

# INFORMAČNÍ SYSTÉMY S OTEVŘENÝM KÓDEM VE ZDRAVOTNICTVÍ

Hynek Kružík

## Anotace

V posledních letech se celosvětově začíná čím dál více prosazovat fenomén tzv. Open Source systémů také ve zdravotnictví. Abychom mohli posoudit, nakolik je Open Source model vážným konkurentem komerčním produktům musíme se zabývat především otázkami, „Jak vlastně funguje Open Source model?“, „Jak je tento model vývoje financován?“, „Jaké služby poskytují Open Source systémy koncovým uživatelům“. Na uvedené otázky se pokusí odpovědět na příkladu dvou moderních Open Source projektů: District Health Information Software (DHIS2) a Open Medical Record System (Open MRS).

## Klíčová slova

*eHealth, Open Source, otevřený kód, zdravotnické informační systémy, DHIS 2, OpenMRS*

### 1. Open Source model a jeho financování

Open Source software je software s otevřeným zdrojovým kódem, tedy software, který umožňuje nejen volný přístup ke zdrojovému kódu, ale také možnost jeho úpravy a za určitých podmínek také bezplatné legální užívání software, tedy softwarovou licenci.

Na podporu rozvoje myšlenek otevřeného kódu vznikla řada iniciativ, mezi nejznámější patří Open Source initiative (OSI), veřejně prospěšná společnost založená roku 1998 v Kalifornii. OSI se stala uznávanou autoritou reprezentující komunitu otevřených projektů a přidělující jednotlivým projektům statut otevřeného software dle definice (OSD – Open Source Definition, viz <sup>[2]</sup>), tedy OSD – konformních systémů. Tato definice nestanovuje pouze podmínky otevřeného přístupu ke zdrojovému kódu aplikace, ale také další distribuční podmínky vycházející z následujících principů:

#### 1. Volná distribuce

OSD musí umožnit volné bezplatné šíření kódu, či softwarových komponent, které jsou využity v rámci softwarových distribucí třetích stran obsahujících programy a moduly z dalších zdrojů, a to šířených bezplatně či za úplat. Otevřený kód tedy může být využit v jakémkoliv jiném komerčním i nekomerčním projektu.

#### 2. Přístup ke zdrojovému kódu

Programy s otevřeným kódem musí umožňovat volný přístup ke zdrojovému kódu. Programy musí umožnit distribuci jak ve formě zdrojového kódu, tak v kompilované formě. Zdrojový kód musí být distribuován ve formě umožňující jeho snadnou modifikaci programátory.

#### 3. Možnost modifikace

Licence k programům s otevřeným kódem musí umožňovat modifikace kódu a tvorbu tzv. odvozených programů a jejich šíření za stejných licenčních podmínek, jaký měl původní program.

#### 4. Ochrana autorství

Licence může obsahovat omezení distribuce modifikovaného zdrojového kódu pouze v případě, že umožňuje distribuci softwarových záplat, použitelných pro sestavení programu. Licence musí v takovém případě explicitně zakazovat distribuci software v kompilované formě, sestaveného z modifikovaného zdrojového kódu. Licence může požadovat šíření odvozených programů pod jiným názvem či s jiným číslem verze programu, než má původní software.

#### 5. Diskriminace osob či skupin osob

Softwarová licence nesmí být diskriminující vůči žádným osobám či skupinám osob.

#### 6. Diskriminace oblasti použití

Licence nesmí omezovat použití software v žádné oblasti lidské činnosti. Nesmí například vylučovat použití v oblasti obchodu či genetického výzkumu.

#### 7. Šíření licence při redistribuci

Práva, spojená s programy musí být přenositelná na všechny strany, jimž je program redistribuován, aniž by tato práva byla podmíněna další dodatečnou licencí.

#### 8. Šíření licence k programu v rámci softwarové distribuce

Práva spojená s programem nesmí být závislá na tom, zda je program součástí určité softwarové distribuce. Všechny strany využívající program v rámci softwarové distribuce musí mít stejná práva jako uživatelé původního programu.

#### 9. Licence nesmí omezovat jiná softwarová díla

Licence nesmí omezovat jiný software distribuovaný společně s licencovaným software. Licence nesmí např. zakazovat společnou distribuci se systémy, které nejsou Open Source.

#### 10. Licence musí být technologicky neutrální

Licence nesmí klást žádné podmínky týkající se technologické platformy či uživatelského interface.

Díky otevřenosti přístupu ke zdrojovým kódům umožnil Open Source model akceleraci vývoje řady inovativních, komerčně méně závislých softwarových řešení a díky tomu se velmi úspěšně prosadil nejen v oblasti operačních systémů (GNU/Linux, FreeBSD, Sun Solaris) či programovacích jazyků (Java, Python, PHP, Ruby), ale také snad ve všech představitelných aplikačních oblastech. V mnoha z těchto oblastí dnes systémy s otevřeným kódem patří mezi průmyslové standardy.

Z hlediska zdravotnické informatiky je podstatné postupné prosazování Open Source modelu i v této oblasti. Vzniká tak velmi zajímavá alternativa ke komerčním produktům. To ovšem neznamená, že nasazení a použití systémů s otevřeným kódem je jednoznačně výhodnější než použití systémů komerčních.

Finanční prostředky pro Open Source projekty plynou z řady zdrojů, bývají podporovány nejen z prostředků filantropů, nadací a grantů, ale především z prostředků velkých komerčních organizací či menších inovativních firem, které ve vývoji nových řešení spatřují příležitost k budoucímu komerčnímu úspěchu. V oblasti zdravotnictví je situace odlišná a podpora komerčního sektoru je vzácnější. Ve zdravotnictví jsou však ročně investovány stovky miliard dolarů formou rozvojové a humanitární pomoci chudým, hospodářsky nerozvinutým zemím. Část z těchto prostředků, byť v řádech významně nižších, je investována také do rozvoje otevřených zdravotnických informačních systémů. Díky této podpoře vznikla řada softwarových řešení, která podporují všechny základní oblasti poskytování zdravotních služeb – od systémů pro praktické lékaře až po nemocniční systémy, viz např. [3, 11]. Úplný seznam všech systémů registrovaných v [3] obsahuje přes 200 titulů zařazených do 13 základních kategorií dle funkčních oblastí, které zahrnují jak klinické tak manažerské oblasti, PACS systémy pro zpracování obrazové informace, oblast veřejného zdraví, zdravotnickou statistiku či monitorování výskytu nakažlivých nemocí.

V řadě rozvojových zemí jsou otevřené systémy implementovány centrálně, v rámci rozsáhlých projektů financovaných vládními institucemi zahraniční rozvojové pomoci (USAID, NORAD, EU, WB, GIZ, Bill & Melinda Gates Foundation a řada dalších). Nejedná se však zdaleka pouze o země tzv. třetího světa, v nichž dochází k plošné implementaci otevřených IS, řada z informačních projektů, byť menšího rozsahu proběhla a probíhá také v rámci přístupových a přechodných nástrojů EU v nových členských zemích.

Rozvojová pomoc, stejně tak jako projekty EU, umožňují méně rozvinutým zemím přístup k relativně kvalitním softwarovým řešením a také přístup k zahraničním zkušenostem a modernímu know-how. V tom ale také v minulosti spočíval základní problém rozvojových projektů, nežádka totiž vybudované informační systémy přestávaly fungovat již několik měsíců po jejich ukončení. Uživatelé instalovaných systémů často nebyli schopni systémy udržovat pro nedostatek provozních prostředků či kvalifikovaných pracovníků. Dalším problémem je fakt, že při výběru informačního systému nebývá hlavním faktorem výběru jeho kvalita ale finanční podpora, kterou dárce dané zemi přináší. Rozvojová pomoc tak může na mnoho let omezit investice do vývoje vlastních řešení a tím omezit rozvoj vlastního know-how, nehledě na narušení volné soutěže softwarových řešení. Tyto zkušenosti vedly ke změnám v organizaci softwarových projektů, mnohem větší důraz je nyní kladen na udržitelnost projektů a budování vlastních odborných kapacit. Příjemci zahraniční pomoci musejí také počítat s nutností postupně nést náklady na provoz informačních systémů a jejich podporu. Někteří z investorů proto přešli k budování center zajišťujících vznik lokálních odborných kapacit, podporu uživatelů a další vývoj otevřených zdravotnických systémů.

Příkladem může být organizace HISP – Health Information System Programme, podporovaná norskými fondy NORAD. HISP stojí za vývojem informačního

systému pro management zdravotnických informací DHIS (District Health Information Software). HISP se z původního pilotního projektu pro tři jihoafrické provincie rozšířil do podoby mezinárodní sítě a je zastoupen ve třinácti zemích Asie, Afriky a Evropy. HISP zajišťuje především školení zdravotnických pracovníků a manažerů v oblasti informačních technologií, sběru a využívání kvalitních dat pro podporu rozhodování a řízení zdravotních programů. HISP spolupracuje s WHO, EU, univerzitami, ministerstvy zdravotnictví, neziskovými organizacemi a fondy a díky této spolupráci zajišťuje další vývoj a podporu systému DHIS.

Dalším příkladem otevřeného řešení je klinický a manažerský systém OpenMRS, vyvíjený skupinou institucí a komunitou vývojářů podporovanou Regenstrief Institutem (USA), či systém iHRIS, jehož vývoj podporuje americká vládní organizace pro zahraniční pomoc USAID. Tento systém pro komplexní správu lidských zdrojů je dnes implementován v 8 afrických zemích a představuje standardní řešení s možností využití v jakékoliv další zemi. Všechny uvedené systémy jsou vzájemně kompatibilní a poskytují standardní datová (HL7, SDMX) a aplikační rozhraní.

Ponechme nyní stranou diskusi o vlivu otevřených projektů ve zdravotnictví, mnohdy financovaných z veřejných prostředků, na trh zdravotnické informatiky, neboť tento vliv bude závislý na řadě faktorů specifických pro jednotlivé země, a zkusme analyzovat, v čem se liší komerční softwarové systémy a otevřené systémy z pohledu koncových uživatelů. Z tohoto pohledu můžeme hodnotit řadu kritérií, které ve svém součtu ovlivňují výhodnost či nevýhodnost jednotlivých řešení. Mezi tato kritéria bude jistě platit pořizovací cena, funkčnost, kvalita uživatelského rozhraní, provozní náklady, náklady na další rozvoj, kvalita uživatelské podpory, stabilita dodavatele a řada dalších. V mnoha uvedených kategoriích nelze hodnocení generalizovat a bude vždy souviset s konkrétními produkty. Významný rozdíl mezi oběma modely však lze spatřovat především v oblasti pořizovacích nákladů, provozních nákladů a úrovní podpory.

Při porovnání pořizovacích nákladů a nákladů na další vývoj systémů budou při současném obchodním modelu firem dominantních na českém trhu zdravotnické informatiky výhodnější systémy využívající otevřený zdrojový kód, neboť jejich vývoj je méně závislý na prodeji koncovým uživatelům než u produktů komerčních. V oblasti provozních nákladů bude situace vyrovnanější a v oblasti kvality uživatelské podpory jsou pozitiva spíše na straně komerčních firem. V obou modelech lze však sledovat sblížování strategií, komerční subjekty snižují počáteční cenu svých řešení a spoléhají především na příjmy z přidružených služeb, jakými jsou specializovaná konzultační činnost, podpora uživatelů či outsourcing provozu informačních systémů. Z dlouhodobého hlediska lze očekávat že, oba modely budou poskytovat klientům srovnatelné služby a produkty srovnatelné kvality. Díky inovativnímu potenciálu otevřených řešení lze také očekávat, že tato řešení budou ve stále větší míře využívána jako součást komerčních systémů.

## 2. DHIS a OpenMRS

Systémy DHIS 2 či OpenMRS podporují pracoviště, které léta patří k mezinárodní špičce v oblasti zdravotnické informatiky (Americký institut Regenstrief, Universita Oslo a další), tato podpora sice není zárukou, ale je alespoň dobrým předpokladem kvalitních řešení. Oba produkty byly od svého počátku koncipovány tak, aby mohly být implementovány v zemích lišících se nejen jazykem, ale také organizací zdravotních služeb. Zároveň jsou připraveny k nasazení v prostředí s málo rozvinutou technickou infrastrukturou a nedostatečnými lidskými zdroji v oblasti IT.

Systém DHIS 2, se kterým jsem se seznámil v rámci projektu technické asistence pro Ministerstvo zdravotnictví v Bangladéši, bude blíže představen v následujících odstavcích.

### 2.1 DHIS 2 – District Health Information Systém 2

DHIS je vysoce flexibilní systém správy zdravotnických dat, založený na flexibilním datovém skladu a repozitóri metadat (datovém slovníku). Systém umožňuje distribuovaný i mobilní sběr zdravotních údajů především z oblasti veřejného zdraví, zdravotních služeb, zdravotnické statistiky a vybraných typů patientsky orientovaných dat (např. spokojenost pacientů, některé epidemiologické údaje apod.). Nejedná se však o EMR (EHR) systém.

Architekturu systému tvoří hierarchická organizační struktura, repozitář a vlastní datový sklad.

#### Organizační struktura

Hierarchická organizační struktura umožňuje jednoznačnou identifikaci územních celků i jednotlivých pracovišť v maximálně pěti hierarchických úrovních. Na každé úrovni (vyjma úrovně nejnižší) je možná automatická agregace dat. Primární data lze přitom vkládat jak na úrovni listové, tak na úrovni agregované.

Systém umožňuje všechny běžné operace, které v praxi u semi-permanentních struktur, jakými jsou organizační stromy, nastávají – přidání a deaktivaci uzlů, slučování uzlů, vytváření další hierarchické úrovně či přesun uzlů v rámci hierarchické struktury. Zachování historie organizační struktury je možné, není však automaticky zajištěno systémem, ale je ponecháno v rukách jeho správce.

Hierarchický princip uspořádání organizačních jednotek umožňuje agregaci údajů na vyšších hierarchických úrovních a díky vazbě na geografické struktury i následnou prezentaci dat v GIS modulu. Speciální agregační požadavky lze řešit díky systému skupin, které mohou slučovat organizační jednotky napříč hierarchickou strukturou. To umožňuje např., agregovat všechny nemocnice, či jen všechny ambulance atp.

#### Repozitář metadat

Veškeré údaje potřebné pro sběr a zpracování dat jsou uloženy v datové repozitáři. Ta rozlišuje dva základní typy objektů – datový element a indikátor.

Popisné atributy objektů lze rozdělit do tří základních skupin:

- Identifikující a definující atributy – název, kód, popis, typ, agregační operátor, verze, stav
- Relační a representační atributy – datový typ, forma reprezentace, datová doména, validační pravidla, způsob sběru, návod na použití, atd.
- Administrativní atributy – zodpovídající instituce, pravidla aktualizace, zdrojový dokument, umístění atp.

Indikátor je doplněn ještě výrazem definujícím čísel a jmenovatel pro jeho výpočet z datových elementů.

Dalšími elementy uloženými v repozitóri jsou minimální a maximální přípustné hodnoty datových elementů, validační pravidla, periody reportování, vstupní formuláře a tiskové sestavy, datové sady, skupiny dat, skupiny indikátorů a další elementy.

Systém je díky datové repozitóri velmi flexibilní a umožňuje uživatelskou tvorbu všech základních elementů i jejich kompozici do datových sad a způsob výpočtu libovolných indikátorů či uplatnění validačních pravidel při sběru dat.

### **Datový sklad**

Veškeré hodnoty datových elementů jsou uloženy ve strukturách datového skladu. Sklad je organizován ve struktuře – zdroj dat – období – datový element. Tato struktura zajišťuje, že každý údaj se v datovém skladu ukládá pouze jednou, bez ohledu na to, zda je součástí jednoho či několika výkazů (tzv. datových sad) které pocházejí ze stejného bodu organizační struktury. Datový sklad je vybaven modulem kontroly vstupních dat založeným na systému uživatelsky definovaných pravidel.

### **Analytické funkce a reporting**

Systém je vybaven nástroji na generování standardních uživatelských reportů, kontingenčních tabulek i libovolných uživatelských reportů z dat uložených v datovém skladu. Ad hoc analýza dat a indikátorů je možná prostřednictvím grafického analyzátoru (základního OLAP modulu), který je schopen vytvářet tabulkové i grafické výstupy v několika výstupních formátech včetně možnosti exportu dat pro další analytické zpracování. Součástí systému jsou základní analytické funkce umožňující stanovení střední hodnoty a rozptylu, detekci odlehklých hodnot a analýzu chybějících hodnot. Na rozšíření analytických funkcí systému se dále pracuje.

Veškerá data a indikátory lze také analyzovat v GIS modulu, který umožňuje grafickou reprezentaci výsledných hodnot v mapovém podkladu a grafickou drill-down analýzu.

Pro každého uživatele je navíc možné připravit sadu individuálních reportů, analýz a grafických výstupů přístupných přes osobní dashboard.

### **Použité technologie**

První verze systému využívala databázové prostředí MS Access a byla naprogramována převážně v prostředí Visual Basic. Lze ji tedy provozovat pouze

na platformě Windows. Současná verze systému je převedena do prostředí, které je kompletně technologicky neutrální. Jádrem systému je kód, který je schopen provozu na všech platformách s webovým aplikačním serverem podporujícím Java EE (Apache Tomcat, Glassfish, JBoss, WebSphere, MS IIS, ...) Systém je databázově nezávislý a může být provozován na libovolném databázovém serveru s podporou standardu SQL a jdbc.

### 3. Závěr

Otevřené systémy si v zahraničí dobývají své stálé místo ve světě zdravotnictví, a ačkoliv dnes v rozvinutých zemích nepředstavují významnou alternativu k ostatním systémům, lze očekávat, že jejich vliv poroste, stejně jako se tomu stalo v jiných průmyslových odvětvích.

### Literatura

- [1.] Open Source initiative, <http://www.opensource.org>
- [2.] The Open Source Definition, <http://www.opensource.org/docs/osd>
- [3.] Medical Free/Libre and Open Source Software, <http://www.medfloss.org>
- [4.] Health Information Systems Programme(HISP), <http://www.hisp.org>
- [5.] Health Information Systems Programme Norway, <http://www.hisp.uio.no>
- [6.] District Health Information Software 2, <http://www.dhis2.org>
- [7.] HISP India, Society for Health Information Systems Programmes, <http://hispindia.org/>
- [8.] Norwegian Agency for Development Cooperation (Norad), <http://www.norad.no/en/>
- [9.] U.S. Agency for International Development (USAID), <http://www.usaid.gov>
- [10.] The Bill & Melinda Gates Foundation, [www.gatesfoundation.org](http://www.gatesfoundation.org)
- [11.] Wikipedia, [http://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_open\\_source\\_healthcare\\_software](http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_open_source_healthcare_software)

### Kontakt

**Hynek Kružík,**  
GNOMON s.r.o.,  
Faltysova 1500/18,  
156 00 Praha  
tel: 603 216 477,  
e-mail: [kruzik@gnomon.cz](mailto:kruzik@gnomon.cz)