

České vysoké učení technické v Praze  
Fakulta elektrotechnická

katedra počítačů

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student: **Pavel Matyáš**

Studijní program: Otevřená informatika  
Obor: Softwarové systémy

Název tématu: **Servisně orientovaný aspektový vývoj uživatelských rozhraní pro mobilní aplikace**

Pokyny pro vypracování:

Prostudujte použití knihovny AspectFaces pro aspektově orientovaný vývoj uživatelských rozhraní pro Java EE aplikace [1,2]. Prostudujte možnosti využití této knihovny pro servisně orientovaný aspektový vývoj aplikací [3]. Navrhněte řešení pro mobilní platformu. Řešení demonstруйте na konkrétní aplikaci na dvou různých mobilních prostředích. Porovnejte vaše navržené řešení s AspectFaces. Porovnejte možnosti vytvoření UI bez použití navrhovaného řešení.

Seznam odborné literatury:

- [1] CERNY, T. \_ CHALUPA, V. \_ DONAHOO, M. Towards Smart User Interface Design. In Information Science and Applications (ICISA), 2012 International Conference on, s. 1\_6, May 2012. doi: 10.1109/ICISA.2012.6220929.
- [2] CERNY, T. et al. Aspect-driven, Data-reflective and Context-aware User Interfaces Design. SIGAPP Appl. Comput. Rev. December 2013, 13, 4, s. 53\_66. ISSN 1559-6915. doi: 10.1145/2577554.2577561.
- [3] TOMÁŠEK, M. and T. ČERNÝ. On Web Services UI In User Interface Generation in Standalone Applications. In: Proceeding of the 2015 Research in Adaptive and Convergent Systems (RACS 2015). Research in Adaptive and Convergent Systems, Prague, 2015-10-09/2015-10-12. New York: ACM, 2015, pp. 363-368. ISBN 978-1-4503-3738-0.

Vedoucí: Ing. Martin Tomášek

Platnost zadání: do konce letního semestru 2016/2017

prof. Ing. Filip Železný, Ph.D.  
vedoucí katedry



prof. Ing. Pavel Ripka, CSc.  
děkan

V Praze dne 15. 1. 2016



České vysoké učení technické v Praze  
Fakulta elektrotechnická  
Katedra počítačů



Bakalářská práce

**Servisně orientovaný aspektový vývoj uživatelských rozhraní  
pro mobilní aplikace**

*Pavel Matyáš*

Vedoucí práce: Ing. Martin Tomášek

Studijní program: Otevřená informatika, Bakalářský

Obor: Softwarové inženýrství

4. května 2016



## Poděkování

Tímto bych rád poděkoval celé svojí rodině za podporu během studia. Také bych rád poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Martinu Tomáškoví za jeho čas, zkušenosti a dobré rady, které mi při psaní práce věnoval. Poděkování patří také všem, kteří se podíleli na testování nebo zapůjčili zařízení potřebné pro vývoj.



## Prohlášení

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

V Praze dne 10.5.2016

.....





# Abstract

The goal of this work is creation of Android and Windows Phone frameworks, which can interpret user interface generated from model. This work is focused mainly on client side of applications, which are using client-server architecture, where client is considered a mobile application on corresponding platform. Frameworks are focused on creating graphical representation of components from definition, which is generated from model on server, filling these components with data and eventually sending data from components back to server. Components are form, which is used mainly for capturing user input and list, which is space-efficient alternative of table, used for showing bigger amount of information. Generation of user interface from model allows client to quickly adapt to potential changes in server data model and provides centralization of data on server, which means that changes in data can be done in one place for all client applications. Nowadays there is only small group of interpreters of such generated user interface so main contribution of this work is that this group is extended by two new interpreters for mobile platforms.

# Abstrakt

Cílem této práce je vytvořit frameworky pro Android a Windows Phone interpretující uživatelské rozhraní generované z modelu. Převážně se práce zaměřuje na klientskou část aplikací užívající architekturu klient-server, klientem je myšlena mobilní aplikace na příslušné platformě. Frameworky se zaměřují na vytvoření grafické reprezentace komponent z definice, která vzniká generováním z modelu na serveru, dále pak na naplnění komponent daty a případně odeslání dat z komponent na server. Komponentami jsou formulář, který slouží hlavně pro zachycení uživatelského vstupu a list, který je prostorově úspornější alternativou tabulky, zobrazující větší množství informací. Způsob generování uživatelského rozhraní z modelu umožňuje klientovi se ihned přizpůsobit případným změnám v datovém modelu na serveru a zajišťuje, že jsou data na serveru centralizována, což znamená, že změny lze provést pro všechny klientské aplikace na jednom místě. Nyní však existuje jen malá skupina interpretů takto vygenerovaného uživatelského rozhraní, tudíž hlavním přínosem této práce je rozšíření této skupiny o dva interprety pro mobilní platformy.



# Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod</b>	<b>1</b>
1.1	Motivace . . . . .	1
<b>2</b>	<b>Popis problému a specifikace cíle</b>	<b>3</b>
2.1	Popis problematiky . . . . .	3
2.1.1	Různá uživatelská rozhraní . . . . .	3
2.1.2	Tvorba uživatelského rozhraní . . . . .	4
2.1.3	Využití webových služeb pro získání a odeslání dat . . . . .	5
2.1.4	Existující řešení . . . . .	6
2.1.4.1	PHP Database Form . . . . .	7
2.1.4.2	AspectFaces . . . . .	7
2.1.4.3	AFSwinx a AFRest . . . . .	7
2.1.5	Cíle práce . . . . .	8
<b>3</b>	<b>Analýza</b>	<b>9</b>
3.1	Funkční specifikace . . . . .	9
3.1.1	Funkční požadavky . . . . .	9
3.2	Popis architektury a komunikace . . . . .	10
3.2.1	Definice komponent . . . . .	10
3.2.2	Získání definice ze serveru . . . . .	11
3.2.3	Reprezentace metadat ve frameworku . . . . .	12
3.2.3.1	AFClassInfo . . . . .	13
3.2.3.2	AFFieldInfo . . . . .	13
3.2.3.3	AFValidationRule . . . . .	13
3.2.3.4	AFOptions . . . . .	14
3.2.3.5	TopLevelLayout . . . . .	14
3.2.3.6	Layout . . . . .	14
3.2.4	Tvorba komponent . . . . .	14
3.2.4.1	AFComponent . . . . .	15
3.2.4.2	AFField . . . . .	15
3.2.4.3	AFComponentBuilder . . . . .	16
3.2.4.4	RequestMaker a JSONParser . . . . .	16
3.2.4.5	FieldBuilder a WidgetBuilder . . . . .	16
3.2.4.6	Lokalizace . . . . .	17
3.2.5	Práce s vytvořenou komponentou . . . . .	17

3.3	Případy užití . . . . .	18
3.3.1	Případ užití: Validace formuláře . . . . .	18
3.3.2	Případ užití: Vygenerování odesílaných dat . . . . .	19
3.3.3	Případ užití: Odeslání dat na server . . . . .	20
3.3.4	Úprava vzhledu komponenty . . . . .	20
3.4	Práce na existujícím řešení . . . . .	21
3.5	Použité technologie . . . . .	21
3.5.1	Java a Android SDK . . . . .	21
3.5.2	C# a Windows Phone SDK . . . . .	22
3.5.3	AFSwinx a AFRest . . . . .	22
3.5.4	Ukázkové projekty . . . . .	22
3.5.4.1	AFServer . . . . .	22
3.5.4.2	Glassfish . . . . .	23
<b>4</b>	<b>Implementace</b>	<b>25</b>
4.1	Architektura . . . . .	25
4.1.1	Komponenty . . . . .	26
4.2	Komunikace serveru a klienta . . . . .	28
4.2.1	Generování komponent . . . . .	29
4.2.1.1	Naplnění komponenty daty . . . . .	29
4.2.1.2	Widget buildery . . . . .	30
4.2.1.3	Skiny . . . . .	30
4.2.1.4	Layouty . . . . .	31
4.2.1.5	Lokalizace . . . . .	32
4.2.2	Práce s komponentami . . . . .	32
4.2.2.1	Odeslání, reset a vyčištění formuláře . . . . .	32
4.2.2.2	Validace a Validátory . . . . .	34
4.3	Úprava AFSwinx a AFRest . . . . .	34
4.4	Porovnání přístupů . . . . .	36
<b>5</b>	<b>Testování</b>	<b>39</b>
5.1	Unit testy . . . . .	39
5.2	Test s uživatelem . . . . .	40
5.2.1	Cílová skupina . . . . .	40
5.2.2	Příprava testu . . . . .	41
5.2.3	Testované úkoly . . . . .	41
5.2.4	Výsledky testu . . . . .	42
5.3	Kvantitativní test . . . . .	43
5.4	Ukázkové projekty . . . . .	44
5.4.1	Přihlášení . . . . .	44
5.4.2	Správa zemí . . . . .	45
5.4.3	Správa absencí . . . . .	45
5.4.4	Správa absenčních typů . . . . .	45
5.4.5	Uživatelský profil . . . . .	46

<b>6</b>	<b>Závěr</b>	<b>47</b>
6.1	Budoucí vývoj . . . . .	47
6.2	Zhodnocení práce . . . . .	47
<b>A</b>	<b>Seznam použitých zkratk</b>	<b>53</b>
<b>B</b>	<b>Instalační a uživatelská příručka</b>	<b>55</b>
B.1	Integrace AFAndroid frameworku . . . . .	55
B.2	Integrace AFWinPhone frameworku . . . . .	56
B.3	Ukázkové projekty . . . . .	56
B.3.1	Nahrání ukázkové aplikace do Android zařízení . . . . .	57
B.3.2	Nahrání ukázkové aplikace do Windows Phone zařízení . . . . .	57
<b>C</b>	<b>UML diagramy a obrázky</b>	<b>59</b>
<b>D</b>	<b>Ukázky zdrojových kódů</b>	<b>75</b>
<b>E</b>	<b>Obsah přiloženého CD</b>	<b>77</b>



# Seznam obrázků

3.1	Doménový model objektů obsahující metadata o komponentě . . . . .	12
3.2	Část doménového modelu systému realizující tvorbu komponenty . . . . .	15
3.3	Část diagram případů užití pro odeslání formuláře . . . . .	18
4.1	Třídy AFAndroid a AfWindowsPhone sloužící jako fasády pro ovládání fra- meworků . . . . .	27
5.1	Ukázkové projekty - přihlášení . . . . .	45
C.1	Diagram aktivit popisující proces tvorby formuláře . . . . .	60
C.2	Diagram aktivit popisující práci s formulářem . . . . .	61
C.3	Model případů užití frameworku . . . . .	62
C.4	Diagram nasazení systému . . . . .	63
C.5	Diagram tříd zachycující komponenty . . . . .	64
C.6	Diagram tříd zachycující widget buildery . . . . .	65
C.7	Diagram tříd popisující strukturu uložení metadat . . . . .	66
C.8	Sekvenční diagram zobrazující proces tvorby formuláře . . . . .	67
C.9	Sekvenční diagram zobrazující proces odeslání formuláře . . . . .	68
C.10	Ukázkové projekty - správa zemí . . . . .	69
C.11	Ukázkové projekty - správa absenčních typů . . . . .	70
C.12	Ukázkové projekty - správa absencí z pohledu uživatele . . . . .	71
C.13	Ukázkové projekty - správa absencí z pohledu administrátora . . . . .	72
C.14	Ukázkové projekty - uživatelský profil s ukázkou validací . . . . .	73
C.15	Ukázka aplikace vytvořené testovanou osobou při testování AFAndroid fra- meworku . . . . .	74
E.1	Seznam přiloženého CD — příklad . . . . .	77





# Seznam tabulek

4.1	Podporované widget buildery . . . . .	31
4.2	Podporované validace . . . . .	35
5.1	Problémy zjištěné během testování s uživatelem . . . . .	43



# Kapitola 1

## Úvod

Tato bakalářská práce se zabývá analýzou, návrhem a otestováním frameworků pro mobilní platformy Android a Windows Phone interpretující uživatelské rozhraní z dat generovaných serverem z modelu, která poskytuje pomocí webových služeb.

První část práce popisuje aktuální situaci v tvorbě UI, specifikuje požadavky a cíle práce a zkoumá již existující řešení. V druhé části se pak analyzují požadavky, které by měla práce splňovat a návrh řešení, které stanovené požadavky a cíle splňuje. Ve třetí části je popsána struktura a vlastní implementace řešení. Poslední část pak obsahuje otestování řešení a ukazuje vzorovou aplikaci na dvou různých mobilních prostředích.

Práce obsahuje seznam použitých zkratk, které lze nalézt v příloze A, instalační příručka v příloze B, použité UML diagramy a obrázky viz. příloha C, ukázky zdrojových kódů v příloze D a obsah CD s prací a zdrojovými kódy je v příloze E.

### 1.1 Motivace

Nedílnou součástí většiny dnešních aplikací je uživatelské rozhraní. Uživatelské rozhraní by mělo uživateli co nejvíce usnadňovat manipulaci se softwarem a tudíž být intuitivní a použitelné, nemluvě o tom, že by mělo mít adekvátní design nejlépe korespondující s aktuálními trendy. Vývoj takového rozhraní je však časově velmi náročný proces, který zahrnuje nejenom samotný vývoj, ale také rozsáhlé testování, hlavně z hlediska funkčnosti a použitelnosti. Celý problém navíc umocňuje fakt, že se vývojáři snaží zajistit podporu software na více platformách, neboť chtějí uživatelům nabídnout možnost operovat s jejich vytvořeným systémem nejen z počítače či laptopu, ale také z tabletu nebo mobilního zařízení. Mobilní verze grafického uživatelského rozhraní nebývá často moc rozdílná od rozhraní ostatních platforem v tom smyslu, že se v ní vyskytují vesměs stejné grafické prvky, a tak pro mobilní verzi vzniká téměř indentická kopie tohoto rozhraní, což vede i k duplicitě v kódu aplikace. Problémem je, že se často uživatelská rozhraní mění, ať už se změna týká rozložení komponent, přidání nebo odebrání komponenty nebo třeba validace uživatelského vstupu, protože takováto změna se pak musí provést na všech platformách a někdy i na více místech v rámci aplikace, což může být v případě rozsáhlých systémů nejjednodušší úkol, který stojí vývojáře spoustu zbytečného času a může vést i ke vzniku nových typů chyb [29]. Pokud bychom byli schopni nadefinovat uživatelské rozhraní jen jednou pro všechny platformy na jednom místě,

tento problém bychom odstranili. Definice by tedy byla obecná, ale každá platforma je jiná a něčím specifická, proto je třeba vytvořit pro různé platformy frameworky, které obecnou definici pro danou platformu interpretují.

Bylo mi nabítnuto vytvořit takovýto framework pro dvě mobilní platformy, konkrétně pro Android a Windows Phone, což mi přišlo velmi užitečné a zajímavé a proto jsem se rozhodl zpracovat toto téma jako bakalářskou práci.

## Kapitola 2

# Popis problému a specifikace cíle

### 2.1 Popis problematiky

Softwarový systém má sloužit k řešení úloh. Uživatel přitom často úlohu blíže specifikuje a systém musí mít způsob, jak uživateli sdělit její řešení. K tomu slouží uživatelská rozhraní, která umožňují vzájemnou komunikaci systému s uživatelem. Takové uživatelské rozhraní by mělo v první řadě sloužit uživateli, to znamená umožnit mu jednoduchou interakci se systémem, být intuitivní, funkční a hlavně použitelné.

#### 2.1.1 Různá uživatelská rozhraní

Aby bylo uživatelské rozhraní použitelné a uživatelsky přívětivé je třeba prozkoumat, jakým způsobem člověk s počítačem a jeho aplikacemi spolupracuje. Nejen tímto se zabývá disciplína zvaná Human Computer Interaction [18], která zkoumá potřeby uživatelů z různých hledisek. Studium uživatelských potřeb vedlo ke vzniku různých uživatelských rozhraní, pomocí kterých může člověk s počítačem komunikovat. Jedním z takových rozhraní je textové uživatelské rozhraní, značené CUI [18], jehož typickým zástupcem je příkazová řádka. Dalším typem je Hlasové uživatelské rozhraní, které dokáže interpretovat povely zadané lidskou řečí. Nezanedbatelným zástupcem je taktéž multimodální rozhraní, které používá k interakci s počítačem více lidských smyslů, a tak je vhodné i pro lidi s postižením. Nejrozšířenějším a nejoblíbenějším rozhraním je však grafické uživatelské rozhraní, zkráceně GUI, protože je jednoduché a grafické prvky v člověku vyvolávají podobnost s vnějším světem, čímž uživatel získává pocit, že pracuje s něčím, co už dávno zná. Také není nutné znát žádné specifické příkazy, jako v případě příkazové řádky, nebo hlasové povely jako v případě hlasového rozhraní [18].

V softwarových systémech je nejběžnějším způsobem interakce uživatele se systémem právě grafické uživatelské rozhraní a tím se taky tato práce zabývá.

Běžně GUI disponuje ovládacími prvky, pomocí kterých lze aplikaci ovládat. V mobilních aplikacích jsou ovládacími prvky nejčastěji tlačítka, menu, formuláře, posuvníky či seznamy položek. Formulář je skupina vstupních polí, která zachycují uživatelský vstup neboli grafické prvky, které umožní uživateli zadat text, zaškrtnout či vybrat z více možností, vybrat datum atd. Formulář a seznam položek může být aplikací využit také k zobrazení svého výstupu,

respektive aktuálního stavu systému, který musí být uživateli k dispozici, neboť účelem GUI je i mimo jiné informovat uživatele o výsledku jeho akcí a dopadu akcí na systém. K zobrazení informací uživateli dále slouží statické texty, tabulky, dialogy.

Návrh GUI je potřeba důkladně zvážit, neboť závisí na mnoha aspektech. Důležité je, pro jaké zařízení je GUI tvořeno, jaký účel má aplikace, která bude rozhraním disponovat a stav uživatele a prostředí, ve kterém se nachází.

Typ zařízení je důležitý hlavně proto, protože každé zařízení používá jiné ovládací prvky. Zatímco u mobilního zařízení lze očekávat použití dotykového displeje, u počítače použití myši, klávesnice nebo i jiných externích vstupních zařízení, například grafický tablet. Taky se zařízení liší ve velikosti displeje a rozlišení, což hraje roli zejména při návrhu GUI z hlediska množství, velikosti a rozložení komponent.

Účel aplikace ovlivňuje GUI hlavně z hlediska obsahu, tedy jaké komponenty je nutné mít, aby byla aplikace využívána k danému účelu. Například emailový klient musí obsahovat ovládací prvek, který odešle zprávu.

Stav uživatele a prostředí může ovlivnit způsob ovládání aplikace. Příkladem může být palubní počítač v automobilu, na kterém by měl uživatel být schopen přepnout rádiovou stanicí, aniž by se přestal věnovat řízení.

### 2.1.2 Tvorba uživatelského rozhraní

Je známo, že vývojáři vkládají do tvorby uživatelského rozhraní velké úsilí a značné množství času, což dokazuje i zjištění, že uživatelské rozhraní zabírá přibližně 48% kódu aplikace a zhruba 50% času, který je vývoji aplikace věnován [29]. Další čas a úsilí také zabere testování rozhraní hlavně z hlediska použitelnosti [19]. Vývojář mnohdy nedokáže odhadnout chování cílové skupiny, která systém bude používat, a tak se často dělají testy s koncovým uživatelem, u kterých se zkoumá, jak uživatel software ovládá. Z těchto testů se často odhalí, že uživatelské rozhraní je nedostačující a neposkytuje uživateli potřebný komfort při ovládání systému. Velkým problémem je uživatelský vstup, protože musí být validován, aby uživatel nevložil data, která jsou v rozporu s modelem, na který je rozhraní namapováno [31]. Také je žádoucí zobrazovat uživateli pouze to, co by vidět měl, například na základě jeho uživatelské role v systému. V neposlední řadě je také podstatné, jak rozhraní vypadá. Důležitým aspektem rozhraní je, jakým způsobem jsou v něm reprezentována data a jak jsou uspořádány jeho jednotlivé části. Z výše uvedeného vyplývá, že je tvorba uživatelského rozhraní náročný a rozsáhlý proces a právě proto je poskytovat pro systém více verzí uživatelských rozhraní, například pro různé platformy nebo pro různé uživatelské role, obtížný úkol [31].

Jedním z hlavních a kritických aspektů dobrého softwaru jeho udržitelnost, anglicky maintainability. Udržitelnost je schopnost systému se dále měnit a vyjít na základě požadavků zákazníka. Změny by přitom měly být lehce proveditelné a neměly by nijak výrazně ovlivnit stav systému. Požadavky na změnu lze očekávat vždy, neboť potřeby zákazníků se neustále mění [36]. Udržování uživatelského rozhraní moc je však náročný proces, který je ovlivněn mnoha aspekty, což ukazuje následující příklad.

Mějme například desktopovou a mobilní aplikaci, které obě obsahují formulář namapovaný na určitý model. V tomto modelu dojde ke změně, například rozdělením jednoho sloupce na dva. Bohužel neexistuje žádný mechanismus, který by automaticky zaručil, že je UI v souladu s modelem [31]. Z pohledu vývojáře to pak znamená, že pokud změní model, musí také

změnit uživatelské rozhraní v obou klientských aplikacích, aby korespondovalo s novým modelem. Zde nejenom, že musí vývojář udělat dvakrát stejnou věc, ale také může udělat chybu, což může vyústit v nefunkčnost systému. Také pokud se takový formulář vyskytuje třeba na pěti místech v aplikaci, změna je už časově náročnější, hůře proveditelná a více náchylná na chybu vývojáře, který může výskyt formuláře opomenout. Takovým zásahem do systému nemusí být jen změna databázového modelu, ale také změna validací uživatelského vstupu nebo změna rozložení či pořadí jednotlivých polí ve formuláři.

### 2.1.3 Využití webových služeb pro získání a odeslání dat

Jak už bylo zmíněno, v grafickém uživatelském rozhraní máme výstupní grafické prvky, jako například tabulky či seznamy položek. Tyto komponenty jsou určeny v první řadě k tomu, aby zobrazovaly uživateli soubor dat. Existuje více možností, kde tato data skladovat a odtud je získávat a prezentovat je uživateli. Jednou z možností je, že má aplikace vlastní databázi. V takovém případě se často jedná o standalone aplikace, které nevyužívají jiných systémů. Dalším způsobem jsou aplikace, využívající architekturu klient-server. Server může mít vlastní databázi, ze které poskytuje klientům informace například prostřednictvím webových služeb nebo může data získávat z dalšího systému. Webová služba umožňuje jednomu zařízení interakci s jiným zařízením prostřednictvím síťové komunikace[21]. V tomto případě je jedním zařízením server, druhým klientská aplikace a interakce je jejich vzájemný přenos dat.

V mobilních aplikacích jsou velmi populární interpretací webových služeb RESTful Web Services využívající Representational State Transfer (REST), který byl navržen tak, aby získával data ze zdrojů pomocí jednotných identifikátorů zdrojů (URI), což jsou typicky odkazy na webu. Využívá se právě v aplikacích s klient-server architekturou a ke komunikaci používá například HTTP protokol, jehož výhodou je, že jeho metody poskytují jednotné rozhraní pro manipulaci se zdroji informací poskytovanými webovou službou. Http metoda PUT se využívá k vytvoření nového zdroje, DELETE zdroj maže, GET se používá pro získání aktuálního stavu zdroje v é dané reprezentaci a POST stav zdroje upravuje [15].

Aby klient mohl data z webové služby získat a následně je reprezentovat v UI, musí znát jejich strukturu, formát dat, metodu, kterou musí použít a dodatečné parametry, kterými lze službu nastavit. Data jsou ve spojitosti s RESTful službami nejčastěji přenášena ve formě XML nebo alternativně ve formě JSON[34], což jsou formáty obsahující data ve formě párů klíč - hodnota. Zmíněné formy dat využívají serializací objektů [17], jejichž definici lze většinou získat z dokumentace poskytovatele webové služby, stejně tak jako další potřebné výše zmíněné věci.

Přijatá data lze na klientovi zpracovat více způsoby. Jednou z možností je napsat si vlastní parser, což si lze usnadnit knihovnou, která s formátem umí pracovat. Pro formát JSON v Javě existuje například knihovna org.json [12]. Dalším způsobem je využití knihovny, která umí data deserializovat do objektu. Příkladem takové knihovny je Gson[10].

Obdobně webové služby fungují i v případě odesílání dat. Zdroj webové služby definuje, v jakém formátu data přijme a v dokumentaci lze obdobně jako v předchozím případě nalézt definici objektu, do kterého se pokusí data deserializovat, respektive přijatá data vložit.

Z uvedeného plyne, že se klientská aplikace musí v obou situacích, jak při získání, tak při odesílání dat, adaptovat na určitou, předem danou strukturu dat. Tato struktura je určená

objektem, ze kterého data vznikají jeho serializací. Stejný tvar dat je vyžadován i v případě deserializace, tedy převodu dat zpět na objekt. [17]. Vždy, když se tedy tento objekt změní, budou mít data jinou strukturu a klientská aplikace s nimi nebude schopna pracovat. Proto je potřeba upravit ty části klientské aplikace, kterých se změna tvaru dat týká.

Demonstrujeme problém na příkladě. Máme server a na něm model například Tým, který obsahuje dva sloupce - název týmu a počet členů. Vytvoříme si klientskou aplikaci, která tato data získá a zobrazí, například v tabulce. Nyní se rozhodneme, že by měl přibýt v modelu sloupec, obsahující zkratku týmu.

Nejdříve na to nahlédneme z pohledu zisku dat. Upravíme-li model na serveru, v datech, která jsou poskytována webovou službou, přibude další hodnota. Proto je nutné upravit klientskou aplikaci, aby s těmito dodatečnými daty počítala a rovněž je zobrazila v tabulce. Pokud se však rozhodneme, že se nějaký sloupec odstraní, je situace o trochu složitější. Po získání dat nám na klientovi hodnota bude chybět. Pokud jsou nad hodnotou prováděny operace a klient není správně ošetřený, může to vyústit i v pád aplikace.

Nyní budeme data posílat. Server může určovat, které hodnoty vyžaduje. Pokud tedy přidáme novou hodnotu, kterou server označí jako povinnou, bude pokus neupraveného klienta zaslat data neúspěšný, neboť je server odmítne. Znovu je nutné klienta upravit tak, aby bylo možné novou hodnotu zadat, to znamená přidat nové vstupní pole a upravit parser, či objekt, ze kterého se data připravují serializací na odeslání. Nastane-li odstranění sloupce z modelu na serveru, bude to pro klienta znovu problém, protože bude zasílat data obsahující hodnotu, kterou server nezná. Server proto data odmítne a znovu je nutné klienta upravit.

Vždy, když jsou provedeny úpravy v klientské aplikaci, tak se musí vydat její nová verze. Bohužel v dnešní době mají uživatelé možnost aktualizaci neprovést, a to hlavně na mobilních zařízeních, příkladem může být Google Play na Androidu [28]. Když se aplikace neaktualizuje, uživatel může mít nefunkční aplikaci nebo může nastat chyba na serveru, záleží na provedené změně. Tento problém se řeší například podmínkami na verzi aplikace nebo vynucením aktualizace při startu aplikace. Proces aktualizace aplikace je také časově náročný, neboť je často třeba novou verzi schválit třetí stranou, která manuálně kontroluje, zda aplikace splňuje určité standardy. Takovou kontrolu v případě mobilních aplikací provádí například Google a Apple [35]. Výše zmíněné problémy s aktualizací by byly eliminovány, pokud by server klienta informoval o tom, co vyžaduje a klient by se dynamicky těmto potřebám přizpůsobil, aniž by musela být klientská část jakkoliv upravována.

#### 2.1.4 Existující řešení

Tato sekce popisuje existující řešení pro mobilní aplikace, která se snaží o řešení výše uvedených problémů. Jedno řešení nabízí vývojáři z IBM developerWorks ve svém článku Build dynamic user interfaces with Android and XML [25]. Článek popisuje možnost dynamického vytvoření formuláře z XML souboru pro Android aplikace. Podle návodu aplikace stáhne z URL adresy určitý XML soubor, ve kterém je nadefinována struktura formuláře. Návod dále ukazuje, jak stažené XML parsovat a dynamicky vytvořit na jeho základě v aplikaci formulář. Tento způsob formulář centralizuje, tedy pokud se formulář vyskytuje na více místech v aplikaci a je třeba ho změnit, stačí upravit daný XML soubor.

Dalším řešením je projekt AFSwinox společně s AFRest [38], který uvedený princip rozšiřuje o to, že se popis formuláře automaticky generuje z modelu na serveru a klient tento



popis získává pomocí webových služeb. Tento framework však není určen pro mobilní aplikace, nýbrž pro Java SE platformu. AFSwinx a AFRest vycházejí z AspectFaces [6], který uvedené problémy řeší v Java EE aplikacích.

#### 2.1.4.1 PHP Database Form

PHP Database Form [16] je rozšíření pro jazyk PHP. Toto rozšíření dokáže automaticky z modelu v databázi vytvořit HTML kód formuláře, včetně validací jednotlivých polí. Umožňuje vybrat pro vytvoření pouze část tabulky a to pomocí SQL dotazu. Dále pak poskytuje možnost dodatečných nastavení názvů polí, jejich viditelnosti či způsobu zobrazení. Lze také dodat validace tam, kde nebyly určeny databázovým modelem. Hlavními výhodami tohoto rozšíření jsou: menší množství kódu, jednoduché validování dat a možnost upravit si formulář dle libosti pomocí CSS. Využití vyžaduje PHP verzi 5.3 a Apache, Tomcat nebo Microsoft IIS web server. PHP Database Form podporuje všechny majoritně využívané databáze a webové prohlížeče. Dnes už by se i toto rozšíření dalo použít pro mobilní aplikace, neboť existují možnosti vytvářet multiplatformní mobilní aplikace pomocí HTML, CSS a JavaScriptu, které spouští aplikaci na mobilním zařízení v režimu webového prohlížeče. Takovou možností je například Apache Cordova [5].

#### 2.1.4.2 AspectFaces

AspectFaces je framework, jehož primárním účelem je, aby bylo UI generováno na základě modelu [30], k čemuž využívá inspekci tříd. To umožní nadefinovat UI pouze jednou a veškeré změny v modelu jsou automaticky do uživatelského rozhraní reflektovány. UI lze nadefinovat v modelu pomocí fragmentů, což jsou XML konfigurační soubory nebo pomocí velkého množství anotací z JPA, Hibernate nebo si lze nadefinovat i anotace vlastní. Lze určit například pravidla pro dané pole, pořadí v UI nebo label. Framework zatím poskytuje dynamickou integraci pouze s JavaServer Faces 2.0, ale pracuje se na integraci i s jinými technologiemi. Poslední stabilní verze frameworku je 1.4.0 a je dostupný pod licencí LGPL v3.

#### 2.1.4.3 AFSwinx a AFRest

Tento framework byl vytvořen jako koncept a slouží pro generování uživatelského rozhraní v Java SE aplikacích využívajících pro tvorbu UI knihovnu Swing [38]. Framework používá RESTful webové služby pro získání definic komponent, díky kterým je schopen dynamicky postavit formulář či tabulku. Takové definice komponent vznikají za pomoci části frameworku AFRest, která ke generování dat využívá inspekce příslušného modelu na serveru, na který by měla být komponenta namapována. Jelikož se tvoří komponenta na základě tohoto modelu, nenastane tak, že by s ním nebyla v souladu. Inspekci tříd zprostředkovává knihovna AspectFaces, uvedená výše. Definice komponenty je přenášena ve formátu JSON a obsahuje informace o komponentě, například její rozložení, pole, které má obsahovat nebo pravidla, která pro jednotlivá pole platí. Pole z definice se v případě formuláře interpretuje jako vstupní políčko, v případě tabulky jako sloupec.

### **2.1.5 Cíle práce**

Vzorem pro tento projekt je výše zmíněný framework AFSwinx spolu s AFRest[38]. Framework se zaměřuje na zjednodušení tvorby uživatelských rozhraní hlavně z hlediska množství kódu a udržitelnosti. Jak bylo popsáno, framework na straně serveru využívá inspekce tříd k vytvoření definice modelu, které poskytuje klientovi pomocí webových služeb, stejně tak jako data, kterými se má budoucí komponenta naplnit. Klient tyto informace pouze získává a interpretuje je, nemá tedy informaci o celém procesu tvorby komponenty, zná pouze nutné informace jako je formát dat, například JSON, XML a připojení na zdroje webových služeb, ze kterých data získává. Na vytvoření komponenty stačí klientovi pouze pár řádků kódu. Cílem této práce je vytvořit obdobný framework pro mobilní platformy Android a Windows Phone. Žádoucí je také vhodné prvky z AFSwinx a AFRest znovupoužít a stávající framework rozšířit.

# Kapitola 3

## Analýza

### 3.1 Funkční specifikace

V rámci této práce je zpracován framework ve dvou verzích, pro mobilní platformu Android a mobilní platformu Windows Phone. Řešení musí umožňovat jednoduše vytvářet dva typy komponent, formulář, který umožní uživatelský vstup a list, pro zobrazení většího množství dat uživateli. Kromě vytvoření komponent je nutné poskytnout další funkce, které umožní práci s vytvořenými komponentami, jako je například odeslání dat z komponenty na server. Framework musí samozřejmě disponovat funkcionalitou, která umožní správné vytvoření a nastavení komponenty z hlediska zabezpečení, získávání dat a jejich vložení do komponenty, vzhledu komponenty či její lokalizace. Všechny funkční požadavky jsou uvedeny v následujícím seznamu položek.

#### 3.1.1 Funkční požadavky

- Framework bude umožňovat automaticky vytvořit formulář nebo list na základě dat získaných ze serveru.
- Framework bude umožňovat získat ze serveru data, kterými komponentu naplní.
- Framework bude umožňovat naplnit formulář i list daty.
- Framework bude umožňovat odeslat data z formuláře zpět na server.
- Framework bude umožňovat používat lokalizační texty.
- Framework bude umožňovat validaci vstupních dat na základě definice komponenty, kterou obdržel od serveru.
- Framework bude umožňovat upravit vzhled komponenty pomocí skinů.
- Framework bude umožňovat koncovému uživateli specifikovat zdroje definic komponent, dat a cíle pro jejich odeslání ve formátu XML.
- Framework bude umožňovat vytvářet následující formulářová pole - textové, číselné, pro hesla, pro datum, dropdown pole, checkboxy, option buttony.

- Framework bude umožňovat resetovat úpravy ve formuláři nebo formulář vyčistit.
- Framework bude umožňovat získat data z formuláře i listu.
- Framework bude umožňovat zneviditelnit chyby, které se uživateli zobrazí při neúspěšné validaci formuláře.
- Framework bude umožňovat jednoduše získat komponentu i na jiném místě v programu, než kde ji vytvořil.
- Framework bude umožňovat generování komponent určených pouze pro čtení.

Pro uživatele, který bude framework využívat, bude proces tvorby komponenty zapouzdřen. Nemusí znát strukturu definice komponenty, ani jak se komponenta tvoří či naplňuje daty. Bude potřebovat znát jen kód pro vytvoření komponenty, akce, které lze nad komponentou provádět a jak specifikovat, odkud se bere definice komponenty, data pro její naplnění a kam se případně data odešlou.

## 3.2 Popis architektury a komunikace

### 3.2.1 Definice komponent

Frameworky pro mobilní platformy Android a Windows Phone, které je cílem vytvořit, navazují, jak už bylo zmíněno, na projekt AFSwinx a AFRest [38]. Tento framework vytváří na straně serveru tzv. definice komponent, které komponentu popisují z hlediska vzhledu, rozložení i obsahu. Jedná se tedy o metadata [14], neboli data, která popisují další data. Taková definice vzniká na serveru ve formátu XML na základě inspekce modelu, kterou zprostředkovává knihovna AspectFaces a AFRest ji zobecňuje a převádí do formátu JSON. Na serveru zastupuje roli modelu databázová entita a vlastnosti, které má inspekce modelu zachytit a do definice promítnout, jsou určeny datovými typy atributů a pomocí anotací. Definice komponenty, kterou lze získat ze serveru, obsahuje tyto informace:

- název definice
- celkové rozložení komponenty
- informace o polích v daném pořadí, které se mají v komponentě vyskytnout

V informacích o poli lze nalézt

- typ widgetu, kterým má být vytvářené pole reprezentováno,
- jednoznačný identifikátor v rámci komponenty,
- popisek neboli label,
- viditelnost,
- zda má být pole určeno jen pro čtení,

- zda se jedná o primitivní či složený datový typ,
- validační pravidla,
- v případě některých widgetů i možnosti, ze kterých si má uživatel vybírat.

Cílem autora AFSwinx a AFRest bylo, aby tyto definice komponent byly nezávislé na platformě, což se i jejich využitím na mobilních platformách potvrzuje. Se strukturou těchto definic oba frameworky počítají, na základě tohoto tvaru se definice na klientovi udržuje a z ní tvoří uživatelské rozhraní.

### 3.2.2 Získání definice ze serveru

Definici komponenty je možné získat pomocí HTTP dotazu na konkrétní zdroj na serveru, který schopen takovou definici za použití AFSwinx a AFRest poskytnout. Tento konkrétní zdroj, poskytující definici komponenty, je nutné specifikovat. Také lze určit dva další zdroje - zdroj dat a zdroj, na který se má odeslat uživatelský vstup. Frameworky mají, dle požadavků výše, umožňovat uživateli tyto zdroje specifikovat ve formátu XML. Již v AFSwinx a AFRest byl pro tento účel vytvořen XML soubor a k němu příslušný XML parser, které je Android verzi frameworku žádoucí z hlediska efektivity využít. Jelikož je AFSwinx a AFRest napsaný v Javě a Windows Phone nepodporuje Javu, nýbrž jazyk C#, a tedy ani import .jar souborů, nelze parser znovu použít i ve Windows Phone frameworku a je nutné ho přepsat. Část z úryvku popisující zdroj pro metadata je zobrazen v následujícím úryvku kódu 3.1 ze zmíněného XML souboru. Připojení z úryvku obsahuje také popis zdrojů pro data a odeslání formuláře, celý kód tohoto připojení lze nalézt v příloze D.1.

Listing 3.1: Ukázka XML specifikace zdroje pro metadata

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<connectionRoot xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance">
  <connection id="personProfile">
    <metaModel>
      <endPoint>toms-cz.com</endPoint>
      <endPointParameters>/AFServer/rest/users/profile</endPointParameters>
      <protocol>http</protocol>
      <port></port>
      <header-param>
        <param>content-type</param>
        <value>Application/Json</value>
      </header-param>
    </metaModel>
  </connection>
</connectionRoot>
```

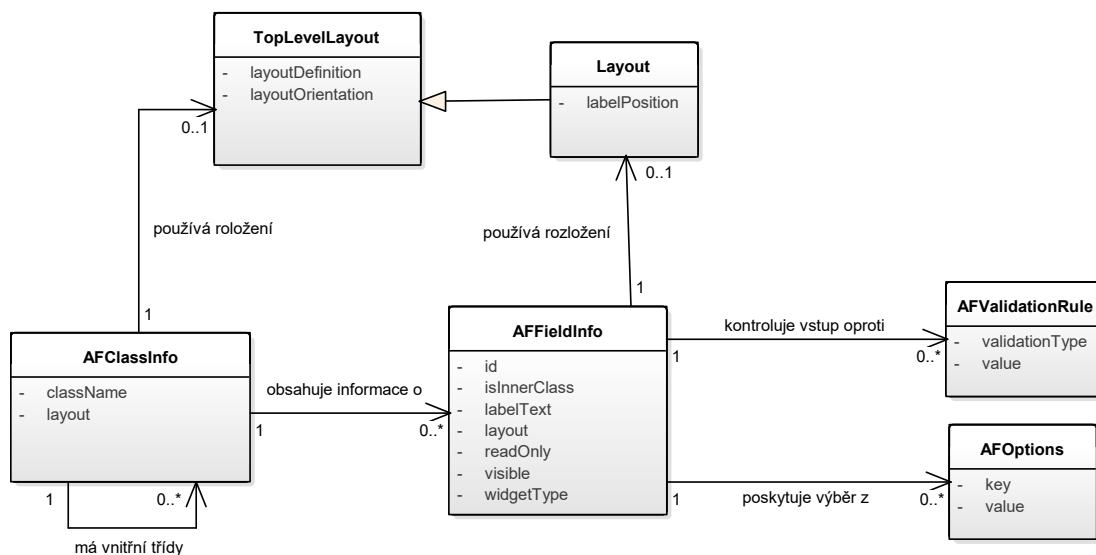
Z ukázky D.1 plně, že jsou zdroje nadefinovány URL adresou rozdělenou na části a dodatečnými parametry, jako je forma dat, která lze očekávat nebo zabezpečení. Například definice profilového formuláře se nachází na adrese <http://toms-cz.com/AFServer/rest/users/profile> a je očekávána ve tvaru JSON souboru, což je nedefinováno pomocí parametru content-type. Pokud by byl specifikován port, přibude za toms-cz.com dvojtečka a jeho hodnota. Zdroj dat je nadefinován v uzlu <data> a zdroj, na který se odešle uživatelský vstup, určuje uzel <send>. Lze také specifikovat metodu (get, post, put, delete), která se pro

kontantování zdroje použije. Pro data a meta model je v základu použita metoda GET a pro odeslání metoda POST. V případě, že je přístup ke zdroji zabezpečen, je použita autorizace typu basic.

Výrazy ve složených závorkách označené vpředu pomocí znaku # jsou určeny k nahrazení hodnotou. V AFSwinx a AFRest [38] se klíč ve složených závorkách hledá v mapě parametrů pro připojení, kterou framework předává jako argument metodě kontaktující zdroj, a nahrazuje se hodnotou v ní pod klíčem uloženou. Umožňuje to tak nadefinovat zdroj v XML souboru pouze jednou, například pro více různých uživatelů. Klíč a hodnotu si může uživatel nastavit sám, důležité však je, aby se shodovaly klíče ve zmíněné mapě a v souboru. V zájmu znovupoužití XML souboru a parseru se tedy tomuto chování oba tvořené frameworky přizpůsobují.

### 3.2.3 Reprezentace metadat ve frameworku

Získaná metadata je potřeba ve frameworku udržovat. AFSwinx už pro to určitou strukturu definuje [38] a je tedy žádoucí ji opětovně využít. Tuto část systému, která uchovává získané informace o komponentě, zachycuje následující doménový model, vytvořeného za pomoci UML. Dle Arlowa [27] je UML, česky unifikovaný modelovací jazyk, univerzální jazyk pro vizuální modelování systémů. UML je velice silný nástroj hlavně proto, že je srozumitelný pro lidi a zároveň je navržen tak, aby byl univerzálně implementovatelný. Doménový model je výsledkem hledání analytických tříd, definuje jaké části je potřeba v systému mít a jak se vzájemně ovlivňují. Jde tedy o model popisující strukturu i chování systému. Reprezentuje se ve formě diagramu tříd, ve kterém však není nutné uvádět datové typy atributů, ani metody, které má třída poskytovat.



Obrázek 3.1: Doménový model objektů obsahující metadata o komponentě

Následující část práce podrobněji rozebírá diagram z obrázku 3.1, neboť je pro vývoj obou frameworků důležitý. Android framework tuto část AFSwinx a AFRest recykluje a

Windows Phone ji transformuje do jazyku C#.

#### 3.2.3.1 AFClassInfo

AFClassInfo udržuje informace o hlavním objektu metadat. Obsahuje informace o názvu objektu a rozložení komponenty. Dále drží definice 0 až N informací o polích, která se mají v komponentě vyskytnout. Součástí je také 0 až N vnitřních tříd, tedy referencí na objekt stejného typu AFClassInfo. Může se totiž stát, že v modelu, nad kterým je prováděna inspekce a ze kterého se metadata vytváří, obsahuje neprimitivní datový typ. Například v modelu Osoba to může být objekt typu Adresa, který obsahuje další atributy jako třeba název ulice či město. Tento typ je ale nutno v komponentě reprezentovat také, a tak je zevnitř provedena jeho inspekce, která je později v metadatech reprezentována jako vnitřní třída.

#### 3.2.3.2 AFFieldInfo

Tento objekt popisuje jednu proměnnou, nad kterou byla provedena inspekce a ze které se má vytvořit pole, které se v komponentě vyskytne. Nese informaci o widgetu, který má být při vytváření pole použit, určuje jednoznačný identifikátor pole v rámci komponenty, dále pak, zda má být tvořené pole viditelné a upravitelné, repektive jen pro čtení. Definuje jak je pole rozloženo, hlavně z hlediska pozice labelu, jehož hodnota je ve AFFieldInfo rovněž zaznamenána. V neposlední řadě jsou v tomto objektu uloženy informace o validačních pravidlech, oproti kterým se má validovat uživatelský vstup. Navíc v případě, že by uživatel měl mít na výběr pouze z určitých předem definovaných možností, zahrnuje AFFieldInfo i informace o těchto možnostech.

V tomto objektu je také uloženo, zda se jedná o vnitřní třídu, která je popsána výše. Tento fakt je velmi důležitý, neboť záleží na pořadí polí v komponentě, ve kterém mají být vykreslovány. Inspekce modelu na serveru s tím počítá, a tak pole umístí na správné místo v metadatech a označí ho jako classType, tedy vnitřní třídu, jejíž popis můžeme nalézt v metadatech v části s vnitřními třídami. V rámci zachování správného pořadí vykreslení polí je tedy nutné, aby klienstský framework fakt, že se jedná o složený datový typ, při vytváření polí komponenty zaznamenal a na pozici, kde tuto skutečnost objeví, vložil pole, o nichž jsou informace uloženy v příslušné vnitřní třídě.

#### 3.2.3.3 AFValidationRule

Tento objekt popisuje pravidlo, které má splňovat uživatelský vstup ve vytvářeném poli. Obsahuje typ validace, který určuje o jakou validaci se jedná a případně hodnotu pravidla. Referenční framework AFSwinx obsahuje výčtový typ s názvy validací, které podporuje a které se mohou tedy v metadatech objevit. Například definuje validační pravidlo typu MAX a hodnotou je číslo. Tedy popisuje, že hodnota v poli nesmí přesáhnout číslo určené hodnotou pravidla.

Každé validační pravidlo má mít příslušný validátor. Ten při validaci polí komponenty provede kontrolu uživatelského vstupu podle daného pravidla a informuje framework o výsledcích. Ten pak musí disponovat funkcionalitou, který umožní zobrazit případné chybové hlášky uživateli.

### 3.2.3.4 AFOptions

Pro určité typy widgetů, které mají být použity pro vytvoření polí, je nutné specifikovat možnosti, ze kterých si může uživatel vybírat. Takovými widgety je například dropdown menu nebo skupina radio buttonů. Tento objekt popisuje tyto možnosti formou klíče a hodnoty. Klíč je hodnota, kterou by měl framework odesílat na server a hodnota by měla být zobrazována klientovi.

### 3.2.3.5 TopLevelLayout

Objekt je využit k popisu rozložení celé komponenty. Objekt definuje dvě vlastnosti. Za prvé je to orientace, tedy ve směru jaké osy je komponenta či její část vykreslována. Dále je to pak definice rozložení, která má určovat, jestli je komponenta či její části vykreslovány v jednom či více sloupcích.

### 3.2.3.6 Layout

Popisuje rozložení částí komponenty, tedy vytvářených polí. Jak je patrné z obrázku 3.1, dědí z TopLevelLayoutu orientaci a definici rozložení, které jsou popsány výše. Navíc má vlastnost LabelPosition, která by měla být tvořenými frameworky využita k umístění labelu vzhledem k vytvářenému poli.

## 3.2.4 Tvorba komponent

Z přijatých a uložených metadat umí frameworky vytvořit prozatím dva typy komponent. Jednou komponentou je formulář, který řeší hlavně uživatelský vstup, ale může být využit, v případě, že je předvyplněn daty, i ke zobrazení informací uživateli. Druhou komponentou je list, neboli seznam položek, který uživateli umožňuje přehledné zobrazení většího množství informací. Ve frameworku AFSwinx tuto možnost zajišťovala tabulka [38], která však není pro mobilní zařízení úplně vhodným způsobem, protože vyžaduje pro rozumné zobrazení mnoho místa, které na mobilních zařízeních zpravidla není k dispozici.

Strukturu metadat, získaných ze serveru, je možné využít zároveň pro formulář i list, neboť se liší pouze grafická reprezentace metadat. Zatímco ve formuláři lze využít definic proměnných, nad kterými byla provedena inspekce, k tvorbě formulářových polí, v listu je lze použít k tvorbě informací o jedné z jeho položek. Rozložení, které je definováno ve výše popsaném TopLevelLayoutu, lze použít v případě formuláře k určení uspořádání polí. Obdobným způsobem to lze udělat v listu s uspořádáním informací o položce. List nevyužívá všechny informace, jako například typ widgetu nebo validace, ale stále je výhodnější část informací z definice nepoužít, než aby obě komponenty měly vlastní strukturu metadat.

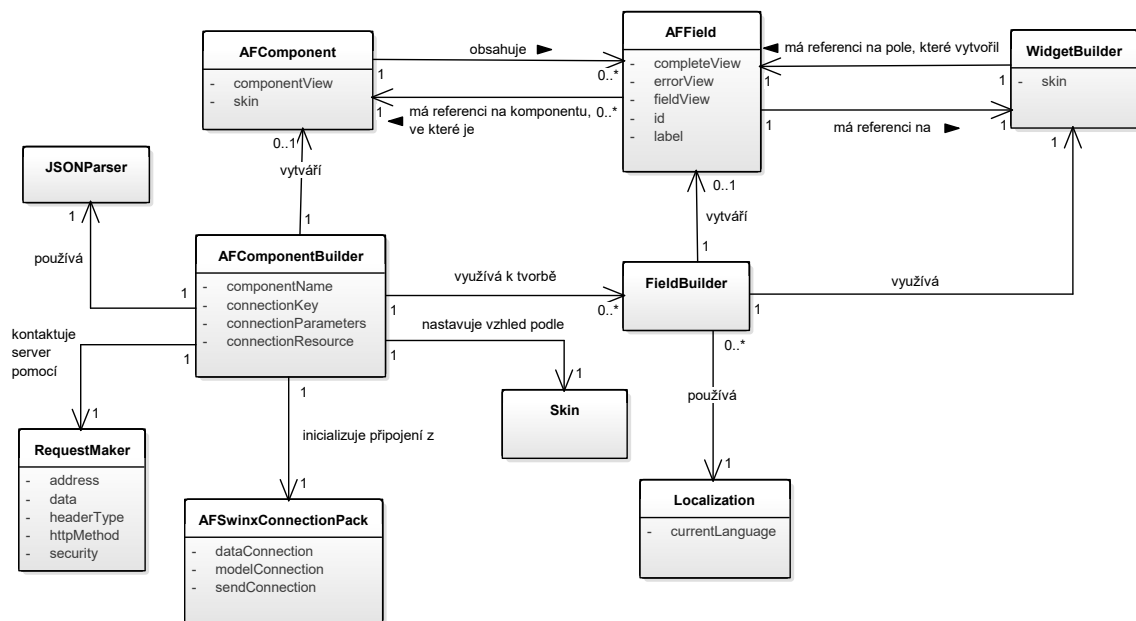
Pro zobrazení procesu tvorby formuláře, který je tou složitější komponentou, jelikož uživatelský vstup, který do něj je zadáván se musí validovat a odesílat na server, narozdíl od listu, který je pouze pro čtení, byl využit diagram aktivit. Diagramy aktivit popsují určitý proces složený z dílčích podprocesů a můžou být použity například právě pro analýzu a popis algoritmu [27].

Z diagramu C.1 lze odvodit, že pokud chce uživatel frameworku vytvořit formulář, musí nejdříve specifikovat, kde framework nalezne metadata. Ten pak o tato data požádá server.



Server musí samozřejmě data dynamicky vytvořit, a tak provede inspekci, o které jsme již psal výše a vytvoří metadata, která pak klientskému frameworku předá zpět. Ten je zpracuje a vytvoří na základě nich požadovanou komponentu. Pokud uživatel zároveň nadefinoval i zdroj dat, kterými by se měl formulář naplnit, požádá klient znovu server o tato data. Server je vygeneruje a zašle zpět, načte se komponenta těmito daty naplní. Poté se takto vytvořená komponenta předá uživateli, tedy vývojáři, který s ní může dále pracovat, například ji vložit do GUI tam, kam potřebuje.

Navržená struktura frameworku sloužící k realizaci procesu tvorby komponenty je zobrazena v části doménovém modelu systému na obrázku 3.2. Strukturu na obrázku následující část práce blíže specifikuje.



Obrázek 3.2: Část doménového modelu systému realizující tvorbu komponenty

#### 3.2.4.1 AFComponent

Tato třída zastřešuje vytvořenou komponentu. Jak bylo již zmíněno, frameworky podporují dva typy komponent, a to formulář a list. Grafická reprezentace komponenty je uložena v atributu `componentView`. Také obsahuje `skin`, podle kterého je vzhled komponenty nastaven. Komponenta obsahuje 0 až N tříd typu `AField`, které jsou popsány v následující sekci.

#### 3.2.4.2 AField

`AField` popisuje vytvořenou část komponenty, tedy její pole. Pole má svůj jednoznačný identifikátor a je složeno ze tří grafických prvků. Prvním prvkem uloženým v atributu `fieldView` je widget, kterým je pole v GUI reprezentováno. Druhým prvkem je `errorView`,

který slouží pro zobrazení validačních chyb uživateli a posledním prvkem je label neboli popis pole. Všechny tři prvky se kombinují v určitém rozložení do atributu `completeView`, který v první řadě poskytuje jednoduchý přístup k celkové grafické reprezentaci pole.

### 3.2.4.3 AFComponentBuilder

Pro rozlišení, zda se z metadat vytvoří formulář nebo list, jsou vytvořeny dva typy builderů, které komponenty staví. Uživateli, který framework používá, by tedy mělo stačit specifikovat builder, který požadovanou komponentu vytvoří. Aby bylo používání frameworků co nejvíce uživatelsky přívětivé, způsob tvoření builderů a jejich používání by se neměly lišit. Uživateli pak stačí naučit se pouze vytvořit jeden typ komponenty a druhý typ vytvoří pouze výměnou builderu. Na obrázku 3.2 jsou buildery vyobrazeny jako `AFComponentBuilder`. Z digramu je patrné, že může builder vytvářet 0 až 1 komponent, to znamená, že builder může být pouze nadefinován a nemusí být použitý pro tvorbu komponenty, čímž však ztrácí svůj smysl, proto případ tvorby žádné komponenty s největší pravděpodobností nenastane, nicméně je možný. Uživatel při specifikaci builderu může nastavit jednoznačný identifikátor komponenty, kterou tvoří, což reprezentuje atribut `componentName`. Dále je nutné určit již zmíněný XML soubor s definicemi připojení, který reprezentuje atribut `connectionResource`. V tomto souboru se pak vybere příslušné připojení na základě uživatelem zadaného klíče v atributu `connectionKey`. Atribut `connectionParameters` pak definuje dodatečné parametry ve formě klíč-hodnota pro připojení na server. Takovými parametry mohou být například uživatelské jméno a heslo sloužící pro autorizaci uživatele, kterému se má komponenta zobrazit. Na základě těchto specifikací se ze zmíněného XML souboru D.1 vytvoří připojení pro definici komponenty, data a odeslání dat z komponenty na server, která se uloží do `AFSwinx-ConnectionPack`, která je součástí referenčních frameworků `AFSwinx` a `AFRest` [38].

### 3.2.4.4 RequestMaker a JSONParser

Definovaných připojení pak využije třída `RequestMaker`, zajišťující komunikaci builderu se serverem. Tato třída vytváří HTTP requesty na URL adresu definovanou v atributu `address`. Použije k tomu metodu specifikovanou v `httpMethod`, možné metody jsou `get`, `post`, `put`, `delete`. Atribut `data` obsahuje případná data, která se mají na server odeslat, atribut `headerType` určuje formát těchto dat. Zdroje mohou být i zabezpečené, proto je zde i atribut `security`, který definuje uživatele a bezpečnostní metodu. Prozatím je podporována pouze BASIC autentifikace.

Pokud se třída využije pro získání definice komponenty, následuje, jak již bylo zmíněno, rozbor této definice a její následné umístění do struktury pro uložení metadat, která byla popsána na obrázku 3.1. K tomuto účelu `AFComponentBuilder` využívá dle obrázku 3.2 třídu `JSONParser`.

### 3.2.4.5 FieldBuilder a WidgetBuilder

Komponenta se skládá z několika částí, tedy polí komponenty, které je potřeba také vytvořit. O to se stará `FieldBuilder`, který vytváří žádné nebo jedno pole. Podobně jako u `AFComponentBuilder` je případ nevytvoření pole velmi nepravděpodobný, protože by builder

ztratil svůj účel. FieldBuilder slouží pro vytvoření tří prvků GUI, které pole obsahuje, jak bylo popsáno u AFField.

K vytvoření části, která určuje widget komponenty se využívá WidgetBuilder. V metadatech se nachází pro každé pole, které má být součástí komponenty, typ widgetu, kterým má být pole reprezentováno. Například to může být textové pole, checkbox nebo skupina radio buttonů. Ke každému widgetu existuje vlastní builder, reprezentovaný právě touto třídou. WidgetBuilder nejen widget vytváří, ale také určuje, jak se z widgetu dají získat data a naopak, jak je do něj vložit. WidgetBuilderu je také předáván skin, který určuje, jak widget vypadá.

#### 3.2.4.6 Lokalizace

V rámci metadat, která přijdou ze serveru se mohou objevit texty určené pro lokalizaci, tedy překlad. Tyto texty jsou realizované pomocí klíčů, ke kterým lze překlad přiřadit a vyskytují se v labelech, v možnostech, ze kterých může uživatel v daných typech widgetů vybírat nebo ve validačních chybách. Frameworky tedy musí disponovat funkcionalitou, který tuto lokalizaci umožní včetně změny jazyka za běhu aplikace. K tomu FieldBuilder používá třídu Localization, která má atribut `currentLanguage` zachycující aktuální jazyk. Aby byl způsob lokalizace textů v aplikaci jednotný, je možné využít lokalizační část frameworku i nad jeho rámec k překladu například textů tlačítek či položek v menu.

#### 3.2.5 Práce s vytvořenou komponentou

Komponentu nestačí jen vytvořit, ale cílem frameworku je také umožnit s ní další práci. Vývojáři by mělo být umožněno například odeslat formulář, zkontrolovat to, co uživatel zadal nebo upravit její vzhled. Práci s komponentou lze demonstrovat na práci s formulářem. Pro tento účel byl vytvořen diagram aktivit, který popisuje tři hlavní možnosti práce s formulářem a to odesílání dat, resetování a vyčištění formuláře. Tento diagram lze nalézt v příloze C.2.

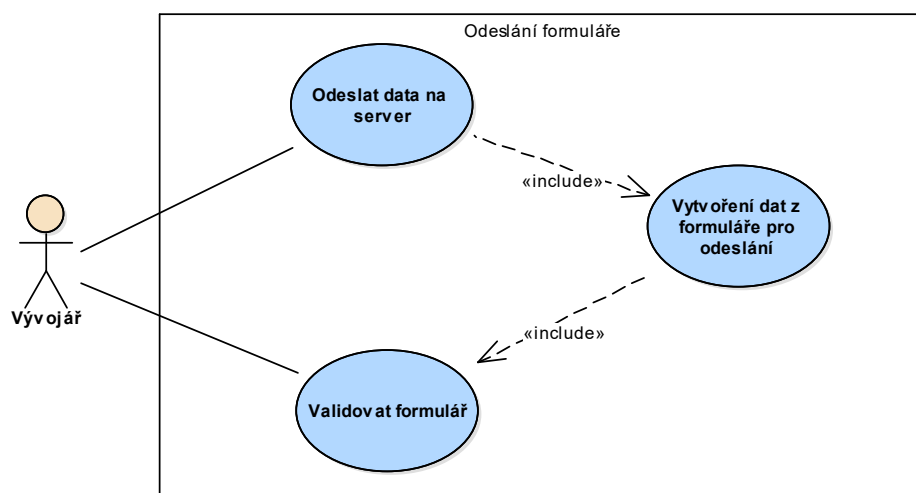
V případě odesílání dat diagram popisuje, že se data nejdříve musí validovat. Pokud jsou data nejsou validní, zobrazí se validační chyby a proces končí. Pokud však validní jsou, hraje roli ještě fakt, zda je nebo není nadefinovaný zdroj, kam se data mají odeslat. Pokud zdroj chybí, je o tomto informován uživatel a proces znovu končí. Pokud zdroj nechybí a proces pokračuje dále, data se zformují do podoby, kterou server vyžaduje a odešlou se. Jelikož jsou data validní a v dobrém formátu, server nebude mít problém je přijmout a zpracovat. Výsledek zpracování je propagován vývojáři, který s ním dle svého uvážení naloží. Tím proces odeslání končí.

Aby však vývojář mohl s komponentou pracovat, musí být schopen ji získat, nejlépe kdekoli v programu. Proto se vytvořené komponenty musí někde skladovat a být k nim jedoduchý přístup. V případě Androidu je navržena třída `AFAndroid`, v případě Windows Phone třída `AFWinPhone`. Tyto třídy nabízí mimo získání komponent i možnost vytvoření obou typů builderů a uživateli tak zprostředkovává vlastně vše, co pro vytváření komponent potřebuje.

### 3.3 Případy užití

V této sekci se práce zaměřuje na případy užití, které zachycují návrh možností, které by měly oba mobilní frameworky podporovat. Ke zobrazení těchto možností slouží diagram případů užití, který lze nalézt v příloze C.3. Případy užití určují, jak lze používat systém nebo jeho dílčí části [27]. Případ užití je iniciován aktérem, jímž je v tomto případě hlavně vývojář, který framework používá. V této práci je část případů užití definována i pro samotný framework, která zobrazuje, jaké akce musí framework provést pro splnění úkolu, zadaným uživatelem. Definici posloupností jednotlivých akcí popisuje vždy příslušný scénář případu užití.

Jednou z hlavních funkcí, kterou musí frameworky podporovat, je odeslání formuláře. Tato funkce je blíže popsána obrázkem 3.3, na kterém jsou zobrazeny potřebné případy užití. Tento obrázek je podrobněji přiblížen popisem a scénářem každého případu užití, který se v něm vyskytuje. Pro stručnost je předpokládán hladký průběh scénáře, samozřejmě všude tam, kde se vyskytne IF, tedy podmínka, by měl být uveden i alternativní scénář, který řeší to, co se stane při nesplnění podmínky.



Obrázek 3.3: Část diagram případů užití pro odeslání formuláře

#### 3.3.1 Příklad užití: Validace formuláře

Na obrázku 3.3 se tento případ jmenuje Validovat formulář a má zachycovat validaci uživatelského vstupu ve formuláři. Z diagramu také vyplývá, že by uživatel měl být schopen užívat validaci formuláře i explicitně, tedy ne jen v rámci odeslání dat. Následující scénář tohoto případu užití popisuje postup, jak by měla validace formuláře probíhat.

Vstupní podmínky:

- Framework zná formulář, který chce validovat.

- Tento formulář musí být vytvořený za pomoci metadat.

Scénář případu užití:

1. Uživatel požádá systém o validaci daného formuláře.
2. Systém získá z formuláře všechna pole
3. WHILE existuje nezvalidované pole DO
  - (a) Systém získá všechna pravidla, kterým pole podléhá
  - (b) WHILE existuje nenavštívené pravidlo DO
    - i. Systém získá pro dané pole a pravidlo příslušný validátor.
    - ii. Systém provede validaci.
    - iii. IF validace selhala THEN
      - A. Systém přidá k chybovým hláškám určených pro zobrazení příslušnou hlášku o chybě validace.
  - (c) IF alespoň jedna z validací na poli selhala THEN
    - i. Systém zobrazí k danému poli validační chyby.

### 3.3.2 Příklad užití: Vygenerování odesílaných dat

Tento případ užití popisuje akci frameworku, která musí být provedena, aby šlo úspěšně na server odeslat data. Framework nezná přímo objekt, který chce na serveru odesláním dat vytvořit nebo upravit. Co však zná, je jeho struktura, na základě které samotný objekt nevytvoří, ale je schopen poskládat pro server přijatelná data. Z těchto dat si server, který objekt již zná, dokáže tento objekt vytvořit. Důležitý je formát dat, ve kterém mají být serveru tato data zaslána. Referenční AFSwinx a AFRest podporují prozatím jen JSON formát, ale počítá se s přidáním dalších formátů [38]. Bylo by tedy dobré, navrhnout tento případ užití pro více možných formátů. V diagramu 3.3 je tento use case nazván Vytvoření dat z formuláře pro odeslání a popisuje ho níže zmíněný scénář.

Vstupní podmínky:

- Framework zná formulář, ze kterého chce sestavovat data pro odeslání.
- Tento formulář musí být vytvořený za pomoci metadat.
- Framework musí znát serverem akceptovaný formát dat.

Scénář případu užití:

1. Uživatel chce poskládat z formuláře data k odeslání.
2. «include» Validovat formulář
3. IF validace proběhla úspěšně THEN

- (a) Systém získá z formuláře všechna pole
- (b) WHILE existuje pole, které nebylo zahrnuto v odesílaných datech DO
  - i. Systém získá builder, který pole postavil.
  - ii. Systém požádá builder o data, která se v poli nachází.
  - iii. Systém určí název proměnné a třídu, do které patří, a nastaví jí data.
  - iv. Systém podle formátu dat, které server očekává, rozhodne, v jakém formátu data zaslat a na tento formát data převede.

### 3.3.3 Příklad užití: Odeslání dat na server

Posledním případem užití z obrázku 3.3 je use case Odeslat data na server. Ten zahrnuje předchozí případ, což je ostatně popsáno v níže uvedeném scénáři.

Vstupní podmínky:

- Framework zná formulář, ze kterého chce sestavovat data pro odeslání.
- Tento formulář musí být vytvořený za pomoci metadat.
- Framework musí znát zdroj, na který mají být data odeslána a všechny potřebné informace, které zdroj vyžaduje.

Scénář případu užití:

1. Uživatel chce odeslat data z formuláře na server.
2. «include» Vytvoření dat z formuláře pro odeslání
3. IF bylo vytvoření dat z formuláře úspěšné THEN
  - (a) Systém odešle data na specifikovaný zdroj
  - (b) Systém informuje uživatele o výsledku akce

### 3.3.4 Úprava vzhledu komponenty

Důležitým aspektem grafického uživatelského rozhraní je také jeho vzhled, neboť špatně navržený vzhled GUI může vést i k ohrožení použitelnosti aplikace. V Android aplikacích se vzhled definuje buď v XML šablonách pro daný view, to v případě, že je GUI vytvořeno staticky [4], nebo pomocí Javy v případě dynamického přístupu.

Na Windows Phone platformě jsou obdobou XML šablon XAML soubory, které z XML vychází, a případě dynamického vytváření, slouží k úpravě metody napsané v C#. Ve Windows Phone aplikacích se preferuje neměnit barvy komponent, protože ke změně barev slouží barevná témata, která mají výhodu v tom, že jsou konzistentní na všech zařízeních [24], ale ovlivňují mimo GUI operačního systému také GUI aplikací. Může se tedy stát, že pokud vývojář nastaví například barvu textu na bílou a aktuální téma, které zařízení používá, má bílé pozadí, nebudou texty jednoduše viditelné Windows Phone verze frameworku tedy musí zohlednit i tyto situace.

Jelikož se komponenty tvoří dynamicky v rámci frameworku a uživatel k procesu tvorby nemá explicitně přístup, je nutné poskytnout mu možnost nadefinovat vzhled komponenty předem. K tomuto účelu frameworky disponují skiny, které má uživatel možnost nastavit builderu komponenty. V příloze C.3 se tento případ užití nazývá Nastavit skin. V případě, že by uživatel frameworku skin nenadefinoval, existuje základní vzhled. Od tohoto základního skinu může uživatel ve svých skinech dědit a překrýt pouze části, které mu nevyhovují a chtěl by je jinak. Po sestavení komponenty už není jednoduše možné za pomoci frameworku tento vzhled změnit. I když framework poskytuje možnost získat grafickou reprezentaci komponent i jejich částí, změna vzhledu těchto částí vyžaduje znalost dynamické tvorby UI na jednotlivých platformách.

### 3.4 Práce na existujícím řešení

Cílem práce je také rozšířit stávající verzi frameworků AFSwinx a AFRest. Pro tento účel bylo rozhodnuto přidat novou anotaci, kterou zohlední dříve zmiňovaná inspekce na serveru při tvorbě metadat. Cílem anotace je sdělit klientovi, že se má anotací označený atribut v modelu na serveru porovnat druhým atributem, který je určen v parametrech anotace, ve smyslu menší nebo rovno než. Anotace se týká hlavně datumů a řeší, zda anotací označený atribut typu Datum obsahuje datum dřívejší nebo stejné než druhý atribut určený v parametrech anotace. Anotace má tedy funkci validační pravidla. Tato informace se v metadatach objevuje prozatím pouze u informací o poli s typem widgetu, jež má být reprezentován jako DatePicker. AspectFaces [6] ve své dokumentaci popisuje, že pokud chce uživatel přidat novou anotaci, musí vytvořit tzv. anotační deskriptor, který pak musí zaregistrovat v konfiguračním souboru aspectfaces-config.xml uloženém ve složce WEB-INF. Tím se zajistí, že si inspekce anotace všimne a promítne ji do metadat ve formě XML. AFSwinx a AFRest tyto XML soubory poté převádí do platformově nezávislé podoby [38] a v tomto procesu je nutné taktéž provést změny. Po vytvoření anotace je nutné přidat ji na daná místa na serveru a je žádoucí vytvořit validátory nejen v obou vytvářených frameworkech pro mobilní platformy, ale také v již existujícím řešení AFSwinx pro platformu Java SE.

### 3.5 Použité technologie

V této části práce jsou popsány použité technologie. Kromě samotných frameworků jsou součástí práce i příslušné ukázkové projekty.

#### 3.5.1 Java a Android SDK

Část frameworku, která je schopná vytvářet formuláře nebo listy a poté s nimi pracovat pro Android aplikace k tomu využívá právě těchto dvou technologií. Zdrojové kódy Android aplikací jsou psány v Javě a ty se pak přeloží pomocí Android SDK do APK souboru spustitelném na mobilním zařízení. Android SDK poskytuje Java knihovny pro dynamické vytváření prvků UI jako jsou komponenty, layouty, dialogy, posluchače akcí atp. Také poskytuje širokou škálu funkcí k práci se souborovým systémem, senzory, sítí, kamerou a mnoho dalšího [1]. Android je na spoustě různorodých zařízeních a vyskytuje se v mnoho různých

verzích, proto je třeba zvážit, na jaká zařízení je aplikace mířena. Obecně platí, že čím nižší verze SDK, tím méně poskytovaných funkcí. Při vytváření projektu v IDE Android Studio se vývojář dozví, že pokryje 100% zařízení, pokud cílí svůj projekt alespoň na verzi 10, která odpovídá Android verzi 2.3.3 nebo 2.3.4. s kódem Gingerbread z Únoru 2011. Framework AFAndroid je nastaven na podporu SDK verze 11, neboť využívá pro kontaktování serveru třídu AsyncTask, která je dostupná až od této verze. Nicméně framework byl otestován kvůli absenci staršího zařízení až na SDK 18, tedy verzi Android 4.3.3 s kódem Jellybean, na kterém framework funguje bezchybně [3]. Při vývoji této části frameworku bylo využito IDE Android Studio 1.5.1.

### 3.5.2 C# a Windows Phone SDK

Další část práce se věnuje Windows Phone verzi frameworku. Aplikace na Windows Phone je obvykle psaná v jazyce C# [37] za pomoci knihoven z Windows Phone SDK, které obdobně jako Android SDK umožňují dynamické tvoření UI, reagovat na vzniklé události, pracovat s mobilním zařízením atd. Ačkoliv není Windows Phone tolik rozšířen jako Android, taktéž existuje více verzí operačního systému, mezi kterými je potřeba se rozhodnout. Tato práce se zaměřuje na Windows Phone 8.1, protože dle statistik z Března 2016 je nejpoužívanější Windows Phone verzi a starších verzí ubývá. Naopak přibývají uživatelé novější verze Windows 10 Mobile, která by ale neměla mít problém aplikace pro starší telefony spustit [26]. Při vývoji WP části frameworku bylo využito vývojové prostředí Visual Studio 2015 od společnosti Microsoft.

### 3.5.3 AFSwinx a AFRest

AFSwinx a AFRest, které byly již dříve popsány v sekci s existujícími řešeními, jsou napsány v Javě. Jsou k dispozici v podobě JAR souborů, které Android verze frameworku importuje a využívá. Windows Phone verze je použít nemůže, neboť se liší platformou a vše co bylo Android frameworkem využito, musí být do WP přepsáno. Použité části těchto frameworků byly popsány v dřívějších částech této kapitoly, jako například struktura pro uložení metadat na obrázku 3.1.

### 3.5.4 Ukázkové projekty

Ukázkové projekty demonstrují použití obou vytvořených frameworků. Pro splnění tohoto úkolu bylo zapotřebí také následujících technologií.

#### 3.5.4.1 AFServer

Jak bylo již zmíněno, oba frameworky AFAndroid i AFWinPhone interpretují určitý popis uživatelského rozhraní, který přichází ze serveru, který takový popis dokáže poskytnout. Tento server byl již vytvořen pro demonstraci funkčnosti frameworků AFSwinx a AFRest a je využit i pro ukázkové projekty v této práci. AFServer je Java EE aplikace, která využívá technologii jako RestEasy, která poskytuje API pro definici RESTful webových služeb nebo například in-memory databázi DerbyDB [38].



#### 3.5.4.2 Glassfish

Glassfish [9] je open-source aplikační server využívaný pro Java EE platformu. Zmiňovaný AFServer je odladěn pro použití právě na Glassfish ve verzi 3 a 4 a proto, když bylo potřeba server při vývoji ukázkových projektů použít, byl spuštěn přes tento aplikační server [38]. Server byl spouštěn při vývoji ukázkových projektů lokálně. Později byl server umístěn na doménu [www.toms-cz.com/AFServer](http://www.toms-cz.com/AFServer), aby mohl být testován i z reálných mobilních zařízení a ne pouze pomocí emulátorů a už nebylo potřeba explicitně Glassfish používat.



## Kapitola 4

# Implementace

### 4.1 Architektura

Jak už bylo popsáno, tato práce se zabývá tvorbou dvou klientských frameworků pro dvě různé mobilní platformy. Ke správnému fungování frameworků je předpokládána serverová část, která generuje data v určité struktuře a formátu, z nichž oba frameworky umí vytvořit a zobrazit koncovému uživateli prvky grafického uživatelského rozhraní. Použití frameworku na jednotlivých zařízeních zachycuje diagram nasazení na obrázku C.4. Diagram nasazení je určen k tomu, aby zobrazil jak je architektura softwaru namapovaná na architekturu hardwaru. Jedná se o diagram, který patří do implementační fáze, avšak často již vzniká určitá první verze ve fázi návrhové a poté se doplňuje [27].

Obrázek C.4 zobrazuje tři zařízení - server, Android klienta a Windows Phone klienta. Pro účely vývoje těchto frameworků byla na serveru nasazena Java EE aplikace AFServer, která za pomoci AFRest [38] využívající AspectFaces [6] generuje definice komponent z modelu, které pak upraví a poskytuje klientovi v požadovaném tvaru, který ji může získat pomocí http dotazu. Android klient interpretuje tuto specifikaci komponenty za pomoci frameworku AFAndroid, který využívá stejných částí jako serverová strana, což zajišťuje kompatibilitu objektů na serverové a klientské straně. Windows Phone klient interpretuje definici za pomoci AFWinPhone, který bohužel neumožňuje využívat stejných částí se serverem neboť běží na rozdílných platformách. Aby bylo zachováno stejné chování jako u Android klienta, byly tyto části znovu vytvořeny.

Aby klienti mohli framework využívat, musí ho nejdříve vložit. V případě Androidu se framework kompiluje do AAR souboru, který lze do projektů přidat jako Gradle závislost. Gradle je systém pro build projektů a správu závislostí nejen v Androidu. V současné době ho lze využít i v C, C++, Java aplikacích [33]. Závislost může být lokální nebo se stahovat z online repozitáře. Jelikož není AFAndroid nyní k dispozici v žádném z online repozitářů, je nutné ho přidat lokálně. To lze udělat přidáním AAR souboru do složky lib nebo vytvořit z knihovny nový modul. Windows Phone framework je zkompileován do DLL souboru, který je v současné chvíli nutné také přidat lokálně jako knihovnu mezi reference.

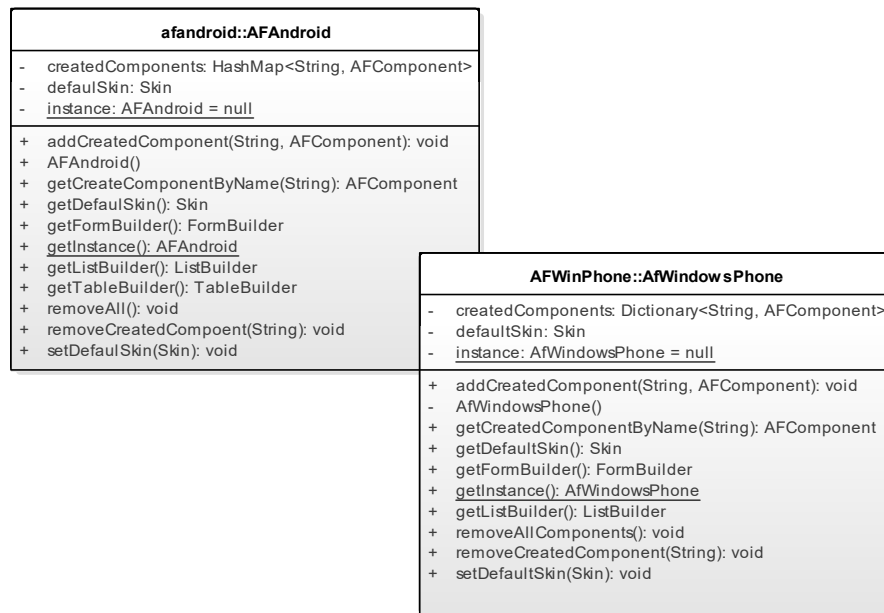
### 4.1.1 Komponenty

Oba frameworky jsou schopny generovat dva typy komponent - formulář a list. Obě tyto komponenty dědí od třídy `AFCComponent`, která představuje společnou část obou komponent. `AFCComponent` implementuje rozhraní třídy `AbstractComponent`, která definuje metody pro získání definice komponenty, naplnění daty, generování dat pro odeslání a jejich odeslání na server včetně validace. Tyto metody musí `AFCComponent` nebo některá z tříd, která od něj dědí, nuceně implementovat. Společná část komponent konkrétně implementuje metody pro získání definice ze serveru a získání dat, kterými se má komponenta naplnit, protože tyto části jsou jak pro formulář, tak pro list identické. Způsob reprezentace komponenty a vložení získaných dat, pak řeší jednotlivé komponenty každá jiným způsobem. Stejně tak list nedisponuje stejnou funkcionalitou jako formulář, je jen pro čtení a proto nepodporuje metody pro generování a následné odesílání dat či jejich validaci. Struktura části Android frameworku zachycující komponenty je na obrázku C.5 popsána diagramem tříd. Diagram pro tuto část ve Windows Phone frameworku je až na syntaktické odlišnosti shodný.

Obě komponenty obsahují metodu, která získá jejich grafickou reprezentaci, kterou pak může vývojář vložit do libovolné části uživatelského rozhraní, neboť tato metoda má návratový typ u Android verze `View` a u WP verze `FrameworkElement`, což jsou jedny ze základních prvků GUI na těchto platformách a lze je vložit do jakéhokoliv jiného elementu. V AFSwinx [38] komponenty rovnou dědily od třídy `JPanel` a tudíž metodu pro získání grafické reprezentace nepotřebovaly. Tento přístup však vyústil v to, že se metody poskytované komponentou mísily s nepřehledným množstvím metod příslušících třídě `JPanel`, což způsobovalo dle uživatelského testu nepřehlednost a zhoršenou orientaci v poskytovaných metodách, proto byl zvolen výše zmíněný přístup.

Vytvářené komponenty se ve frameworku určitým způsobem ukládají, aby bylo možné je získat a pracovat s nimi v celém programu, ne jen v místě, kde byly vytvořeny. Konkrétně se komponenty skladují ve třídách `AFAndroid` pro Android a `AfWindowsPhone` pro WP, zobrazené na obrázku 4.1. Tyto třídy jsou implementovány jako singleton, což je návrhový vzor, který se využívá, když je potřeba mít pouze jednu instanci této třídy, ke které lze přistupovat z více míst [32]. Singleton často bývá součástí jiných návrhových vzorů jako je například Facade neboli fasáda. Fasáda se používá v případě, že programátor chce poskytnout jednoduché rozhraní pro ovládání složitějšího systému a tím klienty odstínit od vnitřní implementace systému schovaného pod fasádou [32]. `AFAndroid` a `AFWinPhone` tedy neslouží pouze jako sklad vytvořených komponent ale také jako fasády pro ovládání frameworků. Nabízí získání vytvořené komponenty, jejich smazání, získání builderů pro tvorbu komponent a nastavení základního skinu, který se použije při sestavování komponent, není-li v při inicializaci builderu specifikováno jinak. Proces sestavení komponenty je složitější proces několika funkcí, které na sebe musí navazovat ve správném pořadí, proto kdyby tyto třídy neexistovaly, nebylo by použití frameworků vůbec snadné.

Příklad vytvoření komponenty v Android frameworku, konkrétně formuláře, za použití fasády `AFAndroid` je v ukázce kódu 4.1. Kód ukazuje, že je třeba za použití fasády získat builder, který je pak nutné nainicializovat. Inicializace zahrnuje určení zdroje, ze kterého se má definice komponenty získat, definuje `InputStream` s načteným souborem s definicemi zdrojů a klíč, pod kterým se získá konkrétní připojení. Soubor byl popsán v rámci analýzy a jeho struktura je ukázána v části kódu D.1. Vývojář si komponentu také při inicializaci builderu



Obrázek 4.1: Třídy AFAndroid a AfWindowsPhone sloužící jako fasády pro ovládání frameworků

pojmenuje, tedy přiřadí ji jednoznačný textový řetězec, pod kterým se komponenta uloží do vytvořených komponent a na základě tohoto řetězce ji lze odtud skrz fasádu získat. Existuje také přetížená metoda pro inicializaci builderu, která je umožňuje přidat dodatečná nastavení pro připojení. Po inicializaci builderu lze nadefinovat také skin, který se při vytváření komponenty použije. Jelikož je komponenta vytvářena dynamicky včetně jejích vlastností a vzhledu v rámci metody, která je pro vývojáře zapouzdřená, jediným způsobem jak pohodlně upravit její vzhled je nastavit skin před zahájením její tvorby. Jelikož má vývojář k některým částem komponenty přístup i po jejím vytvoření, lze vzhled komponenty upravit i později, vyžaduje to však znalosti tvorby GUI pro danou platformu, což už je složitější záležitost. Po nastavení skinu lze komponentu vytvořit a dále pak nad ní provádět akce, které poskytuje. Pro Windows Phone je kód identický, pouze se používá WP fasáda AfWindowsPhone a místo InputStreamu stačí nadefinovat jméno souboru ze zdroje, respektive cesta k němu. Poté je nutné komponentu přetypovat na formulář či list, protože metoda createComponent vrací v WP frameworku AFComponent místo konkrétního AFForm nebo AFList.

Pokud se něco při vytváření nepovede, například se nelze připojit ke zdroji na serveru, je vyhazována výjimka. Vývojář může výjimku libovolně zpracovat, například zobrazit dialog s chybou.

Listing 4.1: Ukázka tvorby formuláře

```

InputStream connectionResource = getResources().openRawResource(R.raw.connection);
try {
    AFForm form =
        AFAndroid.getInstance().getFormBuilder()
            .initBuilder(getActivity(), LOGIN_FORM_NAME, connectionResource,
                LOGIN_FORM_CONNECTION_KEY)
  
```

```
        .setSkin(new LoginSkin(getContext()))
        .createComponent();
} catch (Exception e) {
    zpracovani vyjimky, ktera mohla nastat pri vytvareni komponenty
}
```

## 4.2 Komunikace serveru a klienta

Jak už bylo zmíněno v analýze, server poskytuje zdroje, ze kterých lze získat definice komponent, data nebo na ně lze odeslat uživatelský vstup. K nadefinování těchto zdrojů je potřeba vytvořit XML soubor, který je popsán v ukázce kódu [D.1](#). Tento soubor se zpracuje pomocí příslušného XML parseru a výsledkem je třída `AFSwinxConnectionPack`, která má v sobě uloženy jednotlivé části daného připojení, konkrétně, kde je uložena definice komponenty, data a kam lze odeslat uživatelský vstup [\[38\]](#). V průběhu tvorby komponenty se tyto části připojení využijí k získání informací, které jsou na definovaných zdrojích, na něž připojení odkazuje, uloženy. Získání informací je provedeno pomocí HTTP požadavku, který vytváří a odesílá třída `RequestMaker`. Způsob provedení tohoto požadavku je na obou platformách dosti rozdílný, avšak něco mají společného a to, že musí být asynchronní. V mobilních aplikacích se requesty musí provádět asynchronně na jiném vlákne než na hlavním, neboť hlavní vlákno spravuje celé UI aplikace a to by v momentě, kdy se požadavek provádí, zamrzlo, což je nežádoucí. HTTP požadavek v případě, že se získává definice komponenty nebo data, vrací textový řetězec, který obsahuje JSON objekt převedený na textovou reprezentaci, v případě odesílání na server se akce pouze provede.

V Androidu se standardně HTTP requesty řeší v rámci objektu typu `AsyncTask` [\[7\]](#), který umožňuje provést akci v pozadí a výsledky akce předat hlavnímu UI vláknu. Tím se vývojáři Android aplikací vyhnou přímé práci s vlákny. Třída `RequestMaker` od `AsyncTask` dědí a přetěžuje metodu pro práci v pozadí, kde se celý požadavek vytvoří, odešle a získá se odpověď. Tvorbu a práci s požadavkem má na starosti třída `URLConnection`, před Android 6.0 by bylo možné ještě použít `HttpClient`, který byl s příchodem nové verze Androidu smazán. Lze ho po určitém nastavení nadále používat ale ukazuje se, že `URLConnection` je efektivnější z hlediska využití sítě a spotřeby energie [\[11\]](#).

Specifikace požadavku, tj. http metoda, url adresa, data, content-type a případně bezpečnostní omezení, se předávají třídě v konstruktoru. Pokud je definované bezpečnostní omezení je použita autorizace typu basic. Během procesu se může stát výjimka a jelikož metoda, která pracuje na pozadí nemůže zpropagovat výjimku o úroveň výš, je nutné výjimky řešit v rámci zmíněné metody. Je ale žádoucí ponechat řešení těchto výjimek na vývojáři, proto byla zavedena alternativa, ve které metoda běžící na pozadí vrací `Object`, který buď může být textový řetězec s daty ze serveru nebo vzniklá výjimka. O úroveň výše tento fakt kontroluje a v případě, že se jedná o výjimku, je vyhozena a zpropagována až k vývojáři. Po vytvoření objektu `RequestMaker` je třeba ho spustit. K tomu slouží metoda `executeOnExecutor`, která umožňuje spustit v jednu dobu více objektů typu `AsyncTask`.

`WindowPhone` verze používá k tvorbě a manipulaci s požadavkem třídu `HttpClient` [\[23\]](#) v rámci asynchronní metody, která request provádí. V tomto případě problém s propagací případné výjimky až k vývojáři. Nastavení požadavku se provádí přes konstruktor obdobně jako v Android verzi.

### 4.2.1 Generování komponent

Na základě definice komponenty, která se ze serveru získá výše uvedeným způsobem, lze generovat komponenty. Typ komponenty, která se vygeneruje závisí na zvoleném builderu. Každý builder je reprezentován třídou, která dědí od abstraktní třídy `AFCComponentBuilder`. Tato třída definuje společné vlastnosti všech builderů a vynucuje implementaci metody pro vytvoření komponenty jako takové a vytvoření její grafické reprezentace. Proces vytvoření komponenty v Android frameworku je popsán na sekvenčním diagramu v příloze C.8. Proces tvorby ve WP verzi je obdobný s tím rozdílem, že není potřeba znát k vytváření GUI prvků kontext, proto nemusí být do argumentů funkcí předávána aktivita, ve které chceme komponentu vytvořit. Z obrázku je patrné, že po inicializaci builderu a případném nastavení skinu začíná proces tvorby formuláře na jehož konci uživatel získá již hotový formulář. Nejprve dojde k získání metamodelu komponenty ze serveru. Poté začne tvorba jednotlivých polí formuláře, k tomu je zapotřebí odpověď s metamodelem rozparsovat, výsledkem čehož je třída `AFCClassInfo` obsahující informace o celé komponentě. Tato struktura byla v analytické části popsána na obrázku 3.1, skutečná struktura v tomto případě pro Windows Phone framework je na obrázku C.7. `AFCClassInfo` obsahuje 0 až N objektů třídy `FieldInfo`, tedy objektu držící informace o tvořeném poli. Přes tyto objekty framework iteruje a postupně z nich vytváří objekty třídy `AFField`, které už obsahují i grafickou reprezentaci pole.

Při iterování skrze popisy polí je důležité kontrolovat atribut, který určuje zda pole zastupuje v modelu na serveru primitivní nebo složený datový typ. V případě, že se jedná o složený datový typ, vyhledá se k němu v `AFCClassInfo` příslušná definice vnitřní třídy, na kterou se pak funkce, která tvoří jednotlivá pole, rekurzivně zavolá a na místo pole označeného jako vnitřní třída budou vytvořena pole, která jsou nadefinovaná v příslušné vnitřní třídě.

Součástí tvorby pole není jen nadefinování vlastností a tvorba samotné grafické reprezentace. Při tvorbě formulářových polí je potřeba vytvořit tři elementy, ze kterých se pole skládá - label, místo pro zobrazení validačních chyb a aktivní prvek. To zajišťuje třída `FieldBuilder`. Vytvořit label a místo pro validační chyby je jednoduché, aktivní prvek je mírně komplikovanější. Součástí třídy `FieldInfo` je i atribut `widgetType`, který určuje, jakým typem aktivního prvku má být pole reprezentováno. Na základě tohoto atributu se získává pomocí třídy `WidgetBuilderFactory` příslušný builder, který umí přímo příslušný aktivní prvek vytvořit. Tento builder poskytuje také funkcionalitu pro získání a nastavení dat vytvořenému aktivnímu prvku. Pro jednodušší přístup k této funkcionalitě, má pole formuláře na builder, který mu vytvořil část s aktivním prvkem, referenci. Po vytvoření všech tří částí se zkompletují do celkové grafické reprezentace, která se poli taktéž nastaví. Takovéto pole se vrátí builderu komponenty, který si jeho existenci zaznamená. Po zaznamenání všech polí, které mají ve formuláři být, se jednotlivé grafické reprezentace polí seskupují do celkového vzhledu komponenty, který se pak komponentě nastaví a vývojář ho potom může z komponenty získat.

#### 4.2.1.1 Naplnění komponenty daty

Pokud má být komponenta naplněna daty, je nutné získat jednotlivé buildery, které vytvořily jednotlivá pole. Data se vkládají přímo z odpovědi serveru, která je obsahuje. V datech

se objevuje vždy identifikátor daného pole a hodnota, která má být vložena. Dle tohoto identifikátoru je framework shopen vyhledat příslušné pole a z něj získat builder, který postavil jeho aktivní část. Jak už bylo řečeno, builder disponuje funkcí schopnou do pole, které vytvořil, vložit data, což také provede. Takto se to provede u všech polí, která se v přijatých datech vyskytují. Tím je proces tvorby formuláře popsaného na obrázku C.8 ukončen a vývojáři je předána vytvořená komponenta.

#### 4.2.1.2 Widget buildery

Bylo zmíněno, že části formulářových polí, do kterých lze zadat uživatelský vstup, se vytváří pomocí příslušných builderů, jež lze získat pomocí třídy `WidgetBuilderFactory`. Tato třída využívá návrhový vzor `Factory`. Ten se využívá, když je potřeba vytvořit objekt a zároveň zastínit logiku vytváření objektu klientovi [8]. Tento návrhový vzor byl ve frameworku použitý proto, aby se v případě, že by bylo potřeba přidat nový builder, nezasahovalo do logiky vytváření polí, ale pouze do třídy `WidgetBuilderFactory`. Jednotlivé widget buildery lze nalézt na obrázku C.6 a jejich seznam je v tabulce 4.1. Každý builder dědí od základního builderu definovaného abstraktní třídou `BasicBuilder` implementující rozhraní `AbstractWidgetBuilder`. `AbstractWidgetBuilder` definuje metody pro vytvoření grafické reprezentace widgetu, nastavení dat do widgetu a získání dat z widgetu. Tyto metody musí být pak každým novým builderem implementovány. Ukázka kódu 4.2 zobrazuje tvorbu grafické reprezentace textového pole v Android frameworku.

Listing 4.2: Ukázka tvorby grafické reprezentace textového pole

```
@Override
public View buildFieldView(Activity activity) {
    EditText text = new EditText(activity);
    text.setTextColor(getSkin().getFieldColor());
    text.setTypeface(getSkin().getFieldFont());
    addInputType(text, getField().getFieldInfo().getWidgetType());
    if (getField().getFieldInfo().getReadOnly()) {
        text.setInputType(InputType.TYPE_NULL);
        text.setTextColor(Color.LTGRAY);
    }
    return text;
}
```

Z ukázky 4.2 je patrné, že na vstupní pole je aplikován skin, který upravuje jeho vzhled. Konkrétně v případě textového pole se nastavuje barva jeho textu a typ písma.

#### 4.2.1.3 Skiny

Skiny neupravují pouze vzhled aktivního prvku, ale také vzhled labelu, validačních chyb nebo i celé komponenty. Lze nastavit grafické vlastnosti jako je barva textu, pozadí, velikost textu a jeho font, ale také rozměry celé komponenty. Ve frameworku existuje rozhraní `Skin`, které definuje všechny nastavitelné vlastnosti. Už bylo zmíněno, že skiny se musí nastavit před tvořením komponenty jejím builderu. Toto nastavení je ale volitelné a tak existuje třída `DefaultSkin`, která toto rozhraní implementuje a definuje základní vzhled, který se použije nespécifikuje-li vývojář jinak. Vývojář pravděpodobně nebude chtít předělat úplně



Tabulka 4.1: Podporované widget buildery

Builder	Typ widgetu	Popis
DateWidgetBuilder	Calendar	Používá se při reprezentaci atributů typu datum. Umožní uživateli zobrazit date picker, pomocí kterého lze vybrat datum.
DropDownWidgetBuilder	dropDownMenu	Menu, ze kterého lze vybrat jednu z několika voleb.
CheckBoxWidgetBuilder	checkBox	Zaškrťovací políčko reprezentující hodnotu true nebo false podle toho, zda je nebo není zaškrtnuto.
TextWidgetBuilder	textField	Builder pro textové pole. Lze mu nastavit typ vstupu, podle kterého se změní klávesnice pro zadávání znaků například na číselnou, tedy používá si i pro widget typy NUMBERFIELD a NUMBERDOUBLEFIELD. V Android frameworku lze použít i pro pole s heslem.
PasswordWidgetBuilder	password	Pole pro hesla. Text, který uživatel dovnitř napíše je převeden na zástupné znaky. Tento builder se vyskytuje pouze ve WP verzi frameworku, Android verze k tomuto účelu používá TextWidgetBuilder
OptionBuilder	option	Vytvoří skupinu radiobuttonů, z které lze vybrat jednu hodnotu. Pokud nejsou definovány možnosti vytvoří se 2 radiobuttony s hodnotami ano a ne

celý vzhled, ale pouze části skinu. K tomuto mu stačí dědit od třídy DefaultSkin a pouze přetížít metody udávající vlastnosti, které chce změnit.

#### 4.2.1.4 Layouty

Při vytváření grafické reprezentace komponenty, server definuje, jak se její jednotlivé části v rámci komponenty uspořádají. V případě formuláře je nutné uspořádat pole tak, aby byl formulář přehledný a dobře použitelný. V případě listu jde hlavně o přehlednost, neboť jednotlivé položky listu by byly při větším obsahu moc vysoké a nevzhledné. Server definuje osu, podle které jsou komponenty vykreslovány, počet sloupců a pozici labelu [38]. Layout lze určit buď celé komponentě, ten na obrázku C.7 reprezentován třídou TopLevelLayout nebo pouze části komponenty tj. poli, který je na obrázku reprezentován třídou Layout. V případě layoutu komponenty je pouze definována osa a počet sloupců, layout jednotlivých polí přidává pozici labelu. Hodnoty, kterých jednotlivé vlastnosti nabývají jsou popsány pomocí následujících výčtových typů, které lze nálezt i na obrázku C.7.

- LayoutDefinitions, který určuje počet sloupců a nabývá hodnot ONECOLUMNLAY-

OUT a TWOCOLUMNSLAYOUT, tedy jednosloupcové a dvousloupcové rozložení.

- `LayoutOrientation`, který určuje osu, ve směru které se části komponenty vykreslují. Nabývá hodnot `AXISX` a `AXISY`, první určuje směr vykreslování podle osy X, druhá podle osy Y.
- `LabelPosition`, který určuje pozici labelu vzhledem k aktivnímu prvku. Nabývá hodnot `BEFORE`, `AFTER` a `NONE`. První znamená, že bude label před aktivním prvkem, druhá za aktivním prvkem a třetí znamená, že label nebude vůbec zobrazen.

Layouty jsou v jednotlivých klientských frameworkcích interpretovány různě. Zatímco v případě Android frameworku je layout realizován pomocí seskupení `LinearLayout`ů [2], WP verze používá k tvorbě layoutu `Grid` [22]. Důvodem není nic zvláštního, k oběma třídám existují na druhé platformě ekvivalenty, pomocí kterých lze dosáhnout stejných výsledků, jde spíše o to, ukázat více možných způsobů implementace.

Důležitým aspektem je také pořadí jednotlivých částí komponenty. To definuje server a v metadatech se informace o polích objeví už v daném pořadí, které je třeba zachovat. Proto bylo nutné použít k uskladnění kolekci, která zachovává pořadí svých prvků, takovou je například `List` [38].

#### 4.2.1.5 Lokalizace

Jelikož se mohou v metadatech objevit i texty pro překlad, bylo třeba naimplementovat třídu `Localization`, která se stará o překlady těchto textů. Třída disponuje samostatnou funkcí pro překlad a funkcí pro změnu jazyku. V Androidu se typicky lokalizační texty umísťují do souboru `strings.xml` ve složce `values`. Pro Windows Phone je to obdobné. Zde se texty vkládají do souborů `Resources.resw`, které jsou umístěny ve složce s názvem jazyku ve složce `Strings`. S tímto umístěním textů oba frameworky počítají. U Android verze je možné nadefinovat jiný balíček, ve kterém by se texty měly hledat, ale stále se předpokládá umístění ve `values/strings.xml`. Pokud není překlad nalezen, je vrácena hodnota klíče, který se hledal. Třída `Localization` se dá využít i pro překlad jiných textů i mimo framework a to i v rámci XML šablon, ve kterých je vytvořeno statické UI. Při startu aplikace se použije jazyk zařízení. Pokud by pro daný jazyk neexistovaly předklady, je vhodné mít defaultní soubory s texty, které se v tomto případě použijí.

#### 4.2.2 Práce s komponentami

Vytvořená komponenta disponuje různými funkcemi, které umožňují s ní dále pracovat. Pro formulář jsou to metody pro odeslání, validaci, resetování nebo vyčištění formuláře. `List` je komponenta, která by měla pouze zobrazovat data, proto s ní nejde provést ani moc akcí. Obsahuje však důležitou funkci, pomocí které lze získat obsah jedné položky listu, který lze pak využít například pro naplnění formuláře.

##### 4.2.2.1 Odeslání, reset a vyčištění formuláře

Nejdůležitější funkcí je však odeslání formuláře, který je zobrazen na sekvenčním diagramu C.9. K tomuto účelu má formulář metodu `sendData`. V rámci této metody se nejdříve



#### 4.2.2.2 Validace a Validátory

Formulář se před odesláním dat na server validuje. Pro každé pole ve formuláři může být nadefinováno 0 až N validačních pravidel, které vznikají na základě datových nebo bussiness omezení. Hlavním účelem validací je zajistit, aby byla tato omezení splněna a nedošlo při odeslání k chybě. Chyba by například nastala, pokud server očekává pouze celočíselnou hodnotu a přijde mu místo ní textový řetězec. Na Android platformě existuje vůči části takových chyb určitá prevence. Příkladem je pole, které vzniklo z atributu typu integer, jež má být reprezentováno typem widgetu Numberfield. V takovém případě framework použije widget Textfield a určí, že lze zadat pouze čísla, změní se tedy nabízená klávesnice, na které uživatel může zadat opravdu jen čísla od 0 do 9 a navíc do pole nelze zkopírovat nic jiného než čísla. WP také změní typ klávesnice, už však dovoluje do pole zkopírovat jiné znaky a nemá jako Android různé klávesnice pro celé a desetinné číslo.

Ke každému pravidlu existuje validátor, který umí pravidlo prověřit. Tabulka 4.2 zobrazuje seznam podporovaných validátorů, ke kterým pravidlům patří a jejich stručný popis. Proces validování formuláře byl již zobrazen na obrázku C.9. Nejprve se projdou všechna pole formuláře, což jsou objekty typu AField. AField obsahuje pravidla, což jsou objekty typu AFValidationRule, které je pro každé pole nutno proiterovat, vyhledat k nim příslušný validátor a provést validaci. Získání příslušného validátoru probíhá pomocí tovární třídy ValidatorFactory, podobně jako získání konkrétního widget builderu, který byl popsán dříve. Validátory implementují rozhraní AFValidator, které disponuje metodou validate, která vrací boolean určující, zda validace proběhla úspěšně či ne. Této metodě je předáván StringBuilder, obsahující chybové hlášky pro dané pole, tedy každé pole má svůj StringBuilder. Pokud alespoň jedna z validací selže, vytvoří se label, do kterého se nastaví hlášky ze StringBuilderu a tento label se uživateli zobrazí. Vývojář má možnost upravit chybové hlášky, které se zobrazují uživateli. V tabulce 4.2 lze v popisu nalézt klíče jednotlivých chybových hlášek, které je potřeba vývojářem přeložit.

### 4.3 Úprava AFSwinx a AFRest

V rámci úpravy existujících frameworků AFSwinx a AFRest [38] bylo požadováno umožnit porovnání dvou polí s datumy ve smyslu menší rovno než, které se použije v případě, že mají v aplikaci existovat dvě pole s datumy, z nichž jedno může obsahovat pouze dřívější nebo stejné datum než datum v druhém poli. Proto bylo vytvořeno validační pravidlo LESSTHAN, které lze nalézt v tabulce 4.2. K vytvoření tohoto pravidla bylo nutné upravit nejen zmíněné frameworky, ale také serverovou část aplikace. Pro realizaci pravidla bylo rozhodnuto vytvořit novou anotaci @UILessThan, která lze přidat k atributům entity typu datum na serveru. V anotaci je nutno definovat identifikátor druhého pole, se kterým se má pole označené anotací porovnávat. K vytvoření anotace bylo dle dokumentace AspectFaces [6] potřeba vytvořit v AFRest nový anotační deskriptor a zaregistrovat ho v konfiguračním souboru aspectfaces-config.xml na serveru. Tím se zajistí, že si anotace všimne inspekce modelu. Aby se však anotace projevila i v metadatech, která přichází ze serveru, navíc v části s validačními pravidly, bylo nutné upravit i šablonu date.xml, která se používá při generování metadat o atributu typu datum. Upravená šablona je v ukázce kódu 4.3.

Tabulka 4.2: Podporované validace

Validátor	Pravidlo	Popis
RequiredValidator	REQUIRED	Použije se, pokud má být pole povinné. Pokud je pole prázdné, vypisuje hlášku, která vzniká přeložením klíče validation.required.
MaxValueValidator	MAX	Používá se na číselná pole, které mají svou hodnotu omezenou shora číslem. Pokud hodnota překročí definované číslo, vypisuje hlášku, která vzniká přeložením klíče validation.maxval.
MinValueValidator	MIN	Používá se na číselná pole, které mají svou hodnotu omezenou zdola číslem. Pokud je hodnota menší než definované číslo, vypisuje hlášku, která vzniká přeložením klíče validation.minval.
MaxCharsValidator	MAXLENGTH	Použije se, pokud počet znaků v poli překročí danou hodnotu. Pokud dojde k překročení, vypisuje hlášku, která vzniká přeložením klíče validation.maxchars.
NumberValidator	Pole vzniklo z atributu typu integer nebo double	Kontroluje, zda jsou vloženy celočíselné hodnoty, pro integer nebo desetinná čísla pro double. V případě, že má být v poli celé číslo a je tam něco jiného, vypisuje se hláška, která vzniká přeložením klíče validation.integer. V případě double je to klíč validation.double. Tento validátor bylo nutné použít pouze ve WP frameworku, neboť Android disponuje prevencí, která byla popsána výše.
LessThanValidator	LESSTHAN	Porovnává dvě pole s daty. Pokud v poli, které obsahuje toto pravidlo není menší hodnota než v poli, jehož identifikátor je definován hodnotou tohoto pravidla, vypisuje se hláška, která vzniká přeložením klíče validation.less-than.

Listing 4.3: Upravená šablona date.xml

```

<widget>
  <widgetType>calendar </widgetType>
  <fieldName>$field$ </fieldName>
  <label>$label$ </label>
  <readonly>false </readonly>
  <validations>

```

```
        <required>$required$ </required>
        <lessthan>$lessthan$ </lessthan>
    </validations>
    <fieldLayout>
        <layoutOrientation>$layoutOrientation$ </layoutOrientation>
        <labelPosition>$labelPosition$ </labelPosition>
        <layout>$layout$ </layout>
    </fieldLayout>
</widget>
```

Další úprava se týkala výčtového typu frameworku AFRest, který obsahuje podporované validace. K validaci bylo nutné vytvořit validátory ve všech existujících klientských frameworkcích, tedy nejen v Android a WP verzi, ale také v AFSwinx, jež interpretuje UI pro Swing aplikace [38]. Nakonec byla anotace umístěna k atributům v serverových entitách, kterých se to týkalo, příklad použití je v ukázce kódu 4.4.

Listing 4.4: Ukázka použití anotace @UILessThan

```
@Entity
public class AbsenceInstance {
    ...
    @Temporal( value = TemporalType.DATE)
    private Date startDate;
    @Temporal( value = TemporalType.DATE)
    private Date endDate;
    ...
    @UILessThan( value="endDate")
    public Date getStartDate() {
        return startDate;
    }
    ...
}
```

## 4.4 Porovnání přístupů

V Android a WindowsPhone aplikacích lze GUI vytvářet buď za pomoci kódu v příslušném programovacím jazyce nebo staticky za pomoci XML šablon. V obou případech platí, že musí vývojář každý prvek GUI nadefinovat, naplnit daty a pokud má být na prvek navázána akce, musí naimplementovat i ji. V případě formuláře tedy musí obvykle vytvořit dané aktivní prvky s popisky, element pro zobrazení validačních chyb a tlačítko pro odeslání formuláře. K tomu musí naprogramovat logiku validací, získání dat z formuláře a pokud má být formulář předvyplněn daty, tak i způsob jeho naplnění. Jestliže jsou navíc data získávána ze serveru, je nutné naimplementovat připojení na server, jak se data získávají a reprezentují a způsob jejich odeslání na server. To vše znamená pro vývojáře spoustu kódu, který musí napsat, zvláště když se komponenta objevuje na více místech v aplikaci.

Pokud jsou komponenty vytvářeny frameworkem, většina částí, které musí klasicky programátor řešit, za něj provádí framework. Při tvorbě komponent stačí vývojáři nadefinovat zdroje, ze kterých se má formulář vytvořit, naplnit daty nebo kam se má odeslat a pomocí frameworku komponentu vytvořit a vložit do GUI. Za pomoci frameworku se vygenerují aktivní prvky i s jejich popisky podle toho, co udává server. Server také určí validace k nimž

framework vytvoří validátory a řeší i zobrazení případných validačních chyb. V případě formuláře definuje i jak se z něj získají data a jak se mají odeslat na server. Připojení na server také není potřeba implementovat.

To vše vede k výrazné redukci kódu, což je nepochybně výhodou. Další výhodou je, že je GUI definováno serverem a reaguje tedy automaticky na změny například na serveru. Nevýhodou však je, že je vývojář omezen na funkce, které framework nabízí a využití frameworku požaduje mít server, který poskytuje definice komponent. Tedy při nasazení na existující aplikaci nestačí jen použít framework na straně klienta, ale je nutné výrazně upravit serverovou část. V případě klasického přístupu není nutné při tvorbě klienta server měnit a vývojář klienta pouze serveru přizpůsobuje. Také je nespornou výhodou, že má vývojář na komponenty plnou kontrolu a daleko větší možnosti jak s ní naložit, například co se úpravy vzhledu týče.





## Kapitola 5

# Testování

Testování je nedílnou součástí vývoje každé aplikace. Testuje se jednak z hlediska funkčnosti a splnění požadavků, ale také z hlediska použitelnosti uživateli. Testy tedy dělíme na dvě kategorie - testy bez uživatele, neboli automatické a testy s uživatelem, tedy manuální. Automatické testování může mít různý charakter, lze testovat funkčnost jednotlivých částí systému, například pomocí unit testů, ale také například kvalitu kódu pomocí jeho statické analýzy. Testy s uživatelem hlavně řeší použitelnost programu, tedy zda uživatel dokáže se systémem bez problému manipulovat. Tyto testy se často provádí prostřednictvím osobního sezení, kdy uživatel dostane sadu úkolů, které má splnit a testující zapisuje, co dělalo uživateli problémy. Aby byl test smysluplný, určí se nejdříve cílová skupina, na kterou se má software zaměřovat. Určením cílové skupiny se eliminují případy, kdy uživatel nemá dostatečné předpoklady pro užití softwaru. Pro zjištění, zda testovaný člověk do této skupiny spadá, slouží pretest dotazníky v různých formách. Bývá zvykem probrat s uživatelem po testu, například formou dotazníku, jak se mu se systémem pracovalo, jaké měl problémy, výhody a nevýhody systému, aby testující získal co nejvíce informací.

Frameworky v této práci byly vytvořeny v první řadě jako proof of concept, což znamená, že se nejedná o verzi, která byla určena k vydání. Z tohoto důvodu bylo množství testů redukováno. Bylo provedeno pak ukázkových unit testů a test s uživateli na použití frameworku z hlediska vývojáře. Také byl proveden jednoduchý kvantitativní test, který zkoumá rychlost frameworku v závislosti na složitosti vytvářené komponenty.

### 5.1 Unit testy

Unit testy byly pojmenovány podle toho, že testují co nejmenší části, jednotky, zdrojového kódu aplikace. Unit testy by měly testovat jednotlivé metody systému a komunikaci mezi nimi, neměly by testovat celý systém. Ideálně by každý test měl být nezávislý na ostatních testech. Výhodou unit testů je, že odhalí chyby relativně brzo v procesu vývoje aplikace. V některých případech jsou unit testy vytvářeny předtím, než vývojář začne vůbec funkcionálnost implementovat. Při vytváření testů je nutné zvážit, zda se test vůbec oplatí dělat. Například se nebude testovat jednoduchá metoda na sčítání nebo třeba gettery a settery.

Pro testování Android frameworku byl využit testovací framework JUnit [13] a pro WP verzi byly použity testovací nástroje Visual Studio [20]. Oba nástroje disponují množstvím

různých porovnávání, lze určit chování testu a dalšími způsoby test přizpůsobit. V JUnit k tomuto slouží anotace, kterými lze například určit, co se vykoná před každým spuštěním testu nebo po jeho dokončení. Lze spustit jeden nebo více unit testů najednou. Vývojová prostředí většinou disponují nástrojem, který přehledně ukáže výsledky testů a případné chyby.

V Android frameworku byly provedeny tyto testy:

- Test JSON parseru, který parsuje metadata přicházející ze serveru. Testuje se, zda jsou správně rozparsovány a uloženy všechny vlastnosti. Test je proveden na dvou řetězcích popisujících metadata. Jeden z nich je v pořádku a druhý poškozen.
- Test utility, která parsuje z textové reprezentace datum. Metoda umí parsovat ze dvou formátů. Testují se převedení pomocí obou formátů a je také proveden test na neexistující formát, při kterém by metoda měla vrátit null.
- Test správného vytvoření adresy z definovaného připojení. Testuje se případ s portem a bez portu.

Ve Windows Phone verzi byly provedeny následující testy:

- Stejně testy jako v případě Androidu.
- Test nahrazení proměnných v XML souboru se zdroji hodnotami z Dictionary. Tyto hodnoty mohou ovlivňovat, jak je zdroj nadefinován a tedy i proces připojení na něj. Tento test hlavně testuje správné přepsání z Javy do C#, protože Java metoda již byla otestována [38].
- Test na získání výčtového typu podle jeho hodnoty. V C# nejsou totiž stejné výčtové typy jako v Javě a nelze jim jednoduše nadefinovat hodnotu. Výčtové typy ve WP verzi se snaží přiblížit chování Java enumů a s tím souvisí i metoda valueOf, která by na základě hodnoty měla vrátit příslušný výčtový typ. Tento test ověřuje její správnost.

## 5.2 Test s uživatelem

Při návrhu frameworků bylo potřeba zaměřit se hlavně na potřeby vývojářů mobilních aplikací. Každý takový vývojář je už zvyklý na určité možnosti a vlastnosti, které při vývoji používá. Například by měl framework umožnit nastavovat vzhled komponent. Při návrhu testu jsem čerpal z předmětu Testování uživatelských rozhraní, kde jsem podobný test navrhoval v rámci semestrální úlohy. Bylo třeba určit cílovou skupinu a navrhnout úkoly pro test. Také bylo žádoucí získat od participantů další informace, například jaký mají z frameworku dojem.

### 5.2.1 Cílová skupina

Cílovou skupinou pro tento test jsou vývojáři Android nebo Windows Phone aplikací. Účastníci testu by měly vědět jak vytvořit layout, do kterého by mohly frameworkem vytvářené komponenty vkládat, umět si vytvořit tlačítko, na které naváží například odeslání

formuláře. Zkušenosti vývojáře se standartním vývojem mobilních aplikací jsou důležité i proto, aby byl schopen porovnat přístup frameworku s klasickým způsobem. Potencionální účastníci testu byli vybíráni z mého ročníku a byli kontaktováni osobně či skrz sociální sítě. Bylo osloveno celkem deset lidí, o kterých jsem předpokládal potřebné zkušenosti, z nichž tři lidé požadavky nesplňovali a dva lidé test odmítli. Ze zbývajících pěti lidí uměli tři Android a dva Windows Phone. Pro vyváženost testu byl jeden participant, který uměl Android odmítnut.

### 5.2.2 Příprava testu

Pro test byla vytvořena sada úkolů a uživatelská příručka. Aby nebyl test příliš časově náročný, byla příručka rozeslána participantům předem s tím, že mohou mít ke všemu dotazy. Participantů měli vytvořit novou klientskou aplikaci nebo použít existující, do které si sami lokálně naimportují příslušný framework. K tomu bylo nutné jim framework poskytnout. Participantů pro test nepotřebovali v podstatě nic. Vlastní telefon s Androidem nebo WindowsPhonem a nainstalované IDE pro vývoj bylo výhodou. Vyvíjet však mohli i na mém notebooku, kde bylo pro participanty připraveno VisualStudio 2015 a AndroidStudio 1.5.1. K odzkoušení aplikací byly připraveny smartphony s Androidem 4.3 nebo Windows Phone 8.1. V případě Androidu bylo možno využít také emulátor obsahující Android 6.0. K testu byla potřeba serverová část

### 5.2.3 Testované úkoly

Testované úkoly byly navrženy tak, aby pokryly co největší množství frameworkem poskytované funkcionality a pokud možno na sebe navazovaly. V úvahu byla vzata i náročnost úkolů. Po dokončení většiny úkolů se předpokládalo, že si participant aplikaci nahraje do zařízení a odzkouší ji. Pokud tak uživatel neučinil, bylo mu to připomenuto. K programování mohl testovaný používat přiloženou uživatelskou příručku. Časová náročnost testu bylo odhadnuta na zhruba jednu hodinu a patnáct minut. Uživatelům byly testované úkoly předány ve formě PDF souboru v následujícím pořadí.

1. Před testem prostudujte uživatelskou příručku, pokud jste již tak neučinili.
2. Založte si novou aplikaci nebo si otevřete existující a importujte do ní framework.
3. Vytvořte si XML soubor pro definici připojení. V něm vytvořte dvě připojení pro formulář a list, které si libovolně pojmenujte.
  - (a) Formulář
    - i. Definice komponenty je na adrese `<http://toms-cz.com/AFServer/rest/country/definition>`. Zdroj je veřejný a poskytuje data ve formátu JSON.
    - ii. Formulář lze odeslat na adresu `<http://toms-cz.com/AFServer/rest/country>`. Zdroj je zabezpečený, může k němu přistupovat jen přihlášený uživatel. Server očekává data ve formátu JSON.
  - (b) List

- i. Definice komponenty je na adrese `<http://toms-cz.com/AFServer/rest/country/definition>`. Zdroj je veřejný a poskytuje data ve formátu JSON.
  - ii. Data, kterými lze list naplnit jsou na adrese `<http://toms-cz.com/AFServer/rest/country/list>`. Zdroj je veřejný a poskytuje data ve formátu JSON.
4. Vytvořte prázdný formulář přidávající/upravující zemi a libovolně ho vložte do aplikace. Komponentu vhodně pojmenujte.
5. Vytvořte list naplněný existujícími zeměmi. Komponentu vhodně pojmenujte.
6. Zajistěte jazykovou srozumitelnost komponent (tj. v češtině nebo angličtině).
7. Zprovozněte odesílání formuláře po stisknutí vámi vytvořeného tlačítka.
  - (a) Posluchač události vytvořte nejlépe ve zvláštní metodě.
  - (b) Po odeslání informujte uživatele o úspěchu/neúspěchu akce.
  - (c) Volitelně zprovozněte reset a clear formuláře.
8. Upravte libovolně vzhled formuláře (např. změňte barvu labelů)
9. Upravte libovolně vzhled listu (například upravte border listu)
10. Propojte list s formulářem tak, že po kliknutí na položku listu se data nahrají do formuláře

#### 5.2.4 Výsledky testu

Všichni testovaní zvládli splnit všechny úkoly zhruba v odhadovaném časovém limitu bez větších komplikací. Nicméně někdy bylo potřeba testovanému trochu poradit. Nejzávažnějším problémem pro testované bylo pochopit, jak funguje a k čemu přesně slouží XML soubor pro definici připojení. Většina testovaných postupovala podle uživatelské příručky, kde se nalézala ukázkový kód pro definici všech tří zdrojů a tento kód zkopírovala a dále upravovala. Nejvíce uživatele zarazilo, když měl být zdroj veřejný, tedy nebyl nijak zabezpečený a pouze nebylo třeba definovat dodatečné bezpečnostní parametry v uzlu `<security-params>`, uživatelé však chtěli tuto skutečnost někde nadefinovat a strávili dlouhou chvíli hledáním v příručce. Dva participant si jednotlivá připojení libovolně pojmenovali, tedy nastavili připojení vlastní identifikátor, dva zanechali identifikátor ze zkopírovaného kódu z příručky, ale v průběhu testu jim skutečnost, že id nezměnili, došla. Zabrat daly uživatelům také hodnoty určené k nahrazení v XML souboru, uživatelé pochopili, že se budou hodnoty získávat z mapy nebo slovníku, který je předáván jako poslední parametr metody na inicializaci builderu, ale už jim nedošlo, kde mají mapu či slovník vzít. Jelikož je v uživatelské příručce zobrazena ukázka kódu z ukázkového projektu, kde je tato mapa či slovník získávána skrz `utils` metodu. Uživatelé chtěli tuto metodu použít a byli trochu překvapeni, když ji nemohli nalézt. Po krátkém vysvětlení, že se v ukázkové části kódu jedná o výtržek z ukázkové aplikace, už bylo všem jasné, že si musí mapu či slovník vytvořit sami. Někteří ještě chvíli tápali, jaké hodnoty do mapy vložit, zkoušeli jako klíč uživatelské jméno a hodnotu heslo, ale nakonec všem správné použití došlo samovolně bez jakékoliv pomoci. Obrázek jedné z aplikací vytvořených v rámci testování je zobrazen v příloze C.15.

Uživatelé na framework reagovali kladně. V průběhu testu se o něj zajímali a vnímají ho jako silný nástroj. Samozřejmě byly i připomínky. Windows Phone uživatelé moc dobře poznali, že je WP verze přepisována z Javy a vnímali WP framework jako příliš javovský, což nepokládali za překážku, ale spíše jako estetickou vadu. Testování také měli pocit, že některé části by mohly být lépe zdokumentovány v uživatelské příručce. Jejich výtky jsem si zapisoval a v uživatelské příručce později změnil. Seznam všech problémů a návrhů jejich řešení je v tabulce 5.1.

Tabulka 5.1: Problémy zjištěné během testování s uživatelem

Problém	Navrhované řešení
Uživatelům trvalo, než pochopili smysl XML souboru pro nadefinování zdrojů. Tři ze čtyř potřebovali poradit.	Lépe popsat tuto část v uživatelské příručce.
Lokalizace textů na klientské straně ruší výhodu, že formulář pružně reaguje na změnu datového modelu na serveru a není tudíž potřeba vydat novou verzi aplikace. Tato verze bude muset být vydána stejně kvůli lokalizačnímu textu.	Klient bude při získání zdroje posílat jazyk a lokalizace bude provedena už na serveru a klient přijme rovnou konkrétní překlad.
Získání dat z položky v listu chtěl uživatel provádět manuálně, tedy získat data z položky ve formě mapy a poté nastavovat data jednotlivým polím, i když na to existuje metoda.	Lze použít metodu, která získá správnou reprezentaci dat pro naplnění formuláře skrz metodu insertData, která se používá i při plnění daty ze serveru. Lépe tento fakt zdokumentovat v uživatelské příručce.
List disponuje metodou getView, která získá jeho celkovou grafickou reprezentaci, ale také metodou getListView, která slouží k získání pouze její části, existuje však, aby šlo na tuto část připojit posluchač událostí. Uživatelé nevěděli, kterou metodu využít pro získání UI reprezentace, kterou mají vložit.	Zvážit zvolení jiných názvů metod, které by více vypovídaly o tom, k čemu metody slouží. Také lépe zdokumentovat tuto část v uživatelské příručce.

### 5.3 Kvantitativní test

Tento test ukazuje závislost doby vytvoření komponenty na počtu částí, ze kterých se skládá a na rychlosti připojení k internetu. Test byl proveden na obou platformách. Bohužel nemůžeme platformy jednoduše mezi sebou porovnat, neboť zařízení, na kterých test proběhl, nemají stejné parametry, které taky rychlost vytváření ovlivňují. Nicméně bylo provedeno měření pro dva formuláře, jeden z nich se skládal ze dvou polí a nebyl naplněn daty, druhý měl polí čtrnáct a daty naplněn byl. Potom byl test proveden pro listy, kde bylo sledováno zda rychlost vytvoření komponenty ovlivňuje i množství dat, kterými se komponenta naplní. Jedna položka listu obsahovala u obou listů stejný počet informací, v obou listech byl ale

rozdílný počet záznamů. Pro každou komponentu bylo provedeno 10 měření, ze kterých se pak udělal průměr.

Test na Android platformě ukázal, že na počtu polí ve formuláři i na rychlosti připojení záleží. Zatímco menší formulář byl na Wi-Fi v průměru vytvořen za 684 milisekund, větší formulář v průměru za 1084 milisekund a potom se ještě dalších 645 ms naplňovat daty. Na mobilních datech pak vytvoření menšího formuláře trvalo téměř dvakrát déle, tedy 1110 milisekund, vytvoření většího trvalo přibližně 2035 milisekund bez naplnění daty a 2990 milisekund s vloženými daty. Test tvorby listu ukázal, že na množství položek v listu také záleží. List s jednou položkou se vytvořil a naplnil daty na Wi-Fi v průměru za 1450 milisekund a listu s osmi záznamy to trvalo v průměru pouze od 20 milisekund déle. Při slabším připojení byl rozdíl už markantnější, činil v průměru asi 350 milisekund.

Windows phone platforma měla hodnoty samozřejmě jiné, podstatné však je, že se chovala obdobně jako Android. Ukázalo se tedy, že záleží jednak na rychlosti připojení k internetu, počtu částí, ze kterých je komponenta vytvořena a i na množství dat, kterými je komponenta naplněna.

## 5.4 Ukázkové projekty

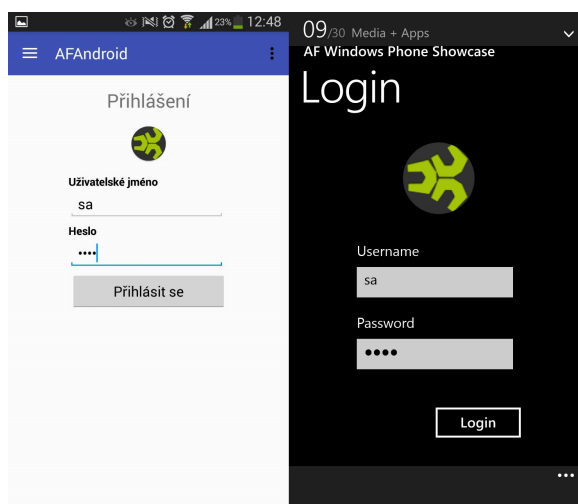
Pro otestování frameworků v praxi byly vytvořeny dva ukázkové projekty, pro každou platformu jeden. Vše, co bylo potřeba pro vytvoření klientské aplikace, byl příslušný framework a již naimplementovaná serverová strana, která byla využita i pro demonstraci AFSwinox a AFRest [38]. Aplikace na serveru slouží jako systém k zadávání absencí, která disponuje zdroji, ze kterých lze získat definici UI a data. Také poskytuje zdroje pro odesílání formulářů, které vytváří nebo upravují záznamy v databázi. Část zdrojů je zabezpečená a může k ní přistupovat jen uživatel s určitou rolí. Z tohoto důvodu musí v klientských aplikacích existovat security context, ve kterém je přihlášený uživatel udržován a v případě potřeby zasílán na server.

Uživatelské rozhraní klientských aplikací umožňuje uživateli vytvořit absenci, která pak čeká na schválení. Uživatel s příslušnými právy ji pak může přijmout nebo zamítnout, svou absenci může uživatel zrušit. Typy absencí lze vytvářet a upravovat. K dispozici je také vytváření a úprava zemí. Pro každou zemi jsou typy absencí různé a tedy každý uživatel v závislosti na tom, z jaké pochází země, vidí různé druhy absencí, které může vytvořit. Také si lze zobrazit a upravit svůj uživatelský profil.

Na obrázcích, které zobrazují klientské aplikace je vždy vlevo ukázková aplikace pro Android a vpravo pro Windows Phone.

### 5.4.1 Přihlášení

Pro vstup do ukázkových aplikací je nejprve třeba se přihlásit. Při spuštění aplikace je zobrazen přihlašovací formulář, který lze nalézt na obrázku 5.1. Po přihlášení je uživatel uložen do aplikačního kontextu, ze kterého ho lze v případě potřeby získat. Pro přihlášení lze použít dva uživatele, kteří jsou registrováni v databázi na serveru. Jeden z uživatelů má roli admina a může provádět všeskeré operace. Druhý je pouhým uživatelem, což má za následek to, že se mu zobrazuje jen určitá podmnožina dat, některé aktivní prvky jsou pro něj vypnuty nebo nemá právo na odeslání formuláře.



Obrázek 5.1: Ukázkové projekty - přihlášení

#### 5.4.2 Správa zemí

Tato sekce obsahuje list, který zobrazuje již existující země a formulář, kterým země lze vytvořit nebo upravit, což reprezentuje obrázek C.10. Pro upravení existující země stačí na zemi kliknout a zobrazí se její náhled ve formuláři níže. Pokud je takto formulář naplněn, tak jeho změna zemi ve formuláři edituje, pokud je formulář prázdný je provedením změn vytvořena země nová. Upravovat a přidávat země smí jen admin, obyčejný uživatel má prvky formuláře neaktivní. V případě, že by došlo k chybě a obyčejný uživatel by přesto poslal data na server, kontroluje se uživatelská role i na serveru. Po přidání či úpravě země se uživateli zobrazí výsledek akce v Androidu formou Toast zprávy, ve WP formou dialogu. Obrazovka disponuje také tlačítky na resetování a vyčištění formuláře.

#### 5.4.3 Správa absencí

Dalším případem, kdy závisí na uživatelské roli je obrazovka reprezentující správu absencí. V této sekci je pro zobrazení absencí vytvořen list a pod ním je umístěn formulář, do kterého lze nahrát data z listu a případně je upravit. Každá uživatelská role vidí v listu různá data, obyčejný uživatel vidí pouze své vytvořené absence a má možnost je zrušit či nechat ve stavu, kdy žádá o schválení, což je zobrazeno na obrázku C.12. Administrátor vidí všechny absence včetně svých a může je schvalovat, rušit nebo zamítnout, což je patrné z obrázku C.13. V případě, že admin žádost schválí nebo zamítne, mizí běžnému uživateli absence z listu a již s ní nelze operovat, administrátor vidí absence ve všechny čtyřech stavech.

#### 5.4.4 Správa absenčních typů

Každá země má své typy absencí, které lze použít. Uživatel má na výběr z typů absencí, které přísluší zemi, která je uživateli nastavena. Data v listu, který je na obrazovce se správou typů, jsou závislé na volbě země, která je reprezentována formulářem o jednom prvku, ze kterého se předá pro tvorbu listu identifikátor vybrané země. Tento formulář je v Android

aplikaci ve vrchní části obrazovky. Ve Windows Phone verzi byl zvolen jiný přístup, při pokusu přejít na tuto obrazovku je nejprve zobrazen dialog s formulářem, pro výběr země. Po vybrání země a potvrzení se zobrazí již příslušný list. Formulář, který je v Android aplikaci pod listem je ve WP verzi na vedlejší stránce. Při kliku na položku v listu aplikace přejde sama na vedlejší stránku s naplněným formulářem, při úspěšném přidání či úpravě přejde aplikace z formuláře zpět na list. Tento přístup byl zvolen pro demonstraci toho, že vytvořené komponenty lze opravdu vložit do jakéhokoliv jiného prvku uživatelského rozhraní. Příslušná část aplikace je zobrazena na obrázku [C.11](#).

#### 5.4.5 Uživatelský profil

Každý uživatel má svůj profil, který může v aplikaci upravovat. Tato obrazovka slouží hlavně k demonstraci většiny typů aktivních prvků, které umí framework interpretovat. Pole ve formuláři upravující profil také podléhají validacím. Obrázek [C.14](#) zobrazuje dvě z nich, validaci pravidel REQUIRED a MAX z tabulky [4.2](#). Také je patrné, že je Android aplikace převážně v češtině a WP verze v angličtině, za což je zodpovědná lokalizační část frameworku. Ne všechny popisky však ze serveru přichází ve formě klíčů k přeložení a nejsou proto lokalizovány.



# Kapitola 6

## Závěr

### 6.1 Budoucí vývoj

Jelikož uživatelský test měl přívětivé výsledky a všichni testovaní projevili o frameworky zájem, je v plánu oba frameworky nadále vyvíjet. Dalším krokem bude rozšířit řešení i na iOS platformu. Windows Phone verze frameworku běží na platformě C#, na které běží i Windows desktopové aplikace a proto bude možné pouze s drobnými úpravami rozšířit framework i tímto směrem. Frameworky nyní obsahují množinu validačních pravidel, kterou bychom rádi také rozšířili o další pravidla. Také plánujeme přidat další typy vstupních polí jako například widget pro nahrání fotografie nebo posuvníky. V Android frameworku existuje navíc návrh další komponenty - tabulky, která nyní není plně funkční, neboť bylo rozhodnuto nahradit ji listem. Tabulky bychom ale rádi dotvořili, neboť může být vhodnou komponentou pro zobrazování dat například na tabletech. Také bychom rádi přidali více možností pro úpravu vzhledu komponent, neboť je vzhled velmi důležitou součástí UI. Mobilní zařízení o sobě také ví spoustu užitečných informací jako je například aktuální orientace displeje nebo stav baterie, kterých bychom rádi také při generování a interpretaci UI využili.

Budoucí vývoj bude průběžně testován s uživateli, protože jedním z hlavních cílů frameworku je i jeho použitelnost a hodnocení uživatelů nám výrazně pomůže upravit způsob fungování a využití frameworku.

Ve finále by měly všechny frameworky pro mobilní platformy být plně nasaditelné a připravené k vydání v rámci AspectFaces [6]. Mimo mobilních platforem se pod AspectFaces těchto klientských frameworků plánuje více, již existuje interpret pro Swing aplikace na Java SE platformě a je také ve vývoji verze využívající framework AngularJS. Všechny klientské frameworky využívají stejných definic, které přijímají ze serveru, kde lze nadefinovat UI pouze jednou a na jednom místě a klientské frameworky budou případné změny automaticky reflektovat. To umožní výrazně snížit náklady na vývoj a údržbu klientských aplikací, neboť bude potřeba méně kódu a v případě změny méně úprav.

### 6.2 Zhodnocení práce

Cílem této práce bylo navrhnout a naimplementovat klientské frameworky pro dvě mobilní platformy, které získávají a interpretují definice UI ze serveru. Při vytváření frameworků

bylo nutné se adaptovat na strukturu těchto definic, které vytváří framework AFRest. Na základě tohoto popisu bylo potřeba vytvořit konkrétní komponenty, případně je naplnit daty a umožnit uživateli s nimi dále pracovat. Při vytváření komponent frameworky zohledňují rozložení komponent, přidružená validační pravidla, bezpečnost, různé typy aktivních prvků, kterými mají být části komponenty reprezentovány a umožňují uživateli nastavit vzhled komponenty. Důležitým požadavkem také byla lokalizace textů, které ze serveru přicázely ve formě klíčů určených k přeložení a v zájmu jednotného použití, umožnit uživateli tuto část frameworku použít i pro překlad svých textů.

Všechny tyto požadavky byly splněny. Frameworky umí na základě definic sestavit formulář či list, kterým umí správně nastavit rozložení, reprezentovat jejich části správným grafickým prvkem a umí je korektně naplnit daty. Frameworky podporují rozložení částí komponenty do jednoho či dvou sloupců a prvky mohou být vykreslovány ve vertikálním i horizontálním směru. Co se widgetů týče, jsou frameworky schopné vytvořit nejčastěji používané aktivní prvky jako například pole pro text, heslo, číslo nebo třeba datepicker a při vytváření jsou zohledňovány i vlastnosti jako viditelnost nebo zda má být prvek jen pro čtení. Při odeslání formuláře na server je framework schopen ze znalosti popisu modelu, ze kterého je komponenta vytvořena, sestavit data k odeslání ve správné formě, kterou server bez problému přijme. Formulář dále disponuje dalšími funkcemi jako je resetování dat, vyčištění formuláře a jeho validace. Každé pole ve formuláři má přidružená validační pravidla, která jsou kontrolována za pomoci příslušných validátorů. List, který je určen k zobrazování většího množství dat, disponuje možností získat data o jednom jeho prvku a vložit je do formuláře k případné úpravě. Z hlediska bezpečnosti podporují frameworky basic autentizaci. Lokalizační část umožňuje překlad textů přicházejících ze serveru i textů vyskytujících se mimo proces tvoření komponent, tedy například texty tlačítek, které uživatel vytvořil. Lokalizační část dále umožňuje změnit jazyk za běhu aplikace. Frameworky také disponují v rámci skinů značným množstvím funkcí pro úpravu vzhledu komponent.

Z hlediska použitelnosti tvorba a práce s komponentami vyžadují menší množství kódu a jsou relativně jednoduché na naučení, což potvrdil i uživatelský test. Frameworky díky neustálému stahování aktuálních definic ze serveru umí pružně reagovat na změnu v datém modelu na serveru, což je nesporně výhodou, neboť není nutné vydávat při změně modelu novou verzi aplikace. Nevýhodou je, že musí být klientské aplikace připojeny k internetu, což ale v dnešní době není tak velkým problémem.

Oba frameworky byly vytvořeny a otestovány unit testy, vytvořením ukázkových aplikací a také uživateli, kteří měli na oba frameworky z hlediska použitelnosti velmi pozitivní názor.

# Literatura

- [1] *Introduction to Android* [online]. [cit. 09.04.2016]. Dostupné z: <<http://developer.android.com/guide/index.html>>.
- [2] *Linear Layout* [online]. [cit. 13.04.2016]. Dostupné z: <<http://developer.android.com/guide/topics/ui/layout/linear.html>>.
- [3] *Platform Versions* [online]. [cit. 09.04.2016]. Dostupné z: <<http://developer.android.com/about/dashboards/index.html>>.
- [4] *Styles and Themes* [online]. [cit. 26.03.2016]. Dostupné z: <<http://developer.android.com/guide/topics/ui/themes.html>>.
- [5] *Apache Cordova* [online]. [cit. 23.03.2016]. Dostupné z: <<https://cordova.apache.org/>>.
- [6] *AspectFaces framework* [online]. [cit. 23.03.2016]. Dostupné z: <<http://www.aspectfaces.com/overview>>.
- [7] *AsyncTask* [online]. [cit. 12.04.2016]. Dostupné z: <<http://developer.android.com/reference/android/os/AsyncTask.html>>.
- [8] *Factory pattern* [online]. [cit. 13.04.2016]. Dostupné z: <<http://www.oodeesign.com/factory-pattern.html>>.
- [9] *GlassFish Server Open Source Edition Quick Start Guide, Release 4.0* [online]. Dostupné z: <<https://glassfish.java.net/docs/4.0/quick-start-guide.pdf>>.
- [10] *Gson User Guide* [online]. [cit. 01.04.2016]. Dostupné z: <<https://github.com/google/gson/blob/master/UserGuide.md>>.
- [11] *Android 6.0 Changes* [online]. [cit. 12.04.2016]. Dostupné z: <<http://developer.android.com/about/versions/marshmallow/android-6.0-changes.html>>.
- [12] *Introducing JSON* [online]. [cit. 01.04.2016]. Dostupné z: <<http://www.json.org/>>.
- [13] *JUnit* [online]. [cit. 17.04.2016]. Dostupné z: <<http://junit.org/>>.
- [14] *Metadata* [online]. [cit. 09.04.2016]. Dostupné z: <<https://en.wikipedia.org/wiki/Metadata>>.

- [15] *What Are RESTful Web Services?* [online]. [cit. 22.03.2016]. Dostupné z: <<https://docs.oracle.com/javaee/6/tutorial/doc/gijqy.html>>.
- [16] *PHP Database Form* [online]. [cit. 26.03.2016]. Dostupné z: <<http://phpdatabaseform.com/>>.
- [17] *Serialization* [online]. [cit. 01.04.2016]. Dostupné z: <<https://en.wikipedia.org/wiki/Serialization>>.
- [18] *Typy uživatelských rozhraní a jejich specifiky/old – Wikisofia* [online]. [cit. 22.03.2016]. Dostupné z: <[https://wikisofia.cz/index.php/Typy\\_uživatelských\\_rozhraní\\_a\\_jejich\\_specifika/old](https://wikisofia.cz/index.php/Typy_uživatelských_rozhraní_a_jejich_specifika/old)>.
- [19] *Usability Testing* [online]. [cit. 04.05.2016]. Dostupné z: <<http://www.usability.gov/how-to-and-tools/methods/usability-testing.html>>.
- [20] *Unit Test Basics* [online]. [cit. 17.04.2016]. Dostupné z: <<https://msdn.microsoft.com/en-us/library/hh694602.aspx>>.
- [21] *Web service* [online]. [cit. 22.03.2016]. Dostupné z: <<https://www.w3.org/TR/2004/NOTE-ws-gloss-20040211/#webservice>>.
- [22] [online]. [cit. 13.04.2016]. Dostupné z: <<https://msdn.microsoft.com/library/windows/apps/windows.ui.xaml.controls.grid.aspx>>.
- [23] *HttpClient class* [online]. [cit. 12.04.2016]. Dostupné z: <<https://msdn.microsoft.com/library/windows/apps/windows.web.http.httpclient.aspx>>.
- [24] *Themes for Windows Phone* [online]. [cit. 26.03.2016]. Dostupné z: <[https://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/apps/ff402557\(v=vs.105\).aspx](https://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/apps/ff402557(v=vs.105).aspx)>.
- [25] ABLESON, F. *Build dynamic user interfaces with Android and XML* [online]. [cit. 23.03.2016]. Dostupné z: <<http://www.ibm.com/developerworks/xml/tutorials/x-andddyntut>>.
- [26] ADDUPLEX. *Adduplex Windows Phone Statistics Report - January, 2016* [online]. Dostupné z: <<http://www.slideshare.net/adduplex/adduplex-windows-phone-statistics-report-march-2016>>.
- [27] ARLOW, J. – NEUSTADT, I. *UML 2 a unifikovaný proces vývoje aplikací: Objektově orientovaná analýza a návrh prakticky*. : Computer Press a.s., Brno, 2nd edition, 2008. In Czech. ISBN 978-90-251-1503-9.
- [28] BARTLETT, M. *Enable or Disable Auto-Update Apps in Google Play for Android* [online]. [cit. 23.03.2016]. Dostupné z: <<http://www.technipages.com/auto-update-apps-setting-google-play>>.
- [29] CERNY, T. – CHALUPA, V. – DONAHOO, M. Towards Smart User Interface Design. In *Information Science and Applications (ICISA), 2012 International Conference on*, s. 1–6, May 2012. doi: 10.1109/ICISA.2012.6220929.

- 
- [30] CERNY, T. et al. Aspect-driven, Data-reflective and Context-aware User Interfaces Design. *SIGAPP Appl. Comput. Rev.* December 2013, 13, 4, s. 53–66. ISSN 1559-6915. doi: 10.1145/2577554.2577561. Dostupné z: <<http://doi.acm.org/10.1145/2577554.2577561>>.
- [31] CERNY, T. – DONAHOO, M. J. – SONG, E. Towards Effective Adaptive User Interfaces Design. In *Proceedings of the 2013 Research in Adaptive and Convergent Systems*, RACS '13, s. 373–380, New York, NY, USA, 2013. ACM. doi: 10.1145/2513228.2513278. Dostupné z: <<http://doi.acm.org/10.1145/2513228.2513278>>. ISBN 978-1-4503-2348-2.
- [32] GAMMA, E. et al. *Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software*. Reading, MA : Addison-Wesley, 1995. ISBN 978-0-201-63361-0.
- [33] HANS DOCKTER, A. M. *Gradle User Guide* [online]. [cit. 11.04.2016]. Dostupné z: <<https://docs.gradle.org/current/userguide/userguide.html>>.
- [34] JENKOV, J. *Web Service Message Formats* [online]. [cit. 23.03.2016]. Dostupné z: <<http://tutorials.jenkov.com/web-services/message-formats.html>>.
- [35] KILIAN, K. *Google po vzoru Applu schvaluje aplikace do Obchodu Play ručně* [online]. [cit. 01.05.2016]. Dostupné z: <<http://www.svetandroida.cz/google-play-schvalovani-201503>>.
- [36] SOMMERVILLE, I. *Software engineering*. : Addison-Wesley, 9 edition, 2011. ISBN 978-0-13-703515-1.
- [37] TAKA, D. *An Introduction to Windows Phone 8.1 Development* [online]. [cit. 26.03.2016]. Dostupné z: <<http://www.sitepoint.com/introduction-windows-phone-8-1-development>>.
- [38] TOMASEK, M. Aspektově orientovaný vývoj uživatelských rozhraní pro Java SE aplikace. Master's thesis, České vysoké učení technické v Praze Fakulta Elektrotechnická, 1 2015.



## Příloha A

# Seznam použitých zkratk

<b>CUI</b>	Character User Interface
<b>GUI</b>	Graphical User Interface
<b>UI</b>	User Interface
<b>REST</b>	Representational State Transfer
<b>URI</b>	Uniform Resource Identifier
<b>HTTP</b>	Hypertext Transfer Protocol
<b>JSON</b>	JavaScript Object Notation
<b>XML</b>	Extensible Markup Language
<b>XAML</b>	Extensible Application Markup Language
<b>Java SE</b>	Java Platform Standart Edition
<b>Java EE</b>	Java Platform Enterprise Edition
<b>URL</b>	Uniform Resource Locator
<b>PHP</b>	Personal Home Page
<b>HTML</b>	HyperText Markup Language
<b>SQL</b>	Structured Query Language
<b>CSS</b>	Cascading Style Sheets
<b>JPA</b>	Java Persistence API
<b>LGPL</b>	GNU Lesser General Public License
<b>UML</b>	Unified Modeling Language
<b>C#</b>	C Sharp
<b>WP</b>	Windows Phone





## Příloha B

# Instalační a uživatelská příručka

Všechny android aplikace jsou Gradle projekty, tedy android framework, který byl zkompilován do AAR souboru, lze přidat jako knihovnu nebo jako Gradle závislost. Windows phone verze byla zkompilována do DLL souboru a přidává se do projektů jako reference. Podrobnější postup integrace frameworků do projektu a také způsoby jejich použití jsou popsány v uživatelské příručce na přiloženém CD.

### B.1 Integrace AFAndroid frameworku

Nejjednodušším způsobem je integrovat framework ve vývojovém prostředí Android Studio. To nabízí možnost přidat framework jako nový modul a všechny potřebné gradle závislosti se vytvoří a nakonfigurují automaticky. V případě, že bude framework vložen tímto způsobem vytvoří se v kořenovém adresáři projektu balíček obsahující importovaný AAR soubor, IML soubor popisující právě vytvořený modul a soubor build.gradle, ve kterém jsou dva důležité řádky zobrazené v ukázce kódu [B.1](#)

Listing B.1: Gradle soubor pro build v balíčku s novým modulem

```
configurations.create("<nazev konfigurace>")
artifacts.add("<nazev konfigurace>", file('<jmeno souboru>.aar'))
```

Aplikace, do které je framework přidáván má také svůj soubor build.gradle [B.2](#), do kterého přibudou následující závislosti. Také je nutné přidat závislost pro knihovnu GSON, která je frameworkem vnitřně používána.

Listing B.2: Gradle soubor pro build aplikace, do které je framework integrován

```
dependencies {
    compile fileTree(include: ['*.jar', '*.aar'], dir: 'libs')
    // dalsi zavislosti
    compile project(":<nazev importovaneho modulu>")
    compile 'com.google.code.gson:gson:<verze napr. 1.7.2.>'
}
```

Dále do souboru settings.gradle [B.3](#) přibude následující řádek

Listing B.3: Gradle soubor s nastaveními aplikace, do které je framework integrován

```
include ':<nazev modulu s aplikací>', ':<nazev importovaného modulu>'
```

Jelikož aplikace pro vytvoření komponent komunikuje se serverem, je nutné přidělit aplikaci přístup k internetu, což se nastaví v manifestu aplikace, tedy ve souboru `AndroidManifest.xml`, přidáním následujícího řádku, který lze nalézt v ukázce kódu [B.4](#).

Listing B.4: Android manifest - udělení přístupu k internetu

```
<uses-permission android:name="android.permission.INTERNET" />
```

Nyní stačí provést build projektu a framework je připraven k použití.

## B.2 Integrace AFWinPhone frameworku

Pro vývoj Windows Phone aplikací se nejčastěji používá vývojové prostředí Visual Studio, pro které je popsán způsob vložení frameworku. Ve Visual Studiu má každá aplikace ve svém kořenovém adresáři položku References, která obsahuje knihovny používané aplikací. Postup vložení je následující:

1. Klikněte pravým tlačítkem na References a poté na Add Reference.
2. Objeví se dialog, kde klikněte na Browse... a vyhledejte příslušný DLL soubor
3. Zkontrolujte, zda je nalezený soubor v dialogu zaškrtnutý.
4. Potvrďte volbu stisknutím OK.
5. Proveďte build projektu.

Po těchto krocích by měla být knihovna připravena k použití.

## B.3 Ukázkové projekty

Ukázkové projekty pro Android i pro Windows phone jsou přiloženy na CD. Jelikož je potřeba pro běh klientských aplikací server poskytující potřebné definice, je na CD přiložena i serverová část AFServer vytvořená jako ukázkový projekt pro demonstraci frameworků AFRest a AFSwinx. Způsob spuštění lze nalézt v uživatelské příručce těchto frameworků, která je na CD rovněž přiložena. [\[38\]](#). Pro každý ukázkový projekt jsou na CD dva soubory, jeden z nich má definovanou připojení pro localhost a je nutné si pro jejich vyzkoušení spustit server lokálně dle zmíněného příručky pro AFRest a AFSwinx a klientskou aplikaci nejlépe v emulátoru na stejném stroji. Druhý projekt komunikuje se serverem vystaveným na adrese `<toms-cz.com/AFServer>` a lze tak aplikace nahrát a vyzkoušet je přímo na mobilních zařízeních.

### **B.3.1 Nahrání ukázkové aplikace do Android zařízení**

Pro nahrání aplikace do zařízení postačí aplikaci ve formě APK souboru vložit přes USB kabel do zařízení a provést následující kroky.

1. Povolte v nastavení zařízení instalaci aplikací ze zdrojů jiných než Play Store.
2. Nalezněte aplikaci v uložišti zařízení a spusťte instalaci.
3. Povolte všechna oprávnění, která aplikace vyžaduje.
4. Po instalaci aplikace se připojte k internetu a aplikaci spusťte.

### **B.3.2 Nahrání ukázkové aplikace do Windows Phone zařízení**

Pro nahrání aplikace do zařízení je třeba nahrát APPX soubor do zařízení prostřednictvím aplikace Application Deployment. To se provede následujícími kroky.

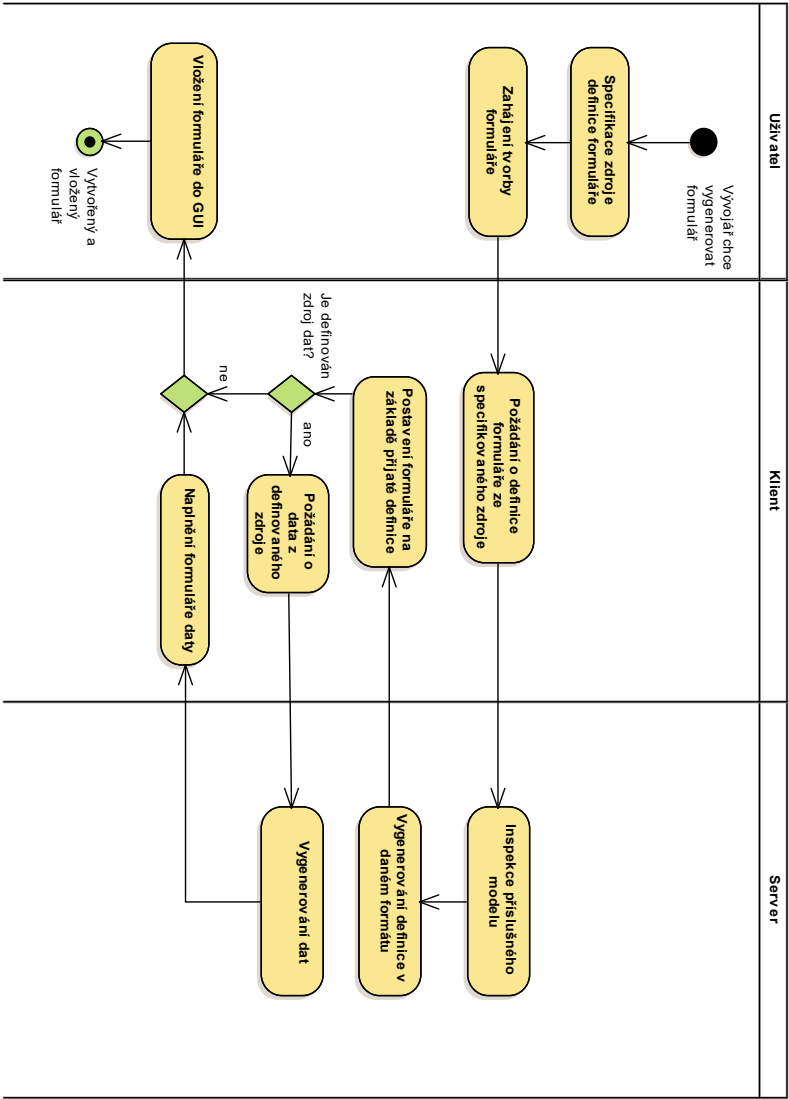
1. Nalezněte v počítači aplikaci Application Deployment. Měla by se nainstalovat společně s Visual Studio. Aplikaci spusťte.
2. Vyberte zařízení připojené přes USB kabel.
3. Najděte cestu k příslušnému APPX souboru.
4. Klikněte na Deploy. Aplikace se do zařízení nahraje a poté ji můžete spustit.



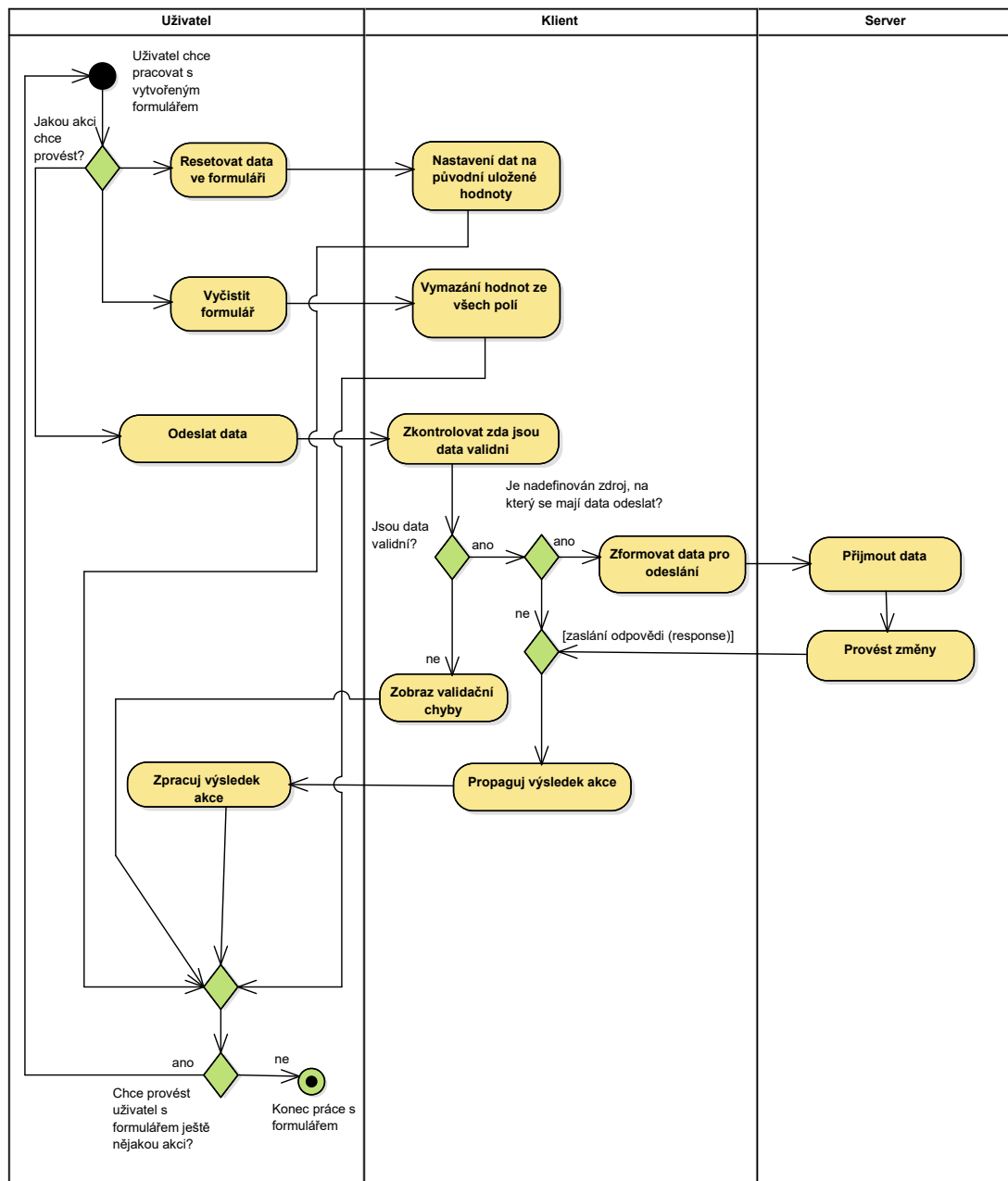
## Příloha C

# UML diagramy a obrázky

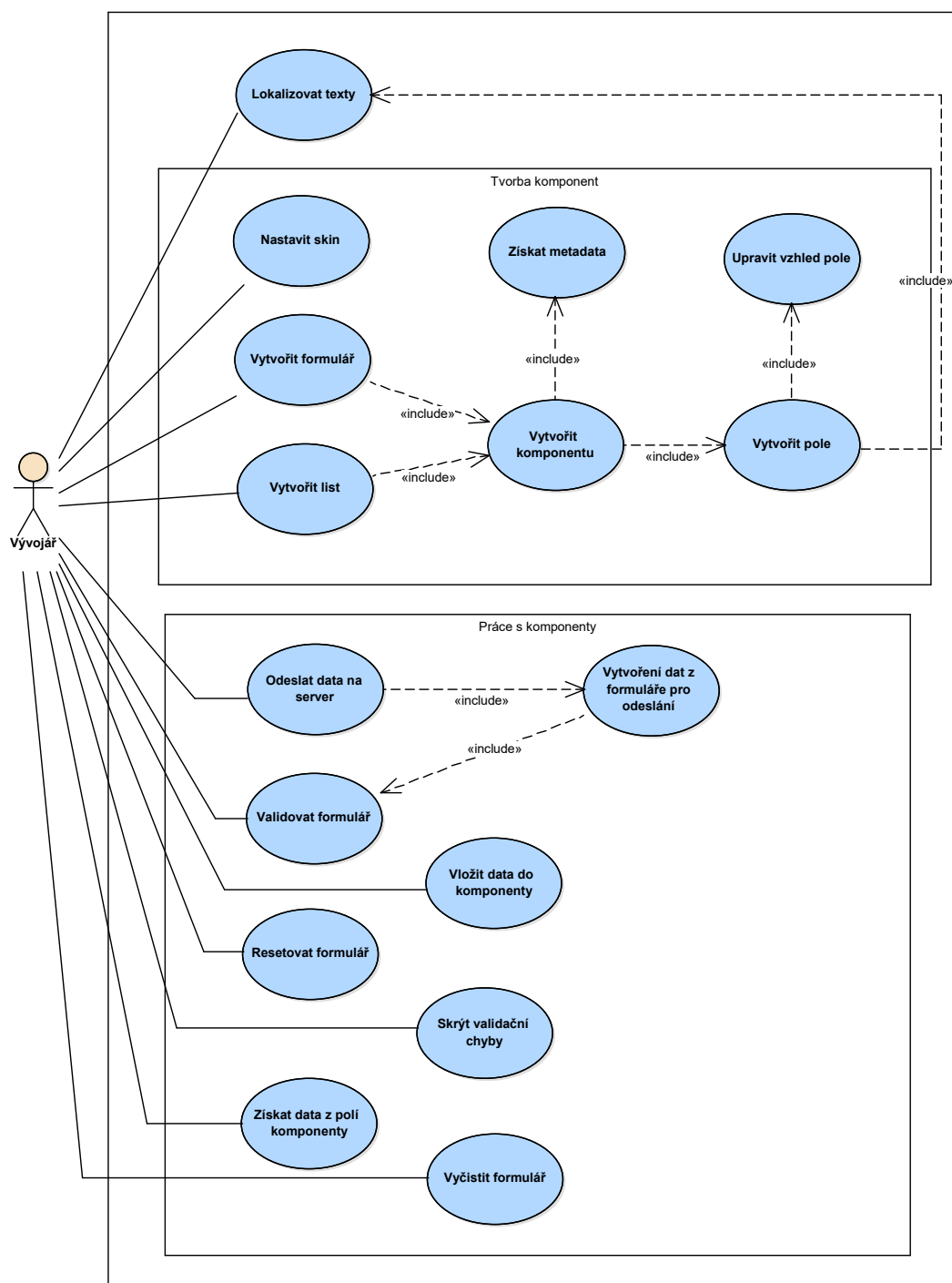
V této sekci naleznete použité UML diagramy a velké obrázky, na které bylo v textu odkazováno.



Obrázek C.1: Diagram aktivit popisující proces tvorby formuláře

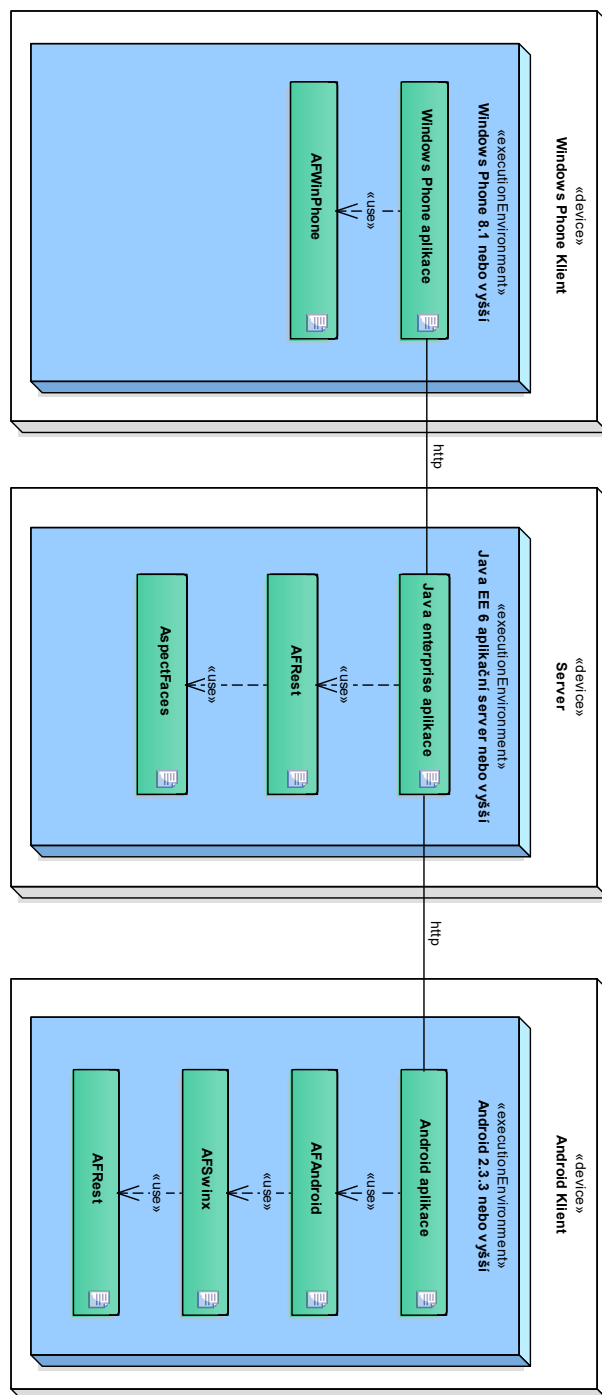


Obrázek C.2: Diagram aktivit popisující práci s formulářem

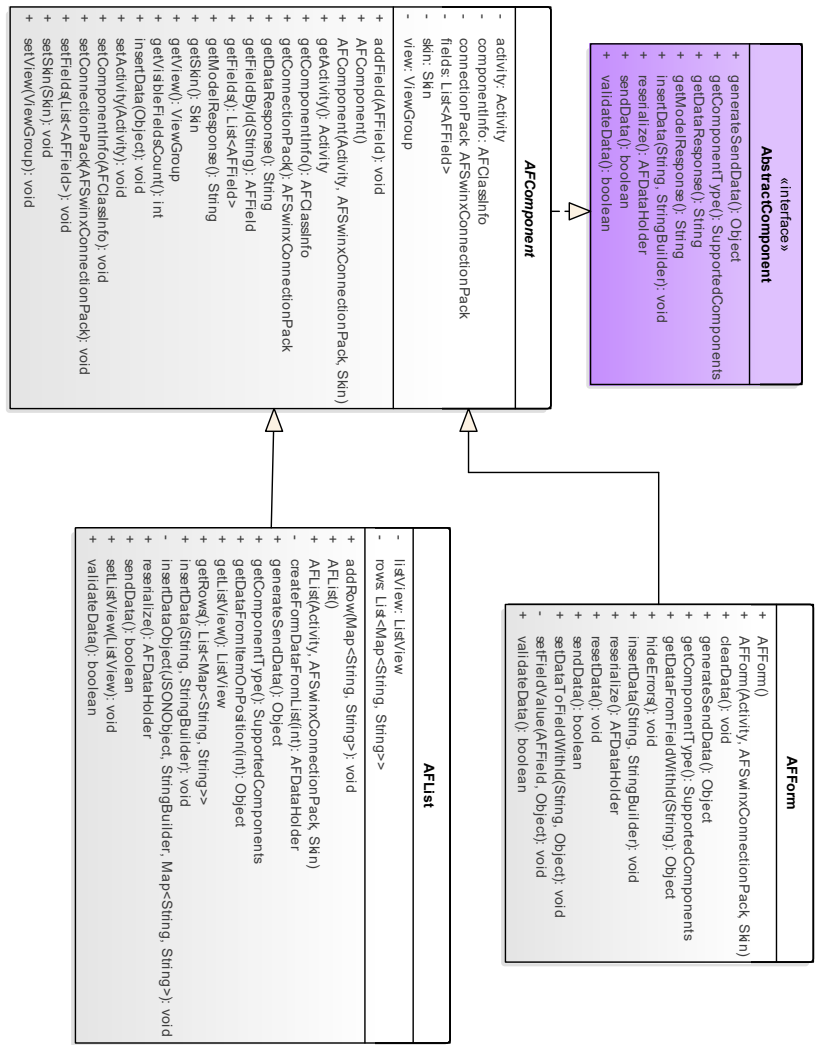


Obrázek C.3: Model případů užití frameworku

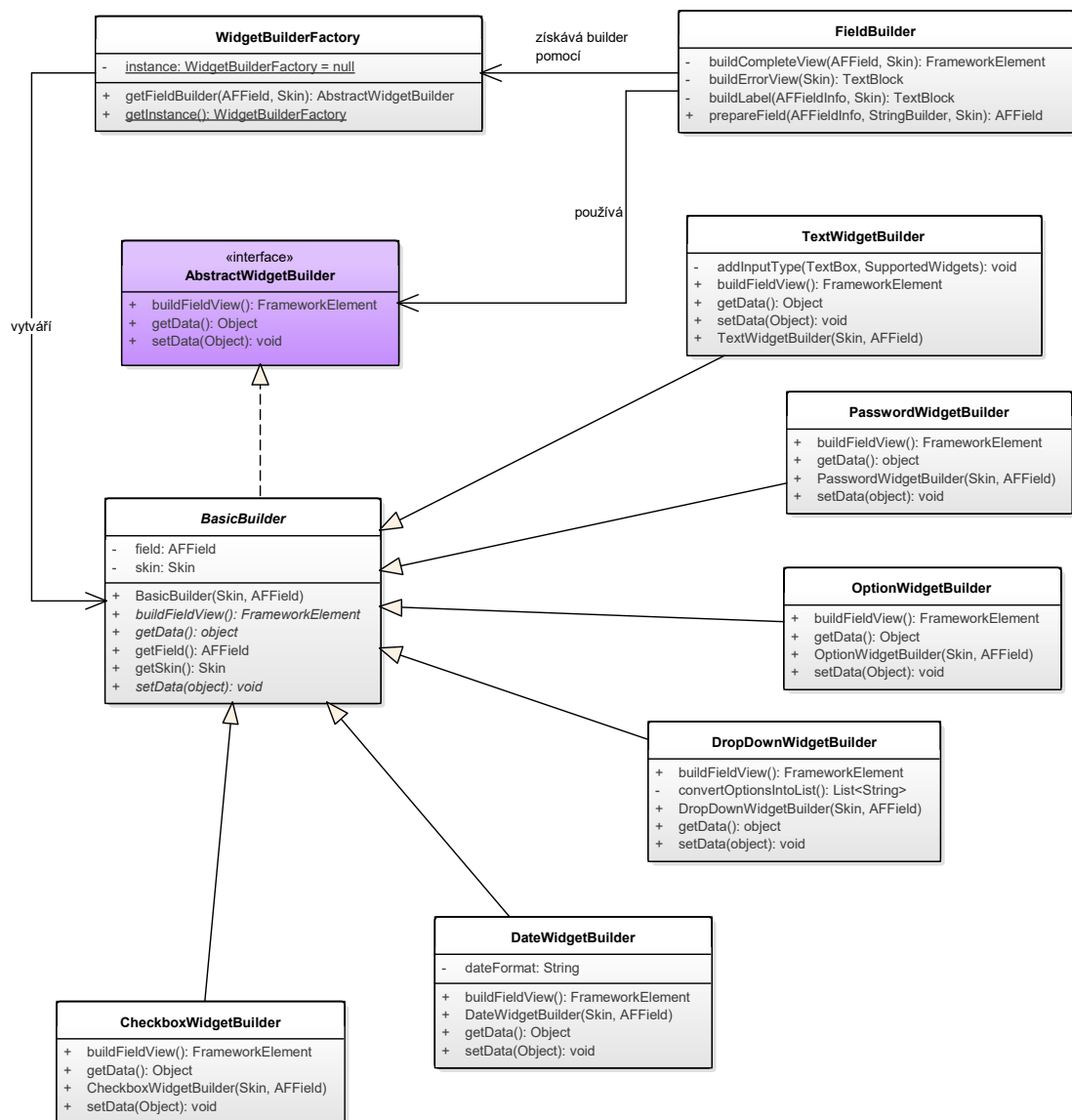




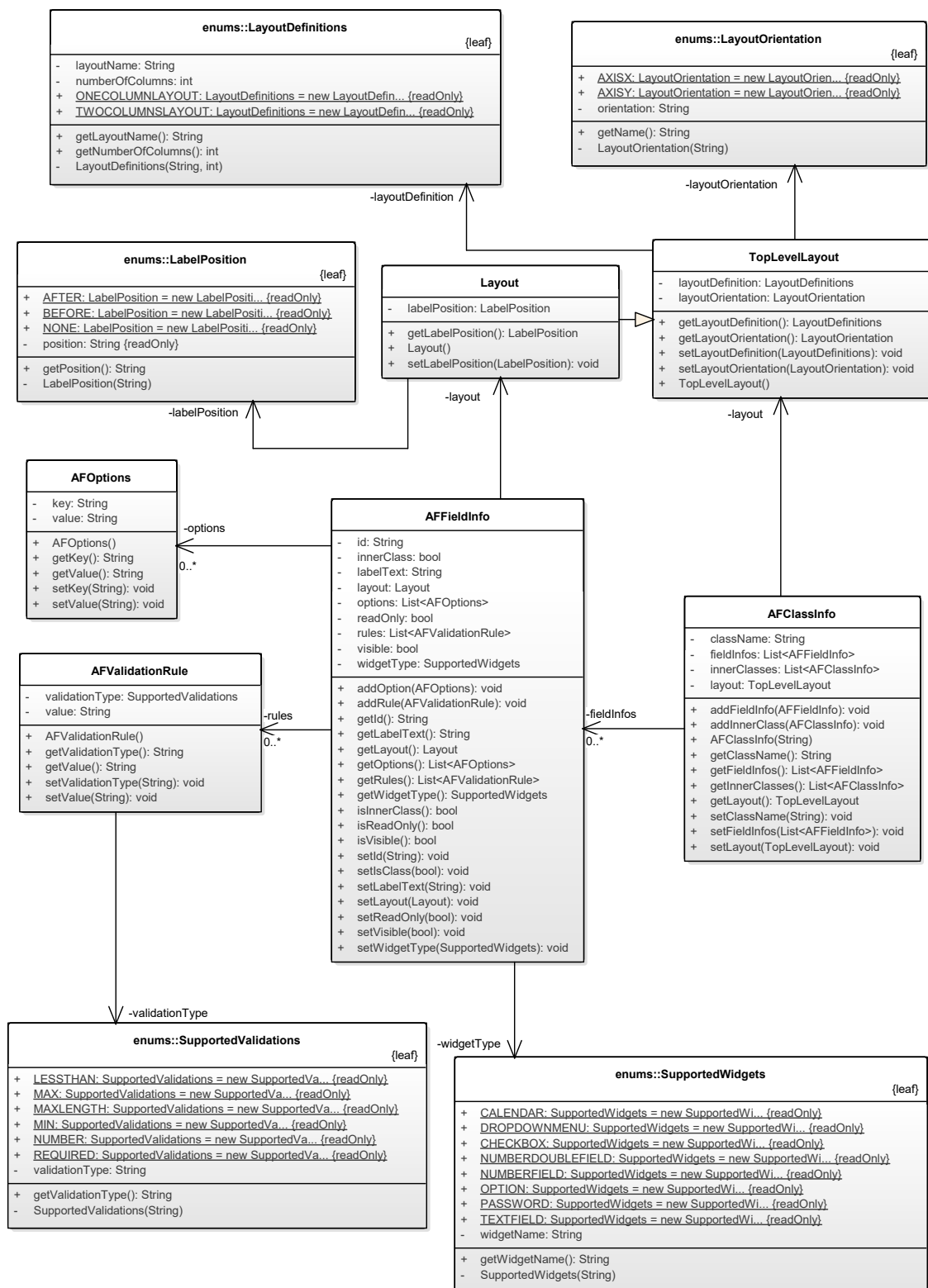
Obrázek C.4: Diagram nasazení systému



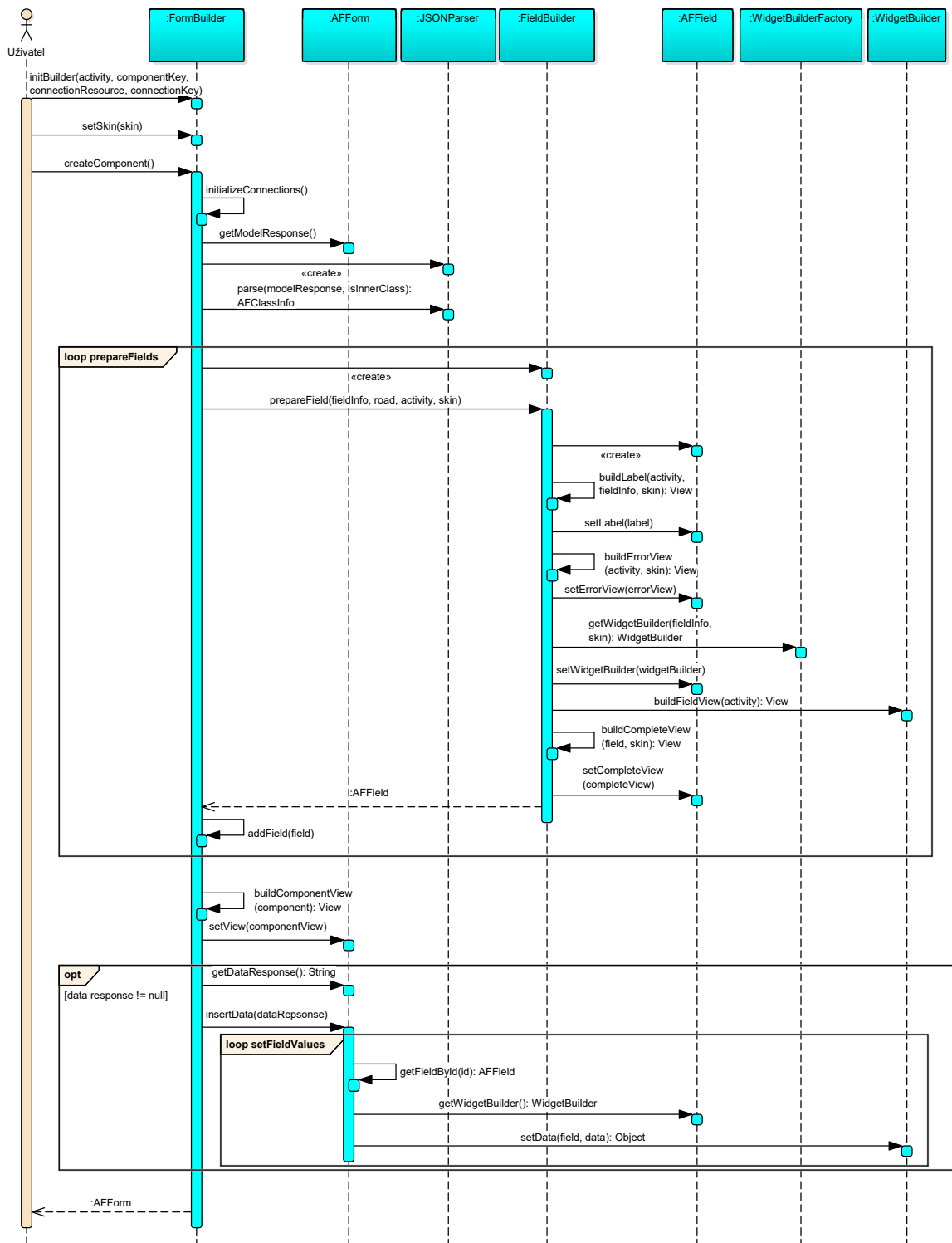
Obrázek C.5: Diagram tříd zachycující komponenty



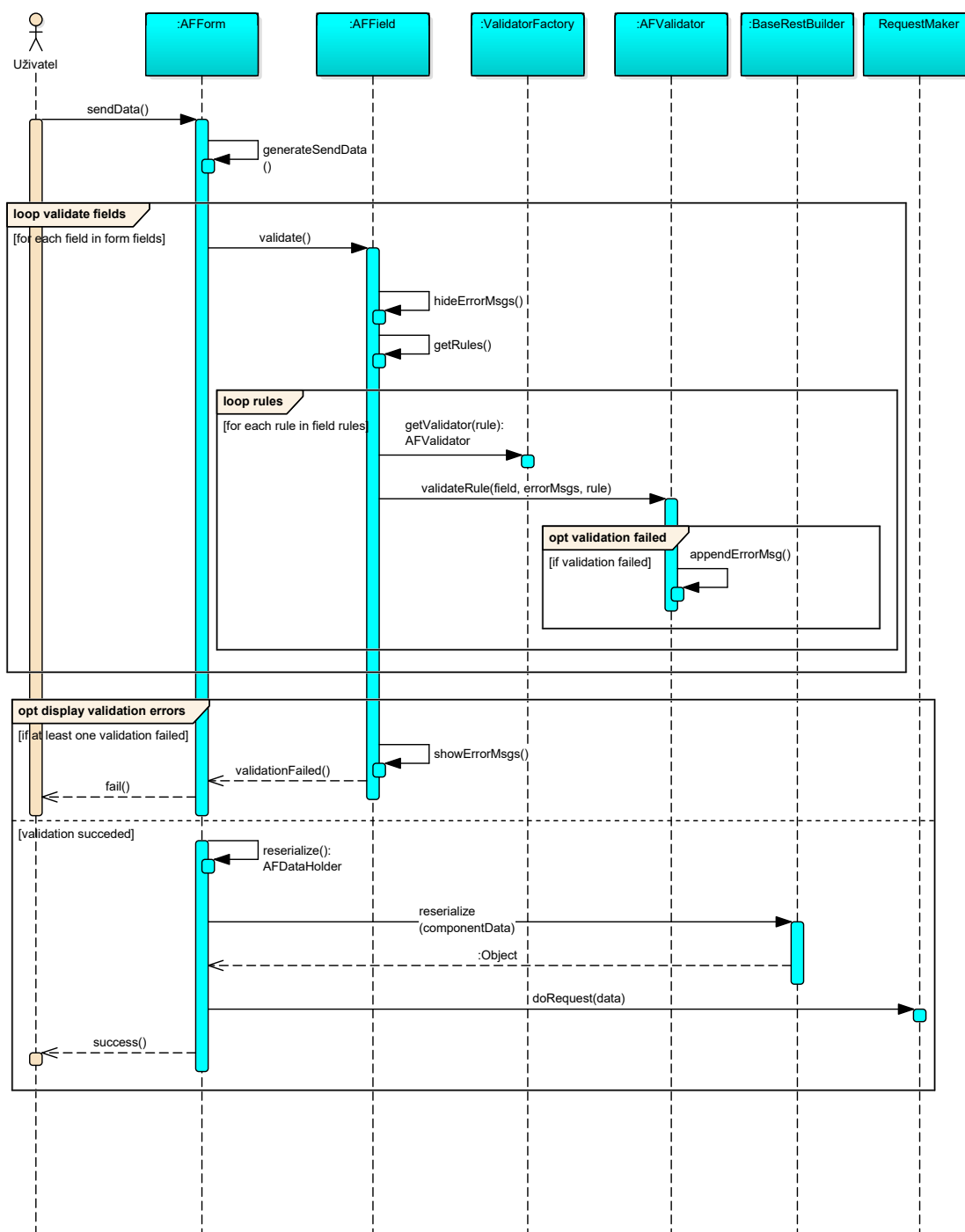
Obrázek C.6: Diagram tříd zachycující widget buildery



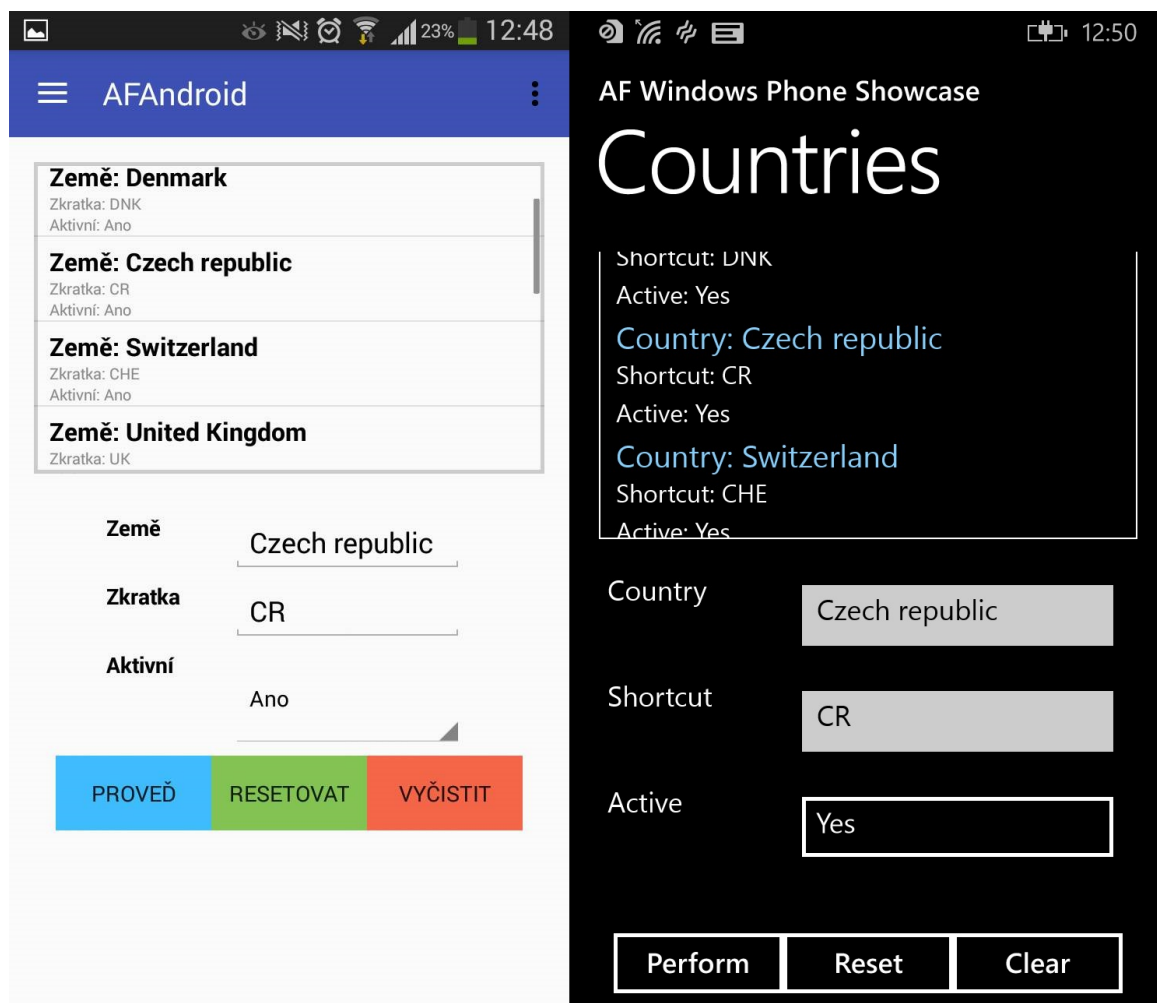
Obrázek C.7: Diagram tříd popisující strukturu uložení metadat



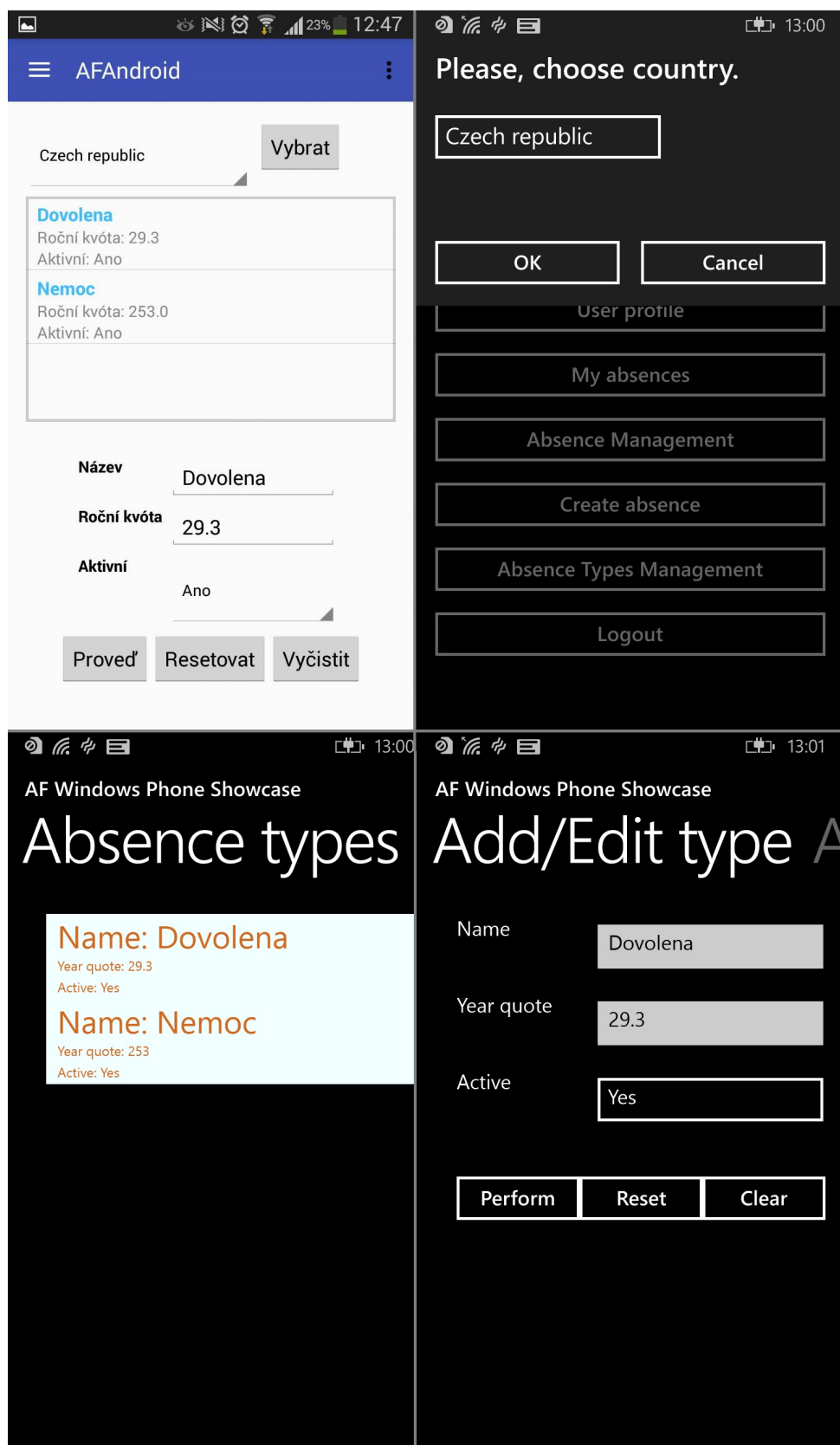
Obrázek C.8: Sekvenční diagram zobrazující proces tvorby formuláře



Obrázek C.9: Sekvenční diagram zobrazující proces odeslání formuláře

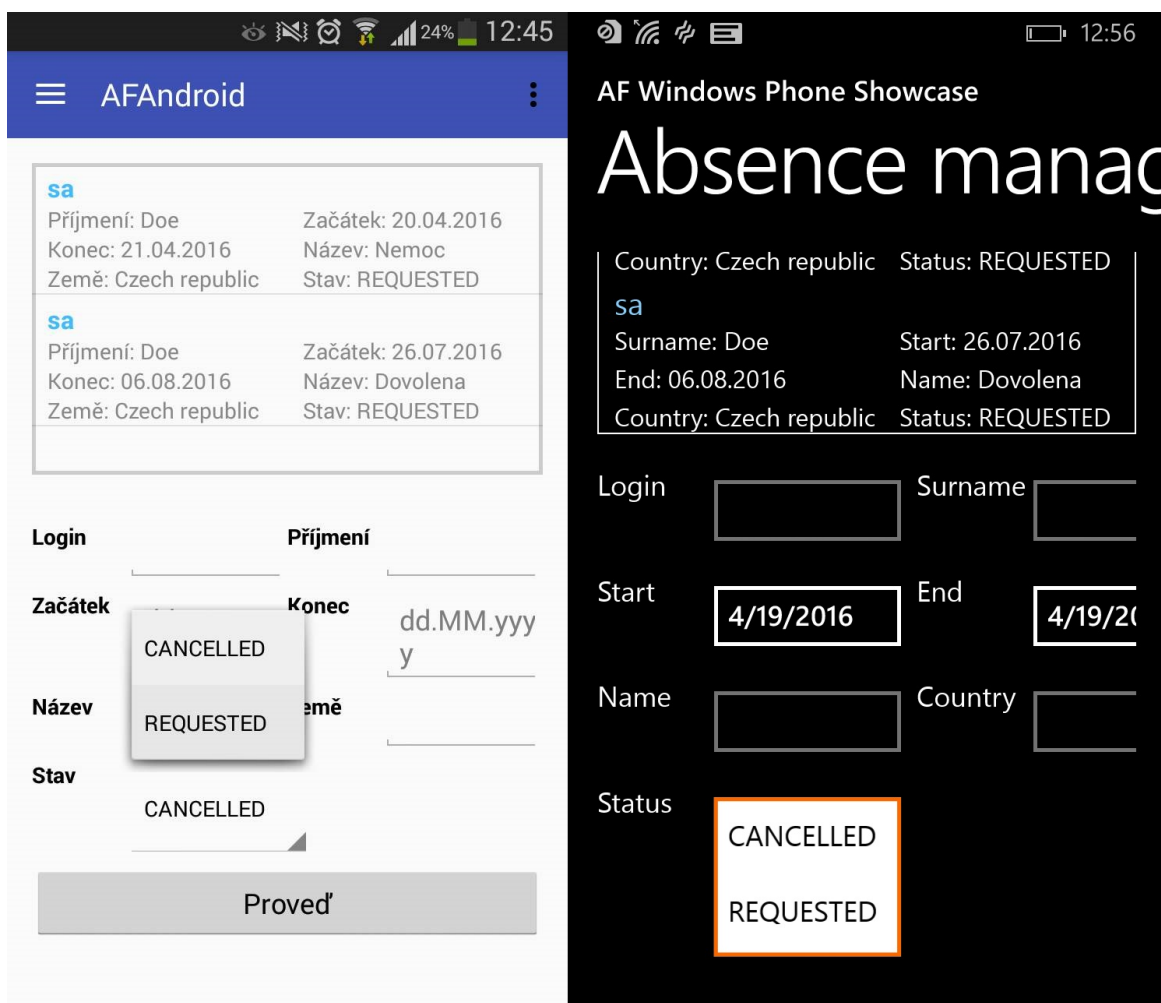


Obrázek C.10: Ukázkové projekty - správa zemí

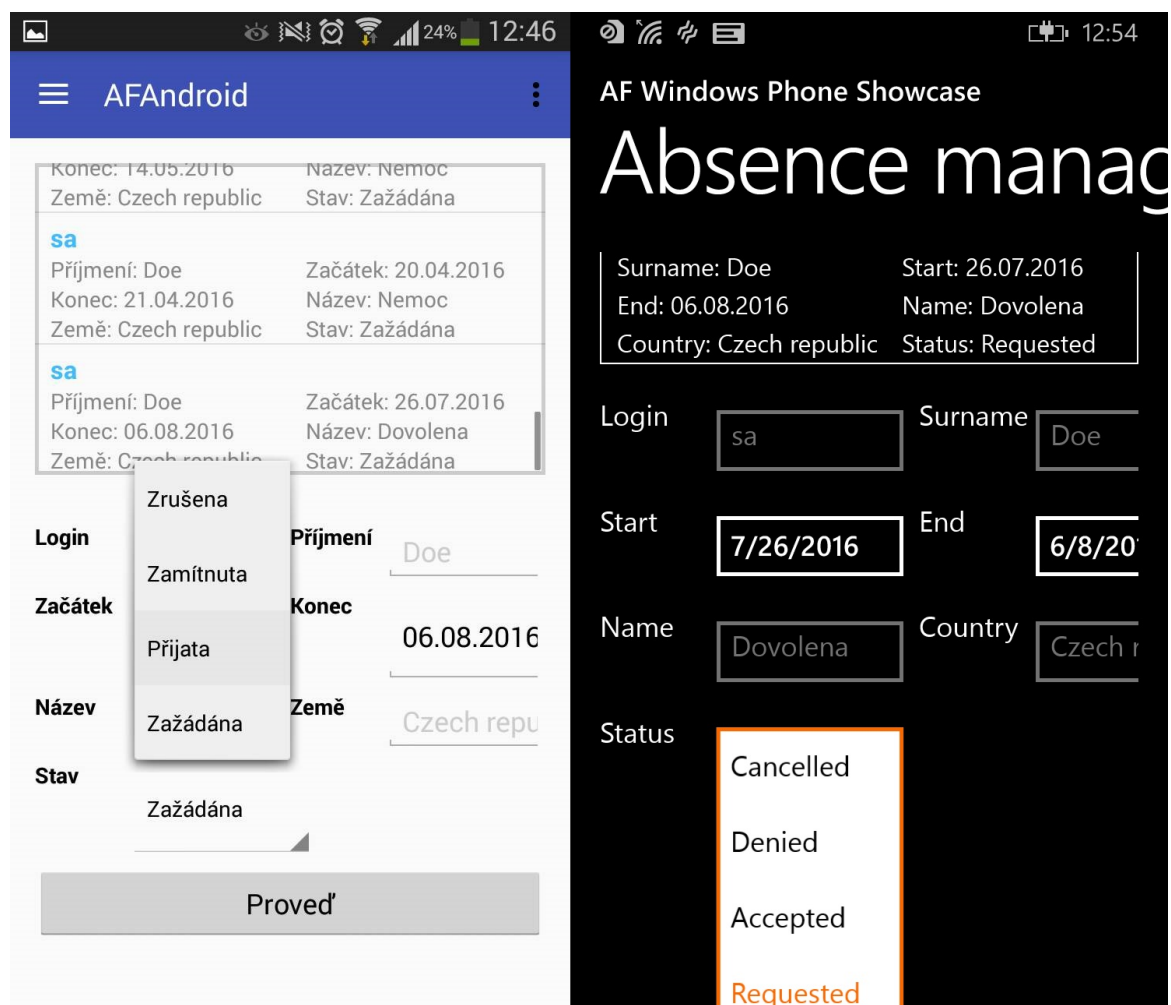


Obrázek C.11: Ukázkové projekty - správa absenčních typů

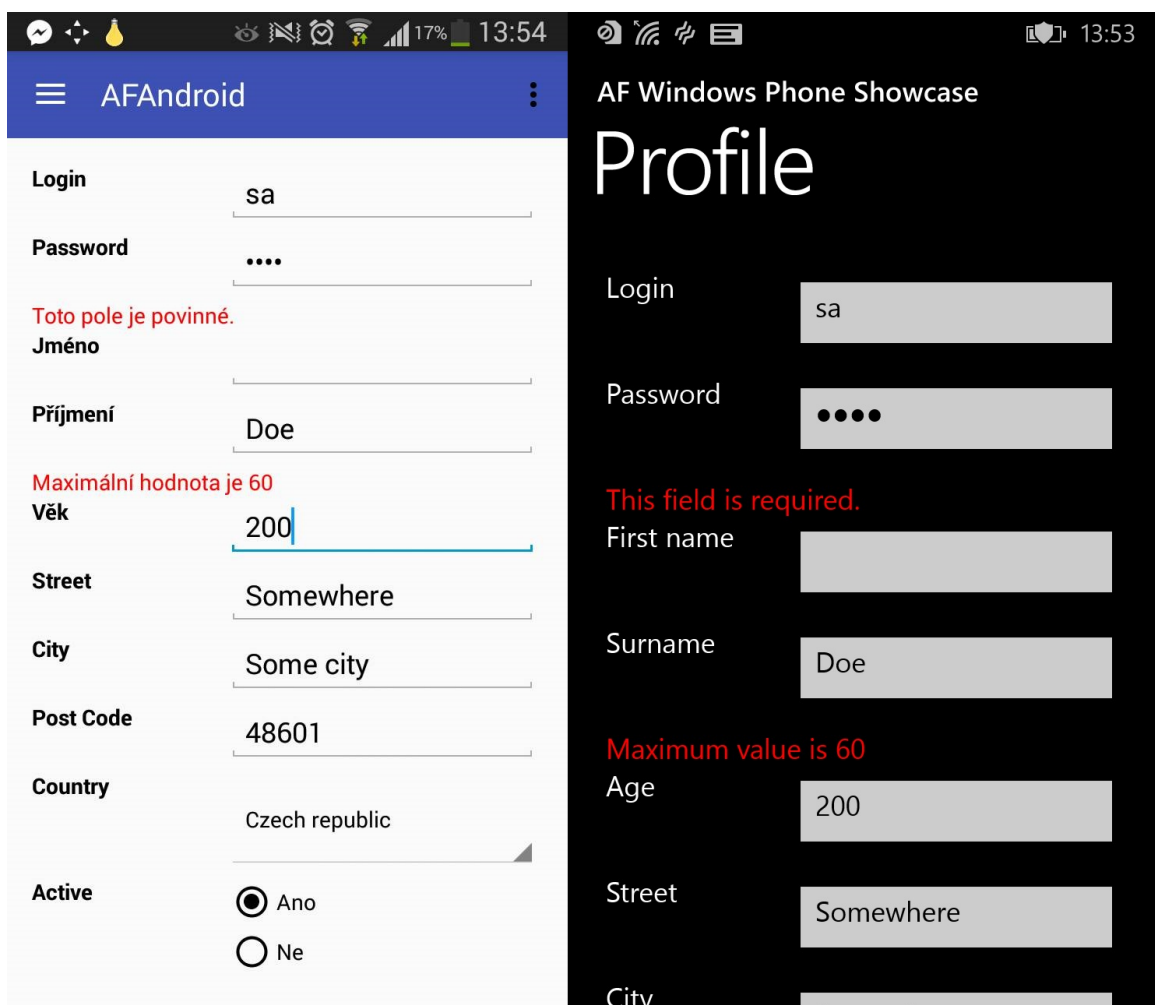




Obrázek C.12: Ukázkové projekty - správa absencí z pohledu uživatele



Obrázek C.13: Ukázkové projekty - správa absencí z pohledu administrátora



Obrázek C.14: Ukázkové projekty - uživatelský profil s ukázkou validací

The screenshot shows the AFAndroid application interface. At the top, there is a blue header bar with the text "AFAndroid". Below the header, the form contains three input fields with red labels: "Název země" (Country name) with the value "France", "Zkrazka země" (Country code) with the value "fr", and "Aktivní" (Active) with a dropdown menu showing "Ano". Below the form are three buttons: "SEND FORM", "RESET", and "VYČISTI". At the bottom, there is a list of countries with their names in blue, country codes, and active status.

Název země	Zkrazka země	Aktivní
Název země: Slovakia	Zkrazka země: SLO	Aktivní: Ano
Název země: Denmark	Zkrazka země: DNK	Aktivní: Ano
Název země: Czech republic	Zkrazka země: CR	Aktivní: Ano
Název země: Switzerland	Zkrazka země: CHE	

Obrázek C.15: Ukázka aplikace vytvořené testovanou osobou při testování AFAndroid frameworku

## Příloha D

# Ukázky zdrojových kódů

V této sekci naleznete ukázky zdrojového kódu, na které bylo v textu odkazováno.

Listing D.1: Ukázka XML specifikace zdrojů

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<connectionRoot xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance">
  <connection id="personProfile">
    <metaModel>
      <endPoint>toms-cz.com</endPoint>
      <endPointParameters>
        /AFServer/rest/users/profile
      </endPointParameters>
      <protocol>http</protocol>
      <port></port>
      <header-param>
        <param>content-type</param>
        <value>Application/Json</value>
      </header-param>
    </metaModel>
    <data>
      <endPoint>toms-cz.com</endPoint>
      <endPointParameters>
        /AFServer/rest/users/user/#{username}
      </endPointParameters>
      <protocol>http</protocol>
      <port></port>
      <security-params>
        <security-method>basic</security-method>
        <userName>#{username}</userName>
        <password>#{password}</password>
      </security-params>
    </data>
    <send>
      <endPoint>toms-cz.com</endPoint>
      <endPointParameters>
        /AFServer/rest/users/update
      </endPointParameters>
      <protocol>http</protocol>
      <method>post</method>
      <port></port>
```

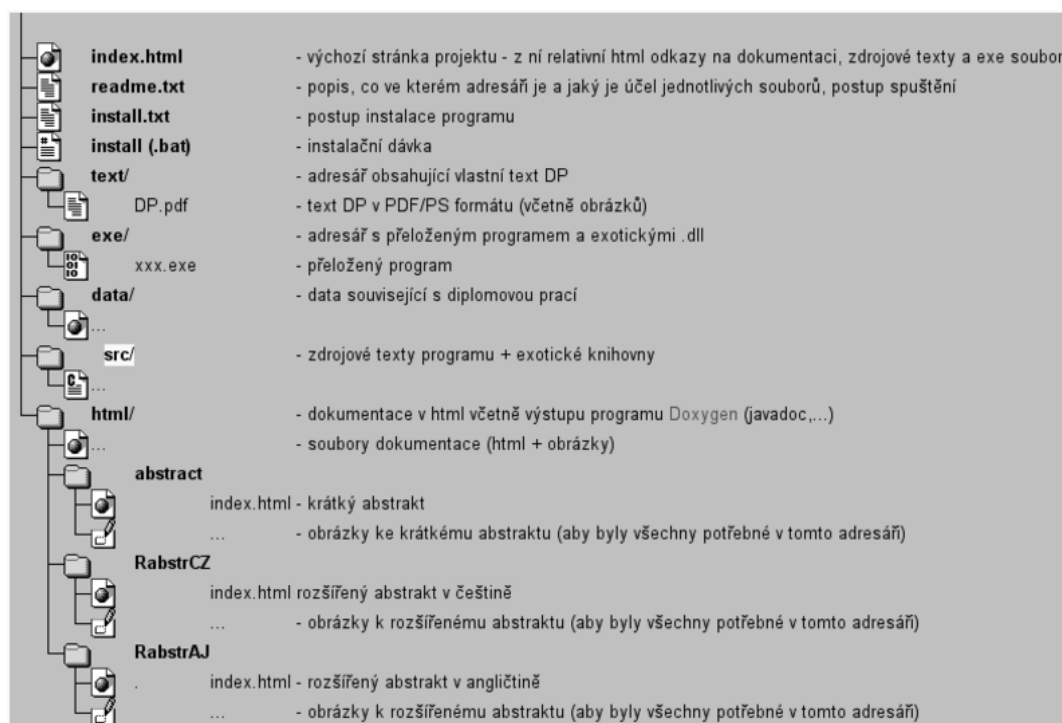
```
        <security-params>
            <security-method>basic </security-method>
            <userName>#{username}</userName>
            <password>#{password}</password>
        </security-params>
    </send>
</connection>
</connectionRoot>
```

## Příloha E

# Obsah přiloženého CD

Tato příloha je povinná pro každou práci. Každá práce musí totiž obsahovat přiložené CD. Viz dále.

Může vypadat například takto. Váš seznam samozřejmě bude odpovídat typu vaší práce. (viz [? ]):



Obrázek E.1: Seznam přiloženého CD — příklad

Na GNU/Linuxu si strukturu přiloženého CD můžete snadno vyrobit příkazem:

```
$ tree . >tree.txt
```

Ve vzniklém souboru pak stačí pouze doplnit komentáře.

Z **README.TXT** (případně index.html apod.) musí být rovněž zřejmé, jak programy instalovat, spouštět a jaké požadavky mají tyto programy na hardware.

Adresář **text** musí obsahovat soubor s vlastním textem práce v PDF nebo PS formátu, který bude později použit pro prezentaci diplomové práce na WWW.