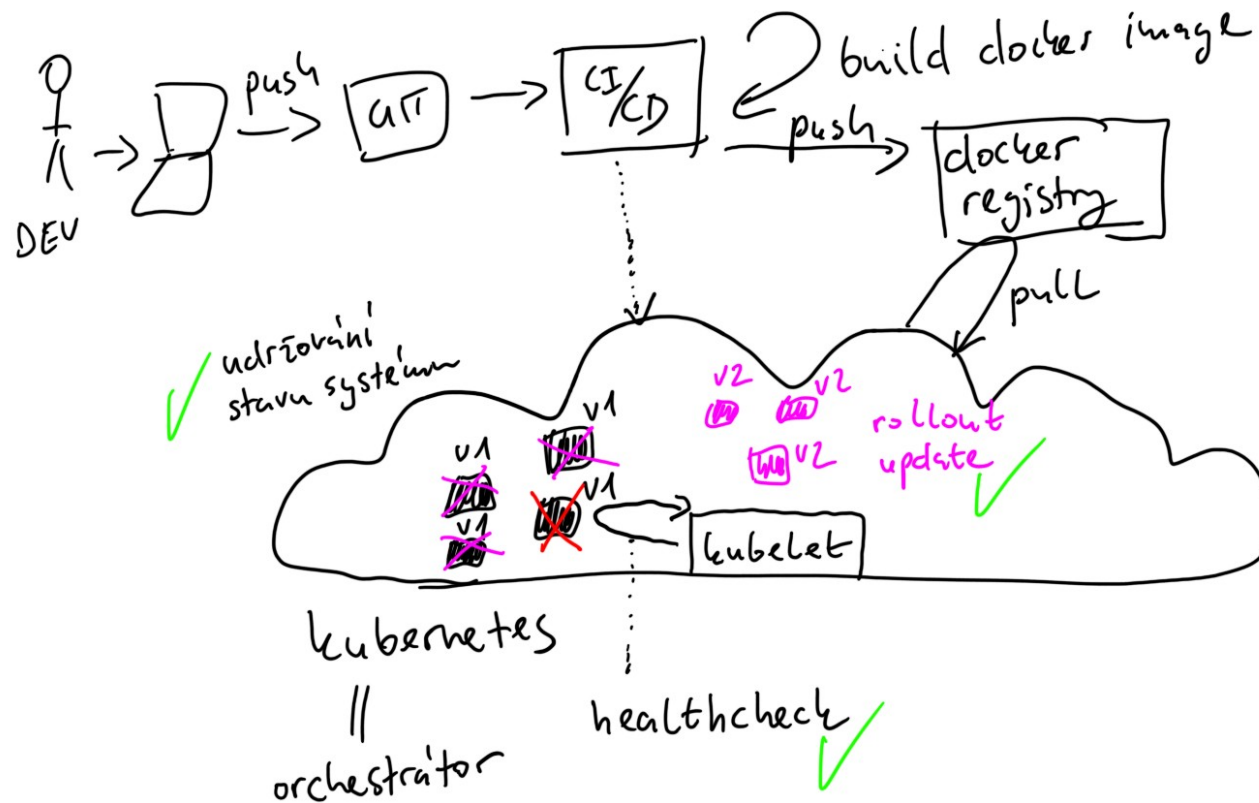
CI / CD + monitoring + logging (overview)



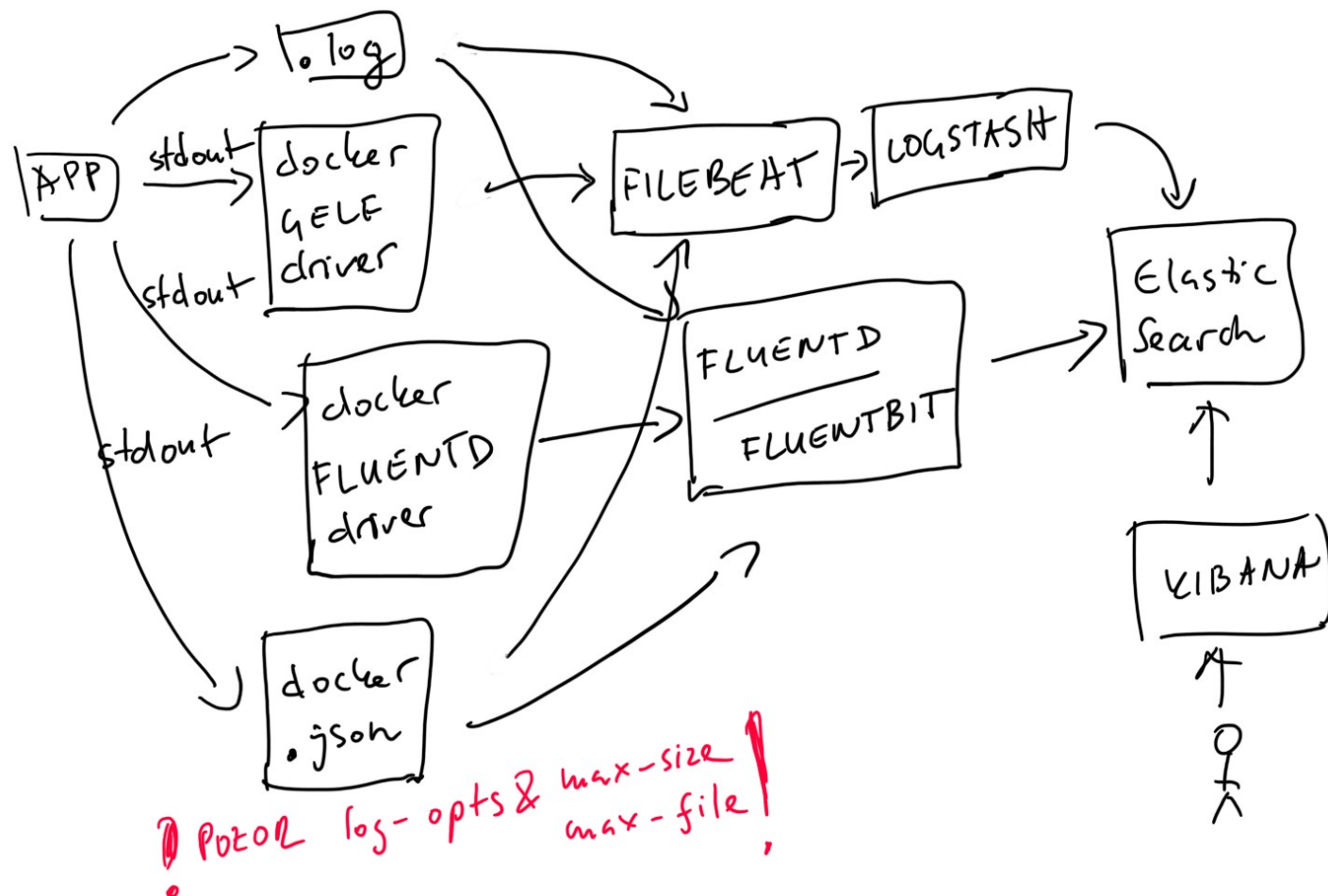
Jak se dostane kód na produkci (zaměření na Docker Registry)



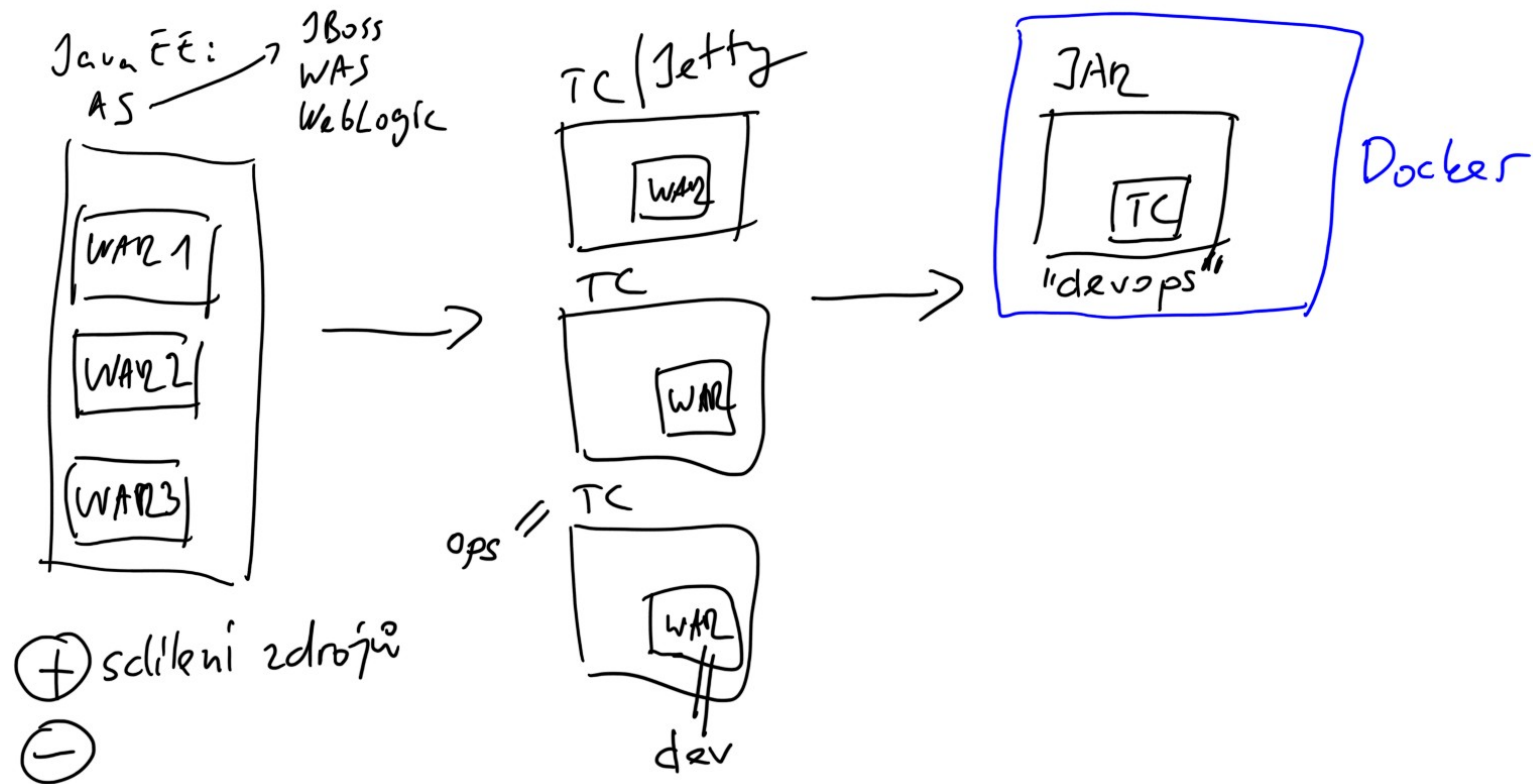
Jak se dostane kód na produkci (zaměření na Kubernetes)



Jak se dostanou logy z aplikace do Elasticsearch



Make JAR not WAR :-)



Load testing

- Soap UI (pro základní scénáře stačí open-source edice, ale pro pokročilejší scénáře je zapotřebí placená verze)
 - <https://www.soapui.org/load-testing/creating-and-running-loadtests.html>
- Apache JMeter
 - <https://jmeter.apache.org/>
 - <https://www.seleniumeasy.com/jmeter-tutorials/http-request-sampler-example>
- Gatling
 - <https://gatling.io/>
 - Dá se zapojit do CI/CD pro zajištění SLA / předcházení perf. regrese

Profiling

- Zdarma v JDK
 - JMC (Java Mission Control) + FlightRecorder – v OracleJDK zdarma pouze na dev & test, v OpenJDK zdarma i na produkci + Idea má integraci s JMC
 - <https://openjdk.java.net/projects/jmc/7/>
 - <https://jdk.java.net/jmc/>
 - <https://github.com/JDKMissionControl/jmc>
 - Visual VM
 - <https://visualvm.github.io/>
 - JConsole
- Placené
 - JProfiler
 - <https://www.ej-technologies.com/products/jprofiler/overview.html>
 - XRebel
 - <https://zeroturnaround.com/software/xrebel/>
 - Yourkit
 - <https://yourkit.com/>

JMC & Flight Recorder

- Použití Flight Recorder:
 - V Oracle JDK ≤ 8 se odblokuje při startu aplikace:
`-XX:+UnlockCommercialFeatures -XX:+FlightRecorder`
 - Je zdarma všude kromě produkčního prostředí a pouze v Oracle JDK.
 - V OpenJDK ≥ 8 je zdarma. Při startu aplikace není zapotřebí žádné odblokování.
- Poté je možné ho v JMC zapnout.
 - NEBO:
 - Můžete Flight Recorder zapnout při startu aplikace, kde se dá také specifikovat kam se budou jeho soubory ukládat (ve výchozím nastavení do /tmp) a také se dá jeho start odložit:
 - <https://docs.oracle.com/javacomponents/jmc-5-4/jfr-runtime-guide/run.htm#JFRUH164>

Metrics

- V současnosti je de-facto standardem Prometheus:
 - <https://prometheus.io/>
- NewRelic (jenom v Cloudu, placené)
 - <https://newrelic.com/>
- Java Melody
 - <https://github.com/javamelody/javamelody/wiki>

Actuator

- Spring Boot Actuator

```
management.endpoints.web.exposure.include=*
```

```
management.endpoint.health.show-details=always
```

- Grafana + Prometheus + Spring Boot Actuator:

- <https://github.com/jirkapinkas/javadays-2020/tree/master/prometheus>

- Spring Boot Admin:

- <https://github.com/codecentric/spring-boot-admin>

- Řada věcí není aktivní „out-of-the-box“, musí se aktivovat.
- Omezené, jiné nástroje (zejména Prometheus) jsou daleko pokročilejší

Analýza Heapu

- Jedním z mnoha způsobů získáte memory heap aplikace a pak ho můžete procházet pomocí:
 - Eclipse MAT, visualvm, jprofiler
 - <https://www.eclipse.org/mat/>

Analýza logů

- De-facto standardem je Kibana & ElasticSearch
- Dřív se používal Graylog, někde se dá potkat Splunk
- <https://goaccess.io/>
- Přidávat MDC (Mapped Diagnostic Context)!!!

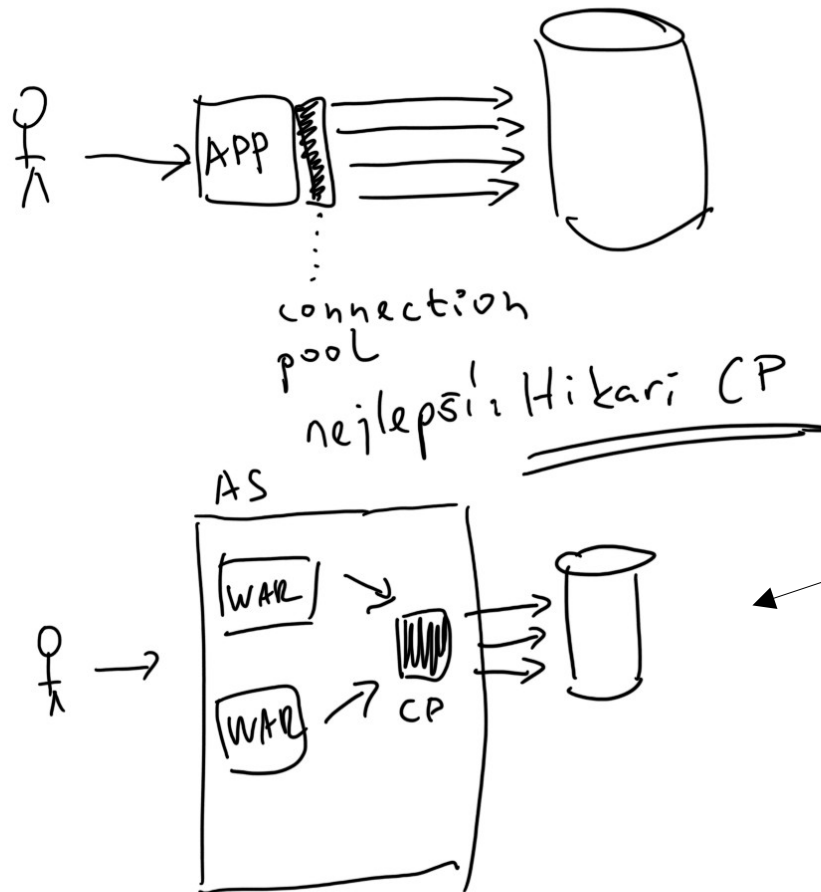
Tracing

- Tracing = odhalování příčin latence požadavků u microservice architektury
- Nástroje:
 - V dnešní době zejména Jaeger:
 - <https://www.jaegertracing.io/>
 - Zipkin:
 - <https://github.com/openzipkin/zipkin>
 - Spring Boot Admin má jenom základní přehled

APM

- Kibana APM
- Glowroot
 - <https://glowroot.org/>
- AppDynamics (placéné)
 - <https://www.appdynamics.com/>

Connection pool

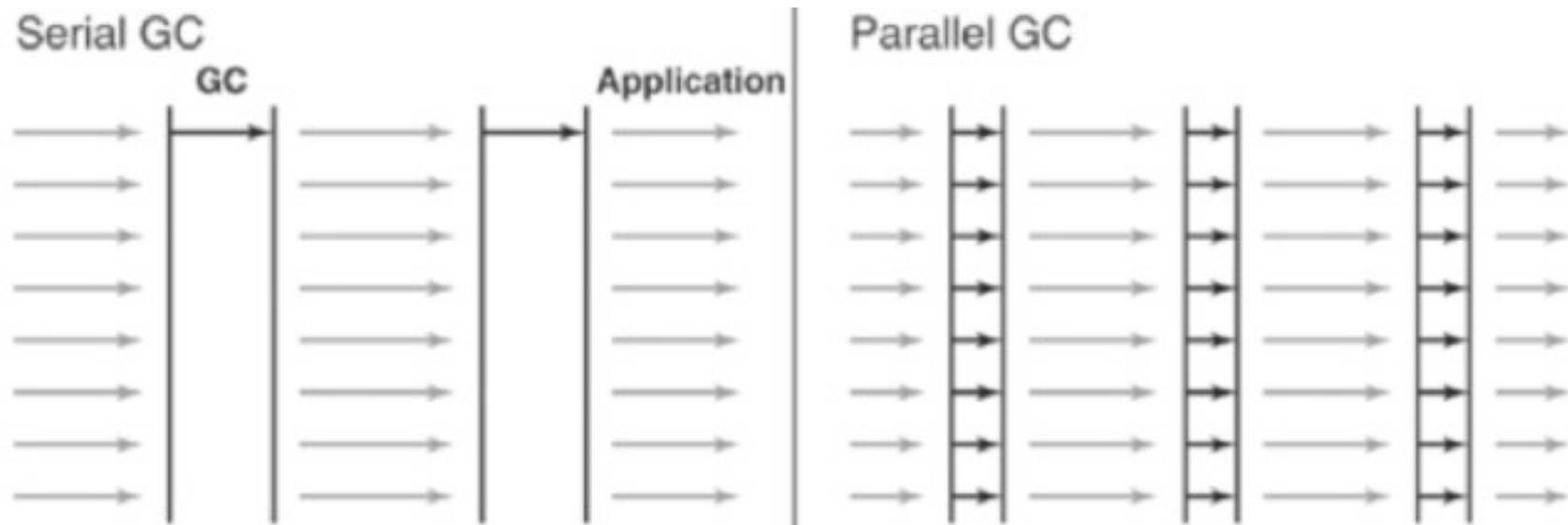


U aplikačních serverů se obvykle definoval connection pool na úrovni serveru a pak na něj získala přístup příslušná webová aplikace (nebo víc aplikací) přes JNDI.

<https://github.com/brettwooldridge/HikariCP>

Garbage Collector I.

- Existuje několik typů Garbage Collectorů (GC):
 - Serial GC: Běží v jednom vlákně, ale při svém běhu zastaví celou aplikaci (Stop The World - STW).
 - Parallel GC: Běží ve více vláknech, ale také zastaví celou aplikaci. Do Java 8 včetně výchozí GC.

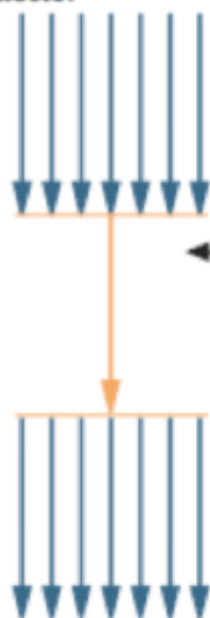


Garbage Collector II.

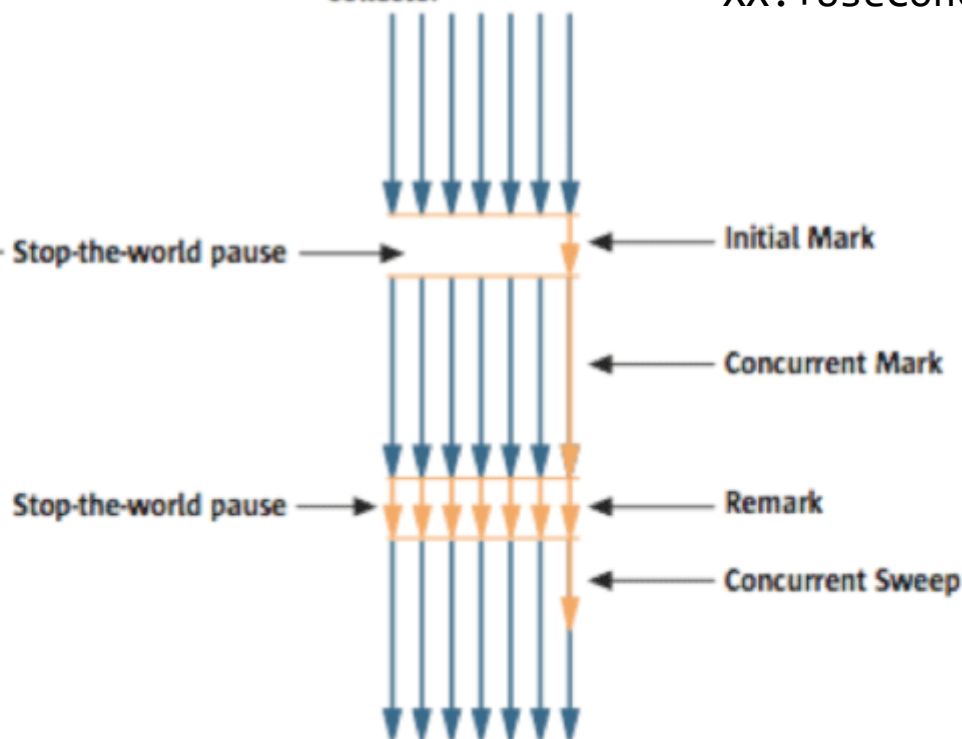
- (Concurrent Mark Sweep) CMS GC: Běží ve více vláknech a zastaví aplikaci v počáteční fázi kdy si označí objekty v paměti ke smazání, poté čistí paměť zatímco vlákna aplikace běží a další STW provede po ukončení běhu GC. Od Java 11 deprecated, v Java 17 už není.

Serial GC
vs. CMS:

Serial Mark-Sweep-Compact
Collector



Concurrent Mark-Sweep
Collector



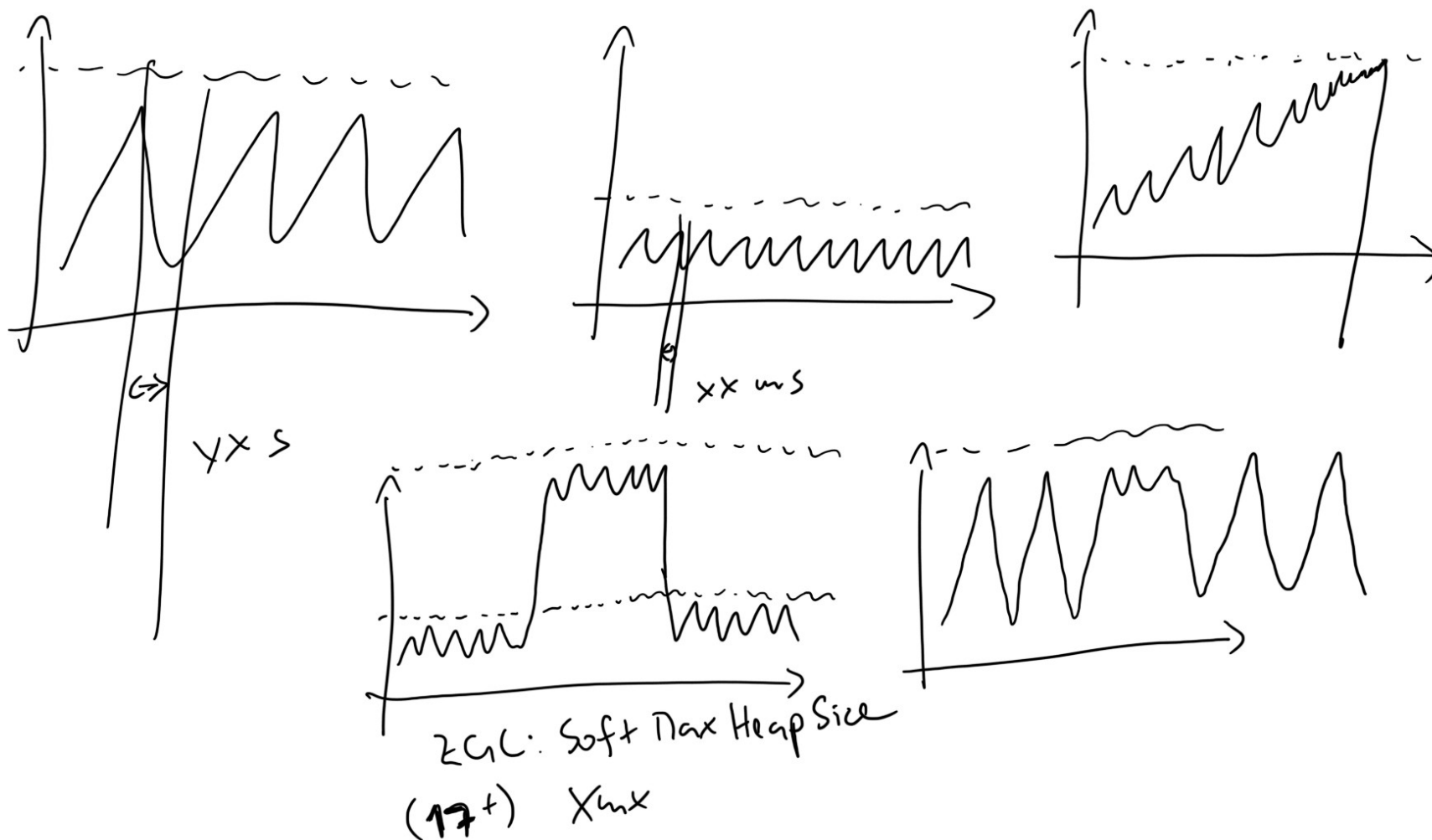
Aktivování:

-XX:+UseConcMarkSweepGC

Garbage Collector III.

- Nevýhoda CMS GC je, že spotřebuje více CPU než předcházející GC. Výhoda je, že STW je výrazně kratší.
- Nejnovější a od Java 9 výchozí GC je G1 (od Java 7u4):
 - Používá více vláken a rozdělí paměť do částí o velikosti 1 až 32 MB (záleží na velikosti heapu) a potom se při čištění zaměří na části, které mají nejvíc neplatných objektů (G1 = Garbage First).
 - Od Java 8u20 má String deduplication – G1 hledá v paměti duplikované Stringy a odstraňuje kopie.
 - `-XX:+UseG1GC -XX:+UseStringDeduplication`
 - Pěkný článek na téma String deduplication:
 - <https://blog.codecentric.de/en/2014/08/string-deduplication-new-feature-java-8-update-20-2/>

Neefektivní chování když má aplikace k dispozici „moc“ paměti



Materiály

- <http://blog.takipi.com/garbage-collectors-serial-vs-parallel-vs-cms-vs-the-g1-and-whats-new-in-java-8/>
- <http://www.cubrid.org/blog/dev-platform/understanding-java-garbage-collection/>

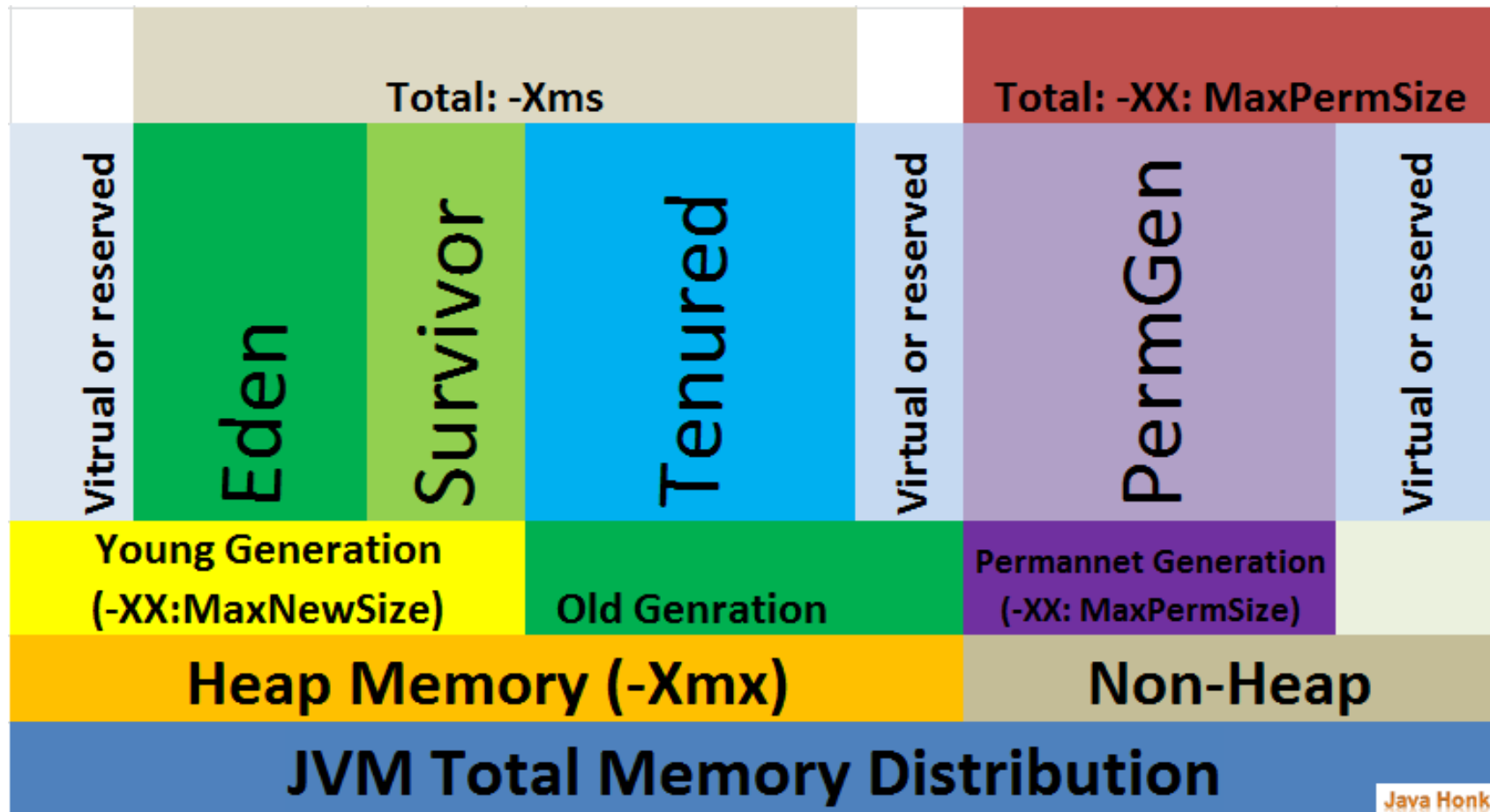
Analýza paměti – příkazová řádka

- Paměť můžete analyzovat pomocí jakéhokoli profileru. Nicméně je možné analyzování paměti zapnout také z příkazové řádky pomocí:
`-XX:-PrintGC -XX:-PrintGCDetails -Xloggc:gc.log`
- Poté se logy uloží do souboru gc.log. Pro jeho analýzu je moc pěkný web:
 - <http://gceasy.io/>
 - Poznámka: Od stejného autora je také tento web pro analýzu threadů:
 - <https://fastthread.io/>

Přepínače

- Při startu aplikace se dá nastavit celá řada věcí:
 - Xmx=1g (maximální množství paměti)
 - XX:+HeapDumpOnOutOfMemoryError (když dojde k OutOfMemoryError, tak provede heap dump)
- Celý seznam:
 - <http://docs.oracle.com/javase/8/docs/technotes/tools/windows/java.html>

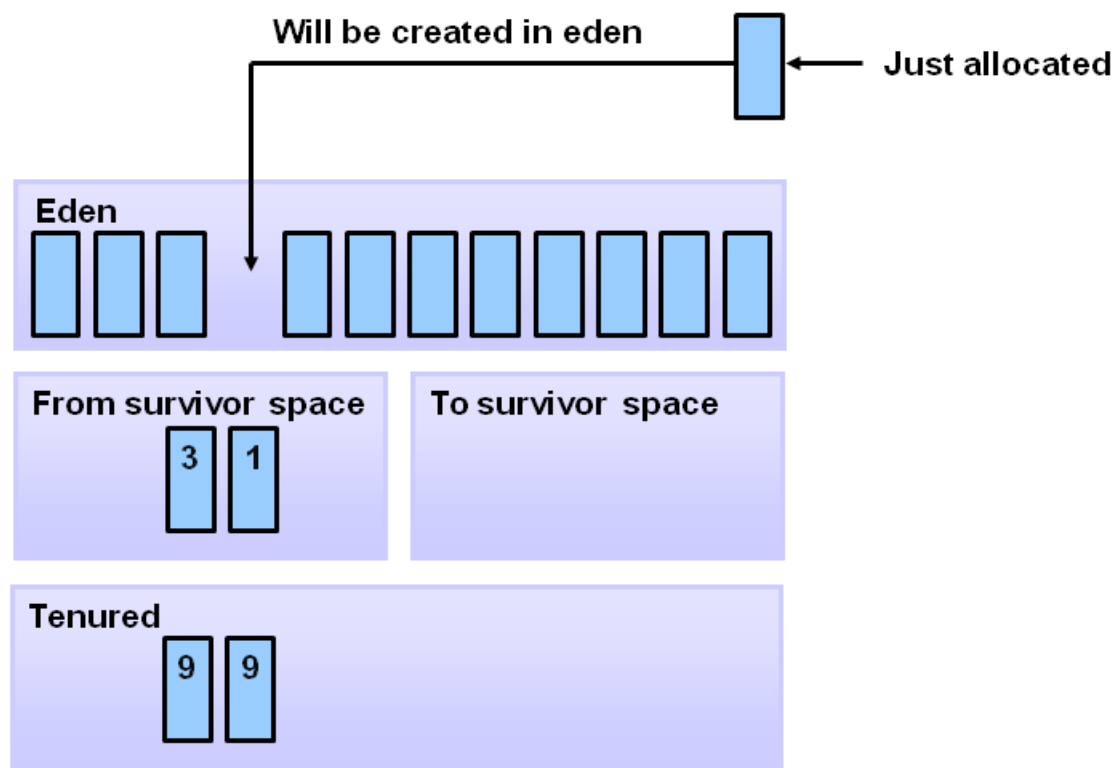
Typy paměti I.



Poznámka: V Java 8 byl PermGen nahrazen Metaspace. Základní rozdíl je, že PermGen byl ve výchozím nastavení omezený, zatímco Metaspace je neomezený:
<http://stackoverflow.com/questions/27131165/what-is-the-difference-between-permgen-and-metaspace>

Typy paměti II.

GC Process Summary



Tipy

- Logování je obvyklý bottleneck. V současnosti je nejlepší Logback nebo Log4J 2:
 - <https://logging.apache.org/log4j/2.x/performance.html>
- Co je ultra pomalé:
 - Výjimky
 - String.replace (do Java 8 včetně), String.split
 - Spojování Stringů pomocí plus operátoru v cyklu
 - Regulární výrazy
 - Reflexe
 - Dozer, Orika, nejlepší je MapStruct:
 - <https://github.com/jirkapinkas/java-mapping-frameworks>

Tipy

- Jackson AfterBurner / Blackbird (v současnosti zatím bohužel nefunguje na Java 17) :-(
 - <https://github.com/FasterXML/jackson-docs/wiki/Presentation:-Jackson-Performance>
 - <https://github.com/FasterXML/jackson-modules-base/tree/master/afterburner>
 - <https://stackoverflow.com/questions/49454849/how-can-i-register-and-use-the-jackson-afterburner-module-in-spring-boot>
- Pozor na CORS na produkci:
 - <https://www.freecodecamp.org/news/the-terrible-performance-cost-of-cors-api-on-the-single-page-application-spa-6fcf71e50147/>

Tipy

- Microbenchmarking správně:
 - Testování rychlosti nějaké metody není tak jednoduché jak by na první pohled mohlo vypadat, JVM má řadu optimalizací, díky kterým se kód může v různých prostředích chovat různým způsobem. Jak správně „tunit“ nějakou metodu?
 - <https://github.com/jirkapinkas/javadays-2021/tree/master/microbenchmarking>
 - <http://tutorials.jenkov.com/java-performance/jmh.html>
 - <http://www.rationaljava.com/2015/02/jmh-how-to-setup-and-run-jmh-benchmark.html>
 - https://www.researchgate.net/publication/333825812_What%27s_Wrong_With_My_Benchmark_Results_Studying_Bad_Practices_in_JMH_Benchmarks
 - Praktický příklad:
 - <https://www.baeldung.com/java-performance-mapping-frameworks>

Novinky v Java 8

- Streamy jsou o malinko pomalejší (1 – 2%), ale čitelnější než imperativní způsob programování.
 - Pozor na parallel stream – ve výchozím nastavení se používá pool vláken, ve kterém je (počet jader – 1) vláken. Toto se dá změnit (není best practice, best practice je nepoužívat parallel stream):
 - <https://stackoverflow.com/questions/21163108/custom-thread-pool-in-java-8-parallel-stream>
- Na pořadí operací ve streamu záleží, filtry zásadně na začátek.
- Nové Date-Time API je rychlejší než staré (i než Joda-time).
- Lambdy jsou stejně rychlé jako anonymní třídy (akceptovaná odpověď)
 - <https://stackoverflow.com/questions/34585444/java-lambdas-20-times-slower-than-anonymous-classes>

ZGC (od Java 11)

- Nový Garbage Collector (v Java 11 experimentální, od Java 17 i pro produkci) pro obrovské (multi-terabyte) heapy:
 - <https://www.opsian.com/blog/javas-new-zgc-is-very-exciting/>
 - Umí SoftMaxHeapSize:
 - <https://malloc.se/blog/zgc-softmaxheapsize>

Docker

- Buildit aplikaci do JAR souboru a ten přidávat do Docker image zbytečně plýtvá prostředky. Lepší je:
 - Buď použít JIB
 - <https://github.com/GoogleContainerTools/jib>
 - Nebo (pouze pro Spring Boot):
 - <https://spring.io/blog/2020/08/14/creating-efficient-docker-images-with-spring-boot-2-3>

Práce s databází

Nejvíc low-level (nejrychlejší)			Nejvíc high-level (nejpomalejší)		
JDBC	JdbcTemplate	MyBatis	Hibernate (Session)	Hibernate (EntityManager)	Spring Data JPA

JDBC Batch

- Typicky při importech dat je dobrý nápad používat JDBC Batch. Když provedete 1 000 000 x insert, tak když to budete volat jeden insert po druhém, tak za jednu vteřinu jich vykonáte pouze řádově desítky.
- Při použití JDBC Batch (ať už low-level JDBC, nebo JdbcTemplate) to budou desítky tisíc operací za vteřinu (tohle je hezky vidět v JProfileru).
- <https://www.baeldung.com/jdbc-batch-processing>

Hibernate

- Logovat SQL a řešit problémy IHNEED (a dívat se jaký SELECT Hibernate vygeneruje ... občas dokáže zbytečně vygenerovat i kartézský součin)!!!
- Mít v application.properties: spring.jpa.open-in-view=false
- Při používání vazeb může dojít k n+1 problému. Jak tomu předcházet:
 - Nepoužívat @OneToOne a @ManyToMany vazby pokud nevíte co děláte!!!
 - Používat LAZY vazby a v případě potřeby vygenerovat join pomocí „join fetch“ nebo @EntityGraph
 - Join fetch ale volat pouze když to dává smysl z pohledu SQL!!!
 - Volat join fetch na vazbě @ManyToOne je bezpečné vždy.
 - Tzn. obecně čím méně SELECTů do databáze, tím lépe. Ale ne vždy!!!

Transakce

- `@Transactional` nebo `@Transactional(readOnly=true)` generuje COMMIT do databáze. Je dobré přemýšlet při používání této anotace aby se zbytečně neposílalo velké množství COMMITů do databáze při čtení dat:
 - Když v service metodě zavoláme 3 `findXXX` metody z repozitáře, pak se 3x zavolá SELECT a 3x COMMIT! Když na tu metodu v service dáme `@Transactional(readOnly=true)`, pak se vyvolají 3 SELECTy a jenom jeden COMMIT!

```
void doStuff() {  
    repo.findAll();  
    repo.findAll();  
    repo.findAll();  
}
```

vs.

```
@Transactional(readOnly = true)  
void doStuff() {  
    repo.findAll();  
    repo.findAll();  
    repo.findAll();  
}
```

3 transakce

1 transakce

U Spring Data JPA: `findXXX()` operace jsou automaticky oannotované s `@Transactional(readOnly = true)`, `save()`, `delete ...` operace jsou oannotované s `@Transactional`. `@Query` metody musíte oannotovat vy sami.

SQL Tips & Tricks

- Obecně použití indexu je lepší než sekvenční přístup (ale ne vždy).
- Každý INDEX prodlouží délku DML operací (INSERT, UPDATE, DELETE) trojnásobně!
- Ne vždy může databáze použít index, například zde se index použít nemůže:
 - `select * from item where name like '%neco%'`
 - Je to kvůli tomu, že je procento na začátku, kdyby bylo jenom na konci, tak se index zavolat může.
- Indexy & EXPLAIN PLAN ... základ k pochopení proč jsou SELECTy pomalé!

SQL Tips & Tricks

- Vždy používat PreparedStatement!!!
- Nikdy neposílat do databaze:
 - `select * from customer where id = 1` HARD PARSING
 - `select * from customer where id = 2` HARD PARSING
 - `select * from customer where id = 3` HARD PARSING
- Musí se posílat:
 - `select * from customer where id = :id` HARD PARSING
 - `id = 1`
 - `select * from customer where id = :id` SOFT PARSING
 - `id = 2`
 - `select * from customer where id = :id` SOFT PARSING
 - `id = 3`

Thread pool v Tomcatu

- Thread pool v Tomcatu ve výchozím nastavení obsahuje 200 vláken, které sdílí všichni klienti. To může být málo. Řešením je:
 - Buď optimalizovat požadavky klientů tak, aby byly rychleji odbavovány a tím nezatěžovali tolik tento pool vláken
 - Nebo řešit déle trvající operaci v jiném poolu vláken:
 - <https://www.baeldung.com/spring-deferred-result>
 - Nebo zvýšit hodnotu `server.tomcat.max-threads`:
 - <https://stackoverflow.com/questions/25399400/maximum-client-request-thread-pool-size-in-spring>
 - Nebo použít reaktivní způsob programování a místo Tomcatu použít Netty server.

urandom

- <https://ruleoftech.com/2016/avoiding-jvm-delays-caused-by-random-number-generation>

Awesome *

- <https://github.com/akullpp/awesome-java/blob/master/README.md#performance-analysis>
- <https://github.com/akullpp/awesome-java/blob/master/README.md#monitoring>
- <https://github.com/mfornos/awesome-microservices/blob/master/README.md#monitoring-and-debugging>