Kontejneri
Docker

prof. dr. sc. Mario Kušek
@MarioKusek
mario.kusek@fer.hr

prosinac 2019.

prezentacija i kod se nalaze na: https://github.com/MarioKusek/uvod_u_docker

Creative Commons

- **slobodno smijete:**
  - **dijeliti** — umnožavati, distribuirati i javnosti priopćavati djelo
  - **remiksirati** — prerađivati djelo
- **pod sljedećim uvjetima:**
  - **imenovanje**. Morate priznati i označiti autorstvo djela na način kako je specificirao autor ili davatelj licence (ali ne način koji bi sugerirao da Vi ili Vaše korištenje njegova djela imate njegovu izravnu podršku).
  - **nekomercijalno**. Ovo djelo ne smijete koristiti u komercijalne svrhe.
  - **dijeli pod istim uvjetima**. Ako ovo djelo izmijenite, preoblikujete ili stvarate koristeći ga, preradu možete distribuirati samo pod licencom koja je ista ili slična ovoj.

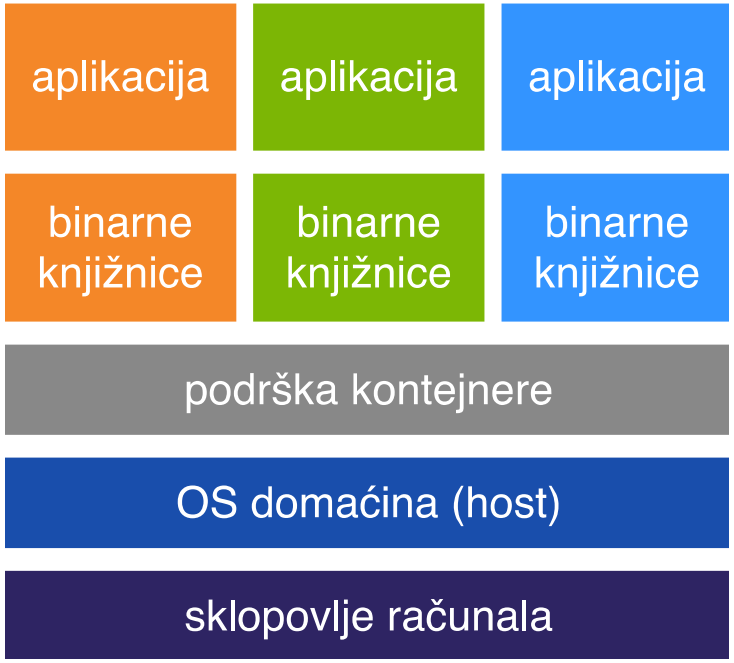
U slučaju daljnjeg korištenja ili distribuiranja morate drugima jasno dati do znanja licencne uvjete ovog djela. Najbolji način da to učinite je linkom na ovu internetsku stranicu.
Od svakog od gornjih uvjeta moguće je odstupiti, ako dobijete dopuštenje nositelja autorskog prava.
Ništa u ovoj licenci ne narušava ili ograničava autorova moralna prava.

Tekst licencije preuzet je s http://creativecommons.org/.

Razlika između kontejnera i virtualnog stroja

virtualni strojevi

kontejneri



Prednosti i mane kontejnera

- Prednosti:
  - ne pokreće čitav operacijski sustav
  - brže se pokreće
  - koristi manje resursa (procesora, memorije i diska)
- Mane:
  - slabija kontrola korištenja resursa
  - slabija izolacija između kontejnera
    - potencijalni sigurnosni problem
  - svaki kontejner mora koristiti isti kernel domaćinovog OS-a

Primjeri implementacija

- Imunes – http://imunes.net (UniZG – FER – ZZT)
  - prvenstveno za IP mreže
- Docker – https://www.docker.com
  - najpoznatiji
- runC – https://github.com/opencontainers/runc
- rkt – https://github.com/coreos/rkt
  - razvija ga CoreOS
- containerd, LXC/LXD, OpenVZ, systemd-nspawn, machinectl, qemu-kvm, lkvm, …

- Više se može naći ovdje.

Open Container Initiative specification

- https://www.opencontainers.org

- Osnovana 2015. na inicijativu Dockera i ostalih
- Definira:
  - izvršnu specifikaciju
  - specifikaciju slika

Tehnologije potrebne za izvršavnje kontejnera

- Kontejner je zapravo skup izoliranih procesa u korisničkom porostoru operacijskog sustava (Linux/Windows)

- Tehnologije za izvršavanje na Linuxu:
  - **Namespaces** - ograničava što proces vidi od okoline u kojoj se izvršava:
    - Unix Timesharing System (*hostname*), Process IDs, Mounts, Network, User IDs, ...
  - **chroot**
    - promjena korijenskog direktorija nekog procesa
  - **Cgroups** - limitira korištenje resursa
    - memorija, procesor, I/O (količina podataka prenesena), broj procesa, ...

Uvod

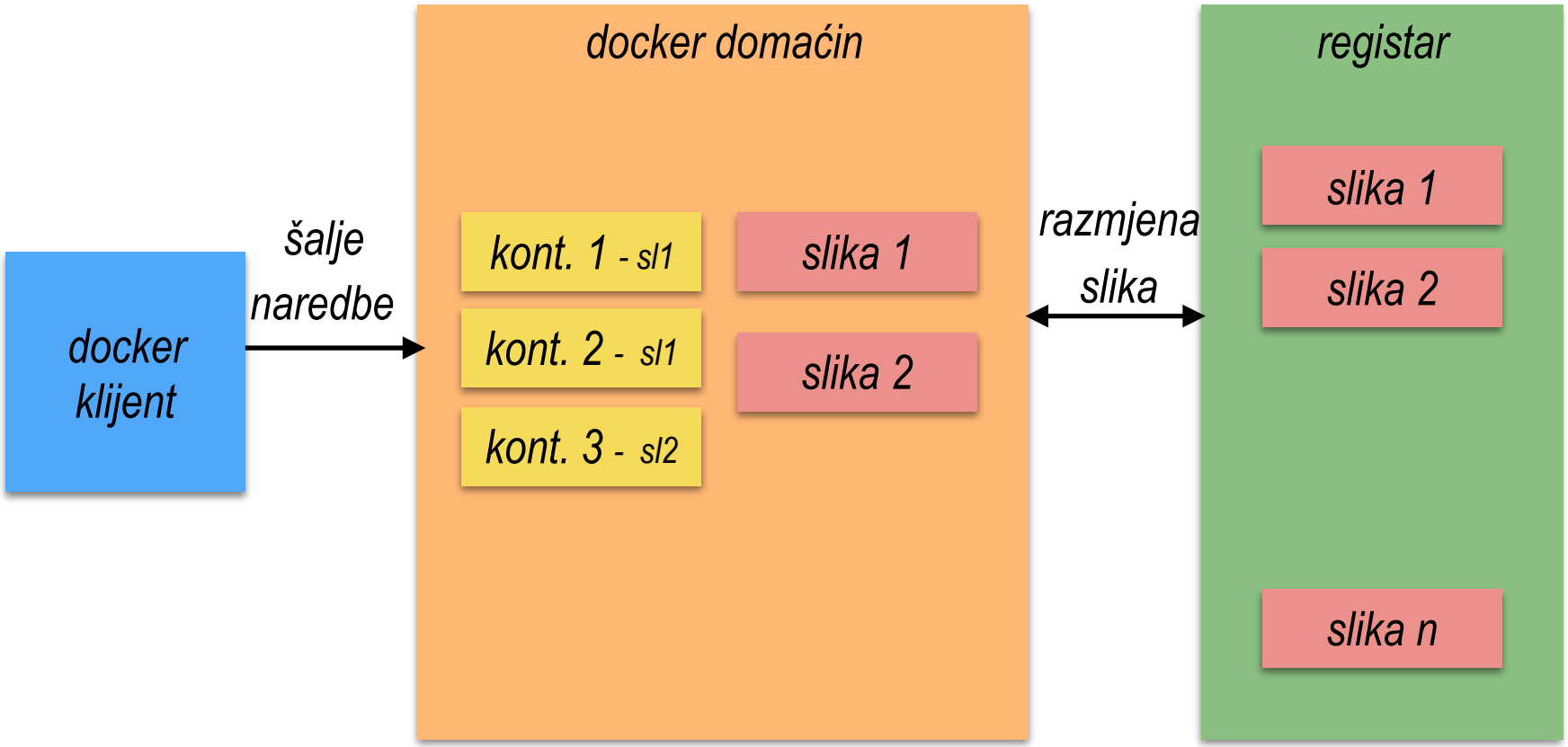
Docker - www.docker.com

- Pojmovi:
  - *image* - slika OS-a
  - *container* - pokrenuta slika OS-a
  - *docker host* - računalo na kojem je pokrenut sustav docker
  - *docker hub* - portal za razmjenu slika (registar)
    - postoje i drugi: quay.io, gcr.io, registry.redhat.io
  - Dockerfile - tekstualna datoteka s konfiguracijom za izgradnju slike i za pokretanje kontejnera

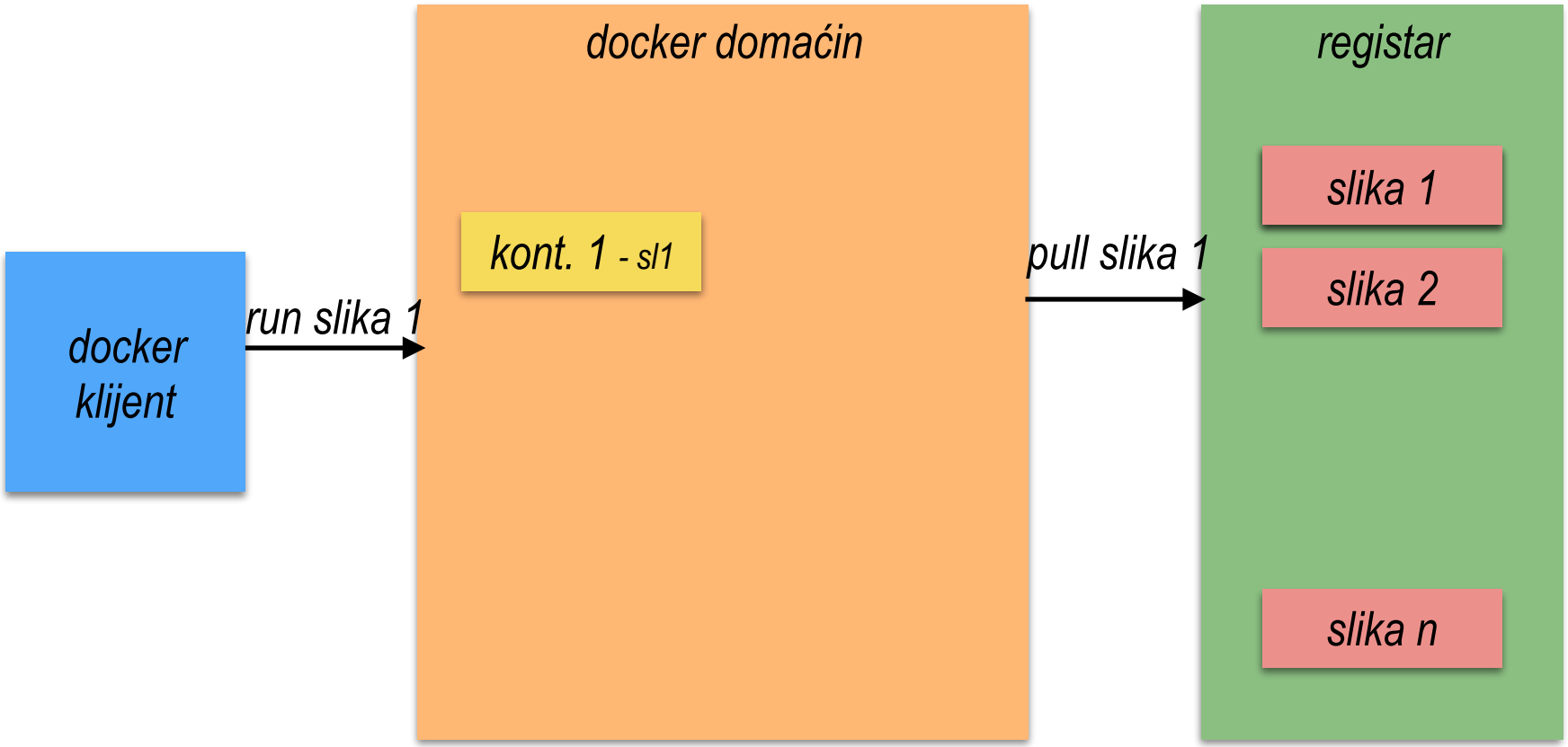
Aspketi Dockerovog uspjeha

- 3 aspekta Dockera:
  - izrada slika
    - svu konfiguraciju stavljamo u datoteku (Dockerfile)
    - izgrađujemo sliku na temelju konfiguracije
    - sliku možemo spremiti u datoteku
    - slike se sastoje od nepromjenjivih slojeva (Union file system)
  - isporuka slika
    - sliku možemo podijeliti na docker hubu
    - lagano možemo pretraživati i skidati slike
    - imenovanje slika:
      - slike pojedinaca `<repozitorij>/<proizvod>:<tag>`
      - službene slike `<proizvod>:<tag>`
  - pokretanje slika
    - kontejner je pokrenuta slika
- **sve su napravili da se može koristiti jednostavno**

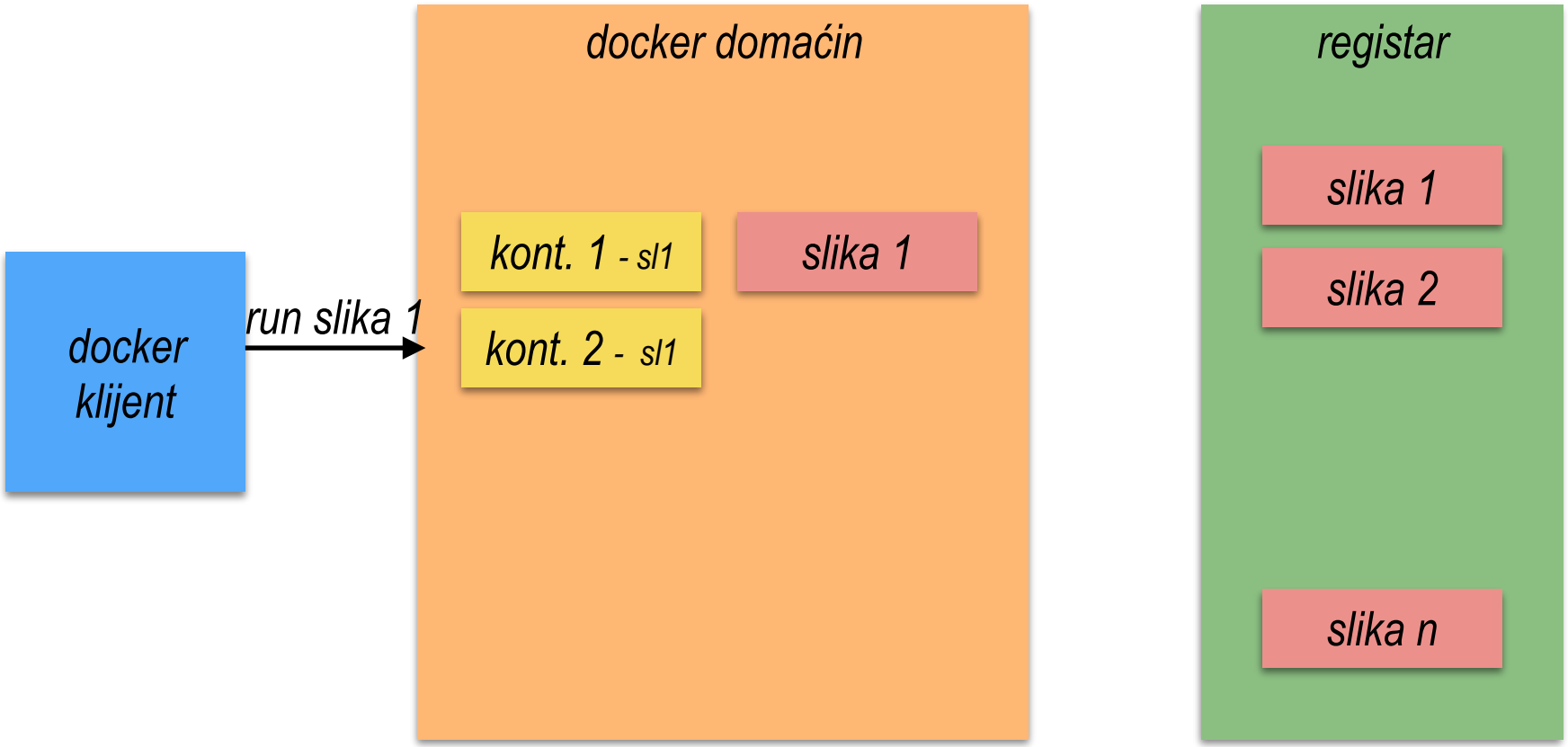
Arhitektura i izvršavanje



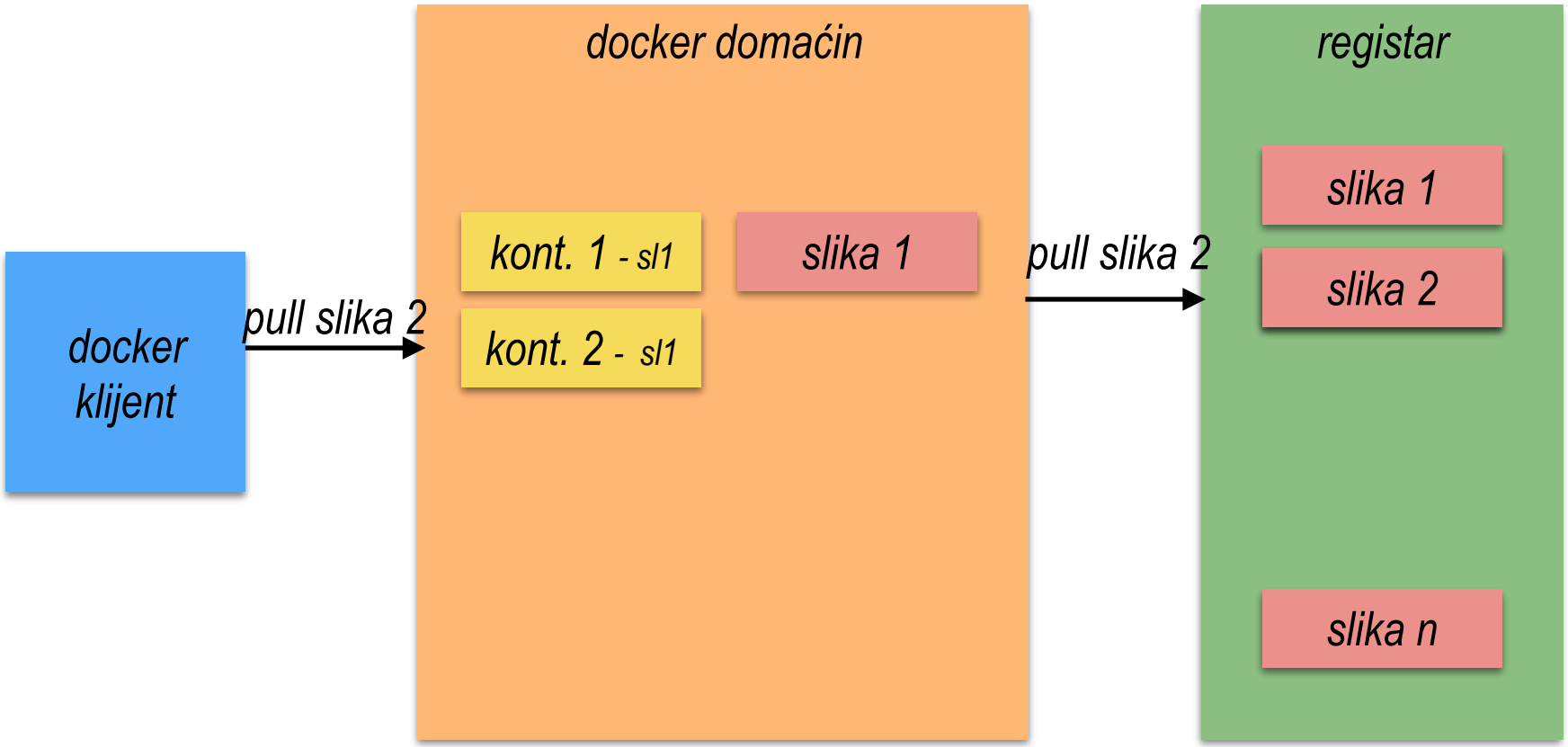
Arhitektura i izvršavanje



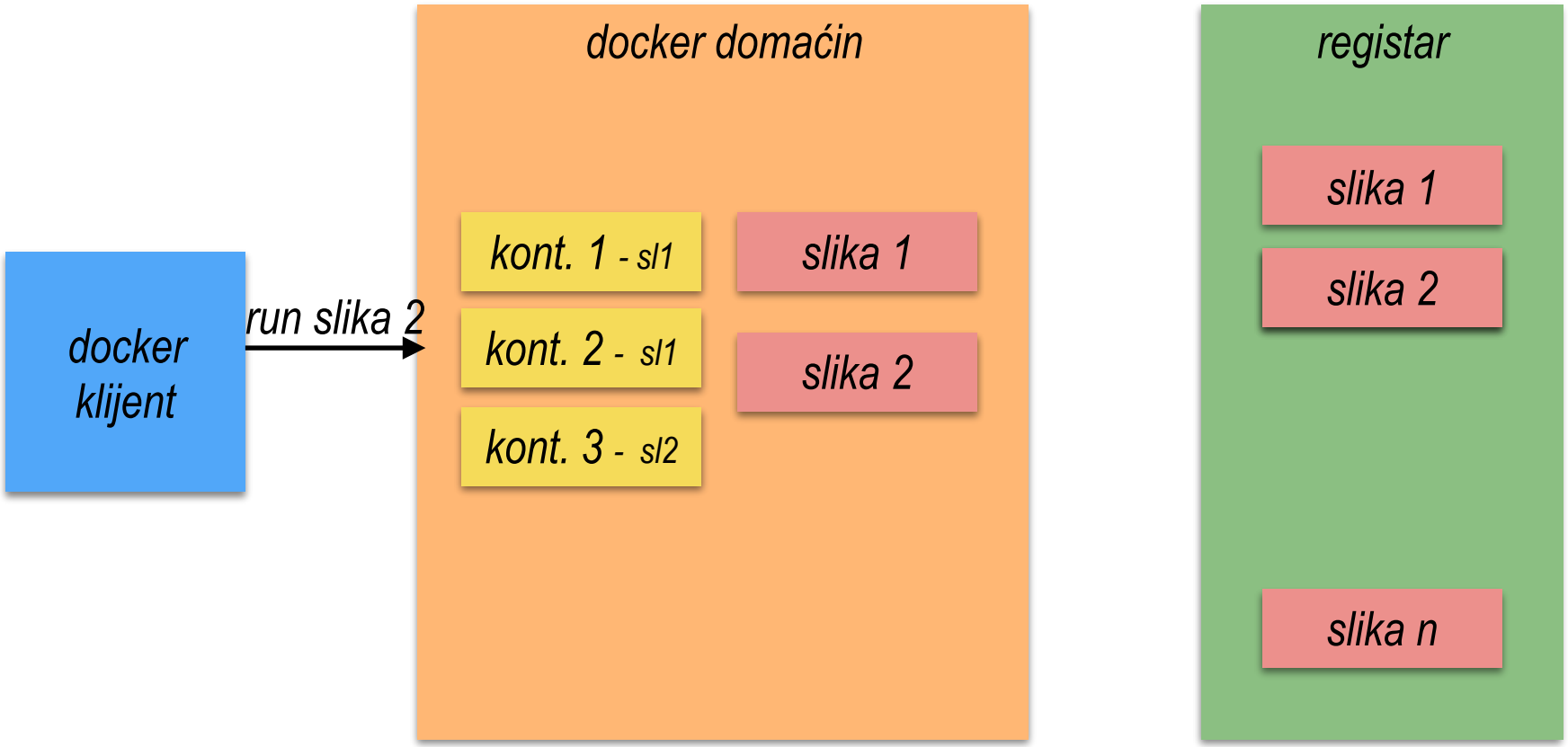
Arhitektura i izvršavanje



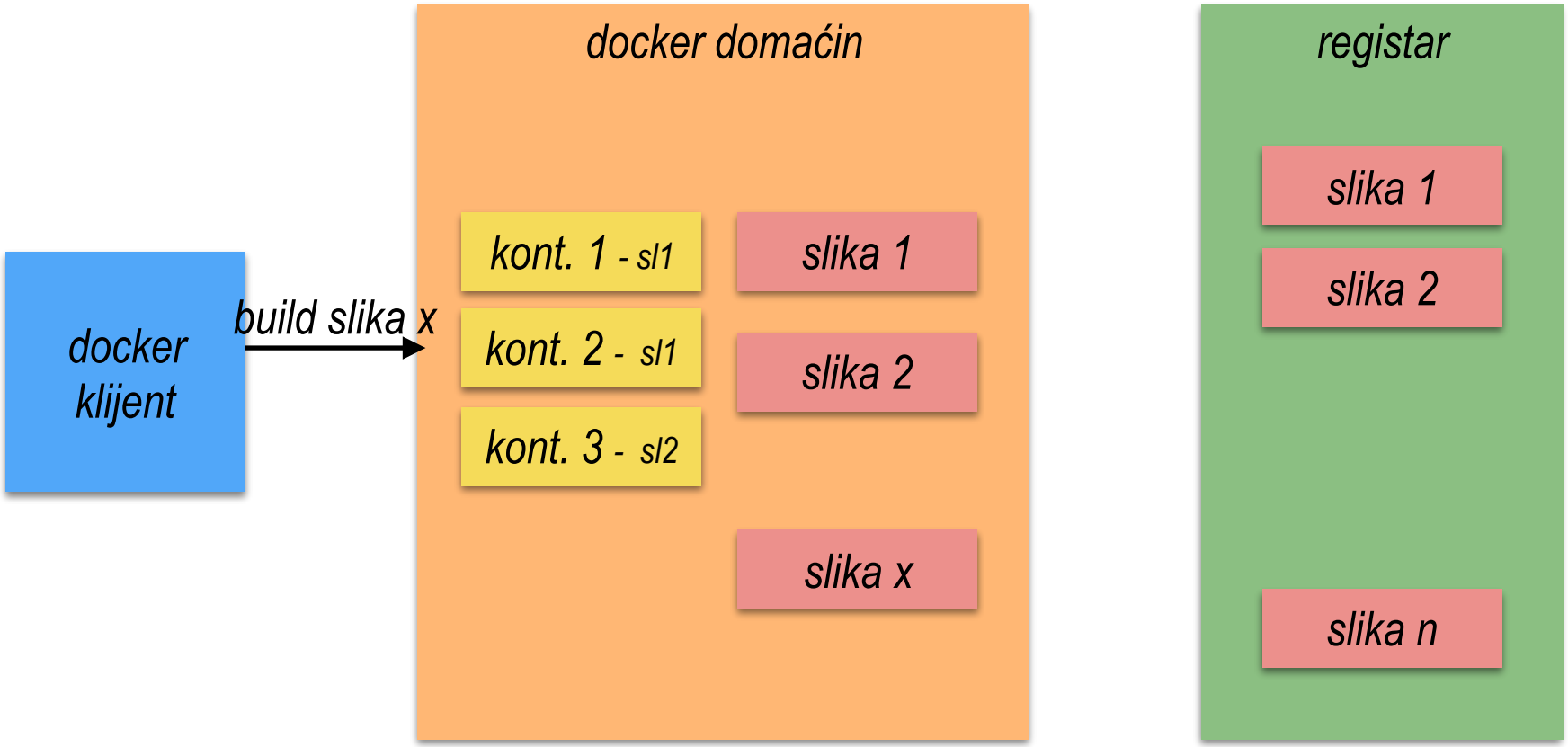
Arhitektura i izvršavanje



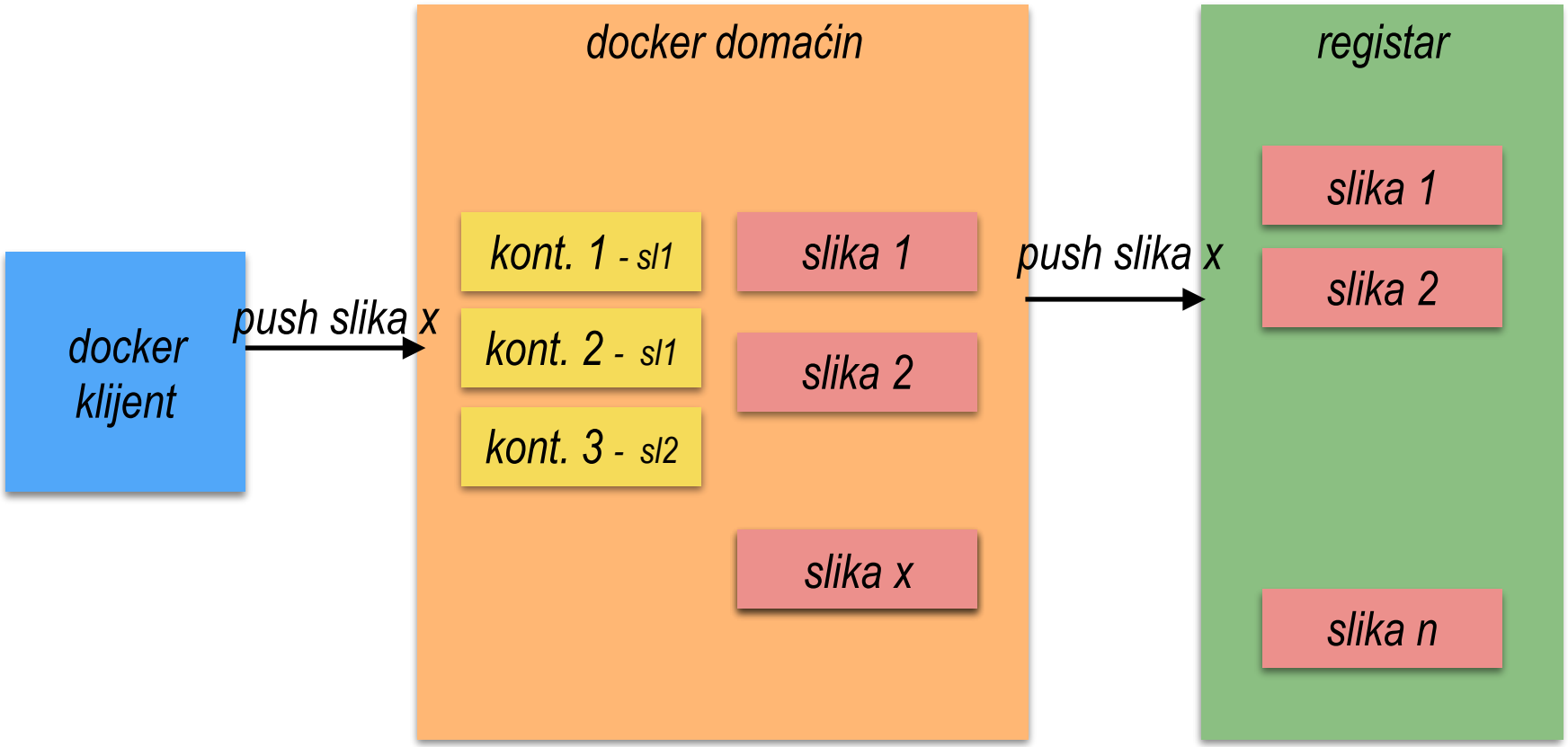
Arhitektura i izvršavanje



Arhitektura i izvršavanje



Arhitektura i izvršavanje



Izvršavanje Dockera na različitim OS-ovima

- Docker se izvršava na Linuxu
  - Od 2017. Windows applikacije se mogu staviti u docker kontejner i pokretati na Windows strojevima
- Za izvršavanje na Windowsima ili Macu je potreban virtualni stroj s linuxom:
  - Docker Machine koji koristi VirtualBox za stvaranje stroja (boot2docker Linux distribution) - danas se rijetko koristi
    - konfigurira variable okoline da bi se klijent mogao spojiti na taj stroj
  - Docker Desktop
    - na Macu koristi native Hypervisor.framework
    - na Windowsima koristi Microsoft Hyper-V

Osnovne naredbe za korištenje Dockera

- službene slike su u registru:
  - https://hub.docker.com
- Docker CLI - upute za korištenje

- primjer korištenja slika:

```
$ docker pull imeslike // dohvaća iz dockerovog registra
                       // ovo može trajati dugo (alpine je najmanja slika linuxa 6MB)
$ docker images // lista slika
$ docker rmi <imeslike> // briše sliku
$ curl https://registry.hub.docker.com/v1/repositories/<repozitorij slika>/tags | json_pp | grep name
 // dohvaćanje verzija slika

$ docker commit <ime kontejnera>  <ime slike> // stvara sliku iz kontejnera
$ docker commit --change='CMD ["apachectl", "-DFOREGROUND"]' -c "EXPOSE 80" <ime kontejenra>  ...
// stvara sliku iz kontejnera uz definiranje parametara (mogući parametri: CMD, ENTRYPOINT, ENV, EXPOSE,
LABEL, ONBUILD, USER, VOLUME, WORKDIR)

$ docker <naredba> --help // popis svih opcija pokretanja naredbe
```

Osnovne naredbe za korištenje Dockera

- primjer korištenja kontejnera:

$ docker run -it <imeslike> // pokreće kontejner u interaktivnom modu rada

$ docker run -d <imeslike> // pokreće kontejner u pozadinskom modu rada - za poslužitelje

$ docker run -it <imeslike> <naredba> // pokreće kontejner u interaktivnom modu rada i u njemu naredbu
// opcije `-m 150m`, `--cpu-quota 110000` (1000 = 1%), `-p 80:8080` (host:container vrata)
// pogledati: `-e var=value` (env. varijable), `--rm`, `--name ime_cont`, `-v src:dest` volume

$ docker exec <ime/idKontejnera> naredba // pokreće naredbu u kontejneru

$ docker logs <ime/idKontejnera> // ispisuje log kontejnera (stdout)

$ docker inspect -f "{{ .Config.Env }}" <ime kontejnera> // ispisuje ENV varijable u kntejneru

$ docker stats // ispisuje sve kojntejnere i koliko koriste resurse

$ docker ps // lista pokrenutih kontejnera

$ docker ps -a // lista svih kontejnera

$ docker rm <ime/idKontejnera> // briše kontejner

$ docker stop <ime/idKontejenra> // zaustavlja kontejner

$ docker start <ime/idKontejnera> // pokreće kontejner

$ docker container cp <lokalna dat.> <ime kontejnera>:<path u kontejneru> // kopira datoteku u kontejner

$ docker attach <ime/idKontejnera> // spaja se (standardni I/O) na glavni proces u kontejneru

DEMO

Docker
Izgradnja slike

Načini izgradnje slike SpringBoot aplikacije

- **Ručno**
- **Dockerfile**
- **Gradle**
- Maven
  - Spotify Maven dockerfile plugin
- **JIB**
- Prilagođen JRE za našu aplikaciju
  - treba koristiti `jlink` i više razinski (*multi-stage*) Dockerfile
  - više pogledati ovdje
- Quarkus
  - prevođenje u izvršni kod

SpringBoot aplikacija - students

- ima nekoliko REST URI-ja koje možemo pozvati
  - `GET /health`
  - `GET /stats`
  - `GET, POST /students`
  - `GET, PUT /students/{sid}`
  - `GET, POST /students/{sid}/courses`
  - `PUT /students/{sid}/courses/{cid}`
  - `GET, POST /courses`
  - `GET, PUT /courses/{cid}`

Ručna izrada slike

```
$ docker run openjdk:11.0.5-jre-slim java -version

$ docker ps -a
CONTAINER ID        IMAGE                         COMMAND                  ...
561b6be4802d        openjdk:11.0.5-jre-slim       "java -version"          ...

$ docker container cp build/libs/students-0.0.1-SNAPSHOT.jar
561b6be4802d:/opt/app.jar

$ docker commit -c 'CMD ["java", "-jar", "/opt/app.jar"]' -c 'EXPOSE
8080' 561b6be4802d students:0.0.1-SNAPSHOT

$ docker images | grep student

$ docker run -p 8080:8080 students:0.0.1-SNAPSHOT

$ curl localhost:8080/health
$ curl localhost:8080/stats
```

Izgradnja slike pomoću Dockerfilea

- Dockerfile

```
FROM openjdk:11.0.5-jre-slim
ADD build/libs/students-0.0.1-SNAPSHOT.jar /opt/app.jar
ENTRYPOINT ["java", "-jar","/opt/app.jar"]
```

- Stvaranje slike:

```
docker build -t students-df:0.0.1-SNAPSHOT .

docker run -p 8080:8080 students-df:0.0.1-SNAPSHOT
```

Izgradnje slike pomoću plugina za Gradle (1)

- koristi se: gradle-docker-plugin
- dodati u build.gradle

```
plugins {
...
  id 'com.bmuschko.docker-remote-api' version '6.1.1'
}

import com.bmuschko.gradle.docker.tasks.image.Dockerfile
import com.bmuschko.gradle.docker.tasks.image.DockerBuildImage
```

Izgradnje slike pomoću plugina za Gradle (2)

```
task createDockerfile(type: Dockerfile) {
   dependsOn bootJar
   from 'openjdk:11.0.5-jre-slim'
   exposePort 8080

   addFile bootJar.outputs.files.singleFile.name, "/opt/app.jar"
   entryPoint "java", "-jar", "/opt/app.jar"

   doLast {
       ant.copy file: bootJar.outputs.files.singleFile,
                todir: "${destDir.get()}"
   }
}

task buildImage(type: DockerBuildImage) {
   dependsOn createDockerfile
     images.add("${project.name}-gradle:${version}")
}

assemble.dependsOn buildImage
```

Izgradnje slike pomoću plugina Google JIB

- koristi se: Gradle JIB
- dodati u build.gradle

```
plugins {
...
  id 'com.google.cloud.tools.jib' version '1.8.0'
}

jib {
    from {
        image = 'openjdk:11.0.5-jre-slim'
    }

    to {
        image = "${project.name}-jib:${version}"
    }

    container {
        appRoot = '/opt'
        ports = ['8080']
        jvmFlags = ['-Djava.security.egd=file:/dev/./urandom']
    }
}

assemble.dependsOn jibDockerBuild
```

Povezivanje više kontejnera
(*linking*)

Pokretanje baze u dockeru, a aplikacije normalno

- Pokretanje baze u dockeru:

```
$ docker run --name postgres -e POSTGRES_USER=studentapp -e
POSTGRES_PASSWORD=jakosiguranpass -e POSTGRES_DB=students -p
5432:5432 -d postgres:12.1-alpine
```

- U `application.properties` postaviti sljedeću konfiguraciju:

```
spring.datasource.url= jdbc:postgresql://localhost:5432/students
spring.datasource.username=studentapp
spring.datasource.password=jakosiguranpass
```

Pokretanje baze i aplikacije u dockeru

- Pokretanje baze u dockeru:

```
$ docker run --name postgres -e POSTGRES_USER=studentapp -e
POSTGRES_PASSWORD=jakosiguranpass -e POSTGRES_DB=students -p
5432:5432 -d postgres:12.1-alpine
```

- U `application.properties` postaviti sljedeću konfiguraciju:

```
spring.datasource.url= jdbc:postgresql://${DB_HOSTNAME:localhost}:$
{DB_PORT:5432}/${DB_NAME:students}
spring.datasource.username=${DB_USERNAME:studentapp}
spring.datasource.password=${DB_PASSWORD:jakosiguranpass}
```

- Pokretanje applikacije u dockeru:

```
$ docker run -p 8080:8080 -e DB_HOSTNAME=postgres --link=postgres
students-jib:0.2.0-SNAPSHOT
```

Spremanje podataka između pokretanja (volumes)

- Pokretanje baze u dockeru:

```
$ docker run --name postgres -e POSTGRES_USER=studentapp -e
POSTGRES_PASSWORD=jakosiguranpass -e POSTGRES_DB=students -p
5432:5432 -d --volume postgres-db-volume:/var/lib/postgresql/data
postgres:12.1-alpine
```

- ostalo na isti način pokrećemo

Docker Compose

Docker-compose (1)

- služi za pokretanje čitavog niza kontejnera
- postupak u 3 koraka
  1. napraviti sliku
  2. definirati usluge koje čine aplikaciju u datoteci `docker-compose.yml`
  3. pokrenuti čitavu aplikaciju pomoću `docker-compose up`

Docker-compose (2)

- docker-compose.yml

```
version: "3.7"
services:
  students:
    image: students-jib:0.2.0-SNAPSHOT
    ports:
      - "8080:8080"
    depends_on: [ postgres ]
    environment:
      DB_HOSTNAME: postgres
#       DB_PORT: 5432
#       DB_NAME: students
#       DB_USERNAME: studentapp
#       DB_PASSWORD: jakosiguranpass
  postgres:
    ...
```

Docker-compose (3)

- docker-compose.yml

```
...
  postgres:
    image: postgres:12.1-alpine
    volumes:
      - db-data:/var/lib/postgresql/data
#    ports:
#      - "5432:5432"
    environment:
      POSTGRES_USER: studentapp
      POSTGRES_PASSWORD: jakosiguranpass
      POSTGRES_DB: students
volumes:
  db-data:
```

Docker-compose (3)

- pokretanje

```
$ docker-compose up -d // pokretanje sustava
$ docker-compose up -d -f <file>.yml// pokretanje sustava s datotekom

$ docker-compose ps // pregled pokrenutih stvari
$ docker-compose stop // zaustavljanje
$ docker-compose rm // brisanje kontejnera
```

Literatura - video prezentacije

- Spring Boot with Docker
- Burr Sutter: Docker for Java Developers Hands On Lab - Devnexus 2015
- Arun Gupta: Package your Java applications using Docker and Kubernetes
- Containers form Scratch by Liz Rice
- Docker and Kubernetes Recipes for Java Developers by Arun Gupta
- Fast and Distroless Java in Containers: the Recipe! | EclipseCon Europe 2018