Sem vložte zadání Vaší práce.

České vysoké učení technické v Praze
Fakulta informačních technologií
Katedra Softwarového Inženýrství

Bakalářská práce

Systém správy úkolů pro jednotlivce a malé týmy

Martin Melka

Vedoucí práce: Ing. Josef Pavlíček, Ph.D.

7. května 2016

Poděkování

Doplňte, máte-li komu a za co děkovat. V opačném případě úplně odstraňte tento příkaz.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o etické přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

Beru na vědomí, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorského zákona, ve znění pozdějších předpisů. V souladu s ust. § 46 odst. 6 tohoto zákona tímto uděluji nevýhradní oprávnění (licenci) k užití této mojí práce, a to včetně všech počítačových programů, jež jsou její součástí či přílohou, a veškeré jejich dokumentace (dále souhrnně jen „Dílo“), a to všem osobám, které si přejí Dílo užít. Tyto osoby jsou oprávněny Dílo užít jakýmkoli způsobem, který nesnižuje hodnotu Díla, a za jakýmkoli účelem (včetně užití k výdělečným účelům). Toto oprávnění je časově, teritoriálně i množstevně neomezené. Každá osoba, která využije výše uvedenou licenci, se však zavazuje udělit ke každému dílu, které vznikne (byť jen zčásti) na základě Díla, úpravou Díla, spojením Díla s jiným dílem, zařazením Díla do díla souborného či zpracováním Díla (včetně překladu), licenci alespoň ve výše uvedeném rozsahu a zároveň zpřístupnit zdrojový kód takového díla alespoň srovnatelným způsobem a ve srovnatelném rozsahu, jako je zpřístupněn zdrojový kód Díla.

V Praze dne 7. května 2016 .....

Odkaz na tuto práci

Melka, Martin. *Systém správy úkolů pro jednotlivce a malé týmy.* Bakalářská práce. Praha: České vysoké učení technické v Praze, Fakulta informačních technologií, 2016.

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá srovnáním existujících aplikací a tvorbou nové aplikace pro správu úkolů. Uživateli této aplikace budou jednotlivci a menší pracovní skupiny, které chtějí přidělovat zodpovědnosti a sledovat průběh práce na společných úkolech. Aplikace umožní lidem sdružovat se do skupin, spolupracovat na sdílených úkolech a zaznamenávat odvedenou práci. Součástí této práce je definice požadavků na aplikaci, srovnání navrhovaného řešení s existujícími aplikacemi, dále návrh, implementace, testování a nasazení aplikace. Výsledkem práce bude aplikační backend, vystavující funkcionalitu skrze REST rozhraní.

Klíčová slova Správa úkolů, produktivita, organizace týmů, backend, REST, Java Spring Framework

Abstract

The aim of this thesis is to compare available software applications for task management and to subsequently create an original one. The users of this application will be individuals and small-scale workgroups, who need to assign responsibilities for and track the progress of shared tasks. The application will allow users to form groups, work together on shared tasks and report the work

done on them. This thesis consists of a definition of application requirements, comparison of current task management solutions and design, implementation, testing and deployment of the proposed application. The outcome of this thesis will be an application backend, which exposes its functionality through a REST interface.

Keywords Task management, productivity, team organization, backend, REST, Java Spring Framework

Obsah

Seznam obrázků

Úvod

Výpočetní technika umožnila rozvoj rychlejší a efektivnější komunikace, práce a vůbec způsobu života. Je běžné mít svůj kalendář on-line a sdílet ho s ostatními, případně používat některý nástroj s funkcí úkolníčku. Zejména ve velkých firmách, kde existuje silná potřeba koordinovat úsilí mnoha lidí, tak vznikla poptávka po nástrojích pro správu úkolů, které by jim umožnily efektivnější rozdělování zodpovědností a práce. Řešení, které na tento popud vznikly, slouží právě potřebám velkých firem. Potřeby menších skupin a jednotlivců jsou ale jiné. Pro ně jsou tyto nástroje příliš komplexní, těžkopádné a nedostatečně intuitivní.

Tato práce se zabývá přehledem existujících řešení pro správu úkolů malých i velkých skupin a tvorbou backendu nové aplikace. Aplikace bude zaměřena na potřeby menších týmů a jednotlivců a bude umožňovat uživatelům vytvářet úkoly, sdílet je s ostatními uživateli, sdružovat se do skupin a zaznamenávat průběh práce na úkolech.

Kapitola 1

Cíl práce a metodika

V této kapitole představím cíle této bakalářské práce a metodiku použitou pro jejich dosažení.

1.1 Cíl práce

Cílem této práce je vytvořit přehled nejdůležitějších existujících aplikací pro správu úkolů, porovnat je a následně vytvořit prototyp serverové části nové aplikace, která bude přístupná přes rozhraní REST. Bude umožňovat vytvářet soukromé i sdílené úkoly, zakládat pracovní skupiny, přiřazovat zodpovědnosti a sledovat průběh práce na úkolech.

1.2 Metodika

Nejprve určím kritéria, na která se budu při tvorbě přehledu existujících aplikací zaměřovat. Poté na základě popularity a vlastní zkušenosti vyberu několik aplikací, které rozdělím do tří kategorií podle jejich zaměření. Ty zhodnotím s přihlédnutím k určeným kritériím a shrnu jejich přednosti a nedostatky.

V další části budu definovat funkční a nefunkční požadavky na aplikaci. Funkční požadavky budou ve formě příběhů (user stories). Na základě nich vytvořím případy užití (use cases) a následně doménový model, zachycující základní entity v aplikaci.

Na základě analytické části navrhnu řešení implementace. To bude zahrnovat výběr konkrétních technologií, návrh rozhraní aplikace, architekturu, model tříd a databáze. Také zde popíšu způsob uchovávání hesel a postup při testování aplikace.

Následně přistoupím k samotné implementaci aplikace za použití navrhnutých technologií a postupů. Během implementace budu zároveň vytvářet automatizované testy. Výstupem této části bude nasaditelná aplikace a její zdrojový kód, dostupné na přiloženém médiu.

Nakonec vytvořím instalační příručku, které popíše, jak vytvořenou aplikaci nasadit a jaké prostředí je pro to potřeba.

Kapitola 2

Současný stav

Způsobů, jak řešit správu úkolů, existuje spoustu a liší se podle toho, kdo je má využívat. V této části práce představím několik zástupců pro každou ze tří kategorií. Těmi jsou:

1. řešení pro větší firmy s množstvím pracovníků;
2. řešení pro střední a menší týmy, jednotky až desítky pracovníků;
3. řešení pro jednotlivce.

Zástupce vybírám podle osobních zkušenosti a podle výsledků získaných z vyhledávače `Google`, na základě jejich pořadí a popularity mezi uživateli. U uvedených zástupců uvedu krátký popis a jejich použitelnost cílovou skupinou této práce, tj. menšími týmy a jednotlivci.

Pracuji s tím, že pro cílovou skupinu této práce jsou důležitá následující kritéria:

1. **Nevyžaduje vlastní infrastrukturu, rychlé zprovoznění** – Uživatelé nechtějí spravovat vlastní hardware, kde by jim aplikace běžela. Začít používat aplikaci má být otázka maximálně několika málo minut.
2. **Použitelnost** – Kritérium jsem hodnotil subjektivně, podle mého názoru na pět kvalitativních částí použitelnosti[1]. Uživatel by se neměl ztratit ve funkcích aplikace a měl by být schopen rychle pochopit, jak s aplikací pracovat.
3. **Absence nepotřebné funkcionality** – Aplikace by měla obsahovat jen základní funkce, které uživatel využije. Větší množství funkcí, které uživatele nezajímají, ztěžují orientaci v aplikaci, což souvisí s předchozím bodem.
4. **Použití zdarma** – Aplikace by měla být použitelná zdarma. V případě, že se jedná o *freemium* model, měla by její neplacená část stačit k běžnému používání a neomezovat výrazně uživatele.

5. **REST API** – Aplikace by měla nabízet rozhraní REST API pro možnost vlastní integrace na její funkce.

6. **Open source** – Aplikace by měla mít veřejně dostupné zdrojové kódy.

Uvedený přehled není vyčerpávající, věnuji se jen některým z těch nejznámějších řešení.

2.1 Řešení pro firmy

Řešení této kategorie se zaměřují na větší počet uživatelů a mimo základní správy úkolů nabízí často další funkce pro řízení projektů a integraci s dalšími systémy. Používají se zejména v oblasti vývoje software, ale dají se využít i v jiných oblastech.

2.1.1 JIRA

JIRA [2] je software, který nabízí systém pro řízení požadavků (angl. bug tracking či issue tracking) a funkce pro správu projektů. Je možné ho používat jak na vlastní infrastruktuře, tak on-line. V prvním případě je použití zdarma za určitých podmínek[1], v druhém případě je použití placené.

Nabízí širokou funkcionalitu a např. možnost upravovat podle potřeb životní cyklus úkolů. To ho činí využitelným i mimo vývoj software. Množství nabízených funkcí jde ale nad potřeby cílové skupiny této práce a technicky méně zdatné uživatele může mást. Na úkolech lze pracovat ve více lidech, ale přiřazen může být v jednu chvíli jen jednomu uživateli (*assignee*). Úkolům lze také přiřadit *deadline*.

JIRA nabízí REST API a není open source.

2.1.2 Bugzilla

Bugzilla [5] je systém řízení požadavků, který je zaměřen hlavně na vývoj software. Je podobný nástroji JIRA, nicméně nenabízí takovou flexibilitu a i když by mohl být s dobře nastavenou politikou použitý pro správu úkolů u jiných než softwarových projektů, nebylo by použití intuitivní. Samotná správa a práce s úkoly funguje stejně jako u nástroje JIRA.

Bugzilla je open source, licencovaná pod MPL, a lze ji využít zdarma i pro komerční účely. Je nutné ji ale provozovat na vlastním hardware. Existují hosting služby, které jsou ale neoficiální a placené. Bugzilla nabízí REST API.

[1] Zdarma pro veřejně dostupný open-source software projekt[3] a pro neziskové, nevládní, neakademické, nekomerční a sekulární instituce, které by si jinak nemohly software dovolit. [4]

2.1.3 Redmine

Redmine [6] je systém řízení požadavků, který nabízí více flexibility než Bugzilla a obsahuje i některé nástroje pro řízení projektů. Tyto nástroje mohou být přínosné pro větší projekty, které mají danou strukturu, ale nepočítám s tím, že by cílovou skupinu této práce zajímaly. Funkcionalita, která se týká správy úkolů, je srovnatelná s předchozími dvěma nástroji.

Použití je zdarma, ale je nutné nainstalovat na vlastním hardware. Stejně jako v případě nástroje Bugzilla není Redmine oficiálně použitelný on-line, soukromé hostingy jsou placené. Projekt je vyvíjen jako open source a nabízí REST API.

2.2 Řešení pro střední a menší týmy

Nástroje v této kategorii se snaží cílit na týmy, spíše než celé firmy, a práce s nimi není tak formální. Používat je lze on-line, není nutné vlastní instalace. Oproti řešením v bodu 2.1 obsahují tyto méně funkcí, chybí hlavně různé manažerské nástroje a integrace s dalšími systémy.

2.2.1 Trello

Trello [7] je on-line aplikace, která vznikla v roce 2011. Způsob správy úkolů staví na konceptu *kanban*[8]. Umožňuje vytvářet nástěnky (boards), které reprezentují projekty. K nástěnkám lze přizvat další uživatele a pracovat na nich společně. Na nástěnkách se dají vytvářet seznamy (lists) a v nich karty (cards), které představují nejmenší jednotku práce - úkol. Ten má svou prioritu, *deadline* a zodpovědné uživatele. Těch může být libovolný počet.

Je to funkčně bohatý nástroj s jednoduchým ovládáním i pro netechnické uživatele. Na profilu uživatele lze zobrazit všechny přiřazené karty a ty seřadit podle nástěnky, kam patří, nebo podle jejich *deadlinu*.

Trello je možné používat zdarma s libovolným počtem spolupracovníků. Placené varianty přináší určité výhody[9], ale menší týmy se moho obejít bez nich. Existuje i REST API[10], aplikace není open source.

2.2.2 Trackie

Trackie [11] je on-line aplikace, která je určena pro správu úkolů na společných projektech. Ty lze zakládat a zvát do nich uživatele, v rámci projektů pak tvořit úkoly. Úkol může být někomu přiřazen, ale vždy jen jednomu uživateli. Funkčností i vzhledem jednoduché na použití, ale některé funkce oproti předchozím nástrojům chybí. Úkolům například nelze nastavit *deadline*. Zobrazit je možné jen úkoly každého projektu zvlášť, nelze zobrazit přehled všech úkolů uživatele.

Aplikace nabízí 30denní zkušební dobu, po její uplynutí je placená. Nenabízí REST API a není open source.

2.2.3 FogBugz

FogBugz [12] je nástroj řízení projektů, který kromě podpory řízení požadavků nabízí i možnost agilního plánování[13], správu podpory a zpětné vazby zákazníků, vytváření dokumentů ve stylu Wiki a další. Nabídkou funkcí je nejbohatší z trojice nástrojů v této kategorii, i přesto se v aplikaci uživatel neztratí.

Uživatelé spolu mohou pracovat na úkolech (cases), které se dělí do projektů (projects). Na úkolu lze evidovat informace potřebné pro využití agilní metodiky plánování, včetně *story points*. Úkolu je možné určit zodpovědného uživatele, odhad pracnosti a deadline. Na úkolu je možné průběžně zaznamenávat odpracovanou práci a zobrazovat kolik času na něm zbývá.

FogBugz nabízí 7denní zkušební dobu zdarma, poté je nutné za používání platit. Je možné ho používat jak on-line, tak na vlastním hardware. Nabízí REST API a není open source.

2.3 Řešení pro jednotlivce

Poslední kategorií jsou nástroje pro správu úkolů jednotlivců. Některé z nich mohou umožňovat sdílení úkolů, takže by se daly zařadit i do kategorie 2.2, nicméně svým zaměřením cílí primárně na využití jako osobní úkolníček, proto jsou zařazeny zde. Také jsem do této kategorie zařadil nástroje, které nejsou primárně určeny pro správu úkolů, ale někteří je k tomuto účelu využívají, například kalendář nebo poznámky.

2.3.1 Todoist

Todoist [14] je on-line aplikace pro organizaci úkolů, která má uživatele motivovat k lepší produktivitě. Za splněné úkoly jsou přidělovány body (karma), jejichž historický vývoj je možné sledovat v grafu, lze nastavit denní a týdenní cíl a získávat další „odměny“ za jeho splnění. Úkoly lze rozdělit do projektů, nastavit jim *deadline*, prioritu a opakování. Projekty je možné sdílet s dalšími uživateli a dají se zobrazit buď po projektech, ke kterým patří, nebo všechny na jednom místě – ve schránce (inbox).

Vytvoření nového úkolu se může provést zadáním (anglického) textu, aplikace sama rozpozná klíčová slova a není tak nutné nastavovat vlastnosti úkolů ručně. Například heslo *Go jogging at 1 PM every day* vytvoří úkol *Go jogging*, který má *deadline* ve 13 hodin a opakuje se každý den.

Placená verze nabízí větší množství otevřených projektů a úkolů, hledání v úkolech, notifikace a další.[15] Todoist nabízí REST API[16] a není open source.

2.3.2 Toodledo

Toodledo [17] je on-line aplikace, která kromě úkolů umožňuje vytvářet si zvyky (habits). To jsou úkoly, které se opakují ve volitelné dny každý týden, jež mají uživatelům pomoci vypěstovat si a dodržovat dobré návyky. Po vykonání zvyku je možné označit ho za splněný a přidat k jeho splnění číslo nebo hodnocení. Mezi další možnosti patří poznámky (notes), seznamy (lists), nebo nástiny (outlines).

Úkoly lze třídit do složek, nastavit jim *deadline* a prioritu. Spolupráce s dalšími uživateli vyžaduje placenou verzi aplikace a Webové rozhraní aplikace je oproti nástroji Todoist poměrně nepřehledné. Toodledo nabízí REST API[18] a není open source.

2.3.3 Google Inbox Reminders

Inbox [19] je e-mailový klient od společnosti Google, který kromě práce s e-maily umožňuje vytváření jednoduchých úkolů (reminders). Ty lze kromě aplikace Inbox také zobrazit v kalendáři Google Calendar.[20] Úkolům nelze nastavit *deadline*, ale je možné je odložit (snooze) tak, aby se zobrazily později. Aktivní úkoly se zobrazují mezi příchozími e-maily.

Úkoly nelze nijak třídit, ani u nich určovat prioritu. Jediná informace v úkolu je jeho popis. Pro základní potřeby dostačující, ale jinak funkčně chudý nástroj zatím nenabízí API[21] a není open source.

2.3.4 Poznámky, kalendář

Posledním zástupcem je kategorie jednoduchých nástrojů, které uvádím pro úplnost, jelikož je stále používá množství lidí. Patří sem všechny nástroje pro psaní poznámek a vytváření událostí v kalendáři, a to jak elektronické, tak papírové.

Některé elektronické nástroje umožňují sdílení poznámek či kalendářů, takže se dají při dobře definovaných pravidlech použít i pro týmovou práci. Jejich použití je ale složitější s rostoucím počtem úkolů a projektů, protože neumožňují žádné filtrování, řazení úkolů ani přiřazování zodpovědností. Pro nenáročného uživatele, který si chce zapisovat nejdůležitější úkoly a sám se postará o to, že na nich nezapomene včas začít, může být toto řešení dostačující.

Pro papírové „nástroje“ platí předchozí odstavec podobně, jen možnost spolupráce je ještě více omezena. A pokud celá skupina nemá společnou místnost pro práci, pak prakticky vyloučena. Navíc vzniká problém s archivací a uchováváním historie úkolů.

2.4 Shrnutí

Přehled kritérií stanovených na začátku kapitoly 2 a jejich splnění uvedenými nástroji prezentuji v příloze v tabulce B.1.

Všechny nástroje umožňují vytvářet úkoly, ale v možnostech se liší. Nyní zvážím, které funkce jsou užitečné pro cílovou skupinu této práce a mají být obsaženy ve výsledné aplikaci. Při odkazování se k nástrojům nebo aplikacím v této sekci mám na mysli ty představené výše.

Většina nástrojů umožňuje úkoly sdílet s jinými uživateli a společně s nimi pracovat na projektu. Možnost seskupit se do jednoho celku se spolupracovníky je užitečná, proto budou v aplikaci existovat pro uživatele pracovní skupiny.

V aplikacích je u úkolu možné určit uživatele za něj odpovědné. Většinou lze přiřadit k úkolu v jednu chvíli jen jednoho uživatele, ale v nástroji Trello jich lze přiřadit libovolný počet. To může být pro některé typy úkolů užitečné.

Kromě *deadlinu* a priority jako ve většině ostatních aplikací, lze ve FogBugz u úkolu nastavit i odhad pracnosti – dobu, jakou by měla práce na úkolu trvat. Uživatel pracující na úkolu pak může průběžně zaznamenávat odpracovanou dobu a celá skupina tak vidí, v jaké fázi se úkol nachází. Toto chci zahrnout do výsledné aplikace a ještě rozšířit o další funkci. Na základě doby zbývající do *deadlinu* a zbývající pracnosti na úkolu lze určit „urgentnost“, tedy jakou má ještě uživatel rezervu, než *deadline* zmešká. Tato informace o rezervě může uživatelům pomoct s rozhodováním, kterému úkolu se prioritně věnovat, aby jej ještě stihli.

Například Todoist nabízí možnost vytvořený úkol opakovat v zadaném intervalu. Google Inbox kromě opakování umožňuje také úkol odložit na později, čímž se na stanovenou dobu přestane zobrazovat v přehledu úkolů. V aplikaci chci vyjít z těchto funkcí a vytvořit funkci podobnou. Myšlenka je, že opakující se úkoly nebudou mít pevně daný *deadline*. Uživatel se jim chce věnovat zhruba po nějakých intervalech, ale ne na den přesně. Při vytvoření úkol nebude důležitý, ale bude postupně nabývat na urgentnosti, až se důležitým stane. Poté uživatel úkol buď ukončí, nebo vynuluje a úkol znovu poroste.

Backend část aplikace, jež bude výstupem této práce, bude zaměřením spadat na pomezí sekcí 2.2 a 2.3. Bude obsahovat vybrané funkce pro správu práce týmů i jednotlivců, které analyzuji v kapitole 3.

Kapitola 3

Analýza

V této kapitole se budu věnovat specifikování požadavků na aplikaci a jejich analýze. To mi poskytne konkrétní přehled o tom, co má výsledná aplikace umět a jaké entity v ní budou existovat.

3.1 Požadavky na aplikaci

Požadavky na aplikaci popíšu pomocí *user stories* (uživatelské příběhy)[22]. Jedná se o jednoduchý způsob, jakým vyjádřit požadavek na aplikaci z pohledu jejího uživatele. Měl by být krátký a napsán v terminologii uživatele budoucí aplikace.

Formální způsob zápisu user story se dá definovat [23] například takto:

Jako ⟨role⟩ chci ⟨něco⟩, abych dosáhl ⟨něčeho⟩.

Pomocí *user stories* lze také testovat, zda aplikace obsahuje všechny požadované funkce. Pokud jsou všechny *user stories* uspokojeny, pak je aplikace z hlediska funkčnosti hotova.

3.1.1 User stories

1. **Uživatel**

   1.1. Jako uživatel chci mít svůj účet, abych mohl spravovat své úkoly a pracovní skupiny. Účet bude jednoznačně identifikován uživatelským jménem a pro přihlášení bude potřeba heslo. Dále bude účet obsahovat jméno a e-mail uživatele. Svůj účet budu moci zobrazit a upravit svoje jméno, heslo a e-mail.

   1.2. Jako uživatel chci u úkolu mít vždy jednu ze dvou rolí – pozorovatel a pracovník – abych dal najevo, v jakém vztahu k úkolu jsem. Jako pozorovatel mám jen pasivní roli, úkol vidím ve svém seznamu. Jako pracovník se na úkolu aktivně podílím.

1.3. Jako uživatel chci vytvářet úkoly soukromé nebo sdílené s ostatními uživateli a pracovními skupinami, abych nezapomněl na své nebo týmové úkoly, které je potřeba vypracovat. Úkol bude obsahovat následující informace:
   - název;
   - popis;
   - datum a čas začátku;
   - pracnost (*manhours*);
   - priorita;
   - typ:
     - s deadlinem – úkol má daný *deadline*, kdy má být splněn;
     - rostoucí – úkol nemá daný *deadline*, ale jeho urgentnost postupně roste.
   - datum a čas *deadlinu* (pro úkoly „s deadlinem“);
   - rychlost růstu urgentnosti (pro „rostoucí“ úkoly);
   - stav:
     - otevřený;
     - rozpracovaný;
     - splněný;
     - zrušený.

1.4. Jako pozorovatel nebo pracovník úkolu ho chci sdílet s dalšími uživateli.

1.5. Jako pracovník úkolu ho chci modifikovat, abych mohl reagovat na případné změny. Změnit budu moct všechny údaje, kromě jeho typu.

1.6. Jako uživatel chci znát *urgentnost* úkolů, abych věděl, kterým úkolům se mám věnovat tak, abych stihl jejich deadline. Čím méně času zbývá na vypracování úkolu vzhledem k jeho pracnosti a deadlinu, tím více je urgentní.

1.7. Jako uživatel chci zobrazit všechny úkoly, kterých jsem součástí – moje osobní i sdílené se mnou nebo pracovní skupinou, již jsem členem – abych měl přehled o tom, co je potřeba udělat. Zobrazení by mělo jít filtrovat a řadit podle následujících kritérií:
   - filtr:
     - role (pozorovatel / pracovník);
     - typ;
     - stav;
     - priorita.
   - řazení:

  - název;
  - datum začátku úkolu;
  - datum *deadlinu*;
  - rozpracovanost (poměr odpracováno ku celkové náročnosti);
  - priorita;
  - urgentnost.

1.8. Jako uživatel chci přijímat nebo zamítat příchozí návrhy na sdílení úkolů, abych se mohl rozhodnout, na kterých se chci podílet a na kterých ne.

1.9. Jako pracovník úkolu na něm chci zaznamenávat odvedenou práci, abych měl já i mí spolupracovníci lepší představu o tom, kolik práce na něm zbývá.

1.10. Jako pracovník úkolu ho prohlašovat úkol za splněný, uzavřený, nebo znovuotevřený, abych dal najevo, v jakém stavu se úkol nachází.

1.11. Jako pracovník na „rostoucím“ úkolu chci vynulovat jeho urgentnost, aby poté, co jsem ho splnil, dočasně přestal být důležitý. Tuto funkci využiji při opakovaných úkolech.

1.12. Jako uživatel chci zakládat pracovní skupiny a po založení se stát jejich adminem, abych se mohl sdružovat s dalšími uživateli a pracovat společně. Pracovní skupina obsahuje tyto informace:

  - název,
  - popis.

1.13. Jako uživatel chci vidět seznam skupin, jichž jsem členem, manažerem nebo adminem, a jejich detaily, abych rychle viděl, se kterými skupinami spolupracuji.

2. **Manažer skupiny**

2.1. Jako manažer skupiny do ní chci zvát a odebírat z ní uživatele. Členům chci přiřazovat role pozorovatel nebo pracovník na úkolech, které jsou se skupinou sdíleny, abych tím mohl organizovat skupinu a rozdělovat zodpovědnost za práci mezi její členy.

2.2. Jako manažer skupiny chci vytvářet úkoly pro skupinu a přijímat nebo zamítat návrhy na sdílení úkolů s mou skupinou, abych mohl určovat, na čem má skupina pracovat.

2.3. Jako manažer skupiny chci mít možnost odebrat ji z úkolu, který je s ní sdílen, aby úkoly, které již nejsou relevantní, nezůstávaly v seznamu úkolů skupiny.

3. **Admin skupiny**

3.1. Jako admin skupiny chci mít možnost měnit její název a popis, abych je mohl udržovat aktuální.

3.2. Jako admin skupiny chci jmenovat manažery skupiny, abych mohl pověřit další uživatele správou skupiny.

3.3. Jako admin skupiny chci mít možnost přenechat svou roli jinému členovi skupiny, abych mohl skupinu opustit a ta pořád měla admina.

3.4. Jako admin skupiny chci mít možnost skupinu zrušit.

3.1.2 Nefunkční požadavky

1. Aplikace bude dostupná přes REST API. Jedná se o pouze o backend, takže k dispozici nebude žádné grafické rozhraní.

2. Aplikace nebude z důvodu bezpečnosti uchovávat hesla jako prostý text. Oveření bude provedeno vhodným způsobem, který znemožní únik hesel.

3. Zdrojové kódy aplikace budou veřejně dostupné pod MIT licencí.

3.2 Model případů užití

User stories ze sekce 3.1.1 nyní budu specifikovat detailněji pomocí modelu případů užití (*use case model*). *User story* by měl obsahovat tolik informací, aby i technicky nezkušený uživatel dokázal pochopit, co má aplikace dělat. Oproti tomu případy užití popisují konkrétní interakce uživatele s aplikací, tedy chování, které má aplikace mít, aby splnila potřeby na ní kladené. [24]

Případů užití typicky bude více než *user stories*[25], protože *user stories* jsou více obecné, a tak na pokrytí jednoho může být potřeba více interakcí s aplikací a tedy více případů užití.

3.2.1 Účastníci

Aplikace bude rozlišovat účastníky na základě několika kritérií a těm bude dostupné různé množství funkcí. Účastníci jsou zobrazeni podle standardu UML na obrázku 3.1. Účastníky jsou v tomto případě uživatelé, kteří budou aplikaci používat. Každý uživatel může v různých případech užití vystupovat jako jiný účastník, v rámci jednotlivých případů užití ale musí být neměnný. [26]

Účastníci od sebe mohou dědit, v tom případě potomek může kromě svých akcí vykonávat navíc všechny akce svého rodiče.

Nepřihlášený uživatel
Nepřihlášený uživatel je účastník, který používá aplikaci poprvé, nebo se z ní po předchozím používání odhlásil.

Přihlášený uživatel
Uživatel se stane přihlášeným po zadání svého jména a hesla. Jsou mu dostupné funkce aplikace a může ji používat.

Člen skupiny
Uživatel je Člen skupiny, pokud k této skupině patří. Členové skupiny mohou mít také další role v rámci této skupiny.

Manažer skupiny
Uživatel je Manažer skupiny, pokud mu Admin tuto roli přiřadil. Jako Manažer má více privilegií pro správu skupiny.

Admin skupiny
Uživatel je Admin skupiny, pokud ji založil, nebo mu současný Admin tuto roli přenechal. Jako Admin má nejvyšší privilegia ve skupině a tato role v rámci skupiny patří vždy právě jednomu uživateli.

Účastník úkolu
Účastník úkolu je abstraktní účastník. Reprezentuje uživatele, který je součástí úkolu v nějaké roli.

Pozorovatel úkolu
Pozorovatel úkolu je součástí úkolu v pasivní roli. Na úkolu přímo nepracuje, ale má zájem sledovat jeho průběh.

Pracovník úkolu
Pracovník úkolu je součástí úkolu v aktivní roli. Na úkolu pracuje a má tak zpřístupněny některé funkce navíc oproti Pozorovateli.

Čas
Účastník Čas nereprezentuje žádného fyzického uživatele, ale spouští události, které mají nastat s uplynulým časem. [26]

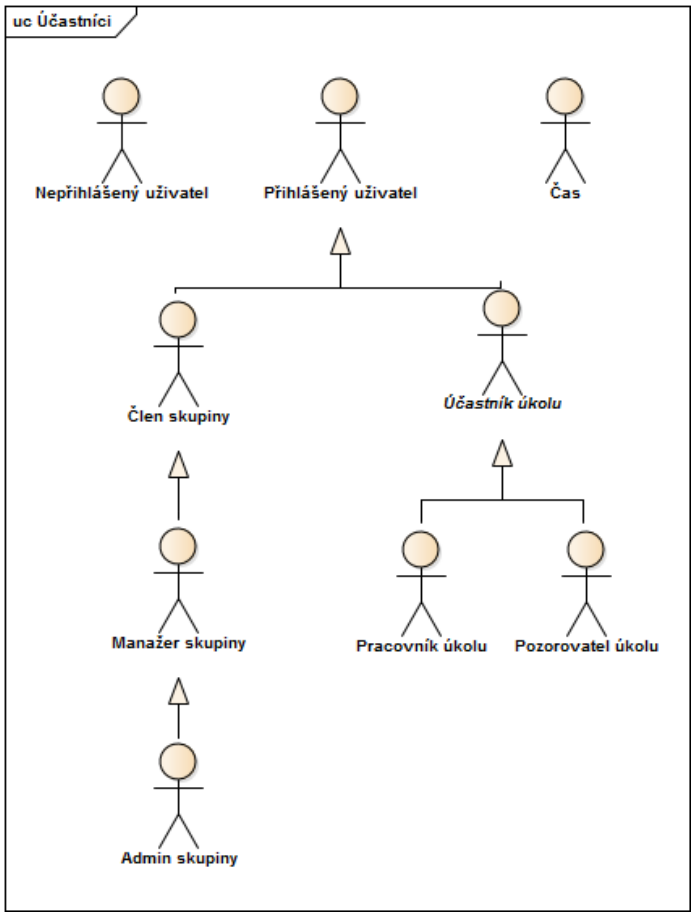
3.2.2 Případy užití

Případy užití získané analýzou *user stories* zobrazuji v diagramech případů užití. Rozdělil jsem je do čtyř balíků podle jejich účastníků pro lepší přehlednost.

3.2.2.1 Nepřihlášený uživatel

V diagramu 3.2 jsou zachyceny případy užití pro Nepřihlášeného uživatele.

UC 1.01 Registrovat se
Umožní uživateli aplikace zaregistrovat se. Zadá svoje unikátní uživatelské jméno, e-mail, heslo a jméno.



Obrázek 3.1: Diagram účastníků aplikace

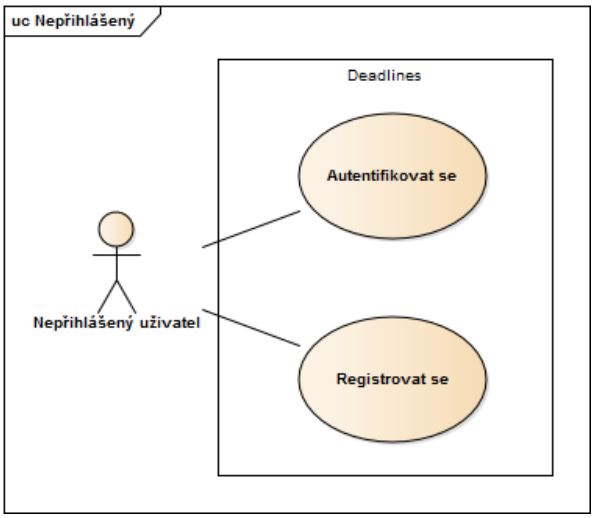
UC 1.02 Autentifikovat se
Umožní uživateli autentifikovat se pomocí svého uživatelského jména a hesla.

3.2.2.2 Případy užití pro jednotlivce

V diagramu 3.3 a 3.4 jsou zachyceny případy užití aplikace jednotlivci. V prvním diagramu jsou případy užití z pohledu Přihlášeného uživatele v druhém pak z pohledu Pozorovatele a Pracovníka úkolu.

UC 2.01 Upravit svůj profil
Umožní uživateli upravit si své jméno, heslo a e-mail.

UC 2.02 Vytvořit úkol
1. Scénář začíná, když se uživatel rozhodne vytvořit nový úkol.
2. Uživatel zašle požadavek s informacemi k vytvoření úkolu, povinně



Obrázek 3.2: Diagram případů užití pro nepřihlášeného uživatele

název a typ. Pokud je typ „S deadlinem“, pak je povinné i datum a čas deadlinu. Pokud je typ „rostoucí“, pak je povinná rychlost růstu. Volitelně může zadat popis, pracnost, prioritu a seznam skupin.
3. Pokud některé povinné informace chybí, scénář končí.
4. Pokud uživatel není alespoň Manažerem všech skupin, které zadal, scénář končí.
5. Aplikace vytvoří úkol, uživatel se stane jeho Pozorovatelem a úkol bude nasdílen všem zadaným skupinám.

UC 2.03 Sdílet úkol

1. Scénář začíná, když chce Účastník sdílet úkol.
2. Účastník zašle požadavek obsahující úkol, uživatele a skupiny, se kterými chce úkol sdílet.
3. Aplikace pošle zadaným uživatelům a skupinám nabídku ke sdílení úkolu.

UC 2.04 Zobrazit seznam mých úkolů

1. Scénář začíná, když chce uživatel zobrazit své úkoly.
2. <Filtrovat úkoly>
3. <Řadit úkoly>
4. Uživatel zašle požadavek na zobrazení úkolů s vybranými filtry a řazením.
5. Aplikace vrátí seznam všech úkolů, kterých je uživatel součástí, se zvolenými parametry. Zobrazené informace budou identifikátor, jméno, priorita, status, urgentnost, *deadline* či rychlost růstu, odpracovanost a

typ.

UC 2.05 Filtrovat úkoly

Úkoly je možné filtrovat podle role uživatele v nich (pozorovatel nebo pracovník), podle jejich typu (s deadlinem nebo rostoucí), stavu a priority (pět úrovní).

UC 2.06 Řadit úkoly

Úkoly je možné řadit podle zvoleného kritéria. Tím může být název, datum začátku nebo *deadlinu* úkolu, rozpracovanost (v procentech odpracováno ku celkové pracnosti), priorita a urgentnost.

UC 2.07 Rozhodnout o příchozí nabídce sdílení úkolu

1. Scénář začíná, když chce uživatel přijmout nebo zamítnout nabídku ke sdílení úkolu.
2. Uživatel zašle požadavek s jeho rozhodnutím a nabídkou, které se týká.
3. Pokud je nabídka přijata, stává se uživatel pozorovatelem sdíleného úkolu. V opačném případě je nabídka smazána.

UC 2.08 Zobrazit seznam nabídek na sdílení úkolu

Zobrazí seznam nabídek pro uživatele k připojení se ke sdílenému úkolu, v němž bude u každé nabídky uvedeno uživatelské a skutečné jméno sdílejícího uživatele a název úkolu.

UC 2.09 Založit pracovní skupinu

1. Scénář začíná, když chce uživatel založit pracovní skupinu.
2. Uživatel zašle požadavek obsahující jméno skupiny a volitelně její popis.
3. Aplikace vytvoří novou skupinu s daným názvem a popisem. Zakládající uživatel se stane jejím Adminem.

UC 2.10 Rozhodnout o příchozí nabídce ke vstupu do skupiny

Uživatel rozhodne, zda chce přijmout nebo odmítnout nabídku ke vstupu do skupiny. Pokud ji přijme, stane se jejím Členem.

UC 2.11 Zobrazit seznam nabídek ke vstupu do skupiny

Zobrazí seznam nabídek ke vstupu do skupin. U každé nabídky bude uvedeno jméno skupiny, uživatelské a skutečné jméno uživatele, od něhož nabídka pochází.

UC 2.12 Zobrazit seznam uživatelů

Zobrazí seznam uživatelů aplikace. U uživatele bude uvedeno jeho identifikátor, e-mail, uživatelské a skutečné jméno.

UC 2.13 Zobrazit seznam skupin
Zobrazí seznam skupin v aplikaci. U skupiny bude uveden její identifikátor, jméno a informace o Adminovi – identifikátor, uživatelské i skutečné jméno a e-mail.

UC 2.14 Filtrovat skupiny
Umožňuje filtrovat skupiny podle toho, zda je uživatel jejich Členem a v jaké roli.

UC 2.15 Zobrazit úkol
1. Scénář začíná, když chce uživatel zobrazit detaily úkolu.
2. Uživatel zašle požadavek k zobrazení úkolu.
3. Pokud uživatel není účastníkem úkolu, scénář končí.
4. Aplikace zobrazí všechny informace o úkolu, tedy identifikátor, název, popis, datum a čas začátku a *deadlinu*, případně rychlost růstu. Dále pracnost, prioritu, typ, stav, urgentnost, záznamy o práci a seznam jeho Pracovníků, Pozorovatelů a zúčastněných skupin.

UC 2.16 Stát se pracovníkem úkolu
Umožňuje Pozorovateli úkolu stát se jeho Pracovníkem.

UC 2.17 Změnit stav úkolu
Umožňuje Pracovníkovi změnit stav úkolu na jakýkoliv z jeho možných stavů.

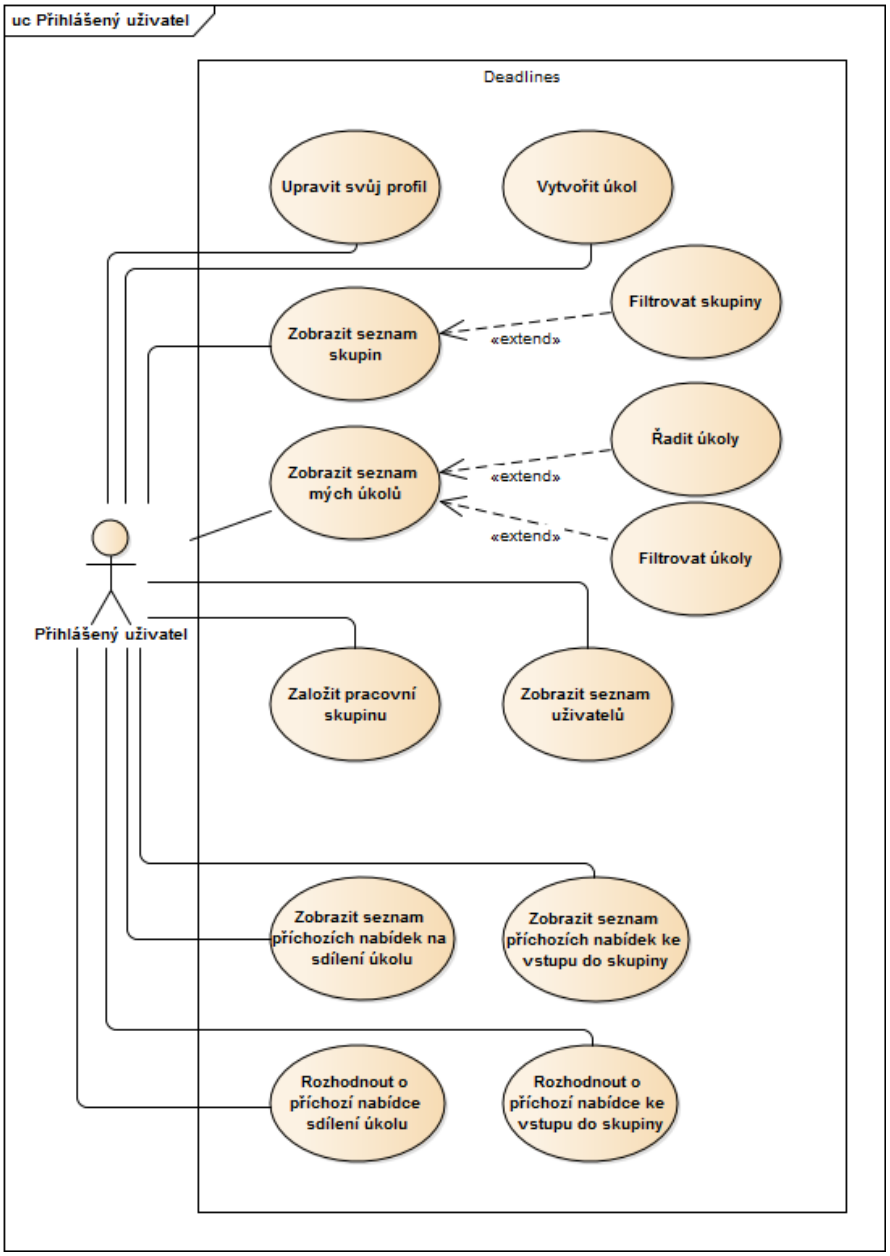
UC 2.18 Upravit úkol
Umožňuje Pracovníkovi upravit u úkolu jeho název, popis, *deadline*, pracnost a prioritu.

UC 2.19 Stát se pozorovatelem úkolu
Umožňuje Pracovníkovi úkolu stát se jeho Pozorovatelem.

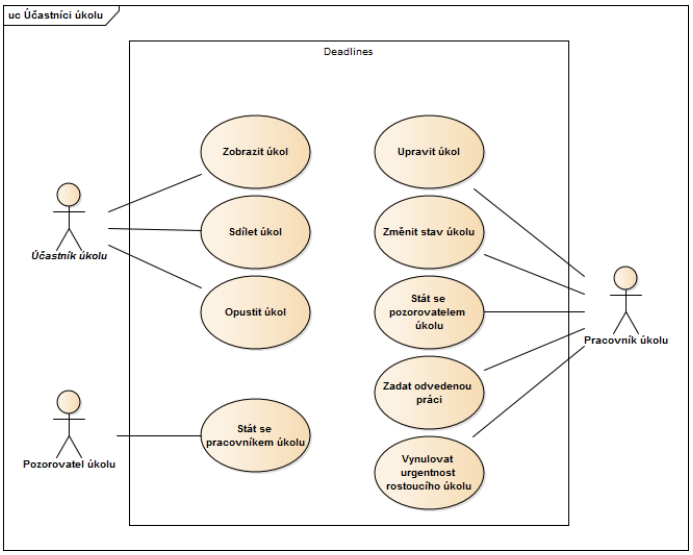
UC 2.20 Zadat odvedenou práci
1. Scénář začíná, když uživatel odvedl nějakou práci a chce ji na úkolu zaznamenat.
2. Uživatel zašle požadavek s identifikátorem úkolu a počtem odpracovaných hodin.
3. Pokud uživatel není Pracovníkem daného úkolu, scénář končí. 4. Aplikace k úkolu přidá zadaný počet odpracovaných hodin.

UC 2.21 Vynulovat urgentnost rostoucího úkolu
Umožňuje Pracovníkovi vynulovat urgentnost rostoucího úkolu.

UC 2.22 Opustit úkol
Umožňuje Účastníkovi úkolu opustit ho. Účastníkem úkolu je možné být



Obrázek 3.3: Diagram případů užití pro přihlášeného uživatele



Obrázek 3.4: Diagram případů užití pro účastníky úkolu

přímo nebo skrze skupinu. Opustit úkol lze pouze, pokud je Účastník součástí úkolu přímo.

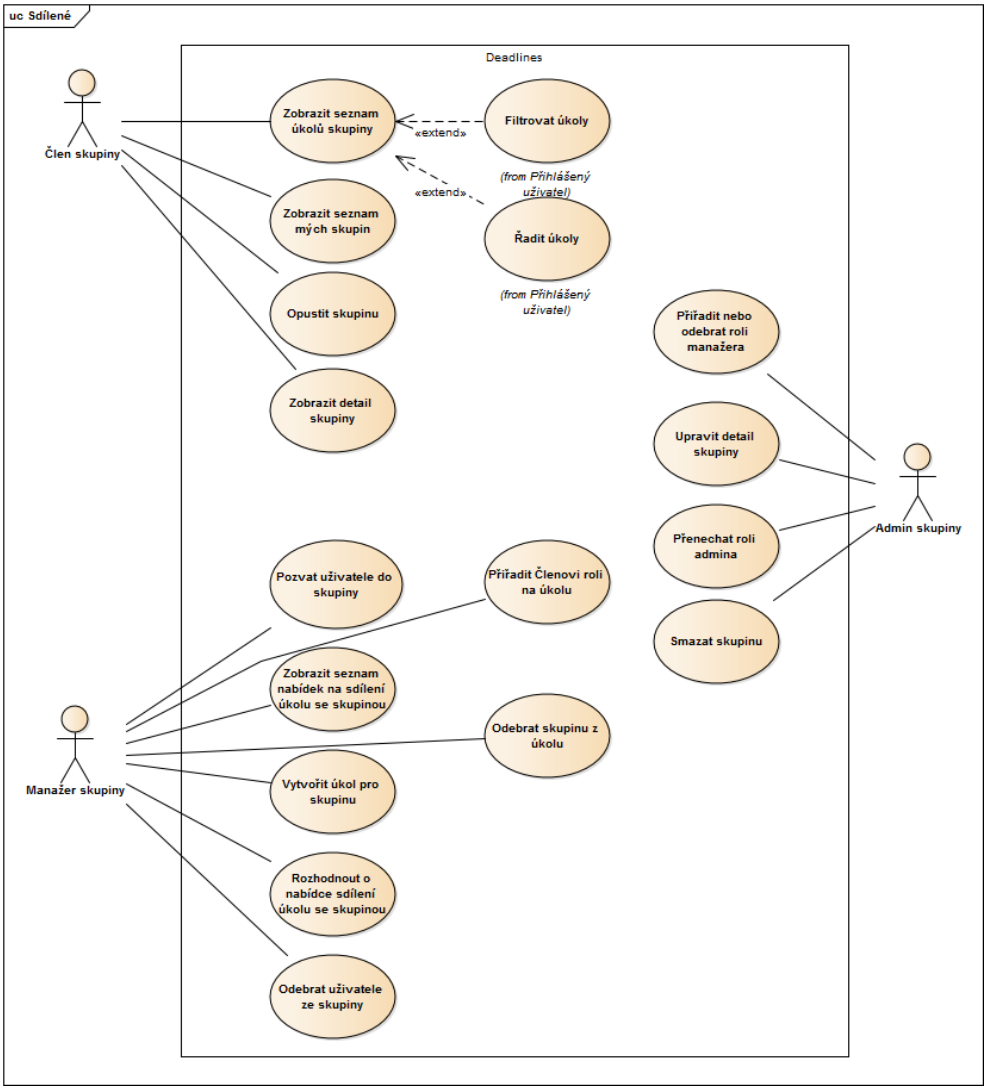
1. Scénář začíná, když se Účastník úkolu rozhodne opustit úkol.
2. Účastník zašle požadavek na opuštění úkolu.
3. Pokud nebyl úkol sdílen přímo s Účastníkem (ale jen skupinou, ve které je Členem), scénář končí.
4. Aplikace odebere Účastníka z úkolu. Pokud byl ale Účastník navíc součástí úkolu skrze skupinu, jíž je členem, nadále zůstane součástí úkolu skrze tuto skupinu.

3.2.2.3 Případy užití pro skupiny

V diagramu 3.5 jsou zachyceny případy užití aplikace členy pracovních skupin. Týkají se správy skupinových úkolů a skupin samotných.

UC 3.01 Zobrazit seznam úkolů skupiny

1. Scénář začíná, když chce Člen skupiny zobrazit úkoly své skupiny.
2. <Filtrovat úkoly>
3. <Řadit úkoly>
4. Uživatel zašle požadavek na zobrazení úkolů dané skupiny se zvolenými filtry a řazením.
5. Pokud Člen nepatří do zvolené skupiny, je zobrazení odepřeno a scénář končí.
6. Aplikace vrází seznam všech úkolů skupiny se zvolenými parametry.



Obrázek 3.5: Diagram případů užití pro členy pracovní skupiny

UC 3.02 Opustit skupinu

1. Scénář začíná, když chce Člen opustit skupinu.
2. Člen zašle požadavek na opuštění skupiny.
3. Pokud je Člen Adminem skupiny, opuštění je zamítnuto a scénář končí.
4. Aplikace odebere Člena ze skupiny a ze všech úkolů, jichž byl součástí skrze opouštěnou skupinu.

UC 3.03 Zobrazit seznam mých skupin

Zobrazí Členovi seznam názvů všech skupin, ve kterých je Členem.

UC 3.04 Zobrazit detail skupiny

1. Scénář začíná, když Člen chce zobrazit detaily skupiny.
2. Člen zašle požadavek na zobrazení detailů dané skupiny.
3. Pokud Člen nepatří do zvolené skupiny, je zobrazení odepřeno a scénář končí.
4. Aplikace zobrazí detaily skupiny, tedy její jméno, popis, seznam Členů, Manažerů a Admina.

UC 3.05 Pozvat uživatele do skupiny

1. Scénář začíná, když Manažer chce pozvat uživatele do skupiny.
2. Manažer pošle požadavek obsahující uživatele, které chce pozvat do skupiny.
3. Aplikace vytvoří abídku ke vstupu do skupiny zadaným uživatelům.

UC 3.06 Přiřadit Členovi roli na úkolu

Umožňuje přiřadit Členům skupiny roli Pozorovatele nebo Pracovníka na úkolech skupiny.

UC 3.07 Zobrazit seznam nabídek na sdílení úkolu se skupinou

Zobrazí seznam příchozích nabídek ke sdílení úkolů. U nabídky bude uživatelské a skutečné jméno uživatele, od kterého pochází, a název úkolu, kterého se týká.

UC 3.08 Rozhodnout o nabídce sdílení úkolu se skupinou

1. Scénář začíná, když Manažer chce rozhodnout o nabídce sdílení úkolu se skupinou.
2. Manažer pošle požadavek na přijetí či odmítnutí nabídky.
3. Aplikace provede požadovanou akci. Pokud Manažer nabídku odmítá, je smazána. Pokud Manažer nabídku přijímá, Aplikace úkol zařadí mezi úkoly skupiny a všichni Členové skupiny se stanou jeho Pozorovateli.

UC 3.09 Vytvořit úkol pro skupinu

Umožňuje Manažerovi vytvořit nový úkol a ihned ho nasdílet se svými skupinami.

UC 3.10 Odebrat uživatele ze skupiny
Umožňuje Manažerovi odebrat zvoleného uživatele ze skupiny. Ten je odebrán ze všech úkolů, jichž byl součástí skrze skupinu. Pokud se jedná o Manažera nebo Admina, je odebrání zakázáno.

UC 3.11 Odebrat skupinu z úkolu
1. Scénář začíná, když chce Manažer odebrat skupinu z úkolu, aby už nebyla jeho součástí.
2. Manažer zašle požadavek na odebrání skupinu z vybraného úkolu.
3. Aplikace odebere úkol ze skupiny. U úkolu odebere skupinu a všechny Členy skupiny, pokud nejsou součástí úkolu i mimo skupinu.

UC 3.12 Upravit detail skupiny
Umožňuje Adminovi měnit popis skupiny.

UC 3.13 Přiřadit nebo odebrat roli manažera
Umožňuje Adminovi přiřazovat a odebírat roli Manažera u všech Členů skupiny.

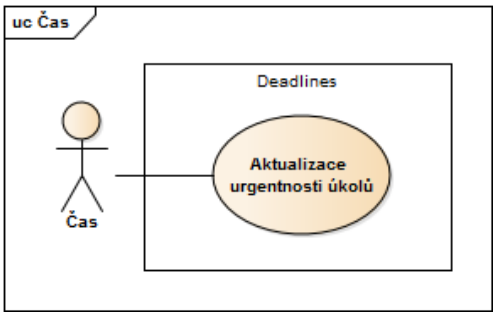
UC 3.14 Přenechat roli admina
Umožňuje Adminovi přenechat svou roli jinému členovi skupiny.

UC 3.15 Smazat skupinu
1. Scénář začíná, když se Admin rozhodne smazat skupinu.
2. Admin zašle požadavek na smazání skupiny.
3. Aplikace odebere všechny ostatní členy ze skupiny.
4. Aplikace odebere skupinu ze všech jejích úkolů.
5. Aplikace odebere Admina ze skupiny.
6. Aplikace smaže skupinu.

3.2.2.4 Časově podmíněné případy užití

Diagram 3.6 zachycuje časově závislé případy užití, které se pravidelně vykonávají bez přičinění uživatelů aplikace.

UC 4.01 Zvýšení urgentnosti úkolů
1. Scénář začíná po uplynutí časového intervalu pro zvyšování urgentnosti úkolů.
2. Aplikace načte všechny úkoly, jejichž stav není Splněný ani Zrušený a které nebyly aktualizovány v nedávné době. Určení „nedávné doby“ je možné v nastavení aplikace.
4. Aplikace vypočte novou hodnotu urgentnosti pro každý z úkolů.



Obrázek 3.6: Diagram případů užití pro časově závislé události

3.3 Doménový model

Doménový model slouží k popisu dat, zachycení hlavních entit, se kterými bude aplikace pracovat, a vztahů mezi nimi. [27] Jedná se o abstraktní pohled na problém, a tak diagram obsahuje jen entity a jejich vlastnosti dané předchozími kroky analýzy. Nejsou v něm implementační detaily, jako například konkrétní atributy a metody.

Diagram doménového modelu je znázorněn na obrázku C.1. Znázorňuje vztahy mezi entitami a některá omezení, jako například vzájemnou výlučnost. [28] V této části se dále budu věnovat popisu jednotlivých entit modelu.

3.3.1 User

Entita User reprezentuje uživatele aplikace. Uchovává jeho uživatelské jméno, které je unikátní v rámci aplikace, e-mail, jméno a heslo k jeho přihlášení.

3.3.2 Group

Entita Group reprezentuje pracovní skupinu. Má název a popis. Uživatelé s ní mohou být ve třech různých vztazích – jako Člen, Manažer, nebo Admin.

3.3.3 Task

Entita Task reprezentuje úkol. Obsahuje informace stanovené v předchozích krocích analýzy. Uživatel může být součástí úkolu jako pozorovatel, nebo pracovník. Nemůže být ale oboje zároveň.

3.3.4 DeadlineTask

Entita DeadlineTask je typ entity Task, reprezentující úkol s *deadlinem*.

3.3.5 GrowingTask

Entita GrowingTask je typ entity Task, reprezentující rostoucí úkol. Obsahuje informaci o rychlosti růstu.

3.3.6 TaskParticipant

TaskParticipant je entita reprezentující dvojici entit User–Task. Tato dvojice je v aplikaci unikátní, takže nemohou existovat dvě stejné zároveň.

Skrze tuto entitu je uživatel součástí úkolu. Součástí úkolu může být sám, pokud je nastaven příznak `solo`, nebo jako člen skupiny či skupin, pokud jsou k entitě TaskParticipant přiřazeny.

3.3.7 TaskWork

Entita TaskWork reprezentuje práci vykonanou na úkolu uživatelem. Je spjata s entitami User a Task, takže i když uživatel úkol opustí a odpovídající TaskParticipant zanikne, pořád bude záznam o jeho práci na úkolu existovat.

3.3.8 Offer

Entita Offer reprezentuje nabídku, kterou uživatel někomu zasílá.

3.3.9 TaskSharingOffer

Entita TaskSharingOffer je typ nabídky, která reprezentuje nabídku ke sdílení úkolu.

3.3.10 UserTaskSharingOffer

Entita UserTaskSharingOffer je typ nabídky ke sdílení úkolu, která je určena pro uživatele. Vznikne, pokud jeden uživatel chce k úkolu, na kterém pracuje, pozvat jiného uživatele.

3.3.11 GroupTaskSharingOffer

Entita UserTaskSharingOffer je typ nabídky ke sdílení úkolu, která je určena pro skupinu. Vznikne, pokud jeden uživatel chce k úkolu, na kterém pracuje, pozvat skupinu.

3.3.12 MembershipOffer

Entita MembershipOffer je typ nabídky, která reprezentuje nabídku ke vstupu do skupiny. Vznikne, pokud manažer skupiny do ní chce pozvat nového uživatele.

Kapitola 4

Návrh řešení

V této kapitole představím technologie zvolené k vypracování aplikace a navrhnu REST API, které bude aplikace nabízet. Dále se budu věnovat architektuře aplikace, návrhovému modelu tříd a databázovému modelu. Tím vytvořím podklad pro následující implementaci prototypu aplikace pomocí zvolených technologií.

4.1 Technologie

4.1.1 Java

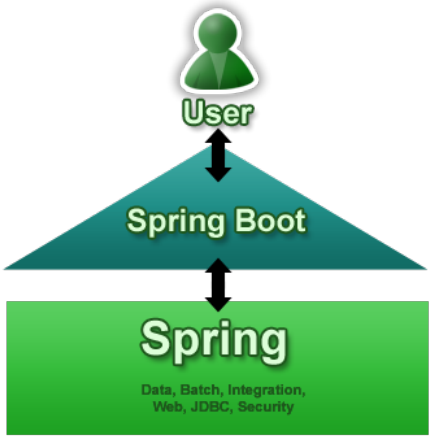
Již v zadání práce je avizováno, že aplikace bude postavena na platformě Java. [29] Jazyk Java byl vyvinutý společností Sun Microsystems a veřejnosti představen v roce 1996. Syntaxí je podobný C/C++ a je silně objektově orientovaný. Program napsaný v Javě je kompilován do podoby *bytecode*, který je následně spouštěn na *Java Virtual Machine* (JVM), který bytecode interpretuje. To znamená, že jazyk je platformně nezávislý – *bytecode* vzniklý kompilací zdrojového Java kódu je možné spustit na jakékoliv platformě, pokud na ní je přítomný odpovídající *JVM*.

Oproti jazykům C/C++ navíc Java disponuje automatickou správou paměti, nazvanou *garbage collection*, takže vývojáři se nemusí tolik starat o životní cyklus objektů a následné *memory leaks*. [30] [31]

4.1.2 Spring

Spring je framework, který zjednodušuje tvorbu enterprise aplikací v Javě. [32] Jednou z výhod Springu je jeho podpora návrhového vzoru *dependency injection*, díky kterému je program lépe modularizovatelný, testovatelný a znovupoužitelný.[33]

Další součástí Springu je webový modul *Web MVC framework*. [**?**] Ten umožňuje tvorbu webových aplikací podle architektonického vzoru MVC. Je



Obrázek 4.1: Vztah Spring a Spring Boot [36]

také možné využít ho pro tvorbu *RESTful* aplikace, což je cílem implementační části této práce.

4.1.2.1 Spring Boot

Nadstavbou k frameworku Spring je projekt Spring Boot. [34] Vztah mezi Spring a Spring Boot je zobrazen na obrázku 4.1. Byl vyvinut k usnadnění tvorby Spring aplikací. Představuje více „dogmatický“ (*opinionated*) pohled na Spring, což znamená, že od vývojáře očekává „standardní“ chování podle zaběhlých postupů. [35] Vývojáře za to ale odstiňuje od nutnosti (nejen) počáteční konfigurace a nabízí navíc některé funkce, jako *embedded server*, bezpečnost, metriky, kontrolu stavu aplikace a další. V případě, že výchozí konfigurace nevyhovuje, je možné si ji ručně přizpůsobit. [36]

Spring Boot také umožňuje sestavit aplikaci do podoby jednoho JAR souboru („*fat jar*“), který obsahuje vše, co je nutné k jejímu spuštění. Není tedy potřeba mít pro nasazení zprovozněný aplikační server, jako například Tomcat či GlassFish. Stále je ale možné aplikaci sestavit do WAR souboru a vlastní server použít.

4.1.3 Hibernate

Hibernate [37] je framework pro platformu Java, usnadňující persistenci dat. Jedná se o nástroj pro ORM (objektově-relační mapování), který se stará o transformaci objektů aplikace do podoby vhodné pro uložení do relační databáze, jejich uložení, a následné načtení a transformaci z databáze zpět na objekty. Způsob mapování objektů do databáze lze nastavit buď v konfiguračním XML souboru, nebo přímo ve zdrojovém kódu anotacemi.

Kromě usnadnění práce s databází je další výhodou Hibernate možnost jednoduché změny uložiště. Kód aplikace komunikuje s jeho API stejným způsobem, nehledě na typ databáze, ke které je připojen.

4.1.4 MySQL

Persistence dat aplikace bude zprostředkována relační databází. Pro výběr databáze jsem se řídil jejich popularitou a podmínkou použití zdarma. Nejpopulárnější takovou databází je MySQL. [38] Aplikace nebude mít takové požadavky na persistentní vrstvu, aby nějak ovlivnily výběr databáze. Funkce, které budou potřeba, splňují všechny uvažované možnosti. Větší popularita MySQL bude znamenat lepší podporu komunity a snažší řešení problémů během implementace.

4.1.5 Apache Tomcat

Pro nasazení aplikace bude použit server Apache Tomcat. [39] Je nenáročný na hardware a jednoduchý na zprovoznění.

4.2 REST API

V této sekci nejprve krátce vysvětlím pojmy API a REST API. Poté přistoupím k návrhu konkrétního REST API pro aplikaci Deadlines.

4.2.1 API

API (*Application Programming Interface*) slouží k jednoduché a spolehlivé komunikaci mezi aplikacemi nebo moduly aplikace. API představuje kontrakt, kterým se *producent* zavazuje k nabízení svých služeb v dané zdokumentované podobě, jež mohou být využity *konzumenty*.

Autoři knihy *APIs: A Strategy Guide* [40] definují API takto: (Přeloženo mnou z anglického originálu.)

API je v podstatě kontrakt. Ve chvíli, kdy tento kontrakt existuje, vývojáři tíhnou k využívání API, protože ví, že se na něj mohou spolehnout. Kontrakt zvyšuje důvěru, což zlepšuje použitelnost. Tento kontrakt také zefektivňuje spojení mezi producentem a konzumentem, protože rozhraní jsou dokumentována, jsou konzistentní a předvídatelná.

4.2.2 REST

Termín REST (REpresentational State Transfer) byl poprvé zaveden v roce 2000 Royem Fieldingem v jeho dizertační práci. [41] Ve zkratce se jedná o koncept designu distribuované architektury. Definuje rozhraní, které je použitelné pro jednotný přístup ke zdrojům (resources). Těmi mohou být data nebo

stavy aplikace, popsatelné konkrétními daty. Zdroje v kontextu REST jsou identifikované pomocí URI a komunikovány mezi klientem a serverem v podobě reprezentací v libovolné textové, strojově zpracovatelné podobě (například JSON nebo XML). [42]

Popis architektury REST není předmětem této práce, takže se mu dále nebudu věnovat.

4.2.3 REST API aplikace Deadlines

Kompletní popis API, včetně požadovaného obsahu požadavků a možných odpovědí, je vypsán v příloze v sekci D. Zde uvedu možné odpovědi aplikace na požadavky, dostupné *endpoints* a popíšu jejich funkci.

Pokud není uvedeno jinak, všechna volání API musí být autentifikovaná použitím *HTTP Basic Access Authentication*. [44] Jméno a heslo pro *Basic Authentication* jsou uživatelské jméno a heslo uživatele.

Těla požadavků i odpovědí jsou ve formátu JSON, obsah hlavičky *Content-Type* je *application/json*.

4.2.3.1 Odpovědi

Každý *endpoint* odpovídá na požadavek odpovědí, která obsahuje standardní HTTP kód popisující, jak volání dopadlo, a případně tělo. Zde jsou některé z HTTP kódů:

200 OK Požadavek proběhl v pořádku.

201 CREATED Požadovaný objekt či záznam byl vytvořen. V hlavičce odpovědi s názvem *Location* je uvedena relativní cesta k nově vytvořenému zdroji.

400 BAD REQUEST V požadavku je chyba. Detaily o konkrétní chybě jsou obsaženy v těle zprávy.

401 UNAUTHORIZED Požadavek neobsahuje autentifikační údaje, nebo jsou údaje chybné.

403 FORBIDDEN Volající uživatel nemá dostatečná práva k provedení požadavku.

404 NOT FOUND Požadovaný zdroj nebyl nalezen.

409 CONFLICT Objekt či záznam nemohl být vytvořen, protože již existuje.

Chybové odpovědi mohou obsahovat v těle odpovědi další informace o chybě. Tělo má následující formát:

```
{
  "errorCode": 0,
  "errorMessage": "Sample error message."
}
```

Výčet možných chybových kódů se nachází v příloze v sekci D.1.

4.2.3.2 Endpointy

`/user [GET, POST]`
GET vrátí seznam všech uživatelů v systému.
POST vytvoří nového uživatele z poskytnutých dat.

Tento *endpoint* je přístupný i neautentifikovaným voláním.

`/user/{user_id} [GET, PUT]`
GET vrátí informace uživatele s ID `user_id`.
PUT upraví profil uživatele s ID `user_id` předanými daty. Povoleno je měnit pouze profil volajícího uživatele.

`/task[{?filter&order}] [GET, POST]`
GET vrátí seznam všech úkolů volajícího uživatele, které odpovídají zadaným parametrům. Detailní popis možných parametrů je dostupný v příloze v sekci D.
POST vytvoří nový úkol z poskytnutých dat. Volající uživatel se stane jeno Pozorovatelem.

`/task/{task_id} [GET, PUT]`
GET vrátí detailní informace o úkolu se zadaným ID. Povoleno jen pro Pracovníky úkolu.
PUT upraví úkol se zadaným ID podle informací v těle požadavku. Povoleno jen pro Pracovníky úkolu.

`/task/{task_id}/reseturgency [POST]`
Vynuluje urgentnost zadaného úkolu. Použitelné jen pro rostoucí úkoly. Povoleno jen pro Pracovníky úkolu.

`/task/share/{task_id} [POST]`
Zašle nabídku na sdílení úkolu uživatelům a skupinám předaným v těle požadavku. Povoleno jen pro Pracovníky úkolu.

`/task/leave/{task_id} [POST]`
Odebere volajícího uživatele z úkolu se zadaným ID.

`/task/role/{task_id}{?newRole[&targetUser&targetGroup]} [POST]`
Nastaví roli volajícího uživatele v úkolu se zadaným ID na roli předanou v parametru `newRole`. Pozorovatel se tak může stát Pracovníkem a naopak.

Volitelně lze také zadat ID skupiny a uživatele, jehož se má volání týkat. Pokud je volající uživatel Manažerem zadané skupiny a cílový uživatel jejím členem, pak je Manažerovi umožněno změnit roli uživatele.

`/task/report/{task_id} [POST]`
Vytvoří záznam o odvedené práci od volajícího uživatele na úkolu s předaným ID. Detaily záznamu jsou obsaženy v těle požadavku. Povoleno jen pro Pracovníky úkolu.

`/offer/task/user [GET]`
Vrátí seznam nabídek ke sdílení úkolu pro volajícího uživatele.

`/offer/task/user/resolve/{task_offer_id} [POST]`
Přijme nebo zamítne nabídku ke sdílení úkolu se zadaným ID. Volající uživatel musí být příjemcem nabídky.

`/offer/task/group/{group_id} [GET]`
Vrátí seznam nabídek ke sdílení úkolu pro skupinu se zadaným ID. Povoleno jen pro Manažery skupiny.

`/offer/task/group/{group_id}/resolve/{task_offer_id} [POST]`
Přijme nebo zamítne nabídku ke sdílení úkolu se skupinou se zadaným ID. Povoleno jen pro Manažery skupiny.

`/offer/membership [GET]`
Vrátí seznam nabídek ke vstupu do skupiny pro volajícího uživatele.

`/offer/membership/resolve/{membership_offer_id} [POST]`
Přijme nebo zamítne nabídku ke vstupu do skupiny s předaným ID. Volající uživatel musí být příjemcem nabídky.

`/group{?role} [GET, POST]`
GET vrátí seznam skupin v aplikaci. Volitelný parametr `role` určuje, zda vracet všechny skupiny, nebo jen ty, jichž je volající členem v zadané roli.
POST vytvoří novou skupinu z informací předaných v těle požadavku. Volající uživatel se stane jejím Adminem.

`/group/{group_id} [GET, PUT, DELETE]`
GET vrátí detaily skupiny se zadaným ID. Povoleno jen pro Členy skupiny.
PUT upraví detaily skupiny se zadaným ID daty předanými v těle požadavku. Povoleno jen pro Admina skupiny.

DELETE smaže skupinu se zadaným ID. Povoleno jen pro Admina skupiny.

`/group/{group_id}/member/offer [POST]`
Zašle nabídku ke vstupu do skupiny se zadaným ID uživatelům předaným v těle požadavku. Povoleno jen pro Manažery skupiny.

`/group/{group_id}/member/{user_id} [PUT, DELETE]`
PUT upraví záznam o členovi skupiny, identifikovaného jeho ID. Změní jeho roli ve skupině na tu předanou v těle požadavku. Povoleno jen pro Manažery skupiny.
DELETE Odebere uživatele s ID `user_id` ze skupiny s ID `group_id`. Povoleno jen pro Manažery skupiny.

`/group/{group_id}/task/{task_id} [DELETE]`
Odebere skupinu s ID `group_id` z úkolu s ID `task_id`. Povoleno jen pro Manažery skupiny.

4.3 Urgentnost

Jedním z funkčních požadavků je výpočet *urgentnosti* úkolů. Ta má vyjadřovat důležitost úkolu v daném momentě a má pomoct uživateli rozhodnout se, na kterém úkolu bude pracovat. Čím vyšší hodnota, tím je nutnější se danému úkolu věnovat. Výpočet hodnoty urgentnosti bude záviset na typu úkolu. Způsob výpočtu pro oba typy úkolů popíšu ve zbytku této sekce.

Hodnota urgentnosti bude reálné číslo v intervalu $\langle 0; 200 \rangle$. Hodnota 100 značí, že by měl uživatel na úkolu začít pracovat v tuto chvíli. Např. pro úkol s deadlinem urgentnost 100 znamená, že do deadlinu v tuto chvíli zbývá stejně času, jako je odhad zbývající pracnosti úkolu.

4.3.1 Rostoucí úkol

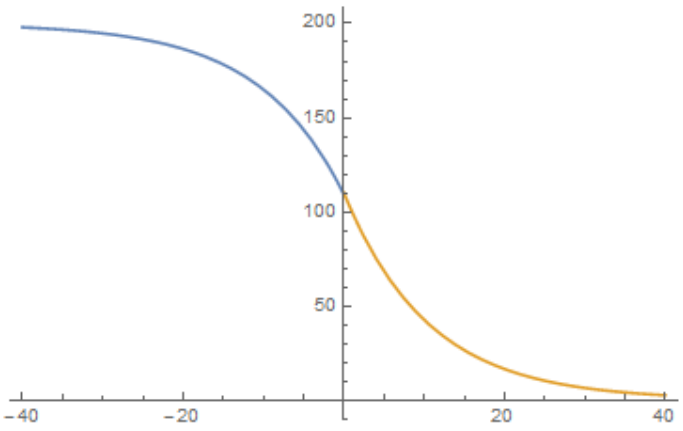
Rostoucí úkol obsahuje informaci o rychlosti růstu urgentnosti. Tato hodnota představuje, za kolik hodin má být urgentnost rovna 100. Růst urgentnosti je lineární a řídí se vztahem

$$u = \frac{1}{hrs} \cdot z \cdot 100$$

kde u je hodnota urgentnosti, h je rychlost růstu a z je počet hodin, které uběhly od vytvoření či vynulování úkolu.

4.3.2 Úkol s deadlinem

Úkol s deadlinem dosáhne urgentnosti 100, pokud do deadlinu zbývá přesně tolik času, jako je odhadovaná pracnost úkolu.



Obrázek 4.2: Funkce urgentnosti pro úkol s deadlinem

Pro úkol s deadlinem definuji rezervu r následujícím způsobem:

$$r = \frac{t}{w} + \frac{t}{d} \tag{4.1}$$

kde t je čas do deadlinu v hodinách, w je zbývající pracnost v hodinách a d je konstanta. Experimentálně jsem stanovil, že $d = 5$.

První zlomek udává, v jakém poměru je zbývající čas ku pracnosti. Například pokud do deadlinu zbývá 8 hodin a zbývající pracnost je 2 hodiny, výsledkem bude 4. Druhý zlomek slouží k úpravě rezervy v závislosti na zbývajícím čase. Čím méně času zbývá, tím menší bude tento člen. To z důvodu, aby rezerva u úkolu, kterému zbývá více času, byla větší, než u úkolu, který má času méně, i když jsou poměry času ku práci stejné. K této úpravě jsem přistoupil, protože chci, aby úkoly blíže deadlinu měly větší urgentnost než stejně rozpracované úkoly dále od deadlinu.

Chci, aby hodnota urgentnosti rostla nejrychleji s rezervou pohybující se kolem čísla 1; urgentnost úkolů s velkou kladnou nebo zápornou rezervou není tak důležitá, jako urgentnost těch úkolů, na kterých by uživatel měl začít pracovat v tuto chvíli – ty mají rezervu blízko číslu 1.

Urgentnost úkolu s deadlinem se tak řídí následující funkcí:

$$f(r) = \begin{cases} |(a^{-r+1} - 1) \cdot b| + b + c & \text{pro } r \leq 0 \\ a^{r-1} \cdot b + c & \text{pro } r \geq 0 \end{cases} \tag{4.2}$$

kde a, b a c jsou konstanty, zvolené jako $a = 1.1$, $b = 100$, $c = 0$.

Urgentnost úkolu nezávisí na jeho prioritě. Vzorec pro urgentnost lze ale jednoduše upravit tak, aby se priorita zohlednila, a to dosazením odpovídající hodnoty za c.

Graf hodnoty urgentnosti vzhledem k rezervě je zobrazen na obrázku 4.2.

4.4 Autentifikace

Ukládání hesel uživatelů v databázi v čistém textu představuje bezpečnostní riziko. V případě, že dojde k úniku dat databáze, může útočník získat přihlašovací jména i hesla a tím i možnost přihlásit se do aplikace jako kterýkoliv uživatel. Z tohoto důvodu je vhodné neukládat samotná hesla, ale jen jejich „otisk“. Ten se z hesla vytvoří pomocí *hash funkce*. [45] Při použití vhodné funkce se jedná o relativně bezpečný způsob, kterým ověřovat uživatele, aniž by mohlo dojít k úniku jejich hesel.

Nevýhodou této metody autentifikace je fakt, že pro uživatele se stejným heslem funkce vygeneruje vždy stejný otisk. To znamená, že při prolomení hesla jednoho uživatele mohou být ohroženi i další uživatelé, kteří mají stejné heslo. Navíc existují tabulky, které obsahují předpočítané výstupy hash funkcí a vstupní řetězce, které těmto výstupům odpovídají, tzv. *rainbow tables*. [46] Ty mohou být použity pro zrychlení prolamování slabších hesel.

Z tohoto důvodu v aplikaci kromě hashování používám metodu *solení*. Ta spočívá v tom, že se otisk negeneruje jen z hesla, ale navíc se k němu přidá náhodně vygenerovaný řetězec, tzv. *sůl*. Stejná hesla tak budou mít rozdílné otisky a znemožní se využití *rainbow tables* a slovníkových útoků. V databázi bude pro autentifikaci uložena dvojice `(hash(heslo, sůl), sůl)`. [45]

4.5 Architektura

Architektura aplikace popisuje způsob, jakým je členěna na logické celky a jak ty mezi sebou komunikují. Úroveň složitosti architektury souvisí s nefunkčními požadavky na aplikaci. Větší nároky, například na škálovatelnost, výkon, bezpečnost a další aspekty, znamenají nutnost navrhnout dostatečně robustní architekturu, která jim bude vyhovovat.

V této sekci popíšu, jak bude vypadat architektura aplikace Deadlines.

4.5.1 Architektura Deadlines

Aplikaci navrhuji podle vzoru vícevrstvé architektury. Tvoří ji několik vrstev, z nichž každá je zodpovědná za jinou funkcionalitu. Způsob komunikace je definován rozhraním, které vrstvy nabízí. Je tak snazší oddělit konkrétní implementaci vrstev od jejich okolí. Jednou z výhod této architektury je možnost znovupoužitelnosti vrstev. To je užitečné například v případě, kde existuje několik různých rozhraní pro interakci s uživatelem. Všechny mohou komunikovat s odpovídající vrstvou, pro kterou nehraje roli jejich typy a počet.

Další výhodou je možnost poměrně pohodlně měnit konkrétní implementaci dané vrstvy (zejména v kombinaci s použitím *IoC*) a to bez zásahů do vrstev, které s ní komunikují.

Diagram architektury aplikace je zobrazen v příloze, na obrázku E.1.

4.6 Návrhový model

V této sekci se budu věnovat návrhovému modelu tříd a jeho popisu. Ten vychází z analytického modelu, rozšiřuje množství tříd a doplňuje implementační detaily. Mezi ně patří atributy a jejich typy, metody, viditelnost. Definují se zde také rozhraní, typy tříd a aplikují návrhové vzory. [47]

Ve zbytku této sekce budu popisovat jednotlivé části návrhového modelu. Obrázek zobrazující všechny třídy, rozdělené do balíčků (*packages*), je k dispozici v příloze, diagram F.1.

4.6.1 Balíček `config`

Tento balíček obsahuje třídy využívané napříč celou aplikací. Jsou zde definovány hodnoty chybových kódů a zpráv, *Beans* pro využití frameworkem Spring a nastavení pravidel pro autentifikaci na *endpointech* aplikace.

4.6.2 Balíček `controllers`

Tento balíček reprezentuje vrstvu *Controllers* v architektuře aplikace. Třídy `Controller` jsou zodpovědné za zpracování příchozích požadavků a zasílání odpovědí. Ověří autentifikaci požadavku a poté ho v odpovídajícím formátu delegují na vrstvu *Business Service*. Odpoveď této vrstvy v odpovídajícím tvaru pošlou zpět.

Třída `JsonViews` definuje hierarchii rozhraní, kterými lze filtrovat množství informací, které controller posílá v odpovědi.

Balíček `httpbodies` obsahuje definice *POJO* objektů, které reprezentují strukturu těl požadavků a odpovědí.

4.6.3 Balíček `exceptions`

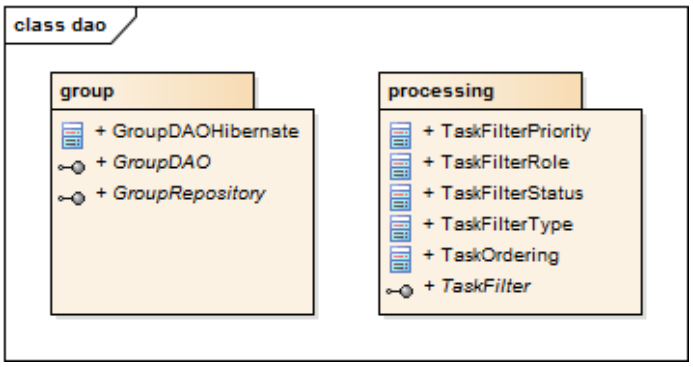
Zde se nacházejí třídy vyjímek aplikace.

4.6.4 Balíček `dao`

Balíček reprezentuje vrstvu *Data Access*, obsahuje třídy zprostředkovávající persistenci dat.

Každá entita modelu zde má odpovídající podbalíček, který obsahuje rozhraní a třídy využité při jejím ukládání a načítání. Jeden z těchto podbalíčků, `group`, je zobrazen na obrázku 4.3. Rozhraní `GroupDAO` definuje metody, které jsou nabízeny ostatním komponentám aplikace pro ukládání a načítání objektů `Group` z databáze. Třída `GroupDAOHibernate` je konkrétní implementací tohoto rozhraní, které využívá *Hibernate*. Rozhraní `GroupRepository` představuje způsob komunikace právě s frameworkem *Hibernate*.

Balíček `processing` obsahuje třídy a rozhraní, které umožňují filtrování a řazení načítaných dat.



Obrázek 4.3: Detail tříd balíčku dao

4.6.5 Balíček `services`

Detailní pohled na balíček je na obrázku 4.4.

Služby v balíčku reprezentují vrstvu *Business Services*. Balíček obsahuje rozhraní definující operace, které je možné v aplikaci provádět, a v podbalíčku `implementation` třídy, které ho implementují.

Podbalíček `security` obsahuje interní služby pro autentifikování příchozích požadavků a pro kontrolu, zda mají volající uživatelé dostatečná práva k provádění požadovaných akcí.

Podbalíček `helpers` obsahuje interní služby pro práci s entitami, které jsou využívány službami, ale nejsou součástí API této vrstvy.

4.6.6 Balíček `jobs`

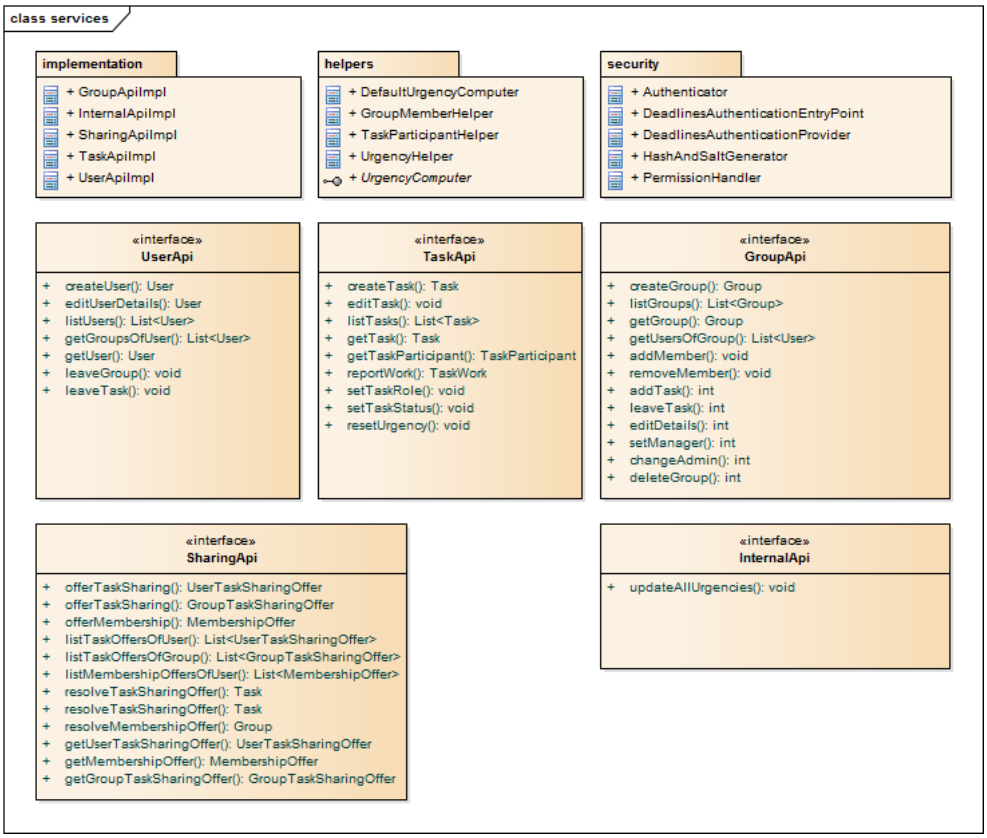
Balíček reprezentuje v architektuře vrstvu *Background Jobs*. Třídy v něm spouští periodické akce, které se mají v systému vykonávat. Příkladem takové akce je pravidelné přepočítání urgentnosti všech aktivních úkolů.

4.6.7 Balíček `utils`

Zde jsou zařazeny pomocné třídy, které nabízí různé statické metody, využívané zejména při testování.

4.6.8 Balíček `model`

Tento balíček odpovídá stejnojmenné komponentě z diagramu architektury. Obsahuje třídy, které reprezentují business entity aplikace, analyzované v sekci 3.3. Třídy v sobě drží informace prostřednictvím atributů a relací k dalším třídám tohoto balíčku. Mají jen základní metody pro čtení a ukládání atributů. Veškerá manipulace se vztahy mezi třídami a udržování konzistentních referencí v případě obousměrných vztahů je zodpovědností *Business Services* vrstvy.



Obrázek 4.4: Detail tříd balíčku services

Diagram popisující detaily tříd a vztahy mezi nimi je zobrazen v příloze, na obrázku F.2.

4.6.9 Třída `DeadlinesApplication`

Metoda `main()` této třídy je vstupním bodem celé aplikace.

4.7 Databázový model

Databázový model popisuje způsob uložení dat do databáze. Udává, jaké tabulky a sloupce v databázi existují, jaké mají klíče a integritní omezení. Dekomponují se v něm vztahy kardinality *m:n* vytvořením pomocné tabulky.

Databázový model vznikl na základě doménového a návrhového modelu a je zobrazen v příloze na obrázcích G.1 a G.2. Diagram byl z důvodu přehlednosti rozdělen na dvě části. První diagram zobrazuje tabulky databáze kromě nabídek, druhý zobrazuje tabulky nabídek a jejich vztah k tabulkám v prvním diagramu.

V návrhovém modelu je několik tříd, které tvoří dědičnou hierarchii a tu je potřeba převést do reprezentace tabulkami. Na to existuje několik postupů:

- Jedna tabulka pro rodiče, která obsahuje sjednocení atributů všech jejích potomků a sloupec identifikující typ záznamu.
- Tabulka pro každou konkrétní třídu.
- Tabulka pro rodiče a s ní asociovaná tabulka pro každého z potomků, obsahující atributy v něm definované.

Pro uložení dědičné hierarchie třídy `Task` jsem zvolil první způsob. Rozdíl mezi podtypy této třídy je jen v jediném atributu, takže při ukládání záznamů bude množství nevyužitých sloupců minimální.

Pro uložení třídy `Offer` jsem zvolil druhý způsob. Všechny podtypy mají společný atribut identifikující uživatele, který jej vytvořil, ale v ostatních atributech se liší. Proto má každý podtyp svou vlastní tabulku.

Inicializační SQL skript pro vytvoření databáze je přiložen na médiu.

4.8 Testování

Testy aplikace jsou nezbytnou součástí jejího vývoje a dlouhodobé udržitelnosti. Určují, jaké chování se od testované komponenty očekává a v případě chybného zásahu do její implementace programátora na problém upozorní.

4.8.1 Nástroje

4.8.1.1 JUnit

Framework Spring nabízí integraci s testovacím nástrojem JUnit. [51] Ten umožňuje psát automatizované jednotkové i integrační testy, v nichž programátor může kontrolovat a porovnávat obsah proměnných, vyhazované výjimky a další.

JUnit lze použít samostatně bez spuštění Spring kontejneru, kdy se programátor musí postarat o inicializaci všech testovaných komponent, nebo v kombinaci s ním. V tom případě je dostupná veškerá funkcionalita jako za běhu aplikace, zejména *dependency injection*.

4.8.1.2 Mockito

Mockito [52] je nástroj pro vytváření *mock* objektů. To jsou jednoduché „kopie“ objektů s pevně daným chováním. Jejich účelem je izolování testované komponenty tak, aby veškeré testované chování pocházelo od ní a ne jejích závislostí.

4.8.2 Jednotkové testy

Jednotkové testy jsou určené k testování nejmenších možných částí aplikace. Těmi jsou zpravidla jednotlivé třídy a jejich metody. Testy pak kontrolují, jestli se třída chová tak, jak by měla. Třídy, na nichž je testovaná část závislá, se zpravidla nahrazují *mock* objekty.

Jednotkové testy nevyžadují spuštění celého prostředí aplikace, jako například databáze a dalších komponent a jejich provedení je relativně rychlé.

4.8.3 Integrační testy

Integrační testy se zabývají testováním větších částí aplikace. Předpokládá se, že jednotlivé komponenty jsou otestované, fungují správně a ověřuje se správnost jejich spolupráce.

Tímto způsobem budu v aplikaci testovat zejména funkčnost vrstev, které jsou zodpovědné za hlavní logiku aplikace, tedy *Business Services* a *Controllers*. Testy budou odpovídat jednotlivým scénářům užití z kapitoly 3.2.2 a nabízených *endpointů* z kapitoly 4.2.3.2.

Při každém scénáři testování nejprve vytvořím počáteční, známý stav entit v aplikaci. Poté simuluji scénáře užití částí aplikace uživatelem, například zakládání skupin a úkolů, zasílání nabídek jiným uživatelům, přijímání nabídek a podobně. V průběhu scénáře ověřuji, že stav entit v aplikaci je takový, jaký očekávám.

Při integračním testování vrstvy *Controllers* u každého *endpointu* simuluji zasílání validních i nevalidních požadavků a kromě kontroly změn v entitách testuji, zda návratový kód a tělo odpovědi odpovídá tomu, co očekávám.

Kapitola 5

Implementace

V této kapitole se budu věnovat bližšímu popisu průběhu implementace aplikace.

5.1 Vývojové prostředí

Aplikaci jsem vyvíjel v prostředí IntelliJ IDEA od firmy JetBrains. Poskytuje dobrou podporu práce s frameworkem Spring, například nabízí funkce pro vkládání, zobrazování a navigování definovanými Spring Beans. Součástí je také nástroj pro ruční vytváření a posílání HTTP požadavků, který je užitečný pro základní testování REST rozhraní aplikace. Studentům ČVUT FIT je poskytována licence pro edici Ultimate po dobu studia zdarma.

Projekt využívá nástroj Maven pro správu závislostí a verzí. Soubor `pom.xml` aplikace je potomkem `spring-boot-starter-parent`, který Spring Boot označuje jako *starter POM*. Ten obsahuje vybrané komponenty typicky využívané u Spring projektů. Vývojář podle svých potřeb může dodefinovat další závislosti na požadovaných modulech.

Aplikace je postavena na Spring Boot verze 1.3.3.

5.2 Služby

Služby (*services*) v aplikaci jsou implementovány jako stejnojmenné komponenty frameworku Spring. Každou třídu anotovanou pomocí `@Service` Spring automaticky při startu aplikace detekuje a zaregistruje jako Bean. V ostatních komponentách je pak tuto službu možné využívat následující deklarací:

```
@Autowired
private ServiceClass service;
```

Framework se postará o vložení instance odpovídající třídy, pokud je tato třída zaregistrována jako Bean. Deklarovaný typ může být i rozhraní, Spring

pak poskytne třídu, která toto rozhraní implementuje a je zaregistrována s odpovídajícím jménem.

Třídy z vrstvy služeb jsou anotovány jako `@Transactional`. Tím je zaručeno, že každá jejich metoda bude součástí jediné databázové transakce. Pokud v metodě dojde k výjimce, všechny dosud provedené změny budou vráceny a databáze zůstane nezměněna.

5.3 Aktualizace urgentnosti

Aktualizace urgentnosti úkolů se provádí v případě vytvoření nebo úpravy úkolu a také periodicky. Využívá se k tomu třídy `UrgencyHelper`, která deleguje výpočet hodnoty na třídu implementující rozhraní `UrgencyComputer`, poté uloží získanou urgentnost a upraví čas její poslední aktualizace.

Pro periodickou aktualizaci urgentnosti využívám *task scheduling* frameworku Spring. Tato funkcionalita je aktivována anotací `@EnableScheduling` na kterékoliv konfigurační třídě. Spring poté automaticky vykonává požadované metody v zadaném intervalu:

```
@Scheduled(fixedDelayString = "${update.urgency.interval}")
public void updateUrgencies() {
        logger.info("Updating urgencies of all tasks.");
        internalApi.updateAllUrgencies();
}
```

Interval aktualizace je načten z externího konfiguračního souboru z klíče `update.urgency.interval`.

5.4 Model

Třídy reprezentující model aplikace jsou anotovány pomocí `@Entity`. Hibernate takto anotované třídy zpracuje a bude je možné serializovat a deserializovat jako objekty do a z databáze. Anotace na atributech entitní třídy určují název odpovídajícího sloupce v tabulce, integritní omezení, způsob mapování asociací, generování hodnot *ID* a další možnosti.

Hibernate umožňuje mapování *m:n* asociací pomocí anotace `@JoinTable`, která definuje pomocnou tabulku, ve které se bude uchovávat informace o asociaci. Není tak nutné definovat pomocnou entitu, která by vztah dekomponovala.

Pomocí anotací na atributech také definuji, jestli mají být při serializaci do JSON odpovědi zahrnuty či ne. Spring pro manipulaci s formátem JSON využívá knihovnu Jackson. Ta umožňuje následující:

```
@Column(name = COL_TASK_DESCRIPTION)
@JsonView(JsonViews.Task.Detail.class)
protected String description;
```

Atribut *description* tak bude v JSON odpovědi zahrnutý, pouze pokud je metoda Spring Controlleru, zpracovávajícího požadavek, anotována rozhraním, které implementuje `JsonViews.Task.Detail.class`.

5.5 Persistence

Pro každou třídu modelu je definováno rozhraní `DAO` s metodami, které musí poskytovatel persistence implementovat. Já v používám framework Hibernate, takže implementací těchto rozhraní jsou třídy `DAOHibernate`. Ty deleguje volání odpovídajících metod na rozhraní implementující `CrudRepository<T,ID>`, kde `T` je typ třídy, kterou chci serializovat, a `ID` je datový typ jejího primárního klíče.

V rozhraní, které implementuje `CrudRepository`, lze definovat metody podle dané jmenné konvence, pro které se při spuštění aplikace automaticky vygenerují odpovídající SQL dotazy. Toto je část definice `GroupRepository`, využívané třídou `GroupDAOHibernate`:

```
@Repository
public interface GroupRepository
       extends CrudRepository<Group, Long> {
  Group findByName(String name);
  List<Group> findByMembers_User(User user);
  Group saveAndFlush(Group group);
}
```

Metody definované v rozhraní není nutné vůbec implementovat, jsou automaticky generovány frameworkem. Názvy metod tvoří jednoduché i složené databázové dotazy, informace o syntaxi a klíčových slovech je k dispozici v dokumentaci modulu *Spring Data*. [48]

Například volání metody `findByName("jmeno")` se přeloží na následující databázový dotaz, jehož odpověď je deserializována do instance třídy `Group`:

```
  select group0_.group_id as group_id1_1_,
         group0_.description as descript2_1_,
         group0_.name as name3_1_
         from group_table group0_
         where group0_.name="jmeno"
```

Dotazy mohou být i složitější, jako je tomu u metody `findByMembers_User`. Ta vrátí seznam všech skupin, jichž je uživatel členem. V jejím „přeloženém“ SQL tvaru jsou automaticky vygenerována potřebná spojení tabulek (*join*).

5.6 Autentifikace

Zabezpečení a autentifikaci uživatelů řeší v aplikaci modul *Spring Security*. [49] V konfigurační třídě `config.Security`, která je potomkem třídy `WebSecurityConfigurerAdapter`, provádím nastavení zabezpečení HTTP *endpointů*:

```
@Override
protected void configure(AuthenticationManagerBuilder auth)
                throws Exception {
  auth.authenticationProvider(authenticationProvider);
}

@Override
public void configure(HttpSecurity http) throws Exception {
  http
    .authorizeRequests()
    .antMatchers(HttpMethod.GET, "/user").permitAll()
    .antMatchers(HttpMethod.POST, "/user").permitAll()
    .anyRequest().authenticated()
      .and().httpBasic()
      .authenticationEntryPoint(
        deadlinesAuthenticationEntryPoint);
}
```

S touto konfigurací budou povoleny anonymní dotazy na adresu `/user` s metodami GET a POST, u všech ostatních jsou požadovány přihlašovací údaje. Logika autentifikace uživatele ze zadaných údajů probíhá v mnou definovaném `authenticationProvider`. Pokud autentifikace uspěje, pak je ID volajícího uživatele předáno odpovídajícímu *Controlleru*.

Pokud nejsou poskytnuty údaje nebo autentifikace selže, volá se metoda v instanci `deadlinesAuthenticationEntryPoint`, která uživateli odpoví chybovým HTTP kódem.

5.7 Endpointy

Komunikaci pomocí REST API zajišťují třídy anotované pomocí `@RestController`. Ty obsahují metody obsluhující jednotlivé *endpointy*, které aplikace nabízí. Deklarace takové metody vypadá například takto:

```
@RequestMapping(value = "/user/{id}",
                method = RequestMethod.PUT,
                produces = CTYPE_JSON,
                consumes = CTYPE_JSON)
public ResponseEntity editUser(
```

```
@AuthenticationPrincipal Long userId,
@PathVariable("id") Long id,
@RequestBody UserCreateRequestBody request) {}
```

Anotace `@RequestMapping` určuje, jaká adresa a HTTP metoda bude touto metodou zpracována a jaký MIME typ [50] je akceptován a produkován. V parametrech je metodě předáno ID autentifikovaného uživatele, parametry z URL adresy a tělo požadavku deserializované do POJO objektu.

Metoda controlleru volá odpovídající služby v závislosti na předaných parametrech a jejich výsledek transformuje do odpovědi, kterou zasílá zpět.

Kapitola 6

Testování

V této kapitole popíšu, jakým způsobem jsem řešil testování aplikace při jejím vývoji tak, jak bylo popsáno v sekci 4.8.

Pro manuální spuštění testů na příkazové řádce je potřeba mít nainstalovaný nástroj Maven a JDK verze alespoň 1.8. Spuštění testů se provede příkazem `mvn clean test` v adresáři `project`.

6.1 Mockito

Pro jednotkové testy jsem využil nástroj *Mockito*, který umožňuje jednoduše vytvořit „napodobeninu“ objektu, definovat u ní chování a poté kontrolovat, jaké její metody s jakými parametry byly zavolány.

Příkladem *mockování* v mnou implementovaných testech je například mock rozhraní `UserAPI`:

```
@Mock
UserApi userApi;

Mockito.when(
  userApi.getUser(any(Long.class))
).thenReturn(user);
```

Zde definuji chování objektu `userApi` takto: pokud je na objektu zavolána metoda `getUser` s jakýmkoliv parametrem typu `Long`, jejím výsledkem bude objekt `user`.

6.2 Jednotkové testy

Jednotkovými testy jsem testoval třídy se žádnými, nebo několika málo závislostmi na ostatních třídách. Testovat by se tímto způsobem daly i komplexnější třídy, ale bylo by nutné místo jejich závislostí vytvářet mock objekty. Z důvodu

většího úsilí na jiných částech práce jsem od tohoto upustil a u složitějších tříd využíval jen integrační testy, ve kterých měly třídy přístup ke všem svým závislostem skrze framework Spring.

Příkladem jednoho z jednotkových testů je následující kód, testující správnost funkce třídy, která autentifikuje uživatele pomocí objektu, který ho reprezentuje, a hesla:

```
@RunWith(MockitoJUnitRunner.class)
public class AuthenticatorTest {
  @Mock
  User mockedUser;

  @Spy
  private ShaPasswordEncoder passwordEncoder =
                                new ShaPasswordEncoder();

  @InjectMocks
  private Authenticator authenticator = new Authenticator();


  @Before
  public void setUp() throws Exception {
    Mockito.when(mockedUser.getUsername()).thenReturn("User2");

    Mockito.when(mockedUser.getPasswordHash())
       .thenReturn("375c3858a8d203ac6393d948098f797d7d871e32");

    Mockito.when(mockedUser.getPasswordSalt())
       .thenReturn("c7badfd9725a9f2e");
  }

  @Test
  public void authenticate() throws Exception {
    String correctPassword = "password";
    String wrongPassword = "abcd";

    assertNull(authenticator.authenticate(mockedUser,
                                          wrongPassword));

    assertEquals(authenticator.authenticate(mockedUser,
                                            correctPassword),
                 mockedUser);
  }
}
```

V tomto testu třídy `Authenticator` nejprve za pomocí anotace `@Mock` vytvořím mock instanci třídy `User`. `@Spy` označuje „plnohodnotný“ Java objekt, který má být vložen do testované třídy jako závislost. Anotace `@InjectMocks` poté informuje framework Mockito o tom, že má do takto anotované třídy vložit její závislosti, v tomto případě objekty `passwordEncoder` a `authenticator`.

V metodě `setUp` definuji chování *mock* objektu `mockedUser`, kterého využívám v následující metodě. V ní kontroluji, že v případě chybné kombinace uživatele a hesla vrací třída `null`, v případě správné kombinace pak objekt uživatele.

6.3 Integrační testy

Integrační testy jsem během vývoje využil pro testování správné funkčnosti tříd s větším počtem závislostí a tříd, které ze své podstaty vyžadují komunikaci s vnějšími systémy. To jsou například třídy *Data Access Object*, které jsou zodpovědné za ukládání a načítání dat z databáze.

6.3.1 Vrstva Business Services

Důkladně jsem integračními testy otestoval vrstvu *Business Services*, která obsahuje hlavní logiku aplikace. Všechny případy užití z kapitoly 3.2.2 jsou v těchto testech obsaženy samostatně, i jako součást komplexnějších scénářů, kde jsou testovány v kombinaci s ostatními případy užití. Příkladem takového scénáře jsou následující kroky:

1. Vytvoření tří uživatelů a skupiny, v níž je první z nich Admin.
2. Vytvoření několika úkolů pro každého z uživatelů.
3. Sdílení úkolů Admina s jeho skupinou.
4. Kontrola, zda jsou uživatelé účastníky očekávaných úkolů.
5. Nabídka členství ve skupině od Admina jednomu z uživatelů a její přijetí uživatelem.
6. Kontrola, zda má skupina očekávané členy a zda je nový člen skupiny účastníkem svých soukromých i skupinových úkolů. Dále kontroluji, zda ostatním uživatelům nepřibyly ani neubyly úkoly.
7. Odchod člena ze skupiny.
8. Opět kontrola členů skupiny a účastníků úkolů.

6.3.2 Vrstva Controllers

Vrstva *Controllers* je zodpovědná za zpracování příchozích požadavků, autentifikaci uživatele a volání odpovídajících metod vrstvy *Business Services*. Ta je již otestovaná způsobem popsaným v sekci 6.3.1. Z tohoto důvodu testy vrstvy *Controllers* nejsou zaměřené primárně na kontrolu správnosti manipulace s entitami a dat v databázi. Testovány jsou údaje obsažené v HTTP odpovědích aplikace, tedy jejich stavový kód, hlavičky a tělo. Jeden z testů má například následující strukturu:

1. Zaslání autentifikovaného požadavku na změnu údajů a hesla uživatele metodou PUT na adresu `/user/id`, kde `id` je ID uživatele.
2. Kontrola, zda je vrácen kód 200 OK a hlavička *Content-Type* je očekávaného typu.
3. Kontrola, zda je tělo odpovědi v očekávaném formátu a obsahuje upravená data.
4. Zaslání požadavku s původními autentifikačními údaji a kontrola, že byl vrácen kód 401 Unauthorized.
5. Zaslání požadavku s novými autentifikačními údaji a kontrola, že byl vrácen kód 200 OK.

K simulování zasílání požadavků na REST *endpointy* a kontrolu odpovědí využívám třídu `MockMvcBuilders`, která je součástí testovacího modulu nástroje Spring. Použití její instance `mvc` je znázorněno v kódu pod tímto odstavcem. Uvedená metoda představuje test, který se skládá z výše uvedených bodů.

```
@Transactional
@Test
public void userEditTest() throws Exception {

  String newPwd = "new-password";
  String newEmail = "another-email@hello.com";
  String newName = "Brand new name";

  MvcResult result = mvc.perform(put("/user/" + user1.getId())
    .header("Authorization", BasicAuthHeaderBuilder
                  .buildAuthHeader(user1.getUsername(), "pwd"))
    .content("{\"password\":\"" + newPwd
           + "\",\"email\":\"" + newEmail
           + "\",\"name\":\"" + newName + "\"}")
    .contentType(MediaType.APPLICATION_JSON))
```

```
    .andExpect(status().isOk())
    .andExpect(content().contentType(MediaType.APPLICATION_JSON))
    .andReturn();

  String response = result.getResponse().getContentAsString();

  JsonParser parser = new JsonParser();
  JsonObject object = parser.parse(response).getAsJsonObject();

  Assert.assertEquals(newEmail,
                      object.get("email").getAsString());
  Assert.assertEquals(newName,
                      object.get("name").getAsString());

  mvc.perform(get("/user/" + user1.getId())
    .header("Authorization", BasicAuthHeaderBuilder
                .buildAuthHeader(user1.getUsername(), "pwd"))
  )
  .andExpect(status().isUnauthorized());

  mvc.perform(get("/user/" + user1.getId())
    .header("Authorization", BasicAuthHeaderBuilder
                .buildAuthHeader(user1.getUsername(), newPwd))
  )
  .andExpect(status().isOk());
}
```

6.4 Výsledky testování

Celkem jsem při implementaci aplikace napsal více než 150 testovacích případů. Testy jsem nepsal pro všechny třídy a všechny jejich metody, ale jen pro ty, které byly svou funkcí netriviální. Testy pokrývají všechny vytyčené funkce, které má aplikace nabízet, jak je popisují případy užití v sekci 3.2.2.

Případné chyby, které nebyly zachyceny automatizovanými testy, by mohly být odhaleny testováním aplikace samotnými uživateli. Takové testování jsem neprovedl, protože aplikace disponuje pouze rozhraním REST. Nenabízí žádné grafické rozhraní, které by mohlo být použité k manuálnímu testování i technicky nevzdělanými uživateli.

Výsledná aplikace, která je přiložena k této práci, uspěla ve 100 % automatizovaných testů a neobsahuje tak žádné známé chyby.

Kapitola 7

Nasazení

V této kapitole se budu věnovat popisu postupu při nasazování aplikace Deadlines do provozu.

Aplikace je distribuována a může být nasazena dvěma způsoby:

- WAR archiv pro nasazení do servlet kontejneru (například Apache Tomcat).
- Spustitelný JAR, obsahující vlastní webserver.

7.1 Verze Java

K běhu aplikace je vyžadováno JRE alespoň verze 1.8.

7.2 Uložiště dat

Deadlines může pro persistenci dat využít dva typy uložiště. Prvním, doporučeným uložištěm je databáze MySQL. Návod na její instalaci je ale mimo rozsah této práce, proto jej zde neuvádím.

Druhým typem uložiště je databáze H2. Tuto databázi není nutné nijak instalovat, aplikace ji automaticky vytvoří a celá je obsažena v jednom souboru na disku. Vhodná je pro testování a zkušební provoz aplikace. Typ a konkrétní umístění datového uložiště lze nastavit v konfiguračním souboru.

7.3 Nasazení WAR archivu

K nasazení WAR archivu je nutné mít již nainstalovaný některý ze servlet kontejnerů. Nasazení aplikace bylo testováno na serveru Apache Tomcat verze 9.0.0.0 a návod se tak bude vztahovat právě k tomuto serveru. Předpokládané umístění instalace serveru je ve složce `$CATALINA_HOME`. Postup je následující:

1. Zkopírujte soubor `deadlines.war` do složky `$CATALINA_HOME/webapps/`.
2. Zkopírujte soubor `application.properties` do složky `$CATALINA_HOME/lib/deadlines/` a upravte potřebné informace.
3. Pokud jste v konfiguračním souboru nezvolili možnost automatického vytvoření schématu, spusťte v databázi inicializační skript `database_init_mysql.sql` pro vytvoření potřebných tabulek.
4. Spusťte server. Aplikace bude dostupná na adrese `<server>/deadlines` na portu nastaveném v konfiguraci serveru.

7.4 Nasazení JAR archivu

K nasazení JAR archivu je nutná jen přítomnost JRE odpovídající verze a případně MySQL databáze.

1. Zkopírujte soubory `deadlines.jar` a `application.properties` do složky, odkud chcete aplikace spouštět.
2. Upravte konfigurační soubor.
3. Pokud jste v konfiguračním souboru nezvolili možnost automatického vytvoření schématu, spusťte v databázi inicializační skript `database_init_mysql.sql` pro vytvoření potřebných tabulek.
4. Spusťte aplikaci příkazem `java -jar deadlines.jar`. Dostupná bude na adrese `http://localhost/deadlines` na portu nastaveném v konfiguračním souboru.

Závěr

Cílem této práce byla tvorba backend části aplikace, komunikující pomocí rozhraní REST, která má usnadňovat správu soukromých i sdílených úkolů jednotlivcům a malým týmům. Dílčími úkoly práce bylo provedení rešerše existujících řešení a formulování požadavků na aplikaci. Následovala detailnější analýza požadavků a problémové domény, návrh řešení včetně nabízených rozhraní, jeho implementace a otestování správné funkčnosti.

V rámci rešeršní části jsem představil několik existujících aplikací, rozdělených do kategorií podle jejich cílové skupiny. Tyto aplikace jsem popsal z hlediska funkčnosti, nabízených rozhraní a dalších kritérií. Na závěr jsem zvážil, jaké funkce těchto aplikací jsou pro mou cílovou skupinu důležité a mají být společně s koncepty urgentnosti a rostoucích úkolů zahrnuty i v mé aplikaci.

V analytické části jsem na základě shrnutí rešerše vytvořil uživatelské příběhy, které definují funkční požadavky kladené na navrhovanou aplikaci. Pomocí nich jsem následně vytvořil model případů užití, jenž detailněji popsal očekávané interakce mezi aplikací a uživateli. Dále jsem vypracoval doménový model, zachycující entity aplikace a vztahy mezi nimi.

Na začátku návrhové části práce jsem se věnoval výběru technologií pro implementaci a specifikaci REST rozhraní nabízeného aplikací. Dále jsem popsal význam urgentnosti úkolu a postup při jejím výpočtu pro oba typy úkolů, způsob ukládání hesel, autentifikaci uživatelů a architekturu aplikace. Z architektury jsem vyšel při tvorbě návrhového modelu, ve kterém jsem popsal strukturu aplikace na úrovní balíčků a tříd, vysvětlil jsem jejich zodpovědnosti a vztah k architektuře aplikace. V závěru jsem vysvětlil, jakým způsobem budu aplikaci při vývoji testovat.

Po návrhu následoval vývoj aplikace, jemuž jsem se věnoval v kapitole implementace. Zde jsem uvedl informace o použitém vývojovém prostředí a nástroji pro automatizované sestavování (build) aplikace. Dále jsem v této části popsal způsob řešení některých implementačních detailů spolu s úryvky zdrojových kódů a jejich vysvětlením. Kompletní zdrojové kódy jsou k dispozici na přiloženém CD.

Během implementace jsem paralelně psal testy, kterým jsem se věnoval v kapitole testování. Zde jsem popsal, jakým způsobem jsem testoval jednotlivé třídy i funkčnost aplikace jako celku. Uvedl jsem a vysvětlil příklady kódu testovacích metod spolu se scénáři, na nichž jsou testy založeny. Na závěr jsem zhodnotil výsledky testů a poukázal na jejich možné nedostatky.

V poslední části práce jsem uvedl, jaký software je nutný k používání aplikace a vysvětlil, jakým způsobem ji lze nasadit do provozu.

Cíl práce jsem ve stanoveném rozsahu splnil, aplikaci lze využívat podle případů užití definovaných během analýzy. Součástí práce je i kompletní dokumentace způsobu komunikace s aplikací. Vytyčená funkcionalita byla implementována, otestována a aplikaci je možné nasadit a provozovat.

Nedostatkem vytvořeného řešení je absence rolí uživatelů v rámci aplikace. Nelze tak určit administrátory s vyššími právy, kteří by se měli o její chod starat. To je spolu s klienty, nabízejícími grafické uživatelské rozhraní, možným námětem pro budoucí vývoj.

Jelikož se jedná jen o serverovou část aplikace bez grafického rozhraní, je možnost jejího využití uživateli v současné podobě omezena. Představuje ale základní stavební prvek s dobře definovaným rozhraním komunikace, který lze rozšiřovat a integrovat s klientskými aplikacemi.

Literatura

[1] Nielsen, J.: Usability 101: Introduction to Usability [online]. 2012-01-04, [cit. 2016-03-16]. Dostupné z: https://www.nngroup.com/articles/usability-101-introduction-to-usability/

[2] Atlassian: JIRA Software [online]. © 2016, [cit. 2016-03-04]. Dostupné z: https://www.atlassian.com/software/jira/

[3] Atlassian: Open Source Project License Request [online]. © 2016, [cit. 2016-03-04]. Dostupné z: https://www.atlassian.com/software/views/open-source-license-request

[4] Atlassian: Community License Request [online]. © 2016, [cit. 2016-03-04]. Dostupné z: https://www.atlassian.com/software/views/community-license-request

[5] Mozilla Foundation: Bugzilla [online]. 2015-12-22, [cit. 2016-03-04]. Dostupné z: https://www.bugzilla.org/

[6] Lang, J.-P.: Redmine [online]. 2015-11-15, [cit. 2016-03-04]. Dostupné z: http://www.redmine.org/

[7] Trello Inc.: Trello [online]. © 2016, [cit. 2016-03-06]. Dostupné z: https://trello.com/

[8] What is Kanban? [online]. © 2009–2015, [cit. 2016-03-06]. Dostupné z: http://kanbanblog.com/explained/

[9] Trello Pricing [online]. © 2016, [cit. 2016-03-06]. Dostupné z: https://trello.com/pricing

[10] API Reference | Trello Developers [online]. © 2016, [cit. 2016-03-06]. Dostupné z: https://developers.trello.com/advanced-reference

[11] Barzooka: Trackie [online]. [cit. 2015-11-21]. Dostupné z: https://trackieapp.com/

[12] Fog Creek: FogBugz [online]. [cit. 2016-03-06]. Dostupné z: www.fogcreek.com/fogbugz/

[13] Agile Planning and Project Management [online]. ©1998–2016, [cit. 2016-03-06]. Dostupné z: https://www.mountaingoatsoftware.com/presentations/agile-planning-and-project-management

[14] Doist: todoist [online]. Version 723, [cit. 2016-03-07]. Dostupné z: https://en.todoist.com/

[15] Compare Todoist Free and Todoist Premium [online]. [cit. 2016-03-07]. Dostupné z: https://todoist.com/compareVersions

[16] API Documentation | Todoist Developer [online]. [cit. 2016-03-07]. Dostupné z: https://developer.todoist.com/

[17] Toodledo: Toodledo [online]. © 2004–2016, [cit. 2016-03-07]. Dostupné z: https://www.toodledo.com/

[18] Toodledo: Toodledo [online]. © 2004–2016, [cit. 2016-03-07]. Dostupné z: http://api.toodledo.com/3/index.php

[19] Google Inc.: Google Inbox [online]. [cit. 2016-03-07]. Dostupné z: https://www.google.com/inbox/

[20] Google Inc.: Google Calendar [online]. [cit. 2016-03-07]. Dostupné z: https://www.google.com/calendar/

[21] How to read reminders in google calendars - Stack Overflow [online]. 2016-02-21. Dostupné z: http://stackoverflow.com/questions/35534774/how-to-read-reminders-in-google-calendars

[22] User Stories: An Agile Introduction [online]. © 2003–2014. Dostupné z: http://www.agilemodeling.com/artifacts/userStory.htm

[23] Cohn, M.: *User Stories Applied: For Agile Software Development*. Addison-Wesley Professional, první vydání, ISBN 978-0321205681.

[24] Stellman, A.: Requirements 101: User Stories vs Use Cases [online]. 2009-05-03. Dostupné z: http://www.stellman-greene.com/2009/05/03/requirements-101-user-stories-vs-use-cases/

[25] Mlejnek, J.: Analýza a sběr požadavků [online]. © 2011. Dostupné z: https://edux.fit.cvut.cz/oppa/BI-SI1/prednasky/BI-SI1-P03m.pdf

[26] Jim Arlow, I. N.: *UML 2 a unifikovaný proces vývoje aplikací*. Computer Press (CPress), první vydání, ISBN 978-80-251-1503-9.

[27] Čápka, D.: 4. díl - UML - Doménový model [online]. © 2011. Dostupné z: http://www.itnetwork.cz/navrhove-vzory/uml/uml-domenovy-model-diagram/

[28] Constraints - UML Domain model - how to model multiple roles of association between two entities? [online]. © 2016. Dostupné z: http://stackoverflow.com/questions/36100826/uml-domain-model-how-to-model-multiple-roles-of-association-between-two-entiti

[29] java.com: Java + You [online]. 2016, [cit. 2016-03-20]. Dostupné z: https://www.java.com/en/

[30] What Is Java? [online]. 2007, [cit. 2016-03-20]. Dostupné z: http://searchsoa.techtarget.com/definition/Java

[31] Balík, M.: Programování v jazyku Java [online]. 2011, [cit. 2016-03-20]. Dostupné z: https://edux.fit.cvut.cz/oppa/BI-PJV/prednasky/pjv01uvod.pdf

[32] Spring Framework [online]. © 2016, [cit. 2016-03-20]. Dostupné z: https://projects.spring.io/spring-framework/

[33] Hanák, D.: Dependency injection (předávání závislostí) [online]. 2016, [cit. 2016-03-20]. Dostupné z: http://www.itnetwork.cz/navrhove-vzory/dependency-injection-navrhovy-vzor/

[34] Spring Boot [online]. © 2016, [cit. 2016-03-20]. Dostupné z: http://projects.spring.io/spring-boot/

[35] design - What is opinionated software? - Stack Overflow [online]. 2009-04-29, [cit. 2016-03-20]. Dostupné z: http://stackoverflow.com/questions/802050/what-is-opinionated-software

[36] Spring Boot – Simplifying Spring for Everyone [online]. 2013-08-06, [cit. 2016-03-20]. Dostupné z: https://spring.io/blog/2013/08/06/spring-boot-simplifying-spring-for-everyone

[37] Hibernate ORM - Hibernate ORM [online]. [cit. 2016-03-20]. Dostupné z: http://hibernate.org/orm/

[38] DB-Engines Ranking - die Rangliste der populärsten Datenbankmanagementsysteme [online]. 2016-04, [cit. 2016-03-20]. Dostupné z: http://db-engines.com/de/ranking

[39] Apache Tomcat - Welcome! [online]. © 1999–2016, [cit. 2016-03-20]. Dostupné z: http://tomcat.apache.org/

[40] Daniel Jacobson, D. W., Greg Brail: *APIs - A Strategy Guide*. O'Reilly Media, Inc., první vydání, ISBN 978-1-449-30892-6.

[41] Architectural Styles and the Design of Networbased Software Architectures [online]. 2000, [cit. 2016-03-21]. Dostupné z: http://www.ics.uci.edu/~fielding/pubs/dissertation/fielding_dissertation.pdf

[42] Intro to REST (aka. What Is REST Anyway?) [online]. 2012-05-30, [cit. 2016-03-21]. Dostupné z: https://www.youtube.com/watch?v=llpr5924N7E

[43] Deadlines · Apiary [online]. [cit. 2016-05-08]. Dostupné z: http://docs.deadlines.apiary.io/

[44] RFC 2617 - HTTP Authentication: Basic and Digest Access Authentication [online]. © 1999, [cit. 2016-03-21]. Dostupné z: https://tools.ietf.org/html/rfc2617#section-2

[45] Bezpečnost 5. Hašovací funkce, MD5, SHA-x, HMAC [online]. 2011, [cit. 2016-04-16]. Dostupné z: https://edux.fit.cvut.cz/oppa/BI-BEZ/prednasky/bez5.pdf

[46] What is rainbow table? - Definition from WhatIs.com [online]. 2015-01, [cit. 2016-04-16]. Dostupné z: http://whatis.techtarget.com/definition/rainbow-table

[47] Návrhový model tříd I. [online]. 2008-04-23, [cit. 2016-04-15]. Dostupné z: http://www.fi.muni.cz/~buhnova/PV167/10_NavrhovyModelTrid_I.pdf

[48] Spring Data JPA - Reference Documentation [online]. © 2008–2012, [cit. 2016-04-17]. Dostupné z: http://docs.spring.io/spring-data/jpa/docs/1.2.0.RELEASE/reference/html/#repository-query-keywords

[49] Spring Security [online]. © 2016, [cit. 2016-04-17]. Dostupné z: http://projects.spring.io/spring-security/

[50] Media Types [online]. 2016-04-15, [cit. 2016-04-17]. Dostupné z: http://www.iana.org/assignments/media-types/media-types.xhtml

[51] JUnit [online]. © 2002–2016, [cit. 2016-04-17]. Dostupné z: http://junit.org/junit4/

[52] Mockito [online]. [cit. 2016-04-17]. Dostupné z: http://mockito.org/

Příloha **A**

Seznam použitých zkratek

HW Hardware

SW Software

MVC Model-View-Controller

IOC Inversion of Control

POJO Plain Old Java Object

JRE Java Runtime Environment

URL Uniform Resource Locator

Příloha B

Splnění kritérií rešerše

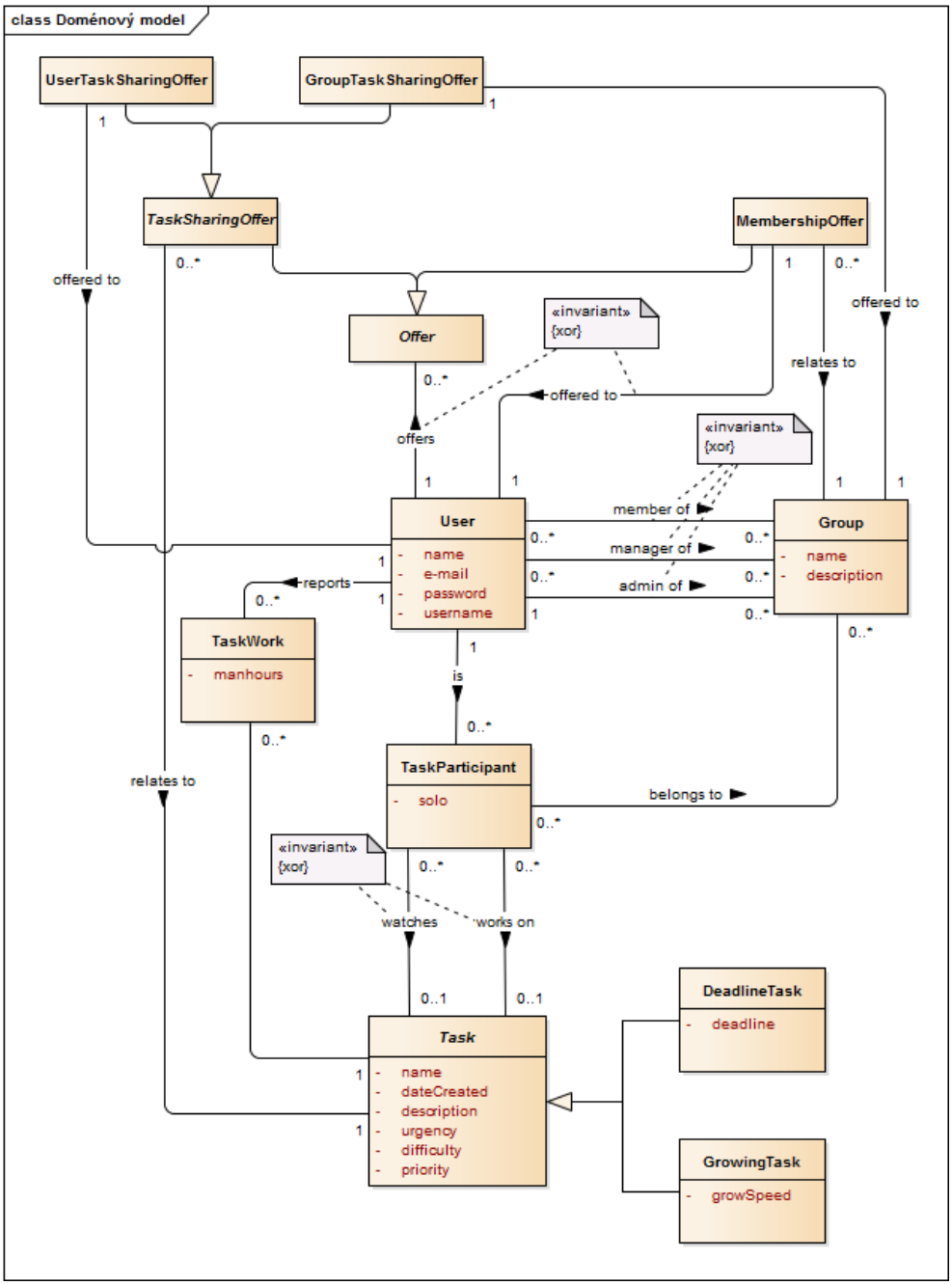
Tabulka B.1: Tabulka splnění kritérií rešerše

	Kr. 1	Kr. 2	Kr. 3	Kr. 4	Kr. 5	Kr. 6
JIRA	+				+	
Bugzilla	+			*	+	+
Redmine	+			*	+	+
Trello	+	+	+	+	+	
Trackie	+	+	+			
FogBugz	+	+			+	
Todoist	+	+	+	+	+	
Toodledo	+		+	**	+	
Inbox	+	+		+		
Poznámky	+	+	+	+	N/A	N/A

[+] Splněno
[*] Zdarma na vlastním HW.
[**] Zdarma jen bez spolupráce na úkolech
Kr. 1 – Nevyžaduje vlastní infrastrukturu, rychlé zprovoznění
Kr. 2 – Použitelnost
Kr. 3 – Absence nepotřebné funkcionality
Kr. 4 – Použití zdarma
Kr. 5 – REST API
Kr. 6 – Open source

Příloha C

Doménový model



Obrázek C.1: Doménový model aplikace Deadlines

Příloha D

Detail REST API

D.1 Chybové kódy

V této sekci uvedu chybové kódy, které může aplikace vrátit. Formát odpovědi s chybovým kódem lze nalézt v sekci 4.2.3.1.

1 Uživatelské jméno již existuje.

2 Parametry v požadavku jsou chybné. Chybí, nebo obsahují nepovolené hodnoty.

3 Chybný parametr pro filtr v požadavku.

4 Uživatel nemá požadovanou roli v úkolu – není pracovníkem.

5 Uživatel není účastníkem úkolu.

6 Chybné přihlašovací údaje.

7 Nelze nastavit deadline na rostoucím úkolu.

8 Nelze upravit rychlost růstu rostoucího úkolu.

9 Uživatel je již účastníkem úkolu.

10 Uživatel není členem skupiny.

11 Uživatel nemá dostatečná práva ve skupině.

12 Uživatel není vlastníkem zadané nabídky.

13 Uživatel, který vytvořil nabídku, již nemá dostatečná práva pro její uskutečnění. Pokud například Manažer skupiny pozve uživatele do skupiny a přestane být Manažerem dříve, než je nabídka přijata, pak nebude přijetí uskutečněno.

14 Uživatel je již členem skupiny.

15 Úkol je již sdílen se skupinou.

16 Parametr `role` má chybnou hodnotu.

17 Jméno skupiny již existuje.

18 Úkol není sdílen se skupinou.

19 Role Admina nemůže být změněna tímto způsobem.

20 Admin nemůže být odebrán ze skupiny.

21 Úkolu s deadlinem nemůže být vynulována urgentnost.

D.2 Endpointy

V této části uvedu pro každý API endpoint detaily o formátu požadavku a odpovědi. Uvedené odpovědi předpokládají, že požadavek proběhl bez chyby. Pokud není uvedeno jinak, HTTP kód odpovědi je 200 OK. V případě chyby při zpracování požadavku aplikace vrací odpovídající chybový HTTP kód a v těle případně detaily chyby, jak jsem popsal v sekci 4.2.3.1.

Nepovinná pole v požadavku jsou označena symbolem `-`.

D.2.1 `GET /user`

Formát odpovědi:

```
[
  {
    "id": 1,
    "username": "jdoe",
    -"email": "sample@email.com",
    -"name": "John Doe"
  },
  {
    ...
  }
]
```

D.2.2 `POST /user`

Formát požadavku:

```
{
  "username": "jdoe",
  "password": "sample-password",
  -"email": "sample@email.com",
  -"name": "John Doe"
}
```

Formát odpovědi je stejný jako formát požadavku. Při úspěšném vytvoření uživatele je vrácen kód 201 CREATED.

D.2.3 `GET /user/{user_id}`

Formát odpovědi:

```
{
  "id": 1,
  "username": "jdoe",
  -"email": "sample@email.com",
  -"name": "John Doe"
}
```

D.2.4 `PUT /user/{user_id}`

Formát požadavku:

```
{
  -"password": "new-password",
  -"email": "new@email.com",
  -"name": "New Doe"
}
```

Formát odpovědi:

```
{
  "id": 1,
  "username": "jdoe",
  -"email": "new@email.com",
  -"name": "New Doe"
}
```

D.2.5 `GET /task`

Možné parametry:

order určuje způsob řazení úkolů. Výchozí způsob je podle urgentnosti. Povolené hodnoty jsou:

name řazení podle jména;

date řazení podle data vytvoření úkolu;

deadline řazení podle deadlinu, úkoly bez deadlinu jsou umístěny na konec;

worked řazení podle procentuální rozpracovanosti;

priority řazení podle priority;

urgency řazení podle urgentnosti.

orderdirection určuje směr řazení. Výchozí směr je sestupně. Povolené hodnoty jsou:

asc řazení vzestupně;

desc řazení sestupně.

rolefilter určuje filtr rolí – budou zobrazeny pouze úkoly, v nichž má uživatel danou roli. Povolené hodnoty jsou:

watcher zobrazí jen úkoly, v nichž je uživatel Pozorovatelem;

worker zobrazí jen úkoly, v nichž je uživatel Pracovníkem.

typefilter určuje filtr podle typu úkolu. Povolené hodnoty jsou:

deadline zobrazí jen úkoly s deadlinem;

growing zobrazí jen rostoucí úkoly.

statusfilter určuje filtr podle stavu úkolu. Povolené hodnoty jsou:

open zobrazí jen úkoly ve stavu *otevřený*;

inprogress zobrazí jen úkoly ve stavu *rozpracovaný*;

completed zobrazí jen úkoly ve stavu *splněný*;

cancelled zobrazí jen úkoly ve stavu *zrušený*.

priorityfilter určuje filtr podle priority. Jednotlivé hodnoty lze kombinovat pro zobrazení různých priorit. Povolené hodnoty jsou *lowest*, *low*, *normal*, *high* a *highest*.

Příklad URL požadavku na tento endpoint, který zobrazí všechny moje úkoly s prioritou 2 nebo 3, seřazené podle rozpracovanosti vzestupně:

```
GET /task?order=worked
         &orderdirection=asc
         &priorityfilter=high
         &priorityfilter=highest
```

Formát odpovědi:

```
[
  {
    "id": 4,
    "name": "Task4",
    "priority": "LOWEST",
    "status": "OPEN",
    "urgency": {
      "lastUpdate": "2016-05-01 16:24",
      "value": 85.31240623606338
    },
    "deadline": "2016-05-02 02:24",
    "workedPercentage": 0.0,
    "type": "DEADLINE"
  },
  {
    ...
  }
]
```

D.2.6 `POST /task`

Formát požadavku:

```
{
  "name": "task name",
  -"description":"task description",
  "priority": "LOW",
  "workEstimate": "13",
  "deadline":"2016-05-17 13:15",
  "hoursToPeak":"3",
  -"groupIds": [1, 3, 8]
}
```

Požadavek musí mít vyplněno právě jedno z polí `deadline` a `hoursToPeak`. Podle nich se určí typ vytvořeného úkolu.

Pole `groupIds` může obsahovat ID skupin, v nichž je volající uživatel manažer. Úkol bude po vytvoření automaticky sdílen s těmito skupinami.

Formát odpovědi:

```
{
  "id": 2,
  "dateCreated": "2016-05-01 16:11",
```

```
  "name": "task name",
  "description": "task description",
  "workEstimate": 13.0,
  "priority": "LOW",
  "status": "OPEN",
  "urgency": {
    "lastUpdate": "2016-05-01 16:11",
    "value": 0.0
  },
  "workReports": [],
  "participants": [
    {
      "solo": true,
      "role": "WATCHER",
      "user": {
        "id": 1,
        "username": "User1"
      }
    }
  ],
  "hoursToPeak": 12.5 |or| "deadline": "2016-05-17 12:00",
  "workedPercentage": 0.0,
  "manhoursWorked": 0.0,
  "groups": [
    {
      "id": 1,
      "name": "Group1"
    },
    {
      "id": 2,
      "name": "Group4"
    }
  ],
  "type": "GROWING"
}
```


V tomto příkladu je úkol s ID 2 sdílen s jedním uživatelem (*User1*), který je v roli pozorovatele, a se dvěma skupinami (*Group1*, *Group4*).

Při úspěšném vytvoření úkolu je vrácen kód 201 CREATED.

D.2.7 `GET /task/{task_id}`

Formát odpovědi:

```
{
  "id": 1,
  "dateCreated": "2016-05-06 16:17",
  "name": "Task1",
  "description": "Descr tekynvoc",
  "workEstimate": 15.0,
  "priority": "NORMAL",
  "status": "OPEN",
  "urgency": {
    "lastUpdate": "2016-05-06 16:17",
    "value": 87.50850024146979
  },
  "workReports": [
    {
      "manhours": 10.2,
      "userId": 1
    }
  ],
  "participants": [
    {
      "solo": true,
      "role": "WATCHER",
      "user": {
        "id": 1,
        "username": "User1"
      }
    }
  ],
  "deadline": "2016-05-07 02:17",
  "workedPercentage": 0.0,
  "manhoursWorked": 0.0,
  "groups": [],
  "type": "DEADLINE"
}
```


D.2.8 PUT /task/{task_id}

Formát požadavku:


```
{
  "description":"new task description",
  "priority": "NORMAL",
  "workEstimate": "42",
```

```
  "deadline":"2016-05-17 13:15"
}
```

Formát odpovědi:

```
{
  "id": 1,
  "dateCreated": "2016-05-06 16:31",
  "name": "Task1",
  "description": "new task description",
  "workEstimate": 42.0,
  "priority": "NORMAL",
  "status": "OPEN",
  "urgency": {
    "lastUpdate": "2016-05-06 16:31",
    "value": 87.50850024146979
  },
  "workReports": [],
  "participants": [
    {
    "solo": true,
    "role": "WORKER",
    "user": {
      "id": 1,
      "username": "User1"
      }
    }
  ],
  "deadline": "2016-05-17 13:15",
  "workedPercentage": -1.0,
  "manhoursWorked": 0.0,
  "groups": [],
  "type": "DEADLINE"
}
```

D.2.9 `POST /task/{task_id}/reseturgency`

Tělo požadavku i tělo úspěšné odpovědi jsou prázdné.

D.2.10 `POST /task/share/{task_id}`

Formát požadavku:

```
{
  "userIds":[
```

```
    2, 3, 5
  ],
  "groupIds":[
    1, 3
  ]
}
```

Tělo odpovědi je prázdné.

D.2.11 `POST /task/leave/{task_id}`

Tělo požadavku i tělo úspěšné odpovědi jsou prázdné.

D.2.12 `POST /task/role/{task_id}`

URL parametry požadavku:

newRole Nová role, která má být uživateli přiřazena.

targetUser Nepovinný parametr. ID uživatele, u kterého má být změna provedena.

targetGroup Nepovinný parametr. ID skupiny, v rámci které má být provedena změna role uživatele identifikovaného parametrem `targetUser`.

Tělo požadavku i tělo úspěšné odpovědi jsou prázdné.

D.2.13 `POST /task/report/{task_id}`

Obsahem URL parametru `worked` je desetinné číslo, určující počet odpracovaných hodin, které mají být zaznamenány.

Například `POST /task/report/1?worked=5.3` zaznamená odpracování 5.3 hodin na úkolu s ID 1 volajícím uživatelem.

D.2.14 `GET /offer/task/user`

Formát odpovědi:

```
[
  {
    "id": 2,
    "offerer": {
      "id": 1,
      "username": "User1",
      "email": "email@address.com",
      "name": "User 1 name"
    },
```

```
    "taskOffered": {
      "id": 5,
      "name": "Task5",
      "status": "OPEN",
      "type": "DEADLINE"
    }
  },
  {
    ...
  }
]
```

D.2.15 POST /offer/task/user/resolve/{task_offer_id}

URL parametr `accept` určuje, zda bude nabídka přijata či odmítnuta. Možné hodnoty jsou `true` pro přijetí nabídky, či `false` pro odmítnutí nabídky.

Například `POST /offer/task/user/resolve/3?accept=true` přijme nabídku na sdílení úkolu s uživatelem s ID 3.

D.2.16 GET /offer/task/group/{group_id}

Formát odpovědi je stejný jako v sekci D.2.14.

D.2.17 POST /offer/task/group/{group_id}/resolve/{task_offer_id}

Parametry jsou stejné jako v sekci D.2.15.

D.2.18 GET /offer/membership

Formát odpovědi:

```
[
  {
    "id": 6,
    "offerer": {
      "id": 1,
      "username": "User1",
      "email": "Email@address.com",
      "name": "User 1 name"
    },
    "group": {
      "id": 1,
      "name": "Group1"
    }
```

```
  },
  {
    ...
  }
]
```

D.2.19 `POST /offer/membership/resolve/{membership_offer_id}`

Parametry jsou stejné jako v sekci D.2.15.

D.2.20 `GET /group`

Nepovinný URL parametr `role` určuje filtr skupin, které se mají zobrazit. Jeho možné hodnoty jsou:

any Zobrazí všechny skupiny, kterých je volající uživatel členem v jakékoliv roli.

admin Zobrazí všechny skupiny, kterých je volající uživatel Admin.

manager Zobrazí všechny skupiny, kterých je volající uživatel Manažer.

member Zobrazí všechny skupiny, kterých je volající uživatel Člen.

Pokud není parametr zadán, zobrazí se všechny skupiny v aplikaci.
Formát odpovědi:

```
[
  {
    "id": 1,
    "name": "Group1",
    "adminInfo": {
      "id": 1,
      "username": "User1",
      "name": "User 1 name",
      "email": "Email@address.com"
    }
  },
]
```

D.2.21 `POST /group`

Formát požadavku:

```
{
  "name":"NewGroup",
  -"description":"Description of the new group."
}
```

Formát odpovědi:

```
{
  "id": 5,
  "description": "Description of the new group.",
  "name": "NewGroup",
  "participants": [],
  "sharedTasks": [],
  "members": [
    {
      "user": {
        "id": 1,
        "username": "User1",
        "email": "Email@address.com",
        "name": "User 1 name"
      },
      "role": "ADMIN"
    }
  ]
}
```

Při úspěšném vytvoření skupiny je vrácen kód 201 CREATED.

D.2.22 `GET /group/{group_id}`

Formát odpovědi je stejný jako odpověď v sekci D.2.21.

D.2.23 `PUT /group/{group_id}`

Formát požadavku:

```
{
  "description":"New description for the group"
}
```

Formát odpovědi je stejný jako odpověď v sekci D.2.21.

D.2.24 `DELETE /group/{group_id}`

Tělo požadavku i tělo úspěšné odpovědi jsou prázdné.

D.2.25 `POST /group/{group_id}/member/offer`

Formát požadavku:

```
{
  "userIds":[1,3,8]
}
```

D.2.26 `PUT /group/{group_id}/member/{user_id}`

Formát požadavku:

```
{
        "role":"MANAGER"
}
```

Možné hodnoty pro pole `role` jsou *MEMBER* nebo *MANAGER*.

D.2.27 `DELETE /group/{group_id}/member/{user_id}`

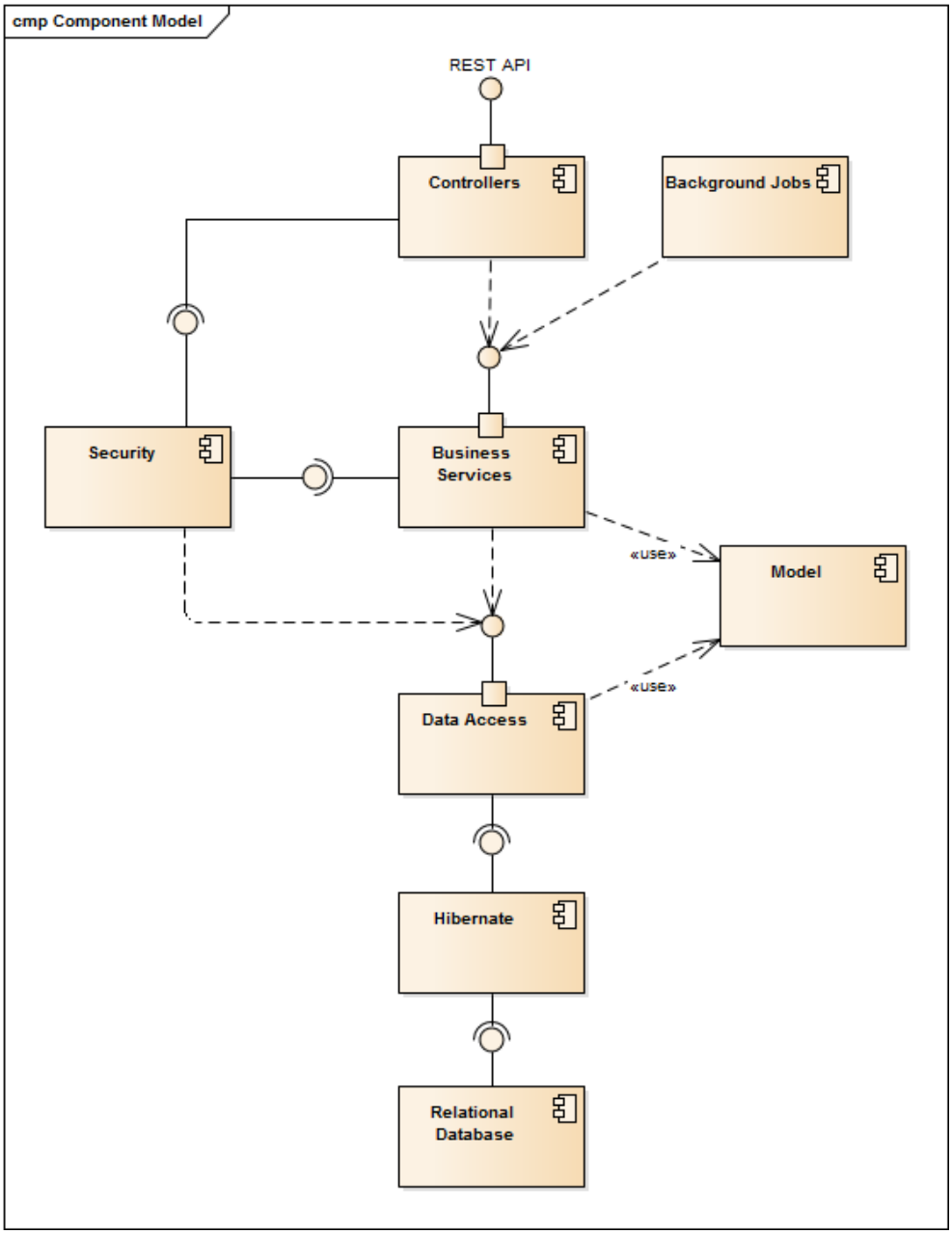
Tělo požadavku i tělo úspěšné odpovědi jsou prázdné.

D.2.28 `DELETE /group/{group_id}/task/{task_id}`

Tělo požadavku i tělo úspěšné odpovědi jsou prázdné.

Příloha E

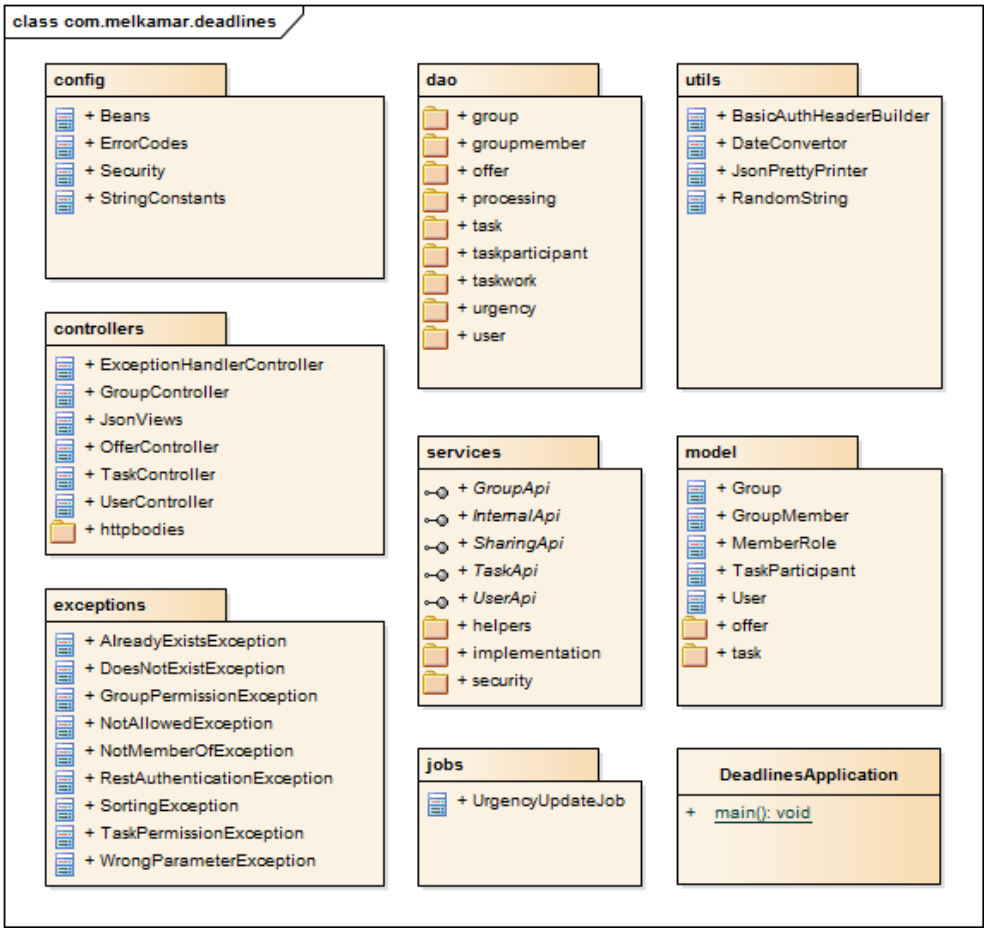
Komponenty aplikace



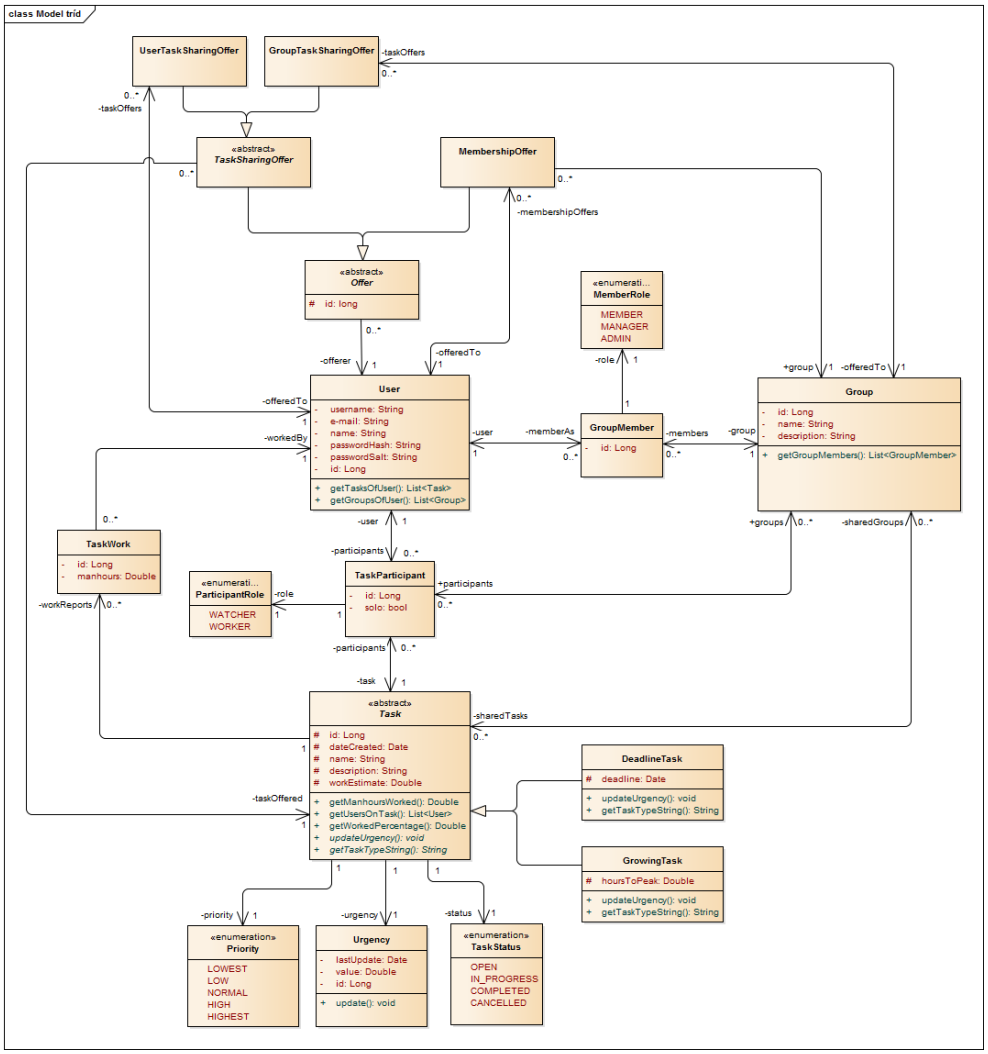
Obrázek E.1: Diagram architektury komponent aplikace

Příloha F

Návrhový model



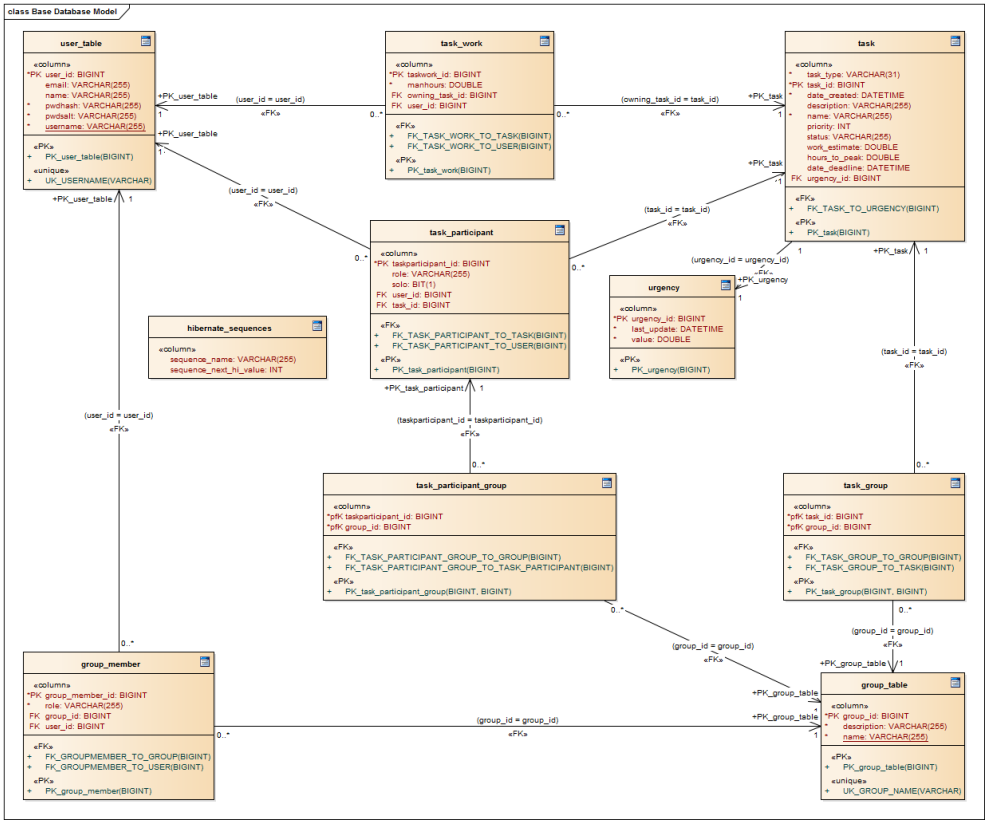
Obrázek F.1: Balíčky a třídy aplikace Deadlines



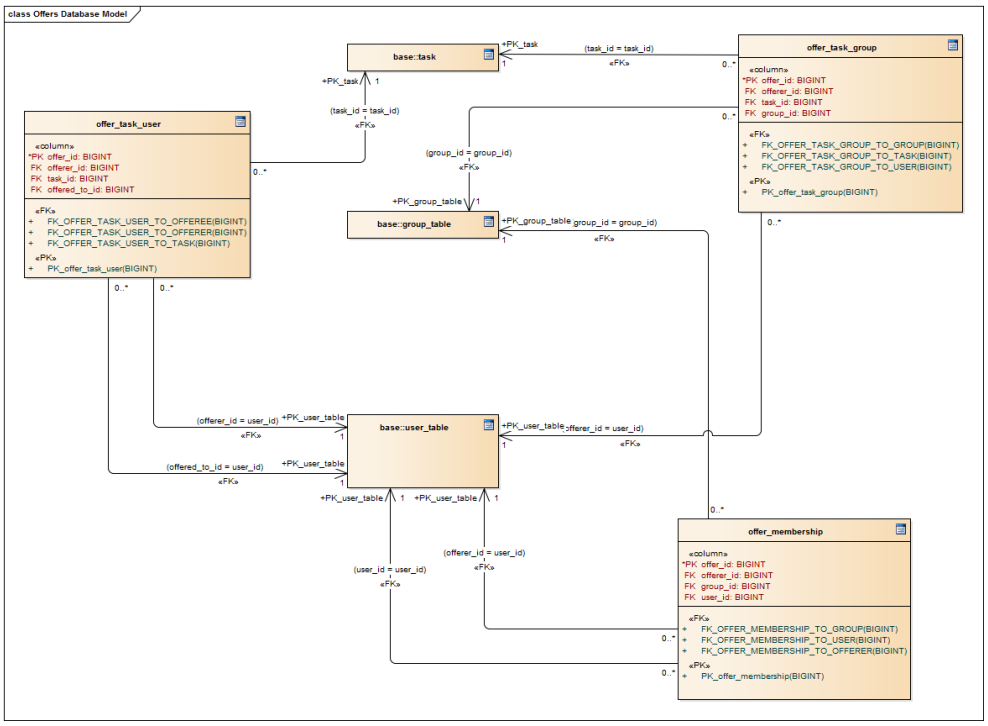
Obrázek F.2: Návrhový model tříd aplikace Deadlines

Příloha G

Databázový model



Obrázek G.1: Relační databázový model entit aplikace, kromě nabídek



Obrázek G.2: Relační databázový model nabídek

Příloha **H**

Obsah přiloženého CD

- `readme.txt` ..... stručný popis obsahu CD
- `exe` ..... adresář se spustitelnou formou implementace
- `src`
  - `impl` ..... zdrojové kódy implementace
  - `thesis` ..... zdrojová forma práce ve formátu LaTeX
- `text` ..... text práce
  - `thesis.pdf` ..... text práce ve formátu PDF
  - `thesis.ps` ..... text práce ve formátu PS