

GÁBOR DÉNES FŐISKOLA

MÉRNÖKINFORMATIKUS ALAPKÉPZÉS

**Helpdesk rendszer megvalósítása
mikroszerviz alapú elosztott
alkalmazással**

Bőle Balázs

Konzulens:

Dr. Nagy Elemér Károly

Szoftverfejlesztés szakirány



2020 november

Helpdesk rendszer megvalósítása mikroszerviz alapú elosztott alkalmazással

készítette

Bőle Balázs

Neptun kód: DXQRPJ

Elérhetőség: bolebalazs@gmail.com

Konzulens: Dr. Nagy Elemér Károly

A dolgozat elektronikus változata elérhető a <https://github.com/balazsBole/> címen.



Budapest, 2020 november.

Kivonat

Dolgozatomban ismertetem egy mikroszerviz alapú elosztott alkalmazás felépítését, a tervezés során fellépő általános problémákat, valamint ezekre a problémákra adható megoldásokat.

Nagy vonalakban és feladatspecifikusan áttekintem a felhasznált technológiákat és módszertanokat.

Ezek tükrében bemutatom a létrehozott szoftvert, infrastruktúrát és az üzemeltetéséhez szükséges eszközöket.

Tartalomjegyzék

Tartalomjegyzék	iii
Ábrák jegyzéke	v
Bevezetés	1
1. Üzleti igények	2
1.1. Funkcionális igények	2
1.1.1. E-mail fogadása és küldése	2
1.1.2. E-mail szálak kezelése	2
1.1.3. Több felhasználó	2
1.2. Nem funkcionális igények	3
1.2.1. Skálázhatóság	3
1.2.2. Granuláris felosztottság	4
1.2.3. Mérhető indikátorok	4
1.2.4. I18N	5
2. Technológiai áttekintés	6
2.1. Mikroszerviz architektúra	6
2.2. Hexagonális architektúra	7
2.3. Rétegek szeparálása	8
2.4. Apache Kafka	8
2.5. Angular	9
2.6. Spring Boot	9
3. Az alkalmazás felépítése	10
3.1. Legfontosabb komponensek	10
3.2. Adatbázis UML diagram	11
3.3. E-mail fogadásának és küldésének folyamata	11

4. Implementáció	14
4.1. Mikroszerviz infrastruktúra	14
4.1.1. Nginx	14
4.1.2. Docker konténerizáció	14
4.1.3. Metrikák	15
4.2. E-mail kliens	15
4.2.1. E-mail szabvány	15
4.3. Helpdesk backend	16
4.3.1. Spring Boot	16
4.3.2. Adatbázis	17
4.3.3. Egyéb eszközök	17
4.4. Helpdesk frontend	18
4.4.1. Kommunikáció a backenddel	18
4.4.2. Komponensek	18
4.4.3. Futtatási környezet	18
4.5. Keycloak	18
4.5.1. Jogosultságkezelés	20
4.5.2. JSON Web Token	20
4.6. Kafka	20
5. Alkalmazás bemutatása	21
5.1. Alkalmazás elindítása	21
5.2. Több példány	21
5.3. Deployment	22
5.4. Load test	22
5.5. E-mail fogadásának és küldésének folyamata	22
5.6. Felhasználói felület funkciói	25
5.7. Kafka topicok?	25
6. Továbbfejlesztési lehetőségek	26
7. Tapasztalatok	27
Irodalomjegyzék	29

Ábrák jegyzéke

1.1. Az e-mailszálak státuszváltozásai	3
1.2. Elérhető funkciók	4
2.1. Hexagonális alkalmazások felépítése	8
3.1. A legfontosabb komponensek	10
3.2. A backend adatbázistáblái	11
3.3. A bejövő és kimenő e-mail útja	13
4.1. E-mail kliens szekvencia diagramja	16
4.2. Helpdesk backend szekvencia diagramja	17
4.3. Helpdesk frontend szekvencia diagramja	19
5.1. Deployment diagram	23
5.2. E-mail fogadásának és küldésének folyamata során követhető lépések . .	24

Bevezetés

Ahogy az O'Really által az év elején készített felmérésből [1] is látszik, a mikroszerviz alapú alkalmazások egyre nagyobb népszerűségnek örvendenek. Egyre több cég szeretné lecserélni meglévő monolit rendszerét, vagy a szükséges új funkciókat a régebbi rendszertől függetlenül, hibrid rendszerben valósítana meg.

Mint az a wiredelta cikkéből [2] is látszik, a mikroszerviz architektúrának számtalan előnye van. Míg a nagyvállalati környezetben sokszor a folyamatos szállítási igény, vagy az egymástól függetlenül fejleszthető alrendszerek miatt döntenek emellett a technológia mellett, az én esetemben a legfontosabb szerepet a skálázhatóság, az újrafelhasználhatóság, és az alacsony fenntartási költség játszotta.

Úgy gondolom, hogy nincs olyan technológia, ami minden problémára megoldást nyújtana. De úgy érzem hogy az ilyen elvek mentén kialakított alkalmazások, természetükből adódóan időtállóbbak lesznek. Ha el tudjuk érni, hogy egy alkalmazás valóban csak egy funkcióért kell hogy felelős legyen, azzal a problémamegoldás analitikus oldalát emeljük rendszerszintre.

Éppen ezért, a mikroszerviz architektúra legnagyobb előnye szerintem a rendszerezésből következik.

1. fejezet

Üzleti igények

Ebben a fejezetben szeretném bemutatni a Helpdesk alkalmazás felé megfogalmazott üzleti igényeket.

1.1. Funkcionális igények

1.1.1. E-mail fogadása és küldése

Az ügyfelektől érkező e-maileket az alkalmazás képes fogadni, hosszú távra megőrizni. Számukra formázott válasz e-mail küldhető.

A rendszernek képesnek kell lennie több e-mail cím kezelésére. A beérkező új üzeneteket a címzettnek megfelelő előre definiált sorhoz kell hozzárendelni.

1.1.2. E-mail szálak kezelése

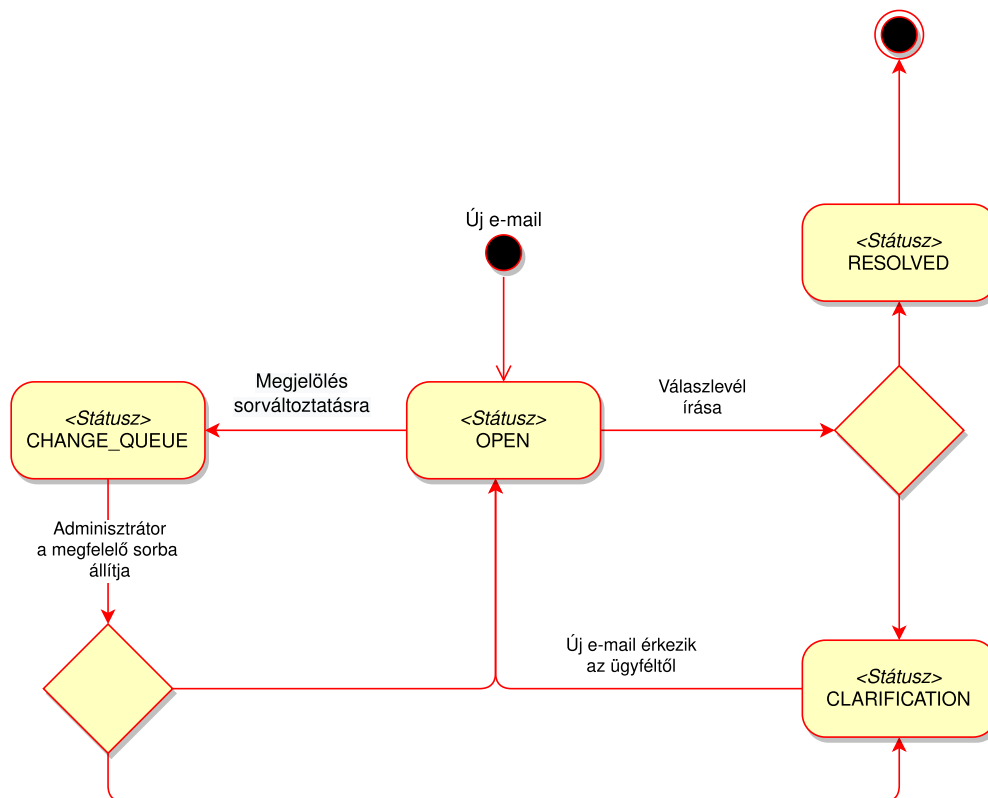
A rendszer által kezelt üzenetek szálakba rendezve érhetőek el. Egy szál az ügyfél és a felhasználó közötti üzenetváltásokból épül fel.

Az üzenetszálakra vonatkozó összes adat historikusan lekérdezhető, státuszuk az [1.1](#) ábrán definiált útvonalaknak megfelelően változtatható.

1.1.3. Több felhasználó

A rendszert egyszerre több felhasználó használhatja. Minden felhasználó csak a saját emailszárait kezelheti, csak azokra válaszolhat.

Minden felhasználó pontosan egy az [1.1.1](#) fejezetben említett sorhoz tartozik. Csak az ugyanabba a sorba tartozó e-mail szál rendelhető hozzá. A számára kijelölt szálakat képes –a saját során belül– más felhasználóhoz rendelni.



1.1. ábra. Az e-mailszálak státuszváltozásai

Forrás: saját ábra

A felhasználók eltérő jogkörökkel rendelkezhetnek. Az adminisztratív jogkörrel rendelkező felhasználó végzi az új emailszál felhasználóhoz rendelését, valamint a *change queue* státuszban (1.1 ábra) lévő üzenetszálak új sorba irányítását.

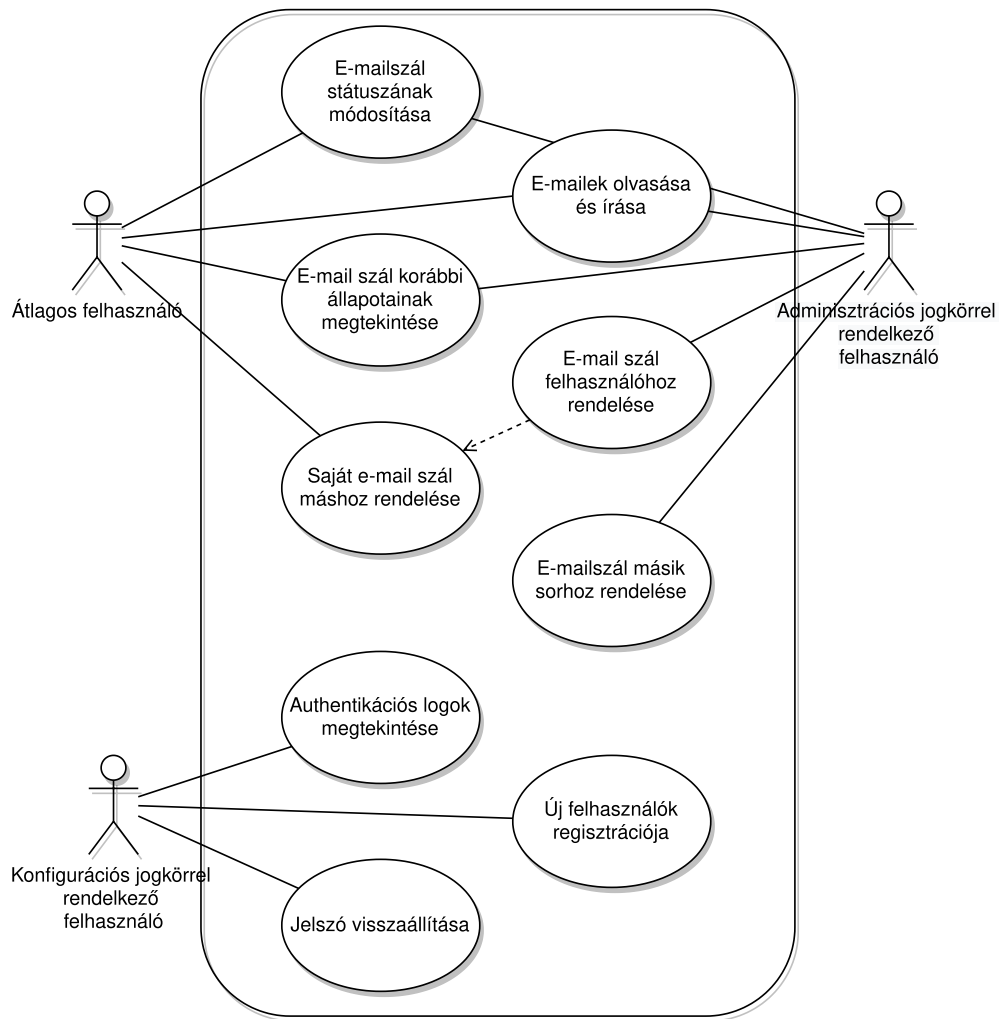
A konfigurációs jogkörrel rendelkező felhasználó feladata más felhasználók regisztrálása, valamint az alkalmazásban használt jogkörök (*role*-ok) kezelése. Lehetősége van továbbá autentikációs logok megtekintésére, jelszó visszaállítására és más felhasználók megszemélyesítésére (*impersonate*).

A felhasználói felületen elérhető funkciókat az 1.2 ábra foglalja össze.

1.2. Nem funkcionális igények

1.2.1. Horizontális skálázhatóság

A kiszorgálandó kliensek száma napi és havi szinten is eltérő. Az év egyes időszakaiban nagyobb volumenű ügyfél-interakció prognosztizálható. A hibatűrés javítása, és a megnövekedett forgalom érdekében –ezekben az előre meghatározott időszakokban– horizontális skálázódás szükséges.



1.2. ábra. Elérhető funkciók jogosultság szerint csoportosítva

Forrás: saját ábra

1.2.2. Granuláris felosztottság

A helpdesk alkalmazást használó ügyfélszolgálat munkaórákban a legaktívabb, míg az e-maileket küldő ügyfelek hétvégente és hétköznap munkaórákon kívül a legaktívabbak.

A hosszútávú tervekben szerepel a helpdesk alkalmazás és a belső céges levelezés integrálása.

A fenti két szempont miatt célszerű a megvalósítandó funkciók minél nagyobb mértékű szeparálására törekedni.

1.2.3. Mérhető indikátorok

A rendszernek átlagosan 100 felhasználót kell kiszolgálnia másodpercenként. A várható csúcsteljesítmény 10 000 lekérdezés másodpercenként. A tolerálható legnagyobb

válaszidő 1 másodperc/lekérés.

1.2.4. I18N

A felhasználói, adminisztratív és karbantartói felületek angol nyelven érhetőek el. Több nyelv kezelése nem szükséges.

2. fejezet

Felhasznált technológiák

Az alkalmazás rendszer szinten mikroszerviz (2.1), a modulok szintjén hexagonális architektúrába (2.2) rendezve készült el. A frontend Angulart (2.5), a backend és az e-mail kliens Spring Boot-ot (2.6) használ. A alkalmazáson belüli események kezelésére és tárolására Apache Kafkát (2.4) használok.

2.1. Mikroszerviz architektúra

Bár a kifejezés már régóta ismert, nincs egy központilag elfogadott, egységes definíció arra nézve, miket nevezünk mikroszervizeknek. A legtöbb szerző jobb híján a visszatérő karakterisztikus tulajdonságuk alapján sorolja be az alkalmazásokat ebbe a kategóriába [3]. Egy tipikus mikroszerviz a következő tulajdonságoknak felel meg:

- pontosan egy üzleti funkció köré szerveződik
- más szervizekkel laza, általában hálózaton keresztül megvalósuló kapcsolatban áll
- ha szüksége van adatbázisra, akkor sajáttal rendelkezik
- önmagában is működőképes
- decentralizált, tehát nincs egy a munkáját befolyásoló központi irányítórendszer

A hasonló felépítésükből adódóan, számos olyan eszköz van, ami –nem kötelezően, de legtöbbször– együtt fordul elő a mikroszerviz architektúrával. A legfontosabb ilyen fogalmak a:

skálázhatóság a rendszer képessége az áteresztőképességének növelésére. Létezik vertikális¹ és horizontális skálázhatóság².

¹több processzor vagy memória bevonása

²újabb példányok futtatása

konténerizálás a szerviz futtatása saját elszeparált környezetében hardveres virtualizáció segítségével nélkül.

erőforrás felderítés a rendszer által nyújtott erőforrások automatikus felfedezhetősége³.

loadbalancer az a folyamat, ami a bejövő feladatokat erőforrásokhoz rendeli. Legegyszerűbb megvalósítása a *round robin* algoritmus, célja a terhelés egyforma elosztása.

monitorozás az önálló szervizek állapotának felügyelése. A monitorozás során nyújtott metrikák kiterjedhetnek a felhasznált memória mennyiségére, processzorigényére, vagy processzeire is.

2.2. Hexagonális architektúra

A hexagonális architektúra –vagy más néven portok és adapterek architektúrája– egy Alistair Cockburn által létrehozott [4] szoftvertervezési minta. Nevét a cikkben felrajzolt hatszögletű rendszerábrázolásról kapta (2.1 ábra), ami szembenegy a korábban elterjedt réteges elrendezéssel.

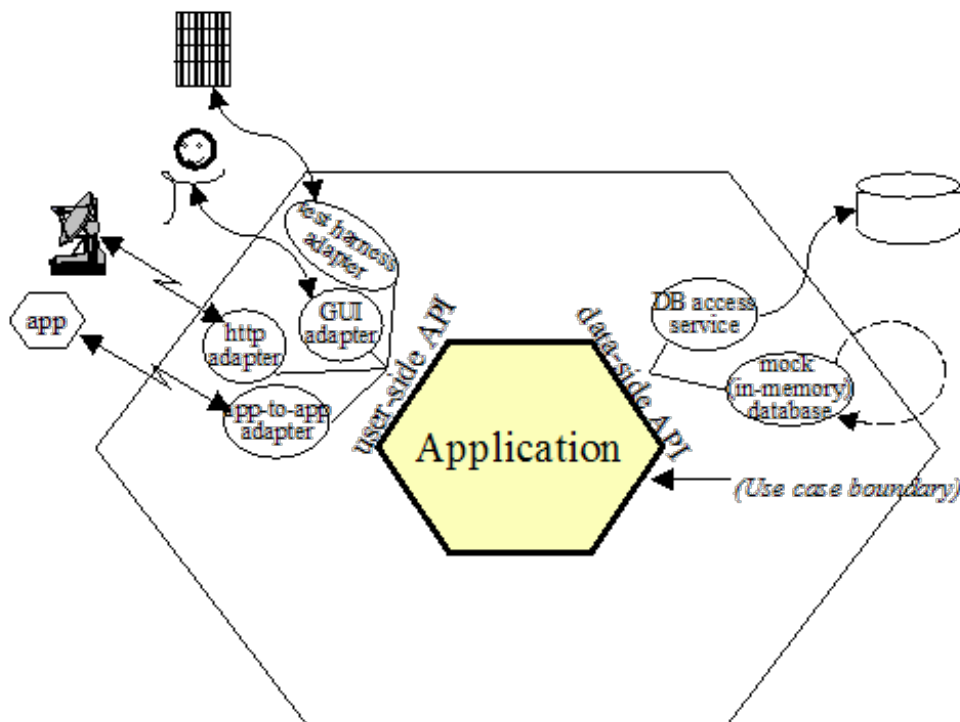
Az eredeti szándék mögöttese az alkalmazás függetlenítése mindennemű külső függőségtől⁴, így lehetővé téve az üzleti és a technikai igények nagy mértékű szeparálását. Egy absztrakt port feladata kell legyen a külvilággal való kapcsolat, így az üzleti logika csak az üzenet tartalmáért felelős, az üzenetküldés módjáért már nem.

Ahogy Robert C. Martin a *The Clean Architecture* cikkében [5] összeszedte, a portadapter és a hasonló architektúrával készülő alkalmazások mind:

- Könnyen, és önmagukban is tesztelhetőek. Mivel az üzleti szabályoknak, nincs külső függőségük.
- Függetlenek a külső tényezőktől. Így az alkalmazás által használt felület vagy adatbázis könnyen cserélhető.
- Keretrendszerrel függetlenül is megvalósíthatóak. A megvalósítás nem függ semmilyen könyvtártól vagy egyéb tulajdonságtól.

³angolul *service discovery*-nek hívják

⁴például adatbázis, felhasználók, automatizált tesztek



2.1. ábra. A hexagonális alkalmazás külső függőségeinek elszeparálása

Forrás: Alistair Cockburn [4]

2.3. Rétegek szeparálása

A hexagonális architektúra (2.2 pont) és a hasonló *clean code* [8] elvek sokszor a különböző szoftver rétegek elkülönítésén alapszanak.

Hogy a feladatok elkülönítése ne vonzza magával az ismétlődő program részletek megnövekedését, célszerű generálni a visszatérő, üzleti funkciót nem hordozó sorokat. Ilyen –a fordítási időben– kódot generáló eszköz a Mapstruct és a Lombok.

2.4. Apache Kafka

Az apache kafka egy üzenet tárolásra és továbbításra kifejlesztett hibatűrő, magas áteresztő képességű, open source alkalmazás [6].

A feladó az üzenetet nem közvetlenül a fogadónak küldi, hanem egy üzenetbrókeren keresztül egy (*topic*)-ba teszi közzé. A fogadó fél hogy megkaphassa az üzenetet, feliratkozik az adott témára.

Redundancia és skálázhatóság miatt egy *topic* több partícióra van elosztva, és ezen felül minden partíció replikálva is van [7]. A partíciók eltérő szerveren lehetnek, ezáltal egy *topic* horizontálisan skálázható. Egy *node* esetleges kiesése esetén a többi *node* át

tudja venni a kiesett *node* szerepét.

A üzenetbórkerek összehaangolását a Zookeeper szervíz végzi. Mivel minden kafka bróker beregisztálja magát a szervízbe, a Zookeeper mindig naprakész információval rendelkezik az üzenetbrókerekről.

Az üzeneteket Apache Avroval szerializálom. Az Avro lehetővé teszi a kompakt bináris tárolást, de natívan támogatja a JSON reprezentációt is. Az Avrohoz szükséges séma nyilvántartásért és az eltérő verziók kezelésért a Schemaregistry szerver felelős. A kafka kliensek a Schemaregistry szerveren keresztül tudják az üzeneteket olvasni és írni.

2.5. Angular

Az Angular egy a Google által fejlesztett TypeScript alapú platform és keretrendszer [9]. A segítségével létrehozott kód erősen modularizált, így könnyű vele újra felhasználható és az MVC-elveit követő alkalmazást létrehozni.

Az Angularral készített honlap teljes mértékben a kliens oldalon fut, így a szerver oldalon elegendő egy egyszerű, statikus HTML-oldalt visszaadó alkalmazásszerver használata.

2.6. Spring Boot

A Spring Boot egy a Springre épülő keretrendszer. Mindkét rendszer alapja a függőség befecskendezése⁵, ami egy a 2.3 pontban említett tiszta kód [8] eszköze.

A Spring Boot [10] célja hogy gyorsan és egyszerűen lehessen önálló, magas minőségű alkalmazásokat fejleszteni:

- az alapbeállítástól való eltérést kell meghatározni⁶ ezzel lecsökkentve a konfigurációval töltött időt,
- valamint sok gyakran visszatérő problémára⁷ nyújt könnyen elérhető megoldást.

⁵Angolul *Dependency Injection*

⁶A Spring Boot dokumentációban ezt röviden *convention over configuration*-nek hívják

⁷Például: metrikák, biztonság, adattárolás

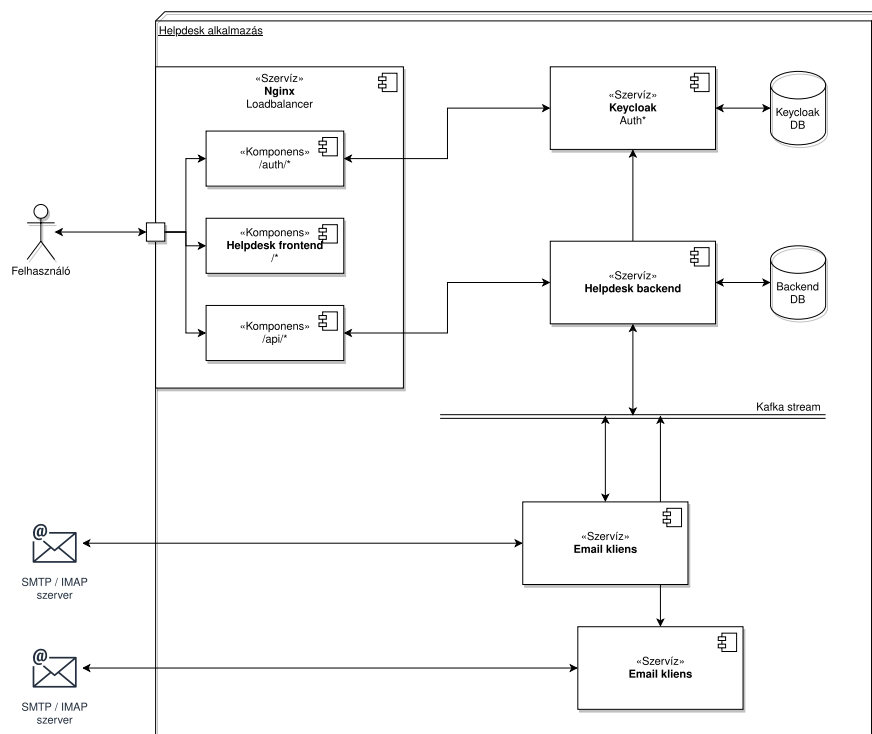
3. fejezet

Az alkalmazás felépítése

Ebben a fejezetben szeretnék egy átfogó képet adni a helpdesk alkalmazásról. Az egyes komponensek részletes leírása a 4. fejezetben található.

3.1. Legfontosabb komponensek

A 3.1. ábrán a legfontosabb szervizeket gyűjtöttem össze. Az üzleti funkcionalitás megvalósulása az itt bemutatott komponensek összehangolt munkáján keresztül valósul meg.



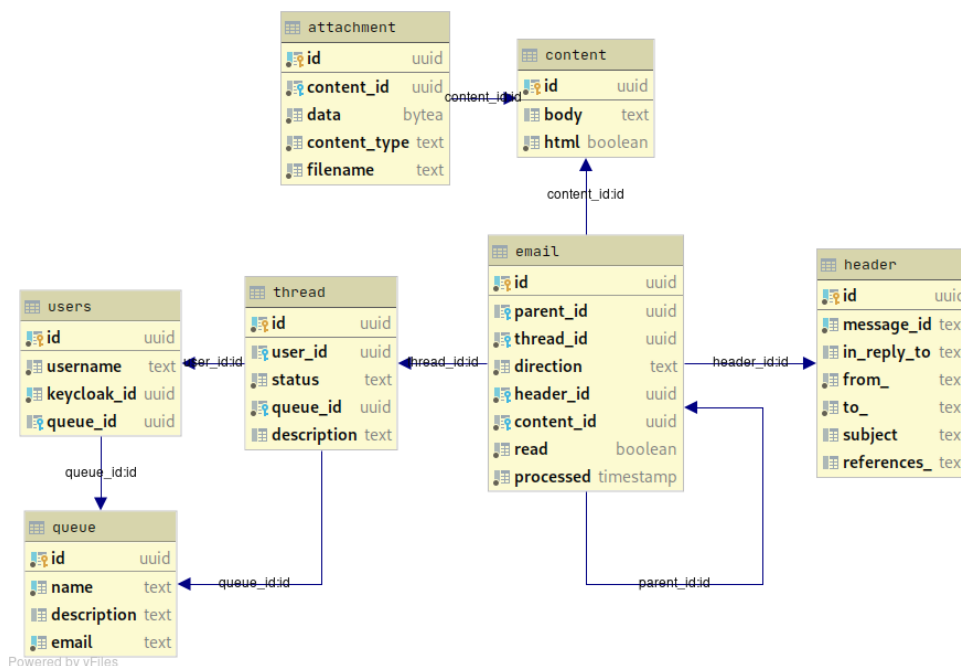
3.1. ábra. A legfontosabb komponensek

Forrás: saját ábra

- A felhasználó az nginx-en (4.1.1 pont) keresztül éri el a helpdesk alkalmazást.
- Az nginx dönti el, hogy melyik URL-t melyik szerviz szolgálja ki.
- Az email kliens és a helpdesk backend kafka streamen keresztül éri el egymást.
- Az email kliensek kezelik az e-mail szerverekkel való adatcserét.

3.2. Adatbázis UML diagram

A helpdesk backend adatbázis legfontosabb tábláit a 3.2. ábra tartalmazza. Az ábrán nem szerepelnek az audithoz, és a liquibase által használt táblák (4.3.2 pont). Az 5. fejezetben található ?? ábra tartalmazza az adatbázis összes tábláját.



3.2. ábra. A backend adatbázistáblái

Forrás: saját ábra

3.3. E-mail fogadásának és küldésének folyamata

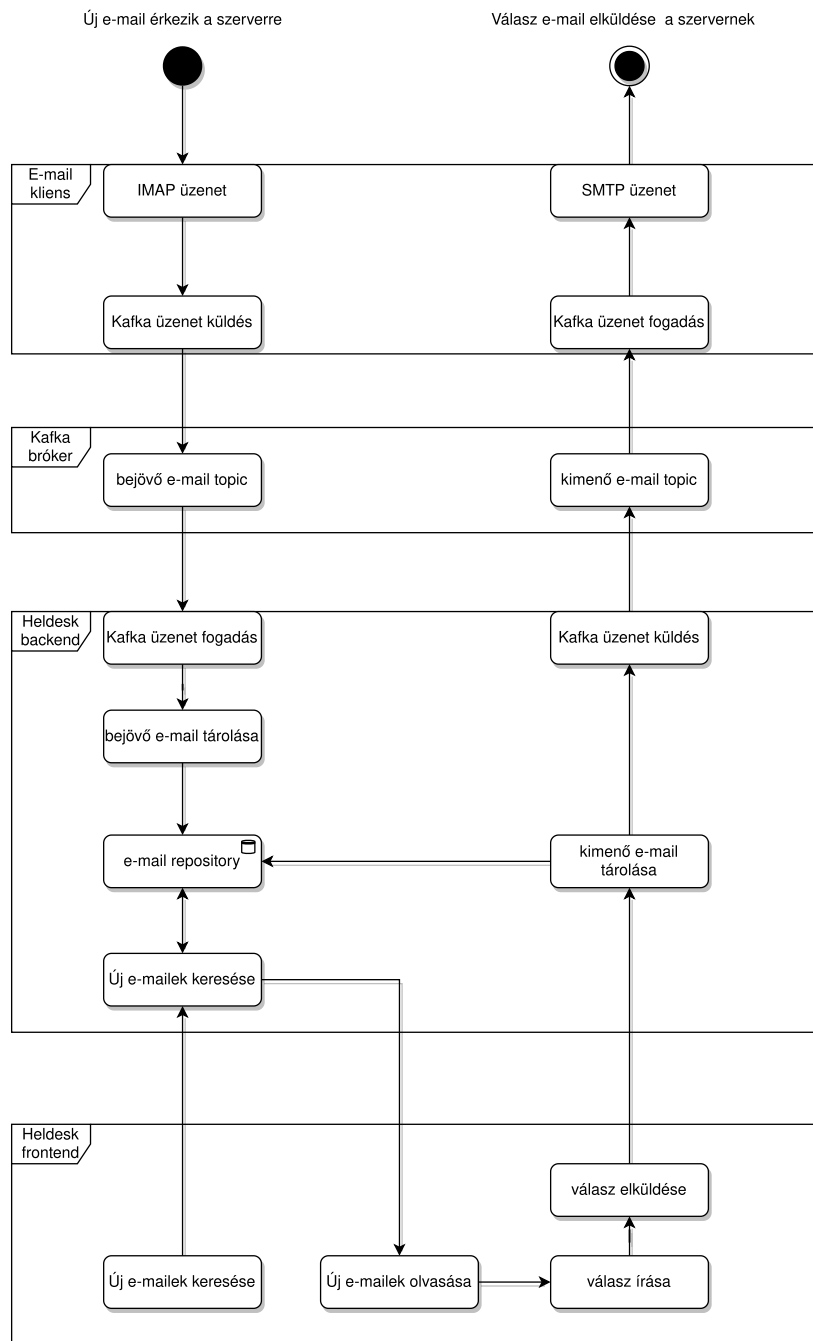
A könnyebb átláthatóság érdekében, a folyamatokat egy e-mail szemszögéből mutatom be a 3.3. ábrán. Az e-mail fogadása során:

1. Az e-mail kliens IMAP protokollon keresztül megkapja az új e-mailt.

2. Az e-mail kliens a bejövő e-mailt egy kafka üzenetként teszi közzé a bejövő e-mailek kafka *topicban*.
3. A bejövő e-mailek *topicra* feliratkozott helpdesk backend megkapja a kafka üzenetet.
4. A helpdesk backend eltárolja az új üzenetet az adatbázisban
5. A felhasználó a frontend segítségével lekérdezi az újonnan beérkezett e-maileket.
6. A helpdesk backend a kérésre elküldi az újonnan fogadott e-mailt.

Az e-mail küldése során:

1. A felhasználó az új e-mail elolvasása után a frontend segítségével megírja a választ.
2. A felhasználó elküldi a választ a helpdesk backendnek.
3. A helpdesk backend eltárolja az adatbázisba az új e-mailt, majd az e-mail szálnak megfelelő kimenő e-mail *topicba* közzéteszi az új üzenetet.
4. Az e-mail cím specifikus kimenő e-mailek *topicra* feliratkozott e-mail kliens megkapja a kafka üzenetet.
5. Az e-mail kliens SMTP protokollon keresztül elküldi az új e-mailt.



3.3. ábra. A bejövő és kimenő e-mail útja

Forrás: saját ábra

4. fejezet

Implementáció

Szeretném külön-külön bemutatni az egyes komponenseket. Kiemelni a komponensek által megvalósított funkciókat, és a megvalósítás szempontjából fontos részleteket.

4.1. Mikroszerviz infrastruktúra

4.1.1. Nginx

Az nginxnek három elkülönülő szerepe van:

- A helpdesk frontend alkalmazásszervereként működik (lásd 2.5 pont)
- Routingot valósít meg, rajta keresztül érhető el a helpdesk backend és a keycloak szerviz
- HTTP cache-ként működik a frontend és a backend között, illetve a frontend és a keycloak között

A loadbalancer funkcionalitás a docker round-robin DNS-en (4.1.2) keresztül valósul meg.

4.1.2. Docker konténerizáció

Az alkalmazás összes szervize saját docker konténerben fut. A docker konfigurációs leírása a *docker-compose.yml* állományban van. A *docker-compose* parancs ez alapján indítja el az alkalmazást, hozza létre a saját alhálózatát, valósítja meg a hálózaton belüli DNS-funkciót.

A konténerek skálázása is a dockeren keresztül (*docker-compose -scale*) valósul meg.

4.1.3. Metrikák

A springes alkalmazásaim egy-egy HTTP endpointon keresztül érhetőek el a prometheus számára (*/actuator/prometheus*) és induláskor beregisztrálják magukat az eureka¹ szerverbe.

A prometheus² az eurekán keresztül találja meg az instanceokat, és gyűjti össze a metrikákat. Az alkalmazások információt küldenek a Kafka konnektorukról, REST interfészükről és az adatbázis kapcsolatukról³.

A Prometheus által összegyűjtött adatokat grafanában⁴ ábrázolom.

4.2. E-mail kliens

Az e-mail kliens szerepe az üzenetek küldése és fogadása egy meghatározott e-mail címről. Feladata a külső protokollok leválasztása az alkalmazástól. Irányítja és karbantartja az IMAP és SMTP szerverrel való kapcsolatot.

A 4.1. ábrán látható a két irányú kommunikáció megvalósulása:

- az IMAP-on keresztül fogadott e-mailt az *email.in.v1.pub* kafka topicba írja,
- a saját –e-mail cím specifikus– topic-jából kiolvassa az üzenetet és továbbítja az SMTP szerver felé.

4.2.1. E-mail szabvány

Az elküldött üzenetek megfelelnek az *rfc5322* szabványnak, különös tekintettel a 3.6.4. pontban [11] meghatározott mezőkre:

Message-ID egy globálisan egyedi azonosító ami egyértelműen azonosítja az üzenetet,

In-Reply-To válasz esetén értéke eredeti üzenet *Message-ID*-ja,

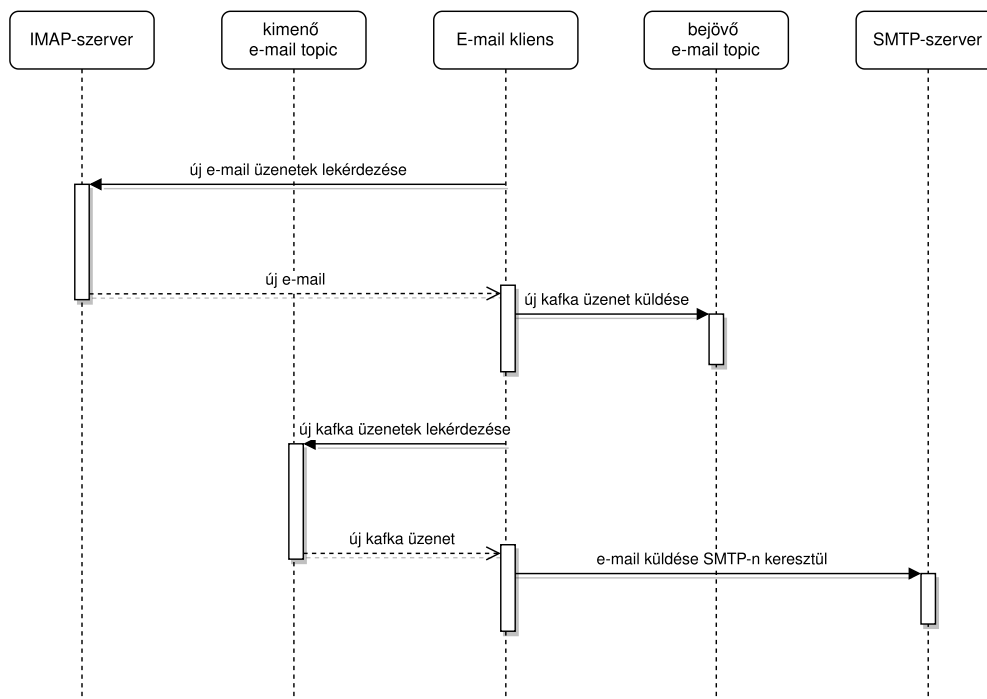
References azonosítja az üzenet szálat, értéke az eredeti üzenetek *Message-ID*-jai vesszővel elválasztva.

¹Az Eureka a Netflix által fejlesztett *discovery server*. Feladata az összes kliens port és ip adatának nyilkvántartása.

²A Prometheus egy open source monitorozó eszköz. 15 másodpercenként lekérdezi a szervizek állapotát.

³HikariCP-t használok JDBC kapcsolathoz

⁴A Grafana egy open source elemző és megjelenítő web alkalmazás



4.1. ábra. E-mail kliens szekvencia diagramja

Forrás: saját ábra

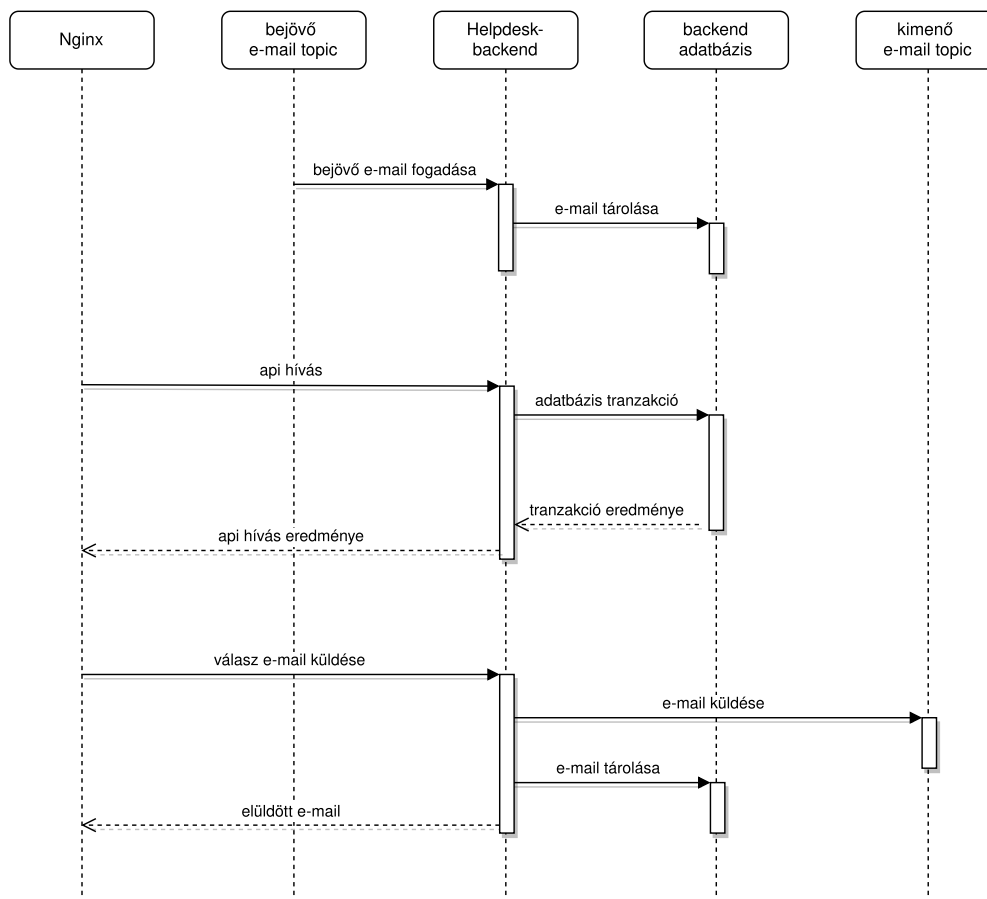
4.3. Helpdesk backend

A backend felelős az e-mail szálakkal kapcsolatos üzleti feladatok ellátásáért. A 4.2. ábrán láthatóak a helpdesk backend funkciói:

- fogadja az *email.in.v1.pub* kafka topic-ból érkező e-maileket,
- kiszolgálja a frontend Nginx-en keresztül érkező kéréseit,
- a megfelelő kafka topic-ba írja az elküldendő üzeneteket,
- tárolja az e-mail szálakkal kapcsolatos adatokat.

4.3.1. Spring Boot

A forráskód Spring Boot (2.6 pont) keretrendszerrel készült. Az elérhető modulok közül a data-jpa-t az adatbázis *repository*-jaihoz, a security-t a keycloak integrációhoz, a webet a *rest controllerek*hez, a prometheus-t és az actuatort a metrikák elkészítéséhez használtam.



4.2. ábra. Helpdesk backend szekvencia diagramja

Forrás: saját ábra

4.3.2. Adatbázis

PostgreSQL adatbázishoz kapcsolódást a HikariCP-n keresztül a Spring kezeli. Az adatok kezelését Hibernate⁵-en keresztül, az adatbázis verziókövetését Liquibase-en keresztül valósítom meg.

Az e-mail szálak audit információinak és verzióinak követésére a Hibernate Envers eszközt használom. Az Envers a neki létrehozott táblában automatikusan követi a megjelölt Hibernate objektumok állapotát.

4.3.3. Egyéb eszközök

A *DTO*-k és az *entity*k közötti leképezést a Mapstruct (2.3) segítségével végzem. A REST *endpoint*ok dokumentációját Swagger segítségével generálom. A Swagger a felannotált osztályokból és metódusokból szabványos OpenApi dokumentációt készít.

⁵A Hibernate egy JPA implementáció, ami objektum relációs leképezést valósít meg

4.4. Helpdesk frontend

A frontend az e-mailek és e-mail szálakkal összefüggő üzleti feladatok megjelenítéséért felelős. A felhasználók jogosultság ellenőrzését végzi el, a bejelentkeztetésüket átirányítja a Keycloak szervernek.

4.4.1. Kommunikáció a backenddel

A backenddel való kommunikáció REST protokollon keresztül zajlik, a szükséges *service*-eket az OpenApi dokumentációból (4.3.3) a *swagger angular generator* hozza létre.

Az aszinkron HTTP hívásokat az NgRx könyvtár alakítja adatfolyamokká. Az így, *Observable*-ként kezelt események már támogatják a stream műveleteket, megkönnyítik a filterezhetőséget és az egységes hibakezelést.

Az NgRx használatával továbbá, elkerülhetőek az aszinkron hívások mellékhatásai, és egy globális, alkalmazás szintű belső állapot hozható létre.

4.4.2. Komponensek

Az egységes megjelenés és az ismerős kinézet miatt, a komponenseim alapjának az Angular Material UI könyvtárat választottam. A könyvtár népszerű az Angular fejlesztők körében, mert a leggyakrabban előforduló felhasználói igényekre elérhető benne kész, könnyen használható megoldás.

A válasz e-mail létrehozására az open source Quill szövegszerkesztőt használtam. Egyszerűen beilleszthető az Angular környezetbe, és a felhasználó számára intuitív kezelőfelülettel rendelkezik.

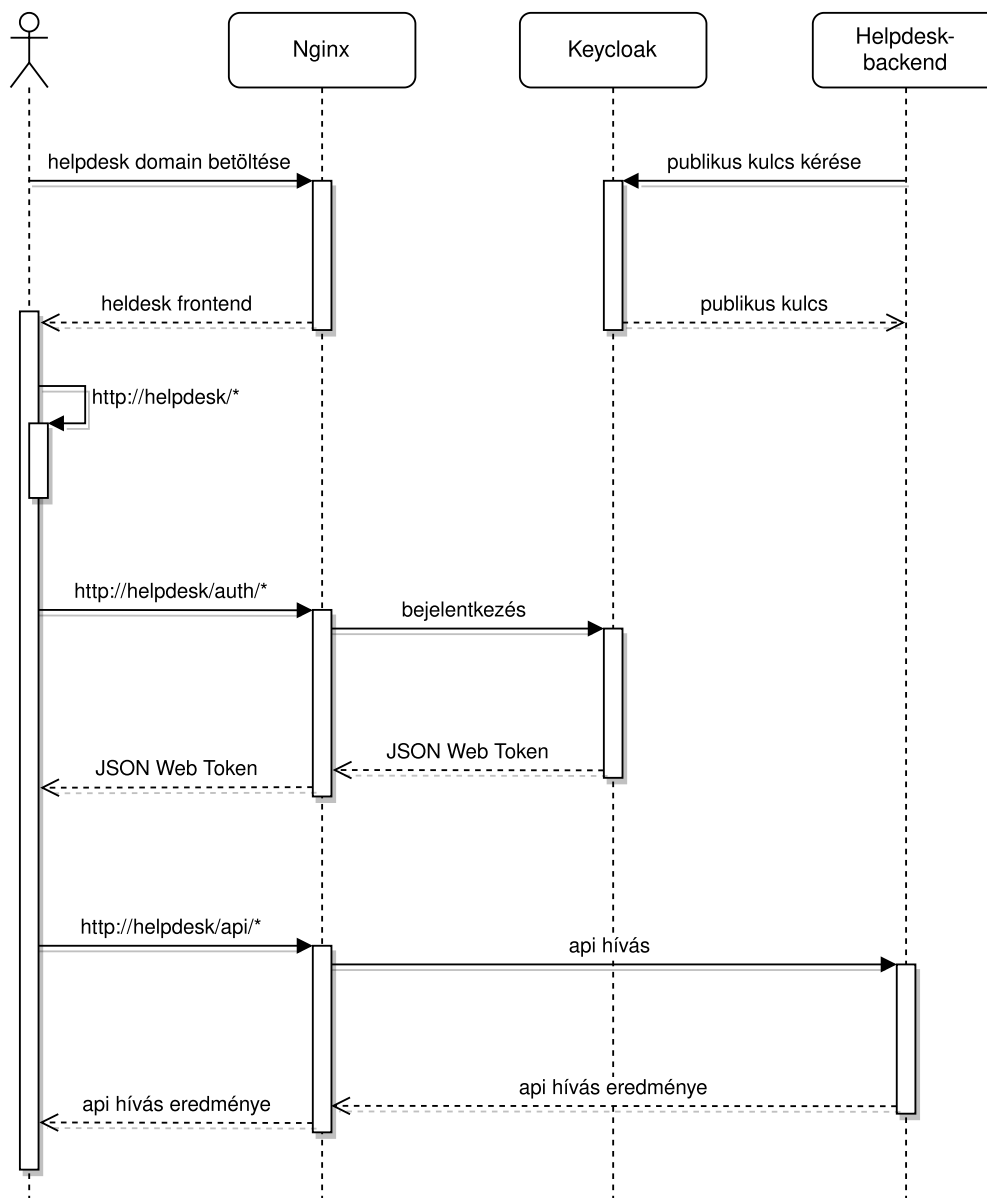
4.4.3. Futtatási környezet

A kész program egy egyszerű HTML, CSS és JavaScript állománnyá fordul. A körülbelül 1,5 MB-nyi forráskódot elegendő a böngészőbe egyszer letölteni, onnantól a program a kliens oldalon fut (lásd 4.3 ábra). A backend felé induló REST kéréseket a loadbalancer (4.1.1) osztja szét a rendelkezésre álló példányok között.

A frontend működését, és függőségeit a 4.3. ábra tartalmazza.

4.5. Keycloak

A Keycloak egy open source jogosultság- és hozzáférés-kezelő. Támogatja az LDAP-ot, SSO-t és a kétlépcsős azonosítást [12].



4.3. ábra. Helpdesk frontend szekvencia diagramja

Forrás: saját ábra

A helpdesk alkalmazásban feladata a felhasználók azonosítása, és adataiknak nyilvántartása. Különálló mikroszervizként, saját adatbázissal rendelkezik.

Adminisztrátor felülete segítségével nyomon követhető a különböző autentikációhoz köthető események, szerkeszthetők az aktuálisan érvényes szerepkörök, és –hibakezelési céllal– megszemélyesíthetők a felhasználók.

4.5.1. Jogosultságkezelés

A jogosultságokat két eltérő területre osztottam fel. A *master realm* a regisztrációért és a jogkörök kiosztásáért, míg a *helpdesk realm* az alkalmazás funkcionális (1.1.3) feladatiért felelős.

A *helpdesk realm*on belül további két jogkört különböztetek meg. Az *admin_user* szerepbe tartozó felhasználók képesek más e-mail szálaikat is kezelni, míg a csupán *regular_user* jogkörbe tartozóak csak a saját e-mail szálaikhoz férhetnek hozzá.

4.5.2. JSON Web Token

A jogosultságkezelés technikai alapját az *rfc7519*-es szabványban [13] leírt JSON Web Token (JWT) adja.

A keycloak szervere által digitálisan aláírt token tartalmazza a felhasználó jogosultságait. A frontend minden HTTP lekérdezéshez csatolja a keycloaktól kapott azonosítót. A backend hitelesíti a tokent a keycloak publikus kulcsával (lásd 4.3 ábra), és a megfelelő jogosultság megléte esetén engedélyezi a hozzáférést az erőforráshoz.

4.6. Kafka

Hogy teljesen elválasszam egymástól az e-mail klienst és a helpdesk backendet, a bejövő és kimenő e-mailek Kafka *topic*-okon (2.4 pont) mennek keresztül. A szeparációval függetlenné teszem egymástól a két rendszer működését, ami lehetővé teszi az eltérő igénybevételnek (1.2.2 pont) megfelelő skálázhatóságot.

5. fejezet

Alkalmazás bemutatása

A helpdesk alkalmazás az 1. fejezetben leírtaknak megfelelően szolgál ki három különböző e-mail címet:

- a *generic* sorhoz tarozó helpdesk.gdf@yandex.com-ot,
- a *travel* sorhoz tarozó helpdesk.gdf.travel@yandex.com-ot,
- és a *theater* sorhoz tarozó h.gdf.theater@gmx.com-ot.

5.1. Alkalmazás elindítása

Az alkalmazás a *start.sh* bash *script*tal indítható el. A *script* két dolgot csinál:

1. a *docker-compose* paranccsal elindítja a docker *containereket* (4.1.2 pont),
2. „helpdesk” domain névvel hozzáadja az Nginx (4.1.1 pont) IP címét a */etc/hosts* állományhoz.

A *script* indítása után a helpdesk alkalmazás elérhető a <http://helpdesk> domain alatt.

5.2. Több példány

A különböző szervizekből a terhelésnek megfelelően eltérő számú példány indul el:

- a helpdesk-backendből három,
- a *theater* sort kezelő email-kliensből egy,
- a *travel* sort kezelő email-kliensből kettő,

- a *generic* sort kezelő email-kliensből három,
- és a Kafka brókerből szintén három darab.

A példányok metrikáit (4.1.3 pont) nyomon lehet követni az erre a célra létrehozott Grafana oldalon (todo ábra). Az oldal elérhető a *Spring metrics* menüpont alatt.

Az todo ábrán csak a Grafana oldal legfelső néhány panele látható, az instance-okra lebontott legfontosabb mérőszámokkal:

- a legfelső sorban a Java Virtual Machine, által akutálisan felhasznált Heap space,
- alatta az aktuális REST lekérések száma,
- a harmadik sorban a feldolgozott Kafka üzenetek száma,
- míg az utolsó sorban a Trace log bejegyzések száma látható.

5.3. Deployment

A könnyebb bemutathatóság érdekében a szemléletesebb szervizeket –hogya ne a docker daemon által kiosztott IP címen keresztül kelljen elérni– a docker hálózaton kívül is elérhetővé tettem.

A *docker-compose* (5.1) által elindított *containereket* az 5.1. ábrán foglaltam össze. Az ábrán feltüntettem, hogy az adott *containert* a *localhost* melyik portján lehet elérni.

5.4. Load test

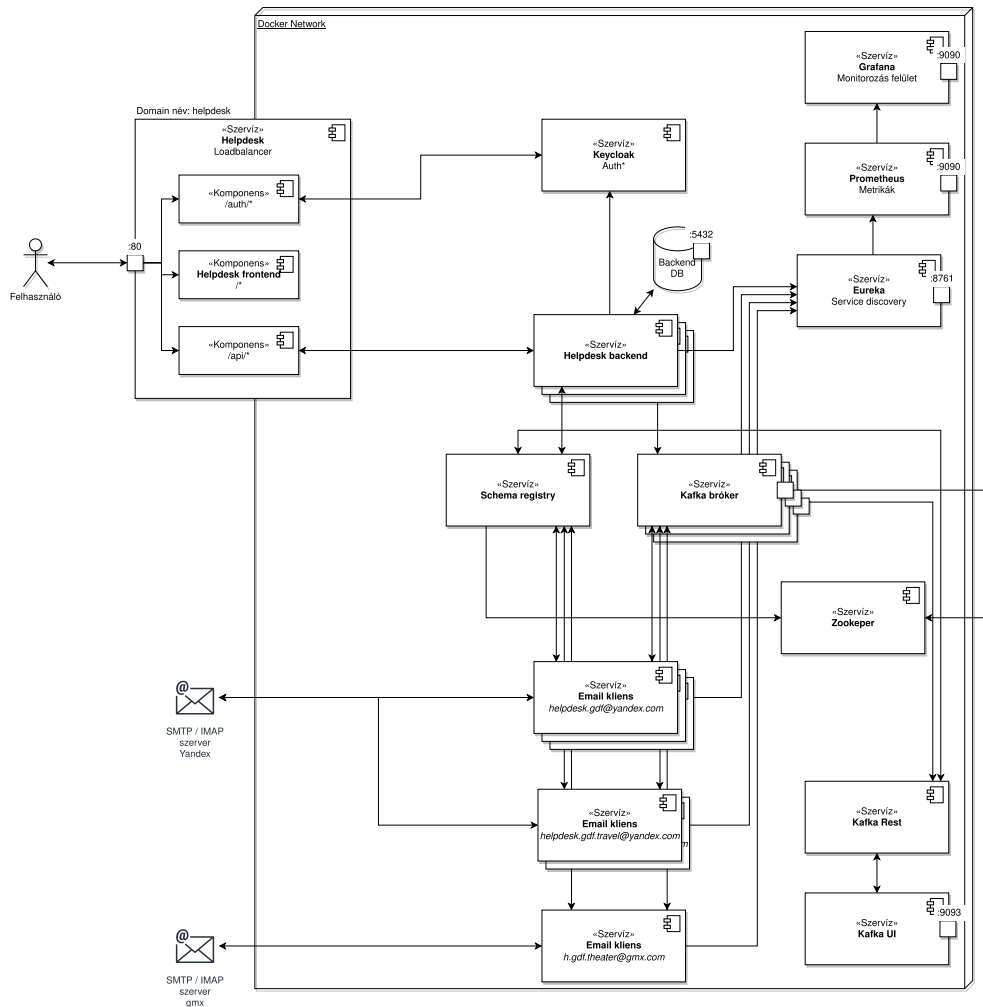
Jmeter load test

5.5. E-mail fogadásának és küldésének folyamata

A 3. fejezetben a 3.3. ábrán bemutattam egy e-mail fogadásának elméleti útját. Most az 5.2. ábrán szeretném bemutatni hogyan követhető végig a rendszerben egy e-mail valódi útja.

E-mail fogadása:

1. Egy teszt üzenet érkezik a helpdesk.gdf.travel@yandex.com címre *E-mail fogadásának és küldésének folyamata* tárggyal
2. Az e-mail kliens kafka üzenetként publikálja az üzenetet az *email.in.v1.pub* topicba (5.2a. ábra).



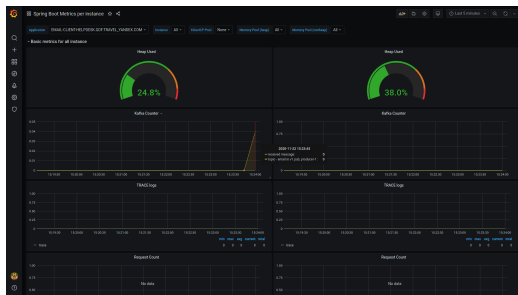
5.1. ábra. Deployment diagram

Forrás: saját ábra

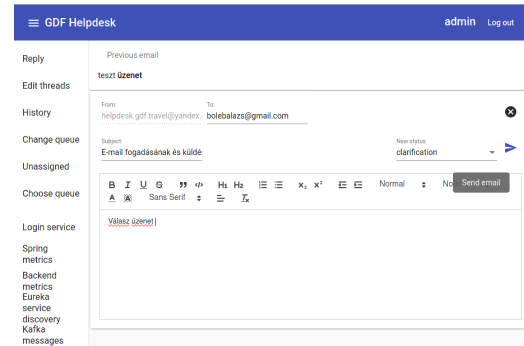
3. A backend megkapja a kafka üzenetet (5.2c. ábra)
4. A backend elmenti az új üzenet az adatbázisba (5.2e. ábra)
5. A felhasználói felületen (5.2g. ábra) elérhető az új üzenet.

E-mail küldése:

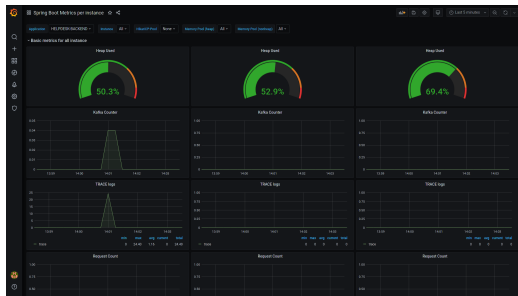
1. A felhasználó elküldi a válaszát a felhasználói felületen (5.2b. ábra).
2. A backend megkapja az üzenetet és eltárolja az adatbázisba (5.2d. ábra).
3. A *h.gdf.theater_gmx.com.v1.pub* topicban megjelenik (5.2f. ábra) a backend által publikált kafka üzenet
4. A topicra feliratkozott e-mail kliens fogadja és továbbítja az üzenetet (5.2h. ábra).



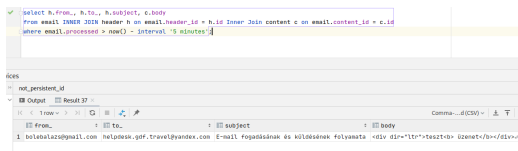
(a) Az egyes instance kafka üzenet küld



(b) A felületen válasz e-mailt küld a felhasználó



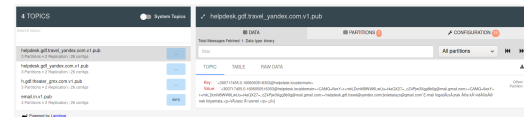
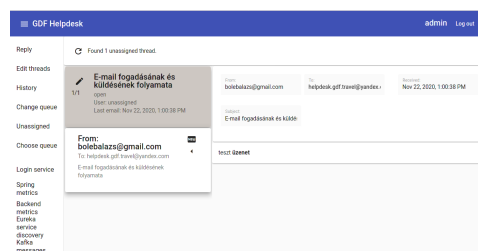
(c) Az egyes instance kafka üzenet fogad



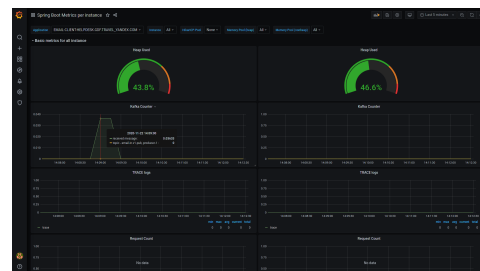
(e) Az új e-mail az adatbázisban



(d) A válasz e-mail az adatbázisban

(f) A *h.gdf.theater_gmx.com.v1.pub* topic új üzenete

(g) A felületen elérhető az új e-mail



(h) Az egyes instance kafka üzenet fogad

5.2. ábra. E-mail fogadásának és küldésének folyamata során követhető lépések

5.6. Felhasználói felület funkciói

képenyőképek? valami how to dokumentáció

5.7. Kafka topicok?

a replication factorról meg a három brókerről topicok meg egyebek

6. fejezet

Továbbfejlesztési lehetőségek

docker swarm vagy kubernetes

7. fejezet

Tapasztalatok

Szeretném összefoglalni a szakdolgozat készítése során nyert tapasztalataim.
nem funkcionális technológiák, mint git, latex
kutatómunka a tervezés hogy mennyi minden
a problémát analizálni és megfelelő megoldást keresni rá
a végé pedig hogy ez mennyire csodás érzés hogy minden úgy működik ahogy kitá-
láltam.
meg miket tanultam: normalizálás adatbázis spring angular dependency injection

Összefoglalás

összefoglalás a végén

Irodalomjegyzék

- [1] Mike Loukides és Steve Swoyer. Microservices adoption in 2020, Júl. 15 2020. URL: <https://www.oreilly.com/radar/microservices-adoption-in-2020/>.
- [2] Andzhela Angelova. 10 reasons why microservices are the future, Jún. 20 2020. URL: <https://wiredelta.com/10-reasons-why-microservices-are-the-future/>.
- [3] Matt McLarty Mike Amundsen Irakli Nadareishvili, Ronnie Mitra. *Microservice Architecture: Aligning Principles, Practices, and Culture*, chapter 1, The Microservices Way. O'Reilly, 1 edition, 2016.
- [4] Dr. Alistair Cockburn. Hexagonal architecture, Ápr. 1 2005. URL: <https://web.archive.org/web/20180822100852/http://alistair.cockburn.us/Hexagonal+architecture>.
- [5] Robert C. Martin. The clean architecture, Aug. 13 2012. URL: <https://blog.cleancoder.com/uncle-bob/2012/08/13/the-clean-architecture.html>.
- [6] Todd Palino Neha Narkhede, Gwen Shapira. *Kafka: The Definitive Guide: Real-Time Data and Stream Processing at Scale, and Culture*, chapter 1, Meet Kafka. O'Reilly, 1 edition, 2016.
- [7] Todd Palino Neha Narkhede, Gwen Shapira. *Kafka: The Definitive Guide: Real-Time Data and Stream Processing at Scale, and Culture*, chapter 5, Kafka Internals. O'Reilly, 1 edition, 2016.
- [8] Robert C. Martin. *Clean Code: A Handbook of Agile Software Craftsmanship*, chapter 11, Systems. Prentice Hall, 1 edition, 2008.
- [9] Introduction to angular concepts. Letöltve: 2020. Nov. 16. URL: <https://angular.io/guide/architecture>.

- [10] Introducing spring boot. Letöltve: 2020. Nov. 16. URL: <https://docs.spring.io/spring-boot/docs/current-SNAPSHOT/reference/htmlsingle/#getting-started-introducing-spring-boot>.
- [11] Identification fields. Letöltve: 2020. Nov. 16. URL: <https://tools.ietf.org/html/rfc5322#section-3.6.4>.
- [12] Keycloak. Letöltve: 2020. Nov. 18. URL: <https://www.keycloak.org/>.
- [13] Json web token (jwt). Letöltve: 2020. Nov. 18. URL: <https://tools.ietf.org/html/rfc7519>.