Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Teze disertační práce

Výzkum ontologických struktur zdravotní dokumentace a překážek digitalizace ve zdravotnictví

Research on Ontological Structures of Health Records and Barriers to Digitalization in Healthcare

Autor: **Ing. et Ing. Martin Burdík**

Studijní program: P3902 - Inženýrská informatika

Studijní obor: 3902V023 - Inženýrská informatika

Školitel: prof. Mgr. Roman Jašek, Ph.D., DBA

Oponenti: prof. Ing. Roman Šenkeřík, Ph.D.
doc. Dr. Ing. Oldřich Kodym, MBA
doc. RNDr. PaedDr. Hashim Habiballa, Ph.D., PhD.

Zlín, říjen 2024

© Martin Burdík

Vydala **Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně** v edici **Doctoral Thesis Summary.**
Publikace byla vydána v roce 2024.

Klíčová slova: *Ontologie, eHealth, legislativní bariéry, etické bariéry, standartizace, zobrazovací nástroje.*

Key words: *Ontology, eHealth, Legislative Barriers, Ethical Barriers, Standards, Display Tool.*

Plná verze disertační práce je dostupná v Knihovně UTB ve Zlíně.

ISBN 978-80-7678-292-1

ABSTRAKT

Současný trend rychlého technologického pokroku daný především systémy využívajícími umělou inteligenci je jedním z nejzajímavějších témat v oblasti informatiky. Potřeba digitalizace personálních údajů se ukázala jako užitečný nástroj pro zefektivnění poskytovaných veřejných služeb a komunikace s orgány státní správy. Proces transformace zdravotnických údajů do digitalizované podoby je však v tomto ohledu pomalejší. Je to dáno především důsledkem etických bariér, obavami souvisejícími se ztrátou soukromí a ochranou osobních údajů. Předcházení těmto problémům vyžaduje pečlivou přípravu legislativy, včetně technické připravenosti komplexního systému elektronického zdravotnictví s prioritou lidského prospěchu a bezpečnosti. Harmonizace právních předpisů a standardizace technologických systémů jsou nezbytné pro efektivní sdílení zdravotních údajů a zajištění kvalitní péče napříč zdravotnickými systémy nejen u nás, ale i v zahraničí. Tato práce se zabývá standardizací dat, především komunikačními standardy jako HL7 FHIR a DASTA, a jejich rolí v efektivním přenosu zdravotních dat. Zavedení jednotných mezinárodních standardů může usnadnit přeshraniční sdílení elektronické zdravotní dokumentace a podpořit integraci českého zdravotnictví do širšího evropského kontextu. S ohledem na zavedené terminologické standardy a ontologické jazyky je následně navržena architektura zobrazovacího nástroje zdravotnických dat založená na XSL šabloně.

ABSTRACT

The current trend of rapid technological progress, mainly due to systems using artificial intelligence, is one of the most interesting topics in the field of computer science. The need to digitize personnel data has proven useful for streamlining public services and communication with state administration authorities. However, transforming health data into a digitized form is slower. This is mainly due to ethical barriers and concerns related to loss of privacy and protection of personal data. Avoiding these problems requires careful preparation of legislation, including the technical readiness of a comprehensive electronic health system with human benefit and safety as a priority. Harmonization of legal regulations and standardization of technological systems are necessary for the effectively sharing health data and ensuring quality care across health systems in our country and abroad. This work deals with data standardization, especially communication standards such as HL7 FHIR and DASTA, and their role in effectively transferring health data. The introduction of uniform international standards can facilitate the cross-border sharing of electronic health documentation and support the integration of the Czech healthcare system into the broader European context. Concerning the established terminological standards and ontological languages, the architecture of the health data display tool based on the XSL template is subsequently designed.

Obsah

1. ÚVOD 6
2. SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY 8
3. CÍLE DISERTAČNÍ PRÁCE 10
4. TEORETICKÝ RÁMEC 12
4.1 Elektronické zdravotnictví 12
4.2 Etické bariéry digitalizace zdravotnictví 13
4.3 Legislativní bariéry digitalizace zdravotnictví 15
4.3.1 Legislativa EZ v České republice 15
4.3.2 Legislativa EZ v Evropské unii 16
5. ZVOLENÉ METODY ZPRACOVÁNÍ 18
5.1 Analýza legislativních bariér EZ 18
5.2 Analýza etických bariér EZ 19
5.3 Ontologie a standardy 20
5.4 Renderovací nástroj 21
6. NÁVRH ARCHITEKTURY RENDEROVACÍHO NÁSTROJE 23
6.1 Prerekvizity 23
6.2 Model požadavku 25
6.3 Procesní model 26
6.4 Popis případu užití 28
6.4.1 Získání seznamu sdílené eZD 28
6.4.2 Získání sdíleného dokumentu eZD 29
6.4.3 Zobrazení sdíleného dokumentu eZD 31
6.5 Návrh licencování a dalšího rozvoje 38
7. PŘÍNOS PRÁCE PRO VĚDU A PRAXI 42
8. ZÁVĚR 44

1. ÚVOD

Z analýzy dostupných dat vyplývá signifikantní trend prodlužování lidského života. S tímto prodloužením života se nevyhnutelně zvyšuje i potřeba kvalitní lékařské péče. Současně je pozorován znepokojující nárůst průměrného věku lékařů. V některých specializacích se průměrný věk lékařů blíží k důchodovému věku. Tato situace naznačuje možný budoucí nedostatek zdravotnických pracovníků. V kontextu těchto zjištění se zdá být nezbytné hledat efektivní řešení pro zmírnění zatížení zdravotnického systému. Jedním z přístupů je digitalizace zdravotnictví, která by mohla zefektivnit rutinní a časově náročné procesy.

Digitalizace zdravotnického systému představuje zásadní změnu ve způsobu poskytování zdravotní péče. Integrace informačních a komunikačních technologií do zdravotnických systémů nabízí mnoho výhod, včetně zlepšení kvality péče, zvýšení efektivity a usnadnění přístupu k lékařským službám. Nicméně tato transformace přináší také významné etické výzvy, které je nezbytné pečlivě zkoumat a řešit. V této éře vědeckého pokroku nabízí inženýrská informatika, zvláště využití pokročilých metod analýzy dat a strojového učení (ML z angl. Machine Learning), nové možnosti pro lékařskou diagnostiku. ML má potenciál zpracovávat a analyzovat obrovské množství zdravotních dat, což vede k přesnějším diagnostikám a efektivnější léčbě. Metody jako ML se aplikuje například ve zlepšování diagnostických procesů, kde umožňuje rychlejší a přesnější identifikaci onemocnění. V klinické medicíně může ML pomoci identifikovat vzory v obrovském množství zdravotnických dat, což usnadňuje lékařům rozhodování o nejvhodnější léčbě.

Pandemie Covid-19 měla významný pozitivní vliv na proces elektronizace zdravotnictví. Během pandemie došlo k rychlému rozvoji a implementaci digitálních nástrojů a technologií, které byly dříve obtížně realizovatelné. Lékaři a zdravotnický personál byli nuceni adaptovat se na nové způsoby poskytování péče, včetně telemedicíny a elektronické preskripce. Tento urychlený vývoj přinesl řadu výhod, jako je zvýšená dostupnost péče, snížení potřeby fyzických návštěv a efektivnější správa zdravotních dat.

Zrychlená elektronizace během pandemie nastavila nový standard pro budoucí vývoj zdravotnických systémů, zdůrazňující nutnost pokračovat v tomto trendu a dále rozvíjet digitální nástroje pro zlepšení zdravotní péče.

Elektronické zdravotnictví (EZ), které zahrnuje elektronickou zdravotní dokumentaci (eZD anglicky Electronic Health Record – EHR) a digitální nástroje,

zvyšuje efektivitu péče a zlepšuje koordinaci mezi různými poskytovateli zdravotní péče. To je klíčové pro zvládání komplexních zdravotních potřeb stárnoucí populace. V kontextu stárnutí zdravotnických pracovníků a rostoucích nároků na lékařskou péči může integrace ML a EZ pomoci zvládnout tyto výzvy, zvýšit efektivitu a kvalitu péče a zároveň snížit zátěž na zdravotnické pracovníky. Je s tím však spojena řada etických, legislativních a technických bariér, které je nutné zohlednit. Proto je kladen důraz na multidisciplinární propojení informačních technologií, medicíny, etiky a legislativy, s cílem maximalizovat potenciál těchto oblastí v lékařské diagnostice a péči o pacienty.

Tato disertační práce se zaměřuje na elektronizaci zdravotnictví, zejména pak digitalizaci lékařských záznamů. Záznamy eZD jsou nutnou prerekvizitou pro následné využití statistických a matematických metod ať už v při poskytování lékařské péče tak i pro potřeby vědy a výzkumu. Důležitým aspektem je objektivní hodnocení stávajících překážek a aktuálního stavu EZ pomocí dostupné literatury. Zároveň tato práce poskytuje doporučení pro efektivní implementaci a využití moderních technologií v klinické praxi, s důrazem na zajištění etických standardů a legislativního souladu. Práce je tedy z oblasti informatiky, respektive EZ, které nyní zažívá rozmach, ale zároveň čelí bariérám etickým, legislativním a technickým.

2. SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY

EZ představuje jeden z nejdynamičtěji rostoucích segmentů v rámci moderního zdravotnického systému. Využití digitálních technologií ve zdravotnictví je nezbytné pro zvýšení kvality poskytované péče, zefektivnění zdravotnických procesů a zlepšení dostupnosti zdravotních informací. EZ zahrnuje široké spektrum technologií, od elektronické zdravotní dokumentace (eZD) přes telemedicínu [1] až po pokročilé analytické nástroje a využití umělé inteligence v oblasti zdravotnictví [2].

Na globální úrovni se EZ stává integrální součástí moderní medicíny [3], přičemž řada zemí zavádí komplexní národní strategie pro jeho podporu a rozvoj [4]. Česká republika není v tomto ohledu výjimkou, přesto se však potýká s významnými výzvami, které omezují plné využití potenciálu těchto technologií. Mezi hlavní překážky patří legislativní [5], etické [6] a technické bariéry [7], které brání efektivní a bezpečné implementaci elektronického zdravotnictví na národní úrovni.

Jedním z nejvýznamnějších etických problémů souvisejících s digitalizací zdravotnictví je ochrana soukromí pacientů a bezpečnost jejich osobních zdravotních údajů [8]. V prostředí, kde jsou data ukládána a přenášena elektronicky, existuje zvýšené riziko neoprávněného přístupu, ztráty nebo zneužití těchto údajů. Je tedy nezbytné zajistit důvěrnost a integritu zdravotních dat. Dalším důležitým etickým aspektem je zajištění informovaného souhlasu pacientů, kteří musí mít kontrolu nad tím, jak budou jejich údaje využívány a sdíleny. Tyto etické otázky jsou obzvláště významné v souvislosti s novými technologiemi, jako je umělá inteligence [9], která může analyzovat zdravotní data a na základě nich formulovat závěry, jež mají přímý vliv na péči o pacienta [10].Legislativní prostředí v ČR má zásadní vliv na podmínky pro implementaci EZ. Ačkoli existují určité právní předpisy, jako je zákon o zdravotních službách [11] nebo zákon o ochraně osobních údajů [12], které upravují používání eZD a ochranu osobních údajů, stále přetrvávají značné mezery v legislativě, které brání plné digitalizaci. Harmonizace s evropskými předpisy, zejména s obecným nařízením o ochraně osobních údajů (GDPR) [13] vyžaduje další úpravy národní legislativy, aby bylo dosaženo plného souladu a odstranění překážek pro sdílení zdravotních informací na evropské úrovni.

Technická omezení pro plnou digitalizaci zdravotnických dat zahrnují nedostatečnou infrastrukturu [14], nízkou úroveň interoperability mezi

zdravotnickými informačními systémy [14] a absenci jednotných standardů [15]. Mnohá zdravotnická zařízení v ČR používají softwarové systémy, které nejsou vzájemně kompatibilní [16], což komplikuje sdílení informací a ztěžuje integraci dat napříč systémy. Tento nedostatek standardizace nejenže snižuje efektivitu poskytované zdravotní péče, ale také komplikuje využití zdravotnických dat pro výzkum a vývoj nových technologií ve zdravotnictví.

V ČR byly v tomto směru zavedeny iniciativy, jako je projekt eRecept [17] nebo Národní zdravotnický informační systém (NZIS) [18], přičemž úroveň digitalizace zdravotnictví neodpovídá globálním standardům. Mnohá zdravotnická zařízení dosud plně nepřijala eZD a často se potýkají s problémy spojenými s jejich integrací a nedostatečnou interoperabilitou mezi různými systémy. Jedním z hlavních nedostatků současného stavu je absence jednotného přístupu ke standardizaci zdravotnických dat [18], což vede k problémům při jejich sdílení a interpretaci mezi různými zdravotnickými zařízeními. Tento nedostatek omezuje možnost efektivního využití zdravotních informací pro diagnostiku, léčbu a výzkum. V současné době existuje několik mezinárodně uznávaných standardů, jako jsou HL7 (Health Level Seven) [19] a FHIR (Fast Healthcare Interoperability Resources) [20], které se zaměřují na strukturování a přenos zdravotnických dat. Implementace těchto standardů v ČR však zůstává omezená a vyžaduje další podporu a rozvoj [21].

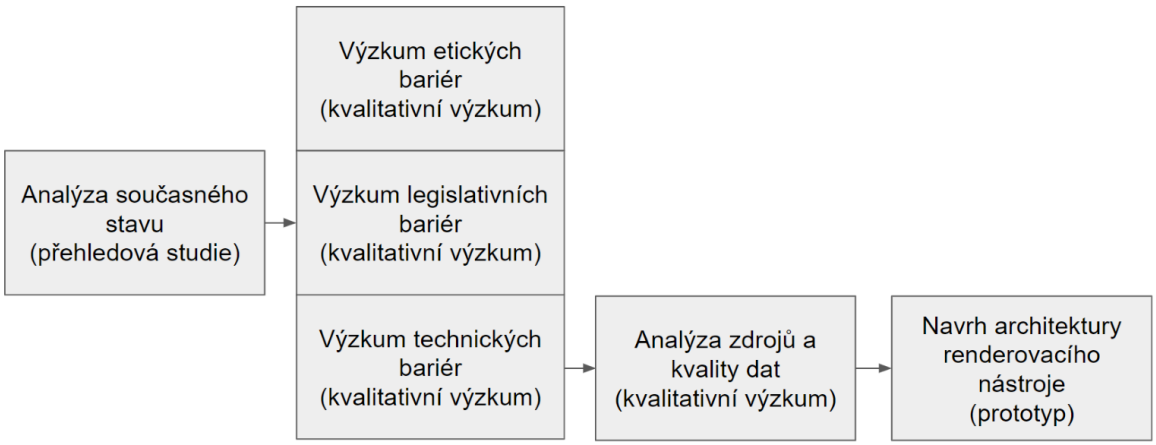
3. CÍLE DISERTAČNÍ PRÁCE

Cílem disertační práce je výzkumem přispět k elektronizaci zdravotnictví zejména v podmínkách ČR. Práce je tedy z oblasti informatiky, respektive elektronického zdravotnictví, které nyní zažívá rozmach, ale zároveň čelí bariérám etickým, legislativním a technickým. Primární cíl spočívá v objektivním posouzení etických, legislativních a technických bariér. Pozornost je rovněž věnována datům ve zdravotnictví, respektive jejich digitalizaci, s čímž souvisí ontologie a standardizace lékařských záznamů.

Jednotlivé kroky předcházející návrhu softwarového řešení v rámci digitalizace zdravotnictví:

- Analýza současného stavu EZ v ČR
- Výzkum etických bariér v oblasti EZ.
- Výzkum legislativních bariér v EZ.
- Výzkum technických bariér v EZ.

V rámci experimentální práce je zpracována ontologie a analýza používaných standardů dat ve zdravotnictví. Dále je vypracován návrh architektury zobrazovacího (renderovacího) nástroje pro lékařské záznamy. Cílem je navrhnout flexibilní, škálovatelné a udržitelné řešení, které bude otevřeno dalšímu vývoji a přizpůsobení. Tento návrh bude sloužit jako referenční rámec pro budoucí vývoj zobrazovacích nástrojů v oblasti EZ.



Obr. 1: Dílčí cíle práce

Výzkumné otázky:

VO1: Jaké jsou současné etické bariéry, které brání plné implementaci EZ v ČR?

VO2: Jaká je legislativní připravenost ČR jako členské země EU na plnou digitalizaci zdravotnictví a jaké zákonné překážky je nutné překonat?

VO3: Jaké technické bariéry brání implementaci eZD v českém zdravotnictví?

VO4: Jaké jsou aktuální standardy pro digitalizaci zdravotních dat v ČR a jak mohou být tyto standardy zlepšeny pro podporu ontologií a standardizace lékařských záznamů?

VO5: Jaké jsou klíčové prvky a požadavky, které by měly být zahrnuty do návrhu architektury referenční implementace zobrazovacího nástroje pro lékařské záznamy v rámci EZ?

4. TEORETICKÝ RÁMEC

Teoretická část práce se zaměřuje na identifikaci a překonávání etických, legislativních a technologických bariér, které brání plnému využití EZ. Tyto bariéry jsou analyzovány z hlediska jejich dopadu na kvalitu a efektivitu poskytované zdravotní péče, stejně jako na ochranu pacientských dat a jejich práv.

4.1 Elektronické zdravotnictví

Digitální transformace je zásadní pro poskytování lepší zdravotní péče občanům, budování silnějších a odolnějších zdravotnických systémů, podporu dlouhodobé konkurenceschopnosti a inovace v odvětví zdravotního průmyslu EU a pomáhání EU se zotavovat z pandemie. Klíčovými faktory jsou [22]:

- Dostupnost zdravotní péče

Digitální zdravotnické technologie mohou překlenout propast mezi pacienty a poskytovateli zdravotní péče, zejména v nedostatečně pokrytých oblastech. Telemedicína například umožňuje dálkové konzultace, což umožňuje lidem získat lékařské rady bez ohledu na jejich geografickou polohu. To zvyšuje dostupnost zdravotní péče zejména pro ty, kteří žijí na venkově nebo v izolovaných oblastech.

- Posílení pacienta

Digitální zdravotnické nástroje umožňují jednotlivcům aktivně se podílet na svém vlastním zdraví. Mobilní aplikace a nositelná zařízení umožňují uživatelům monitorovat své zdravotní údaje, jako je srdeční frekvence, vzory spánku a fyzická aktivita. Tyto informace mohou být analyzovány pro poskytování personalizovaných doporučení, která podporují zdravý životní styl a prevenci nemocí.

- Prevence nemocí a časná detekce

Digitální zdravotnická řešení usnadňují preventivní přístup ke zdraví tím, že podporují prevenci nemocí a časnou detekci. Díky algoritmům umělé inteligence (AI z angl. Artificial Intelligence) a ML mohou být analyzována velká množství zdravotních dat pro identifikaci trendů a rizikových faktorů, což umožňuje časnou diagnózu a zásah. To pomáhá snižovat náklady na zdravotní péči a zlepšovat výsledky léčby.

- Ekologická udržitelnost

Digitální zdravotnictví může přispět k vytvoření udržitelnějšího zdravotnického systému. Snížením potřeby fyzické infrastruktury a dopravy snižuje telemedicína a vzdálené monitorování emise uhlíku. Navíc eZD nahrazují systémy založené na papíru, čímž minimalizují odpad z papíru a zvyšují efektivitu ve zdravotnických zařízeních.

- Poznání založené na datech

Velké množství dat souvisejících se zdravím, která jsou generována digitálními zdravotnickými technologiemi, poskytuje příležitosti pro výzkum a správu zdraví populace. Agregovaná a anonymizovaná data mohou být analyzována k identifikaci trendů ve zdraví, vývoji cílených intervencí a ke zlepšování strategií veřejného zdraví. To umožňuje rozhodování na základě důkazů a správné rozdělování zdrojů.

4.2 Etické bariéry digitalizace zdravotnictví

Etické bariéry a jejich aspekty v systémech EZ zajišťují, že digitální zdravotnické systémy budou respektovat a chránit práva pacientů. Etické otázky, jako je ochrana osobních údajů, souhlas informovaného pacienta a rovnost v přístupu k péči, jsou nezbytné pro zachování důvěry ve zdravotnické systémy. Etický výzkum poskytuje důležité pokyny a normy pro odpovědné chování a pomáhá tak předcházet potenciálním rizikům a negativním důsledkům, které by mohly vyplynout z neetického zacházení s citlivými zdravotními údaji. Zkoumání etických bariér a aspektů je tedy nezbytné nejen pro zajištění zákonnosti a bezpečnosti zdravotnických technologií, ale také pro posílení jejich přijetí a důvěry ze strany veřejnosti. Hlavními etickými bariérami a aspekty jsou [6]:

- Ochrana soukromí

Zajištění ochrany osobních údajů je zásadní. To zahrnuje správné nakládání s vlastnictvím dat, přístupem a informovaným souhlasem. Technologie jako Ambientní inteligence (AmI) a AI, které shromažďují velké množství dat, vyžadují přísná bezpečnostní opatření k zabránění únikům dat.

- Správa dat

Etická správa dat zahrnuje zajištění přístupu pouze oprávněným osobám a zavedení robustních bezpečnostních opatření k ochraně dat před úniky. Transparentní procesy pro extrakci, transformaci a načítání dat jsou nezbytné k řízení potenciálních rizik.

- Zaujatost a spravedlnost

Je nezbytné zabránit zaujatosti v algoritmech používaných ve zdravotnictví. Zajištění spravedlivé reprezentace všech demografických skupin v tréninkových datasetech je nutné pro zamezení diskriminačních výsledků. Vývoj a implementace těchto technologií by měly zohledňovat dopad na všechny skupiny uživatelů, aby bylo zajištěno rovné zacházení a přístup.

- Informovaný souhlas

Pacienti musí být plně informováni o tom, jak budou jejich data používána, a musí dát výslovný souhlas. Tato transparentnost pomáhá udržet důvěru mezi pacienty a poskytovateli zdravotní péče.

- Společenské důsledky

Neustálé sledování technologií může ovlivnit důvěru pacientů a dynamiku mezi pacienty a poskytovateli zdravotní péče. Minimalizace negativních společenských dopadů je klíčová při navrhování těchto systémů. Širší společenské důsledky implementace těchto technologií vyžadují pečlivé zvážení, aby se předešlo možným negativním výsledkům.

- Právní aspekty

Dodržování zákonů a předpisů, jako je GDPR, je nezbytné pro etické používání zdravotních dat. Právní rámce pomáhají zajistit ochranu dat a soukromí.

- Mezioborová spolupráce

Multidisciplinární přístup, který zahrnuje odborníky z medicíny, IT, práva a etiky, je přínosný pro řešení složitých etických otázek v EZ. Spolupráce napomáhá vývoji komplexních řešení a robustních zdravotnických systémů, které respektují práva pacientů a zajišťují etické postupy.

Etický výzkum poskytuje důležité pokyny a normy pro odpovědné chování v oblasti výzkumu a praxe. Pomáhá také předcházet potenciálním rizikům a negativním důsledkům, které by mohly vyplynout z neetického zacházení s citlivými zdravotními údaji. Zkoumání etických bariér a aspektů je tedy nezbytné nejen pro zajištění zákonnosti a bezpečnosti zdravotnických technologií, ale také pro posílení jejich přijetí a důvěry ze strany veřejnosti. V širším kontextu můžeme etické bariéry, případně obavy spojené s implementací systému AI v rámci digitalizace zdravotnictví, rozdělit do několika oblastí, které jsou dále popsány.

4.3 Legislativní bariéry digitalizace zdravotnictví

Členské státy EU musí dodržovat zákony a směrnice stanovené na úrovni EU, které se týkají ochrany dat a digitálního zdravotnictví. Jedním z nejdůležitějších je GDPR, které v rámci EU představuje zásadní právní předpis regulující nakládání s osobními údaji. Toto nařízení má zásadní dopad na všechny systémy založené na AI, které se zpracováním osobních údajů přichází do styku. EU také vydala dokument nazvaný „Recommendation on a European electronic health record exchange format“ [23], který harmonizuje způsob, jakým jsou eZD ukládány a vyměňovány napříč EU.

Evropská komise vytvořila iniciativu nazvanou „Digital Single Market“ [24], která má za cíl zlepšit digitální služby včetně zdravotních služeb v celé EU. Součástí tohoto programu je již zmiňovaný EHDS, který podporuje sdílení dat v oblasti zdravotnictví napříč EU za účelem výzkumu, prevence, léčby a řízení zdravotních krizí, přičemž klade velký důraz na ochranu soukromí a datové bezpečnosti.

4.3.1 Legislativa EZ v České republice

- Zákon č. 372/2011 Sb., o zdravotních službách [11]

Tento zákon upravuje práva a povinnosti poskytovatelů zdravotních služeb, pacientů a dalších subjektů ve zdravotnictví. V kontextu EZ je důležitá část týkající se vedení zdravotnické dokumentace v elektronické podobě a ochrany osobních údajů pacientů.

- Zákon č. 110/2019 Sb., o zpracování osobních údajů [12]

Tento zákon, který je implementací evropského nařízení GDPR, upravuje podmínky zpracování osobních údajů včetně citlivých údajů, které zahrnují zdravotní data.

- Zákon č. 181/2014 Sb., o kybernetické bezpečnosti [25]

Tento zákon zavádí povinnosti týkající se zabezpečení informačních systémů, včetně těch, které jsou používány v oblasti zdravotnictví. Zákon ukládá povinnost chránit systémy (včerně systémů EZ) před kybernetickými útoky..

- Vyhláška č. 98/2012 Sb., o zdravotnické dokumentaci [26]

Tato vyhláška stanoví podrobnosti vedení zdravotnické dokumentace, včetně formy a způsobu vedení dokumentace v elektronické podobě. Vyhláška upravuje náležitosti, které musí být v eZD obsaženy.

- Zákon č. 325/2021 Sb., o elektronizaci zdravotnictví [27]

Tento zákon stanovuje podmínky pro zavedení elektronických zdravotnických systémů, které zlepšují kvalitu a efektivitu zdravotní péče. Upravuje pravidla pro centrální registry, elektronické systémy, a služby ve zdravotnictví, s důrazem na ochranu osobních údajů a kybernetickou bezpečnost. Zákon zajišťuje, že elektronizace zdravotnictví probíhá v souladu s moderními technologickými standardy, a tím podporuje lepší koordinaci a přístup k informacím pro zdravotnické pracovníky a pacienty.

4.3.2 Legislativa EZ v Evropské unii

Legislativa týkající se EZ v ČR je úzce provázána s legislativou EU. Zatímco národní zákony definují specifické požadavky na EZ, evropské směrnice a nařízení stanovují standardy a zajišťují ochranu osobních údajů, interoperabilitu a bezpečnost zdravotnických systémů na celoevropské úrovni.

- Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2016/679, známé jako GDPR [13]

Toto nařízení je základem ochrany osobních údajů v EU. GDPR se vztahuje i na zpracování osobních údajů v rámci EZ, což znamená, že poskytovatelé zdravotních služeb musí dodržovat přísné požadavky na ochranu údajů, včetně správného uchovávání a zabezpečení zdravotnických dat.

- Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2017/745, o zdravotnických prostředcích [28]

Toto nařízení upravuje standardy pro zdravotnické prostředky, které zahrnují i software používaný v elektronickém zdravotnictví. Zajišťuje, že všechny zdravotnické prostředky splňují bezpečnostní a výkonnostní požadavky.

- Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2011/24/EU, o uplatňování práv pacientů při přeshraniční zdravotní péči [29]

Tato směrnice umožňuje pacientům z jiných členských států EU přístup k zdravotní péči v ČR a naopak. EZ je nezbytná při sdílení zdravotních údajů přes hranice v rámci EU.

- eHealth Action Plan 2012–2020

Tento plán stanovil strategické cíle EU v oblasti EZ, včetně podpory interoperabilních systémů a zajištění přístupu k eZD napříč Evropou.

5. ZVOLENÉ METODY ZPRACOVÁNÍ

V rámci experimentální části disertační práce byl navržen model referenčního zobrazovacího nástroje pro eZD. Tento nástroj pokrývá klíčové kategorie záznamů, jako jsou PS, eRecept, e-dispenzace, PZ, zpráva z obrazového komplementu a laboratorní zpráva, které jsou standardizovány na národní i evropské úrovni. Přenos těchto záznamů mezi informačními systémy je realizován prostřednictvím formátů HL7 CDA, HL7 FHIR a DASTA.

Rešerše existujících řešení a analýza požadavků uživatelských skupin se zaměřila na identifikaci klíčových funkcí nezbytných pro efektivní zobrazení elektronických zdravotních dat, s důrazem na interoperabilitu a bezpečnost.

Na základě provedených analýz byl navržen konceptuální model zobrazovacího nástroje, který podporuje zpracování a validaci dat a poskytuje intuitivní uživatelské rozhraní. Tento model zahrnuje také doporučení pro technologickou infrastrukturu a architekturu nástroje, zajišťující flexibilitu, škálovatelnost a udržitelnost. Součástí návrhu bylo rovněž vyhodnocení licenční politiky, která by umožnila sdílení a distribuci tohoto nástroje mezi různými subjekty v oblasti zdravotnictví, včetně vývojářů nemocničních informačních systémů a IT dodavatelů, a zajistila by soulad s platnými licencemi použitých technologií, jako jsou XML, XSL, Java a Python.

5.1 Analýza legislativních bariér EZ

Pro získání relevantních informací byla využita právní rešerše jako hlavní metoda sběru dat. Konkrétně byla využita následující metodika:

- Dohledání právních předpisů a judikatury

V první fázi výzkumu byla provedena podrobná rešerše existujících právních předpisů, které se přímo nebo nepřímo vztahují k EZ. K tomu byl použit specializovaný nástroj Advomate [30], který je běžně využíván v právní praxi pro vyhledávání relevantních právních dokumentů, judikátů a tvorbu rešerší. Tento nástroj umožňuje efektivní přístup k rozsáhlé databázi právních předpisů a poskytuje přesné a aktuální informace.

- Analýza právních předpisů

Získané právní předpisy a judikatura byla následně analyzována s ohledem na identifikaci hlavních bariér, které by mohly bránit implementaci eZD a

souvisejících technologií. Tato analýza zahrnovala jak legislativní překážky na národní úrovni, tak i ty, které vyplývají z evropského práva a jsou pro ČR závazné.

- Vytvoření právní rešerše

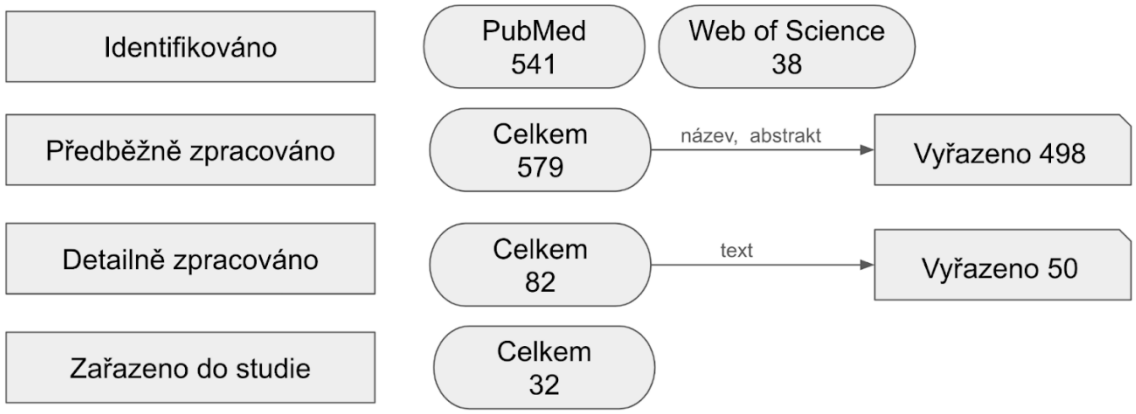
Na základě analýzy byla vytvořena komplexní právní rešerše, která identifikovala klíčové legislativní problémy a navrhla možná řešení pro jejich překonání. Rešerše byla strukturována tak, aby poskytla přehled o současném stavu legislativy a navrhla postupy pro odstranění identifikovaných překážek.

5.2 Analýza etických bariér EZ

Pro systematickou rešerši byla stanovena následující kritéria pro zařazení literatury:

- Typ publikace: Recenzované články, knihy, zprávy
- Jazyk publikace: Angličtina, čeština, němčina
- Datum publikace: Posledních 5 let
- Relevance k tématu: Zaměření na etické aspekty digitalizace zdravotnictví

Literatura byla vyhledávána v databázích PubMed (541 záznamů) a Web of Science (38 záznamů). Klíčová slova pro vyhledávání zahrnovala: ethical aspects, ehealth data. Po provedení literární rešerše bylo celkem získáno 579 záznamů (Obr. 2). V rámci předběžného výběru bylo 82 článků vybráno k dalšímu zpracování.



Obr. 2: Schéma literární rešerše

Pro každou vybranou studii byla extrahována hlavní zjištění týkající se etických aspektů, její doporučení a závěry. Výsledky byly dále strukturovány následovně:

- Představení vybrané studie
- Hlavní etické bariéry a aspekty
- Diskuse o zjištěních a jejich důsledcích
- Doporučení pro praxi a budoucí výzkum

5.3 Ontologie a standardy

Pro systémové zpracování ontologií v EZ byla navržena metodologie postavená na systémovém přístupu pro analýzu a porovnání standardů jako DASTA a HL7 FHIR. Tato metodologie zahrnuje následující kroky:

1. **Sbírání dat**: Shromažďování informací z existující literatury, zdravotnických databází a rozhovorů s odborníky k pochopení současného využití a rozsahu každého standardu.
2. **Ontologická analýza**: Použití ontologických rámců k kategorizaci a definici datových prvků v každém standardu, s důrazem na interoperabilitu a konzistenci dat.
3. **Komparativní studie**: Provádění srovnávací analýzy k hodnocení technických rozdílů, podobností a potenciálu integrace mezi standardy DASTA a HL7 FHIR, včetně hodnocení kompatibility a interoperability na základě definovaných kritérií.
4. **Případové studie**: Analýza praktických implementací ve zdravotnických prostředích k identifikaci silných stránek, slabin a osvědčených postupů. Tento reálný aplikační přístup pomáhá pochopit vliv standardů na klinické procesy a správu dat.
5. **Hodnocení účinnosti a bezpečnosti**: Vypracování kritérií pro hodnocení účinnosti každého standardu při zlepšování výměny dat, bezpečnosti pacientů a klinického rozhodování. Používají se metriky jako přesnost dat, snadnost použití a schopnost integrace.
6. **Diskuse a zhodnocení**: Diskutování výsledků, zdůraznění klíčových zjištění a jejich dopadů na budoucí vývoj zdravotnických informačních systémů.

Ve této práci je zmíněná problematika ontologií z důvodu jejich důležité role v oblasti biomedicíny a zdravotnické informatiky. Zvolený přístup si klade za cíl přispět k oblasti poskytováním komplexní analýzy zdravotnických standardů, nabízením vhledů do jejich integrace a navrhováním zlepšení pro lepší interoperabilitu dat. Tato metodologie nejen podporuje důkladnou analýzu, ale také nabízí základ pro pokročilý výzkum ve standardizaci EZ, s konečným cílem zlepšit péči o pacienty a správu dat v celém zdravotnickém systému.

Stránka bioontology.org [31] je hlavní portál projektu National Center for Biomedical Ontology (NCBO). Tento web slouží jako centrální zdroj pro biomedicínské ontologie a nabízí následující služby:

- **BioPortal**: Online platforma pro přístup k široké škále biomedicínských ontologií a terminologií. Uživatelé mohou prohledávat, prohlížet a analyzovat ontologie.
- **Ontologické nástroje**: Nástroje pro správu, integraci a využití ontologií ve výzkumu a klinické praxi, včetně anotací a mapování mezi různými ontologiemi.
- **API a služby**: Programovací rozhraní pro přístup k datům a funkcím BioPortalu, což umožňuje integraci ontologických služeb do aplikací třetích stran.
- **Výzkum a publikace**: Informace o výzkumných aktivitách NCBO, včetně přístupů k publikacím a projektům souvisejícím s biomedicínskými ontologiemi.

5.4 Renderovací nástroj

Jednou z důležitých komponent NIS je nástroj pro zobrazení a tisk eZD, známý jako "display tool", renderovací nástroj nebo prohlížečka (víz. Úvod kapitoly 6). Tato komponenta je vývojově náročná a vyžaduje vysokou míru přesnosti při implementaci, aby byla uživatelsky přívětivá jak pro zdravotnický personál, tak pro pacienty. Její vývoj navíc nemusí být pevně spojen s konkrétním informačním systémem, což umožňuje její centralizovaný vývoj a širší využití napříč různými systémy, včetně státních a dalších institucí.

Požadavky na systém:

- identifikace pacienta
- stažení dat z afinitních domén
- podpora standardů elektronické zdravotnické dokumentace
- možnost rozšiřovat o nově zaváděné standardy
- interpretace dat v časových i věcných souvislostech
- renderování dat v souvislostech
- konfigurovatelnost
- zpracování chyb
- udržitelnost a znovupoužitelnost
- další rozvoj

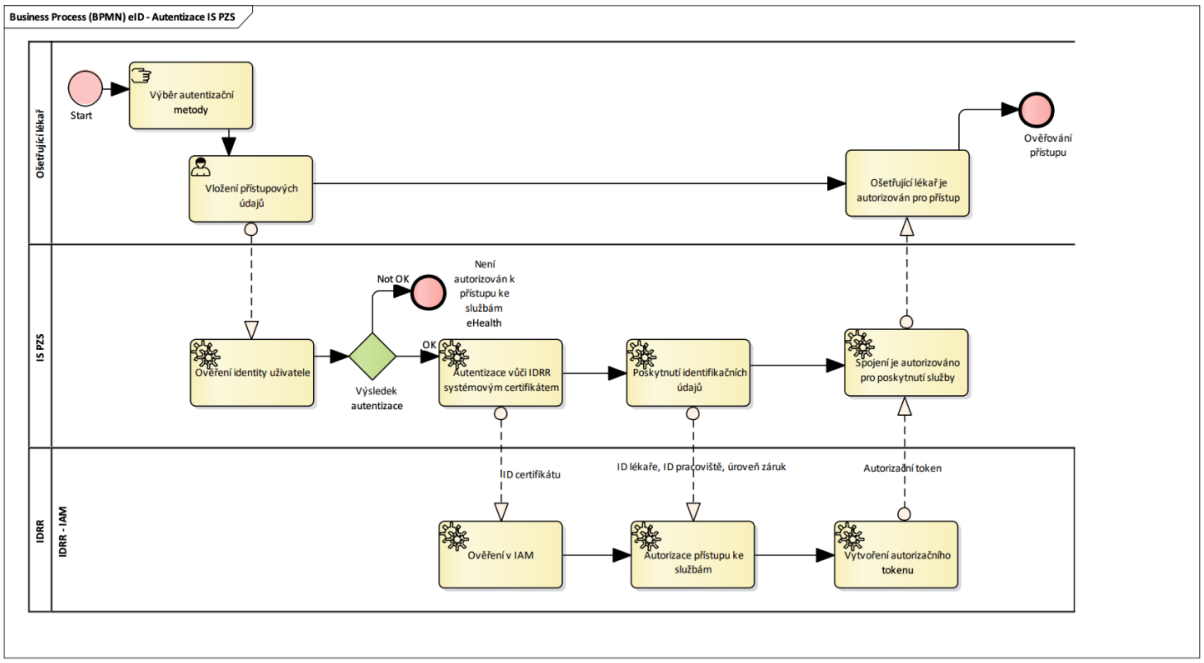
Tato formulace problému vychází z komunikace s odborníky z NCEZ, MZ ČR a dodavatelů IS ve zdravotnictví.

6. NÁVRH ARCHITEKTURY RENDEROVACÍHO NÁSTROJE

Architektura systému je navržena s ohledem na možnost jeho rozšiřování a přizpůsobování se měnícím se požadavkům organizace. V rámci analytické fáze je důležité respektovat metodiku pro návrh procesů a služeb agendových systémů, což umožní vytváření jednotných analytických výstupů, jako jsou modely služeb, BPMN (z anglického "Business Process Model and Notation") diagramy a tzv. Případy užití, které budou podkladem pro vývoj. Tyto výstupy musí být detailně dokumentovány a uloženy v jednotném úložišti, aby byly snadno dostupné analytikům i vývojářům. Agendové aplikace jsou navrženy tak, aby obsahovaly znovupoužitelné procesy a služby s jasně definovaným rozhraním, které lze snadno integrovat pomocí servisní sběrnice. Řízení životního cyklu servisně orientované architektury (SOA) je podporováno nástroji, které zajišťují informovanost o dostupných komponentách, jejich stavu a funkcionalitě, což zjednodušuje návrh, vývoj a provoz systémů.

6.1 Prerekvizity

Prerekvizitou pro nahlížení eZD lékařem je autentizace IS lékaře vůči centrálním službám EZ. Diagram (Obr. 3) popisuje proces autentizace lékaře pomocí informačního systému poskytovatele zdravotních služeb (IS PZS). Tento proces je nezbytnou prerekvizitou pro všechny uživatelské scénáře, kdy zdravotnický pracovník přistupuje ke službám EZ.



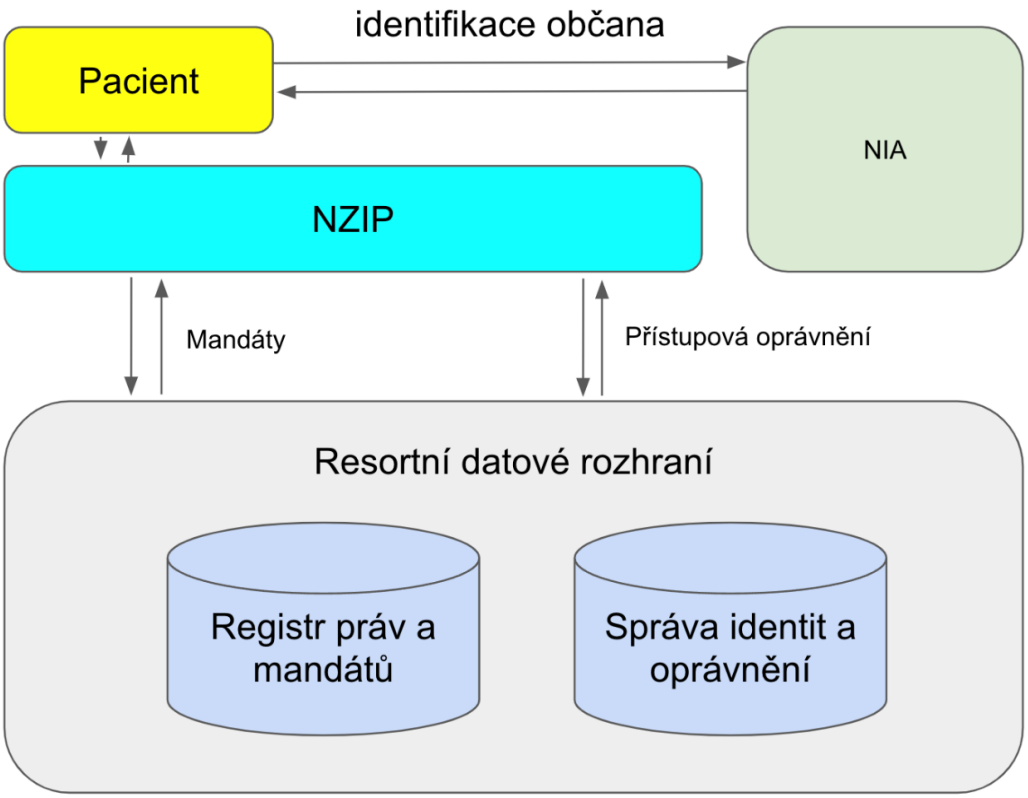
Obr. 3: Autentizace PZS vůči centrálním službám EZ [32]

Postup:

- Lékař zvolí autentizační metodu (např. jméno/heslo, jednorázové heslo), čipová karta).
- Zadá přístupové údaje.
- IS PZS ověří lékaře.
- IS PZS se autentizuje ke službám integrovaného datového rozhraní (IDRR).
- IDRR ověří autentizaci v IAM (z anglického "Identity and Access Management").
- IS PZS poskytne metadata pro ověření přístupových oprávnění.
- IDRR autorizuje přístup dle metadat.
- IDRR vytvoří autorizační token pro přístup ke službám EZ.

Identifikace pacienta

Diagram na Obr. 4 zobrazuje komponenty elektronického zdravotnictví, které realizují autentizaci pacienta při přístupu ke službám elektronického zdravotnictví prostřednictvím Národního zdravotnického informačního portálu (NZIP) [33].



Obr. 4: Identifikace pacienta

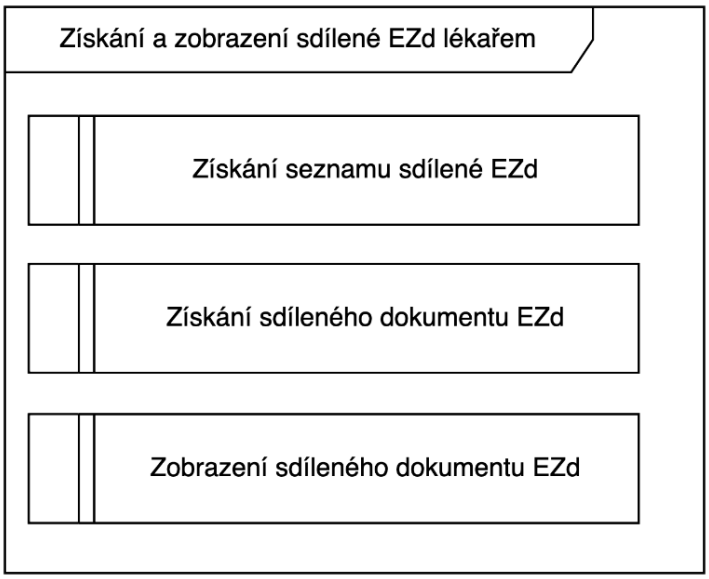
Popis základní funkcionality subsystému:

Pacienti přistupují k NZIP pro veřejné i individuálně cílené zdravotní informace a služby. K těmto službám je nezbytná autentizace a autorizace. Autentizace je zajišťována prostřednictvím Národního bodu pro identifikaci (NIA), který ověřuje identitu pacienta pomocí údajů z Registru obyvatel. Poté jsou ověřené údaje předány do Systému správy identit a oprávnění (IAM), kde dochází k ověření identity vůči autoritativním údajům v Autoritativním registru pacientů (ARP). Autorizace probíhá prostřednictvím Registru práv a mandátů, který umožňuje pacientům delegovat přístup a úkony na třetí osoby. Tyto mandáty lze spravovat přes NZIP. Tento systém poskytuje bezpečný a strukturovaný přístup k elektronickým zdravotním službám s možností správy oprávnění.

6.2 Model požadavku

Obr. 5 ilustruje model požadavků pro práci s eZD lékařem. Schéma znázorňuje proces zajištění přístupu k sdíleným eZD, zahrnující tři klíčové kroky: získání

seznamu sdílené eZD, získání sdíleného dokumentu eZD a zobrazení sdíleného dokumentu eZD

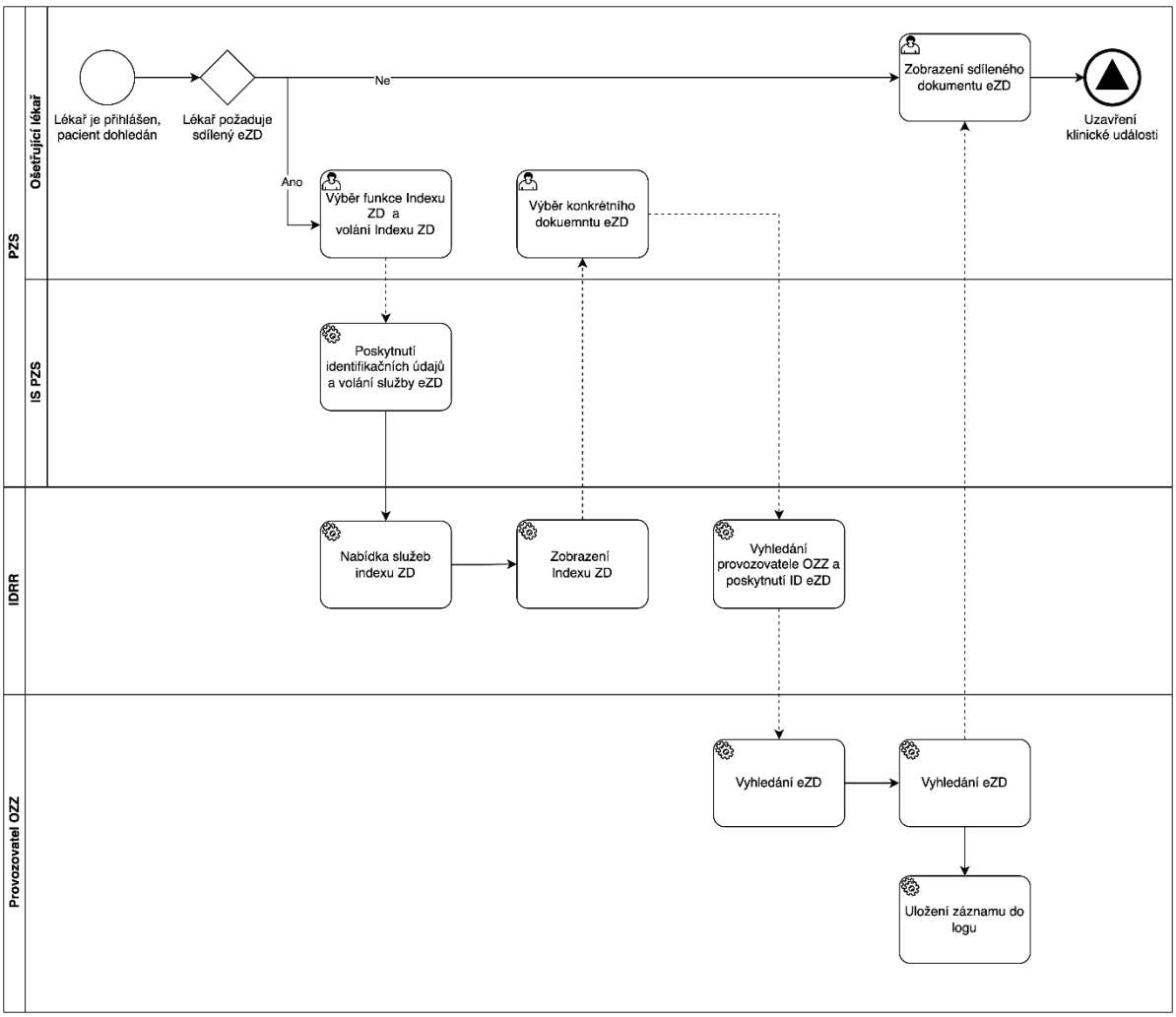


Obr. 5: Požadavky pro prácí s eZD

6.3 Procesní model

Proces nahlížení do sdílené eZD lékařem zahrnuje přístup prostřednictvím IS PZS, ke kterému je lékař přihlášen. Tento přístup lékaři umožňuje prohlížet nebo kopírovat data eZD pacienta do svého informačního systému v případech, kdy údaje v jeho vlastním systému nejsou dostatečné pro přesnou diagnostickou nebo terapeutickou rozvahu. Důležitost širších informací o zdravotním stavu pacienta, včetně údajů z předchozích ošetření a vyšetření, může být přínosná pro rozhodování lékaře. Další výhodou je prevence duplicitního poskytování zdravotní péče, což může přinést finanční úspory a snížit zátěž na pacienta.

Přístup ke sdíleným datům je volitelný a závisí na rozhodnutí lékaře, systém nebude tento přístup vyžadovat. Specifické je nahlížení do emergentních záznamů pacienta, což je klíčové při akutních ošetřeních, kdy je nezbytné znát základní aktuální anamnestické údaje, které nemusí být v systému lékaře k dispozici. Přístup je možný pouze k datům pacientů evidovaných v kartotéce pacientů (MPI) daného systému, a ke kterým má lékař přístup.



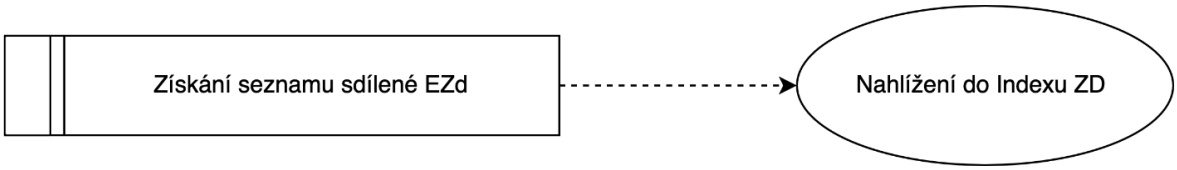
Obr. 6: Procesní model: Nahlížení do sdílené eZD. Upraveno z [32].

Proces (Obr. 6) zahrnuje volání služeb Indexu ZD, které poskytuje metadata nebo obsah eZD pacienta, po úspěšném ověření uživatele a IS. V případě neúspěšného ověření jsou k dispozici pouze lokální údaje v systému PZS. Pokud je pacient nalezen v centrálním ARP, poskytuje Index ZD metadata k záznamům eZD, které jsou publikovány v souladu s Registrem souhlasů a mandátů pacienta. Uživatel může získat údaje o umístění eZD a případně i obsah dokumentace od provozovatelů datových úložišť (OZZ). Pokud legislativa a provozní parametry OZZ umožní, lze také získat kopii dokumentace pro uzavření klinických událostí nebo epizod péče. Dokumentace je zajištěna bezpečnostními prvky pro zachování její integrity.

6.4 Popis případu užití

6.4.1 Získání seznamu sdílené eZD

V tomto případu užití se jedná o přístup zdravotnického pracovníka k sdílenému Indexu ZD prostřednictvím IS PZS (Obr. 8). Zdravotnický pracovník ověřuje identifikaci pacienta a pomocí IS PZS zadává dotaz do Indexu ZD. Systém IDRR autorizuje a zaznamenává přístup, čímž se zajišťuje auditní stopa. Následně IDRR poskytne potřebné údaje z Indexu ZD zdravotnickému pracovníkovi.



Obr. 7: Požadavek – získání seznamu eZD

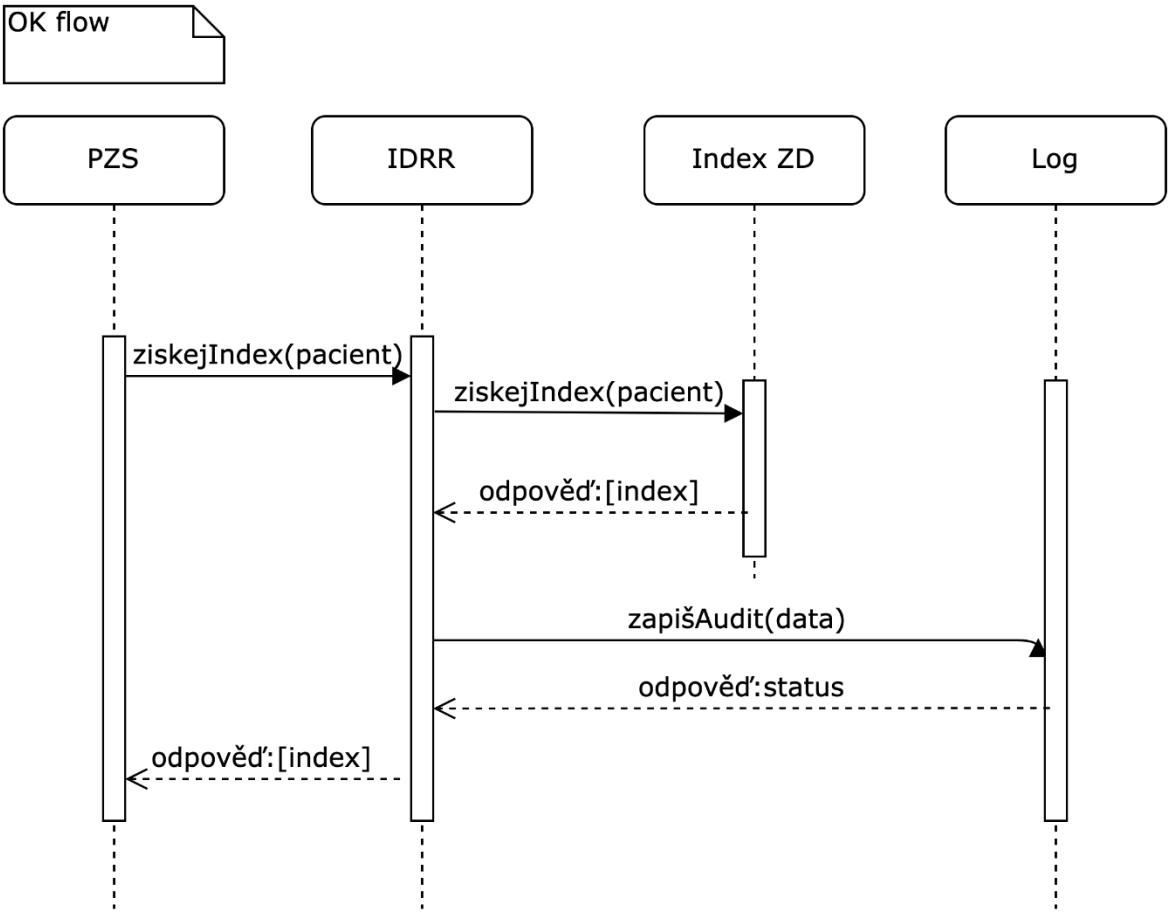
Aktéři:

Pacient

Zdravotnický pracovník

Postup:

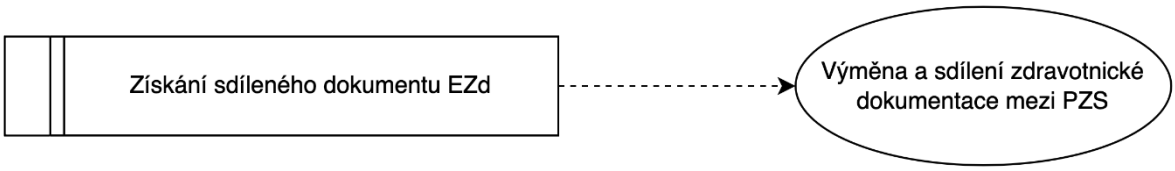
- Zdravotnický pracovník položí dotaz na Index ZD pomocí IS PZS, bez nutnosti elektronického podpisu, použije identifikátor zdravotnického pracovníka nebo kartu profesionála.
- IDRR autorizuje dotaz a ověří viditelnost dat daného pacienta v Indexu ZD.
- Přístup PZS k Indexu ZD je zaznamenán pro auditní stopu.
- IDRR poskytne relevantní údaje z Indexu ZD.



Obr. 8: Případ užití – nahlížení do indexu ZD

6.4.2 Získání sdíleného dokumentu eZD

V tomto případě užití zdravotnický pracovník žádá o zdravotní dokumentaci (ZD) pacienta od jiného PZS na základě informací nalezených v Indexu ZD (Obr. 10). Tento pracovník využívá IS svého IS PZS k podání žádosti prostřednictvím IDRR nebo jiného komunikačního kanálu, a žádost je podepsaná elektronickým podpisem. Poskytovatel ABC následně poskytne požadovanou část ZD, která je podepsaná nebo pečetěná, buď prostřednictvím IDRR nebo jiným elektronickým kanálem. Pokud je použit kanál IDRR, je záznam o výměně ZD uložen jako auditní stopa a pacient je o tom informován přes národní zdravotnický portál (NZIP).



Obr. 9: Požadavek – Získání sdíleného dokumentu eZd

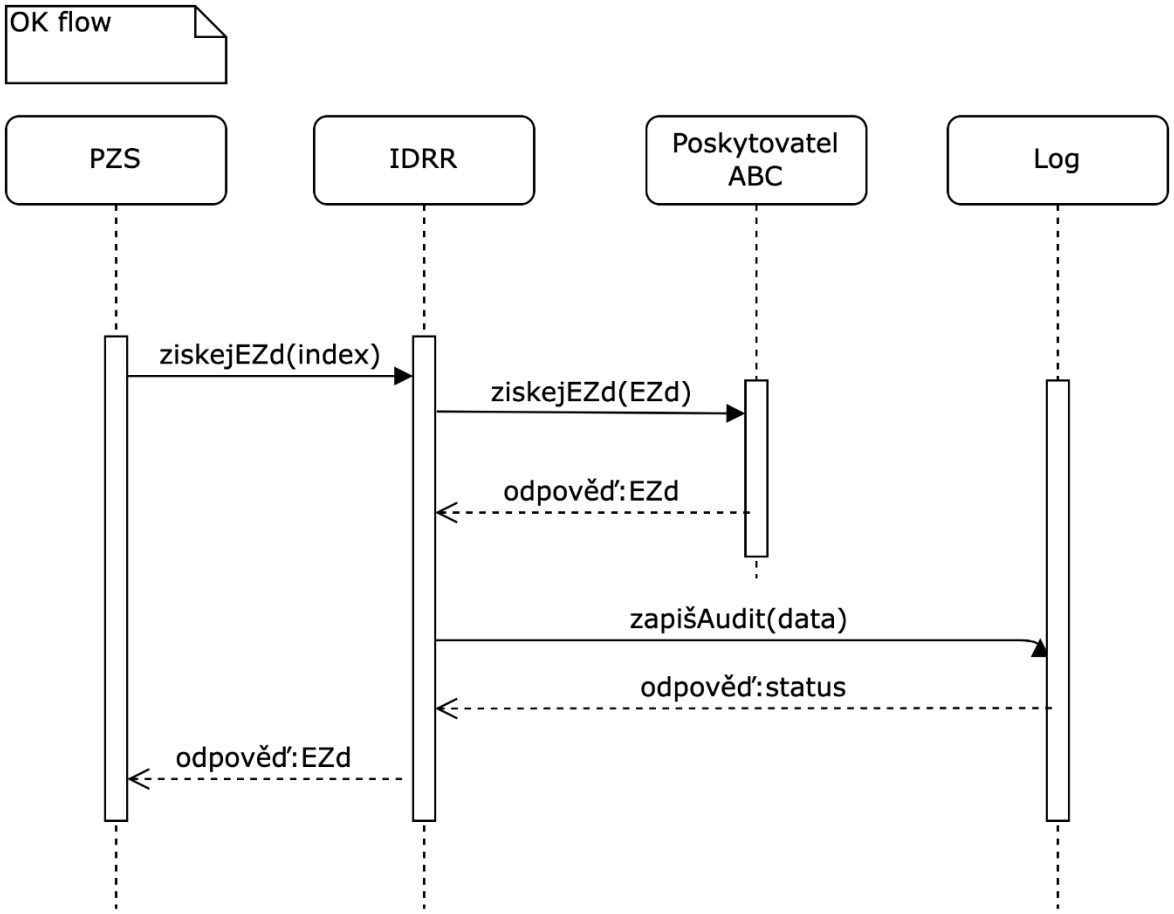
Aktéři:

Pacient

Zdravotnický pracovník

Postup:

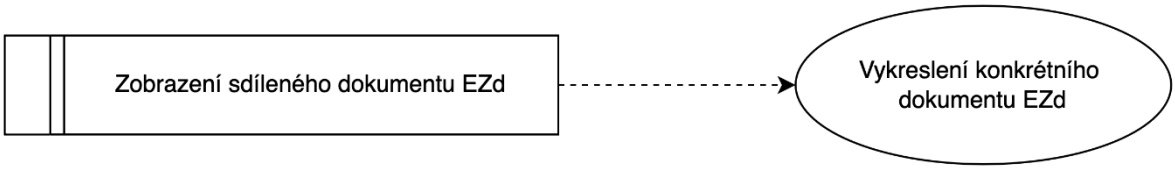
- Zdravotnický pracovník využije IS PZS k podání žádosti o poskytnutí ZD pacienta od poskytovatele ABC.
    - Žádost je odeslána přes službu IDRR nebo jiným komunikačním kanálem.
    - Žádost musí být opatřena uznávaným elektronickým podpisem.
- Poskytovatel ABC poskytne požadovanou část ZD žadateli.
    - Poskytnuté dokumenty jsou opatřeny podpisem nebo pečetí.
    - Výměna může proběhnout buď přes centrální službu IDRR, nebo jiným elektronickým kanálem.



Obr. 10: Případ užití – Sdílení zdravotnické dokumentace

6.4.3 Zobrazení sdíleného dokumentu eZD

Případ užití realizuje proces transformace a překladu eZD do člověkem dobře čitelné formy pomocí několika systémů (Obr. 12). Zdravotnický pracovník nebo systém nejprve požaduje transformaci dokumentu, přičemž poskytuje vstupní data, eZD (uložen v IS PZS), jazyk, šablonu (template) a typ odpovědi. Tento požadavek je zpracován nástrojem pro zobrazení (Display Tool), který zajišťuje získání překladu kódů ze systému pro překlad (Slovníky). Slovníky zpracovávají požadavek na překlad zadaného kódu a vrací přeložený text. Nakonec Display Tool poskytuje transformovaný dokument.

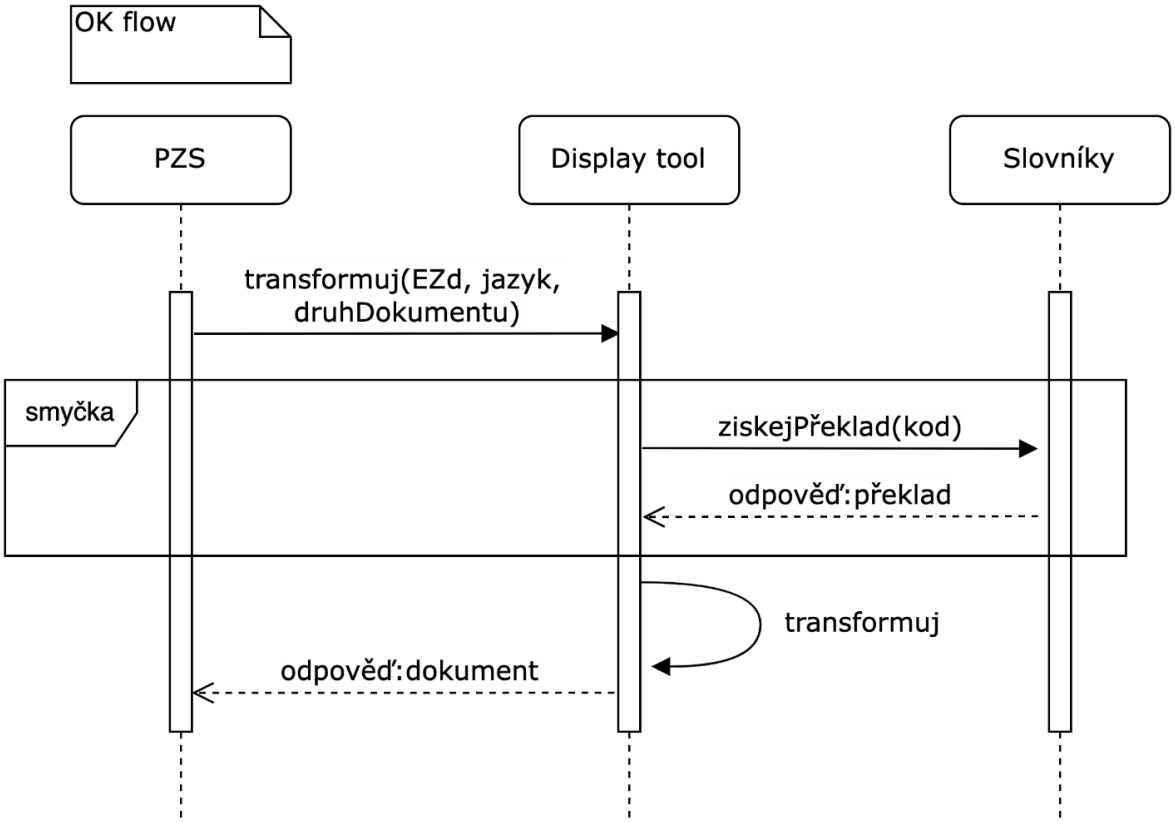


Obr. 11: Požadavek – Zobrazení sdíleného dokumentu eZD

Aktéři:

Pacient

Zdravotnický pracovník



Obr. 12: Případ užití – Vykreslení dokumentu eZD

Metoda "transformuj" je klíčová pro převod eZD do požadovaných formátů pomocí šablon. Proces začíná načtením zdravotního záznamu z uložiště PZS. Parametr eZD představuje zdrojovou zdravotní dokumentaci zatímco jazyk určuje jazykovou mutaci výstupu. Šablona definuje strukturu a formát výsledného dokumentu. Po načtení a aplikaci šablony se provede překlad kódů pomocí slovníků, což je reprezentováno voláním metody "ziskejPřeklad" a jejím výsledkem. Následně se dokument transformuje a generuje finální odpověď. Metoda podporuje různé scénáře použití, jako je zobrazení v HTML nebo generování PDF, čímž usnadňuje práci s eZD a zajišťuje jejich správné formátování a prezentaci.

Podrobný popis vstupních parametrů metody transformuj(...):

eZD: dokument eZD v některém z podporovaných formátů (FHIR HL7, HL7 v3 a DASTA v4).

Jazyk: Předpokládá se kompatibilita se standardy minimálně na úrovni EU, záznamy je tedy nezbytné lokalizovat.

Šablona: Předurčuje strukturu odpovědi, která bude vizualizována.

Popis transformace

Metoda *transformuj(eZD, jazyk, druhDokumentu)* zajišťuje převod eZD do formátu HTML. Proces začíná získáním XML zdravotního záznamu, který je transformován pomocí XSL šablony. Vstupní XML obsahuje informace o pacientovi jako ID, jméno, pohlaví a datum narození. XSL šablona definuje strukturu výsledného HTML dokumentu, kde jsou data z XML prezentována ve formě tabulky. Výsledný HTML dokument je čitelný a vhodný pro zobrazení v prohlížeči, což usnadňuje práci se zdravotními záznamy.

XML dokument (Obr. 13) představuje zdravotní záznam pacienta ve formátu FHIR HL7. Obsahuje základní informace o pacientovi, jako je ID, jméno, pohlaví a datum narození.

```
<Patient xmlns="http://hl7.org/fhir">
    <id value="example"/>
    <name>
        <use value="official"/>
        <family value="Novak"/>
        <given value="Jan"/>
    </name>
    <gender value="male"/>
    <birthDate value="1990-01-01"/>
</Patient>

```

Obr. 13: Ukázka XML dokumentu před transformací

XSL (eXtensible Stylesheet Language) šablona (Obr. 14) definuje pravidla pro transformaci XML zdravotního záznamu do formátu HTML. Používá se k prezentaci údajů o pacientovi, v této ukázce v tabulce HTML, kde jsou zobrazeny informace jako ID, jméno, pohlaví a datum narození.

```xml
<xsl:stylesheet version="1.0" xmlns:xsl="http://www.w3.org/1999/XSL/Transform">
    <xsl:output method="html" indent="yes"/>
    <xsl:template match="/">
        <html>
            <body>
                <h2>Informace o pacientovi</h2>
                <table border="1">
                    <tr>
                        <th>ID</th>
                        <td><xsl:value-of select="//f:Patient/f:id/@value"
                                          xmlns:f="http://hl7.org/fhir"/></td>
                    </tr>
                    <tr> ··· </tr>
                    <tr>
                        <th>Pohlaví</th>
                        <td><xsl:value-of select="//f:Patient/f:gender/@value"
                                          xmlns:f="http://hl7.org/fhir"/></td>
                    </tr>
                    <tr>
                        <th>Datum narození</th>
                        <td><xsl:value-of select="//f:Patient/f:birthDate/@value"
                                          xmlns:f="http://hl7.org/fhir"/></td>
                    </tr>
                </table>
            </body>
        </html>
    </xsl:template>
</xsl:stylesheet>

```

Obr. 14: Ukázka XSL šablony pro transformaci

HTML výstup je výsledkem transformace XML dokumentu pomocí XSL šablony (Obr. 15). Zobrazuje informace o pacientovi v tabulce, která je přehledná a snadno čitelná v jakémkoliv webovém prohlížeči.

```html
<!DOCTYPE html>
<html>
    <body>
        <h2>Informace o pacientovi</h2>
        <table border="1">
            <tr>
                <th>ID</th>
                <td>example</td>
            </tr>
            <tr>
                <th>Jméno</th>
                <td>Jan Novak</td>
            </tr>
            <tr>
                <th>Pohlaví</th>
                <td>male</td>
            </tr>
            <tr>
                <th>Datum narození</th>
                <td>1990-01-01</td>
            </tr>
        </table>
    </body>
</html>

```

Obr. 15: Ukázka výstupu XSL transformace

Obr. 16 zobrazuje výsledný HTML dokument vytvořený z neformátovaného XML pomocí XSL transformace. Dokument obsahuje základní informace o pacientovi ve formátu tabulky, kde každá buňka reprezentuje určité pole z XML dokumentu.

Tento výstup demonstruje, jak lze použít XSLT pro převod strukturovaných XML dat do čitelného a uživatelsky přívětivého HTML formátu.

Informace o pacientovi

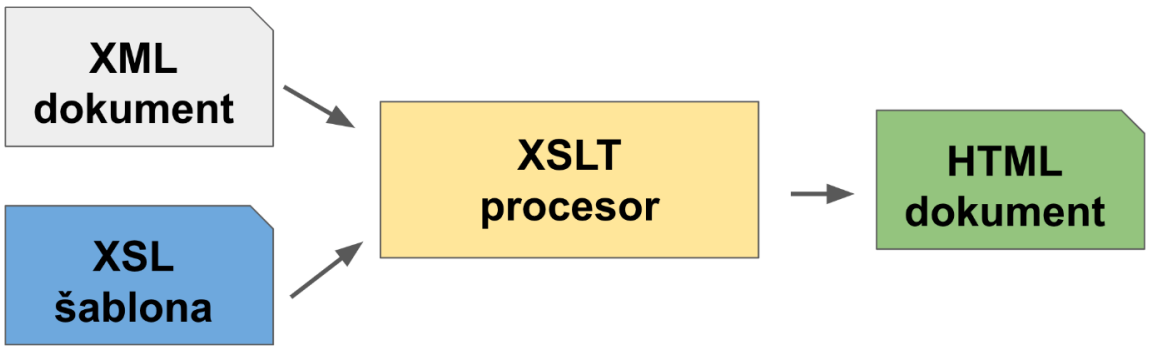
ID	example
Jméno	Jan Novak
Pohlaví	male
Datum narození	1990-01-01

Obr. 16: Ukázka vykresleného dokumentu

XSLT Procesor:

XSLT procesor (Obr. 17) je nástroj, který provádí transformace XML dokumentů podle definovaných pravidel v XSLT šabloně (Obr. 14). Procesor čte vstupní

XML dokument a XSLT šablonu, poté aplikuje pravidla šablony na strukturu XML, aby vytvořil nový dokument ve zvoleném formátu, například HTML, XML nebo text. XSLT procesor musí být v souladu se standardy W3C pro XSLT [34], aby zaručil kompatibilitu a interoperabilitu napříč různými implementacemi.



Obr. 17: XSLT procesor

Implementace XSLT Procesoru:

- Java

Jednou z nejpopulárnějších implementací XSLT procesoru v jazyce Java je Saxon. Saxon [35] je vysoce výkonný XSLT a XQuery procesor, který podporuje jak XSLT 1.0, tak XSLT 2.0 a 3.0. Saxon nabízí široké možnosti konfigurace a optimalizace výkonu, což ho činí oblíbeným v podnikovém prostředí.

- Python

V prostředí Pythonu je lxml [36] jednou z nejrozšířenějších knihoven, která poskytuje podporu pro XSLT transformace. Lxml je založen na knihovně libxml2 a libxslt, což zajišťuje rychlou a efektivní manipulaci s XML a XSLT dokumenty.

Další možností je použití PyXSLT [37], což je rozšíření pro zjednodušení práce s XSLT v Pythonu, poskytující vyšší úroveň abstrakce a jednodušší integraci s aplikacemi.

Výkon XSLT transformace může být výrazně ovlivněn několika faktory, včetně velikosti vstupního XML dokumentu, složitosti XSLT šablony a efektivity implementace procesoru.

Velikost dokumentu: S rostoucí velikostí XML dokumentu roste i paměťová náročnost a čas potřebný pro zpracování. Optimalizace XSLT šablon a použití efektivních procesorů může výrazně zlepšit výkon při práci s velkými daty.

Složitost šablony: XSLT šablony, které obsahují mnoho podmínek, iterací a volání šablon, mohou být výpočetně náročné. Procesory jako Saxon poskytují optimalizační techniky, jako je lazy evaluation (odložené hodnocení) a caching (mezipaměť), které mohou zlepšit výkon.

Implementace procesoru: Různé procesory mají různé výkonnostní profily. Například Saxon v Javě je známý svou optimalizací pro rozsáhlé transformace, zatímco lxml v Pythonu nabízí rychlou práci s menšími dokumenty.

Výhody a alternativy k použití XSL šablony:

- Nezávislost na Programovacím Jazyku

Použití XSL šablon je nezávislé na programovacím jazyku. Tato technologie je široce podporována a implementována ve většině moderních programovacích jazyků, jako jsou Java [38], C# [39], Python [40], a mnoho dalších. To znamená, že vývojáři mohou využívat XSL šablony renderovacího nástroje bez ohledu na používaný programovací jazyk, což zvyšuje flexibilitu a interoperabilitu mezi různými systémy.

- Robustnost a Spolehlivost

XSL šablony jsou osvědčenou a robustní technologií, která se používá pro transformaci XML dokumentů do různých formátů, jako je HTML, text nebo jiné XML struktury. Díky své spolehlivosti a široké podpoře se XSL šablony staly standardem pro mnoho aplikací, včetně webových služeb, publikování dokumentů a výměny dat.

- Možnost pokročilého zpracování transformovaných dat

Výstupy XSLT transformace, která se běžně používá pro převod XML dokumentů do HTML nebo jiných formátů, mohou být efektivně analyzovány s využitím metod umělé inteligence. XML, díky své jednoduchosti a flexibilitě, nahradilo tradiční formáty EDI souborů a stalo se základem pro ukládání dat v mnoha e-business aplikacích. Tyto aplikace často konvertují XML do HTML prostřednictvím XSLT a publikují HTML dokumenty na webu. V tomto kontextu se XSLT neukazuje jen jako nástroj pro transformaci, ale také jako příležitost pro klasifikaci webových dokumentů. Kombinací výhod HTML a XML v rámci XSLT transformace, lze během tohoto procesu aplikovat metody strojového učení, jako jsou Support Vector Machines (SVM), k dosažení vyšších úspěšností klasifikace. Tato metoda, nazvaná XSLT klasifikace, se může stát preferovanou

volbou pro klasifikaci dokumentů všude tam, kde jsou dostupné XSLT šablony [41].

Alternativy k XSL Šablonám:

Existují i další šablonovací systémy, které jsou rovněž použitelné pro transformaci dat:

- JSON Template

Tato technologie umožňuje transformaci a formátování JSON dat. Je vhodná pro aplikace, které pracují převážně s JSON formátem, a poskytuje lehkou a čitelnou syntaxi.

- Mustache

Jedná se o logicky méně náročný šablonovací jazyk, který je jednoduchý na použití a široce podporovaný. Mustache může být použit jak pro JSON, tak pro XML.

- Freemarker

Další šablonovací jazyk, který je silně typovaný a podporuje složitější šablony a transformace. Freemarker je často používán v Java aplikacích.

I když jsou tyto alternativy použitelné, XSL šablony jsou doporučovány zejména díky své robustnosti a flexibilitě. XSL je schopno efektivně zpracovat složité transformační logiky a poskytuje vysokou úroveň kontroly nad výsledným výstupem. Je také možné obousměrně transformovat XML data do JSON formátu pomocí XSLT 3.0 [42, 43], což umožňuje zachovat konzistenci a interoperabilitu mezi různými datovými formáty. To je výhodné zejména v případě, že je potřeba pracovat s JSON daty v moderních webových aplikacích nebo API [44].

6.5 Návrh licencování a dalšího rozvoje

Sdílení XSL šablon mezi různými subjekty, jako jsou vývojáři nemocničních informačních systémů, IT dodavatelé a PZS, vyžaduje pečlivé zvažování licenčních modelů. Tyto modely by měly zajistit ochranu autorských práv, duševního vlastnictví a umožnit efektivní a bezpečné sdílení. V úvahu připadají následující medely.

a) Open Source Licence

Open source licence [45] umožňují uživatelům volně používat, modifikovat a distribuovat software, za předpokladu, že jsou dodrženy určité podmínky. Například MIT License vyžaduje, aby byla zachována původní licence a upozornění na autorská práva při distribuci [46].

Výhody:

- Široká dostupnost a snadné sdílení.
- Podporuje komunitní spolupráci a přispívání k vylepšování šablon.
- Transparentnost a přístupnost pro širokou veřejnost.

Nevýhody:

- Menší kontrola nad způsobem použití a modifikací.
- Riziko neautorizovaného komerčního využití.

b) Komerční Licence

Komerční licence poskytuje licenční práva za poplatek a často omezuje používání, modifikaci a distribuci software na licencované subjekty.

Výhody:

- Větší kontrola nad distribucí a použitím šablon.
- Možnost generování příjmů z licencí.
- Zajištění kvality a konzistence prostřednictvím kontrolovaných aktualizací a podpor.

Nevýhody:

- Omezený přístup pro menší organizace nebo jednotlivce kvůli nákladům.
- Nižší míra komunitní spolupráce a přispívání.

c) Dual Licensing

Dual licensing model [47] umožňuje kombinaci open source a komerčních licencí. Uživatelé si mohou vybrat mezi používáním software pod open source licencí nebo zakoupením komerční licence s dodatečnými výhodami.

Výhody:

- Flexibilita pro různé typy uživatelů.
- Podpora komunitní spolupráce a zároveň možnost generování příjmů.
- Vyšší kontrola nad komerčním využitím.

Nevýhody:

- Komplexita správy dvou různých licenčních režimů.
- Potenciální konflikty mezi open source a komerčními uživateli [48].

d) Creative Commons Licence

Creative Commons [49, 50] licence umožňuje autorům specifikovat podmínky, za kterých může být jejich dílo používáno, sdíleno a modifikováno. CC BY-SA například umožňuje uživatelům distribuovat, remixovat, upravovat a vytvářet na základě původního materiálu v jakémkoli médiu nebo formátu, za podmínky, že uvedou autora původního díla (BY). Licence dovoluje komerční využití. Pokud remixujete, upravujete nebo jinak upravujete materiál, musíte výsledné dílo licencovat za stejných podmínek (SA)

Výhody:

- Snadné a flexibilní sdílení s jasně definovanými podmínkami.
- Podpora komunitní spolupráce a vylepšování.
- Možnost širokého využití a šíření.

Nevýhody:

- Omezená kontrola nad komerčním využitím.
- Potenciální problémy s dodržováním licenčních podmínek.

Na základě analýzy různých licenčních modelů doporučuji použití XSL šablon pod **dual licensing modelem**. Tento model nabízí flexibilitu kombinace open source licence (např. Apache License 2.0) pro komunitní spolupráci a komerční licence pro kontrolované komerční využití a generování příjmů. Tento přístup maximalizuje výhody obou světů – podporuje inovace a spolupráci, zároveň umožňuje udržet kontrolu nad komerčním využitím.

7. PŘÍNOS PRÁCE PRO VĚDU A PRAXI

Předložená disertační práce představuje unikátní vědecký příspěvek daný především multidisciplinárním pojetí, které spojuje informatiku, zdravotnictví, etiku, legislativu a technické aspekty digitalizace. Propojení různých oborů je přínosné nejen pro komplexní pochopení výzev EZ, ale i pro navržení praktických a implementovatelných řešení v rámci digitalizace. Multidisciplinární přístup umožňuje identifikovat a analyzovat bariéry, které by v rámci jedné specializace mohly být opomenuty. Kombinace teoretického přístupu s praktickým návrhem softwarové architektury poskytuje základ pro budoucí výzkum a vývoj inovativních nástrojů v oblasti EZ. Práce předkládá analytické zpracování a návrh architektury nástroje pro vizualizaci eZD. Předložený návrh předpokládá centralizovanou distribuci a správu aplikace, což výrazně přispěje a usnadní její implementaci do systémů PZS.

Další přínosy a doporučení práce:

- Výzkum etických otázek digitalizace přináší jasná doporučení pro stanovení pokynů a standardů etického používání digitálních zdravotních technologií, které jsou klíčové pro ochranu práv pacientů a zodpovědné začlenění těchto technologií do zdravotní péče.
- Práce podporuje potřebu mezioborového výzkumu a kontinuálního dialogu mezi technologickými inovacemi a etickými otázkami, což je zásadní pro udržení rovnováhy mezi pokrokem a ochranou práv pacientů v digitalizovaném zdravotnictví.
- Identifikace klíčových legislativních nedostatků, nezbytné pro vytvoření jednotného právního rámce, umožní efektivní a bezpečné sdílení zdravotních informací.
- Analýza technických bariér, jako je nedostatečná interoperabilita a fragmentace systémů, vedou k návrhům na zlepšení technické infrastruktury EZ.
- Analýza obsahových standardů, jako je PS nebo PZ, vede k návrhům na zlepšení struktury a obsahu eZD. Tyto návrhy mohou přispět ke srozumitelnosti a přístupnosti ZD pro zdravotníky i pacienty.

- Výzkum klade důraz na technická opatření, která zajišťují bezpečnost a ochranu osobních údajů v elektronickém zdravotnictví. To je klíčové pro budování důvěry pacientů v digitální zdravotnické systémy
- Procesy nahlížení do sdílené eZD lékařem podporují efektivní přístup ke kompletním zdravotním údajům pacienta, což zlepšuje diagnostický a terapeutický proces a zabraňuje duplicitnímu poskytování péče.
- Použití nástrojů pro transformaci a vizualizaci eZD do čitelných HTML nebo PDF formátů, usnadňuje práci zdravotnických pracovníků se zdravotními záznamy a zajišťuje jejich správné formátování a prezentaci.
- Použití XSL šablon pro transformaci dat zajišťuje nezávislost na konkrétním programovacím jazyce, což zvyšuje interoperabilitu a umožňuje použití v různých technologických prostředích.
- Práce navrhuje využití dual licensing modelu pro referenční implementaci zobrazovacího nástroje. Tento model kombinuje výhody open source licencí a komerčních licencí, což podporuje komunitní spolupráci a zároveň umožňuje kontrolované komerční využití.
- Předložený návrh licenčního modelu a architektury podporuje dlouhodobý rozvoj a spolupráci mezi vývojáři nemocničních informačních systémů, IT dodavateli a poskytovateli zdravotních služeb, čímž zajišťuje udržitelný růst a inovace v oblasti EZ.

8. ZÁVĚR

Úspěšná transformace zdravotnictví v digitálním věku závisí na zavedení standardizace a digitalizace zdravotních záznamů. Standardizace umožňuje jednotný přístup k datům napříč různými zdravotnickými zařízeními a systémy, což nejen zlepšuje komunikaci mezi zdravotníky, ale také posiluje vztah mezi lékařem a pacientem, a tím i kvalitu poskytované péče. Tento proces je však náročný a vyžaduje pečlivou koordinaci na národní úrovni, včetně harmonizace legislativy, technologické infrastruktury a vzdělávání zdravotnických pracovníků. Je také zásadní zohlednit bezpečnost a ochranu osobních údajů pacientů a zajistit rovný přístup ke zdravotnickým službám pro všechny skupiny obyvatelstva.

Digitalizace zdravotních záznamů přináší významné výhody, včetně snížení potřeby papírové evidence a zvýšení přehlednosti a dostupnosti informací o pacientech na národní i mezinárodní úrovni. Zjednodušuje procesy jako diagnostika, léčba a sledování nemocí, a zároveň integrace moderních technologií, jako jsou cloudové služby a umělá inteligence, otevírá nové možnosti pro pokročilou analýzu dat a prediktivní modelování. Tyto technologie mohou významně přispět ke včasné diagnostice a personalizované léčbě pacientů.

Výzkum v oblasti digitalizace zdravotnictví a vývoj inovativních řešení má potenciál zlepšit přesnost diagnostiky, personalizaci léčby a celkovou efektivitu zdravotnických systémů. Systematická rešerše v této práci poskytuje multidisciplinární vhled nezbytný pro rozvoj moderních zdravotnických systémů, s důrazem na klíčové komunikační standardy jako HL7 a FHIR. Tyto standardy představují sjednocený přístup pro transformaci národních zdravotnických systémů směrem k jednotnému celounijnímu systému. Detailní analýza komponent infrastruktury elektronického zdravotnictví v České republice, jako jsou výměnné sítě a indexy eZD, je rovněž nezbytnou součástí této transformace.

Tato práce zdůrazňuje, že standardizace a digitalizace zdravotních záznamů jsou klíčové pro efektivní a udržitelný rozvoj zdravotnického sektoru a otevírají cestu pro budoucí inovace v poskytování zdravotní péče. Předkládá také návrh architektury nástroje pro vizualizaci zdravotních dat, který umožňuje přizpůsobit systém měnícím se potřebám organizace, podporuje znovupoužitelné procesy a zjednodušuje integraci nových systémových komponent.

Další fáze digitalizace by měla zahrnovat vývoj referenční implementace nástroje pro zobrazení eZD, zaměřeného na přehlednost uživatelského rozhraní a optimalizaci výkonu. Budoucí vývoj pokročilých technik vizualizace by měl

zahrnovat optimalizaci metod transformace dat a integraci nových technologií, včetně umělé inteligence. Kvantové počítače představují významný potenciál v oblasti zdravotnické informatiky, zejména v rychlosti a efektivitě zpracování velkých objemů dat. Vývoj by měl směřovat k aplikacím založeným na kvantových algoritmech pro šifrování a dešifrování dat, modelování, optimalizaci procesů a predikci zdravotních trendů na základě rozsáhlých datových souborů.

Seznam použité literatury

[1] Výzkumná zpráva zabývající se vhodnými ekonomickými a provozními modely telemedicínských služeb včetně doporučeními pro podmínky v ČR. Dostupné z: https://ntmc.fnol.cz/uploads/composer/k067j6e5kb-Vyzkumna_zprava.pdf. [cit. 2024-07-15]

[2] DAVENPORT, Thomas a Ravi KALAKOTA. The potential for artificial intelligence in healthcare. Future Healthcare Journal. 2019, **6**(2), 94–98. Dostupné z: doi:10.7861/futurehosp.6-2-94

[3] Global Observatory for eHealth. B.m.: World Health Organization. Dostupné z: https://www.who.int/observatories/global-observatory-for-ehealth. [cit. 2024-08-15]

[4] WHO GLOBAL OBSERVATORY FOR EHEALTH. Legal frameworks for eHealth : based on the findings of the second global survey on eHealth. Regímenes jurídicos de la cibersalud: informe basado en las conclusiones de la segunda encuesta mundial sobre cibersalud. 2012, Global observatory for eHealth Series, v 5 [vid. 2024-08-18]. Dostupné z: https://iris.who.int/handle/10665/44807

[5] VEST, Joshua R., Rachel J. HINRICHS a Heidi HOSLER. How legal problems are conceptualized and measured in healthcare settings: a systematic review. Health & Justice. 2023, **11**(1), 48. Dostupné z: doi:10.1186/s40352-023-00246-5

[6] JOKINEN, Anu, Minna STOLT a Riitta SUHONEN. Ethical issues related to eHealth: An integrative review. Nursing Ethics. 2021, **28**(2), 253–271. Dostupné z: doi:10.1177/0969733020945765

[7] SCHREIWEIS, Björn, Monika POBIRUCHIN, Veronika STROTBAUM, Julian SULEDER, Martin WIESNER a Björn BERGH. Barriers and Facilitators to the Implementation of eHealth Services: Systematic Literature Analysis. Journal of Medical Internet Research. 2019, **21**(11), e14197. Dostupné z: doi:10.2196/14197

[8] MARTINEZ-MARTIN, Nicole, Zelun LUO, Amit KAUSHAL, Ehsan ADELI, Albert HAQUE, Sara S KELLY, Sarah WIETEN, Mildred K CHO, David MAGNUS, Li FEI-FEI, Kevin SCHULMAN a Arnold MILSTEIN. Ethical issues in using ambient intelligence in health-care settings. The Lancet Digital Health. 2021, **3**(2), e115–e123. Dostupné z: doi:10.1016/S2589-7500(20)30275-2

[9] LIAW, Siaw-Teng, Harshana LIYANAGE, Craig KUZIEMSKY, Amanda L. TERRY, Richard SCHREIBER, Jitendra JONNAGADDALA a Simon DE LUSIGNAN. Ethical Use of Electronic Health Record Data and Artificial Intelligence: Recommendations of the Primary Care Informatics Working Group of the International Medical Informatics Association. Yearbook of Medical Informatics. 2020, **29**(01), 051–057. Dostupné z: doi:10.1055/s-0040-1701980

[10] GHEORGHE-MOISII, Maria, Cristina-Gabriela GHEORGHE a Sorin SOVIANY. Ethical considerations on the use of AI technology in eHealth applications for neurodegenerative diseases. Romanian Journal of Information Technology and Automatic Control. 2024, **34**(1), 97–108.

[11] Zákon č. 372/2011 Sb., o zdravotních službách a podmínkách jejich poskytování

[12] Zákon č. 100/2019 Sb., o zpracování osobních údajů

[13] Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2016/679 ze dne 27. dubna 2016 o ochraně fyzických osob v souvislosti se zpracováním osobních údajů a o volném pohybu těchto údajů a o zrušení směrnice 95/46/ES. B.m.: Evropský parlament a Rada Evropské unie. 2016. Dostupné z: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=celex%3A32016R0679

[14] Studie – Připravenost ČR na digitalizaci zdravotnictví. B.m.: KPMG. 2022. Dostupné z: https://www.atdz.cz/upload/news/ATDZ_KPMG_Studie.pdf. [cit. 2024-07-25]

[15] NĚMEC, Jakub. Fakultní nemocnice: Digitalizaci brzdí legislativa a absence standardů. Zdravotnický deník. 2024.

[16] Cesta ke kvalitnímu a bezpečnějšímu zdravotnictví. B.m.: Vláda České republiky. Dostupné z: https://vlada.gov.cz/assets/media-centrum/aktualne/Cesta-ke-kvalitnimu-a-bezpecnejsimu-zdravotnictvi.pdf. [cit. 2024-07-18]

[17] eRecept. B.m.: SÚKL. Dostupné z: https://www.epreskripce.cz/

[18] ERNST & YOUNG, S.R.O. ZPRACOVÁNÍ ANALÝZY SOUČASNÉHO STAVU ELEKTRONIZACE ZDRAVOTNICTVÍ – ZPRACOVÁNÍ PODKLADOVÝCH DOKUMENTŮ PRO FORMOVÁNÍ BUDOUCÍHO STAVU ELEKTRONIZACE ZDRAVOTNICTVÍ. B.m.: MZČR. 2018. Dostupné

z: https://ncez.mzcr.cz/sites/default/files/media-documents/Analyza_soucasneho_stavu_eHealth.pdf. [cit. 2024-08-07]

[19] HL7 International. Dostupné z: https://www.hl7.org/. [cit. 2024-08-12]

[20] HL7 FHIR Foundation. B.m.: HL7 International. Dostupné z: https://fhir.org/

[21] Katalog standardů. B.m.: Národní centrum elektronického zdravotnictví: Ministerstvo zdravotnictví České republiky, Praha. Dostupné z: https://ncez.mzcr.cz/cs/katalog-standardu/katalog-standardu. [cit. 2024-02-12]

[22] Sdělení o digitálním zdravotnictví a péči. B.m.: Evropská komise. 2018. Dostupné z: https://health.ec.europa.eu/ehealth-digital-health-and-care/overview_cs. [cit. 2024-06-29]

[23] Recommendation on a European Electronic Health Record exchange format. B.m.: European Commission. Dostupné z: https://digital-strategy.ec.europa.eu/cs/node/2138. [cit. 2024-06-12]

[24] Jednotný digitální trh v Evropě. B.m.: Evropská rada, Rada Evropské unie. 2020. Dostupné z: https://www.consilium.europa.eu/cs/policies/digital-single-market/. [cit. 2023-07-26]

[25] Zákon č. 181/2014 Sb., o kybernetické bezpečnosti

[26] Vyhláška č. 98/2012 Sb., o zdravotnické dokumentaci

[27] Zákon č. 325/2021 Sb., o elektronizaci zdravotnictví

[28] Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2017/745 ze dne 5. dubna 2017 o zdravotnických prostředcích, změně směrnice 2001/83/ES, nařízení (ES) č. 178/2002 a nařízení (ES) č. 1223/2009 a o zrušení směrnic Rady 90/385/EHS a 93/42/EHS. B.m.: Evropský parlament a Rada Evropské unie. 2017. Dostupné z: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=CELEX%3A32017R0745

[29] Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2011/24/EU ze dne 9. března 2011 o uplatňování práv pacientů v přeshraniční zdravotní péči. B.m.: Evropský parlament a Rada Evropské unie. 2011. Dostupné z: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/ALL/?uri=celex%3A32011L0024

[30] Advomate. B.m.: Advomate s.r.o. Dostupné z: https://advomate.cz/. [cit. 2024-08-16]

[31] BioPortal. B.m.: National Center for Biomedical Ontology. Dostupné z: https://www.bioontology.org/. [cit. 05-08-2024]

[32] ZPRACOVÁNÍ METODIK TVORBY NÁSTROJŮ PRO IMPLEMENTACI NÁRODNÍ STRATEGIE ELEKTRONICKÉHO ZDRAVOTNICTVÍ: Resortní metodika rozvoje elektronického zdravotnictví. B.m.: MZČR. 2019. Dostupné z: https://ncez.mzcr.cz/sites/default/files/Attachment/Resortn%C3%AD_metodika_rozvoje_elektronick%C3%A9ho_zdravotnictv%C3%AD_0.pdf. [cit. 2024-03-15]

[33] ZPRACOVÁNÍ METODIK TVORBY NÁSTROJŮ PRO IMPLEMENTACI NÁRODNÍ STRATEGIE ELEKTRONICKÉHO ZDRAVOTNICTVÍ: Aktualizace zpracovaných TO-BE modelů EA prioritních opatření, řešení dle akčního plánu elektronizace eID - Elektronická Identita. B.m.: MZČR. 2019. Dostupné z: https://ncez.mzcr.cz/sites/default/files/Attachment/eID_-_Elektronick%C3%A1_Identita.pdf. [cit. 2024-03-15]

[34] XSL Transformations (XSLT) Version 2.0. B.m.: W3C. 30. březen 2021. Dostupné z: https://www.w3.org/TR/xslt20/

[35] Developers of the Saxon processor for XSLT, XQuery, and XML Schema, including the only XSLT 3.0 conformant toolset. B.m.: SAXONICA. Dostupné z: https://www.saxonica.com/welcome/welcome.xml. [cit. 2024-08-16]

[36] RICHTER, Stephan. lxml - XML and HTML with Python. Dostupné z: https://lxml.de/. [cit. 2024-08-16]

[37] pyxslt 0.9.1. B.m.: Python Software Foundation. 2006. Dostupné z: https://pypi.org/project/pyxslt/. [cit. 2024-08-10]

[38] Understanding XSLT Processing in Java. B.m.: Baeldung. 8. leden 2024. Dostupné z: https://www.baeldung.com/java-extensible-stylesheet-language-transformations. [cit. 2024-05-23]

[39] XSLT Programming Techniques in C#. B.m.: Medium. 8. leden 2023. Dostupné z: https://medium.com/@devedium/xslt-programming-techniques-in-c-fc6949cecfc5. [cit. 2024-08-16]

[40] ASCHER, David. Transforming an XML Document Using XSLT. B.m.: O'Reilly Media, Inc. Dostupné z: https://www.oreilly.com/library/view/python-cookbook/0596001673/ch12s05.html. [cit. 2024-08-15]

[41] KURT, Atakan a Engin TOZAL. Classification of XSLT-Generated Web Documents with Support Vector Machines. In: Richi NAYAK a Mohammed J. ZAKI, ed. Knowledge Discovery from XML Documents. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2006 [vid. 2024-08-19], Lecture Notes in Computer Science, s. 33–42. ISBN 978-3-540-33180-3. Dostupné z: doi:10.1007/11730262_6

[42] BRAMSTEIN. XSLTJSON - Convert XML to JSON using XSLT. Dostupné z: https://github.com/bramstein/xsltjson

[43] SOIKA, Ralph. JSON and XSLT 3.0. 2019. Dostupné z: https://ralph.blog.imixs.com/2019/08/05/how-to-convert-json-to-xml/

[44] REST and JSON API enhancements. B.m.: IBM. 2. březen 2021. Dostupné z: https://www.ibm.com/docs/en/maximo-eam-saas?topic=apis-rest-json-api-enhancements. [cit. 2024-05-10]

[45] FUGGETTA, Alfonso. Open source software—an evaluation. Journal of Systems and Software. 2003, **66**(1), 77–90. Dostupné z: doi:10.1016/S0164-1212(02)00065-1

[46] Open source initiative. Dostupné z: https://opensource.org/license/mit. [cit.2023-09-26]

[47] CHARVAT, Karel a Zbynek KRIVANEK. Dual Licensing Policy – New Way for Software Development. IST-Africa 2010 Conference Proceedings. 2010. Dostupné z: https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5752997

[48] LINDMAN, Juho, Anna PAAJANEN a Matti ROSSI. Choosing an Open Source Software License in Commercial Context: A Managerial Perspective. In: 2010 36th EUROMICRO Conference on Software Engineering and Advanced Applications (SEAA): 2010 36th EUROMICRO Conference on Software Engineering and Advanced Applications. Lille, TBD, France: IEEE, 2010, s. 237–244 [vid. 2024-08-20]. ISBN 978-1-4244-7901-6. Dostupné z: doi:10.1109/SEAA.2010.26

[49] About CC Licenses. B.m.: Creative Commons. Dostupné z: https://creativecommons.org/share-your-work/cclicenses/. [cit. 2024-08-16]

[50] MARGONI, Thomas a Diane PETERS. Creative Commons Licenses: Empowering Open Access. SSRN Electronic Journal. 2016 [vid. 2024-08-20]. Dostupné z: doi:10.2139/ssrn.2746044

Seznam obrázků

Obr. 1: Dílčí cíle práce 10
Obr. 2: Schéma literární rešerše 19
Obr. 3: Autentizace PZS vůči centrálním službám EZ [32] 24
Obr. 4: Identifikace pacienta 25
Obr. 5: Požadavky pro prácí s eZD 26
Obr. 6: Procesní model: Nahlížení do sdílené eZD. Upraveno z [32]. 27
Obr. 7: Požadavek – získání seznamu eZD 28
Obr. 8: Případ užití – nahlížení do indexu ZD 29
Obr. 9: Požadavek – Získání sdíleného dokumentu eZd 29
Obr. 10: Případ užití – Sdílení zdravotnické dokumentace 31
Obr. 11: Požadavek – Zobrazení sdíleného dokumentu eZD 31
Obr. 12: Případ užití – Vykreslení dokumentu eZD 32
Obr. 13: Ukázka XML dokumentu před transformací 33
Obr. 14: Ukázka XSL šablony pro transformaci 34
Obr. 15: Ukázka výstupu XSL transformace 35
Obr. 16: Ukázka vykresleného dokumentu 35
Obr. 17: XSLT procesor 36

Seznam použitých symbolů a zkratek

AI – Umělá inteligence

AmI – Ambientní inteligence

ARP – Autoritativní registr pacientů

BPMN – Business Process Model and Notation

CDA – Clinical Document Architecture

CDSS – Systémy podpory klinického rozhodování

CT – Clinical Terms

CÚER – Centrální úložiště elektronických receptů

ČSSZ – Česká správa sociálního zabezpečení

DAG – Orientovaný acyklický graf

DASTA – Datový standard zdravotnických informací

DLP – Databáze léčivých přípravků

DTD – Document Type Definition

EEHRxF – European Electronic Health Record Exchange Format

EHDS – Evropský prostor pro zdravotní data

eHN –European Health Network

eIDAS – electronic IDentification, Authentication and trust Services

ETL –Extract-Transform-Load

EU PS – European Patient Summary

EUDI – Nařízení o evropské identititě

EZ – Elektronické zdravotnictví

eZD – Elektronická zdravotní dokumentace

FHIR – Fast Healthcare Interoperability Resources

GDPR – Obecné nařízení o ochraně osobních údajů

HIS – Zdravotnické informační systémy

HL7 – Health Level Seven

IAM – Identity and Access management

ICT – Informační a komunikační technologie

IDRR – Integrované datové rozhraní rezortu

IFCC – Federation of Clinical Chemistry and Laboratory Medicine

IHTSDO – International Health Terminology Standards Development Organisation

IMIA – Mezinárodní asociace zdravotnické informatiky

IPS – International Patient Summary

IS – Informační systémy

KST – Koordinační středisko transplantací

LOINC – Logical Observation Identifiers Names and Codes

MKF – Mezinárodní klasifikace funkčních schopností, disability a zdraví

MKN – Mezinárodní statistická klasifikace nemocí

ML – Strojové učení

MPI – Kartotéka pacientů

MZ – Ministerstvo zdravotnictví

NCBO – National Center for Biomedical Ontology

NCEZ – Národní centrum elektronického zdravotnictví

NČLP – Národní číselník laboratorních položek

NIS – Nemocniční informační systém

NZIP –Národní zdravotnický informační portál

NZIS – Národní zdravotnický informační systém

OTP – One-Time Password

OWL – Web Ontology Language

OZZ – Provozovatel datových úložišť

PCPs – Poskytovatelé primární péče

PS – Pacientský souhrn

PZ – Propouštěcí zpráva

PZS – Poskytovatel zdravotních služeb

RDF – Resource Description Framework

SNOMED – Systematized Nomenclature of Medicine

SOA – Service Oriented Architecture

SsoP – Online verze sdíleného souhrnu

TNM – Classification of Malignant Tumours

UICC – Unie pro mezinárodní kontrolu rakoviny

URI – Uniform Resource Identifier

ÚZIS – Ústav zdravotnických informací a statistiky

W3C – World Wide Web Consortium

WHO – Světová zdravotnická organizace

XSL – Extensible Stylesheet Language

ZD – Zdravotní dokumentace

ZS – Zdravotní služby

ZZS – Zdravotní záchranná služb

Publikační aktivity autora

[1] BURDÍK, Martin, KUŽELA, Tomáš, FOJTŮ, Dušan, ELISEK, Petr, HRNČIŘÍK, Josef, JAŠEK, Roman, INGR, Marek. Optical Tweezers Apparatus Based on a Cost-Effective IR Laser—Hardware and Software Description. Sensors, 2024, roč. 24, č. 2, s. 1-22. ISSN 1424-8220.

[2] KUŽELA, Tomáš, BURDÍK, Martin, KALODA, Pavel, KALODOVÁ, Kristýna, FOJTŮ, Dušan, ELISEK, Petr, HRNČIŘÍK, Josef, JAŠEK, Roman, INGR, Marek. Optical trapping of polystyrene beads in mixed solvents. Optics and Lasers in Engineering, 2024, roč. 176, č. 176, s. 1-9. ISSN 0143-8166.

[3] JAŠEK, Roman, MALANÍK, David, OULEHLA, Milan, ŽÁČEK, Petr, KINCL, Jan, ŠENKEŘÍK, Roman, BURDÍK, Martin, KRŇÁVEK, Jan, VALA, Radek, MĚSÍČEK, Pavel. Řízení procesů a aplikace moderních technologií - Kybernetická bezpečnost. 2021,

[4] JAŠEK, Roman, MALANÍK, David, ŽÁČEK, Petr, KRÁLÍK, Lukáš, CHRAMCOV, Bronislav, ŠENKEŘÍK, Roman, VALA, Radek, VAŘACHA, Pavel, NĚMEC, Jan, KADAVÝ, Tomáš, VIKTORIN, Adam, TUREČKOVÁ, Alžběta, KOMÍNKOVÁ OPLATKOVÁ, Zuzana, JANKŮ, Peter, BURDÍK, Martin, DAVID, Ilja, OULEHLA, Milan. Řízení procesů a aplikace moderních technologií - Kybernetická bezpečnost 2023. 2023,

[5] JAŠEK, Roman, MALANÍK, David, OULEHLA, Milan, ŽÁČEK, Petr, ŠTĚPÁNEK, Vít, JANKŮ, Peter, VALA, Radek, VAŘACHA, Pavel, KOUDELKOVÁ, Zuzana, KINCL, Jan, KŘENEK, Martin, ŠENKEŘÍK, Roman, KRÁLÍK, Lukáš, BURDÍK, Martin. Řízení procesů a aplikace moderních technologií - Kybernetická bezpečnost. 2020,

[6] JAŠEK, Roman, BURDÍK, Martin, SEDLÁČEK, Michal. Blockchain v logistice. Logistika - Ekonomika - Prax 2018, 2018, roč. 7, č. 11, s. 61-68. ISSN 1336-5851.

[7] JAŠEK, Roman, MALANÍK, David, KINCL, Jan, KRÁLÍK, Lukáš, ŽÁČEK, Petr, CHRAMCOV, Bronislav, ŠENKEŘÍK, Roman, VALA, Radek, VAŘACHA, Pavel, NĚMEC, Jan, BURDÍK, Martin, ULRICH, Adam, FORMAN, Jakub Josef. Řízení procesů a aplikace moderních technologií - Kybernetická bezpečnost. 2022,

[8] KUŽELA, Tomáš, KALODA, Pavel, BRADÁČ, Kristýna, BURDÍK, Martin, ELISEK, Petr, FOJTŮ, Dušan, JAŠEK, Roman, HRNČIŘÍK, Josef, INGR, Marek. An optical trap apparatus to study the thermophoretic phenomena. Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering. Bellingham : SPIE - International Society for Optical Engineering, 2022, s. neuvedeno. ISSN 0277-786X. ISBN 978-1-5106-6111-0.

Projektová činnost autora

[1] IGA: Klasifikace signálu BCI s využitím umělé inteligence v prostředí MS AZURE (IGA/FAI/2021/009), hlavní řešitel

[2] MPO – The Country for the Future: AUTOMATIZOVANÉ TESTOVÁNÍ SYSTÉMŮ A JEJICH DOZOR S VYUŽITÍM UMĚLÉ INTELIGENCE (FX03030025), hlavní řešitel

[3] JUNG – mezifakultní spolupráce: Micromanipulation of macromolecules and colloidal particles by optical and thermo-optical traps (JUNG-2020-004), řešitel

Odborný životopis autora

Jméno a příjmení: Martin Burdík

Trvalé bydliště: Hostýnská 1739, Bystřice pod Hostýnem, 768 61

Rok narození: 1983

Vzdělání (vč. dosažené akademické hodnosti):

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, ústav mechaniky těles, mechatroniky a biomechaniky

Obor: Inženýrská mechanika a biomechanika

Specializace: Inženýrská mechanika a biomechanika

Titul: akademický titul Inženýr

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, ústav průmyslového inženýrství

Obor: Systémové inženýrství a informatiky

Specializace: Průmyslové inženýrství

Titul: akademický titul Inženýr

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta aplikované informatiky, Ústav informatiky a umělé inteligence

Obor: Inženýrská informatika

Titul: doktorské studium – ve fázi studia

Dosavadní zaměstnání:

Společnost:

PRINCIPIA SOLUTIONS s.r.o.

Od: 2015 **do:** současnost

Náplň práce: Jednatel, zakladatel společnosti, programátor

Strategické řízení společnosti
Zakázky z privátního sektoru
Zakázky pro veřejný sektor
Výzkumné projekty

Společnost:

Město Bystřice pod Hostýnem

Od: 2022 **do:** současnost

Náplň práce: Místostarosta

Zodpovědnost za oblast školství
Zodpovědnost za oblast informačních technologií a digitalizace
Zodpovědnost za oblast cestovního ruchu a kultury

Společnost:

Technické služby města Bystřice pod Hostýnem s.r.o.

Od: 2019 **do:** 2022

Náplň práce: Jednatel společnosti/provozní ředitel

Strategické řízení společnosti
Provozní řízení úseku tepelné hospodářství (výrova tepla)
Provozní řízení provozního úseku (správa města + odpadové hospodářství)
Provozní řízení úseku les (řešení kůrovcové kalamity, zalesňování)

Společnost:

CoSiS s.r.o.

Od: 2008 **do:** 2016

Náplň práce: Výpočtář

Numerické simulace nárazových zkoušek osobních automobilů

Optimalizace návrhu zádržných systémů s ohledem na biomechanickou odezvu

Ing. et Ing. Martin Burdík

Výzkum ontologických struktur zdravotní dokumentace a překážek digitalizace ve zdravotnictví

Research on Ontological Structures of Health Records and Barriers to Digitalization in Healthcare

Teze disertační práce

Vydala Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně,

nám. T. G. Masaryka 5555, 760 01 Zlín.

Náklad: vyšlo elektronicky

První vydání

Sazba: Ing. et Ing. Martin Burdík

Publikace neprošla jazykovou ani redakční úpravou.

Rok vydání 2024

ISBN 978-80-7678-292-1