FAKULTA
APLIKOVANÝCH VĚD
ZÁPADOČESKÉ
UNIVERZITY
V PLZNI

<KIV> KATEDRA INFORMATIKY
A VÝPOČETNÍ TECHNIKY

Dokumentace k semestrální práci
z předmětu KIV/SAR

Analýza a Proof of Concept dekompozice systému CRCE

Tomáš Ballák
A19N0023P – ballakt@students.zcu.cz

Martin Šebela
A19N0046P – msebela@civ.zcu.cz

7. ledna 2021

Obsah

1 Zadání

Tématem semestrální práce je analýza systému *CRCE* (*Component Repository supporting Compatibility Evaluation*) z pohledu změny softwarové architektury a *proof of concept* navržených změn.

Pro výzkumné účely bylo ve skupině *ReliSA* na *KIV FAV ZČU* vyvinuto experimentální úložiště *CRCE* – `https://github.com/ReliSA/CRCE`, které je třeba dále rozvíjet. Architektura úložiště – komponentová a plug-in based, ale v zásadě monolitická co do výsledného nasazení – již nevyhovuje potřebám a komplikuje dlouhodobou údržbu.

Cílem práce proto je analyzovat možnosti změny architektury do podoby několika samostatných aplikací, volně provázaných datovými a/nebo servisními rozhraními, a realizovat alespoň dílčí funkční refactoring tímto směrem. Analýza může volně navázat na výsledky předchozích *KIV/SAR* a diplomových prací, které budou k dispozici.

Aplikace využívá technologie *Java*, *OSGi*, *REST API* a databázi *MongoDB*. Úvodní stránku aplikace ukazuje obr. 1.1.

Obrázek 1.1: Úvodní stránka systému *CRCE* po přihlášení uživatele.

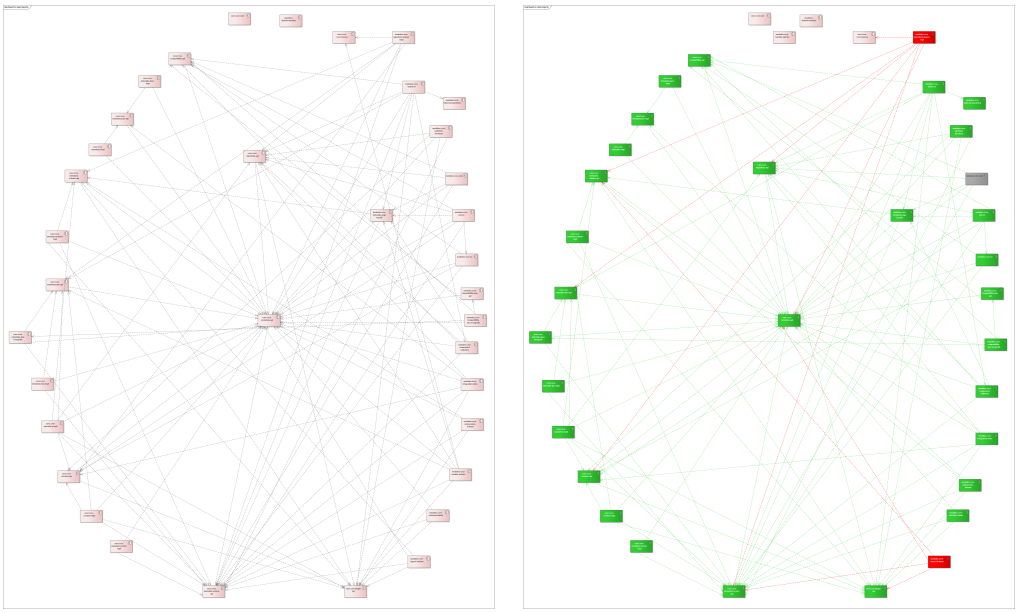
2 Analýza architektury

Nejprve došlo k analýze aktuální softwarové architektury systému *CRCE*, při které byly využity výstupy z předchozích *KIV/SAR* prací.

V současné architektuře je projekt rozdělen na tzv. `core` moduly a `no-core` moduly a knihovny třetích stran.

Jeden z diagramů předchozích *KIV/SAR* prací (z ak. roku 2018/19) ukazuje závislosti jednotlivých modulů (tj. `core` i `no-core` mezi sebou, a to na základě `import`ů v jednotlivých *Java* souborech – viz levý diagram na obr. 2.1.

Protože mohlo dojít během doby od vytvoření původního diagramu k několika změnám v implementaci, celou analýzu závislostí modulů jsme provedli znovu (tzn. procházení každého *Java* souboru na `dev` větvi), přičemž jsme použili původně vytvořený diagram a ten následně obarvovali – viz pravý diagram na obr. 2.1. Červeně označené komponenty ukazují již smazané moduly (`crce-repository-maven-impl`, `crce-import-indexer`), šedě označený modul `crce-rest` jsme navrhli ke smazání z důvodu jeho nepoužití napříč aplikací.



Obrázek 2.1: Diagramy závislostí jednotlivých modulů na základě `import`ů v jednotlivých souborech (vlevo diagram převzatý z předchozí *KIV/SAR* práce z ak. roku 2018/19, vpravo znovu ověření diagramu provedeného v rámci této práce)

3 Návrh nové architektury

Z pohledu zadání je cílem navrhnout novou softwarovou architekturu tak, aby nevykazovala vlastnosti monolitické architektury. V následujících podkapitolách jsou popsány provedené změny, přičemž se vychází z analýzy provedené v kapitole 2.

3.1 Sdílené moduly

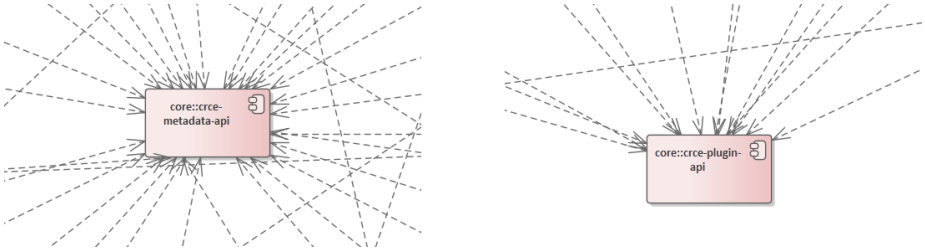
Jak ukazuje obrázek 2.1 se závislostmi jednotlivých modulů, je zde vidět hromadná závislost modulů (viz obr. 3.1) na následujících modulech:

- `crce-metadata-api` (uprostřed diagramu na obr. 2.1),
- `crce-plugin-api` (vpravo v dolní části diagramu na obr. 2.1).

K těmto modulům lze přidat ještě následující tři moduly, které mají přímou závislost na modulu `crce-metadata-api` a nemají vazbu s žádným dalším modulem:

- `crce-metadata-impl`,
- `crce-metadata-json-api`,
- `crce-metadata-json-impl`.

Všech těchto pět modulů tak představuje tzv. *sdílené moduly* (dále též `shared-modules`) a nově se v ostatních modulech, které je vyžadují, používají formou *JAR* knihovny. Důvodem oddělení do samostatné knihovny bylo, aby došlo k eliminaci zmíněných vazeb a bylo možné provádět další granularitu celého systému.



Obrázek 3.1: Ukázka závislosti ostatních modulů na modulu `crce-metadata-api` a modulu `crce-plugin-api`.

3.2 Microservices

Zbylé moduly byly rozděleny dle jejich určení a významu do jednotlivých *microservices* tak, jak ukazuje obr. 3.2.

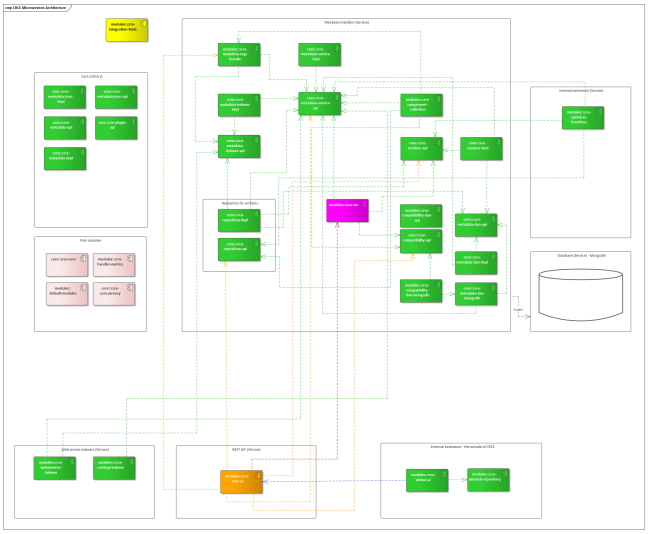
Poznámka: Nejedná se o plnohodnotné *microservices*, ale spíše o jejich přípravu (není vyřešena jejich vzájemná komunikace).

Došlo tak k vytvoření následujících pěti *microservices*:

1. *metadata handlers* – jádro systému
2. *web service indexers* – moduly určené pro indexaci
3. *REST API* – modul řešící komunikaci s vnějším světem
4. *internal extensions* – další interní rozšíření systému (např. výpočty `cost` funkce)
5. *external extensions* – webové rozhraní přímo komunikující pouze s *REST API microservice*

Databáze *MongoDB* běží ve vlastním, dalším kontejneru (tedy také jako *microservice*). Toho již bylo nicméně dosaženo díky předchozím *KIV/SAR* pracím.

Vazby s integračními testy (žlutě označený modul `crce-integration-tests`), které byly původně součástí aplikace, nebyly v důsledku změny architektury zachovány.



Obrázek 3.2: Nově navržená architektura systému *CRCE* rozdělená na jednotlivé *microservices* a sdílené knihovny (blok v levém horním rohu).

3.3 Bezpečnost

V původní architektuře existují přímé vazby mezi jádrem aplikace a mezi webovým rozhraním aplikace – tj. modulem `crce-webui-v2`. S jádrem aplikace ovšem komunikuje i modul `crce-rest-v2`. Vzniká tak možnost nebezpečí dvojí logiky aplikace (v modulu `crce-webui-v2` může existovat metoda pro kontrolu vstupu, zatímco v modulu `crce-rest-v2` to bude opomenuto apod.).

Z pohledu nově navržené architektury se přikláníme k řešení, že komunikace s jádrem aplikace – resp. mezi *metadata handlers microservice* a mezi *external extensions microservice* (tj. webovým rozhraním) – bude probíhat pouze přes *REST API microservice*, abychom tuto dvojí logiku vyloučili. Zároveň tím dáváme možnost potenciálním zákazníkům aplikace, aby si vytvořili vlastní webové rozhraní pro obsluhu aplikace a nemuseli nutně používat webové rozhraní dodávané v systému *CRCE* (např. z důvodu, kdy by měla být funkčnost aplikace implementována do jiného, již existujícího systému).

3.4 Komunikace

Komunikace mezi jednotlivými *microservices* nebyla v rámci práce řešena, nicméně předpokládáme nasazení frameworku *Spring* v kombinaci s již nasazeným *OSGi* a následnou komunikaci mezi *microservices* řešenou pomocí *REST API*.

Možné zdroje, ze kterých by bylo možné vycházet:

- `https://medium.com/@amitbhoraniya/spring-boot-with-osgi-25d2387a459e`
- `https://github.com/vmudigal/microservices-sample`
- `https://github.com/dimmik/osgi-spring-boot-demo`

4 Proof of Concept

Součástí práce je *Proof of Concept*, který ukazuje implementaci, resp. refactoring alespoň dílčí části nově navržené architektury.

4.1 Adresářová struktura

Změnou architektury došlo ke změně adresářové struktury projektu tak, aby odpovídala jednotlivým *microservices* a *sdíleným modulům*. Adresářová struktura je tedy nyní (resp. ve větvi `sar-2020` v repozitáři projektu) následující:

- `build` – soubory zajišťující sestavení modulů třetích stran pro použití v *OSGi*,
- `deploy` – soubory zajišťující sestavení projektu včetně konfiguračních souborů,
- `doc` – soubory s dokumentacemi prací z předmětu *KIV/SAR*,
- `services` – jednotlivé *microservices*, každá z nich pak obsahuje podadresáře:
  - `modules` – moduly, které spadají do dané *microservice*,
  - `parent-aggregation` – rodič pro `pom.xml` soubory (nese informace o názvu a dalších informacích o *microservice*),
  - `third-party` – *OSGi* `bundles` třetích stran, které daná *microservice* vyžaduje,
  - `metadata-modules.txt` – soubor obsahující seznam modulů, které daná *microservice* vyžaduje ke svému běhu a jsou umístěny v jádrové *metadata handlers microservice*,
- `shared-modules` – obsahuje sdílené moduly, které vyžadují ostatní moduly napříč *microservices*, viz podkapitola 3.1.

4.2 `docker-compose`

Součástí práce bylo vytvoření souboru `docker-compose.yml`, v němž jsou specifikovány jednotlivé *microservices*, které se mají sestavit a spustit.

Součástí tohoto nastavení je, na jakém portu bude daná *microservice* naslouchat (např. webové rozhraní *external extensions microservices* na portu `8080`, *REST API microservice* na portu `8082` apod.), `connection string` k databázi, *docker volume*, na němž jsou uloženy sdílené moduly apod.

Všechny *microservices* navíc používají nadefinovanou vnitřní síť `crce`. Jejich běh tak neovlivňují požadavky z hostitelského operačního systému.

Součástí `docker-compose` je ještě další soubor `.env`, který obsahuje používané proměnné (názvy *docker volume*, cesty v souborovém systému apod.).

Využití `docker-compose` navíc umožňuje použít škálování, kdy lze pomocí argumentu `--scale SERVICE=NUM` nastavit počet spuštěných instancí konkrétní *microservice*.

Pro sestavení projektu je třeba mít nainstalován `docker-compose` minimálně ve verzi *v1.27.4*.

```
externalextensions:
        depends_on:
                - database
        container_name: "crce_external-extensions"
        tty: true
        networks:
                - crce
        environment:
                - "mongo_connection=mongodb://172.17.0.1:27017"
        build:
            dockerfile: ${DEPLOY_DOCKERFILE_NOT_METADATA_PATH}
            context: .
            args:
                - SERVICE_PATH_PREFIX=${EXTERNAL_EXTENSIONS_SERVICE_PATH}
        ports:
            - "8080:8080"
        volumes:
            - ${METADATA_MODULES_VOLUME_NAME}:/home/crce/metadata
            - ${SHARED_MODULES_VOLUME_NAME}:/home/crce/shared-modules:ro
            - maven-cache:/root/.m2
```

Obrázek 4.1: Příklad jedné *microservice* v souboru `docker-compose.yml`.

4.3 `Dockerfile`

Projekt nově obsahuje dva obsáhlé `Dockerfile` soubory, které společně se skriptem `build_shared_modules.sh` připraví *docker volume* se *sdílenými moduly* a v rámci `Dockerfile` souboru pak dojde k nakopírovaní potřebných souborů do každé překládané *microservice*.

Rozdělení na dva `Dockerfile` soubory je z toho důvodu, že jeden je použit pro jádrovou *metadata handlers microservice*, druhý pak pro zbylé *microservices*.

`Dockerfile` obsahuje navíc i konfiguraci *Apache Felix* z předchozí *KIV/SAR* práce.

4.4 `metadata-modules.txt`

Tento textový soubor je obsažen v kořenovém adresáři každé *microservice* (ty jsou v adresáři `/services`). Jediná *microservice*, která tento soubor neobsahuje je jádrová *metadata handlers microservice*.

Soubor na každém z řádků obsahuje název modulu, který daná *microservice* potřebuje ke svému běhu, ale nemá jej v adresáři `modules`. Jedná se o moduly, které jsou v jádrové *metadata handlers microservice*.

Skript `build-code.bash` se následně postará o to, že nakopíruje požadované moduly do dané *microservice* z *docker volume* `metadata-modules`, kde jsou tyto moduly umístěny.

4.5 Maven Wrapper

Pro sestavení se nově používá *Maven Wrapper*, který funguje ve formě samostatného skriptu, čímž odpadá nutnost instalace *Maven* do *docker container*. Navíc lze specifikovat, jaká konkrétní verze *Maven* má být použita.

V rámci `Dockerfile` byl pro *Maven Wrapper* vytvořen alias `mvn` namísto `mvnw`. Voláním `mvn` se tedy volá *Maven Wrapper*.

Každé volání příkazu `mvn` se provádí s parametrem `--no-transfer-progress`, který uživateli na výstup nevypisuje informace o stahování (zprávy typu „*downloading...*“). V současném stavu jsou během sestavování projektu přeskočeny testy (z důvodu urychlení celého sestavení). V budoucnu by nicméně bylo vhodnější dát možnost provést sestavení opět včetně funkčních testů.

4.6 Flow sestavení

Celý proces sestavení začíná spuštěním skriptu `build.sh` v kořenovém adresáři projektu.

Pro sestavení projektu jsou nejprve vytvořeny všechny potřebné, sdílené *docker volumes*:

- `shared-modules` – obsahují sdílené knihovny (viz podkapitola 3.1),
- `metadata-modules` – obsahují moduly z jádrové *metadata handlers microservice*.

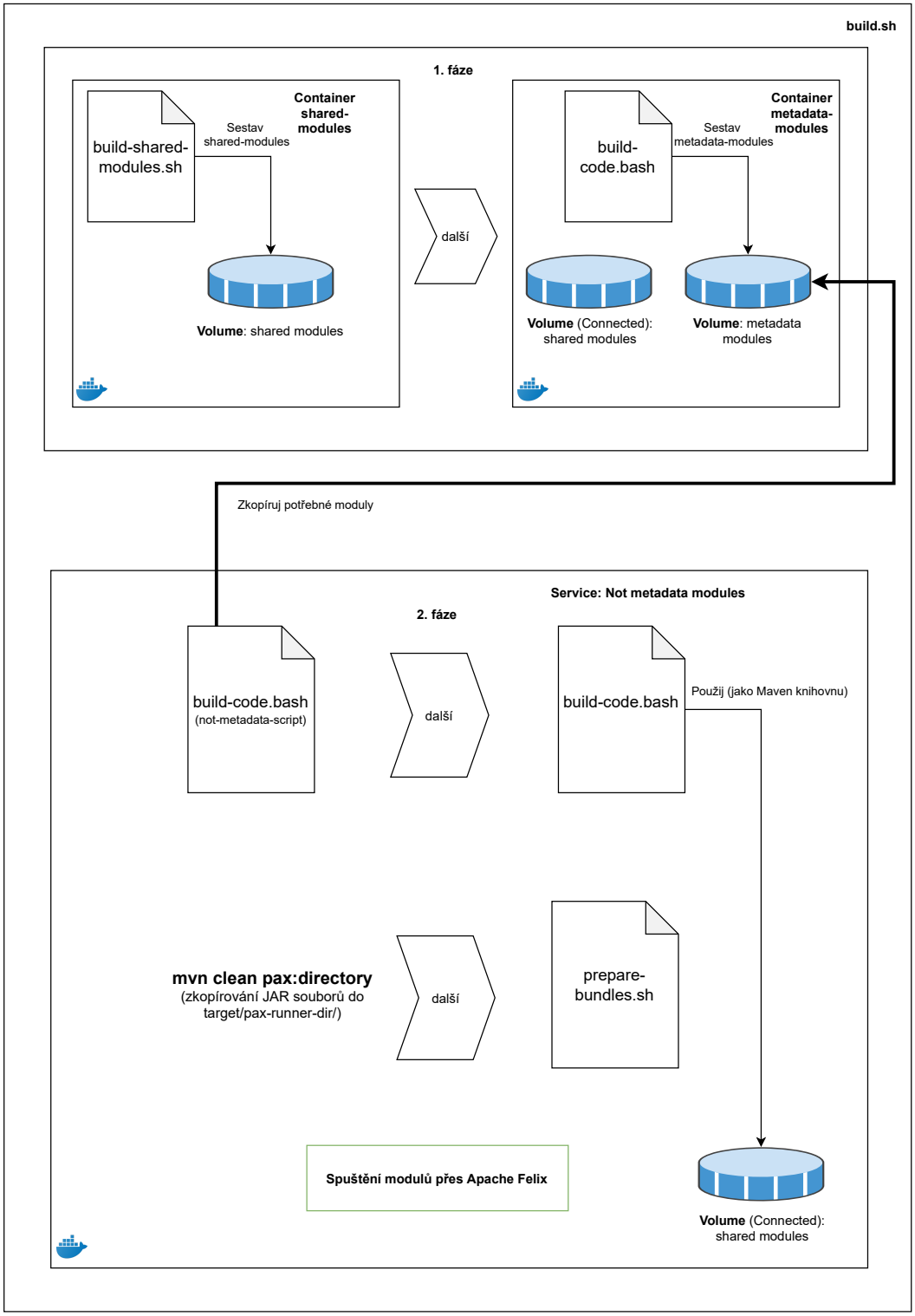
Například *docker volume* `shared-modules` obsahuje přeložené *sdílené moduly* ve formě `JAR` knihoven (viz podkapitola 3.1). K jeho vytvoření dojde díky skriptu `build.sh`. Dále pak skript `build_shared_modules.sh` stáhne a připraví potřebné závislosti, vytvoří požadovanou adresářovou strukturu na základě `package` a verze modulu a vytvoří výsledný *JAR* soubor v tomto adresáři. Nakonec dojde ještě k vytvoření `.pom` souboru, který obsahuje informace o daném modulu.

Další na řadu přichází sestavení `metadata-modules`. Tento *docker volume* je sestaven jako klasická *microservice* narozdíl od `shared-modules`. Do vytvořeného *docker volume* se zkopíruje aktuální zdrojový kód a ten se následně sestaví pomocí *Maven*. Následuje spuštění příkazu `mvn clean pax:directory`. Ten shromáždí `JAR` soubory jednotlivých modulů do jednoho adresáře. Potom přijde na řadu z dřívějška existující soubor `prepare-bundles.sh`, který shromáždí všechny potřebné informace do `JAR` souborů pro každý modul a zkopíruje je do *Apache Felix* adresáře (do `bundles`).

Po sestavení `metadata-modules` se spustí jednotlivé *microservices*, které pro své sestavení využívají výše zmíněná *docker volumes*.

Po sestavení každé *microservice* se spustí *Apache Felix*, který načte jednotlivé `bundles` a vznikne tak funkční celek.

Celý tento proces je popsán i v repozitáři projektu, popř. na obr. 4.2 a stejně tak jsou okomentovány i skripty, které zajišťují sestavení.



Obrázek 4.2: Postup sestavení projektu při spuštění skriptu `build.sh`.

4.6.1 Možnosti sestavení a spuštění

`build all`

Sestaví jak `shared-modules`, tak `metadata-modules` a zároveň připraví všechny *docker volumes* a spustí jednotlivé *microservices*.

`build`

Funguje stejně jako `build all` s tím rozdílem, že nesestaví `shared-modules`.

start.sh

Spustí pouze jednotlivé *microservices*.

5 Závěr

Výstupem semestrální práce je nově navržená softwarová architektura aplikace *CRCE*, přičemž cílem bylo rozdělit aplikaci do několika dílčích modulů, resp. jednotlivých *microservices* tak, aby nevykazovala vlastnosti monolitické architektury. Toho bylo dosaženo možným rozdělením na pět *microservices* (resp. šest včetně databáze) a na sdílené moduly.

Součástí práce je i *Proof of Concept*, který umožňuje aplikaci sestavit a spustit tak, aby odpovídala nově navržené architektuře. K tomu bylo třeba změnit *build* proces celého projektu a upravit/doplnit `pom.xml` soubory u každého z modulů.

Zároveň došlo k vytvoření dalších souborů typu `Dockerfile` a stejně tak souboru `docker-compose.yml`. Sestavení a spuštění celého projektu je po provedení těchto změn navíc jednodušší než bylo v původních verzích aplikace – stačí jen spustit skript `build.sh`, který připraví sdílené *docker volumes*, postupně přeloží zdrojový kód každé *microservice*, spustí databázi *MongoDB* a jednotlivé *microservices* poté spustí na zvolených portech.

Zachována a otestována byla i funkčnost webového rozhraní na portu `8080` (nyní tedy již ve formě *microservice*). *Microservice* obsluhující *REST API* je dostupný na portu `8082` (viz soubor `docker-compose`) a také funguje dle očekávání (tzn. vrací požadované výsledky z databáze při zobrazení konkrétního *REST API endpoint*).

Zároveň došlo k opravení některých chyb z předchozích verzí projektu (např. opraveno vytváření *ZIP* souborů ve skriptu `prepare-bundles.sh`). Spolu s tím došlo k vyčištění celého projektu od nepoužívaných souborů. Adresářová struktura projektu je tak na první pohled odlišná od jiných větví projektu (způsobeno především změnou architektury).

Všechny nově vytvořené skripty byly okomentovány. Výsledek semestrální práce lze vidět na větvi `sar-2020` dostupné v repozitáři *GitHub* na URL adrese `https://github.com/ReliSA/CRCE/tree/sar-2020`.

Komunikace mezi jednotlivými *microservices* nebyla řešena ani implementována, ale součástí dokumentace jsou zdroje (viz podkapitola 3.4), pomocí nichž by bylo možné tuto funkcionalitu doimplementovat.