

MASARYKOVA UNIVERZITA
FAKULTA INFORMATIKY



Virtuální mikroskop

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Bc. Pavel Beran

Brno, 2013

Prohlášení

Prohlašuji, že tato diplomová práce je mým původním autorským dílem, které jsem vypracoval samostatně. Všechny zdroje, prameny a literaturu, které jsem při vypracování používal nebo z nich čerpal, v práci řádně cituji s uvedením úplného odkazu na příslušný zdroj.

Bc. Pavel Beran

Vedoucí práce: RNDr. Lukáš Hejtmánek, Ph.D.

Poděkování

Rád bych poděkoval vedoucímu diplomové práce panu RNDr. Lukáši Hejtmánkovi, Ph.D. za odborné vedení práce a jeho velice cenné rady poskytované v průběhu práce. Dále panu docentu Josefu Feitovi za pomoc a trpělivost při testování aplikace a jeho podněty při jejím vytváření. Poděkování patří též Mgr. Slávkovi Licehammerovi za jeho odbornou pomoc v závěru vývoje aplikace, kdy mi asistoval při nasazení aplikace do provozního prostředí a umístění ostrých dat do databáze. Děkuji též mé rodině a všem známým, kteří mě během práce morálně podporovali.

Shrnutí

Cílem diplomové práce bylo převzít poslední verzi upravené webové aplikace Virtuální mikroskop, která slouží pro zobrazení patologických snímků ve velmi vysokém rozlišení (řádově několik gigapixelů) a upravit ji – například rozšířit o možnost správy anotací, synchronizaci mezi prohlížeči v rámci sezení, zajistit podporu v aktuálně používaných internetových prohlížečích a celkově přepracovat datový model staré aplikace. Jako rozšíření diplomní práce nad rámec původního zadání lze zmínit implementaci šesti uživatelských práv, kompletní správu definic snímku pomocí webového rozhraní mikroskopu až po možnost odeslat adresu aktuální pozice ve snímku. Výstupem diplomové práce je samotný text práce a kód upravené aplikace Virtuálního mikroskopu včetně jeho dokumentace. Aplikace je od 26. 3. 2013 funkčně nasazena v ostrém provozu webového portálu Atlases pro téměř 12 tisíc patologických snímků.

Klíčová slova

atlases.muni.cz, JavaScript, PHP, virtuální mikroskop, snímky ve vysokém rozlišení

Obsah

1	Úvod	2
2	Popis původní aplikace	4
2.1	<i>První verze</i>	4
2.2	<i>Upravená verze</i>	6
2.3	<i>Výchozí verze pro diplomovou práci</i>	6
2.3.1	Podpora v internetových prohlížečích	9
2.3.2	Styl psaní kódu	10
2.3.3	Starý systém souborů	11
3	Technologie použité pro vývoj aplikace	13
3.1	<i>Technologie použité na straně uživatele</i>	13
3.1.1	HTML	13
3.1.2	CSS	14
3.1.3	JavaScript	14
3.2	<i>Serverové technologie</i>	15
3.2.1	PHP	15
3.2.2	MySQL	16
3.3	<i>Vývojové prostředí</i>	16
4	Existující systémy	17
4.1	<i>Zoomify</i>	18
4.2	<i>PanoJS3</i>	18
4.3	<i>OpenLayers</i>	19
5	Nový Virtuální mikroskop	20
5.1	<i>Popis aplikace</i>	20
5.2	<i>Převzatá funkcionalita z předcházející verze</i>	21
5.3	<i>Úpravy v předcházející verzi</i>	22
5.3.1	Odstranění chyb v MSIE	22
5.3.2	Odstranění chyb v prohlížeči Firefox	26
5.3.3	Odstranění chyb v mobilních prohlížečích	27
5.3.4	Refaktoring kódu	28
5.3.5	Změna datové vrstvy	29
5.4	<i>Aplikační vrstva</i>	29
5.4.1	Rozšíření podpory pro další mobilní prohlížeče	29
5.4.2	Uživatelská práva	31
5.5	<i>Synchronizace více prohlížečů v rámci sezení</i>	33
5.5.1	Založení a připojení k sezení	34

5.5.2	Komunikace prohlížeč – server	35
5.5.3	Uložení dat na serveru	36
5.5.4	Generování ID sezení	37
5.5.5	Reakce na odpojení uživatele	38
5.6	Datová vrstva	39
5.6.1	Původní XML struktura	39
5.6.2	XML soubor s definicí autorů	48
5.6.3	HTML soubor Virtuálního mikroskopu	49
5.6.4	Databáze	50
5.6.5	Mapování uživatelů	51
5.6.6	Soubory aplikace na serveru	51
6	Aktuální stav Virtuálního mikroskopu	53
6.1	<i>Další vývoj</i>	<i>54</i>
7	Závěr	56
A	Obsah příloženého CD	59
B	Soubory aplikace	60
B.1	<i>Konfigurační soubory a skripty</i>	<i>60</i>
B.2	<i>Skripty pro získání počáteční definice snímku</i>	<i>60</i>
B.3	<i>Skripty pro správu anotací a jejich značek</i>	<i>61</i>
B.4	<i>Skripty pro správu definic snímku</i>	<i>62</i>
B.5	<i>Skripty pro správu popisu snímku</i>	<i>63</i>
B.6	<i>Skripty pro správu vlastní historie</i>	<i>63</i>
B.7	<i>Skripty pro vlastní nastavení</i>	<i>63</i>
B.8	<i>Skripty pro synchronizaci prohlížečů</i>	<i>64</i>
B.9	<i>Soubory aplikační části</i>	<i>65</i>
C	Databáze aplikace	67
D	Ukázky kódů	70
D.1	<i>Struktura původního XML formátu definice snímku</i>	<i>70</i>
D.2	<i>Definice autora v souboru authors.xml</i>	<i>71</i>
D.3	<i>HTML soubor pro výchozí verzi Virtuálního mikroskopu</i>	<i>72</i>
D.4	<i>Nový HTML soubor pro Virtuální mikroskop</i>	<i>74</i>

1 Úvod

Portál Atlases¹ je unikátní internetová stránka obsahující desetitisíce snímků patologických vzorků nádorů, kožních nemocí, tkání a dalších preparátů, z toho většinu ve velmi vysokém rozlišení (řádově jednotky gigapixelů). Portál je rozdělen na šest částí, přičemž z pohledu práce je důležitá část nesoucí název „Hypertextový atlas patologie“, která primárně slouží pro studenty lékařských oborů. Portál jako celek je využíván uživateli prakticky z celého světa. Za posledních šest měsíců dosahoval podíl uživatelů z oblastí mimo Českou a Slovenskou republiku téměř 40 % veškeré návštěvnosti portálu. V rámci celého portálu Atlases je pro zobrazení snímků využito aplikace, která nese název Virtuální mikroskop (Virtual microscope). První verze této aplikace, která v době psaní této diplomové práce byla nasazena na celém portálu, byla vytvořena panem Josefem Feitem přibližně v roce 2000. V rámci dalšího vývoje byla aplikace postupně upravována do modernější podoby, avšak k jejímu nasazení do ostrého provozu nikdy nedošlo, hlavně kvůli vážným chybám, které obsahovala.

Cílem diplomové práce bylo převzít poslední verzi aplikace Virtuálního mikroskopu a upravit jí podle zadání práce. Jednotlivé kroky úprav spočívají v odstranění závažných nedostatků, které bránily nasazení aplikace do provozního prostředí a její další vývoj. Dále šlo o rozšíření podpory o anotace a jejich správu, o možnost, aby si uživatel mohl uložit vlastní pozice pro snímek či správa popisu snímků. Jednou z nejobsáhlejších částí práce bylo zajištění podpory aplikace v dnešních internetových prohlížečích bez výrazných rozdílů či omezení, podpora synchronizace více prohlížečů v rámci sezení (obdoba sdílení plochy) a kompletní přestavění datové struktury aplikace.

V tomto textu se nejprve věnuji popisům tří verzí Virtuálního mikroskopu, a to od verze úplně první, přes verzi vytvořenou v rámci bakalářské práce pana Slávka Licehammera, až po její poslední upravenou verzi, která sloužila jako výchozí verze pro další úpravy a vývoj. Následující kapitola obsahuje popis technologií použitých pro vývoj aplikace, a to jak na straně serverové, tak klientské. Ve

1. <https://atlases.muni.cz>

třetí kapitole práce je možné se dozvědět o existenci podobných systémů pro správu snímků ve velmi vysokém rozlišení. Předposlední kapitola obsahuje podrobný popis aplikace, převzatou funkcionalitu z původní verze a popis původní datové struktury. Dále se zde lze dočíst informace o databázovém modelu, skriptech pro práci s aplikací a samotných souborech aplikace. Část této kapitoly je také věnována popisu synchronizace mezi prohlížeči. Poslední kapitola obsahuje stručný popis aktuálního stavu Virtuálního mikroskopu včetně několika zajímavých dat. V příloze je dále uveden obsah příloženého CD a také ukázky kódů spolu s XML strukturami původní datové vrstvy. Aplikaci vytvořenou v rámci diplomové práce je možné dále volně šířit a modifikovat pod licencí GNU/GPL.

2 Popis původní aplikace

V této kapitole je popsána původní aplikace pro prohlížení obrázků v rámci portálu Atlases (Virtuální mikroskop) a zároveň také poskytuje přibližný pohled na jednotlivé vývojové verze této aplikace.

Originální verze mikroskopu byla vyvinuta v roce 2000 panem Josefem Feitem, který v současné době působí jako přednosta na Ústavu patologie Lékařské fakulty Masarykovy univerzity. Tato verze je mimo jiné stále využívána na většině webového portálu.

2.1 První verze

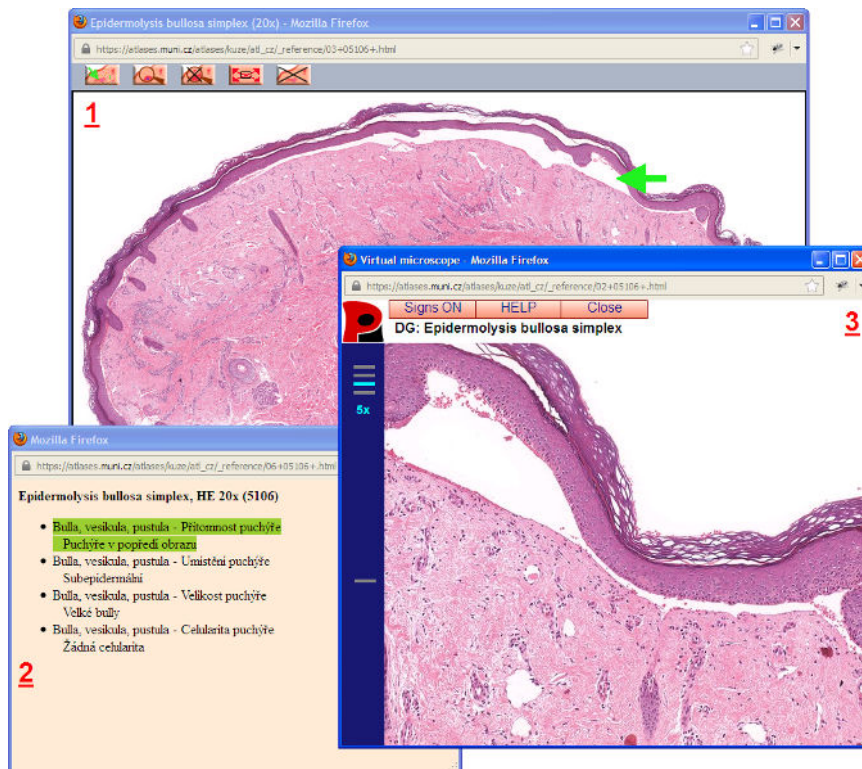
První verze Virtuálního mikroskopu je v současné době používána na pěti ze šesti částí webového portálu Atlases. Jmenovitě se jedná o části:

- Hypertextový atlas dermatopatologie
- Hypertextový atlas fetální patologie
- Hypertextový atlas novorozenecké patologie
- Hypertextový atlas patologie kostní dřeně
- Hypertextový atlas vzácných lymfomů

Aplikace se skládá ze tří oken otevřených v internetovém prohlížeči, přičemž dvě z nich je nutné zobrazit manuálně (pokud jsou k dispozici). Hlavní a první okno, které se uživateli otevře, je okno náhledové, ve kterém je mimo jiné uživateli umožněno zpřístupnění dalších částí mikroskopu. Těmi mohou být okno pro možnost zobrazení anotací a okno pro detailní náhled snímku (obrázek 2.1).

V hlavním náhledovém okně (na obrázku označeném číslem 1) se kromě celkového náhledu na zmenšený snímek zobrazuje několik ikon, které slouží právě pro možnost zobrazení dalších částí aplikace. Do tohoto okna se zároveň zobrazují případné anotace, pokud jsou pro snímek definovány (v okně zobrazená zelená šipka). K zobrazení a správě anotací slouží výše zmíněné druhé okno aplikace (na obrázku označené číslem 2). Obsahuje odrážky textu, na který

2. POPIS PŮVODNÍ APLIKACE



Obrázek 2.1: Stará verze Virtuálního mikroskopu

může uživatel kliknout myší, a pokud je s textem spojena anotace, zobrazí se ve formě barevné šipky nebo tečky do náhledového okna. Třetí okno mikroskopu (označené číslem 3) slouží pro detailní náhled na snímek a umožňuje uživateli snímek posouvat pomocí myši při držení levého tlačítka. Je zde také možnost snímek přiblížit po předem definovaných úrovních přiblížení anebo změnit fokusovací vrstvu snímku, která slouží ke změně „ostření“ snímku (v případě, že snímek byl pořízen v několika rovinách zaostření). V okně č. 3 se zpravidla zobrazuje pouze určitý výřez reálného snímku, který je fyzicky rozdělen na několik (i desítek tisíc) malých dlaždic, ze kterých je poté výsledný požadovaný výřez složen. Originální obrázek je zpravidla velký několik gigapixelů a tomu odpovídá i reálná velikost na disku. Není tedy možné zobrazit snímek jako jednotný celek v plné velikosti. Mikroskop v tomto připomíná poměrně známé systémy pro

zobrazení mapových podkladů v internetových prohlížečích (např. Google maps).

Pro každý obrázek existuje samostatný HTML soubor, který umožňuje zobrazení mikroskopu a práci s ním. Pro samotnou práci (otevírání oken, posun snímkem, zobrazení anotací atd.) s mikroskopem je pak využito jazyka JavaScript. Bližší popis této verze mikroskopu, včetně detailů týkající se datové vrstvy, je možné najít v bakalářské práci pana Slávka Licehammera [5].

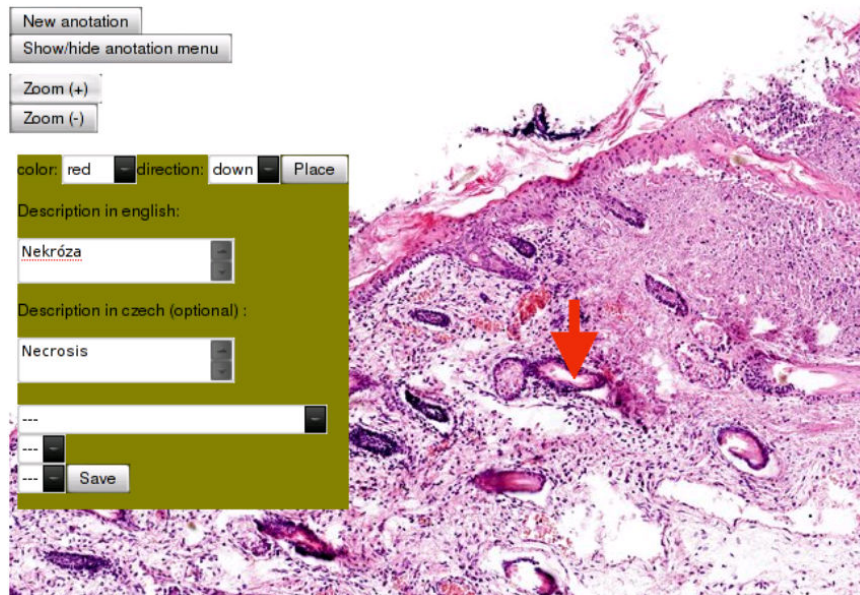
2.2 Upravená verze

V rámci bakalářské práce zmíněné v předchozí podkapitole, byla první verze mikroskopu zmodernizována a převedena do podoby jednooknové aplikace, která kombinuje možnosti všech tří původních oken při současném zachování veškeré původní funkčnosti. Nadále tedy bylo možné pomocí tlačítek měnit přiblížení snímku o předem určenou úroveň, posouvat snímek pomocí myši a zobrazit do snímku anotace, které byly na rozdíl od předchozí verze viditelné i při přiblížení snímku. Jako úplně nová funkcionality byla přidána možnost vkládání anotací libovolnému uživateli pomocí formuláře přímo v hlavním okně aplikace. Tímto způsobem vložené anotace byly následně schváleny správcem, nebo zamítnuty a ze systému odstraněny. Popis aplikace, včetně tvorby a podrobnějších informací lze nalézt v odkazované práci. Snímek takto upraveného mikroskopu je možné si prohlédnout na obrázku 2.2 a pochází z výše zmiňované bakalářské práce.

2.3 Výchozí verze pro diplomovou práci

Pro účely diplomové práce mi byla poskytnuta upravená verze mikroskopu (obrázek 2.3) vycházející z minulé podkapitole popisované verze. Úprava byla provedena panem Lukášem Hejtmánkem. Tuto verzi jsem měl za úkol v rámci této diplomové práce upravit a zmodernizovat.

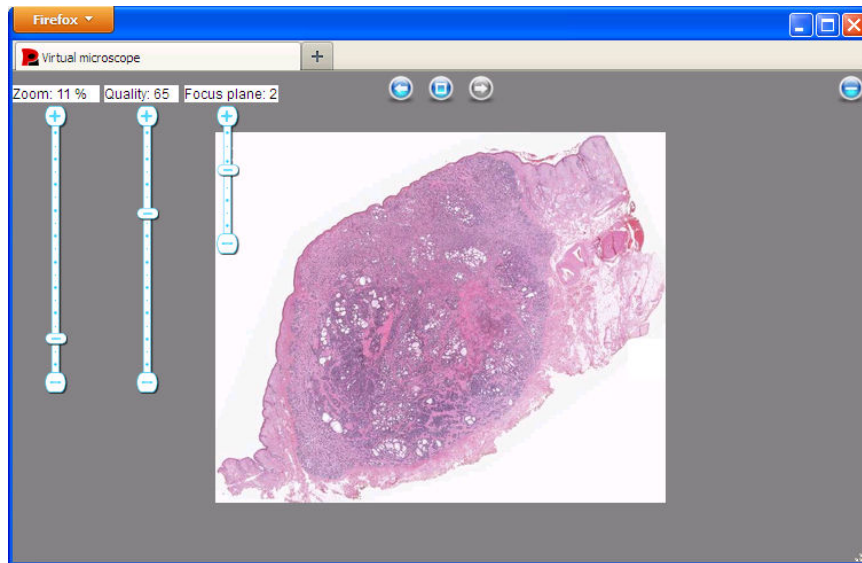
Po provedených úpravách zůstalo nadále, ve výchozí verzi pro diplomovou práci, zobrazení aplikace v rámci jediného okna prohlížeče a možnost posouvat snímek v okně pomocí myši. Oproti



Obrázek 2.2: Upravená verze mikroskopu [5]

verzi, ze které vycházela, byla rozšířena především o možnosti, které umožnily efektivnější a uživatelsky přívětivější práci se zobrazeným snímkem. Provedené úpravy jsou uvedeny v seznamu pod tímto odstavcem. Kromě těchto, níže zmíněných změn, byla verze schodná s verzí předchozí.

- Možnost měnit přiblížení snímku plynule, nikoliv po předem definovaných krocích. Toto přiblížení bylo možné realizovat pomocí táhla v levém horním rohu mikroskopu, kolečkem myši a nebo pomocí dvojitého kliku levého tlačítka myši na zobrazený snímek (přiblížení snímku) nebo kombinaci stisku klávesy shift a dvojitého kliku levého tlačítka myši (oddálení snímku).
- Možnost vybrat část snímku, která se přiblíží a zobrazí do viditelného prostoru prohlížeče při kombinaci stisku klávesy ctrl a tažením myši za současného držení levého tlačítka.
- Plynulou změna fokusovací vrstvy snímku při kombinaci stisku klávesy ctrl a použití kolečka myši.



Obrázek 2.3: Výchozí verze mikroskopu pro diplomovou práci

- Možnost vyvolání historie kroků v mikroskopu a zobrazení snímku do celé viditelné plochy okna prohlížeče.
- Tlačítka pro přiblížení a změnu fokusovací roviny byla nahrazena táhly pro plynulou změnu a zároveň doplněna textem nesoucím informaci o aktuálním přiblížení či fokusovací vrstvě.
- Byla přidána podpora pro zobrazení obrazového formátu JPEG 2000¹ pomocí volání externího CGI skriptu a s ním spojená možnost měnit plynule kvalitu zobrazovaného snímku.
- Zobrazení malého náhledu snímku v pravém rohu okna prohlížeče pokud zobrazovaný snímek přesahoval mimo viditelnou část okna.
- Částečná podpora pro prohlížeč Safari v zařízení iPad 2.

Další podstatnou změnou oproti minulé verzi bylo odstranění možnosti zobrazení a vkládání anotací uživateli. Nutno říci, že úpravy

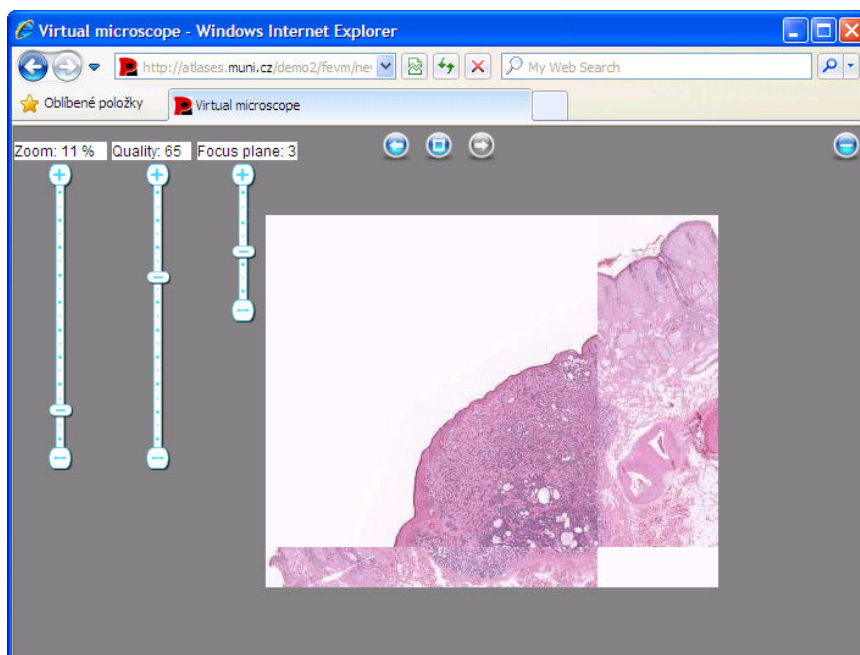
1. <http://www.jpeg.org/jpeg2000>

zde provedené vedly k výraznému zlepšení práce s mikroskopem po uživatelské stránce a umožnily prakticky bezproblémový vývoj v rámci diplomové práce až do současné podoby aplikace. V rámci další části této podkapitoly bych se rád věnoval popisu některých chyb, kterými pracovní verze mikroskopu trpěla a které znemožňovaly její rozšíření a nahrazení úplně první verze.

2.3.1 Podpora v internetových prohlížečích

Asi největším nedostatkem upravené verze, který znemožňoval její rozšíření, byla velice špatná podpora napříč různými internetovými prohlížeči, které lze rozdělit na prohlížeče desktopové (nainstalované na běžných operačních systémech a strojích) a mobilní (dostupné na mobilních zařízeních typu tablet či smartphone). V rámci desktopových prohlížečů byla aplikace testována v Microsoft Internet Explorer verze 8 a vyšší, Firefox 19.0.2, Opera 12.14 a Chrome ve verzi 25. V případě mobilních prohlížečů se jednalo o Opera Mobile 12.10, Chrome verze 18 a Safari 6 Mobile v případě zařízení iPad. Nejzávažnější problémy ze všech prohlížečů byly zaznamenány u prohlížeče MS Internet Explorer, a to ve všech jeho testovacích verzích. V tomto typu internetového prohlížeče, převážně ve verzi 8, byl mikroskop pro své chyby zcela nepoužitelný. Jednalo se o následující chyby a nedostatky, kde nejzávažnější z pohledu funkčnosti byl první a druhý problém. Tyto problémy neumožňovaly používat ani základní funkcionalitu mikroskopu.

- Nebylo možné posouvat zobrazeným snímkem pomocí myši (pouze ve verzi MSIE 8 a nižší).
- Docházelo k častým výskytům vykreslovacích defektů, kdy došlo k úplnému zhroucení zobrazovaného snímku (obrázek 2.4).
- V náhledu se nezobrazovala aktuálně viditelná část snímku a nebylo se možné v něm pohybovat pomocí myši.
- Byl nefunkční výběr přiblížení snímku pomocí klávesy ctrl a myši (pouze ve verzi MSIE 8 a nižší, u vyšších verzí nedocházelo k vykreslení rámečku okolo výběru, avšak výběr a přiblížení se přesto provedlo).



Obrázek 2.4: Špatné zobrazení snímku v prohlížeči MSIE verze 8

Dalším prohlížečem s občasnými problémy, které však neznamenaly nepoužitelnost mikroskopu, byl internetový prohlížeč Firefox. Bez rozdílu verze zde docházelo k občasnému nevykreslení zobrazované dlaždice, na které je snímek rozdělen. Prohlížeči bez zjištěných problémů a s plnou podporou všech funkcí byly Opera a dále Chrome.

Aplikace v této verzi byla zároveň připravena na podporu v internetovém prohlížeči Safari na zařízení iPad. Na tomto typu zařízení byl problém s plynulostí přiblížení pomocí gesta, které se zpravidla nevykonalo, a požadované přiblížení snímku se neprovedlo. Špatná podpora byla také u ostatních mobilních prohlížečů jako například Opera Mobile a Chrome, kde gesta pro přiblížení či oddálení snímku nefungovala vůbec. Ostatní funkcionalita byla v těchto prohlížečích v pořádku a zcela funkční.

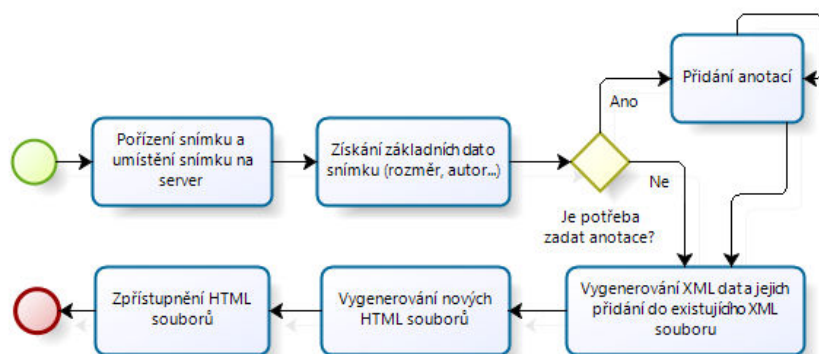
2.3.2 Styl psaní kódu

Nežádoucím efektem postupného vývoje aplikace od počáteční verze až po verzi současnou bylo, že každý z vývojářů nové verze do ap-

likace přidal kód psaný stylem specifickým pro konkrétního programátora. Nejednalo se tedy o chyby, které by znemožňovaly přímé použití mikroskopu, ale spíše o chyby ztěžující případný další vývoj aplikace a ladění chyb zjištěných během reálného používání mikroskopu. Jednalo se zpravidla o styl pojmenování proměnných a funkcí a kombinování češtiny a angličtiny pro jejich názvy. Dále používání nebo naopak nepoužívání složených závorek v případě jednopříkazových if-else větví v programu, kombinaci mezer a tabulátorů pro odsazení kódu či používání různého počtu mezer pro odsazení kódu stejné úrovně. Dalším nedostatkem byla téměř absolutní absence komentářů v kódu, chybějící dokumentace a popis existujících funkcí.

2.3.3 Starý systém souborů

Už od první verze mikroskopu a celého portálu Atlases se využívalo (a stále využívá) textových souborů obsahujících data uložená ve formě XML² datové struktury a obsah portálu je z nich generován za použití externích skriptů. V diplomové práci se budu nadále zabývat pouze soubory týkajícími se Virtuálního mikroskopu a nikoliv soubory pro samotný webový portál.



Obrázek 2.5: Schéma založení nového snímku pro mikroskop

Pro vytvoření nového snímku (obrázek 2.5), nebo úpravu již existujícího, bylo zapotřebí vytvořit záznam do existujícího XML souboru

2. <http://www.w3schools.com/xml>

a spustit speciální skript napsaný v programovacím jazyce Perl³, který z aktuálních dat vygeneroval nový HTML soubor. Ten poté sloužil jako nová instance mikroskopu pro zobrazení daného snímku a uživateli byl na něj zpřístupněn odkaz v portálu. Tato technika byla použita i v této upravené verzi Virtuálního mikroskopu, ze které vychází diplomová práce.

Tento systém měl zajisté své výhody, ale i nevýhody. Jako bezpečnou výhodou můžeme jmenovat fakt, že systém byl důkladně ověřen několika lety funkčnosti a pan Josef Feit, jakožto jediný správce systému, byl s jeho používáním velice dobře obeznámen. Všechny pomocné skripty pro generování a styl XML souborů si přitom vytvářel sám. Proti starému systému hovoří nesporná náročnost případné údržby a úprav již vygenerovaných souborů pro jednotlivé snímky. Množství vygenerovaných souborů je enormní, protože portál obsahuje několik desítek tisíc snímků (a tedy i souborů) a vygenerované HTML soubory dosahují v součtu velikosti několika stovek megabytů dat. Zde připomeňme, že pro každý snímek musí existovat minimálně jeden HTML soubor obsahující hlavní náhledové okno mikroskopu. V případě přítomnosti anotací a možnosti detailu pro snímek je nutné tento počet zvýšit o další dva soubory. Data a informace o snímcích pro mikroskop v rámci jedné části portálu jsou dále uložena v jednom XML souboru, který dosahuje velikosti několika desítek megabytů dat. To zaprvé ztěžuje manipulaci se souborem v případě nutnosti editace těchto dat (například dodatečné přidání anotací) a zároveň prakticky znemožňuje vyhledávání nad daty v rámci portálu v reálném čase, neboť zpracování takto datově objemného souboru je časově a výpočetně velice náročné.

V rámci zadání práce tedy bylo mimo jiné požadováno, aby byl stávající systém, využívající soubory XML a skripty pro generování jednotlivých stránek mikroskopu, upraven a převeden na systém využívající vhodnou databázi a v ní uložená data. O tomto převodu, novém systému uložení dat a bližšímu popisu původních souborů s uloženou XML strukturou pojednává samostatná kapitola 5.6

3. <http://www.perl.org>

3 Technologie použité pro vývoj aplikace

Technologie pro vývoj lze rozdělit do dvou skupin – technologie serverové a na druhé straně technologie, se kterými přichází do kontaktu přímo uživatel aplikace. V případě volby serverových technologií bylo nutné zvolit programovací jazyk, který je schopný komunikace s databází pro získání dat o snímcích, která již nebudou dostupná v podobě XML souborů, a také samotný databázový systém pro uložení těchto dat. Pro vytváření rozhraní aplikace, se kterým interaguje uživatel, bylo rozhodnuto zachovat technologie, které byly použity v původním systému. Jediná změna se týká jazyka JavaScript, který byl obohacen o technologii AJAX. Důvody volby konkrétních technologií a jejich popis si je možné přečíst v následujících podkapitolách.

3.1 Technologie použité na straně uživatele

3.1.1 HTML

Pro tvorbu obsahu webové stránky mikroskopu bylo využito značovacího jazyka HTML1 4.01¹ [3]. Důvodem využití starší verze (např. oproti verzi XHTML²) byl fakt, že novější verze prakticky nepřináší žádnou výraznou funkcionalitu oproti svému předchůdci. Důvodem nevyužití v dnešní době masově nastupujícího HTML 5³ je to, že bych pro tvorbu mikroskopu nevyužil téměř žádnou z jeho nových funkcí, a jeho stále zatím ne plná podpora v současných prohlížečích. Dalším důvodem nevyužití jazyka HTML 5 je skutečnost, že nejvíce uživatelů přicházejících na portál Atlases a vlastních prohlížeč MS Internet Explorer, disponuje tímto prohlížečem ve verzi 8, která novou verzi HTML 5 nepodporuje vůbec. Statistiku zastoupení jednotlivých verzí internetového prohlížeče MS Internet Explorer u návštěvníků portálu pro rozmezí od 22. 10. 2012 do 22. 3. 2013 si je možné prohlédnout na obrázku 3.1 (data jsou získána pomocí Google Analytics a pocházejí ze dne 22. 3. 2013).

1. <http://www.w3schools.com/html>

2. http://www.w3schools.com/html/html_xhtml.asp

3. http://www.w3schools.com/html/html5_intro.asp

3. TECHNOLOGIE POUŽITÉ PRO VÝVOJ APLIKACE

Verze prohlížeče	Návštěvy	↓
1. 8.0	20 503	
2. 9.0	16 385	
3. 7.0	4 034	
4. 6.0	746	
5. 10.0	541	
6. 999.1	2	
7. 4.01	1	
8. 8	1	

Obrázek 3.1: Statistika návštěvnosti portálu Atlases pro prohlížeč MSIE

3.1.2 CSS

Stylování vzhledu aplikace bylo dosaženo využitím kaskádových stylů CSS 2.1⁴. Zároveň bylo využito novější verze CSS 3⁵, a to pro její možnost stylování zakulacených rohů rámečků prvků pro lepší vzhled mikroskopu v novějších CSS 3 podporujících prohlížečích. Důvodem nevyužití novější verze CSS v celém spektru možností je opět téměř nulová využitelnost nových grafických možností a efektů. Nesporným faktem poté zůstává stále ne plná podpora v internetových prohlížečích, kdy je nutné používat pro jednu definici stylu i několik tzv. prefixů specifických pro každý prohlížeč, čímž zbytečně narůstá velikost kódu stylu a také se zbytečně zesložit uje jejich případná úprava. Posledním důvodem nevyužití CSS 3 je jejich nulová podpora v prohlížeči MS Internet Explorer 8.

3.1.3 JavaScript

Podobně jako v předcházejících verzích mikroskopu je hlavním programovacím jazykem využitým pro práci s mikroskopem JavaScript. V současné nové verzi mikroskopu jsem poté využil i technologii AJAX[2], která umožňuje dotazování se serveru na pozadí běhu aplikace a eliminuje nutnost obnovení celé stránky s otevřeným

4. <http://www.w3schools.com/css>

5. <http://www.w3schools.com/css3>

snímkem při změně nastavení či vyvolání akce na naprosté minimum. Tím se

1. nezatěžuje server poskytující jednotlivé dlaždice snímku pro vykreslení
2. nezatěžuje datová linka k uživateli, kdy by po každé akci musel opětovně načítat a stahovat potřebná obrazová data
3. aplikace stává více uživatelsky přívětivou a použitelnou

Důvodem nevyužití například technologie typu Flash⁶ je i to, že s touto technologií mají problémy mobilní platformy a zvláště mobilní zařízení od firmy Apple tuto technologii nepodporují vůbec (zastoupení mobilních uživatelů přitom tvoří přes 10 % celkové návštěvnosti portálu). Dalším důvodem je nutnost mít nainstalovaný přehrávač na straně uživatele, zatímco JavaScript je dnes bez problému podporován ve většině internetových prohlížečů bez nutnosti dodatečné instalace dalších programů. Jako další důvod volby pokračovat ve vývoji s pomocí jazyku JavaScript byl fakt, že původní systém byl již v tomto jazyce naprogramován a bylo tedy možné hlavní část kódu převzít a nevyvíjet tuto funkcionalitu znovu. Jako poslední důvod můžeme jmenovat fakt, že technologie typu Flash je v dnešní době již zastaralá a není vůbec jisté, jakou další cestou bude její vývoj pokračovat⁷.

3.2 Serverové technologie

3.2.1 PHP

Mnou vypracovaná verze mikroskopu se na rozdíl od svých předcházejících verzí liší zejména v datové vrstvě, kdy byly jednotlivé v předchozí kapitole již zmíněné XML soubory nahrazeny daty uloženými v databázi (více informací se lze dočíst v kapitole 5.6.4). Bylo tedy nutné využít některý ze serverových programovacích jazyků pro

6. <http://www.adobe.com/cz/products/flash.html>

7. <http://blogs.adobe.com/conversations/2011/11/flash-focus.html>

3. TECHNOLOGIE POUŽITÉ PRO VÝVOJ APLIKACE

přístup k této databázi a ke správě dat v ní uložených. Rozhodoval jsem se mezi skriptovacími jazyky Perl a PHP, které jsou si v zásadě velice podobné. Volba použitého jazyka nakonec padla na PHP ve verzi 5[1], se kterým mám ze dvou zmíněných jazyků více zkušeností. Pátá a aktuálně nejnovější verze tohoto jazyka byla využita kvůli podpoře čtení a získávání dat z XML souborů přímo nástroji jazyka a nikoliv pomocí externích knihoven a pro možnost objektového přístupu k databázi MySQL. PHP skripty jsou poté dotazovány výhradně pomocí AJAX technologie z hlavního okna nové verze mikroskopu.

3.2.2 MySQL

Pro uložení dat původně umístěných v XML souborech bylo nutné využít některou z existujících databází. Využita byla na serveru, kde je portál umístěn, již nainstalovaná a provozovaná databáze MySQL[4].

3.3 Vývojové prostředí

Aplikace Virtuálního mikroskopu byla vyvíjena na osobním počítači, kde byla v počátcích vývoje i testována. Konečný vývoj a testování aplikace poté probíhalo přímo na serveru, kde je umístěn portál Atlases, a to paralelně vedle původní verze mikroskopu. Toto testování probíhalo za asistence pana Josefa Feita. V první třetině měsíce března roku 2013 poté nová verze nahradila v té době používanou verzi v jedné ze šesti částí Atlases portálu a byla zpřístupněna běžným uživatelům portálu.

4 Existující systémy

Kapitola se zabývá stručným popisem již existujících systémů určených pro zobrazování obrazových dat ve vysokém rozlišení. Text kapitoly se omezuje pouze na tři existující systémy (Zoomify, PanoJS3, OpenLayers), takže výčet samozřejmě není a ani nemůže být konečný. V kapitole je zároveň vynecháno popsání aplikací pro zobrazení mapových podkladů, jako jsou například Mapy.cz, Google Maps, Bing Maps a jim podobné aplikace. Důvodem je jejich poměrně dobrá známost a rozšířenost mezi běžnými uživateli a také fakt, že i přes možnost využití zobrazení map na vlastních internetových stránkách zde není také možnost zobrazit pomocí jejich API vlastní obrazová data. Zároveň také nesporný fakt, že primárně tyto aplikace slouží k naprosto odlišným účelům a obsahují v oblasti lékařských snímků nevyužitelnou funkcionalitu, byť základ zobrazení snímku (resp. mapy) je velice podobný.

Při vývoji nového Virtuálního mikroskopu byla totiž zvažována možnost využít některé z již existujících systémů a doimplementovat ručně potřebnou funkcionalitu, kterou neobsahují, podobně jako u upravované verze mikroskopu. Tato možnost u mapových aplikací není uskutečnitelná a u dále zmíněných systémů by také nebyla zcela bez problémů.

Od této možnosti rozšíření již existujících systémů bylo nakonec tedy upuštěno. Důvodem je fakt, že ani jedna z níže zmiňovaných verzí aplikací neobsahovala v době vývoje funkcionalitu vyžadovanou v diplomové práci v takovém rozsahu, že by využití některé popisované verze systému oproti využití již upraveného mikroskopu přineslo výraznější úsporu času. Zároveň existující systémy mnohdy obsahují funkcionalitu nepotřebnou a zbytečnou pro nový mikroskop. Nesporným faktem hovořícím proti jsou případné možné problémy při nasazení na již několik let existující systém správy snímků, nepochybná nutnost úpravy existujícího kódu vycházející z požadavků práce a také zanášení kódu třetích stran, který nemusí být vždy bez problémů pochopitelný a udržitelný, do portálu Atlases. Jistou výhodou využití již funkčních aplikací by byla podpora v různých internetových prohlížečích, zpravidla bezproblé-

mová funkcionálna existujúcich funkcií a prípadná podpora ze strany vývojářů při implementaci nových funkcií a rozšiřování již existujúcich.

Hlavním důvodem odmítnutí těchto již téměř hotových řešení bylo primárně to, že rozdíl mezi využitím a úpravou těchto systémů oproti pokračování ve vývoji výchozí verze mikroskopu by byl ve výsledku minimální.

4.1 Zoomify

Jedná se o aplikaci podporující zobrazení obrázků ve vysokém rozlišení za podpory HTML 5 a technologie Flash. Výhodou systému je bezproblémová funkčnost v existujúcich prohlížečích a ve vyšších verzích aplikace i podpora anotací. Velikou nevýhodou je fakt, že se jedná o komerční aplikaci, a s tím i případné problémy při úpravě kódu a rozšiřování systému o vlastní funkcionálnu nezbytnou pro správné fungování mikroskopu v rámci zadání práce. Drobnou vadou zůstává například nefunkčnost kolečka myši nebo možnost přiblížení pouze po předem definovaných krocích, které jsou poměrně velké. Bližší informace k aplikaci je poté možné nalézt na webových stránkách www.zoomify.com, a to včetně bližšího popisu verzí, licenčních podmínek a cen produktu.

4.2 PanoJS3

Na rozdíl od předcházející aplikace se jedná o open source¹ projekt postavený na programovacím jazyce JavaScript. Výhodou je již zmíněný otevřený kód, podpora ve většině internetových prohlížečů včetně Microsoft Internet Explorer 8 a celková svižnost přiblížování a práce se zobrazeným snímkem. Proti systému poté hovoří nepřítomnost anotací a dalších požadovaných funkcií nového mikroskopu, a dále také možné potíže při nasazení na existující systém snímků. Zároveň je nejistá funkčnost v případě systému snímků, které nemají jednotlivé dlaždice pro poskládání výsledného obrazu, ale jedná se o snímky s fixním rozlišením, což je stále většina snímků v portálu Atlases. Dalším drobným nedostatkem je, podobně jako

1. <http://www.opensource.org>

u předchozího systému, poměrně veliký krok jednotlivé změny přiblížení. Webové stránky projektu, kde se lze dočíst bližší informace, popřípadě stáhnout si zdrojový kód aplikace, se nachází na adrese www.dimin.net/software/panojs.

4.3 OpenLayers

Podobně jako u předcházejícího systému se jedná o JavaScript knihovnu šiřitelnou pod licencí open source. Výhody a nevýhody jsou prakticky shodné s předcházející zmíněnou aplikací PanoJS3. Systém umožňuje jemnější krokování pro změnu přiblížení, také podporuje zobrazení anotací do zobrazeného snímku a bezproblémové zobrazení snímků bez přítomných dlaždic. Ve skutečnosti se jedná o knihovnu, která poskytuje API k zobrazení mapových podkladů a s tím i související množství funkcí, které nelze prakticky využít v nové verzi mikroskopu. Knihovna je například využita v projektu OpenStreetMap². Webová stránka projektu, kde se lze dočíst více informací o dané knihovně, popřípadě získat zdrojové kódy, je dostupná na internetové adrese www.openlayers.org.

2. <http://www.openstreetmap.org>

5 Nový Virtuální mikroskop

Kapitola se zabývá popisem aktuální verze Virtuálního mikroskopu, která vznikla jako výsledek této diplomové práce. Nabízí pohled na nové funkce aplikace, popis nového databázového modelu, PHP skriptů, které jsou pro její běh nezbytné, a popis HTML a JavaScript souborů, které slouží pro zobrazení mikroskopu v prohlížeči uživatele. Zároveň obsahuje popis převzaté funkcionality z původní aplikace a popis staršího systému XML souborů.

5.1 Popis aplikace

Cílem diplomové práce bylo rozšíření mě poskytnuté verze Virtuálního mikroskopu (popsané v kapitole 2.3), a to zejména o následující seznam bodů:

- Možnost zobrazení a editaci šipek (anotací) ukazující důležitá místa v zobrazovaném snímku.
- Možnost zobrazení a editace popisu zobrazovaného snímku.
- Možnost uložení pozice zobrazeného snímku, možnost návratu na předešlou pozici (historie kroků).
- Možnost ukládání historií pozic ve snímku na straně serveru, a to pro každý snímek a uživatele samostatně.
- Možnost účastnit se tzv. sezení, tj. propojení několika prohlížečů nad jedním snímekem a synchronizaci snímku a pohybu všech účastníků daného sezení.

Dalším důležitým požadavkem práce bylo přenesení současné XML souborové organizace dat do vhodnější podoby (databáze) a rozšíření podpory v současných internetových prohlížečích.

Během vývoje aplikace se poté ukázalo jako vhodné původní zadání rozšířit o několik následujících dodatečných funkcí.

- Dokončení a zprovoznění kompletní lokalizace do dvou jazykových verzí (český a anglický jazyk).

- Změna současného vzhledu grafiky mikroskopu vzhledem k nově plánovanému Atlases portálu.
- Možnost kompletně spravovat iniciální nastavení snímku přímo z webového prostředí mikroskopu.
- Možnost trvalého vlastního nastavení jazykové verze, zobrazení historie či změny kvality snímku.
- Rozšíření mikroskopu o verzi pro zobrazení statických snímků bez jednotlivých dlaždic, ze kterých se skládá výsledný snímek.
- Rozšíření podpory o mobilní prohlížeče.
- Zavedení celkem čtyř uživatelských práv. Dále možnost nastavit pro každý snímek libovolné množství uživatelů majících práva pro správu anotací a udělení zvláštního oprávnění na základě vlastnictví snímku.

5.2 Převzatá funkcionalita z předcházející verze

V počátcích vývoje aplikace bylo nutné vyřešit otázku, zda-li využít původní verzi mikroskopu, opravit v ní nalezené chyby a pokračovat v integraci nových funkcí do této upravené verze, nebo využít tuto verzi pouze jako jakýsi návod a inspiraci pro verzi novou a vývoj začít od úplného počátku.

Původní verze, jak již bylo zmíněno v kapitole 2.3, trpěla v zásadě vážnými problémy jen v případě internetového prohlížeče Microsoft Internet Explorer. V ostatních prohlížečích byly chyby minimální nebo naopak žádné. Datovou vrstvu v podobě XML souborů bylo nutné vyměnit za novou bez ohledu na pokračování ve vývoji nebo započítí vývoje úplně nové verze. Vzhledem k prakticky bezproblémovému chodu aplikace ve většině internetových prohlížečů jsem se nakonec rozhodl využít celého původního kódu výchozí verze Virtuálního mikroskopu, jednotlivé nové funkce do něj doprogramovat a kód upravit tak, aby byl funkční i v problémových prohlížečích. Během vývoje se tato volba poté ukázala jako správná, protože každá nová funkcionalita byla v zásadě oddělená od ostatních a do celkového původního kódu aplikace zasahovala jen minimálně. Bylo tedy možné

se odrazit od poměrně zdařilé a nejdůležitější části mikroskopu a tou bylo samotné zobrazování snímků a manipulací s nimi, které bylo v zásadě funkční.

5.3 Úpravy v předcházející verzi

Úpravy v kódu původní verze mikroskopu byly trojího charakteru. Jedním bylo ošetření chyb, aby verze vykazovala stejnou funkcionalitu ve všech prohlížečích. Druhou byl refaktoring, neboli zlepšení existujícího kódu. Třetí a nejzásadnější změnou byla celková změna datové vrstvy mikroskopu, kdy proběhlo nahrazení struktury XML souborů v databázi uloženými daty.

5.3.1 Odstranění chyb v MSIE

Chyby objevené v prohlížeči Microsoft Internet Explorer (hlavně verze 8) byly zpravidla způsobeny voláním JavaScriptových funkcí, které tato verze prohlížeče nepodporovala, popřípadě voláním funkcí nad objekty, které nebyly definovány. Tento problém znemožňoval v MSIE 8 pohyb zobrazeným snímkem pomocí myši a pohyb v náhledu snímku.

Chyba byla způsobena použitím dvou funkcí, které jsou dostupné až v MSIE 9:

- **preventDefault()** - funkce při vzniku události na stránce (například klik myši na odkaz) znemožní vykonání výchozí akce spojené s touto událostí (například přesměrování prohlížeče na stránku, na kterou odkazuje daný odkaz).
- **stopPropagation()** - doplňující funkce k předešlé. V případě, že dojde ke vzniku události na stránce, je tato událost standardně přenášena stromovou strukturou elementů na stránce až do kořene stránky (v případě HTML stránky se jedná o tag `<html></html>`). Funkce poté slouží k zastavení události a jejímu následnému nepřenesení do dalších elementů stránky.

Starší verze prohlížeče MSIE (od verze 8 níže) podporuje podobné vlastnosti nad případnou událostí, ale s jinými názvy a přístupem

k těmto vlastnostem. Jedná se o vlastnost *event.returnValue*¹, která je obdobná funkci *preventDefault()* a vlastnost *event.cancelBubble*², která plní stejný účel jako funkce *stopPropagation()*. Tyto vlastnosti novější prohlížeče již nepodporují, a proto je ignorují. Řešením tedy bylo napsání vlastní funkce, která bude v sobě kombinovat všechny čtyři možnosti zastavení akce v případě, že vznikne libovolná událost, kterou chceme zastavit a zabránit jejímu vykonávání.

```
1 function cancelEvent(event) {
2     // novější podporující prohlížeče
3     if (event.preventDefault) {
4         event.preventDefault();
5     }
6     if (event.stopPropagation) {
7         event.stopPropagation();
8     }
9
10    // starší prohlížeče nepodporující nové funkce
11    event.returnValue = false;
12    if (!event.cancelBubble) {
13        event.cancelBubble = true;
14    }
15 }
```

V případě zavolání funkce *cancelEvent* nad událostí ve starším typu prohlížeče, který nepodporuje volání například funkce *preventDefault*, se podmínka *if(event.preventDefault)* vyhodnotí záporně (*false*), protože prohlížeč nad událostí tuto vlastnost nezná (neumí interpretovat). V případě, že prohlížeč akci podporuje, podmínka se vyhodnotí kladně a daná akce se vykoná. Obdobně pro následující akce.

Předchozí problém úzce souvisí s chybou, kdy byly akce volány nad proměnnými, které byly nedefinovány. Mějme následující kód, který libovolnému elementu stránky (například odkazu) s id atributem „*test*“ nastaví jako obsluhu události naší funkci *myFunction(event)*, která se vykoná v okamžiku kliknutí na tento element. Proměnná *event* zde představuje událost, která se vykonala (v tomto případě se jedná o klik myší na element internetové stránky).

1. <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ie/ms534372%28v=vs.85%29.aspx>

2. <http://developer.mozilla.org/en-US/docs/DOM/event.cancelBubble>

```
1 document.getElementById("test").onclick = myFunction;
2 function myFunction(event) {
3     if (event) {
4         alert("Event je definován.");
5     } else {
6         alert("Event není definován.");
7     }
8 }
```

V případě, že tento kód spustíme v prohlížeči MSIE 9 stránka zobrazí varovný dialog „Event je definován.“. Když tento kód spustíme v prohlížeči MSIE 8 a nižší, stránka zobrazí varovný dialog „Event není definován.“. Události nejsou obslužným funkcím v prohlížeči MSIE 8 a nižším totiž předávány jako automatické parametry, ale je nutné je získat z proměnné *window.event* v okamžiku vzniku dané události (například vykonání funkce *myFunction*). V případě, že tedy funkci výše upravíme do podoby

```
1 function myFunction(event) {
2     if (!event) {
3         // event není definován
4         event = window.event;
5     }
6     // původní kód
7 }
```

získáme tak funkční kód plnící stejnou funkcionalitu a umožňující obsluhu události stejným způsobem pro všechny typy prohlížečů.

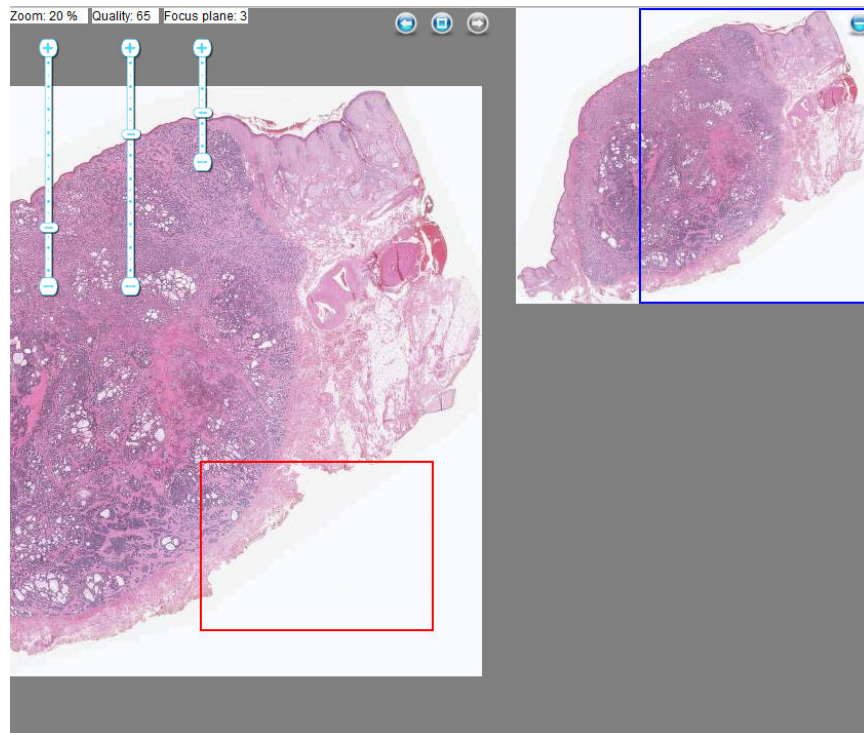
Chyba nezobrazení aktuálně viditelné části snímku v náhledu byla z části vyřešena změnami provedenými výše. Nebylo však možné se v náhledu pohybovat pomocí myši. Funkce pro obsluhu událostí nad mapou byly ovšem po zavedení oprav výše naprosto funkční. Příčinou problémů bylo namapování událostí na špatný element stránky, ve kterém sice byla obsažena mapa, ale ne samotný obrázek obsahující mapu. Řešení problému se tedy ukázalo ve výsledku jako jednoduché a naprosto bezproblémové. Oprava chyby vyřešila nestandardní chování náhledu snímku a sjednotila jeho chování ve všech internetových prohlížečích, včetně mobilních.

Poslední chybou v zásadě bránící použití verze mikroskopu jako výchozí verze pro implementaci dodatečné funkcionality bylo špatné chování výběru snímku a jeho přiblížení pomocí kombinace klávesy *ctrl* a tlačítka myši. Po provedení úprav výše se podařilo sjed-

notit funkcionalitu ve všech verzích MSIE, avšak červené ohraničení výběru stále nebylo viditelné. Výše zmíněná chyba byla prakticky způsobena netradičním chováním prohlížeče Internet Explorer oproti jiným prohlížečům. Element, kam se vykresloval obdélník značící výběr, měl z počátku generování stránky nastavenou CSS vlastnost *z-index*³ na velmi vysokou hodnotu, aby element byl vždy viditelný i při velkém množství změn přiblížení snímku v mikroskopu. Jednotlivé dlaždice snímku mají tuto vlastnost nastavenou také a je jim dynamicky zvětšována při změně přiblížení tak, aby snímky aktuální úrovně přiblížení byly umístěny „v předu“ a skryly tak neaktuální dlaždice snímku. Prohlížeč MSIE však aktualizaci této vlastnosti nepromítal do aktuálního vykresleného vhledu stránky. Situace pak vypadala, jako kdyby element obsahující aktuálně vykreslené červené ohraničení výběru, byl umístěn až za zobrazenými dlaždicemi, byť měli nižší hodnotu vlastnosti *z-index*. Řešením tedy bylo pravidelně, při vykreslení další „vyšší“ vrstvy dlaždic aktualizovat dynamicky element pro vykreslení výběru a nastavit mu hodnotu *z-index* o jedna vyšší než hodnota stejné vlastnosti aktuálně nejbližší zobrazené dlaždice.

Postupnou aplikací výše zmíněných úpravám byla docílena naprosto shodná funkčnost ve všech typech testovaných desktopových internetových prohlížečů, a to včetně Microsoft Internet Explorer ve verzi 7, pro který funkčnost aplikace nebyla původně vůbec zamýšlena. Stav mikroskopu po provedení úprav a s aktivovaným výběrem (červený rámeček) v MSIE 7 je možné si prohlédnout na obrázku 5.1.

3. http://www.w3schools.com/cssref/pr_pos_z-index.asp



Obrázek 5.1: Původní verze mikroskopu po provedených úpravách v MSIE 7

5.3.2 Odstranění chyb v prohlížeči Firefox

Prohlížeč Firefox (ve všech testovacích verzích) trpěl chybou, kdy nebyla prohlížečem zobrazena dlaždice snímku. Příčina chyby v tomto případě nebyla přímo v kódu aplikace, ale byla způsobena prohlížečem samotným. Pokud se v mikroskopu mělo zobrazit několik desítek dlaždic, prohlížeč Firefox někdy nedokončil načítání jedné nebo několika dlaždic, i když u ostatních provedl načtení ze serveru a jejich vykreslení korektně. Chyba byla vyřešena pomocí funkce, která kontrolovala načtení aktuálních dlaždic a v případě, že dlaždice po určité době načtena nebyla, provedla načtení znovu. Chování při načítání dlaždic se dá popsat jako následující série kroků:

1. Mikroskop vytvoří dlaždici a nastaví vlastní atribut *isLoad* pro tuto dlaždici na hodnotu 0.

2. Pokud dojde k načtení dlaždice, je zavolána funkce namapována na událost `onload` dané dlaždice, která atribut `isLoad` změní na hodnotu 1.
3. Se zpožděním se zavolá funkce `checkIfIsLoaded()`, která pro dlaždici zkontroluje atribut `isLoad`. Pokud obsahuje hodnotu 1, došlo k načtení dlaždice korektně a funkce se ukončí. Pokud stále obsahuje hodnotu 0, načtení dlaždice se nezdařilo a funkce pokračuje opět bodem 1 (tj. pokusí se dlaždici vytvořit znovu).

Výhodou tohoto řešení je jeho univerzálnost pro všechny prohlížeče a přitom zanedbatelný vliv na výkon mikroskopu, a to i v případě mobilních zařízení.

5.3.3 Odstranění chyb v mobilních prohlížečích

Chyba, kterou bylo potřeba odstranit v případě mobilních prohlížečů, se vztahovala prakticky jen na prohlížeč Safari na zařízení iPad, kde nebylo funkční přiblížení snímku pomocí standardního gesta. Podpora ostatních mobilních prohlížečů a zařízení nebyla z počátku vývoje aplikace vůbec zamýšlena, ale nakonec byla rozšířena i na ostatní mobilní prohlížeče a zařízení. Chyba přiblížení byla v případě zařízení iPad způsobena prostou chybou v zaokrouhlení ve funkčním kódu a byla odstraněna prakticky bez zásahů do jiných částí kódu.

Pro určení, zda se má provést přiblížení nebo oddálení snímku, je nad elementem obsahující zobrazovaný obraz obsluhována událost `ongesturechange`, která se aktivuje v okamžiku změny pozice prstů na obrazovce zařízení. Událost takto obsluhovaná má poté (v případě zařízení iPad nebo iPhone) vlastnost `event.scale`, která obsahuje číselnou hodnotu symbolizující dané gesto. Pokud je hodnota menší než 1 dochází k oddálení (prsty se k sobě přibližují) nebo pokud je větší než 1 dochází naopak k přiblížení (prsty se od sebe oddalují). Problémem v kódu aplikace se ukázal fakt, že je nutné aktuální stav vlastnosti `event.scale` převést na hodnotu -1 (oddálení) nebo 1 (přiblížení). V tomto bodě docházelo k výše zmíněné zaokrouhlovací chybě.

5.3.4 Refaktoring kódu

Refaktoring kódu byl prováděn až na samotném konci práce a jednalo se o několik změn, jejichž účelem bylo hlavně celkové zpřehlednění převzatého kódu. V prvním kroku se jednalo o převedení názvů proměnných a funkcí do jednotného stylu pojmenování. Původní kód totiž obsahovat kombinaci anglických a českých názvů proměnných a funkcí, či kombinaci názvů, kde se jednotlivá slova oddělovala podtržítka a v případě jiných názvů podtržítka chyběla. Pro pojmenování byl nakonec zvolen styl psaní názvů proměnných a funkcí známý jako „camelCase“.

Druhou částí úpravy kódu bylo sjednocení používání složených závorek u jednopříkazových cyklů a podmíněných konstrukcí. Původní kód obsahoval kombinaci prakticky všech možných stylů, které je možné pro tuto strukturu kódu využít. Ve finální verzi aplikace byly složené závorky doplněny a každý příkaz byl převeden na samostatný řádek kódu. Konstrukce jako například

```
1 if (podmínka) příkaz;
2 if (podmínka)
3   příkaz;
4 if (podmínka) příkaz; else příkaz2;
```

byly tedy převedeny do tvaru

```
1 if (podmínka) {
2   příkaz;
3 }
```

nebo, v případě if-else konstrukce do tvaru

```
1 if (podmínka) {
2   příkaz;
3 } else {
4   příkaz2;
5 }
```

Účelem těchto změn bylo hlavně zpřehlednění kódu a dodržení stejného stylu psaní pro celou aplikaci, a to i včetně podpůrných PHP skriptů umístěných na serveru.

Třetí částí úpravy existujícího kódu bylo jeho pročištění od nevyužívaných proměnných či funkcí, které byly v kódu zapomenuty nebo nahrazeny jinými. Poslední částí bylo doplnění dokumentace, popřípadě komentářů k jednotlivým funkcím, proměnným či kon-

strukcím v kódu, které si komentář pro svou náročnost pochopení vyžadovaly.

5.3.5 Změna datové vrstvy

Pro požadavky plynoucí ze zadání práce bylo nutné kompletně změnit základní datovou vrstvu aplikace a nahradit doposud používané XML soubory, ze kterých byl mikroskop generovaný, vhodnou databází a s ní spojenými externími skripty pro její obsluhu. S touto změnou byla spojena i změna dosavadní struktury výchozího HTML souboru pro aplikaci. Více informací o tomto kroku lze nalézt v kapitole 5.6.

5.4 Aplikační vrstva

V této části kapitoly je popsáno rozšíření podpory pro ostatní internetové prohlížeče (Opera Mobile a Chrome) a také uživatelská práva, která mohou obdržet uživatelé aplikace. Soubory aplikační části, pomocí kterých je aplikace tvořena a následně zobrazena v internetovém prohlížeči, jsou detailně popsány na konci přílohy B.

5.4.1 Rozšíření podpory pro další mobilní prohlížeče

Po opravě chyby pro prohlížeč Safari na zařízení iPad, kdy se nesprávně provádělo přiblížení nebo oddálení zobrazeného snímku pomocí gesta, byla tato funkčnost vyzkoušena i v ostatních mobilních internetových prohlížečích. Bohužel tyto prohlížeče nemají podporovanou událost *ongesturechange*, která je při použití gesta pro změnu přiblížení vykonána. Bylo tedy nutné nalézt jiný způsob výpočtu v případě vykonání gesta nad snímkem a tuto událost simulovat.

V případě dotykových zařízení je možné generovat tři základní typy událostí při dotyku na obrazovku. Jedná se o *touchstart* (začátek dotyku), *touchend* (konec dotyku) a *touchmove* (generováno mezi začátkem a koncem dotyku při posunu například prstu po obrazovce zařízení). Dalšími událostmi je například již výše zmíněná událost *ongesturechange*, která je ovšem podporována jen v prohlížeči Safari. Tyto tři základní události mají mimo jiné vlastnost *touches*, což je

fyzicky pole obsahující seznam bodů dotyku. V případě dotyku jedním prstem tedy obsahuje právě jeden prvek (místo dotyku prstu). Prvky reprezentující body dotyků poté obsahují proměnné pro zjištění přesné souřadnice bodu na stránce, kde k dotyku došlo. Právě této vlastnosti je využito při simulaci nepodporované události *ongesturechange* a následnému výpočtu informace, zda se má vykonat přiblížení snímku nebo k jeho oddálení. Kód pro obsluhu této události poté vypadá následovně.

```

1 if (e.touches)
2   if (e.touches.length == 2) {
3     var d = countDistance(e.touches);
4     var deltaBeforeFloor = (d - fevm.gesturezoom);
5     if (deltaBeforeFloor > 0) {
6       deltaBeforeFloor += 1;
7     }
8     var delta = Math.floor(deltaBeforeFloor);
9     fevm.gesturezoom = d;
10    // provedení přiblížení (delta >= 1) nebo oddálení
11  }
12 }
```

Prvně je kontrolováno, zda-li událost obsahuje vlastnost *touches*. V případě že nikoliv, vlastníme zřejmě nepodporovaný prohlížeč nebo nemáme mikroskop otevřen v prohlížeči na dotykovém zařízení. V případě že tato vlastnost existuje a počet bodů jsou dva (na obrazovce se nachází dva prsty, které se jí dotýkají), dojde k výpočtu vzdálenosti těchto dvou bodů. Funkce *countDistance(e.touches)* je zde pouze zkráceným kusem kódu, který vzdálenost počítá. Prakticky se jedná o výpočet vzdálenosti dvou bodů, kde u každého bodu známe jeho x-ovou a y-ovou souřadnici. Výpočet je poté pouze aplikací Pythagorovy věty. V proměnné *fevm.gesturezoom* je v tomto případě uložena hodnota původní vzdálenosti bodů. Odečtením aktuální vzdálenosti a původní vzdálenosti zjistíme, zda se body k sobě přibližují nebo od sebe oddalují. Poslední část je pouze zabezpečení, že se akce provede vždy. Pokud by vypočtený rozdíl vzdálenosti byl v intervalu 0 až 1 došlo by, v případě zaokrouhlení pomocí funkce *Math.floor()*, ke ztrátě informace (výsledek by byl 0) a v tomto případě by se přiblížení neprovedlo. Dále následuje už jen samostatná implementace změny přiblížení, kdy pokud proměnná *delta* obsahuje hod-

notu 1 a více dochází k přiblížení snímku, pokud -1 a méně dochází naopak k oddálení snímku.

5.4.2 Uživatelská práva

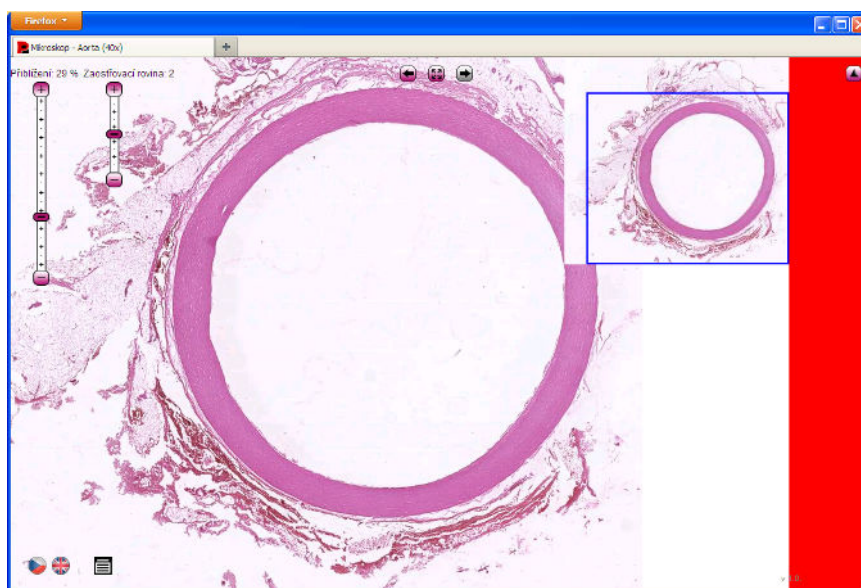
Aplikace Virtuální mikroskop podporuje celkem šest uživatelských práv. Čtyři z nich lze definovat v souboru *userList.txt*, který se nachází v kořenovém adresáři aplikace. Zbývá dvě oprávnění se udělují na základě vztahu přihlášeného uživatele k načtenému snímku v mikroskopu. Formát definice v souboru *userList.txt* je „*uživatel-ské jméno@federace;číslo práva*“. Tato oprávnění jsou platná pro celý Virtuální mikroskop bez rozdílu snímku. Na jednom řádku může být přítomna pouze jedna definice oprávnění. Porovnává se aktuální hodnota proměnné `$_SERVER['REMOTE_USER']`⁴, ve které je uloženo jméno aktuálně přihlášeného uživatele, s hodnotou uvedenou před středníkem. Porovnání je „case sensitive“ (tj. záleží na velikosti písmen) a používá se absolutní shoda obou řetězců. V případě shody je poté vráceno číslo za středníkem, které symbolizuje oprávnění. K získání práv je používán skript *hasPermission.php*, popřípadě *isAuthor.php*. Pro definici práv v souboru je použito číslování od 0 do 3 včetně.

- **Běžný uživatel** – pro definici oprávnění je použito číslo 0. Toto oprávnění získává automaticky jakýkoliv uživatel, který je přihlášen a není uveden v souboru s definicí práv. Uživatel s tímto oprávněním může měnit svoje nastavení, spravovat historii, prohlížet si snímek plus k němu přiřazené anotace a zakládat sezení pro více účastníků nebo se přihlásit k již existujícímu sezení.
- **Uživatel s právy pro anotace** – pro definici oprávnění je použito číslo 1. V případě, že uživatel je uveden v souboru a má toto oprávnění, vlastní všechna práva dostupná pro „běžného uživatele“ a zároveň možnost spravovat (zakládat, editovat, mazat) anotace a k nim přiřazené značky pro celý portál Atlases využívající tuto aplikaci. Zároveň uživatel může měnit popisný text snímku.

4. <http://www.php.net/manual/en/reserved.variables.server.php>

5. NOVÝ VIRTUÁLNÍ MIKROSKOP

- **Administrátor** – pro definici oprávnění je použito číslo 2. Uživatel vlastní veškerá předchozí práva a jako jediný má možnost plné správy snímků. Může zakládat a editovat definice snímků a přidávat tak nové snímky do portálu, které budou zobrazeny Virtuálním mikroskopem. Nadále může spravovat slovníkové definice pro anotace.
- **Režim pro zkoušky** – tento specifický režim mikroskopu je definován číslem 3. V tomto režimu oprávnění je v mikroskopu přítomna pouze možnost změny jazyka. Nejsou zde zobrazeny anotace, historie a ani popisný text a na pravé straně mikroskopu je zobrazen červený pruh, který slouží jako vizuální kontrola pro vyučujícího, zda-li zkoušený student má opravdu otevřenu správnou verzi aplikace (obrázek 5.2). Tento režim je využitelný například při zkoušení studentů(ek), kteří tak nemají možnost jakékoliv nápovědy ke snímku.



Obrázek 5.2: Mikroskop v režimu pro zkoušku

Zbývá dvě oprávnění lze získat pouze při splnění podmínky vztahu k zobrazenému snímku a jsou dostupná jen pro konkrétní

snímek. Tato oprávnění zároveň přebíjí případné nižší oprávnění získané ze souboru definic práv.

- **Autor snímku** – pokud se shoduje přihlášený uživatel s uživatelem uvedeným v tabulce *atl_picture_definition* v atributu *org*, jsou mu udělena oprávnění shodná s oprávněním „Uživatel s právy pro anotace“, navíc pak možnost měnit několik málo nastavení pro definici snímku (titulek snímku, použitý přibližovací objektiv, barvení).
- **Uživatel s právy pro anotace ke konkrétnímu snímku** – pro každý snímek může být určeno libovolné množství uživatelů, kteří získají naprosto shodná práva, jako kdyby měli v souboru definic práv uvedené své jméno v kombinaci s oprávněním číslo 1. Rozdíl je, že toto oprávnění lze získat jen pro specifikované snímky a nikoliv pro celý Atlases portál.

Platnost má vždy vyšší právo. Je-li například uživatel administrátor a zároveň majitelem snímku, dostane právo administrátora, nikoliv majitele snímku. Pokud je uživatel běžným uživatelem, ale je uveden jako majitel snímku, dostává automaticky právo majitele.

5.5 Synchronizace více prohlížečů v rámci sezení

Jedna z nejobsáhlejších částí práce bylo vytvoření funkcionality, která by umožnila synchronizaci více prohlížečů tak, aby na každém z nich byl stejný obraz nebo jeho výsek v případě rozdílných rozlišení. Synchronizaci lze využít pro studijní účely mezi několika studenty nebo například pro spolupráci lékařů. Výhoda takového sezení, například oproti různým technikám sdílení pracovní plochy, je v její datové nenáročnosti (vyměňovány jsou pouze souřadnice snímku a zobrazené snímky si každý prohlížeč již získá sám) a zároveň ve kvalitě poskytovaného obrazu, kdy nedochází k různým kompresním krokům upravující výsledný snímek a snižujícím tak jeho kvalitu. Zároveň, pokud je vedoucí prohlížeč omezen rychlostí datového doku, rychlost stahování snímků a pozic ostatními uživateli v sezení není nijak omezena (nečekají na vedoucí prohlížeč až jim odešle data). Další výhodou je možnost předat ovládání snímku jinému uživateli

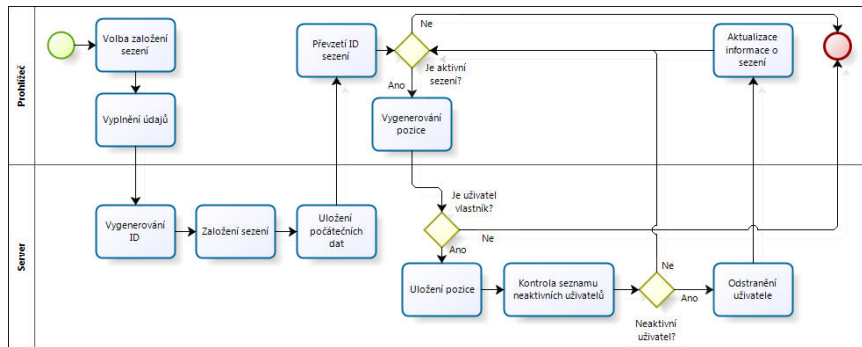
v sezení. Takovéto sezení může založit jakýkoliv přihlášený uživatel, pro libovolný snímek, a to bez jakéhokoliv omezení.

Z pohledu sezení se určují tři uživatelská práva – vlastník, dočasný vlastník a člen sezení.

- **Vlastníkem sezení** je uživatel, který sezení fyzicky vytvořil a jako jediný má oprávnění vyloučit ze sezení jiné uživatele nebo jmenovat dočasného vlastníka. V případě, že neexistuje žádný dočasný vlastník, může pouze uživatel pohybovat obrazem snímku v prohlížeči. Jeho pozice je poté odeslána ostatním účastníkům a aplikace sama zobrazí aktuální pozici zobrazenou vlastníkem. Každé sezení musí mít právě jednoho vlastníka.
- **Dočasným vlastníkem** je uživatel, který byl dříve členem sezení a vlastník sezení mu toto právo propůjčil. Tento uživatel nemůže jmenovat jiné dočasné vlastníky a zároveň nemůže vyloučit jiné uživatele ze sezení, může však pohybovat se snímkem. Každé sezení může mít maximálně jednoho dočasného vlastníka.
- **Obyčejný člen sezení** je takový uživatel, který nemůže jmenovat dočasné vlastníky, nemůže ani vylučovat jiné členy ze sezení a nemůže pohybovat se snímkem. Pozice snímku v jeho prohlížeči je nastavena na pozici shodnou s vlastníkem nebo dočasným vlastníkem sezení. Těchto uživatelů může být v sezení libovolný počet.

5.5.1 Založení a připojení k sezení

Sezení lze založit přes kontextové menu Virtuálního mikroskopu vyvolaného kliknutím pravým tlačítkem myši nad snímkem nebo kliknutím na příslušnou ikonu. Pro založení sezení je nutné zadat pouze název sezení. Je možné zadat také heslo, které je poté nutné zadat při pokusu o připojení k sezení. V případě úspěšného vytvoření sezení je v levém dolním rohu Virtuálního mikroskopu zobrazen rámeček se základními informacemi o tomto sezení – rolí uživatele, počtu účastníku, možnost jmenovat dočasného vlastníka a ID sezení, které je nutné pro připojení k sezení. Dále je zde tlačítko pro opuštění sezení nebo jeho zrušení.



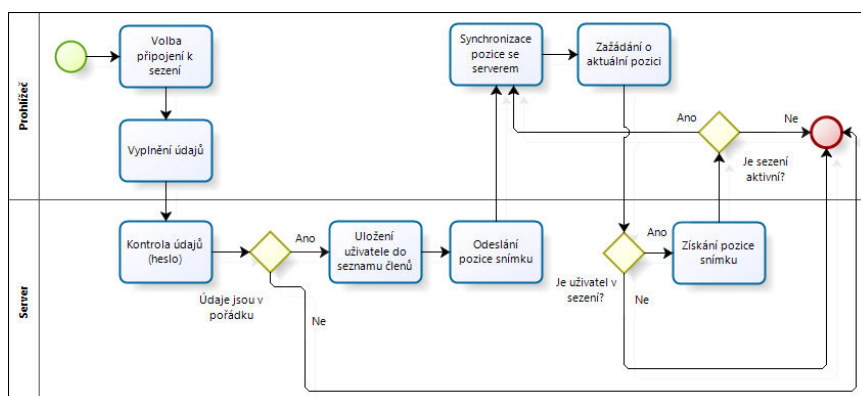
Obrázek 5.3: Diagram komunikace vlastníka sezení při založení sezení a aktualizace pozice snímku

V případě, že se chceme k sezení přihlásit, je nutné znát ID sezení a případné heslo. V případě úspěšného přihlášení k sezení je v levém dolním rohu Virtuálního mikroskopu zobrazen podobný rámeček, který byl zmíněn výše. K dispozici je ovšem pouze informace o roli v sezení, ID sezení a tlačítko pro možnost odhlášení se ze sezení.

5.5.2 Komunikace prohlížeč – server

Iniciátorem komunikace je vždy prohlížeč uživatele. V závislosti na stavu sezení se dají data rozdělit do tří skupin. Data řídicí, která jsou pomocí AJAXového volání skriptu na serveru odeslána v okamžiku založení, přihlášení, odhlášení nebo zrušení sezení, ale také například informace o předání řízení jinému uživateli v sezení. Dalšími daty jsou aktuální pozice snímku ve vedoucím prohlížeči (tj. prohlížeči, ve kterém je přihlášen vlastník nebo dočasný vlastník sezení). Tato data jsou odesílána obousměrně, od vedoucího prohlížeče směrem na server, odkud jsou poté získána ostatními členy sezení. Poslední skupinou dat jsou textové konstanty odesílané serverem informující Virtuální mikroskop o chybě nebo aktuálním stavu (například zrušení sezení, jmenování uživatele dočasným vlastníkem a podobně).

V případě vlastníka sezení nebo částečného vlastníka sezení jsou na server odesílána v pravidelném intervalu data obsahující aktuální pozici v jeho prohlížeči. Tato data jsou poté odeslána při dotazu od běžného člena sezení a slouží pro nastavení Virtuálního mikroskopu do stejné pozice jako má vedoucí prohlížeč.



Obrázek 5.4: Diagram komunikace při připojení k sezení a aktualizace pozice snímku oproti serveru

5.5.3 Uložení dat na serveru

Pro uložení dat je na serveru použito `session`⁵ proměnných, které poskytuje přímo jazyk PHP. Data tedy nejsou uložena v databázi. Výhodou je rychlost řešení, nezatěžování databázového serveru při periodických aktualizacích nebo získávání dat a také automatická likvidace starých sezení, která již nejsou používána a nebyla odstraněna manuálně.

Pro identifikaci sezení v rámci jazyka PHP je využit identifikující řetězec (ID), které jednoznačně určuje dané sezení. Toto ID je standardně generováno automaticky při založení doposud neexistujícího sezení a je uloženo na straně prohlížeče v souboru cookie nebo předáváno jako součást adresy, což je dnes již zastaralá a nepoužívaná metoda hlavně z důvodu bezpečnosti (zná-li případný útočník ID sezení, může toto sezení ukradnout a vydávat se za původního vlastníka). Identifikace sezení pro PHP může být také generována uživatelem, což je metoda, která je použita v případě Virtuálního mikroskopu. Platí přitom, že pro jedno sezení v rámci jednoho snímku může být založeno libovolné množství sezení, protože ID sezení je pokaždé jiné (bude ukázáno v další části kapitoly). Na serveru jsou poté data uložena v následující struktuře.

5. <http://www.php.net/manual/en/book.session.php>

```
1 <?php
2     $_SESSION["idx"]
3     $_SESSION["position"]
4     $_SESSION["name"]
5     $_SESSION["password"]
6     $_SESSION["owner"]
7     $_SESSION["temp_owner"]
8     $_SESSION["temp_owner_action"]
9     $_SESSION["last_update"]
10    $_SESSION["members"]
11    $_SESSION["last_id"]
12 ?>
```

Shora dolů je v daných proměnných uloženo IDX snímku, pro které je sezení v rámci Virtuálního mikroskopu založeno, pozice snímku vedoucího prohlížeče ve formátované podobě, jméno sezení, případný otisk hesla, jméno vlastníka sezení (obsah proměnné `$_SERVER['REMOTE_USER']`), jméno dočasného vlastníka, čas poslední akce dočasného vlastníka, čas poslední akce vlastníka sezení, seznam členů sezení (obsahuje pole dvojic jméno – poslední akce daného člena sezení) a ID přiřazené poslednímu připojenému členovi.

5.5.4 Generování ID sezení

ID sezení, které se uživatel dozví v okamžiku založení sezení a které je potřebné pro připojení k sezení, je generováno manuálně a jednoznačně identifikuje sezení i v rámci PHP sezení. Pro vygenerování ID sezení je využito posledních pět pozic aktuálního serverového času v sekundách, doplněného o první tři pozice mikrosekundové části aktuálního serverového času a dále doplněného o náhodné číslo v rozsahu 0 až 99.

Jako příklad uveďme následující situaci. Sezení bylo založeno v čase 1367001326 sekund a 585866 mikrosekund od počátku epochy. Z těchto dvou údajů získáme čísla 01326 a 585. Dále dojde k vygenerování náhodného čísla – například 64. Tyto tři číselné informace se spojí a zároveň dojde k ořezání levostranných nul. Výsledné ID sezení je tedy „132658564“.

Uvedený postup nám zaručuje složitost v případném uhádnutí ID a připojení se k sezení, které není pro nás určené. Nelze jen počítat

s prostým nárůstem času jak by tomu bylo, kdyby ID bylo generováno pouze ze sekundové reprezentace času, právě kvůli přítomnosti mikrosekundové informace a dalšího náhodného faktoru v podobě posledního vygenerovaného čísla. Zároveň nám tento postup zaručuje naprosto unikátní ID v rozsahu minimálně 27,77 hodiny (díky posledním pěti pozicím sekundové reprezentace času) a to i v okamžiku, kdy by se shodovaly první tři pozice mikrosekund a poslední náhodné číslo.

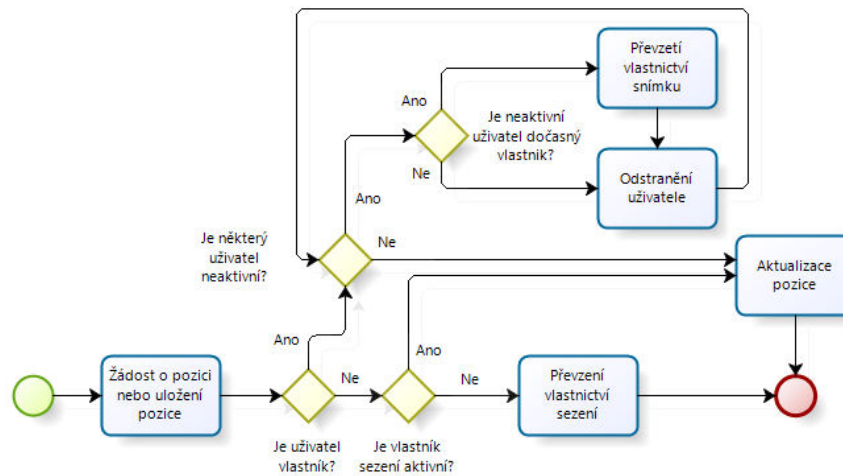
5.5.5 Reakce na odpojení uživatele

Během sezení se může stát, že se libovolný prohlížeč odpojí od sezení neočekávaně. Tato možnost může nastat v případě pádu prohlížeče, odpojení zařízení od internetového připojení nebo například i prostým zavřením okna prohlížeče uživatelem. Ke každému uživateli připojenému do sezení je pamatován poslední čas aktivity. U prostého člena sezení je to čas poslední žádosti o pozici snímku, v případě vlastníka nebo dočasného vlastníka sezení to je potom poslední čas odeslání aktuální pozice snímku v prohlížeči. V případě, že doba mezi poslední aktivitou a aktuálním časem na serveru je větší než definovaný časový interval, je uživatel považován za odpojeného.

Reakce aplikace závisí na typu uživatele. V případě, že je odpojený uživatel běžným členem, je pouze smazána informace o tom, že byl přítomen v sezení. Vlastník sezení si poté při nejbližší automatické aktualizaci stavu sezení zjistí aktuální seznam připojených uživatelů. V případě, že odpojený uživatel byl dočasným vlastníkem sezení, je při nejbližší aktualizaci informován vlastník sezení, dočasný vlastník sezení je odstraněn a řízení je předáno zpět vlastníkovi. Pokud je odpojeným uživatelem přímo vlastník je prvním uživatelem, který tuto skutečnost zjistí, předáno řízení sezení a stává se novým vlastníkem.

V případě plánovaného odpojení od sezení je v případě dočasného vlastníka nebo vlastníka sezení postupováno podobně jako v předchozím případě.

System je navržen tak, že v jednu chvíli má sezení právě jednoho vlastníka a maximálně jednoho dočasného vlastníka. Pokud by nastala situace, kdy by dva prohlížeče byly vedoucími, je při nejbližším pokusu o aktualizaci dat chybný prohlížeč informován a přepne se zpět do stavu běžného člena sezení.



Obrázek 5.5: Reakce členů sezení při aktualizaci pozice a kontrole živosti uživatelů

5.6 Datová vrstva

V následující části kapitoly je popsána datová vrstva aplikace – způsob uložení dat, která definují vlastnosti snímků zobrazených pomocí Virtuálního mikroskopu, a zároveň popis PHP skriptů sloužících pro jejich získání. V první části podkapitoly je také uveden původní systém uložení dat a struktura původního HTML souboru pro práci s mikroskopem, který byl z těchto dat generován.

5.6.1 Původní XML struktura

Jak již bylo několikrát v práci naznačeno, původní Virtuální mikroskop byl tvořen samotným HTML souborem (příp. kombinací několika HTML souborů) který byl generován pomocí externího skriptu z XML datové struktury, ve které byly potřebné informace o snímku uchovány. V rámci vývoje portálu a možností snímání jednotlivých snímků se poté struktura postupně rozšiřovala o několik atributů nebo značek. V praxi se v mikroskopu nacházeli různé kombinace snímků, kdy pro každou kombinaci existovala do jisté míry rozdílná XML struktura:

- statické snímky bez dlaždic a bez fokusovacích rovin

- statické snímky bez dlaždic s fokusovacími rovinami
- statické snímky bez dlaždic sloužící jako náhled pro video, bez fokusovacích rovin
- snímky s dlaždicemi formátu *jpeg* bez fokusovacích rovin
- snímky s dlaždicemi formátu *jpeg* s fokusovacími rovinami
- snímky s dlaždicemi formátu *jpeg2000* bez fokusovacích rovin
- snímky s dlaždicemi formátu *jpeg2000* s fokusovacími rovinami

Každá z těchto možností samozřejmě umožňovala zobrazení anotací, které se pro jednoduchost dají rozdělit do dvou hlavních kategorií – anotace obsahující volný text a anotace obsahující text v podobě slovníkových definic, u kterých je již patřičný text vyplněn předem. Každá z těchto anotací umožňovala vytvoření libovolného počtu značek (šipek), které se zobrazí v okně mikroskopu. Základní pohled na XML strukturu je k dispozici v příloze D. Každý z tagů má vlastní atributy specifikující patřičné vlastnosti. Tyto atributy budou, včetně tagů samotných, popsány dále v textu této kapitoly.

Z pohledu XML struktury je hlavním tagem (značkou) definice tag *PICTURELIST*, který ohraničuje všechny definice snímků v daném souboru. Pro každou definici snímku je poté použit tag *PICTURE*. Vazba mezi snímkem a tímto tagem je jedna ku jedné, platí tedy, že každý snímek má právě jeden tag a každý tag je určen právě jednomu snímku. Zároveň má několik parametrů sloužících pro nastavení příslušných vlastností.

- ID – textový identifikátor snímku.
- IDX – číselný identifikátor snímku, kterým byl snímek odkazován v portálu Atlases. Tento identifikátor je použit pro pojmenování fyzických souborů na serveru a jedná se o primární identifikátor. V rámci systému musí být jedinečný.
- EXT – přípona zobrazovaných snímků (jpg, png, gif apod.).
- VEXT – přípona videa, které bylo svázáno se snímkem (mp4, flv apod.).

- DG – textový identifikátor diagnóz nemocí.
- STAI – textový identifikátor barvení pořízeného snímku.
- MAG – hodnota identifikující snímací objektiv popřípadě jiný údaj o technologii snímání (např. RTG video).
- ZOOM – obsahoval číselnou reprezentaci poměru větší strany statického obrázku bez dlaždic ku hodnotě 900. Sloužil k určení, zda je nutné v okně mikroskopu zobrazit možnost posunu snímku. V novém mikroskopu je bez významu.
- ZMF – identifikátor existence alternativního zobrazení v nástroji Zoomify. V novém mikroskopu je bez významu.
- ORG – textový identifikátor autora snímku.
- FMAG – jaký systém mikroskopu byl využíván (statický nebo dlaždicový). V novém mikroskopu je bez významu.
- PRIVATE – identifikuje viditelnost snímku.
- SHOWLOGO – identifikace, zda-li se má po otevření mikroskopu zobrazit „logo“ autora snímku nebo nikoliv.
- JP2 – identifikace, zda-li se jednalo o nový styl snímků ve formátu *jpeg2000*. V novém mikroskopu je bez významu (nahrazen atributem EXT s hodnotou „jp2“).

V rámci postupného vývoje mikroskopu docházelo k postupnému přidávání hodnot nebo i jednotlivých atributů pro tag *PICTURE*. To mělo za následek, že některé atributy nebyly přítomny ve všech definicích (hlavně v případě starších snímků) nebo byly uvedeny jako prázdné. Příklad konkrétní definice tagu *PICTURE* je si možné prohlédnout na následujícím výpisu (jedná se o existující definici snímku):

```
1 <PICTURE
2   ID   = "10-aorta-scn-40x-he"
3   IDX  = "10479+"
4   EXT  = "jpg"
5   DG   = "norma"
```

```

6 STAI = "he"
7 MAG = "40x"
8 ORG = "jfeit"
9 FMAG = "2"
10 ZOOM = "3"
11 ZMF = "0"
12 JP2 = "1"
13 >
14 <!-- další definice snímku -->
15 </PICTURE>

```

Tag zmíněný výše obsahoval definice jen základních informací o snímku, které ale prakticky pro funkčnost mikroskopu nabyly potřeba. Neobsahovali například informaci o různých ostřících vrstvách, případném rozlišení snímku a definice anotací. Informace o použitých fokusovacích vrstvách byly uloženy zvlášť v tagu *FOCUS*, a to pouze pro snímky mající statický rozměr bez dlaždic. V případě modernějších snímků, které jsou rozděleny do dlaždic, bylo potřeba definovat tag *HRDIM*, a to jak v případě snímků pro formát *jpg*, tak i pro snímky novějšího formátu *jpeg2000*. Pro tag *FOCUS* existoval následující seznam atributů určující jeho vlastnosti:

- INIT – výchozí zaostřovací vrstva, ve které byl snímek zobrazen po otevření mikroskopu v prohlížeči.
- BEG – počáteční zaostřovací vrstva.
- END – koncová zaostřovací vrstva.
- SRF – pokud bylo nastaveno na hodnotu „1“, došlo při změně fokusovací roviny ke skrytí zobrazených anotací.

Níže můžeme vidět jednu z mnoha definic tohoto tagu. Důležité je, že ani tag *PICTURE* ani tag *FOCUS* nenesly informaci o velikosti snímku, který má být v mikroskopu zobrazen. Tento údaj byl umístěn v samostatném textovém souboru, o kterém pojednává podkapitola 5.6.1.

```
1 <FOCUS INIT = "3" BEG = "0" END = "20" SRF = "1" />
```

Tag *HRDIM* oproti tomu umožnil vložení informací o rozměru snímku, rozměru jeho dlaždic a zároveň duplikoval v předcházejícím tagu již obsažená data o počtu fokusovacích rovin.

- BW – obsahoval šířku snímku při největším možném přiblížení v pixelech. Jednalo se o originální rozměr snímku.
- BH – stejně jako předchozí, pouze se jednalo o výšku.
- FOCUSLEVELS – Počet fokusovacích rovin. V novém mikroskopu je bez významu, protože lze tento údaj vypočítat z ostatních údajů.
- INITLEVEL – výchozí zaostřovací vrstva, ve které byl snímek zobrazen po otevření mikroskopu v prohlížeči.
- BEGLEVEL – počáteční zaostřovací vrstva.
- ENDLEVEL – koncová zaostřovací vrstva.
- TILEW – rozměr šířky dlaždice v pixelech, na kterou je snímek rozdělen.
- TILEH – stejně jako předchozí, pouze se jedná o výšku dlaždice.

```
1 <HRDIM
2   BW="18547"
3   BH="17051"
4   FOCUSLEVELS="5"
5   INITLEVEL="2"
6   BEGLEVEL="0"
7   ENDLEVEL="4"
8   TILEW="256"
9   TILEH="256"
10 />
```

Všechny dříve zmíněné tagy definice XML sloužily pro základní nastavení mikroskopu, aby byl schopen zobrazit snímek korektně. V žádném z tagů nebo jejich atributů se však neuváděla adresa, na které jsou snímky uloženy. Tato adresa byla fyzicky přítomna přímo v jednotlivých HTML souborech pro mikroskop.

Následující tagy nejsou pro funkčnost mikroskopu důležité z pohledu toho, že i bez nich bylo možné snímek bez problémů zobrazit. Jednalo se o tagy pro definici popisu snímku a pro definici samotných anotací. Pro definici popisu sloužil pár tagů *TXT*, který měl atribut *L* nastaven na hodnotu „cz“ pro český popis snímku,

popřípadě na hodnotu „en“ pro anglický popis snímku. Hodnotou tagu byl pak samotný popis snímku v požadovaném jazyce.

1 <TXT L="en">Vertebra</TXT>

2 <TXT L="cz">Obratel</TXT>

Pro definici anotací byly využity dva rozdílné tagy – *XSIGN* a *DSIGN*, kde každý má jiný důvod použití. Anotace lze rozdělit na dvě základní skupiny – s volným textem a s textem pomocí slovníkové definice. Poslední zmíněné lze poté rozdělit na další tři skupiny.

- anotace s volným textem (tag *XSIGN*)
- anotace s definovaným textem (tag *DSIGN*)
 - definovaný text je plně nahrazen vlastním volným textem (obdoba *XSIGN* definice)
 - k definovanému textu je doplněn volný text
 - je zobrazen pouze definovaný text

Pomocný atribut obsahoval pouze tag *DSIGN* a to pro identifikaci, která z výše zmíněných možností textu se má použít. Jednalo o se atribut *DESCR*, který v případě, že byl uveden nabýval hodnoty „app“, která k dané definici přidávala volný text, popřípadě hodnoty „ovwr“, která volným textem přepsala uvedenou textovou definici. V případě, že uveden nebyl, využila se pouze definice slovníková bez volného textu. Další tagy sloužily pro definici textu a případných značek pro anotaci.

- *TXT* – tag obsahující atribut *L*, který nabývá hodnot „cz“ nebo „en“. Obsahem tagu je volný text v daném jazyce, který je svázán s danou anotací a nese informaci pro uživatele mikroskopu.
- *MARK* – tag samotné značky anotace. Tento tag je nepovinný a může ho být libovolné množství. Pro každou značku je zapotřebí právě jeden. Obsahuje několik atributů, které specifikují danou značku:
 - *SHAPE* – nese informaci o jakou značku se jedná (šipka nebo tečka).

- ORI – orientace značky (vlevo, vpravo, nahoru, dolů).
- COLOR – informace o barvě značky (zelená, červená, černá apod.).
- SIZE – informace o velikosti značky (malá, střední, velká).
- XREL – relativní pozice na x-ové ose ve snímku
- YREL – relativní pozice na y-ové ose ve snímku

Dále měl tag *DSIGN* tři upřesňující tagy, které umožnily nastavit hodnoty definic ze slovníku. Hodnotou bylo klíčové slovo pro danou definici. Jednalo se o tagy *TOP* (Topography), *SIG* (Signs) a *CHO* (Choice). Struktura slovníkové definice byla umístěna v samostatné XML struktuře, která bude ukázána později. Na následujícím výpisu je možné si prohlédnout definice obou možností anotací a pro slovníkovou anotaci pak i definici jedné značky.

```

1 <XSIGN>
2   <TXT L="en">Neutrophils</TXT>
3   <TXT L="cz">Neutrofilily</TXT>
4   <!-- případné definice značek -->
5 </XSIGN>
6
7 <DSIGN>
8   <TXT L="en"></TXT>
9   <TXT L="cz"></TXT>
10  <TOP>stratum_corneum</TOP>
11  <SIG>keratotic_layer_type</SIG>
12  <CHO>laminated_or_compact</CHO>
13  <MARK
14    SHAPE = "arrow"
15    ORI   = "right"
16    COLOR = "green"
17    SIZE  = "medium"
18    XREL  = "0.41889"
19    YREL  = "0.25662"
20  />
21  <!-- další případné definice značek -->
22 </DSIGN>

```

Soubor s rozměry pro statické snímky

V předcházející části kapitoly bylo zmíněno, že pro statické snímky bez dlaždic (tj. definované pomocí tagu *PICTURE* bez definice po-

mocí tagu *HRDIM*) neexistoval v XML definici tag nebo atribut, který by obsahoval rozměr zobrazovaného snímku. Tento typ údajů byl umístěn v samostatném textovém souboru mající následující formát:

```
abrikosov-20x-s100.jpg: 900 x 900 px (342 632 byte) zoom:
1.00
```

Platí přitom, že na jednom řádku byla k dispozici informace pouze o jednom snímku. Snímek byl identifikován pomocí svého *ID* (hodnota stejnojmenného atributu v předcházejícím XML souboru) a příponou souboru. Následovala velikost snímku v pixelech, velikost snímku v bytech a hodnota zoom, která koresponduje se stejnojmenným atributem v tagu *PICTURE*.

Slovníková definice anotací

Pro správu slovníkových definic (tag *DSIGN* v předešlé části kapitoly) byl použit samostatný soubor obsahující XML strukturu pro definici textů. Pro definici byla použita struktura ohraničená kořenovým tagem *TOPOS*. Samotná definice hodnot byla uložena pomocí značek se jmény *TOPO*, *CHSIGN* a *CHOICE*. Každý z těchto jmenovaných tagů byl rozšířen o atribut se jménem *ATOM*, který obsahoval klíčové slovo použité v definici snímku v XML souboru specifikovaném v předchozí části kapitoly. Pro každý tag existovala dvojice tagů *NAME*, která pomocí hodnoty atributu *L* pro specifikaci jazykové verze určovala reálnou textovou hodnotu, která se zobrazila v mikroskopu.

```
1 <TOPOS>
2   <TOPO ATOM="clinic">
3     <NAME L="en">Clinical data</NAME>
4     <NAME L="cz">Klinická data</NAME>
5     <CHSIGN ATOM="lesion_location">
6       <NAME L="en">Location of the lesion(s)</NAME>
7       <NAME L="cz">Lokalisace léze (morf)</NAME>
8       <CHOICE ATOM="scalp">
9         <NAME L="en">Scalp</NAME>
10        <NAME L="cz">Skalp</NAME>
11      <CHOICE>
12        <!-- případné další tagy <CHOICE> -->
13    </CHSIGN>
14    <!-- případné další tagy <CHSIGN> -->
15  </TOPO>
```

```
16 <!-- případné další tagy <TOPO> -->
17 </TOPOS>
```

V případě, že bychom chtěli tuto definici použít v některé z anotací, vzhled XML zápisu této anotace by vypadal následovně:

```
1 <DSIGN>
2   <TOP>clinic</TOP>
3   <SIG>lesion_location</SIG>
4   <CHO>scalp</CHO>
5   <!-- případná definice značek pomocí <MARK> tagu -->
6 </DSIGN>
```

Výhodou použití již definovaných textů pro různé snímky je samozřejmě možnost využít tato data pro analýzy obsahu portálu nebo například umožnit případné filtrování obsahu stránky podle klíčových slov. Slovníkové definice byly nadále v novém mikroskopu plně zachovány, pouze byly převedeny do vhodného databázového schématu (viz kapitola 5.6.4).

Ostatní soubory pro definici snímků

V rámci portálu pro uložení informací týkající se barvení, diagnózy a použitého snímacího zařízení existovaly další tři soubory, kde první dva zmíněné měly opět strukturu XML. Zde v práci jsou zmíněny jenom pro upřesnění, kde byly tyto informace uloženy, a nevyžadují další bližší popis. Ve všech případech se jednalo o jednoduchou strukturu, která umožňovala (podobně jako v předcházející podkapitole u slovníkové definice anotací) použít v definici snímku klíčové slovo a k němu systém poté použil v daném jazyku dostupný příslušný textový popis. Například XML struktura pro definici barvení měla formát následující:

```
1 <STAIS>
2   <STAI ATOM="ae13">
3     <TXT L="cz">AE13</TXT>
4     <TXT L="en">AE13</TXT>
5   </STAI>
6   <!-- další tagy <STAI> -->
7 </STAIS>
```

V definici snímku (v tagu *PICTURE*) by poté byla použita hodnota „ae13“ jako hodnota atributu *STAI*.

5.6.2 XML soubor s definicí autorů

Pro správu uživatelů, kteří mají v rámci portálu Atlases existující registraci a kteří vlastní nebo by mohli vlastnit některý snímek, existuje zvláštní soubor s XML strukturou (*authors.xml*) umožňující držení informací o uživateli (majiteli snímku). V tagu *PICTURE* v předcházející XML definici byl definován atribut *ORG*, který obsahoval klíčové slovo uživatele. K tomuto klíčovému slovu jsou pak, právě pomocí souboru se seznamem autorů, přiřazeny další informace jako celé jméno, tituly, organizace, ve které uživatel působí atd. Tento soubor také jako jediný z původní datové struktury pro definice snímků zůstal v nezměněné podobě a nebyl převeden do databázového systému. Příklad jedné z mnoha definic z tohoto souboru je uveden v příloze D.

Jako rodičovský tag pro celý soubor je uveden *AUTHOR_DICTIONARY*, samotné definice autorů snímků jsou dostupné pomocí tagu *ORG*, kde pro každého autora existuje právě jeden příslušný tag. Z pohledu nového Virtuálního mikroskopu je důležitý následující výčet atributů a tagů, které jsou zpravidla zobrazeny pouze v případě výpisu seznamu autorů a jejich přiřazení ke konkrétnímu snímku v administrační části mikroskopu. Běžnému uživateli je dostupné pouze logo autora snímku, pokud je jeho zobrazení u daného snímku povoleno.

- atribut *ATOM* – obsahuje klíčové slovo pro daného autora snímku. Toto klíčové slovo je poté vepsáno do atributu *ORG* v tagu *PICTURE* v hlavní XML definici snímků.
- atribut *LABELFILE* – odkazuje na jméno souboru, ve kterém je uloženo logo autora snímku. Toto logo se zobrazí při prvotním načtení mikroskopu, pokud je jeho zobrazení povoleno.
- *FIRSTNAME* – křestní jméno autora snímku
- *SURNAME* – příjmení autora snímku
- *TITLE* – tituly autora snímku, mohou být upřesněny pomocí atributu *L* specifikujícího jazykovou verzi.
- *INSTITUTE* – název instituce, pod kterou autor vystupuje, opět může být přítomno upřesnění jazykové verze.

- TOWN – město, ve kterém sídlí daná instituce
- COUNTRY – stát, ve kterém se nalézá dané město, může být upřesněna jazyková verze
- EMAIL – emailová adresa autora snímku

5.6.3 HTML soubor Virtuálního mikroskopu

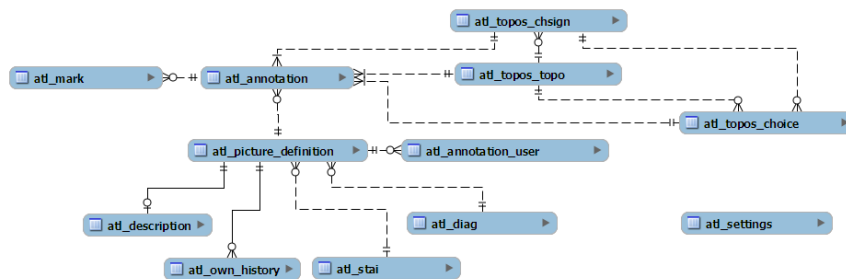
Na rozdíl od úplně první verze mikroskopu byl upravený mikroskop, ze kterého vychází diplomová práce, tvořen pouze jedním vygenerovaným HTML souborem, ve kterém byly uloženy patřičné informace o snímku, který se má zobrazit, a to formou proměnných v programovacím jazyce JavaScript. Pro každý snímek však musel stále existovat samostatný soubor. Data uložená v tomto souboru byla získána z výše jmenovaných a popisovaných XML struktur. Pro účely práce není důležitý přesný popis struktury tohoto souboru a názvy proměnných, ve kterých byly tyto informace uloženy. Některé informace přítomné v kódu stránky však nebyly uloženy externě v XML souborech, ale byly do HTML souboru vygenerovány. Jednalo se o adresu, kde lze snímky (dlaždice) nalézt a odkud je má aplikace načíst a zobrazit. Další informací bylo nastavení, zda je nebo není zapnutá možnost změny fokusovacích vrstev pro snímek. Dále například také iniciální přiblížení snímku při načtení stránky mikroskopu a informace, zda se má zobrazit zmenšený náhled snímku v rohu stránky s mikroskopem. Příklad HTML souboru pro ilustraci lze nalézt v příloze D.

Pro nový Virtuální mikroskop došlo k úpravě systému uložení dat a nové soubory HTML pro nové snímky již není potřeba generovat zvlášť. Pro celý virtuální mikroskop existuje pouze jeden jediný HTML soubor, který obsahuje logiku pro načtení dat z databáze a zobrazení příslušného snímku. Tímto způsobem tak odpadá nutnost generovat, skladovat a spravovat několik desítek tisíc souborů pro každý snímek mikroskopu. Podobně jako starší verzi lze strukturu tohoto souboru nalézt v příloze D.

5.6.4 Databáze

Pro efektivnější práci s novým Virtuálním mikroskopem bylo potřeba již zmíněné soubory obsahující XML strukturu převést do vhodné databáze. Pro část tohoto převodu byly napsány vlastní PHP skripty, které umožnily z původních XML souborů získat příslušná data a těmito daty naplnit patřičné tabulky. Extrakce dat z XML souborů obsahující definice jednotlivých snímků a jejich uložení do databáze byla poté prováděna za pomoci pana Slávka Licehammera, který pro tento účel vytvořil několik vlastních skriptů napsaných v jazyce Perl. Skripty pro export dat nejsou součástí této práce a nebudou dále nijak popisovány.

Pro uložení dat byla využita databáze MySQL, která byla již na serveru v době vzniku Virtuálního mikroskopu zprovozněna. Přehled tabulek, atributů, jejich datových typů, vazeb mezi tabulkami a také jejich popis je dostupný v příloze C. Názvy tabulek jsou určeny předponou „*atl_*“ (ze slova *atlases*) a dále, pokud to bylo možné, původním názvem XML souboru nebo tagu, který informaci dříve obsahoval. Stručný diagram databázové struktury je dostupný na obrázku 5.6.



Obrázek 5.6: Zjednodušené schéma databáze

5.6.5 Mapování uživatelů

Pro zjištění aktuálně přihlášeného uživatele je na serveru využito proměnné `$_SERVER['REMOTE_USER']`, ve které je uloženo jméno, pod kterým daný uživatel na serveru vystupuje. Pro zjištění případných práv nebo například i pro zjištění, jaké nastavení má daný uživatel uloženo v databázi, je uvažováno takto získané jméno. Při realizaci Virtuálního mikroskopu však vyšel najevo fakt, že uživatelé, kteří jsou uloženi v souboru *authors.xml* a tedy i v dřívějším atributu *ORG* tagu *PICTURE* v původní struktuře, nejsou s touto proměnnou (reálným jménem) nijak spojeni. Pro to, aby aplikace mohla nastavit příslušná práva při přihlášení uživatele (například ověření, zda je přihlášený uživatel vlastníkem snímku), bylo nutné uložit informaci mapující vazbu reálné jméno - klíčové jméno uživatele v *authors.xml* a rozhodovat na základě této informace. Pro tento účel uložení vazby byl vytvořen textový soubor *userMap.txt*, který je umístěn v kořenovém adresáři s PHP skripty aplikace. Na každém řádku tohoto souboru je uložena jedna konkrétní vazba ve tvaru „*uživatelské jméno@federace;jméno v xml souboru*“. Důvodem proč tento soubor není ve formátu XML jako původní soubory starší verze aplikace je fakt, že informace která je v tomto souboru uložená neobsahuje složitější definice a soubor může být také rychleji zpracován na serveru. Zároveň úprava tohoto souboru není složitější než v případě úpravy XML struktury a soubor dosahuje menší velikosti na disku, protože neobsahuje nadbytečná data (tagy XML formátu). Pro fiktivního uživatele s přihlašovací jménem „*frantisek78*“, který vlastní lokální účet na portálu Atlases a v souboru *authors.xml* je veden jako „*jansky*“ by záznam v tomto souboru vypadal následovně:

```
frantisek78@atlases.muni.cz;jansky
```

Kde „*frantisek78@atlases.muni.cz*“ je hodnota získána z PHP proměnné `$_SERVER['REMOTE_USER']`.

5.6.6 Soubory aplikace na serveru

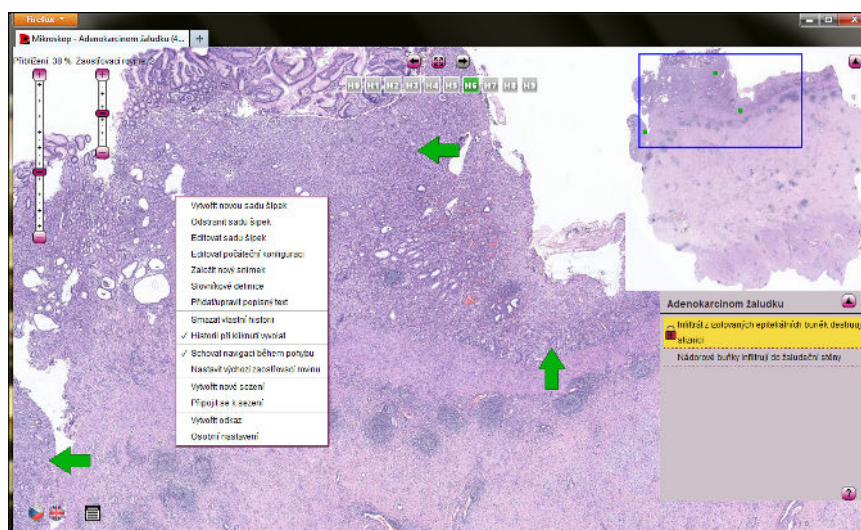
V této části čtvrté kapitoly zmiňuji seznam PHP skriptů, ze kterých je tvořena serverová část aplikace. Samotný popis těchto souborů je uveden v příloze B. Tyto skripty jsou použity pro správu dat (např. založení anotací, vytvoření nové definice snímku, získání nastavení uživi-

vatele) a jejich získávání za účelem zobrazení ve webovém prohlížeči. Mezi těmito soubory se také nacházejí dva specifické textové soubory pro definici oprávnění a mapování uživatelů (zmíněno v předcházející části kapitoly). V rámci instalace aplikace na server je nutné dodržet adresářovou strukturu těchto souborů a zpravidla i jejich názvy. Případnou změnu názvů adresářů či souborů samotných je pak nutné aktualizovat i na webové části aplikace v příslušných proměnných. Aplikace dále obsahuje několik obrázků značek pro anotace a ovládací prvky. Přesnou strukturu všech souborů na serveru lze nalézt v příloze A a jsou součástí přiloženého CD.

Komunikace s těmito PHP skripty probíhá výhradně pomocí AJAX technologie z internetového prohlížeče, kde je otevřen Virtuální mikroskop. Parametry jsou předávány jako součást internetové adresy skriptu. Všechny skripty, které umožňují vložení dat (a specifické skripty, které slouží pouze k vypsání dat) kontrolují seznam předaných parametrů a zároveň příslušné oprávnění přihlášeného uživatele. Skripty vypisují data třemi způsoby. Může se jednat o ucelený kus HTML kódu, který je na straně prohlížeče pouze vložen do příslušného prvku na stránce a zobrazen, nebo mohou být data vrácena jako seznam hodnot s oddělovačem. Tato data poté JavaScriptová funkce převezme, rozdělí, zkontroluje a naplní jimi příslušné proměnné (například získání dat pro základní definici snímku). Třetím typem dat jsou textové konstanty (zpravidla jedno nebo dvě slova), která identifikují některou chybu vzniklou na straně serveru (zpravidla způsobenou nevalidními daty předanými skriptu).

6 Aktuální stav Virtuálního mikroskopu

Přibližně v první třetině měsíce března roku 2013 byla na portál Atlases umístěna první beta verze aplikace Virtuálního mikroskopu. Nahradila tak původní starou verzi v části portálu „Hypertextový atlas patologie“, který slouží primárně pro výuku studentů patologie. Testování probíhalo za asistence hlavního administrátora portálu pana Josefa Feita a chyby nalezené během tohoto testování byly pravidelně odstraňovány. V tomto časovém období zároveň vznikaly i některé nové funkcionality aplikace, např. možnost ke každému snímku určit libovolné uživatele mající práva pro správu anotací, která dříve nebyla požadována a známa.



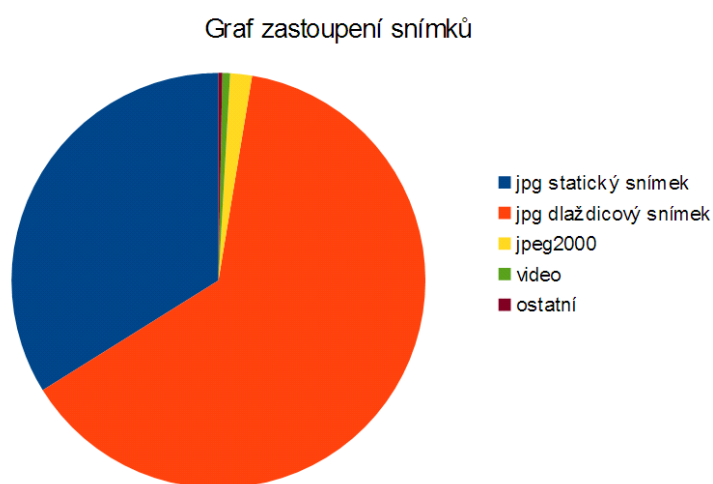
Obrázek 6.1: Nový Virtuální mikroskop v prohlížeči Firefox na Windows 7 se zobrazenými anotacemi, kontextovým menu, náhledem a uloženou pozicí

26. března 2013 došlo k nahrání poslední upravené verze Virtuálního mikroskopu, databáze byla naplněna ostrými daty pro všechny snímky v dané části portálu a samotná aplikace povýšena na první funkční verzi 1.0 (obrázek 6.1).

K dnešnímu dni (26. 4. 2013) se v databázi nachází definice pro celkem 11896 snímků. Zastoupení snímků si lze prohlédnout v grafu

6. AKTUÁLNÍ STAV VIRTUÁLNÍHO MIKROSKOPU

na obrázku 6.2. Pro tyto snímky je celkem definováno 20042 anotací, které jsou propojeny s 42587 jedinečnými definicemi značek. Největší snímek v databázi má rozlišení 178911 x 147066 pixelů. Od nasazení poslední aktualizace Virtuálního mikroskopu do dnešního dne (tj. v rozmezí 26. 3. 2013 až 26. 4. 2013) bylo v portálu Atlases zobrazeno více než sto tisíc stránek. Nový Virtuální mikroskop z této sumy činil přes dvanáct tisíc stránek a to bez nahlášení jediné provozní chyby od uživatelů.



Obrázek 6.2: Graf zastoupení snímků pro nový Virtuální mikroskop

6.1 Další vývoj

Logickým krokem dalšího vývoje aplikace je oprava a ladění chyb objevených během praktického používání. Aplikace sice byla několikrát testována během celého vývoje, nelze ovšem stoprocentně prohlásit, že je naprosto bezchybná. Největší nápor uživatelů a tím pádem odhalení nejvíce chyb se dá očekávat ve zkušebním období, kdy se studenti budou s Virtuálním mikroskopem učit. Další možností je případná úprava a zefektivnění algoritmu pro zobrazování jednotlivých dlaždic při změně přiblížení a celkové manipulaci se snímkem během práce ve Virtuálním mikroskopu. Jinou možnou

6. AKTUÁLNÍ STAV VIRTUÁLNÍHO MIKROSKOPU

úpravou je vyladění vzhledu aplikace na základě podnětů od případných uživatelů nebo umožnění nastavení velikosti ovládacích prvků pro osoby se sníženými zrakovými schopnostmi.

7 Závěr

Výsledkem diplomové práce je aplikace, která vznikla na základě úprav starší verze aplikace Virtuálního mikroskopu, která od úplně první verze prošla několika úpravami. Ani tato již upravená verze však neumožňovala pro své funkční chyby a problémy reálné nasazení do ostrého provozu. Zde v závěru práce lze bezpochyby říci, že úpravy vyžadované zadáním práce se podařilo naplnit a dokonce aplikaci rozšířit o několik nových funkcí nad rámec zadání. Výsledkem je komplexní webová aplikace, která umožňuje zobrazení snímků ve vysokém rozlišení, které dosahují velikosti v řádech desítek tisíc pixelů v šířce a výšce. Aplikace však umí zobrazit i snímky v mnohem menším rozlišení, a to i takové, pro které neexistuje rozdělení na menší části, kterým se v terminologii mikroskopu říká obrazové dlaždice.

Ze splněného zadání můžeme zmínit naprosto shodnou podporu ve všech dnes široce rozšířených internetových prohlížečích a to například i ve dnes už velice zastaralé verzi Microsoft Internet Explorer 7. Dalším podporovaným prohlížečem je například mobilní verze Safari na zařízení iPad. Jako další funkcionalitu vyžadovanou zadáním můžeme zmínit podporu správy anotací pro jednotlivé snímky, uložení pozic snímku pro uživatele a jejich vyvolání při další návštěvě stejného snímku, správu podrobného popisu snímku a kompletní změnu datové struktury Virtuálního mikroskopu z původních souborů obsahujících XML definice snímků a z nich generovaných statických HTML souborů do podoby modernější databáze a jednoho HTML souboru, který dokáže nahradit stovky dříve vygenerovaných souborů. Jednou z náročných částí vývoje aplikace poté bylo vytvoření možnosti založit sezení mezi několika prohlížeči a synchronizace obrazu mezi nimi.

Jako jednu z nejdůležitějších funkcionalit, které byly vytvořeny nad zadání práce, lze zmínit implementaci celkem šesti uživatelských práv, možnost spravovat definice snímků přímo z prostředí Virtuálního mikroskopu či přítomnost dvou jazykových verzí všech textů a jejich dynamickou změnu při zachování pozice snímku. Nemálo významné je jistě i rozšíření podpory pro ostatní mobilní prohlížeče jako například Opera Mobile nebo Chrome pro platformu Android.

Vývoj této aplikace mi umožnil osvěžit si vědomosti a zkušenosti s psaním webových stránek a zároveň mi přinesl prohloubení znalostí programovacího jazyka JavaScript.

V dnešní den (26. 4. 2013) je aplikace již měsíc v ostrém provozu v části portálu Atlases pro téměř 12 tisíc snímků a zaznamenala již více než 12 tisíc zobrazení a to prozatím bez nahlášení jediné chyby ze strany uživatelů. Už takto vysoké číslo je důkazem, že aplikace neskončí v zapomnění a bude využívána, což pro mě už od počátku vývoje bylo silnou motivací a důvodem odvést práci na úrovni.

Literatura

- [1] GUTMANS, ANDI; RETHANS, DERICK; BAKKEN, STIG SAETHER. *Mistrovství v PHP 5*. Computer Press, 2005. 656 s. ISBN 80-251-0799-X
- [2] HOLZNER, STEVEN. *Mistrovství v AJAXu : Naučte se programovat moderní aplikace*. Computer Press, 2007. 592 s. ISBN 978-80-251-1850-4
- [3] SCHURMAN, ERIC M.; PARDI, WILLIAM J. *Dynamické HTML v akci*. Computer Press, 2000. 440 s. ISBN 80-7226-401-X
- [4] SCHURMAN, ERIC M.; PARDI, WILLIAM J. *SQL : kompletní kapesní průvodce*. Grada, 1999. 248 s. ISBN 80-7169-692-7
- [5] LICEHAMMER, SLÁVEK. *Publikační systém pro webový atlas dermatopatologie*. [online]. Bakalářská práce. Masarykova univerzita, Fakulta informatiky. Vedoucí práce Michal Procházka. Dostupný z URL: http://is.muni.cz/th/255920/fi_b.

A Obsah příloženého CD

Příložené CD obsahuje následující soubory:

- *Diplomová práce.pdf* – tento text v elektronické podobě
- *Virtual microscope* – adresář obsahující soubory a skripty aplikace
 - */js* – adresář obsahující soubory webového rozhraní
 - */php* – adresář obsahující PHP skripty serverového rozhraní
 - * *./* - konfigurační soubory a skripty
 - * *./arrow* – skripty pro správu anotací
 - * *./initial* – skripty pro správu definic snímků a slovníkových denicí
 - * *./description* – skripty pro správu popisného textu snímku
 - * *./initial* – skripty pro získání základní konfigurace mikroskopu při jeho startu
 - * *./ownHistory* – skripty pro vlastní historii uživatele
 - * *./session* – skripty pro obsluhu a správu sezení
 - * *./settings* – skripty pro vlastní nastavení mikroskopu
 - */img* – obrázky použité v mikroskopu
 - * *./* - obrázky ovládacích prvků
 - * *./arrow* – obrázky značek pro anotace
 - * *./ownHistory* – obrázky vlastní historie

B Soubory aplikace

Obsahem této přílohy je popis souborů aplikace Virtuální mikroskop, a to jak souborů serverové části, tak souborů části aplikační.

B.1 Konfigurační soubory a skripty

Soubory jsou umístěny přímo v kořenovém adresáři aplikace a obsahují konfiguraci pro spojení k databázi či práva uživatelů.

hasPermission.php

Skript obsahující logiku pro získání úrovně uživatelských práv. Práva jsou podrobně vysvětlena v kapitole 5.4.2.

mysql.php

Obsahuje definici konstant pro jména tabulek v databázi a také heslo a uživatelské jméno pro připojení k databázi.

writeUser.php

Jednoduchý skript sloužící pro vypsání aktuálně přihlášeného uživatele (vhodný při přidělování práv).

userList.txt

Soubor obsahující definici uživatelských práv.

userMap.txt

Soubor obsahující mapování reálných přihlašovacích jmen uživatelů na jejich jména v souboru *authors.xml* (popsáno v kapitole 5.6.5).

B.2 Skripty pro získání počáteční definice snímku

Tyto skripty slouží pouze pro získání dat potřebných pro nastavení Virtuálního mikroskopu v okamžiku jeho zapnutí. Jedná se například o velikost snímku, počty fokusovacích rovin, autora snímku a podobně. Jsou umístěny v adresáři *initial* v kořenovém adresáři aplikace.

getInitial.php

Skript slouží pro získání dat nutných pro počáteční nastavení mikroskopu.

isAuthor.php

Skript ověřuje, zda je přihlášený uživatel autorem snímku a mají-li mu být tedy nastavena příslušná práva nebo nikoliv.

B.3 Skripty pro správu anotací a jejich značek

Skripty jsou určeny pro správu a získání anotací a příslušných značek k nim. Zároveň slouží ke správě slovníkových definic. Jsou umístěny v adresáři *arrow*, který je umístěn v kořenovém adresáři aplikace.

addArrow.php

Skript obsahuje logiku pro uložení dat do příslušné tabulky v databázi, a tedy k založení definice nové anotace a značek přiřazených této anotaci.

deleteArrow.php

Skript slouží pro odstranění anotací a značek k nim přiřazených.

getArrow.php

Skript formátuje a vypisuje data uložená v tabulce pro anotace a značky. Výpis je v závislosti na parametru předanému skriptu určen pro zobrazení v seznamu anotací a nebo pro zobrazení v seznamu pro editaci nebo odstranění anotací.

getEditArrow.php

Skript vypíše data o konkrétní anotaci a její značky ve formátu, který zpracuje JavaScriptová funkce a poté zobrazí editační formulář ve webovém prohlížeči.

getDictionary.php

Skript umožňuje vypsát seznam slovníkové definice.

getDictionaryDefinition.php

Skript slouží pro vypsání konkrétní slovníkové definice, která je poté zobrazena v příslušném formuláři pro editaci.

setDictionaryDefinition.php

Skript umožňuje vytvoření a editaci slovníkových definic.

deleteDictionaryDefinition.php

Skript pro odstranění slovníkové definice. Nelze odstranit definici, která je použita v některé existující anotaci.

B.4 Skripty pro správu definic snímku

Tyto skripty jsou umístěny v adresáři *arrow/initial* a slouží pro správu definice snímku, konkrétně pro založení a editaci vlastností snímku, které slouží pro nastavení Virtuálního mikroskopu pro zobrazení snímku a zároveň spravují uživatele mající oprávnění pro založení nových anotací.

getInitialData.php

Pomocí tohoto skriptu jsou získána data určená k naplnění formuláře v případě zobrazení definice snímku.

setInitialData.php

Slouží k založení nové definice snímku pomocí webového rozhraní a nebo k editaci již založené definice.

getDiags.php

Slouží k výpisu seznamu diagnóz.

getStais.php

Slouží k výpisu seznamu možného barvení snímku.

getNextIdx.php

Skript umožňuje získat aktuální nejnižší volné *IDX* snímku pro založení nové definice.

getAuthors.php

Pomocí skriptu je vypsán formátovaný obsah souboru *authors.xml*, který obsahuje seznam možných autorů snímků. Výpis je poté použit pro vytvoření seznamu možných autorů nebo pro výpis obsáhlejší informace o autorovi.

getAnnotationUser.php

Skript slouží k získání aktuálního seznamu uživatelů, kteří mají u konkrétního snímku práva pro založení a správu anotací.

setAnnotationUser.php

Skript umožňuje pro konkrétní snímek uložit uživatele, který bude mít právo pro správu anotací.

deleteAnnotationUser.php

Opak předchozího. Skript maže uživatele mající práva pro správu anotací.

B.5 Skripty pro správu popisu snímku

Následující skripty slouží pouze pro získání podrobného popisu snímku a pro jeho vytvoření, editaci nebo odstranění. Jedná se o soubory **getDescription.php** a **setDescription.php** (získání, nastavení textu). Jsou umístěny v adresáři *description*, který je umístěn v kořenovém adresáři aplikace.

B.6 Skripty pro správu vlastní historie

Skripty sloužící pro správu historie, kterou si může uložit uživatel, jsou opět dva. **getHistory.php** umožňující získání historie, který si aktuálně přihlášený uživatel uložil k danému snímku a dále **setHistory.php**, který umožňuje historii pro daný snímek uložit, popřípadě přemazat již uloženou pozici. Každý uživatel si může uložit deset pozic pro každý snímek. Případný počet samozřejmě může být změněn úpravou kódu skriptů. Skripty jsou umístěny v adresáři *ownHistory*, který je umístěn v kořenovém adresáři aplikace.

B.7 Skripty pro vlastní nastavení

Každý přihlášený uživatel si může nastavit a uložit pro celý Virtuální mikroskop (bez rozdílů snímků), zda-li se mu má zobrazit možnost změny kvality snímku, historie a zároveň jestli při uložení historie má být vyžadováno doplnění textu k dané pozici. Zároveň umožňuje

nastavení výchozího jazyka mikroskopu.

Skripty spravující toto nastavení jsou dva – **getSettings.php** a dále **setSettings.php**. První jmenovaný slouží pro získání konkrétních dat pro přihlášeného uživatele. Pokud uživatel ještě žádné nastavení neuložil, jsou vráceny výchozí hodnoty, kterými jsou vypnutí zobrazení táhla změny kvality a vypnutí zobrazení historie. Jazyk je ve výchozím nastavení nastaven jako český. Skripty jsou umístěny v adresáři *settings* v kořenovém adresáři aplikace.

B.8 Skripty pro synchronizaci prohlížečů

Poslední skupinou jsou skripty, které umožňují přihlášeným uživatelům realizovat takzvané „sezení“ v rámci několika internetových prohlížečů. Podrobněji o realizaci této části aplikace v kapitole 5.5. Skripty jsou umístěny v adresáři *session* v kořenovém adresáři aplikace.

createSession.php

Skript slouží pro počáteční založení sezení.

connectSession.php

Imožňuje připojení k existujícímu sezení.

disconnectSession.php

Imožňuje odhlásit připojeného uživatele.

deleteSession.php

Skript, který maže sezení.

kickUser.php

Slouží k vyloučení uživatele ze sezení.

setTempOwner.php

Skript slouží k nastavení dočasného vlastníka sezení.

removeTempOwner.php

Skript slouží k odebrání dočasného vlastníka sezení.

getInfoSession.php

Slouží k získání informací o sezení.

updatePosition.php

Skript slouží k nastavení aktuální pozice vedoucího prohlížeče.

getPosition.php

Skript pro získání pozice, kde se nachází vedoucí prohlížeč.

B.9 Soubory aplikační části

Pomocí těchto souborů je tvořena hlavní internetová stránka Virtuálního mikroskopu. Jedná se o soubory, které umožňují uživateli zobrazit aplikaci v internetovém prohlížeči a pracovat s ní. Pojmenování souborů vychází z původní verze aplikace a je zachováno z čistě historických důvodů.

index.html

Jedná se o hlavní vstupní bod do aplikace. Na rozdíl od předchozí verze aplikace existuje pro celý mikroskop pouze jeden soubor. Tomuto souboru je pomocí parametru *idx* v adresové řádce prohlížeče předána informace jaký snímek má zobrazit.

fevm.css

Soubor s kaskádovými styly pro nastavení vzhledu aplikace.

fevm.js

Primární JavaScriptový soubor obsahující veškerou logiku aplikace.

i18n.js

JavaScriptový soubor obsahující veškeré texty, které se vyskytují v aplikaci. Lokalizace je provedena do angličtiny a češtiny.

optionLanguageList.js

Obsahuje nastavení některých hodnot výběrových seznamů například s typy přípon snímků nebo typem objektivu, kterým byl pořízen snímek. Důvod proč tyto data nejsou uložena v databázi, je jejich jednoduchost, velice malé množství a neměnnost po dobu několika let. Jedná se o nový soubor, který v původní verzi aplikace neexistoval.

generateMainLayout.js

Jedná se také o nový soubor, který obsahuje řadu funkcí, které slouží k vygenerování HTML kódu uživatelského rozhraní v mikroskopu.

jsgraphics.js

Knihovna třetí strany umožňující vykreslení barevných obdélníků do náhledu snímku nebo pro ohraničení výběru v zobrazovaném snímku. Jedná se o původní soubor beze změn.

video.html

HTML soubor umožňující zobrazení videa. Dříve bylo řešeno podobně jako samotný Virtuální mikroskop – pro každé video zvláštní soubor. V upravené verzi mikroskopu je pro všechny videa společný jeden soubor, který umožňuje zobrazení videa na základě předaných hodnot jako součást adresy stránky.

swfobject.js a flvplayer.swf

Soubory umožňující zobrazení samotného videa. Jedná se o knihovny třetí strany, které jsou zkopírovány z původní verze portálu, která umožňovala zobrazení videa.

C Databáze aplikace

atl_picture_definition

Hlavní tabulka obsahující definici jednotlivých snímků. Obsahuje hlavní data dříve obsažená v XML souboru zmíněného v kapitole 5.6.1 – například tedy autora snímku, diagnózu, rozměry snímku, počet fokusovacích vrstev apod. Zároveň obsahuje například i původně neobsažená data jako adresu dlaždic snímku, počáteční úroveň přiblížení a informaci zda zobrazit náhled snímku či nikoliv. Tabulka neobsahuje seznam anotací a s nimi spojené značky.

atl_annotation

Tabulka pro seznam anotací pro snímky v databázi. Nahrazuje dříve používané tagy *XSIGN* a *DSIGN*. Obsahuje volný a nebo slovníkový text pro anotace. Neobsahuje definici značek.

atl_mark

Tabulka obsahuje seznam jednotlivých značek, které se váží k vytvořeným anotacím. Z původní XML struktury nahrazuje tag *MARK*.

atl_stai

Tabulka obsahující definice konstant pro barvení snímku. Nahrazuje dříve používaný XML soubor, ve kterém byly tyto informace uloženy.

atl_diag

Tabulka, podobně jako předchozí *atl_stai*, obsahuje definice konstant pro diagnózu snímku a nahrazuje dříve pro tyto účely používaný samostatný XML soubor.

atl_annotation_user

Tabulka obsahující nová data, ke kterým neexistuje ekvivalence v podobě původních XML souborů. V rámci rozšíření mikroskopu o možnost správy anotací přímo ve webovém prostředí byla vznesena žádost, aby k libovolnému snímku mohlo být přiřazeno libovolné množství uživatelů, kteří budou mít možnost přidávat jednotlivé anotace právě pro tyto

konkrétní snímky. Mapování těchto uživatelů na konkrétní snímky je uloženo v této tabulce.

atl_topos_topo

Tabulka pro uložení části dat slovníkové definice textu. Obsahuje textové údaje dříve uložené v tagu *TOPO*.

atl_topos_chsign

Další tabulka pro uložení části dat slovníkové definice textu. Obsahuje textové údaje dříve uložené v tagu *CHSIGN*.

atl_topos_choice

Poslední tabulka pro uložení části dat slovníkové definice textu. Obsahuje textové údaje dříve uložené v tagu *CHOICE*.

atl_description

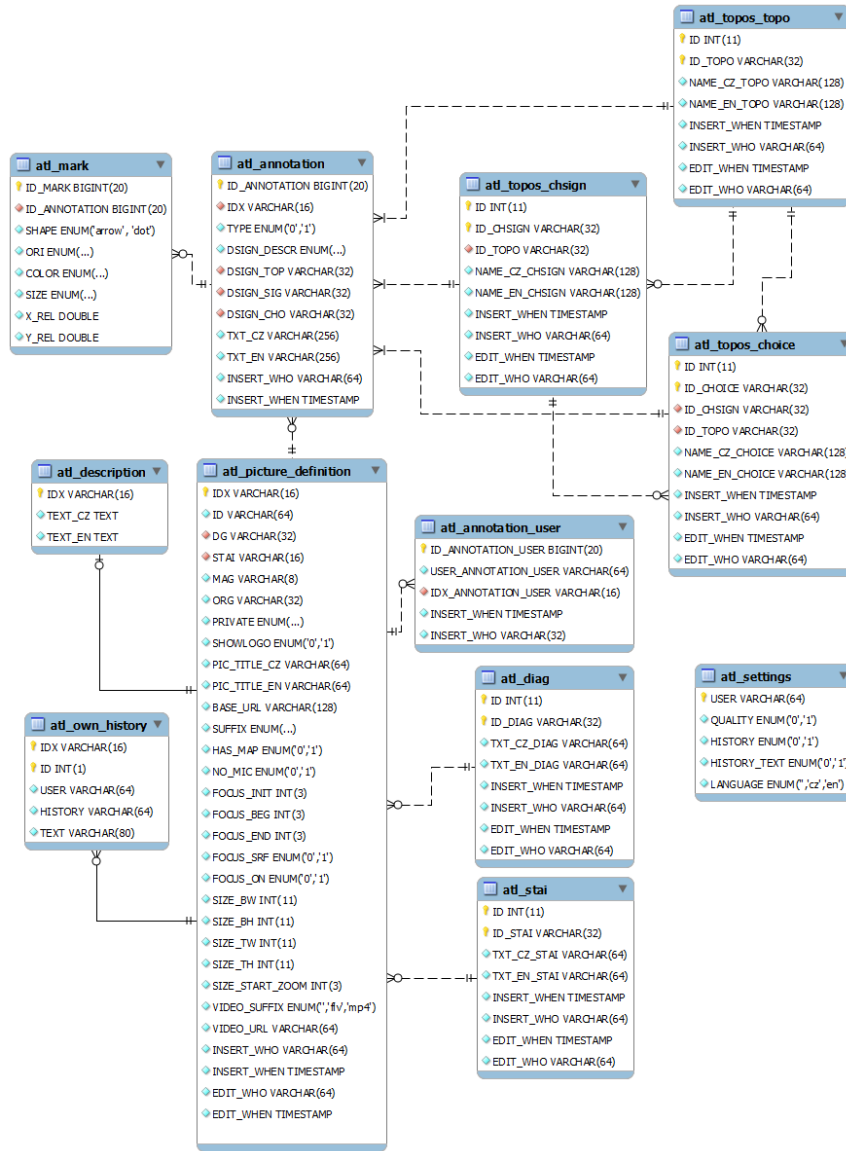
Tabulka obsahující nová data, dříve neobsažená v definici snímků. V tabulce jsou uloženy textové popisy ke konkrétním snímkům uloženým v databázi.

atl_own_history

Tabulka pro uložení dat vlastní historie. Jedná se tedy opět o tabulku, která obsahuje dříve nikde neuložená data. Standardně může každý uživatel uložit ke každému snímku až deset vlastních pozic s doplňujícím textem.

atl_settings

Tabulka obsahující dříve opět nikde neuložená data. Data obsahují vlastní nastavení pro mikroskop – jazykovou verzi daného uživatele, zobrazení nebo naopak skrytí táhla pro změnu kvality snímku, zobrazení vlastní historie a uložení textu k této historii. Jako jediná z tabulek nemá vazbu na žádnou jinou z tabulek.



Obrázek C.1: Kompletní schéma databáze pro Virtuální mikroskop

D Ukázky kódů

D.1 Struktura původního XML formátu definice snímku

```
1 <PICTURES>
2   <!-- definice snímku -->
3   <PICTURE>
4     <!-- popis snímku -->
5     <TXT> </TXT>
6     <!-- definice fokusovacích vrstev -->
7     <FOCUS/>
8     <!-- definice rozmeru snímku a fok. vrstev -->
9     <HRDIM/>
10
11    <!-- definice slovníkové anotace -->
12    <DSIGN>
13      <!-- upřesnění slovníkové definice -->
14      <TOP> </TOP>
15      <SIG> </SIG>
16      <CHO> </CHO>
17      <!-- volný textový popis anotace -->
18      <TXT> </TXT>
19      <!-- definice značky anotace -->
20      <MARK/>
21      ...
22    </DSIGN>
23    <!-- definice anotace s volným textem -->
24    <XSIGN>
25      <!-- volný textový popis anotace -->
26      <TXT> </TXT>
27      <!-- definice značky anotace -->
28      <MARK/>
29      ...
30    </XSIGN>
31  </PICTURE>
32
33  <PICTURE>
34    ...
35  </PICTURE>
36  ...
37 </PICTURES>
```

D.2 Definice autora v souboru authors.xml

```
1 <AUTHOR_DICTIONARY>
2   <ORG
3     ATOM                = "jfeit"
4     MAINAUTHOR          = "1"
5     CONTRIBUTOR         = "0"
6     CONTRIBINDEX       = "1"
7     AUTHORLABEL        = "1"
8     LABELFILE           = "_feit.gif"
9     AUTHORDYNLABEL     = "0"
10    PROGRAMMING         = "1"
11    TECHHELP            = "0"
12  >
13    <FIRSTNAME>Josef</FIRSTNAME>
14    <SURNAME>Feit</SURNAME>
15    <TITLE L="cz">MUDr., CSc.</TITLE>
16    <TITLE L="en">MD, PhD</TITLE>
17    <INSTITUTE L="cz">
18      Ústav patologie; FN Brno
19    </INSTITUTE>
20    <INSTITUTE L="en">
21      Dept. of Pathology; University Hospital Brno
22    </INSTITUTE>
23    <TOWN>Brno</TOWN>
24    <COUNTRY L="cz">Česká republika</COUNTRY>
25    <COUNTRY L="en">Czech Republic</COUNTRY>
26    <EMAIL>jfeit@ics.muni.cz</EMAIL>
27    <LABELDIMS NW="230" NH="50" SW="200" SH="37"/>
28  </ORG>
29  <!-- další případné tagy <ORG> -->
30 </AUTHOR_DICTIONARY>
```

D.3 HTML soubor pro výchozí verzi Virtuálního mikroskopu

```
1 <!DOCTYPE HTML PUBLIC "-//W3C/DTD HTML 4.0 //EN">
2 <HTML>
3 <HEAD>
4 <META http-equiv="Content-Type" content="text/html;
5   charset=UTF-8">
6 <TITLE>Virtual microscope</TITLE>
7 <LINK REL="STYLESHEET" HREF="./fevm.css">
8 <SCRIPT TYPE="text/javascript" SRC="./i18n.js"></SCRIPT>
9 <SCRIPT TYPE="text/javascript" SRC="./dsign.js"></SCRIPT>
10 <SCRIPT TYPE="text/javascript" SRC="./jsgraphics.js"></SCRIPT>
11 <SCRIPT TYPE="text/javascript" SRC="./fevm512.js"></SCRIPT>
12 <SCRIPT TYPE="text/javascript">
13   LC = LC.cz;
14   var image = {
15     size: { x: 178911, y: 147066 },
16     base_name: '72475',
17     base_url: 'http://atlases.muni.cz/demo2/fcgi/'
18       + 'iipsrv512.cgi?FIF=/_evelkeobrazky/',
19     suffix: 'jp2',
20     has_map: true,
21   };
22   var mags = {
23     max_level: 9,
24     start_zoom_level: 8,
25     sirkabunky: 512,
26     vyskabunky: 512,
27   };
28   var fokuslevels = {
29     minfokuslevel: 0,
30     maxfokuslevel: 5,
31     fokuson: true
32   }
33   init_mags();
34 </SCRIPT>
35 </HEAD>
36 <BODY ONLOAD="initFevm();" ONRESIZE="wres();">
37   <DIV ID="controls"></DIV>
38   <DIV ID="map"></DIV>
39   <IMG ID="map_minimize">
40   <IMG ID="hist_back">
41   <IMG ID="zoom_window">
```

```
42 <IMG ID="hist_forward">
43 <DIV ID="fevmwindow">
44   <script type="text/javascript">
45     document.write('<DIV ID="fevmbgdv"'
46       + 'STYLE="position: absolute;'
47       + 'width: ' + mags[mags.start_zoom_level].x'
48       + 'px; height: ' + mags[mags.start_zoom_level].y'
49       + 'px; left: 0px;top: 0px; "> <DIV ID="images"> </DIV>'
50       + '<DIV ID="Canvas" STYLE="left:0; top:0; z-index:100000">'
51       + '</DIV></DIV>');
52   </script>
53 </DIV>
54 </BODY>
55 </HTML>
```

D.4 Nový HTML soubor pro Virtuální mikroskop

```
1 <!DOCTYPE html PUBLIC "-//W3C//DTD HTML 4.01 Transitional//EN">
2 <html>
3 <head>
4 <meta http-equiv="Content-Type" content="text/html;
5   charset=UTF-8">
6 <meta name="robots" content="noindex, nofollow">
7 <link rel="stylesheet" href="fevm.css">
8 <script type="text/javascript" src="i18n.js"></script>
9 <script type="text/javascript" src="jsgraphics.js"></script>
10 <script type="text/javascript" src="fevm_new.js"></script>
11 <script type="text/javascript" src="optionLanguageList_new.js">
12 </script>
13 <script type="text/javascript" src="generateMainLayout_new.js">
14 </script>
15 <script type="text/javascript">
16   var getValues = getGetValues();
17   var lang = "cz";
18   if (getValues["language"] != void 0) {
19     if (getValues["language"] != "") {
20       lang = getValues["language"];
21     }
22   }
23   if (getValues["idx"] != void 0) {
24     if (getValues["idx"] != "") {
25       image.idx = getValues["idx"];
26     }
27   }
28   if (lang == "cz") {
29     LC = LC.cz;
30   } else if (lang == "en") {
31     LC = LC.en;
32   } else {
33     LC = LC.cz;
34   }
35   document.title = LC.WINDOW_TITLE;
36 </script>
37 </head>
38 <body onload="generateMainLayout(); initFevm();"
39       onresize="wres();">
40   <div id="mainContainer"></div>
41   <div id="controlls"></div>
42   <div id="map" style="display: none;">
43     <div id="mapArrowContainer"></div>
```



```
44 </div>
45 <img id="mapMinimize" style="display: none">
46 <img id="histBack">
47 <img id="zoomWindow">
48 <img id="histForward">
49 <div id="fevmwindow"></div>
50 <div id="debug"></div>
51
52 <!-- Google analytics JavaScript-->
53 <script type="text/javascript">
54     ...
55 </script>
56 </body>
57 </html>
```