

SBORNÍK PŘÍSPĚVKŮ

MEDSOFT 2021

**Český svaz vědeckotechnických společností
Pobočka vědeckotechnické společnosti při 1. LF UK**

**Česká vědeckotechnická společnost pro aplikovanou kybernetiku
a informatiku**

Česká společnost pro kybernetiku a informatiku

Agentura Action M

**v odborné spolupráci s Českou společností zdravotnické informatiky
a vědeckých informací ČLS JEP**

OBSAH

VALIDACE PŘÍČIN ÚMRTÍ PACIENTŮ S COVID-19 Šárka Daňková, Miroslav Zvolský	4
SYSTÉM, KTERÝ SE OSVĚDČIL – JAK DÁL S ONLINE VÝUKOU PO COVIDU Jitka Feberová, Jiří Kofránek, Martin Vokurka	8
STROJOVÉ UČENÍ, UMĚLÁ INTELIGENCE A VĚDA O DATECH V BOJI S PANDEMIÍ COVID-19 Jan Hendl.....	11
VÝUKOVÝ MATERIÁL NAD NADSTAVBOVOU PLATFORMOU PBPk Michal Huptych, Lenka Lhotská, Jiří Potůček	14
ZKUŠENOSTI Z IMPLEMENTACE KYBERNETICKÉHO ZÁKONA V NEMOCNICI Jiří Knápek.....	21
STANDARDIZACE – CESTA K OPEN SOURCE TECHNOLOGIÍM PRO WEBOVÉ SIMULÁTORY Jiří Kofránek, Tomáš Kulhánek	25
NÁRODNÍ ZDRAVOTNICKÝ INFORMAČNÍ PORTÁL: ZHODNOCENÍ PILOTNÍHO PROVOZU Martina Bakešová, Vojtěch Bulhart, Miloš Hejný, Martin Komenda	35
PŘÍPRAVA ČESKÉ VERZE 11. REVIZE MEZINÁRODNÍ KLASIFIKACE NEMOCÍ Dana Krejčová, Miroslav Zvolský, Šárka Daňková	40
BODYLIGHT.JS WEB COMPONENTS – WEBOVÉ KOMPONENTY PRO WEBOVÉ SIMULÁTORY Tomáš Kulhánek, Arnošt Mládek, Martin Brož, Jiří Kofránek.....	48
PSYCHOAKUSTICKÉ A PSYCHOVIZUÁLNÍ TESTY PRO HODNOCENÍ HLASU Tomáš Kulhánek, Marek Frič	53
ZDRAVOTNÍ GRAMOTNOST 2021: JAK MŮŽEME LÉPE ZÍSKAT INFORMACE O ZDRAVÍ? Klára Bohutínská, Eva Lesenková.....	57
WEBOVÁ PREZENTACE KATEGORIZACE ZDRAVOTNICKÉ TECHNIKY Kristýna Matušková	63
NEINVAZIVNÍ MĚŘENÍ NITROLEBNÍHO TLAKU METODAMI DIFERENCIÁLNÍ GEOMETRIE Arnošt Mládek, Václav Gerla, Petr Šeba, Petr Skalický, Vladimír Beneš, Ondřej Bradáč	65
MWCARE PLATFORM – LÉKAŘSKÝ INFORMAČNÍ SYSTÉM BUDOUCNOSTI Jiří Potůček, Nikola Tomková, Lenka Lhotská, Jaromír Doležal.....	74
DOPADY PANDEMIE COVID-19 DO ŘÍZENÍ A STRUKTURY ZDRAVOTNÍ PÉČE POSKYTOVANÉ LŮŽKOVÝMI ZDRAVOTNICKÝMI ZAŘÍZENÍMI Miroslav Přádka, Eduard Sohlich.....	79
CASE STUDY: “BEING EXPERT EASILY AND QUICKLY” APPLICATION OF UP-TO-DATE INFORMATION TECHNOLOGY INTO THE STANDARD CREATION PROCESS Tomáš Vejlupek, Martin Másílko	81
NOVÁ TECHNOLOGIE V INTENZIVNÍ PÉČI POMÁHÁ VZDÁLENĚ SLEDOVAT PACIENTY NEJEN S COVID-19 Lenka Vysloužilová, Václav Zvoniček, František Duška, Jan Jirman, Jan Kubr, Lenka Lhotská, Miroslav Macík, Milan Némý, Eliška Niebauerová, Lukáš Povišer, Martin Samek, Jakub Vaněk.....	84
INFORMATIKA A STATISTIKA V DOKTORANDSKÉM KURZU LF1 UK Štěpán Svačina, Jan Hendl	88
CONCEPT AND PRACTICE OF ELECTRONIC PRESCRIPTION Jan Bruthans, Jiří Kofránek, Adam Vojtěch	89

ÚVOD

Rád bych Vás jménem organizačního výboru uvítal na již 33. semináři Medsoft. Po mnoha letech opustil loni seminář hotel Academic v Roztokách u Prahy, a byl v covidovém roce 2020 uspořádán jako jednodenní v Lékařském domě.

Příjemné prostředí roztockého hotelu nepřežilo pandemii, a proto i letos pokračujeme v Lékařském domě. Symbolicky to ukazuje, že biomedicínská informatika patří mezi lékařské obory.

Seminář je znovu dvoudenní a jsem rád, že na programu máme nejaktuálnější témata biomedicínské informatiky, a to jak přehledové přednášky, tak původní sdělení.

Přeji Vám hezký seminář a děkuji také jménem organizačního a programového výboru agentuře Action/M za vždy vynikající přípravu semináře.

říjen 2021

prof. MUDr. Štěpán Svačina, DrSc.

předseda programového a organizačního výboru

VALIDACE PŘÍČIN ÚMRTÍ PACIENTŮ S COVID-19

Šárka Daňková, Miroslav Zvolský

Abstrakt

Data o úmrtnosti jsou považována za jedna z nejtvrdějších a nejvalidnějších údajů z oblasti zdravotnické statistiky. Při určování příčin smrti však narážíme na řadu problémů a omezení souvisejících s vyplněním příslušné dokumentace. COVID-19 přinesl nové potřeby a možnosti zpracování zdravotnických dat. Do popředí zájmu se dostávají kompletnost a kvalita sbíraných dat, případně další, běžně nevyhodnocované kvalitativní parametry. ÚZIS ČR ve spolupráci s Ministerstvem zdravotnictví ČR realizoval rozsáhlou revizi úmrtnostních dat v souvislosti s COVID-19 za rok 2020. Tato revize byla založena na fúzi dvou různých informačních zdrojů – List o prohlídce zemřelého (LPZ) a Informační systém infekčních nemocí. Na ni navázala aktivita spočívající v ověření základní příčiny smrti (underlying cause of death), vybírané podle pravidel WHO na základě poslušnosti příčin smrti uvedených na LPZ s využitím informací ze zdravotnické dokumentace hospitalizovaných osob prostřednictvím panelu klinických expertů. Příspěvek popisuje metodiku a výstupy provedené revize mortality pacientů s COVID-19 za rok 2020.

Úvod

Evidence příčin smrti je dlouhodobě považována za velice důležitou, avšak velmi komplikovanou. V souvislosti s pandemií COVID-19 nabývá obzvláště na významu a ukazuje se, že i tato statistika má svá omezení a je nezbytné ji podrobit validacím a kontrolám z hlediska kvality a obsahu. K tomu nám může posloužit řada nástrojů a metod, které jsme v podmínkách ČR aplikovali. Kromě běžně prováděných validací prováděných u všech záznamů o úmrtí, je to srovnání s jiným, externím zdrojem dat sbíraných pro zcela odlišné účely a podrobné prověření konfrontací s lékařskou dokumentací prostřednictvím k tomu určených expertů. Ta představuje velmi detailní zdroj dat, popisujících podrobně jednotlivé případy.

V tomto příspěvku si neklademe za cíl jednoznačně určit a vyhodnotit úmrtnost v souvislosti s onemocněním COVID-19, ale zejména naznačit a popsat metodické aspekty validace příčin smrti na tomto příkladu a popsat kroky, které byly během tohoto unikátního procesu realizovány.

1 Zdroje dat o zemřelých

Pro sledování úmrtí v souvislosti s COVID-19 jsou v České republice zásadní 2 datové zdroje.

Pro vyhodnocení **aktuálních počtů úmrtí v reálném čase** (či s velmi mírným zpožděním) slouží informační zdroj Informační systém infekčních nemocí (ISIN). Tato data jsou průběžně publikována na serveru <https://onemocneni-aktualne.mzcr.cz>. Tyto počty zahrnují úmrtí osob, které jsou evidovány jako COVID-19 pozitivní (na základě PCR testu) a nebyly dosud označeny jako vyléčené v databázi ISIN. Úmrtí jsou zadávána buď v rámci hospitalizace, pokud k úmrtí dojde během ní, nebo krajskou hygienickou stanicí (KHS) na základě hlášení o úmrtí takové osoby mimo nemocnici. Obecně jsou tedy zahrnuta všechna úmrtí osob, které byly testovány pozitivně, metodou PCR, bez ohledu na to, kde k jejich úmrtí došlo, bez ohledu na jejich příčinu smrti. Zahrnována jsou pouze ta úmrtí, která byla aktivně v databázi ISIN označena jako úmrtí. Zahrnuta naopak nejsou úmrtí za osoby, které neměly pozitivní test na COVID-19 (i když mohly mít projevy), úmrtí, o nichž nebyla KHS informována a úmrtí, k nimž došlo u osob, které již nespádají do sledování v rámci modulu Klinika ISIN (typicky po 20 dnech od positivity).

Statistika příčin smrti je založená na individuálním hlášení případů úmrtí v rámci Informačního systému List o prohlídce zemřelého (IS LPZ) (podrobněji <https://www.uzis.cz/lpz>). U každého případu úmrtí jsou ohledávajícím lékařem (případně lékařem provádějícím pitvu) vypsány stavy, které vedly ke smrti a tyto jsou během zadání, nebo poté centrálně zakódovány prostřednictvím kódů Mezinárodní klasifikace nemocí (MKN-10). Data na LPZ jsou kontrolována a zpracovávána ve spolupráci Ústavu zdravotnických informací a statistiky ČR (ÚZIS ČR) a Českého statistického úřadu (ČSÚ). Z kódovaných stavů je vybírána základní příčina smrti (underlying cause, UC), na jejímž základě se vytvářejí statistické výstupy mortality za ČR. Pro výběr základní příčiny je používán software IRIS, který vzniká v mezinárodní spolupráci v projektu IRIS Institute (<http://www.iris-institute.org>). IRIS je založen na pravidlech mezinárodního formuláře pro certifikaci (registraci) úmrtí a pravidlech Mezinárodní klasifikace nemocí, vymezených a koordinovaných WHO.

2 Důvody validace

V běžných případech je statistika příčin smrti vyhodnocována samostatně, bez vazby na další datové zdroje, a vychází výhradně z podkladů poskytnutých lékaři prostřednictvím LPZ. Pouze výjimečně jsou v rámci validace zohledňovány další datové zdroje (Registr tuberkulózy, Národní onkologický registr). Zároveň jsou aplikovány další kontroly a validace, v některých, avšak spíše výjimečných případech, jsou v rámci validace a kontroly kvality některé případy prověřovány u lékařů samotných.

V případě COVID-19 se jeví potřeba validace jako významnější. Zároveň se nabízí propojení dvou datových zdrojů, které jsou k dispozici. Vzhledem k tomu, že se jedná o onemocnění nové, dosud ne zcela zmapované jak z hlediska účinků a dopadů na zdravotní stav pacienta v akutní fázi, tak zejména v následné fázi, a vzhledem k tomu, že v řadě případů docházelo k úmrtím zejména u seniorních, polymorbidních pacientů, bylo přistoupeno k podrobnější validaci. Ta se jevila jako nutná i z důvodu veliké mediální a politické důležitosti, která byla této statistice v roce 2020 přisuzována.

V neposlední řadě se ukázalo, že dosavadní praxe vyplňování Listu o prohlídce zemřelého není zcela uspokojivá, navíc k certifikaci a vyhodnocení případů úmrtí na COVID-19 nebyly včas dodány jednoznačné pokyny a lékaři ne vždy věděli, jak v daném případě postupovat a jak certifikát za zemřelého vyplnit.

Z tohoto důvodu se jeví jako vhodné doplnit k úmrtím také podrobnější informace z hospitalizace zemřelé osoby, pomocí kterých může být posloupnost stavů vedoucích ke smrti upřesněna a vyhodnocena z hlediska základní příčiny smrti a podílu COVID-19 na úmrtí.

3 Postup validace

Validace počtu úmrtí v souvislosti s COVID-19 byla realizována v rámci několika dílčích kroků, které na sebe postupně navazovaly a které měly za cíl v daném časovém horizontu dosáhnout maximální možné kvality dat.

Běžně se statistika příčin smrti uzavírá 6 měsíců po skončení referenčního období, ke kterému se data vztahují, a nedává mnoho prostoru pro navazující kroky. Tato data jsou pak ve druhé polovině roku publikována a předávána do zahraničí.

V případě COVID jsme však narazili na několik zásadních problémů, a to sice:

- Relativně velký objem zemřelých k prověření
- Nedostatek zkušeností a harmonizace na mezinárodní úrovni
- Vytíženost a velká zátěž lékařů v terénu, nezbytných jak pro expertní práci, tak pro dodání podkladů

Celý proces vychází z propojení obou výše uvedených datových zdrojů, kdy byla vytvořena databáze záznamů spojujících informace z LPZ a ISIN. Z těchto záznamů byly automatickou selekcí vyfiltrovány případy, kdy byl výběr příčiny smrti relativně jednoduchý, protože a) COVID s úmrtím vůbec nesouvisel (typicky se jednalo o úmrtí v důsledku vnější příčiny), b) úmrtí bylo COVID-19 jasně zapříčiněno, u pacienta nebyly lékařem uvedeny další komplikující stavy a případ úmrtí byl jasně certifikován.

Z ostatních případů, které nebylo možné jednoduše automaticky vyhodnotit, byly identifikovány ty, kde bylo možné získat podrobnější informace o průběhu hospitalizace. Za tyto případy byly shromážděny podklady a předloženy k posouzení expertnímu panelu.

Následně byly výsledky této validace expertním panelem promítnuty do podkladů pro vyhodnocení příčin smrti, u nevalidovaných případů byly provedeny dílčí drobné korekce zápisu příčin smrti na LPZ.

Finalizace statistiky příčin smrti proběhla ve spolupráci s Českým statistickým úřadem, který data finálně kompletoval a vyhodnotil.

3.1 Fúze zdrojů dat

V České republice existují dva hlavní datové zdroje, které umožňují identifikovat tzv. COVID-19 úmrtí. Každý má svá omezení.

V případě registru ISIN je nutné mít na paměti, že se jedná o registr relativně nově dobudovaný, sloužící primárně pro identifikaci výskytu COVID-19 pozitivitu.

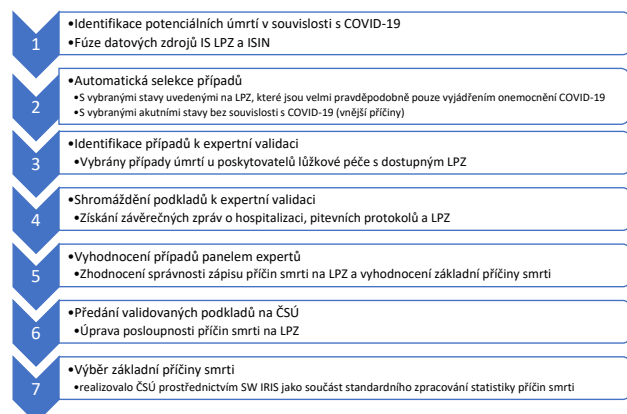
Registr má tedy dvě velká omezení, a to sice:

- Primárním aspektem registru není sledování mortality, případy nemusí být sledovány po celou dobu života pacienta a osoby zodpovědné za zadání informace nemusí mít vždy k dispozici informaci o tom, že došlo k úmrtí
- Registr sleduje pouze informaci o pozitivitě, nikoliv o symptomech nebo příznacích, ne vždy je tedy možné říci, že dotyčná osoba trpěla COVID-19

Registr pro evidenci příčin smrti, tedy IS LPZ, je primárně cílen na sběr informací o zemřelých a jejich příčinách. I tento zdroj dat může mít některá omezení, a to sice:

- Ne ve všech případech má lékař v době certifikace příčin smrti informaci o tom, zda byl dotyčný COVID-19 pozitivní
- V řadě případů nebyl původce pneumonie, která vedla ke smrti pacienta, zaznamenán na listu o prohlídce zemřelého.

Přesto se jeví jako vhodné identifikovat zemřelé, kteří byli evidováni v registru jako COVID-19 pozitivní a později došlo k jejich úmrtí. Vzhledem ke skutečnosti, že k většině takových úmrtí v roce 2020 došlo během podzimní vlny a vzhledem ke



Obrázek 1 – Schéma provedení pro vyhodnocení případů úmrtí s COVID-19 v ČR v roce 2020

skutečnosti, že COVID působí nejen na organismus přímo, ale také nepřímo ve smyslu vyčerpání rezerv při jiném probíhající onemocnění, nerozlišovali jsme dobu trvání mezi pozitivitou a úmrtím, neboť zde není zřejmé, jaký konkrétní časový rámec je relevantní.

Ve spolupráci s ČSÚ propojením obou zdrojů dat byly identifikovány všechny záznamy o úmrtích, které mohly souviset s COVID-19.

- Průběžně bylo identifikováno a během roku 2020 hlášeno 11968 případů úmrtí zaznamenaných v ISIN (k 11728 záznamům byl dohledán a připojen LPZ, ostatní mohli mít chybně uvedené RČ, mohlo se jednat o cizince apod.
- dále bylo identifikováno 4941 záznamů osob, které byly COVID-19 pozitivní se záznamem v ISIN, ale nebylo u nich v ISIN úmrtí průběžně zaevidováno a proto nebyli prezentováni v průběžné statistice COVID-19 úmrtí.
- dalších 566 záznamů mělo COVID-19 uvedený pouze na LPZ, ale záznam nebyl dohledán v ISIN.

Celkem tak bylo identifikováno 17235 úmrtí v možné souvislosti s COVID-19. Za všechny tyto záznamy, kde byly dostupné informace z listu o prohlídce zemřelého, bylo provedeno předběžné vyhodnocení dat o příčinách smrti uvedených na LPZ.

3.2 Selekcce případů k validaci expertním panelem

Na základě specifikace stavů uvedených v rámci části určené pro specifikaci posloupnosti stavů, které vedly nebo přispěly k úmrtí byly vyselektovány případy, které nutně nevyžadují další validaci a identifikovány ty, kde je naopak validace žádoucí. Principem této selekce bylo vymezení stavů, které jsou zpravidla důsledkem onemocnění COVID-19, jako je pneumonie, dechové či srdeční selhání apod. Pokud nebyl na LPZ uveden jiný stav než tyto stavy, pak byl případ ponechán bez validace.

Pokud byl záznam na LPZ více komplikovaný, případ byl indikován k validaci.

Ze zbývajících případů byla provedena selekce těch záznamů, u kterých k úmrtí došlo během hospitalizace a pro práci expertního panelu bylo teoreticky možno ze zdravotnických zařízení vyžádat propouštěcí/závěrečnou zprávu nebo pitevní protokol. Na základě Listu o prohlídce zemřelého byli u této skupiny úmrtí identifikováni poskytovatelé, kteří provedli prohlídku či pitvu těla zemřelého. Ti pak byli osloveni a vyzváni, aby prostřednictvím zabezpečeného úložiště předali ÚZIS ČR propouštěcí či pitevní zprávy.

3.3 Validace panelem expertů

Výběr základní příčiny smrti je složitý a z větší části automatizovaný proces, řídicí se primárně pokyny WHO, závisející plně na správnosti vyplnění Listu o prohlídce zemřelého. Pro ověření toho, zda výsledná základní příčina smrti odpovídá klinickému popisu případu, zejména z pohledu vlivu COVID-19, byl sestaven multioborový panel expertů s převahou zástupců z oboru intenzivní medicíny, anesteziologie a resuscitace, dále zastoupeny obory: infekční lékařství, nefrologie, kardiologie.

Základní úkoly expertního panelu byly:

- definice a schválení parametrů automatického výběrů případů,
- individuální posouzení vybraných případů, zejména polymorbidních pacientů, a posouzení vlivu COVID-19 na konkrétního pacienta
- určení základní příčiny smrti podle dostupných podkladů – korekce standardního mechanismu, pokud se od něj individuální vyhodnocení liší,
- konzultace sporných případů, pokud jeden expert není schopen případ jednoznačně vyhodnotit sám.

Pro vyhodnocení případů byly jednotlivým členům expertního panelu nasdíleny následující podklady:

- Vybrané údaje z Listu o prohlídce zemřelého
- Vybrané údaje z ISIN
- Propouštěcí zpráva (zápis z posledního případu hospitalizace před úmrtím, *)
- Pitevní protokol (textový zápis o provedení pitvy realizované v lůžkovém zdravotnickém zařízení, pokud byl k dispozici)
- Kompletní záznam Listu o prohlídce zemřelého včetně plného textového zápisu stavů uvedených v části Příčiny smrti.

V připravené vyhodnocovací tabulce člen Expertního panelu měl provést nejprve posouzení role COVID-19 v procesu úmrtí. To experti realizovali pomocí projití podkladů k danému případu úmrtí u konkrétního záznamu a zařazení do jedné z kategorií

- COVID-19 je základní příčinou úmrtí
- COVID-19 je asociován s úmrtím, není základní příčinou
- COVID-19 není asociován s příčinou úmrtí
- Nelze vyhodnotit, nutné další posouzení podkladů
- Nelze posoudit pro nedostatek podkladů, nečitelné podklady, nedostatečně podrobné podklady

Následně experti měli posoudit, zda je nutná změna základní příčiny úmrtí vyhodnocená standardním postupem před validací a tuto základní příčinu upřesnit. Nijak však přímo nemodifikovali primární záznamy a podklady uvedené na LPZ.

3.4 Výsledky vyhodnocení panelem expertů

Celkový objem případů zpracovaných experty činil 4466. V některých případech (242; 5,4 %) nebyly podklady dostatečné a vyhodnocení nemohlo být provedeno. Vyhodnoceno tedy bylo 4224 případů. Z nich u 2519 byl experty potvrzen COVID-19 jako základní příčina smrti, 1123 případů sice s COVID-19 souviselo, ale COVID-19 nebyl základní příčinou a u dalších 582 případů byl COVID-19 jako základní příčina smrti vyloučen.

Důležité je však nahlížet toto vyhodnocení z hlediska příčiny, která by byla bez úpravy formuláře, automatickým systémem IRIS považována za základní. Celkem se přesunulo mezi kategoriemi COVID-19 jako základní příčina a COVID-19 není základní příčinou 1305 případů (97+374+834), tedy zhruba 1/3 všech posuzovaných záznamů. Zatímco před vyhodnocením experty byl určen COVID-19 na základě informací dostupných na LPZ jako základní příčina smrti u 51,0 % případů, po validaci experty se tento podíl zvýšil o 8,6 p.b. na 59,6 %.

Experti nově určili COVID-19 jako základní příčinu smrti u 834 případů (64 % všech korekcí). Experti méně často rozhodli o vyřazení COVID-19 z pozice základní příčiny úmrtí (471 případů, 36 % všech korekcí).

3.5 Statistika příčin smrti za COVID-19 zemřelé

V návaznosti na provedené vyhodnocení bylo nutné promítnout změny do statistiky příčin smrti. Bez nutnosti expertní validace bylo automaticky vyhodnoceno několik tisíc záznamů, kde COVID-19 byl dle informací dostupných z LPZ jednoznačně na počátku řetězce stavů vedoucích ke smrti. Další 179 případů naopak s onemocněním COVID-19 nesouviselo a úmrtí COVID-19 pozitivní osoby bylo způsobeno vnější příčinou.

Expertní validace provedená u 4224 záznamů byla promítnuta do záznamů o příčinách smrti, tedy podkladů pro statistiku příčin smrti, oficiálně zajišťovanou Českým statistickým úřadem. Dle závěrů expertní validace byly modifikovány vstupy pro automatizované vyhodnocení a výběr základní příčiny smrti u případů, které validací prošly.

	Celkem	Na základě vyhodnocení expertním panelem			
		COVID-19 je základní příčinou smrti	COVID-19 je asociován s úmrtím, není základní příčinou	COVID-19 je asociován s příčinou úmrtí	COVID-19 není asociován s příčinou úmrtí
Před validací COVID-19 jako základní příčina smrti	2156 (51,0%)	1685	374	97	
Celkem	4224 (100 %)	2519	1123	582	
Před validací jiná základní příčina	2068 (59,6%)	834	749	485	

Obrázek 2 – Rozdělení případů vyhodnocených expertním panelem

	Před validací	Po validaci	Změna
COVID-19 jako základní příčina	51,0 %	59,6 %	+ 8,6 %
Jiná základní příčina	49,0 %	40,4 %	- 8,6 %

Obrázek 3 – Změna rozdělení případů vyhodnocených expertním panelem (z hlediska základní příčiny smrti)

Dalších několik tisíc záznamů neprošlo validací, neboť nebyly získány v daném termínu podklady pro podrobné posouzení a záznamy byly ponechány beze změny, pouze s aplikací bazálních kontrol a úprav.

Vyhodnocení základní příčiny smrti bylo provedeno Českým statistickým úřadem s využitím softwaru IRIS, který aplikuje mezinárodně standardizovaná pravidla. COVID-19 byl vyhodnocen jako základní příčina smrti u 10 539 zemřelých, což je zhruba 61 % ze všech případů úmrtí v možné souvislosti s COVID-19.

4 Diskuse a závěr

Úmrtí v souvislosti s COVID-19 se stávají specifickým, velmi sledovaným a diskutovaným jevem. Ukazuje se potřeba je evidovat průběžně, kvalitně a pokud možno srovnatelně. Zatímco technické nástroje se snaží této skutečnosti přizpůsobit (průběžná evidence úmrtí v ISIN, jejich publikace na webu MZČR, metodicky jsou zde zřejmé veliké rezervy a nedostatky, se kterými se musíme potýkat, a to na několika úrovních:

- Zadávání informací o úmrtí do průběžné evidence
- Specifikace příčin smrti na LPZ
- Vyhodnocení základní příčiny smrti jednotným způsobem, posouzení vlivu COVID-19 na úmrtí pacienta

Aktuálně jsme ve fázi, kdy si jednotlivé země pod tlakem potřeby informací pro politické rozhodování a řízení pandemie sice vytvořily pro účely průběžné evidence své dílčí, národně specifické mechanismy sledování COVID-19 mortality, zejména s ohledem na možnosti daného zdravotnického informačního systému, tyto mechanismy však nebyly ani dokonalé, ani validní, ani srovnatelné. V současné době se tak jednotlivé země potýkají s finalizací statistiky příčin smrti za uplynulý rok 2020 a narážejí na četné, více či méně podobné problémy.

V České republice byl tento proces, díky velmi urgentnímu požadavku na finalizaci ročních dat o příčinách smrti za zemřelé v roce 2020, tento proces již ukončen a realizován dle aktuálně dostupných kapacitních, technických a metodických možností.

Kombinací několika informačních zdrojů (ISIN, IS LPZ a propouštěcí či pitevní zprávy hospitalizovaných osob) získáváme poměrně podrobné informace, které umožňují detailní náhled na komplikované případy úmrtí, typicky s uvedením většího množství závažných a chronických stavů mezi příčinami smrti na LPZ. Vyhodnocení na základě pouze jednoho dílčího zdroje (ISIN) nebo nesprávně vyplněných LPZ může být zavádějící.

Získáváme tak poměrně velký objem úmrtí v možné souvislosti s COVID-19, který je však nutné nahlížet se specifickou znalostí pozadí jeho vzniku.

Unikátní se zdá být validace provedená expertním panelem, provedené vyhodnocení panelem expertů má však řadu omezení:

- Úmrtí polymorbidních pacientů s COVID-19 jsou velmi komplikovaná z hlediska určení a kódování stavů a jejich posloupností. Často se jedná o výskyt řady dílčích faktorů, které v souhrnu vedou ke smrti, určení dominantního faktoru však na základě propouštěcí zprávy nebo pitevního protokolu není možné.
- Jedná se často o úmrtí osob ve vysokém věku, u kterých není možné pro zdravotní komplikace a celkovou fragilitu provést veškerá vyšetření, která by byla ke stanovení podrobné příčiny smrti potřeba. Omezení v tomto případě tedy není nedostupnost informací o osobě na úrovni dokumentace, ale absolutní nedostupnost informací díky závažnému zdravotnímu stavu pacienta.
- Ve většině případů nebyla provedena pitva, která by příčinu smrti jednoznačně potvrdila. Pitvána byla pouze 4 % všech úmrtí v možné souvislosti s COVID-19.
- Expertiza jednotlivých členů expertního týmu je různě zaměřená, experti mohou mít na stejný případ na základě vlastních zkušeností odlišné názory.
- Neexistují jednoznačné pokyny pro posuzování příčin smrti u komplikovaných případů, které by byly mezinárodně harmonizované a sladěné, v této oblasti zatím žádná země ani mezinárodní organizace nemá dostatečné zkušenosti, které by bylo možné sdílet.
- Onemocnění COVID-19 je nedostatečně prozkoumané a nelze vyjmenovat všechny patofyziologické mechanismy, jakými může úmrtí ovlivnit. V průběhu roku 2020 se také měnila míra znalostí o onemocnění COVID-19 a jejich distribuce lékařům, kteří prováděli ohledání zemřelého.
- COVID-19 může vystupovat pouze v roli jednoho z rizikových faktorů pro rozvoj komplikace/příčiny smrti. Přisouzení podílu na úmrtí je pak na subjektivním hodnocení ohledávajícího nebo pitvu provádějícího lékaře.

I přes četná omezení jak na straně datových vstupů, tak na straně postupu a procesu validace, tyto aktivity, a zejména pak zahrnutí klinických expertů, významně zvýšila přesnost mortalitních statistik v souvislosti s COVID-19 a přinesla bohaté zkušenosti pro další práci s primárními daty o úmrtnosti a podněty pro zlepšování metodik sběru a kontroly dat.

Kontakt

RNDr. Šárka Daňková

ÚZIS ČR

sarka.dankova@uzis.cz

MUDr. Miroslav Zvolský

ÚZIS ČR

miroslav.zvolsky@uzis.cz

SYSTÉM, KTERÝ SE OSVĚDČIL – JAK DÁL S ONLINE VÝUKOU PO COVIDU

Jitka Feberová, Jiří Kofránek, Martin Vokurka

Abstrakt

Příspěvek shrnuje zkušenosti s online výukou patologické fyziologie i jejími dopady na úroveň znalostí studentů, nároky na organizaci, zaškolení učitelů a využití různých formátů pro tvorbu a realizaci online výuky. Naznačuje cesty, jak využít online výuku jako nedílnou součást prezenční výuky i v "postcovidové době".

1 Úvod

V oblasti elektronické podpory výuky měly lékařské fakulty, díky projektu spolupráce MEFANET (MEDical FACulties NETwork), v době vypuknutí covidové epidemie k dispozici řadu nástrojů a také zkušeností. Tyto nástroje byly ovšem nasazovány v době „míru“ a ukázalo se, že doba „války“, ve smyslu plného zabezpečení běžného chodu výuky online prostředky, požaduje i další, nové přístupy k této problematice.

MEFANET v zásadě poskytuje v rámci své sítě jednotlivé výukové materiály pro různé obory. MEFANET ale neposkytuje, kromě instalace LMS MOODLE - MEFANET, prostředí pro online výuku, a online semináře. Nástroje pro online konference a semináře od různých výrobců existují již nejméně dvacet let. Na 1. LF bylo mnoho let k dispozici prostředí Adobe Connect, avšak jeho využití pro online konference a semináře bylo minimální. Teprve covidová epidemie postavila učitele (a to ve všech školách v celé naší zemi) před nutností tyto nástroje používat. A tak řada učitelů, studentů (i žáků základních škol) v celé ČR byla nucena rychle zvládnout práci s LMS MOODLE, Microsoft Teams, Zoom, Google Classroom či jinými nástroji pro online výuku.

Po vypuknutí covidové epidemie bylo náhle potřeba pokrýt pomocí online prostředků celou výuku. Online výuka se týkala velkého množství učitelů, kteří často nebyli příznivci tohoto typu výuky, a pro mnohé z nich se jednalo o zcela novou zkušenost. Učitele bylo nutno zaškolovat v práci s nezbytnými nástroji a poskytovat jim v průběhu online výuky značnou podporu. Dále bylo nutno zpracovávat vzniklé materiály pomocí různých technických a softwarových nástrojů a zpřístupňovat je srozumitelným způsobem studentům. Je nutno uvést, že se jednalo o vysoce odbornou a také o časově velmi náročnou činnost. Na druhou stranu studenti elektronické materiály velmi oceňovali, zejména v době přípravy před zkouškou. Bylo by dobré využít kladné zkušenosti, které covidová doba přinesla i v dalším období a také rozšiřovat nabídku o nové formy výukových materiálů, které by umožnily hlubší porozumění dané problematice (např. webové simulátory).

2 MEFANET

Spolupráce lékařských a později (2012) i nelékařských zdravotnických fakult ČR a SR MEFANET [1,2] (<https://www.mefanet.cz/>) znikla již v roce 2007. Cílem této spolupráce je rozvoj výuky s využitím moderních komunikačních a informačních technologií, umožnění interakce mezi týmy z různých fakult a zejména sdílení elektronických výukových materiálů.

K tomuto účelu je provozována řada nástrojů. Jednak je to *portálová platforma*, kterou provozují jednotlivé zúčastněné instituce a vystavují zde pod různým oprávněním k přístupu výukové materiály pro jednotlivé obory. Nad těmito portálovými platformami stojí *Centrální brána*, kam jsou z jednotlivých portálových platform zasílány vybrané příspěvky. Další součástí MEFANETu jsou *WikiSkripta* [3,4], kde se pomocí krátkých článků

skládají texty podobné kapitolám v učebnici. Účastníci sítě mohou využít i speciální instalaci LMS systému *MOODLE - MEFANET* [5,6]. Nejnovějším příspěvkem jsou pak *MEFANET Games*, obsahující různé výukové algoritmy např. interaktivní kazuistiky. Kromě těchto výukových zdrojů naleznete na stránkách MEFANETu také *příručky ke tvorbě testů*.

V covidovém období bylo možno ve výuce používat elektronické výukové materiály, které jsou zpřístupňovány shora uvedenými nástroji. Tyto materiály ovšem nemají systematický charakter a zdaleka nepokrývají celou výuku jednotlivých předmětů.

3 Zkušenosti s online výukou na Ústavu patologické fyziologie 1. LF UK

Po vypuknutí covidové epidemie a direktivě přechodu na online výuku bylo zapotřebí na Ústavu patologické fyziologie zajistit vhodný systém pro řízení výuky.

Řešili jsme dále otázky:

- jakou formou zpřístupňovat výukové materiály
- jak zabezpečit přenos a zpřístupňování přednášek a seminářů
- jak vykonávat interaktivní činnosti (interaktivní kazuistické semináře, odevzdávání a hodnocení esejí systémem pro hodnocení shody, odevzdávání a prezentace referátů a konání pravidelných čtvrtletních testů).

Výuku Ústavu patologické fyziologie zabezpečovalo cca 25 vyučujících, provozovali jsme 10 jedno a dvousemestrálních studijních prostředí (kurzů) pro jednotlivé studijní programy a konkrétní předměty. Výuku absolvovalo v daném akademickém roce cca 600 studentů.

Jako základ pro organizaci výuky jsme použili LMS (Learning Management System) systém, který umožňuje řídit a provozovat plně online výuku. Systém má velké množství modulů pro zpřístupňování rozmanitých typů materiálů a provoz činností (zadávání, sběr a hodnocení úkolů, testování, kontrola shody atd.). V systému jsme vytvořili "kostru" výuky a tu jsme doplňovali o materiály a výstupy různých programových prostředí (u nás zejména streamovaná videa). Tvorbu kurzů zabezpečovala k tomu vyčleněná osoba.

Studenti daného předmětu byli zapsáni do „kurzu“, který je vedl po celou dobu výuky. Zvolili jsme „týdenní schéma“, kdy studenti od poloviny předchozího týdne vždy znali své studijní povinnosti v dalším týdnu a měli k nim postupně dostupné příslušné materiály.

Pro komunikaci se studenty jsme zvolili jako základ studijní informační systém, studenti byli touto oficiální cestou informováni a všech svých závazcích, plynoucích z výuky. Tento způsob umožňuje ale pouze jednosměrnou komunikaci, proto jsme ho doplnili o další komunikační prostředky, které umožnily studentům pokládat nám otázky k výuce.

Učitelé jsou odborníci ve svém oboru a není možné po nich požadovat vysoké odborné znalosti v „boji“ s mnohdy svéhlavou technikou a širokým spektrem programového vybavení, včetně nutnosti speciálních dovedností (např. střih videa) nebo i sice jednodušších, ale časově náročných prací spojených s e-learningem. Tyto činnosti za ně většinou vykonával odborný pracovník. Přesto bylo nutno učitele zaškolit a poskytovat jim podporu při práci se základním software pro videopřenosy či nahrávání zvuku, který museli sami obsluhovat.

Přednášky byly konány formou živého vysílání a v průběhu vysílání byly zaznamenávány. Vyučujícímu přednesením přednášky skončila jeho povinnost a dále již byla přednáška zpracovávána odborníkem. Přednášku bylo nutno stáhnout z prostředí, kde se konala, ověřit její zvukovou a obrazovou kvalitu, provést

úpravy, stříhání a následně vyexportovat na streamovací server, po zpracování opatřit metadaty a nalinkovat do kurzu. Zpracování každé přednášky vyžadovalo průměrně tři hodiny další odborné práce. Podobným způsobem byly zpracovávány také semináře. V průběhu přenosu i případného nahrávání přednášek a seminářů byla vyučujícím k dispozici lokální technická podpora, která řešila velkou škálu problémů – nefunguje počítač, nefunguje přihlášení, nefunguje zvuk, nefunguje kamera, nelze sdílet podklady k přednášce, "spadl" program, přerušil se přenos atd. V průběhu akademického roku jsme pořídili, zpracovali a zpřístupnili kolem 250 záznamů.

Obecně se má za to, že studenti nemají o přednášky, které nejsou na rozdíl od seminářů povinné, velký zájem, resp. na začátku semestru je obvykle návštěvnost celkem vysoká, ale v průběhu semestru se posluchači "vytrácejí". Naše zkušenost nyní ukazuje, že pokud studenti mají k dispozici nahrávky přednášek, tak o přednášky zájem je. Pokud bychom toto tvrzení vyjádřili počty spuštění dané přednášky, pak naši první tři rekordmani mají tato čísla spuštění: 6814 - 6409 - 5842. Jedná se o společné přednášky studijních programů Všeobecné lékařství a Stomatologie, který v letošním (2020/2021) akademickém roce absolvovalo 320 studentů, tedy v průměru si každý student spustil "nejúspěšnější" přednášku 21 krát.

Na přednášky navazovaly semináře provozované (plně či částečně) on-line pomocí videokonferenčních systémů, s nimiž ale do té doby prakticky všichni učitelé neměli žádnou zkušenost. Znamenalo to další nároky na metodickou i technickou podporu.

Co se týká otázky interaktivních prvků ve výuce, tak tyto se všechny podařilo realizovat pomocí modulů LMS systému a napojení LMS na další systémy (např. systém kontroly shody). Námí zvolený LMS systém má mj. výborný nástroj pro tvorbu testů. Tento nástroj umožňuje vytvoření prakticky všech typů testových otázek. Otázky se vytvářejí buď přímo v systému, nebo v určitém schématu v textovém editoru a následně se do systému jednoduše importují. Banku úloh může tvořit jedna sada testových otázek nebo kategorie, podle určených oblastí. Z banky úloh lze vkládat do vlastního testu otázky buď "napevno" nebo náhodně, nebo použít kombinaci obou postupů. Samozřejmostí je možnost míchání otázek a u otázek typu multiple choice pak i nabízených odpovědí, možnost přiřazovat otázkám různé váhy atd. Test lze omezit na určitý čas, otevřít ho v nastaveném časovém intervalu či zabezpečit test heslem. Systém test okamžitě vyhodnocuje, je možno si prohlížet konkrétní pokus atd.

V průběhu roku bylo k online výuce naprosté minimum dotazů, tedy zdá se, že námí zvolený systém byl pro studenty pochopitelný.

Obrovskou výhodou našeho řešení je, že vytvořenou podporu pro daný předmět lze využít i pro další období výuky. Vynaložené úsilí se tak v dalších letech tvůrcům vrátí.

Co se týká získaných znalostí, ověřovaných při zkouškách, pak se zatím zdá, že studenti nevykazují žádný negativní výkyv znalostí. Řada studentů v rozhovorech a komentářích velmi oceňuje, že měli při přípravě na zkoušku k dispozici videonahrávky všech přednášek. Po skončení zkouškového období provedeme porovnání výsledků se "standardními" roky. Vyhodnotíme také zkušenosti z online zkoušení.

Jak online výuka předmětů vyhodnotí studenti uvidíme až v příštím roce při pravidelném hodnocení výuky pomocí studentské ankety.

4 Jak dál s online výukou

V průběhu předchozích let bylo pravidlem, že elektronickou podporou výuky se zabývalo pouze "několik nadšenců". Uplynulé období covidové epidemie přineslo v tomto ohledu velký,

jinak asi nemožný, posun. Do elektronizace výuky se muselo zapojit velké množství vyučujících. Bylo nutno sehnat a zapojit do podpory výuky odborníky na online výuku. Je však otázkou, co se z této doby uchová pro dobu příští, pokud se běh věcí vrátí do normálu.

Lze doufat, že učitelé, kteří si vyzkoušeli možnosti e-learningu, budou tyto nástroje i nadále využívat. Je totiž jisté, že studenti materiály, které vznikly během tohoto způsobu výuky, používají a velmi oceňují. Je to generace, která je zvyklá čerpat znalosti z online prostředí a je dobré, když tyto znalosti mohou čerpat přímo "od ověřeného pramene". Komplexní elektronické materiály, které by byly dostupné studentům od prvního až do posledního ročníku studia, by mohly být také prvním krůčkem k, na lékařských fakultách často skloňovanému, propojení teoretických a klinických předmětů.

Bylo by dobré studentům poskytovat v online formě "tradiční" výukové materiály, ale zároveň posouvat e-learning i dále, např. směrem k tvorbě webových simulátorů, které by umožňovaly hlubší pochopení dané problematiky [7–9]. Tvorbou takových webových simulátorů se nyní zabývá Laboratoř biokybernetiky a počítačové podpory výuky na našem ústavu. V současnosti se připravuje k publikaci model metabolismu železa [10].

Co by bylo potřeba pro takovýto vývoj udělat? Zcela jistě zabezpečit učitelům organizační a technickou podporu, která by jim umožnila při tvorbě výukových materiálů poskytnout své znalosti, ale osvobodila by je od ostatních činností, které jsou předmětem práce jiných odborností (grafiků, programátorů atp.).

Dnešní tvorba profesionálního elektronického výukového obsahu již dávno není založena na entuziasmu a pili jednotlivců. Je to náročný projekt vyžadující týmovou spolupráci profesionálů řady oborů - od vlastních autorů - odborníků daného oboru a zkušených pedagogů, jejichž scénář tvoří základ výukové aplikace, přes výtvarníky a multimediální profesionály, kteří jsou zodpovědní za audiovizuální podobu výsledné aplikace, programátory a tvůrce simulačních modelů, kteří výsledné aplikaci přidávají interaktivitu a prvky výukové hry, až po profesionály, kteří v příslušném softwarovém prostředí vytvoří výsledný produkt uplatnitelný na bouřlivě se rozvíjícím trhu elektronických výukových aplikací.

Budoucnost ukáže, jak se při tvorbě nových online výukových materiálů zhodnotí letitá spolupráce fakulty s Vyšší odbornou školou Václava Hollara, kde Ústav patologické fyziologie má svoji grafickou laboratoř a multimediální ateliér, a zda spolupráce lékařské fakulty na výuce studentů ČVUT otevře možnosti účasti softwarových profesionálů na společných výukových projektech zejména v oblasti lékařských simulátorů.

5 Závěr

Pro možný další rozvoj v oblasti e-learningu se nabízí určité "desatero" otázek, na které si každá organizace, včetně naší fakulty a univerzity, musí najít své specifické odpovědi.

1. Bude organizace i v postcovidové době zvýšeně podporovat e-learning?
2. Jakou formou - systematicky či individuálně?
3. Vznikne nový subjekt pro podporu e-learningu?
4. Co bude předmětem podpory?
5. Jak bude tato činnost zabezpečena personálně?
6. Jak bude financována?
7. Jaké budou poskytovány služby?
8. Jak bude řešeno technické zázemí?
9. Bude navázána spolupráce s externími subjekty?
10. Jaké budou podmínky pro případnou komercializaci výstupů?

Nezbývá nežli doufat, že návrat k "epidemickému normálu" nebude znamenat návrat k předcovidovému stavu věcí. Aby tomu tak nebylo, bylo by potřeba vyvinout značnou energii ze strany organizace směrem k učitelům, kteří by měli mít k dispozici odpovídající, neselehávající techniku, jasně definované podporované nástroje, technickou a metodologickou podporu, komplexní služby při vytváření materiálů a jejich zpřístupňování a především jednoznačnou motivaci ze strany organizace. Výsledkem této organizačně i finančně náročné činnosti by mohl být spokojený student s lepšími, hlubšími a propojenějšími znalostmi.

Literatura

- [1.] Brno: Institut biostatistiky a analýz, Lékařská fakulta Masarykovy univerzity. MEFANET. In: MEFANET [Internet]. [cited 12 Sep 2021]. Available: <https://www.mefanet.cz>
- [2.] Majernik J, Schwarz D, Komenda M, Dušek L. A Unified Educational Platform of Multimedia Support in Education at Medical Faculties of MEFANET Project. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. 2012;55: 476–484.
- [3.] WikiSkripta, projekt 1. Lékařské fakulty a Univerzity Karlovy, příspěvek UK k výukovým zdrojům sítě lékařských fakult MEFANET • ISSN 1804-. WikiSkripta. [cited 12 Sep 2021]. Available: <https://www.wikiskripta.eu/>
- [4.] Štuka Č, Vejražka M, Kajzar P, Kofránek J. Wikiskripta. *Medsoft*. 2016;28: 169–178. Available: http://www.creativeconnections.cz/medsoft/2016/Medsoft_2016_Stuka.pdf
- [5.] Feberova J, Dostalova T, Hladikova M, Kasal P, Polásek J, Seydlova M, et al. Evaluation of 5-year Experience with E-learning Techniques at Charles University in Prague. *Impact on Quality of Teaching and Students' Achievements*. *New Educ Rev*. 2010;21: 110–120.
- [6.] Feberová J, Feber M, Kofránek J. E-learningový systém Moodle v lékařské výuce – možnosti, zkušenosti a perspektivy. *Medsoft*. 2019;31: 11–14. Available: http://www.creativeconnections.cz/medsoft/2019/Medsoft_2019_Feberova_Print.pdf
- [7.] Šilar J, Polák D, Mládek A, Ježek F, Kurtz TW, DiCarlo SE, et al. Development of In-Browser Simulators for Medical Education: Introduction of a Novel Software Toolchain. *J Med Internet Res*. 2019;21: e14160. Available: <https://www.jmir.org/2019/7/e14160/>
- [8.] Kofránek J, Kulhánek T, Mateják M, Ježek F, Šilar J, Mládek A, et al. Schola Ludus for the 21st century: simulators in the Internet browser. *FASEB J*. 2020;34: 1.06207.
- [9.] Kofránek J, Ježek F, Šilar J, Mládek A, Mateják M, Kulhánek T. Nová generace elektronických učebnic se simulačním jádrem. *Medsoft*. 2020;32: 63–72. Available: http://www.creativeconnections.cz/medsoft/2020/Medsoft_2020_Kofranek.pdf
- [10.] Mládek A, Vokurka M, Kofránek J. Matematický model regulace železa v organismu. *Medsoft*. 2020;32: 47–54. Available: http://www.creativeconnections.cz/medsoft/2020/Medsoft_2020_Mladek.pdf

Kontakt

MUDr. Jitka Feberová, Ph.D.
Ústav patologické fyziologie 1. LF UK
email: jitka.feberova@lf1.cuni.cz
tel. +402 732 164 469

STROJOVÉ UČENÍ, UMĚLÁ INTELIGENCE A VĚDA O DATECH V BOJI S PANDEMIÍ COVID-19

Jan Hendl

Anotace

V okamžiku rozšíření Covid-19 infekční nemoci se umělá inteligence (UI), strojové učení (ML, machine learning) a věda o datech staly významným pomocníkem v boji proti viru SARS-CoV-2. Metody se využívají při diagnóze, k vývoji nových léků a očkovacích látek, k modelování a předpovědi šíření a k monitorování výskytu nemoci v populaci a v logistice zdravotnictví. Covid-19 pandemie zvýšila snahy členů komunity vědců z oblastí UI, ML a vědy o datech v hledání řešení problémů, které pandemie vyvolala. Objem literatury o aplikacích UI, ML a vědy o datech se stále zvětšuje. V našem příspěvku podáváme přehled hlavních oblastí aplikací a informujeme o literatuře a některých výsledcích snah při zvládnání COVID-19 pandemie.

Klíčová slova

strojové učení, umělá inteligence, věda o datech, COVID-19

1 Úvod

COVID-19 infekční onemocnění bylo deklarováno Světovou zdravotní organizací (WHO) jako pandemie. Nový koronavirus SARS-CoV-2 se šířil od konce roku 2019 rychle a všude, přičemž způsobil poškození zdraví mnoha milionů lidí. Naštěstí také věda reagovala rychle.

Onemocnění COVID-19 zasáhlo celý svět a mnoho lidí včetně vědců se snaží najít prostředky ke zmírnění jeho následků. Gautam et al. [3] zkoumali 196 000 medicínských odborných článků o COVID-19, z nich podrobněji analyzovali 28 904, zjistili, že průměrně se objevilo v jednom týdnu 990 prací, největší počet článků pocházel z Číny. COVID-19 se týkalo 733 systematických přehledů, 480 meta-analýz a 362 klinických randomizovaných pokusů.

V okamžiku úderu Covid-19 pandemie se umělá inteligence (UI, AI, Artificial Intelligence), strojové učení (ML, machine learning) a věda o datech staly významným pomocníkem v boji proti viru SARS-CoV-2 [např. 1, 7, 10, 13, 14].

Islam et al. [10] analyzovali v systematickém přehledu 729 článků s aplikacemi z oblasti UI a strojového učení publikovaných v anglickém jazyku. Z tohoto počtu pocházelo 26% z Čínské republiky, 23,7% z USA a Indie 12,6%. Tyto tři země přispěly podle autorů nejvíce k celkovému počtu článků. Příspěvky se objevily hlavně v časopisech PLUS One, Chaos Solitons Fractals a Journal of Medical Internet Research. Z oblasti UI byly nejvíce citovány práce autorů Huang et al. [8] (150x), Guan et al. [5] (81x), He et al. [6] (78x).

K řešení problémů pandemie se používají nejnovější informační technologie z oblastí umělé inteligence, strojového učení a vědy o datech. Pro základní představu uvádíme stručné vymezení těchto termínů [7].

Umělá inteligence

Existuje několik definic umělé inteligence. Jedna stručně říká, že UI znamená užití počítačů k modelování inteligentního chování s minimální intervencí člověka. UI je považována za inženýrský obor, který implementuje nové koncepty a řešení, které jsou schopny zvládat složité úkoly.

Strojové učení

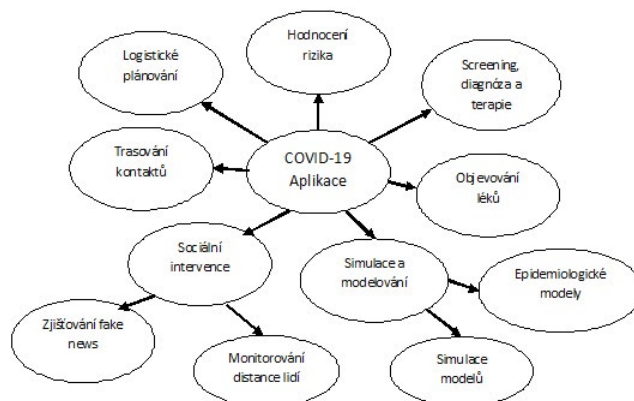
Strojové učení znamená praxi programování učení se z dat. Je spojováno s dobýváním znalostí z dat (DM, Data Mining), DM označuje snahu získat znalosti z velkého množství dat.

Věda o datech

Věda o datech (data science) je široký termín zahrnující oblasti jako strojové učení, statistické učení, modelování časových řad, vizualizace dat, expertní systémy a pravděpodobnostní uvažování. Zřejmě se v mnohém překrývá s vymezením umělé inteligence a strojového učení. Znamená interdisciplinární oblast, která využívá vědecké metody, procesy a algoritmy k extrahování znalostí a získání vhledu do daného problému pomocí velkého počtu strukturovaných a nestrukturovaných dat.

2 Aplikace informačních technologií při řešení problémů s COVID-19

Výzkumníci využívali metody umělé inteligence, strojového učení, zpracování přirozeného jazyka, statistiky, matematiky, modelování, simulací a další vědecké metody analýzy strukturovaných a nestrukturovaných dat [15].



Obrázek 1 – Přehled aplikací vědy o datech při řešení problémů s pandemií COVID-19

Shrnutí oblastí aplikací pokročilých informačních technologií při řešení problémů s pandemií COVID-19 ukazuje obrázek 1 (upraveno podle [11]).

Zdravotní systém se vypořádává se značným tlakem na své zdroje. To vedlo k potřebě rychle odhadovat hladinu rizika u pacienta a příslušně reagovat. To se děje již dnes v případě rakoviny, diabetu nebo kardiovaskulárních onemocnění. Takové opatření je nutné zkoumat a iniciovat také v případě COVID-19. Například údaje jako věk, pohlaví nebo zdravotní stav mohou být využity při odhadu mortality rizika úmrtí. To může být důležité pro výběr na jednotkách intenzivní péče, pokud jsou omezené kapacity.

Diagnostika a screening má podobný význam. Hlavním problémem, kterému se čelí, jsou chyby v řádném screeningu a diagnostice [16]. Například osoby s mírnými příznaky si často nejsou vědomi, že jsou nositeli infekce a nemoci. Kromě testování je klíčovým úkolem vývoj nástrojů pro diagnostiku na dálku pomocí počítačů.

Ve firmách a ve veřejnosti se používají různá testovací schémata. Rychlý rozvoj internetu věcí (IoT, Internet of Things) ústí do masivní explose dat generovaných na těle nesených přístrojů a sensorů. Jejich analýza je velmi důležitá. Zkoumá se možnost na základě zvuku zakašlání nebo míry pohybové aktivity rozpoznat přítomnost onemocnění nebo zvýšení zdravotního rizika. Mnoho studií využívá umělou inteligenci a strojové učení ke zpracování výstupů zobrazovacích technik, k rychlejší a přesnější detekci onemocnění [4].

Pandemie COVID-19 způsobila nedostatek pracovníků v určitých zdravotnických profesích (např. v primární péči). To vedlo ke zkoumání automatizovaných prostředků péče a expertních systémů (nebo k jejich zdokonalování) nebo počítačem podpo-

rovaného vyhodnocování klinických dat. Použití pulsní oximetrie a detekce změn signálu na dálku pomáhá například snižovat mortalitu u pacientů v domácím ošetřování.

Data a umělá inteligence pomáhají vyvíjet nové léky nebo ukázat, že používané léky k jinému účelu představuje užitečnou strategii i při zvládnání onemocnění COVID-19. [12] Oblast medicíny založené na biologických sítích aplikuje techniky vědy o sítích v medicíně pro využití a vývoj léků pomocí počítačových výpočtů. Výpočetní metody mohou zkrátit čas strávený zkoumáním dat, předpovídáním struktury proteinů a genomů. Mohou také pomoci při identifikaci vhodných pacientů pro klinické studie, což je často časově náročná a nákladná část vývoje léčiv.

Epidemiologické modely a simulace poskytují možnost získat představu, jak se šíří epidemie, což je důležité pro plánování populačních opatření a logistiky. V epidemiologických modelech se populace rozděluje na propojené části a vývoj v čase se modeluje diferenciálními rovnicemi (např. se využívá model SIR). Užitím Bayesovských hierarchických modelů se takové modely kombinují a sestavují jako globální modely průběhu celé pandemie.

Simulační modely mají širokou aplikovatelnost. Všechny otázky nemohou být zodpovězeny epidemiologickými modely. Používají se při rozhodování se vztahem k přenosu nemoci (karanténní opatření nebo sociální odstup), při uvažování kapacit počtu lůžek, jednotek kritické péče, nutného personálu, při rozhodování o limitech pro přijetí a propouštění pacientů a o minimalizaci dopadu na ostatní pacienty. Currie et al. [2] podávají podrobný přehled o tom, jak modely a simulace mohou pomoci snížit dopad COVID-19.

Online šetření nebo sledování mobilů pomáhají při rychlém odhalování infikovaných jedinců, při zavádění karanténních opatření a omezování shromažďování lidí. Taková opatření se vyrovnávají s kompromisy mezi zajištěním veřejného zdravotnictví a soukromým právem. Extrahují se data ze sociálních médií, z osobních přenosných zařízení. Další informace se získávají měřením a analýzou dat ekologického znečištění, dat o vodních zdrojích a ovzduší.

Šíření zavádějících zpráv může narušit strategie v oblasti veřejného zdraví [7]. Provádějí se výzkumy, jak odlišit zavádějící zprávy od vědecky podporovaných zpráv. Informace o těchto akcích obsahuje také Wikipedie.

Pandemie COVID-19 způsobila vznik zvýšené potřeby vhodné organizovat logistiku zdravotní péče. Týká se to například zajištění testovacích souprav, speciálních lůžek a ventilátorů, ochrany ošetřujícího personálu nebo převedení části personálu na jiné pracoviště. I zde se uplatňují techniky umělé inteligence. Pomáhají také při optimalizaci řízení dodavatelského řetězce pro zásobování zdravotních center. U lze použít i k preventivní alokaci zdrojů. Datoví výzkumníci také pomáhají při odhalování nezvyklého chování zákazníků v prodejních řetězcích [10].

3 Závěr

Od okamžiku objevení nového viru SARS-CoV-2 vědci a pracovníci zdravotnického sektoru po celém světě hledají metody boje proti vzniklé pandemii. Týká se to screeningu a predikce, sledování kontaktů, předpovídání průběhu nemoci a vývoje vakcín nebo léků s přesnějšími a účinnějšími metodami.

Strojové učení a postupy umělé inteligence jsou slibnými metodami, které využívají poskytovatelé zdravotní péče. Náš příspěvek se zabývá studii, které shrnují v přehledu zmíněné pokročilé technologie při aplikaci výzkumných výsledků a při vývoji algoritmů asistence v reálných problémech.

Umělá inteligence a ML mohou výrazně zlepšit léčbu, diagnostiku, screening a predikci, předpověď, vyhledávání kontaktů a vývoj léků/vakcín v kontextu pandemie Covid-19.

Závěrem poznamenejme, že u nadějných výsledků je také nutné uvažovat jejich omezení. Mnohdy jsou k vývoji postupů UI a strojového učení zapotřebí velké objemy dat o vysoké kvalitě. Výzkumníci se setkávají se značnými limity v tomto směru. Například elektronické záznamy jsou často segregovány podle nemocnic, regionálně nebo podle států. Scházejí platné standardy a větší mezinárodní spolupráce. Také záleží na rychlosti v přístupu k novým datům. Data jsou často po jejich analýze zastaralá a s nimi i získané výsledky. Proto mnoho modelů není nasazeno v praxi tak, aby se ověřilo jejich fungování v reálném světě.

Výzkumníci z oblastí vědy o datech, strojového učení a umělé inteligence ve spolupráci se zdravotnickými odborníky pomáhají při zvládnání problémů způsobených pandemií COVID-19. Objem tak vznikající literatury v tomto kontextu je značný. Je zapotřebí pro informační potřeby připravovat přehledy. Náš příspěvek měl poukázat na některé literární zdroje z této oblasti.

Literatura

- [1.] Ahuja, A.S. et al. *Artificial Intelligence and COVID-19: A Multidisciplinary Approach*. *Integr. Med. Res.* 2020, 9, 100434.
- [2.] Currie, C. S. M. et al. *How simulation modelling can help reduce the impact of COVID-19*. *Journal of Simulation*, 14(2), 83-97. DOI: 10.1080/17477778.2020.1751570
- [3.] Gautam, P. et al. *COVID-19: A bibliometric analysis and insights*. *International Journal of Mathematical, Engineering and Management Sciences* 5(6), 1156–1169, 2020. DOI: 10.33889/IJMEMS.2020.5.6.088 2020.
- [4.] Ghaderzadeh, M., Asadi, F. *Deep learning in detection and diagnosis of Covid-19 using radiology modalities: A systematic review*. *arXiv* 2020, arXiv:2012.11577.
- [5.] Guan, W. et al. *Clinical characteristics of 2019 novel coronavirus infection in China*, *New England Journal of Medicine*, 2020, DOI: 10.1056/NEJMoa2002032
- [6.] He, K. et al. *Momentum Contrast for Unsupervised Visual Representation Learning*. 2020 arXiv:1911.05722v3
- [7.] Hendl, J. *Big data*. *Grada* 2021.
- [8.] Huang, C. et al. *Clinical features of patients infected with novel coronavirus in Wuhan, China*. *Lancet*, 2020 Feb 15;395(10223):497-506, DOI: 10.1016/S0140-6736(20)30183-5
- [9.] Chang, A.C. *Artificial intelligence and COVID-19: Present state and future vision*. *Intelligence-Based Medicine*, 3-4 (2020) 100012, 2020.
- [10.] Islam, M..M., Poly, T.N. et al. *Application of Artificial Intelligence in COVID-19, Pandemic: Bibliometric Analysis*. *Healthcare*, 9, 441. DOI: 10.3390/healthcare9040441, 2021,
- [11.] Latif, S. et al. *Leveraging Data Science To Combat COVID-19: A Comprehensive Review*. *IEEE Transactions on Artificial Intelligence*, DOI: 110.1109/TAI.2020.3020521, 2020.
- [12.] Mak, K.K., M. R. Pichika, M.R. *Artificial intelligence in drug development: present status and future prospects*. *Drug discovery today*, 24(3) 773–780, 2020.
- [13.] Naseem, M. et al. *Exploring the Potential of Artificial Intelligence and Machine Learning to Combat COVID-19 and Existing Opportunities for LMIC: A Scoping Review*. *Journal of Primary Care & Community Health*, 11, s. 1–11, 2020.
- [14.] Nguyen, T.T. *Artificial intelligence in the battle against coronavirus (COVID-19): A survey and future research directions*. *arXiv* 2020, arXiv:2008.07343.
- [15.] Syeda, H.B. et al. *Role of Machine Learning Techniques to Tackle the COVID-19 Crisis: Systematic Review*. *JMIR Med Inform*, 2021, 9(1), e23811, s. 1-19, 2021.
- [16.] Vinod, D.N., Prabakaran, S.R.S. *Data science and the role of Artificial Intelligence in achieving the fast diagnosis of Covid-19*. *Chaos, Solitons and Fractals*, 140 (2020) 110182, 2020.

Kontakt

Prof. Jan Hendl
LF1 UK
U Hadovky 8
160 00 Praha 6
[e-mail: jan.hendl@ruk.cuni.cz](mailto:jan.hendl@ruk.cuni.cz)

VÝUKOVÝ MATERIÁL NAD NADSTAVBOVOU PLATFORMOU PBPK

Michal Huptych, Lenka Lhotská, Jiří Potůček

Anotace

Oblast Physiological Based Pharmacokinetic (PBPK) modelování je stále důležitější ve všech oborech medicíny. Existuje řada knih a materiálů popisujících problematiku PBPK modelování z různých úhlů. Není však zcela dostupný materiál, který by vytvářel výukové podklady pro všechny zapojené skupiny v odpovídající komplexnosti. Projekt Nadstavbová platforma PKPB (Supplementary platform PKPB), podpořený v rámci grantu TRIO FV40426, si klade za cíl vytvoření materiálu pro biomedicínské inženýry a informatiky, farmaceuty i lékaře. V této chvíli je výukový materiál rozdělen do čtyř základních částí – části věnované kybernetice a obecné teorii řízení a analýze citlivosti modelů biologických systémů, části o farmakodynamice a farmakokinetice, části věnované základům molekulární biologie a genetiky, a části věnované kompartmentovým modelům pro farmakokinetiku. První část kybernetiky a obecné teorie řízení se zabývá oblastmi identifikace modelu, odhadu parametrů, stavovému popisu, reziduální analýze a dalším. Dále se tato část věnuje analýze citlivosti modelů biologických systémů, je věnována hlavně definici a využití Sensitivity function, návrhu experimentu a Bayesovské statistice a jejímu využití v oblasti PBPK modelování. Druhá část popisuje základní principy farmakodynamiky a hlavně farmakokinetiky. Třetí část je dedikována základům molekulární biologie a genetiky, je tvořena experty v dané problematice a věnuje se hlavně definici terminologie, vybraným metodám v oblasti molekulární biologie a genetiky, a farmakogenetice a farmakogenomice. Poslední část je vedle základního úvodu zaměřena na bližší popis kompartmentových modelů, nelineární farmakokinetice, farmakodynamickým modelům a integrovaným farmakokinetickým-farmakodynamickým modelům a PBPK modelování. U všech částí se počítá s řadou příkladů na základní i pokročilé úrovni pro pochopení

oblastí samotných i pro jejich provázání s oblastí PBPK. Samozřejmě nejvíce interaktivních příkladů je připravováno pro čtvrtou část, kde jsou příklady tvořeny v nástroji Edsim++, který byl přímo vyvinut za účelem modelování v oblasti farmakokinetiky a PBPK, a který je optimalizován pro využití i netechnicky vzdělanými uživateli. Jednotlivé kapitoly jsou sestaveny tak, aby bylo jasné, které informace jsou zásadní pro jednotlivé obory (inženýři, farmaceuti, lékaři) a připravuje se vzájemné provázání. Tím bude zajištěna nejlepší možná využitelnost materiálu pro všechny zainteresované skupiny.

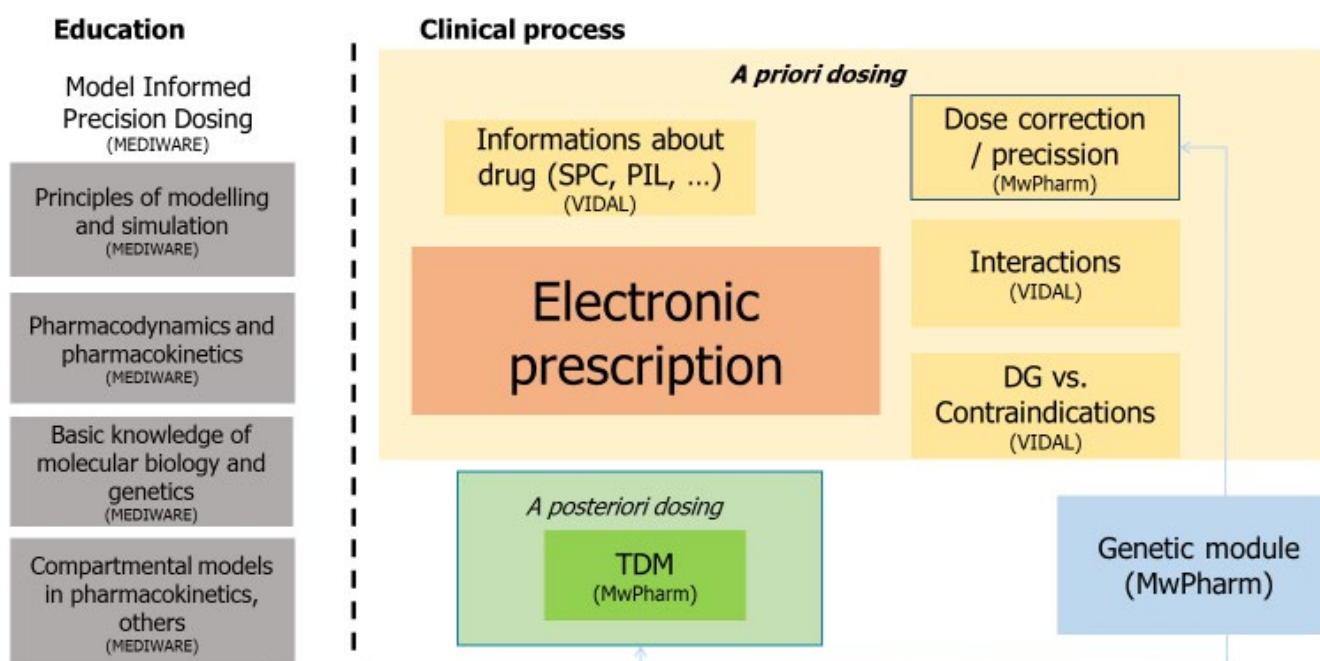
Klíčová slova

výukové materiály, farmakodynamika, farmakokinetika, Physiological Based Pharmacokinetic

1 Úvod

Náplň výukového materiálu je založena na požadavcích z praxe pro uživatele, kteří budou pracovat ve vývojových centrech farmaceutických firem, v nemocnicích na odděleních klinické farmakologie a biochemie, nefrologických centrech apod. V materiálech popsaná témata jsou však aplikovatelná i při tvorbě a použití modelů v dalších odvětvích (např. epidemiologie). Podstatná část vytvářeného výukového materiálu je dedikována pro příklady použití modelů. Základní myšlenka materiálu je zobrazena na obrázku 1, kde rozřazení výukových oblastí popsaných v materiálu je v levé části.

Na rozdíl od mnoha publikací, které se zabývají zejména rozбором modelů, je materiál zaměřen i na teoretické matematické základy v oblasti kybernetik, obecné teorie systémů a modelování biologických systémů, proces od analýzy biologického systému přes matematický model, odhad parametrů modelu v rozsahu zvolených kritérií až po citlivostní analýzu, až po experimenty. Materiál též zahrnuje oblast genetiky, která je pro precizní dávkování léčiv stále důležitější součástí. Výuková platforma vychází v celé řadě oblastí ze skript [1], které však v řadě oblastí rozšiřuje a navazuje na ně. Teoretické znalosti jsou připravovány jako ilustrace na řadě příkladů v oblasti optimali-



Obrázek 1 – Schéma pro optimální farmakoterapii – základní rozdělení studijního materiálu platformy PBPK (vlevo), odpovídající klinické procesy (vpravo)

zace dávkování léčiv. Příklady se nejvíce zaměřují na nejčastěji používané modely ve farmakokinetice s využitím modelovacích nástrojů Modelica a hlavně Edsim++ a s ilustracemi využití modelování v návrhu optimálního dávkování léčiv zpracovaného v systému MWPharm (klinický farmakokinetický program).

2 Teoretické základy modelování biologických systémů

Kapitola věnovaná teoretickým předpokladům je obsáhlou kapitolou shrnující značné množství okruhů. Další komplikace této kapitoly může být v jejím (logicky) silně technickém zaměření, které může být pro netechnické čtenáře komplikovanější. Nicméně okruhy předkládané v této kapitole jsou zásadní i právě pro tyto obory (farmaceuti, lékaři) a nejsou pro tyto obory zcela neznámé (např. z hlediska fyziologie). Hlavním záměrem této kapitoly je předložit základy pro řešení úloh modelování a simulace.

Text předkládá základní výklad pojmů modelování a simulace jakožto konceptualizaci řešení úlohy reálného systému/procesu pomocí vytvoření matematické reprezentace tohoto systému, a následně počítačového modelu, a ověření správnosti této konceptualizace v definovaném rozsahu a získávání nových znalostí pomocí iterativního procesu simulace. Tento proces lze definovat jako experiment pro zkoumání způsobilosti navrženého modelu pro reprezentaci daného reálného procesu. V procesu modelování zde vystupuje jako hlavní nástroj počítač, který umožňuje jak proces tvorby modelu a jeho reprezentaci, tak proces simulace. Možná v protikladu se zdá být požadavek na znalosti teoretických (matematických) základů, které vystupují v procesu modelování a simulace, ve smyslu již existujících nástrojů, které tvoří v počítačovém prostředí moduly implementující tyto základní teoretické prvky. Avšak pro řadu úkonů je nanejvýše vhodné, aby uživatel pokročilejších nástrojů byl s těmito základy obeznámen. Z tohoto důvodu jsou v teoretických základech zahrnuty i základy kybernetiky a obecné teorie řízení.

Jednou ze základních a charakteristických složek procesu modelování (obecně řízení) je zpětná vazba, jakožto porovnávání měřených výstupů reálného systému a výstupů počítačového modelu. Většina biologických regulací má zpětnovazebný charakter na různých úrovních. Zpětná vazba umožňuje zpřesňování modelu v daných kritériích, tj. získání co nejlepšího souladu mezi výstupem reálného systému a výstupem modelu.

Speciálním druhem modelů biologických systémů jsou pak tzv. kompartmentové modely, kterým je v rámci materiálu věnována samostatná část, neboť právě tyto modely jsou využívány pro modelování kinetiky různých látek a jejich metabolitů v organismu. Tedy jednou z oblastí využití vícekompartmentového regulovaného modelu je lidský organismus. V něm regulace umožňuje udržovat rovnováhu fyziologických a biochemických systémů a reagovat a minimalizovat vzniklé odchylky od ustáleného stavu.[1]

Další důležitou součástí oblasti teorie řízení jsou identifikace modelu, stavový popis a odhad parametrů. Vedle základních principů a matematického popisu modelu se zde materiál zabývá právě kompartmentovými modely a zdůvodněním jejich vhodnosti v dané oblasti a užitím právě pro biologické systémy. Materiál pracuje s popisem analýzy ve třech fázích [2], počínaje vývojem struktury modelu pro daný biologický proces, přes matematický popis tohoto modelu až k odhadu parametrů modelu, volby adekvátní struktury a návrhu experimentu pro ověření modelu (tzv. inverzí úloha) [1].

U odhadů parametrů modelů je v materiálu vedle popisu základních metod a způsobu definování úlohy také zahrnut popis odhadu parametrů v tzv. populační analýze s využitím Bayesova teorému. Populační analýza je v oblasti modelování

farmakokinetiky velmi významnou součástí. Z tohoto důvodu jí je věnována samostatná část materiálu a v návaznosti na využití tzv. Iterative Two-Stage Bayesian Technique (ITSB) [3] obsahuje materiál také základní popis Bayesova teorému s příklady jeho využití. Dále je v části věnované metodám odhadu parametrů začleněno testování adekvátnosti navržené struktury modelu. U modelování složitých systémů jako biologické systémy jsou, se totiž často můžeme potkat s problémem neadekvátnosti výchozí hypotézy, případně s více hypotézami, a tedy i více modely. V takovém případě musíme definovat kritérium pro určení míry adekvátnosti modelu, resp. pro určení, který z navrhovaných modelů je nejadekvátnější. Proto je samostatná podkapitola věnována analýze rozptylu a přesnější reziduální analýza, která dokáže odhalit i drobnější neadekvátnosti modelu. Dalším závažným blokem do teoretických základů s popisem citlivostní analýzy u modelů biologických systémů a je citlivostní funkce. Na základě průběhu citlivostních funkcí lze usuzovat vliv (i malých) změn parametrů modelu na výstup modelu. Určení jakosti odhadu parametrů modelu pomocí citlivostních funkcí, což hraje významnou úlohu v procesu návrhu nového experimentu, resp. doplňkového experimentu v případě, že je toto potřeba. Celá tato část je uzavřena blokem věnovaným metodice návrhu experimentu pro vytvoření a ověření modelu v návaznosti na všechny výše popsané součásti procesu modelování.[1]

3 Farmakokinetika, farmakodynamika

V kapitole věnované farmakokinetice a farmakodynamice jsou rozebrány základní principy modelování těchto dvou procesů. Farmakokinetika se zabývá distribucí léčiv v organismu v závislosti na času od podání. Léčivo může být podáváno v různých formách (je různě absorbováno), je v organismu různě distribuováno, dochází k jeho metabolizaci a různými cestami je z organismu vylučováno (ADME procesy). Farmakokinetika popisuje kvantitativní obraz těchto procesů na základě matematických modelů průběhů „zpracování“ léčiva v organismu. Farmakokinetické (PK) modely tedy popisují absorpci, distribuci, metabolismus a eliminaci léčiva v těle pomocí kompartmentových modelů. Farmakodynamické (PD) modely předpovídají biochemický nebo fyziologický účinek léčiva na tělo. Farmakokineticko-farmakodynamické (PKPD) modely integrují komponentu farmakokinetického a farmakodynamického modelu do jednoho celku matematických výrazů, který pak umožňuje popsat časový průběh intenzity účinku v reakci na dávku léčiva. Kapitola rozebírá základní pojmy a procesy, které jsou v oblasti farmakokinetiky definovány, jako jsou koncentrace léčiva v plazmě, která je základním měřeným parametrem důležitým pro další kroky. Věnuje se definování a určení vztahu dávky léčiva a odpovědi organismu a vztahu k stanovení terapeutického rozsahu. Popisuje propustování léčiv přes membrány, neboť distribuce léčiva v organismu probíhá postupem různými biologickými membránami a u většiny léčiv se uskutečňuje tento přestup prostou difúzí (lze modelovat na základě prvního Fickova zákona). Dále se věnuje způsobům modelování distribuce a metabolizace léčiv na základě způsobu podání a absorpce léčiv.

4 Základy molekulární biologie a genetiky

Genetika je v oblasti farmakologie a modelování dávkování léčiv stále více významným faktorem. Farmakogenetika studuje genetickou variabilitu reakce organismu na léčiva, tedy právě vazby na procesy vstřebávání léčiv, jejich distribuce v organismu, přenos přes membránu, vylučování z organismu a další. Jak jsme uváděli v předchozí kapitole, jsou tyto procesy studovány v rámci farmakokinetiky, a tedy jsou farmakogenetika a farmakokinetika v mnoha ohledech propojeny. S rozvojem znalostí v oblasti genetiky se její vliv v optimalizaci dávkování

léčiv nejen stále rozšiřuje, ale i zpřesňuje. Z toho důvodu je v textu vytvářeného výukového materiálu samostatná kapitola věnovaná molekulární biologii a genetice. Kapitola je hlavně věnována představení terminologie, vybraným metodám v oblasti molekulární biologie a genetiky a oblasti farmakogenetiky a farmakogenomiky.

V oblasti optimálního dávkování léčiv se jedná hlavně o možnost určení rychlosti metabolizace účinných látek v závislosti na genotypu jedince. Tento faktor se ukazuje být velmi významným předpokladem ovlivňujícím výběr vhodných farmakokinetických modelů. V této oblasti je v posledních letech velký rozvoj ve volně přístupných zdrojích pro hodnocení vlivu účinných látek ve spojení s genetickými předpoklady, např. PharmGKB, ClinVar nebo SNPedia. Avšak poznatky v této oblasti jsou závislé na existujících studiích a na práci speciálních panelů a pracovních skupin (např. CPIC, Dutch Pharmacogenetics Working Group) věnujících se hodnocení vlivu genetiky na metabolizaci léčiv a dalších jejich vlastností spojených s genetickou informací (např. toxicita). Těmto finálním přiřazením však ještě předchází řada kroků, které nejsou ve své podstatě triviální. Jedná se hlavně o možnosti sekvenace genetické informace (Microarrays, NGS Next-Generation Sequencing) a s tím spojené další laboratorní metody. Proto jsou tyto metody v materiálech blíže popsány.

5 Kompartmentový model pro farmakokinetiku

V této části jsou podrobněji rozebrány teoretické základy pro jednodokompartmentový model a pro vícekompartmentové modely. U jednodokompartmentového modelu je spíše důležitá základní definice, kdy model předpokládá jednorázové podání léčiva přímo do krevního oběhu, a předpokládá, že se dávka prakticky okamžitě rovnoměrně rozptýlí v celém distribučním objemu a organismus je také uvažován jako homogenní systém, ze kterého se lék vylučuje konstantní rychlostí. Avšak v řadě případů je předpoklad homogeneity systému neplatný a pro větší přesnost je nutné organismus chápat jako systém skládající se z konečného počtu mezi sebou propojených kompartmentů. Jako základní příklady může posloužit několik ukávek dvoukompartmentových modelů např. jednoduchého lineárního systému, který popisuje přestup látky mezi dvěma kompartmenty prostou difúzí nebo dvoukompartmentového systému s jednou eliminací, kde léčivo vstupuje do prvního kompartmentu (např. krevního oběhu), vratně se z něho přenáší do druhého (do ostatních tkání) a nevratně se vylučuje pouze z prvního. Jiným příkladem mohou být situace, kdy je účinek léčiv daný nikoliv pouze množstvím podaného léčiva, ale také na základě jeho metabolitů.[1] Materiál předkládá dále příklady pro tříkompartmentové a čtyřkompartmentové modely. Pro lineární farmakokinetické modely jsou pak popsány způsoby podání léku intravenózní injekcí, intravenózní infuzí a extravaskulárním podáním. V teoretické části jsou modely popsány pomocí příslušných vzorců a schémat. V praktické části je pak navázáno modelováním a simulací v nástroji Edsim++.

Materiál obsahuje také část věnující se nelineární farmakokinetice. V řadě případů nejsou totiž splněny předpoklady pro lineární modely, jelikož některé z forem distribuce léčiva v organismu mají nelineární průběh. Zdroje nelinearity jsou různé (např. nasycení procesu rozdělení preparátu v tkáních nebo nelineární procesy metabolických přeměn, vázání léků bílkoviny krve nebo tkání apod.) a materiál obsahuje některá jejich specifika. V takových případech je nutné využít nelineárních modelů a pro výukový materiál existují příklady jako např. farmakokinetické modely používané při sledování funkční aktivity jater, kde existují kvadratické závislosti mezi vychytáváním látek jaterními buňkami a jejich koncentrací v plazmě či bylo zjištěno, že nelinearita kinetiky dané látky je závislá na její koncentraci v játrech.

6 PBPK

Fyziologicky založené modelování farmakokinetiky (PBPK) je matematická modelovací technika pro predikci absorpce, distribuce, metabolismu a vylučování (ADME procesy) syntetických nebo přírodních chemických látek u biologických systémů. Modelování PBPK se používá ve výzkumu a vývoji léčiv ale i při hodnocení zdravotních rizik. Modely PBPK vytvářejí svou funkcionalitu na základě matematické reprezentace anatomických, fyziologických, fyzikálních a chemických jevů zapojených do komplexních procesů ADME. PBPK modely stále mají nemalou míru zjednodušení a jsou postaveny na empirických znalostech, ale představují podstatné rozšíření použitelnosti ve srovnání s klasickými farmakokinetickými modely založenými na empirických funkcích. PBPK modely mohou mít čistě prediktivní použití, ale díky vývoji bayesovských statistických nástrojů schopných vypořádat se s komplexními modely jsou tyto modely použitelné i v oblastech jako je statistická inferenze, a to jak pro hodnocení rizika toxicity, tak pro vývoj terapeutických léků. Modely PBPK a priori spoléhají na anatomickou a fyziologickou strukturu těla a do určité míry na biochemii. Obvykle se jedná o vícekompartmentové modely s kompartmenty odpovídajícími předem definovaným orgánům nebo tkáním, s propojením odpovídajícím krevním nebo lymfatickým tokům (vzácněji difúzi). V každé části lze zapsat systém diferenciálních rovnic pro koncentraci nebo množství látky a jeho parametry představují např. průtoky krve, objemy orgánů atd. Avšak tento popis těla je nadále zjednodušený a je vždy potřeba najít rovnováhu ve složitosti modelu, jeho řešitelnosti (opět proces konceptualizace). Kromě výhody umožňující definovat a priori informace o hodnotách parametrů je také výhodou těchto modelů možnost snadného převedení z jednoho druhu podání léčiva na jiný (např. inhalace na orální podání).[4]

7 Edsim++

Edsim++ je objektově orientovaný farmakokineticko-farmakodynamický modelovací nástroj pro použití ve vzdělávání a výzkumu. Edsim++ se odlišuje od jiných modelovacích software pro PKPD hlavně z následujících důvodů [5]:

- Edsim ++ není univerzální modelovací nástroj, který lze použít ve více aplikačních doménách.
- Místo toho se Edsim ++ zaměřuje na modelovací aplikace PKPD.
- Tato jasná jednoznačná volba vedla k velmi snadno použitelné, ale výkonné aplikaci.
- Edsim ++ lze použít pro širokou škálu problémů s modelováním PKPD.
- Objektovou knihovnu Edsim ++ PKPD může koncový uživatel rozšířit.
- Aplikace Edsim ++ je koncipována jako modulární platforma (jeho záběr může být rozšířen).
- Edsim ++ je velmi vhodný pro použití ve výzkumu a vzdělávání.

Model se skládá z jednoho nebo více objektů, přičemž každý objekt představuje konkrétní proces PKPD (např. absorpce, distribuce nebo eliminace). Na druhé straně je každý objekt postaven z řady symbolů. Tyto symboly se používají v rovnicích PKPD. Objekty se v rámci nástroje Edsim++ dělí do sedmi různých kategorií objektů [5]:

Kategorie	Popis
Compartment	Kompartiment je kontejner pro materiál (látku, léčivo)
Input	Vstup zavádí nový materiál do kompartimentu
Output	Výstup odebírá materiál z kompartimentu
Transfer	Přenos přesouvá materiál ze zdrojového do cílového kompartimentu
Effect	Účinek se vypočítá z koncentrace v kompartimentu
Tool	Objekt nástroj se používá pro obecné úlohy, jako je sčítání a integrace
Patient	Objekt pacienta se obvykle používá pro škálování alometrických parametrů

Tabulka 1 – Přehled objektů v rámci nástroje Edsim++

Symbole představují základní stavební kameny objektu a používají se v rovnicích definovaných v tomto objektu. Rozlišujeme následující kategorie symbolů [5]:

Typ	Podtyp	Popis
Constants	Event Constants	Invariantní symboly používané v rovnicích událostí
	Option Constants	Neměnné symboly používané pro nastavení možností objektu
Parameters	Fittable Parameters	Časově invariantní symboly, které mohou být nařizovány
	Non-Fittable Parameters	Časově invariantní symboly, které nemohou být nařizovány
Variables	Interpolated Variables	Časově variantní symboly, které musí být interpolovány
	Differential Variables	Časově variantní symboly, které musí být integrovány

Tabulka 2 – Přehled typů symbolů v nástroji Edsim++

Nejzákladnějším příkladem je tvorba jednodokompartimentového modelu tvořeného jedním objektem typu vstup (I01), jedním objektem typu výstup (O01) a jedním objektem typu kompartiment (C01) (příklad na Obrázku 2A). V uvedeném příkladu je vstup dán injekčně (jedná se o jednodokompartimentový model) a výstup je dán obecně jako eliminace léčiva. Systém Edsim++ má všechny objekty předdefinovány inteligentními výchozími hodnotami, takže po vytvoření modelu můžete přímo spustit simulaci. Příkladem interakce s modelem zde může být úprava eliminační konstanty, kterou lze nastavit po otevření eliminačního objektu O01 (dvojklik nad objekt O01). Ve vizualizaci kompartimentu C01 je pak možné po znovuspuštění simulace sledovat změnu profilu koncentrace. Chování modelu lze také ovlivnit převedením ovlivňovaného parametru např. z eliminační konstanty na Clearance, kdy se nastavená hodnota eliminační konstanty automaticky přepočítá na příslušnou hodnotu Clearance.

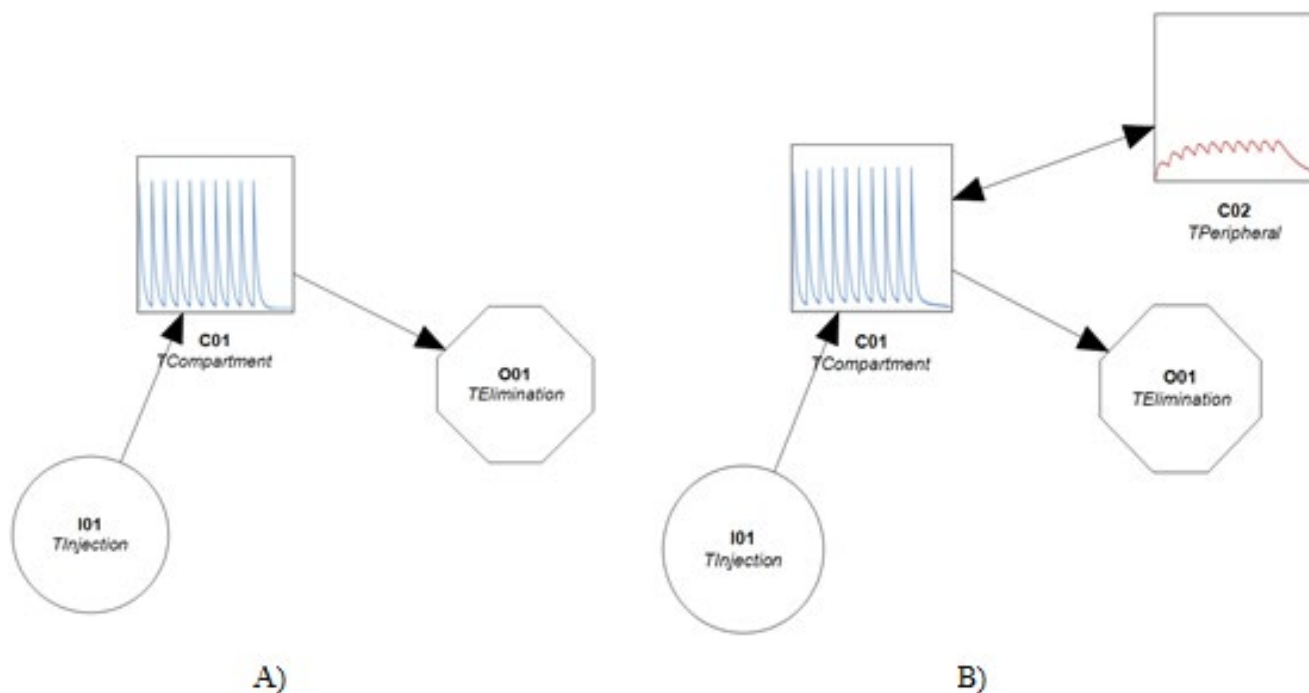
K předchozímu modelu přidáme další objekt typu Compartment. Tento druhý kompartiment je nastaven jako periferní prostor. Vzniká tak dvoukompartimentový model s kompartimenty C01 (zdroj) a C02 (cíl) (příklad na Obrázku 2B). Nyní opět lze spustit simulaci. Spojení mezi kompartimenty C01 a C02 je obousměrné, avšak stále platí, že C01 je zdroj a C02 je cíl. V obou objektech typu kompartiment opět můžeme sledovat profil distribuce látky.

V rámci Edsim++ PBPK je nyní připraveno příkladových 5 modelů pro Hydroxychloroquine (využívající univerzální model použitelný pro orální i intravenózní podání), Gentamycin u obězních dospělých (založený na práci [6]), Vancomycin u obězních dospělých (založený na práci [6]), Inzulín podle různých způsobů podání (založený na práci [7]) a Rosuvastatin a Atorvastatin (založený na práci [8]). U všech příkladů jsou postupně rozebrá-

ny jednotlivé objekty, nastavení jejich parametrů s ukázkami výsledků simulací. Na obrázku 3 je ukázka modelu v nástroji Edsim++ pro Atorvastatin s otevřeným oknem pro parametry (Par) u kompartimentu C01, který představuje koncentraci Atorvastatin acid (ATA) v plazmě. C02 reprezentuje koncentraci ortho-hydroxy-atorvastatin acid (o-OH-ATA) v plazmě. Oba kompartimenty jsou spojeny prostřednictvím objektu kategorie Transfer tvorba metabolitu. C01 je zdrojový kompartiment a C02 je cílový kompartiment.

Za účelem podpory byla do knihovny Edsim++ přidána řada nových/aktualizovaných objektů PBPK modelování. Názvy exkluzivních tříd PBPK mají předponu se znakem „P“. Jejich přehled s popisem je uveden v tabulce 3 [4].

Platforma Edsim++ využívá dvou základních modulů – modul s názvem MwPharm++ zpracovávající plazmatickou koncentraci léčiva (TDM) a modul KinPop++, což je modelovací nástroj pro vývoj populačního modelu. Tedy každý z modulů se používá pro jiný farmaceutický proces. MwPharm++ se používá pro modelové dávky pro jednotlivce na základě informací z modelu PKPD. A všechny informace o jednotlivcích se používají k upřesnění modelu populace pomocí KinPop++. Tím vzniknou dva cykly procesu, které se neustále opakují. První (tzv. krátkodobý) cyklus, v rámci získání přesného dávkování, začíná počáteční dávkou, která je podána pacientovi. Poté se měří plazmatická koncentrace léčiva (TDM). Údaje o pacientech, jako je vrcholová a dolní koncentrace léčiva, jsou zpracovávány pomocí modulu MwPharm++, kde se kombinují informace o průměrných parametrech PK populace (jako je clearance a distribuční objem) s jednotlivými kovarianty, jako je tělesná hmotnost, kreatinin atd. Poté znovu vypočítáme dávku a tato dávka je pak nazývána Model-Informed precision dosing. Právě tento proces může být navázán na genetické informace a určení metabolizace daného léku může být jejím využitím zjednodušeno a zkráceno.



Obrázek 2 – Příklad jednokompartmentového a dvoukompartmentového modelu v nástroji Edsim++.

Třída	Kategorie objektu	Popis
PCompartment	Compartment	Základní třída pro PTissue a PPeripheral
PTissue	Compartment	Distribuční prostor s omezeným průtokem (jednosměrný)
PPeripheral	Compartment	Distribuční oddíl s omezenou propustností (obousměrný)
PSystemic	Compartment	Arteriální nebo žilní systémový kompartment (začátek/konec)
PLumen	Compartment	Prostor pouze pro množství (bez objemu)
PElimination	Output	Eliminace prvního řádu (nevázaného léčiva)
PTransport	Transfer	Přeprava prvního řádu mezi lumeny
PDiffusion	Transfer	Distribuce prvního řádu (nevázaného léčiva)
TBody	Compartment	Celkové množství v těle

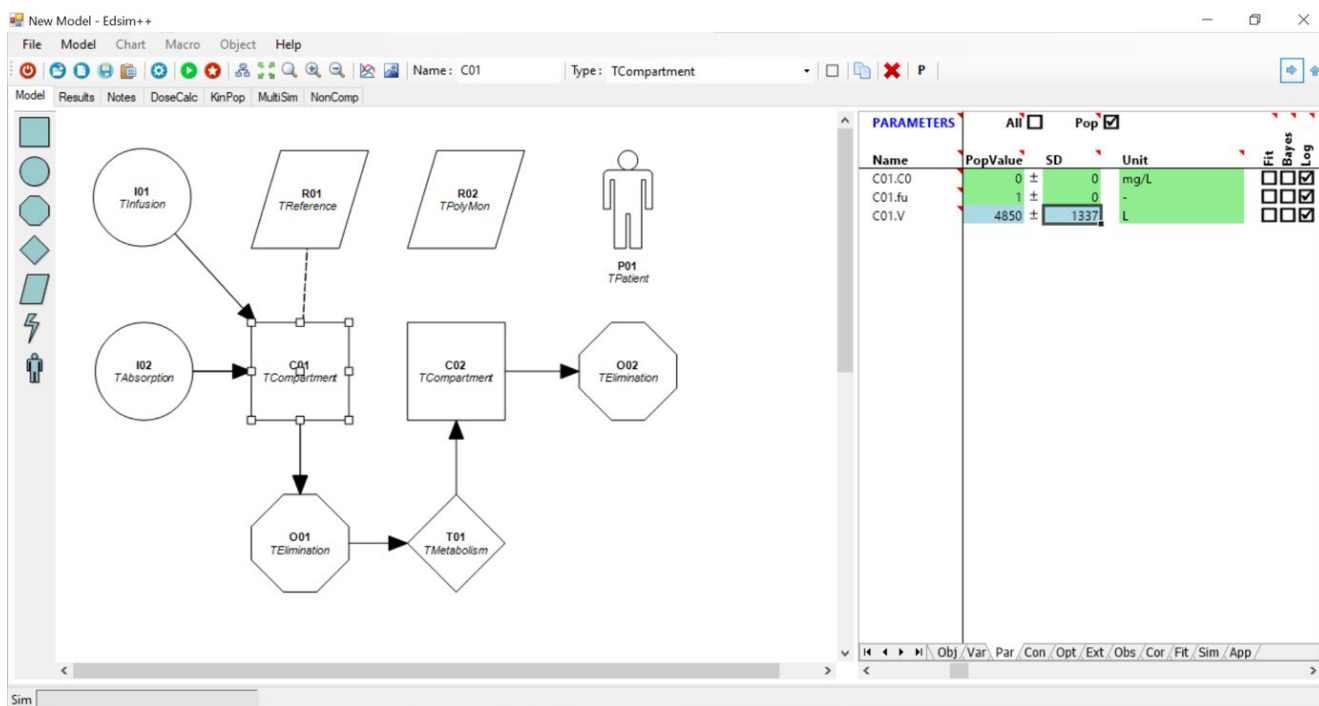
Tabulka 3 – Přehled tříd PBPK v systému Edsim++

Všechna jednotlivá data pacientů jdou do databáze. Tato data jsou poté analyzována pomocí modelu KinPop++, který nám umožňuje provádět modelování populace a upřesnit původní model populace. To představuje druhý, tzv. dlouhodobý cyklus. KinPop++ používá Iterative Two-Stage Bayesian Technique pro populační farmakokinetickou analýzu [3]. Při využití standardní metody nejmenších čtverců je určen kvadrát rozdílu mezi pozorovanými koncentracemi a odhadovanou koncentrací dělený přesností měření koncentrace. Poté jsou sečteny váhované kvadráty pro každé pozorování a výsledkem je účelová funkce. Proces optimalizace znamená změnu parametrů pro minimalizaci účelové funkce. Při Bayesovském přizpůsobení se do rovnice účelové funkce přidává rozdílnost mezi parametry jednotlivce a populace dělený přesností parametru populace jakožto váhovým faktorem. Tento optimalizační proces je popsán pro jednoho pacienta. Více pacientů znamená více individuálních parametrů. Průměr parametrů jednotlivců je považován za nový parametr populace a je zapsán do rovnice účelové funkce. Tento proces se nazývá iterace populačního cyklu.

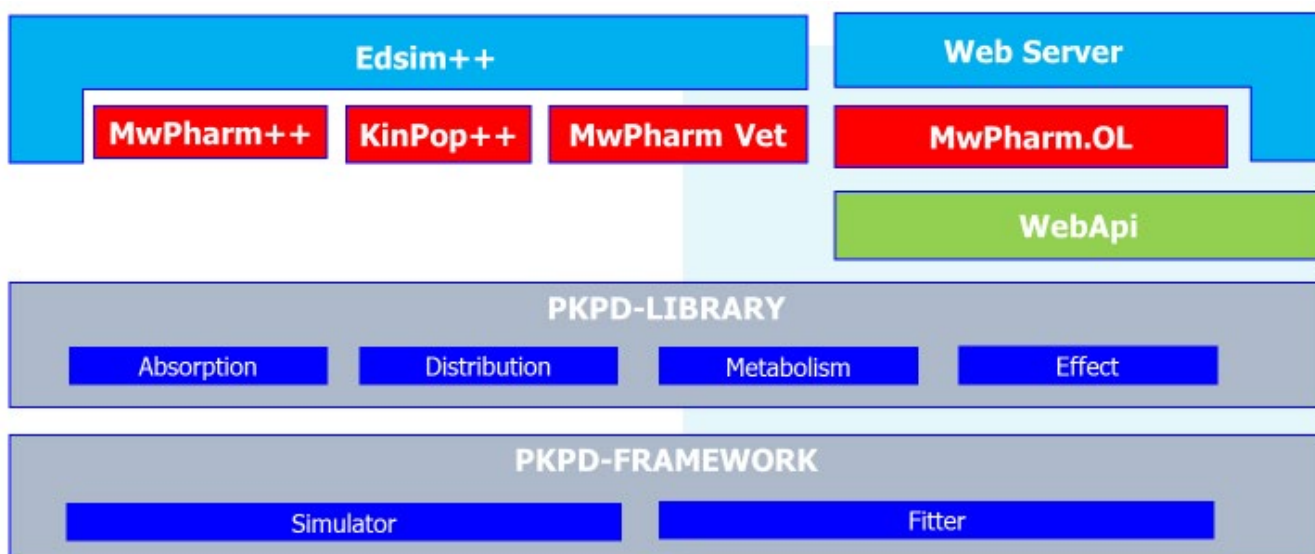
Architektura systému MwPharm obsahující moduly KinPop++ a MwPharm++ a knihovnu pro PKPD modelování je zobrazena na obrázku 4.

8 Závěr

Vytvářený výukový materiál nad platformou PBPK je určen pro studenty a uživatele z oblasti lékařství, farmacie ale i biomedicínského inženýrství a informatiky. Materiál je koncipován jako komplexní zdroj informací potřebných nejen pro práci s modelovacím nástrojem Edsim++, ale také zdroj základních teoretických znalostí potřebných v oblasti modelování biologických systémů. Teoretická část výukového materiálu obsahuje potřebné znalosti v oborech kybernetiky, obecné teorie řízení a odhadu parametrů a adekvátnosti struktury modelu. Výukový materiál obsahuje také část věnovanou molekulární biologii a genetice, neboť tvoří stále podstatnější prvek v procesu optimalizace dávkování léčiva. V dalších částech jsou popsány procesy modelování a simulace farmakokinetických procesů a doplňují je příklady z této oblasti. V následujícím období je



Obrázek 3 – Příklad dvoukompartimentového modelu pro Atorvasatin s otevřeným oknem pro zadání parametrů prvního kompartmentu



Obrázek 4 – Architektura systému MwPharm

hlavním úkolem v rámci výukových materiálů finální propojení jednotlivých částí, sladění formátů, doplnění potřebnými křížovými odkazy, sladění příkladů a další úpravy finální podoby výukového materiálu.

Poděkování

Práce je podporována grantem Ministerstva průmyslu a obchodu TRIO FV40426 Nadstavbová platforma PKPB.

Literatura

- [1.] Potůček, J. (2009). *Metodologie modelování biologických systémů*. České vysoké učení technické v Praze, ISBN 978-80-01-04412-4.
- [2.] Jacquez, J.A. (1996) *Compartmental Analysis in Biology and Medicine*, BioMedware.
- [3.] Proost, J.H., Eleveld, D.J. (2006) *Performance of an Iterative Two-Stage Bayesian Technique for Population Pharmacokinetic Analysis of Rich Data Sets*. *Pharmaceutical Research* [online]. 2006, 23(12), 2748-2759, DOI: 10.1007/s11095-006-9116-0. ISSN 0724-8741.
- [4.] Punt N.C. (2017) *Edsim++ PBPK - Physiologically Based Pharmacokinetic Modeling*. Technická zpráva, Mediware, a.s.
- [5.] Dudková, D., Punt N.C. (2020) *Edsim++ PKPD a PBPK Manuál*, Mediware, a.s. Vytvořeno pro záměr grantu TRIO FV40426

- [6.] Smit C., Wasmann R.E., Goulooze S.C., Hazebroek E.J., Van Dongen H.P.A., Burgers D.M.T., Mouton J.W., Brüggemann R.J.M., Knibbe C.A.-J. Individualized dosing of gentamicin in (morbidly) obese patients: a clinical study. Poster #P2226 (Ziekenhuis | R & D | Academie)
- [7.] Potočka E., Baughman R. A., Derendorf H. (2011) Population Pharmacokinetic Model of Human Insulin Following Different Routes of Administration. *Journal of Clinical Pharmacology*. 51. 1015-1024
- [8.] Tsamandouras N, Guo Y, Wendling T, Hall S, Galetin A, Aarons L. (2017) Modelling of atorvastatin pharmacokinetics and the identification of the effect of a BCRP polymorphism in the Japanese population. *Pharmacogenet Genomics*. 27(1):27-38. doi: 10.1097/FPC.0000000000000252. PMID: 27787353.

Kontakt

Michal Huptych
ČVUT v Praze, CIIRC
Jugoslávských partyzánů 1580/3
160 00 Praha 6
tel: +420-22435-4168
e-mail: michal.huptych@cvut.cz
<https://beat.ciirc.cvut.cz/people/michal-huptych/>

ZKUŠENOSTI Z IMPLEMENTACE KYBERNETICKÉHO ZÁKONA V NEMOCNICI

Jiří Knápek

Anotace

V našem článku se pokusíme přiblížit proces implementace požadavků Zákona o kybernetické bezpečnosti ve fakultní nemocnici. Jednotlivé kroky implementace, vytvořené dokumenty až po vytvořené výstupy. S nemocnicí jsme si prošli i metodickým auditem NUKIBu – Národního úřadu pro kybernetickou bezpečnost.

Klíčová slova

kybernetická bezpečnost, řízení rizik, řízení aktiv, metodiky, bezpečnostní politiky, zákon o kybernetické bezpečnosti, audit kybernetické bezpečnosti, řízení rizik, řízení aktiv, SW podpora

2 Úvod

V České republice byl přijat Zákon o kybernetické bezpečnosti (dále jen ZoKB) v roce 2014.

Vyhláškou č. 437/2017 Sb., o kritériích pro určení provozovatele základní služby jsou určena Zdravotnická zařízení, která se musí řídit Zákonem. Podmínky vyhlášky se postupně zpřísňují a postupně zahrnují od největších nemocnic řízených přímo Ministerstvem zdravotnictví ČR i menší zařízení zřizovaná kraji a výjimečně i obcemi.

Větší část nemocnic se tak staly „povinnou“ osobou dle ZoKB a postupně musí implementovat jednotlivé požadavky ZoKB a jeho prováděcích vyhlášek.

2.1.1 Specifické podmínky nemocnice z pohledu kybernetické bezpečnosti

Areál nemocnice je extrémně rozsáhlý s velkým pohybem lidí (pacienti, jejich doprovod, studenti, dodavatelé apod.) Bezprostředně vedle areálu je konečná stanice metra a velký dopravní uzel MHD. To samozřejmě klade vysoké nároky na zajištění fyzické bezpečnosti, počítačové sítě v rámci areálu jsou velmi rozsáhlé s vysokými nároky na dostupnost.

Velký počet lůžek znamená samozřejmě i velký počet zaměstnanců. To se projevuje samozřejmě v počtu a charakteru licencí, procesů přidělování přístupových práv, vyšší jsou nároky na průběžné školení nových zaměstnanců.

Důležitým faktorem je i výzkum a vývoj, který klade na bezpečnost další požadavky.

3 Výchozí podmínky implementace zákona v podmínkách nemocnice

V čem je nemocnice jiná ... Obecné problémy, které jsou typické pro zdravotnická zařízení.

Udržet nějak rozumně „perimetr fyzické bezpečnosti“ je nemožné...

Nemocnici nelze obehnat ostnatým drátem, omezit výrazně pohyb osob. Pak by to nebyla nemocnice. Jakékoliv zpřísnění navíc narazí na další cíle nemocnice v oblasti vstřícnosti a přístupnosti pro pacienty a návštěvníky.

Situaci zkomplikuje i to, že většina nemocnic část rozsáhlého areálu pronajímá: ordinace, občerstvení. Speciálně fakultní nemocnice jsou nějakou formou „prorostlé“ s akademickým světem.

Na druhou stranu jsou pracoviště, kde je nezbytné pohyb osob a fyzickou bezpečnost omezit ještě výrazněji: operační

sály, laboratoře apod. Kde se s tím potkáme?

Vyhláška 82/2018 o kybernetické bezpečnosti

- § 10 Řízení provozu a komunikací
- § 17 Fyzická bezpečnost
- § 18 bezpečnost komunikačních sítí

Hodně lůžek = velký počet zaměstnanců, velká administrativa...

Lůžková péče je personálně velmi náročná a aktuální péče je ještě náročnější. Velké areály často historických budov potřebují zkušenou údržbu, pro personál i pacienty je potřeba zajistit stravu v několika dietních režimech a přidávají se další „speciality“: vytápění, prádelna, technické plyny...

Každá nemocnice se utápí v papírech, které často ani nesouvisí s poskytováním zdravotní péče. Co z toho vyplývá?

Velké množství zaměstnanců, které je potřeba pravidelně školit, velké množství různorodých dodavatelů, specializované aplikace, které přímo nesouvisí s poskytováním zdravotní péče, ale nemocnice bez nich nemůže fungovat.

Jedna relativně pozitivní věc zde je – při velkém počtu zaměstnanců je potřeba mít proces přidělování přístupových práv. Kde se s tím potkáme? Prakticky všude, ale asi nejvíce:

- § 8 Řízení dodavatelů
- § 9 Bezpečnost lidských zdrojů
- § 12 Řízení přístupu
- § 13 Akvizice, vývoj a údržba
- § 19 Správa a ověřování identit
- § 20 Řízení přístupových oprávnění

Věda, výzkum a moderní technika

Špičková pracoviště poskytují kvalitnější péči a samozřejmě to souvisí s prestiží daného zařízení. Je samozřejmě v zájmu vedení nemocnice i pacientů všechny tyto aktivity podporovat.

Z pohledu kybernetické bezpečnosti je to hromada starostí navíc. Výzkum je často spojen s mezinárodními registry – další prostupy do síťového perimetru.

S moderními technologiemi často souvisí i specializovaný software (např. speciální 3D zobrazování, analýzy dat). Takže už tak velký počet aplikací se ještě zvýší. Projekty jen výjimečně mají v rozpočtu kapitolu kybernetická bezpečnost.

Takzvané „modality“ jsou tak jedním z nejcitlivějších a nejobtížnějších oblastí ochrany dat v prostředí špičkových nemocnic.

„Povzdech“ na konci kapitoly

Zákon a vyhláška tak nějak nepočítají se stavem, kdy většina nemocnic je příspěvkovými (rozpočtovými) organizacemi.

Peníze, peníze, peníze (v případě pražských nemocnic i nulový přístup k dotacím).

4 Postup implementace

Zadáním projektu bylo splnit v průběhu roku (zákonem stanovené lhůty) základní požadavky Zákona a vyhlášky o kybernetické bezpečnosti.

Rozhodně nebylo cílem splnit všechna technická opatření, protože to je ve stanovené lhůtě zcela nereálné. Tento přístup je plně v souladu se zákonem a vyhláškou.

4.1 Vstupní analýza

Na začátku projektu měl tým k dispozici dvě analýzy, které sice vznikly k zavádění GDPR, ale fakticky řešili kybernetickou bezpečnost z pohledu ISMS (obecnější norma než Zákon a vy-

hláška). Řada závěrů a doporučení v dokumentech byla nerealizovatelná, protože nezhlednila reálné podmínky nemocnice.

V rámci projektu se udělal trochu jiný typ analýzy. „Checklist“ požadavků vyhlášky s odkazem na paragraf a odstavec a způsob a míra naplnění. Vznikl tak přehled, který nezapomíná na žádnou oblast.

4.2 Dokumenty a administrativa

4.2.1 Návrh bezpečnostních politik vyžadovaných vyhláškou

Po diskuzích s právníky a příslušnými odbory, byly základní bezpečnostní politiky přijaty ve formě „interních směrnic“ tak aby dokument měl charakter řídicího dokumentu v rámci nemocnice – v souladu s jeho platnými normami.

Následně byl spuštěn řádný interní připomínkový proces. Ten byl celkem zdoluhavý, komplikovaný, ale ve finále tyto dokumenty akceptovalo celé vedení nemocnice.

Dokumenty, které mají omezenou platnost, např. Metodika řízení aktiv a rizik byly vydány ve formě metodických pokynů apod.

Současně byly identifikovány navazující řídicí dokumenty a v rámci nápravných opatření byly postupně aktualizovány.

4.2.2 Analýza aktiv a rizik

Obě analýzy probíhaly na základě již dříve schválené metodiky „Metodika analýzy a řízení rizik“ a „Metodika identifikace a správy aktiv“.

Pro analýzu primárních aktiv byl zvolen přístup workshopu s garanty. Garantům primárních aktiv bylo třeba i detailně vysvětlit jejich roli a všechny souvislosti.

Pro podpůrná aktiva byl zvolen trochu jiný přístup zahrnující sérii schůzek s garanty podpůrných aktiv, administrátory, případně jinými technickými pracovníky. Na tuto analýzu navázala i analýza rizik.

Problém, na který narazí v rámci analýzy každý, je, jak správně zvolit typová (agregovaná) podpůrná aktiva. Je samozřejmě nereálné evidovat i sebemenší komponentu, na druhou stranu příliš velká agregace může skrýt některá slabá místa.

Specifickým problémem každé nemocnice jsou tzv. „modality“ (digitální diagnostická zařízení používaná ve zdravotnictví). Jeho správu zajišťuje odborné lékařské pracoviště, je zde velká role dodavatele a od ICT infrastruktury se připojuje jen jedním bodem.

4.2.3 Plán zvládnutí rizik a prohlášení o aplikovatelnosti

Na základě výše uvedeného, byl zpracován plán zvládnutí rizik.

Plán zohlednil několik zdrojů.

- Již dříve navržená opatření (např. vycházející ze zavádění GDPR), která byla aktualizována, a nově byly stanoveny priority s ohledem na analýzu rizik.
- Již realizované projekty nebo projektové záměry.
- Nová opatření, která se soustředila více na organizační a administrativní oblast.
- Technická opatření, která mají za cíl připravit realizační projekty na vyhláškou předepsaná technická opatření.

Protože zákon a vyhláška vycházejí z normy ISO 27000, je prohlášení fakticky nejdůležitějším dokumentem v oblasti kybernetické bezpečnosti.

4.3 Interní audit KB

S určitým zpožděním byl proveden první interní audit dle interní metodiky auditu kybernetické bezpečnosti, tak jak jej požaduje vyhláška.

Audit použil obdobný „checklist“ jako vstupní analýza a zmapoval aktuální stav realizace. Co je realizováno, a v jakých oblastech jsou ještě rezervy.

Další audity se již zaměřují na jednotlivé oblasti bezpečnosti, přidělování přístupových práv, práci administrátorů apod.

4.4 Evidence v systému TAS

Aktiva a rizika je samozřejmě v souladu s požadavky zákona a vyhlášky potřeba evidovat „auditovatelným“ způsobem. Nemocnice již od začátku věděla, že evidence s pomocí MS Excel má svoje úskalí a proto zvolila evidenci v systému „TAS“.

Základní výhoda systému je v následujících oblastech:

Každé evidované aktivum, riziko, nápravné opatření apod. má svoji kartu, která umožní přehledně evidovat všechny náležitosti, změny (auditní stopa).

Je zachována vnitřní logika mezi aktivy, riziky a nápravnými opatřeními (vztah rizika k aktivu, hrozba a zranitelnost, vzájemné vazby mezi aktivy, vazba mezi rizikem a nápravným opatřením apod.). Tyto závislosti je již prakticky nemožné postihnout evidenci na úrovni MS Excelu.

Výstupem ze systému jsou:

Uživatelsky definovatelné reporty do MS Excel, tj. lze on-line vygenerovat aktuální přehled (katalog) aktiv, rizik, nápravných opatření.

Standardní tiskové výstupy do přehledových záznamů – ty se prakticky uplatňují především u primárních aktiv, kdy je pro garanta snadnější orientace v přehledné kartě, kde má všechny potřebné informace o aktivu než „vyfiltrovaná“ excelová tabulka s desítkami sloupců.

5 Závěr

Aby bylo možné splnit požadavky zákona, musí být splněno několik základních předpokladů.

Podpora managementu – toto je naprosto zásadní předpoklad a bez jeho podpory nelze administrativní a organizační opatření prosadit.

Odborné a realistické vedení kybernetické bezpečnosti. Manažer kybernetické bezpečnosti musí samozřejmě rozumět kybernetické bezpečnosti a ICT, ale jsou také věci, které nesmí...

- Nesmí být interně ve střetu zájmů, kumulaci řady funkcí vylučuje i samotná vyhláška 82/2018, ale přesto tato ustanovení nebývají vždy dodržována.
- Nesmí fungovat jako „stínový“ manažer ICT a zasahovat mu do kompetencí. Vymýšlet koncepce, projekty. To je z části role architekta.
- Nesmí přeceňovat technická opatření, která sama od sebe bezpečnost zcela nezajistí. (To je pro bývalé ICT administrátory vnitřně poměrně velký rozpor).
- Nesmí mít odpor k administrativě, protože značná část souvisí s administrativou, interními předpisy, analýzami.
- Nesmí se nechat odradit určitou nepopularitou své pozice, která bude vyplývat z kontroly dodržování interních směrnic a postupů.

Vedení ICT a odborný ICT pracovníci

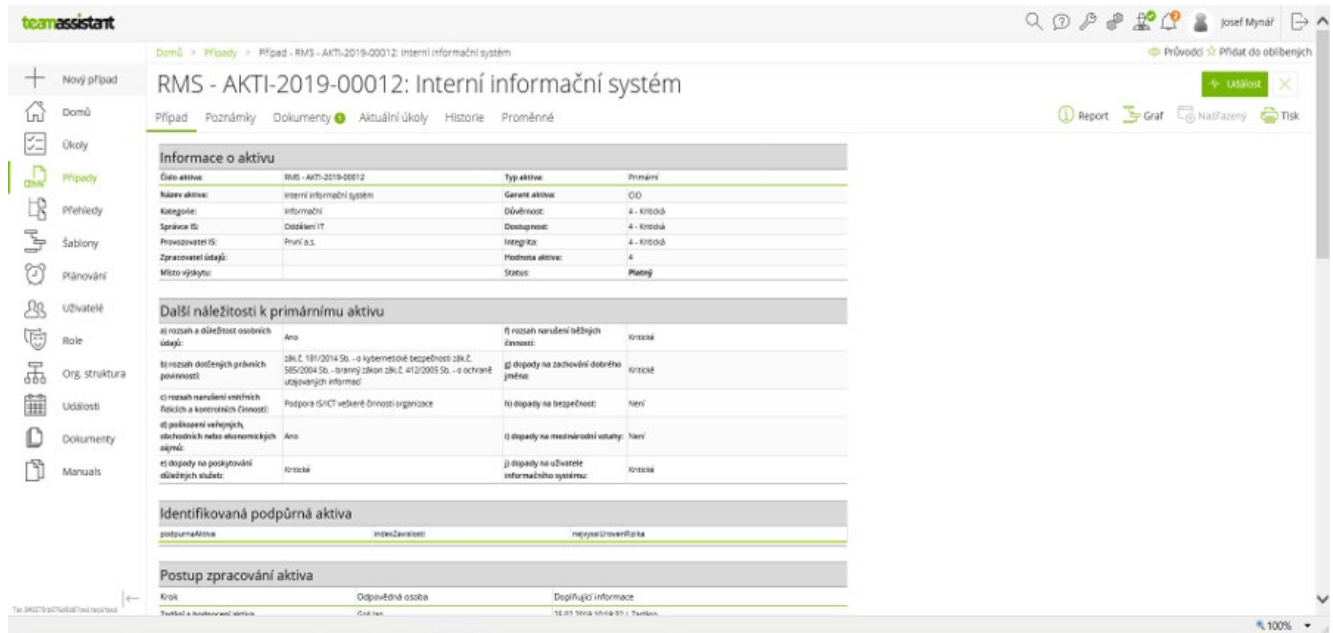
90% práce není o zázračných projektech typu „když si koupíte toto řešení, máte vše vyřešeno...“. Je to především o každodenní důsledné práci administrátorů a jejich odbornosti.

Základní ICT infrastruktura

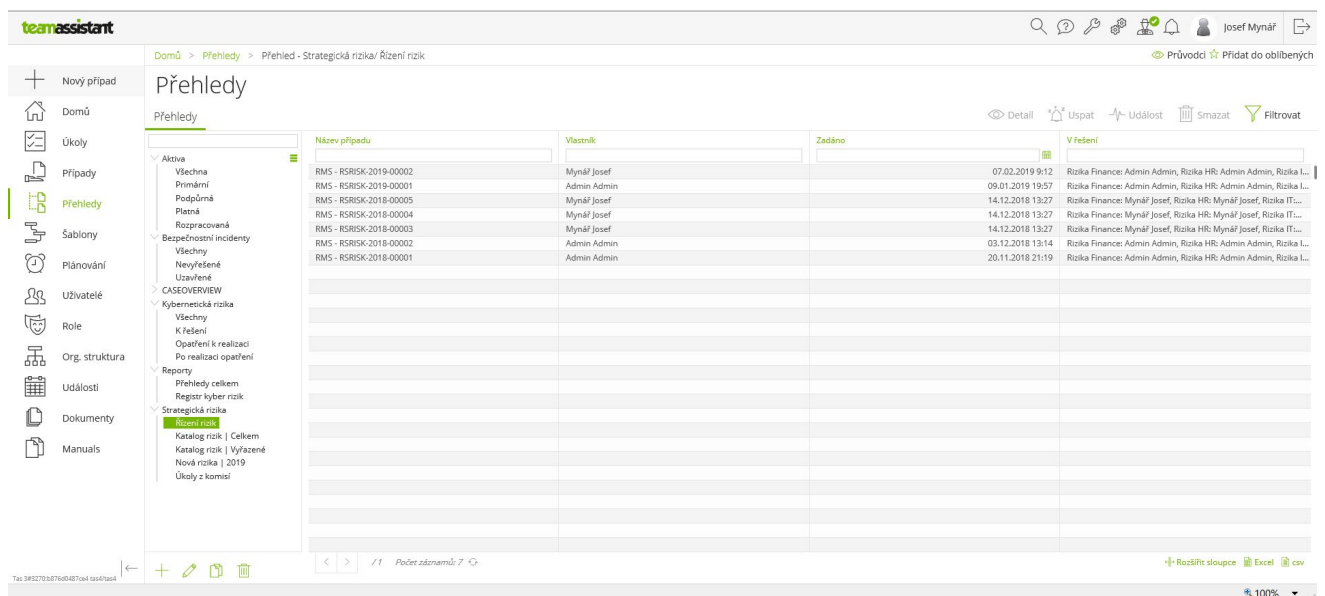
ICT technologie mají své zákonitosti, a pokud nejsou pevné základy, nelze zlepšovat ani oblast kybernetické bezpečnosti. Hlavním problémem je často nedostatek odborných pracovníků a příspěvková organizace se platově například s bankami a pojišťovnami nemůže srovnávat.

A naposledy to, co souvisí se vším výše uvedeným

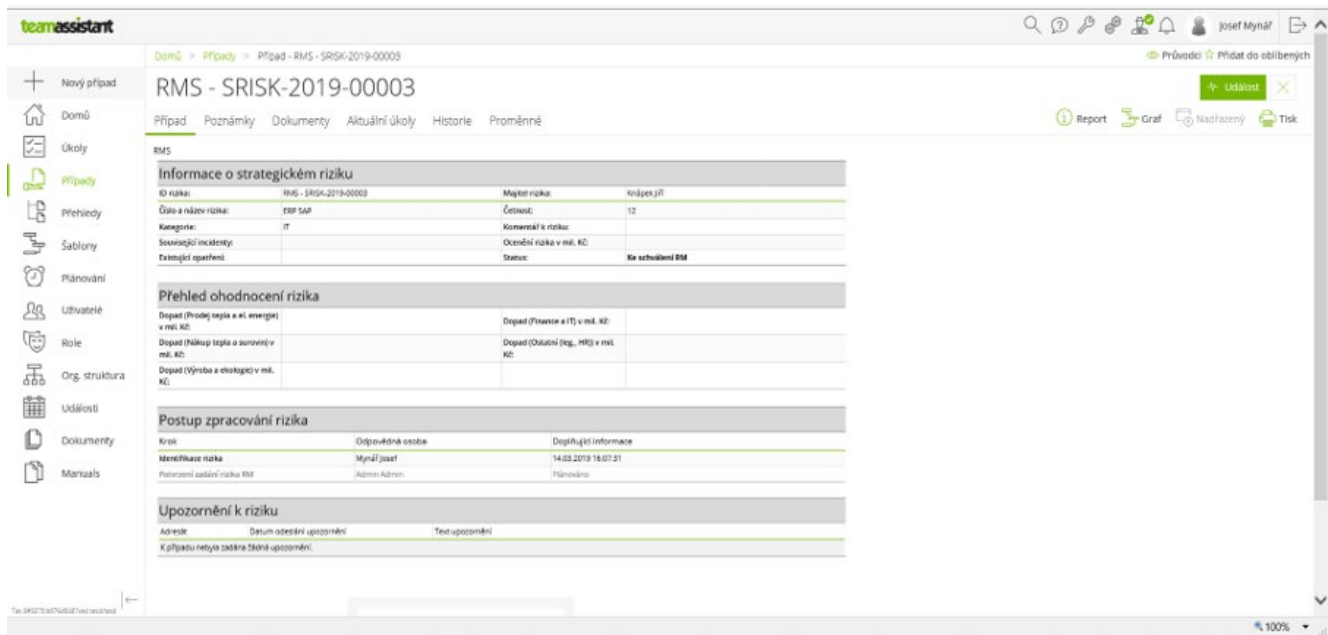
Důsledná analýza rizik a realizace nápravných opatření (rozvojové projekty) na jejich základě. Nepřipravené projekty, stejně jako v jiných oblastech, končí neúspěchem.



Obrázek 1 – Karta aktivita



Obrázek 2 – Titulní obrazovka aplikace TAS KYBEZ – přehled SW úloh pokrývající kybernetický zákon.



Obrázek 3 – Karta rizika

Použité zdroje

[1.] Zákon č. 181 / 2014 Sb., o kybernetické bezpečnosti a o změně souvisejících zákonů, Vyhláška č. 82/2018 Sb.

Jiří Knápek – manažer realizace společnosti Netia® s.r.o.

Působí na pozici manažera realizace projektů ve společnosti NETIA®, společnost je dodavatelem SW a služeb s orientací na projektové řízení, řízení rizik, interních auditů, implementaci požadavků kybernetické bezpečnosti a řešení GDPR/Data Protection Officer.

Společnost NETIA® se zaměřuje především na tyto oblasti:

- Projektové řízení – SW Oracle – Primavera – dodávka licencí, školení a implementace, podpora BIM;
- Řešení pokrytí Zákona o kybernetické bezpečnosti;
- Řízení rizik a interních auditů – SW Risk manager tool – dodávky licencí, školení, implementace – cloudové řešení;
- GDPR/Data Protection Officer – konzultace a zastupování firem a úřadů;
- Oborová řešení pro řízení rizik – zdravotnictví, strojírenství, veřejná správa;
- Řízení rizik – tvorba metodik a směrnic;

Pracovníci společnosti NETIA® s.r.o. mají rozsáhlé zkušenosti z mnohaletého působení v IT a realizace projektů v České a Slovenské republice.

www.netia.cz

Kontakt

Jiří Knápek

Netia®s.r.o., Hliníky 259, 679 72

Kunštát

Mob: +420 730 827 844

e-mail: knapek@netia-it.cz

<http://www.netia.cz>

STANDARDIZACE – CESTA K OPEN SOURCE
TECHNOLOGIÍM PRO WEBOVÉ SIMULÁTORY

Jiří Kofránek, Tomáš Kulhánek

Abstrakt

Nové webové (HTML 5, WebAssembly, JavaScript, Web Components) a modelovací (FMI) standardy otevírají možnosti vytváření webových simulátorů propojujících simulační modely, grafiku, hypertext a multimédia, které lze spouštět na jakémkoliv zařízení s internetovým prohlížečem. Na těchto standardech je založena i naše technologie BodyLight.js.

1 Úvod

Tvorbě simulačních modelů a výukových simulátorů se věnuji řadu (více než čtyřicet) let. Tak, jak šel technologický pokrok, se nám postupně měnily pod rukama jak technologie tvorby simulačních modelů, tak i technologie tvorby vlastních simulátorů. Původně jsem simulační modely vytvářel v klasických programovacích jazycích - ve Fortranu, C++, Pascalu [1,2].

Dnes je situace jiná.

V současné době jsou pro vývoj, ladění a verifikaci simulačních modelů k dispozici specializovaná softwarová simulační prostředí, v nichž je možné vytvářet model v grafické podobě a poté i testovat jeho chování.

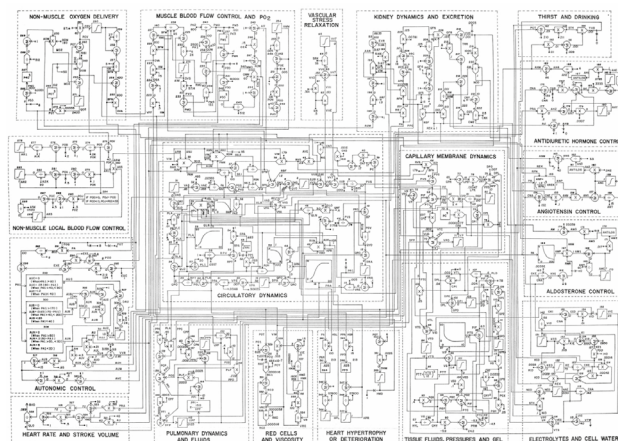
Již dávno pryč je doba, kdy vytváření výukových programů s uplatněním simulačních her bylo otázkou entuziasmu a píle skupin nadšenců. Tvorba moderních výukových aplikací je náročný a komplikovaný projekt, vyžadující týmovou spolupráci řady profesí – od zkušených učitelů, jejichž scénář je základem kvalitní výukové aplikace, přes systémové analytiku, kteří jsou ve spolupráci s profesionály daného oboru odpovědní za vytvoření simulačních modelů pro výukové simulační hry, výtvarníky, kteří vytvářejí vnější vizuální podobu, až po programátory, kteří celou aplikaci „sešijí“ do výsledné podoby.

Abyste mezioborová spolupráce byla účinná, je zapotřebí pro každou etapu vývoje mít k dispozici řadu specifických vývojových nástrojů a metodologií, které práci jednotlivých členů týmu usnadní a pomohou jim překonat mezioborové bariéry. Propojením různých profesí a technologií se tvorba výukového softwaru stává efektivnější, pozvolna přestává být výsledkem kreativity a pracovitosti jedinců a stále více získává rysy inženýrské práce, kde se do popředí stále více dostává problematika standardů.

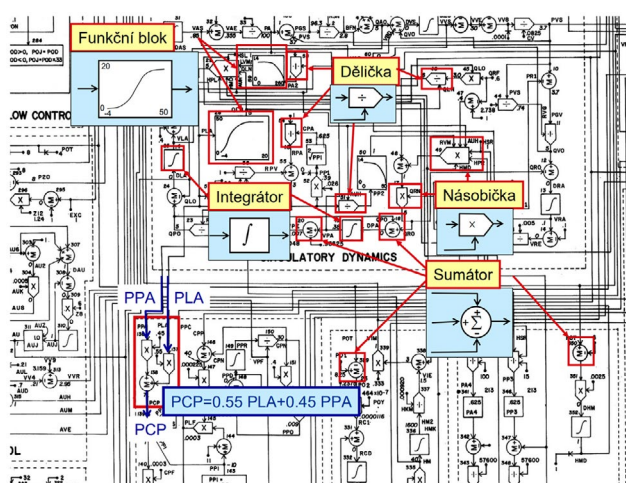
2 Od Fortranu k Modelice při tvorbě simulačních modelů

V roce 1972 v renomovaném odborném lékařském časopise Annual Review of Physiology byl publikován článek [3], který se svou podobou na již první pohled naprosto vymyká navyklé podobě fyziologických článků té doby. Jeho podstatnou část tvořilo rozsáhlé schéma na vlepěné příloze. Schéma plné čar a propojených prvků na první pohled vzdáleně připomíná nákres nějakého elektronického zařízení (obr. 1). Avšak místo odporů, kondenzátorů, cívek, tranzistorů či jiných elektrotechnických součástek zde byly zobrazeny propojené výpočetní bloky (násobičky, děličky, sumátory, integrátory, funkční bloky), které symbolizovaly matematické operace prováděné s fyziologickými veličinami (obr. 2).

Svazky propojovacích vodičů mezi bloky na první pohled vyjadřovaly složité zpětnovazebné propojení fyziologických veličin. Bloky byly seskupeny do osmnácti skupin, které představovaly jednotlivé propojené fyziologické subsystémy. Centrálním byl subsystém reprezentující cirkulační dynamiku – s ním byly



Obrázek 1 - graficky vyjádřená struktura modelu Guytona a spol. z roku 1972

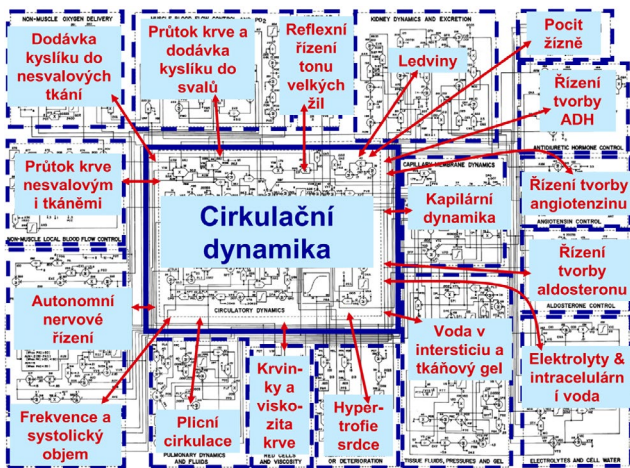


Obrázek 2 - Guytonův model byl tvořen kalkulačními prvky (děličkami, násobičkami, integrátory, funkčními bloky) propojenými spojnicemi, které reprezentovaly přenos hodnot jednotlivých proměnných mezi jednotlivými elementy. Dohromady pak celé grafické schéma reprezentovalo soustavu algebrodiferenciálních rovnic názorně popisujících matematický model regulace oběhu s návaznými subsystémy. V sedmdesátých a osmdesátých letech se Guytonova notace stala nepsanou normou, kterou užívali i další autoři.

do jednoho celku zpětnovazebně provázány ostatní bloky: od ledvin, přes tkáňové tekutiny, elektrolyty, až po autonomní nervovou regulaci a hormonální řízení zahrnující ADH, angiotenzin a aldosteron (obr. 3).

Autoři tímto tehdy naprosto novým způsobem pomocí graficky vyjádřených matematických symbolů popisovali fyziologické regulace cirkulačního systému a jeho širší fyziologické souvislosti a návaznost na ostatní subsystémy organismu – ledviny, regulaci objemové a elektrolytové rovnováhy aj. Místo vypisování soustavy matematických rovnic se v článku využívalo grafické znázornění matematických vztahů. Tato syntaxe umožnila graficky zobrazit souvislosti mezi jednotlivými fyziologickými veličinami ve formě propojených bloků reprezentujících matematické operace. Celé schéma tak představovalo formalizovaný popis fyziologických vztahů v oběhovém systému pomocí graficky vyjádřeného matematického modelu.

Guytonův model byl jedním z prvních rozsáhlých matematických popisů fyziologických funkcí propojených subsystémů organismu a odstartoval oblast fyziologického výzkumu, která je dnes někdy popisována jako „integrativní fyziologie“ [4]. Obdobně jako se teoretická fyzika formálními prostředky snaží popsat fyzikální realitu a vysvětlit výsledky experimentů



Obrázek 3 – Guytonův model byl jedním z prvních modelů tzv. integrativní fyziologie, která se zabývá integrativním pohledem na vzájemné regulační vztahy jednotlivých fyziologických systémů. Model se tedy zdaleka nezabývá jen cirkulačním systémem, ale všemi jeho vazbami na okolní subsystémy lidského organismu. Obdobně jako model letadla slouží podkladem pro letecké simulátory, tak i integrativní modely lidské fyziologie dnes slouží teoretickou bazí pro lékařské simulátory.

tálního výzkumu, tak se i „integrativní fyziologie“ na základě experimentálních výsledků snaží vytvořit formalizovaný popis vzájemného propojení fyziologických regulací a vysvětlit jejich funkci v rozvoji nejrůznějších onemocnění.

Z tohoto hlediska byl Guytonův model určitým mezníkem, který se snažil systémovým pohledem na fyziologické regulace zachytit dynamiku vztahů mezi regulací oběhu, ledvin, dýchání, objemu a iontového složení tělních tekutin pomocí graficky znázorněné sítě.

Guytonova grafická notace formalizovaného popisu fyziologických vztahů, inspirovaná tehdy hojně používanými analogovými počítači, představuje velmi přehledné vyjádření matematických souvztahů – bloky v uzlech sítě představují grafické symboly pro jednotlivé matematické operace a vodiče reprezentují jednotlivé proměnné.

Guytonovu grafickou notaci záhy převzali i jiní autoři – např. Ikeda a spol. v Japonsku [5] nebo výzkumná skupina Amosova v Kijevě [6]. Spoluautor článku Thomas Coleman ji v roce 1983 použil ve svém rozsáhlém modelu lidské fyziologie nazvaném Human [7].

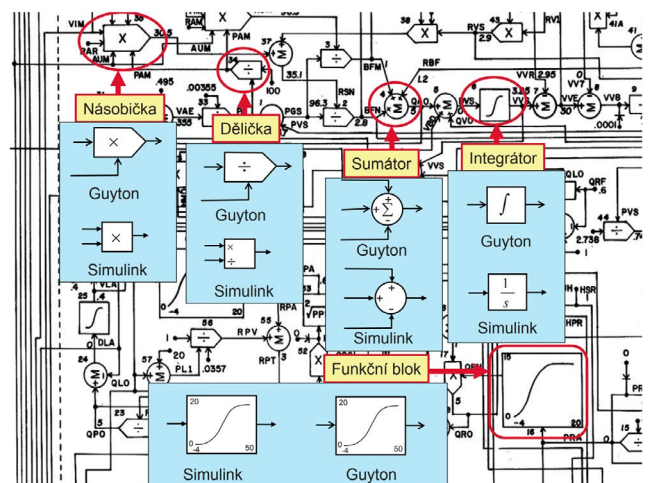
Grafický zápis matematického modelu prostřednictvím sítě propojených bloků byl ale v době svého vzniku pouhým obrazovým znázorněním – Guytonův model i jeho další modifikace (stejně jako i modely dalších autorů, kteří Guytonovu vyjadřovací notaci přejali) byly původně implementovány ve Fortranu a později v jazyce C++.

Počátkem devadesátých let se objevily blokově orientované jazyky, např. Simulink od firmy Mathworks – kde se model tvořil propojováním jednotlivých komponent pospojovaných pomocí počítačové myši do simulačních sítí. Výsledný model byl pak přehledně reprezentován sítí vzájemně propojených bloků. Simulační bloky v Simulinku velice připomínaly kalkulační prvky, které použil Guyton ve svém modelu integrativní fyziologie oběhu (obr. 4), a to nás inspirovalo i k tomu, že jsme guytonův model přepsali do podoby simulinkového modelu - se stejnou strukturou, jakou mělo i původní grafické schéma modelu (obr. 5), a se stejnými výsledky jaký dával původní model implementovaný ve Fortranu [8]. Nebylo to jednoduché, protože v původním schématu modelu byly čtyři drobné grafické překlepy (záměna znamének + a -, obrácené zapojení integrátoru aj.), které ale při znalosti fyziologie bylo možné snadno odhalit. Jiní autoři, [9] kteří se snažili převést Guytonův model přímo z Fortranu

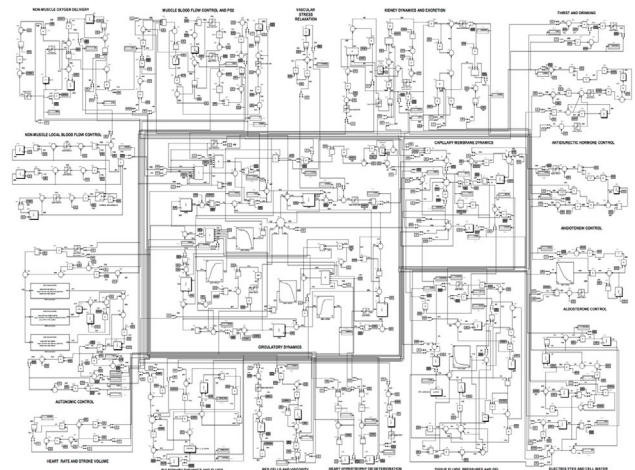
do Simulinku, vytvořili simulinkovou strukturu mnohem větší a s mnohem složitější strukturou, zcela odlišnou od původního schématu v Guytonově publikaci. Nebylo to ale tím, že by fortranový program se týkal jiného, rozsáhlejšího modelu, ale tím, že do Simulinku otrocky překlipovali i numerické algoritmy, kterými ve Fortranu pomáhaly řešit numeriku algebro diferenciálních “stiff” rovnic. Protože numerika výpočtu se musela potýkat s výpočtem rovnic vyjadřujících rychlé děje (např. hemodynamiku) a zároveň o několik řádů pomalejší děje (přesuny tekutin, hemopoza, některé neurohumorální adaptace apod.), model ve Fortranu zahrnoval krom rovnic modelu také algoritmy, které pomáhaly složitě numerické problémy řešit. V Simulinku se ale o numeriku stará nastavená volba numerických metod na pozadí a simulinková síť vyjadřuje skutečnou strukturu modelu.

Blokově orientované simulační jazyky, jejichž typickým představitelem je právě Simulink, umožňují sestavovat počítačové modely z jednotlivých bloků, s definovanými vstupy a výstupy. Bloky jsou seskupeny v knihovnách a pomocí počítačové myši se při tvorbě modelu vytvářejí jejich jednotlivé instance, jejichž vstupy a výstupy se propojují pomocí vodičů, kterými „proudí“ informace.

Simulinkovou síť je možné hierarchicky uspořádat. Bloky je možno seskupovat do jednotlivých subsystémů, které s jejich vnějším okolím komunikují prostřednictvím definovaných



Obrázek 4 – Počátkem devadesátých let firma Mathworks uvedla na trh platformu Simulink, která používala obdobnou notaci, jakou zavedl Guyton. Zásadní rozdíl byl ale v tom, že model v Simulinku již nebyl jen grafický obrázek, ale spustitelný matematický model.



Obrázek 5 - Guytonův model realizovaný v jazyce Simulink. Na rozdíl od obrázku 1, je tento model nejen grafické znázornění v matematických vztazích, ale spustitelný simulační model.

vstupních a výstupních „pinů“ a představují tak jakési „simulační čipy“. Simulační čip skrývá před uživatelem strukturu simulační sítě, obdobně jako elektronický čip ukrývá před uživatelem propojení jednotlivých tranzistorů a dalších elektronických prvků. Uživatel se pak může zajímat pouze o chování čipu a nemusí se starat o vnitřní strukturu a algoritmus výpočtu. Chování simulačního čipu pak může testovat pomocí sledování výstupů na připojených virtuálních displejích či na virtuálních osciloskopech.

Pomocí simulačních čipů lze snadněji testovat chování modelu a zejména přehledněji vyjádřit vzájemné závislosti mezi proměnnými modelovaného systému. Celý složitý model pak můžeme zobrazit jako propojené simulační čipy a ze struktury jejich propojení je jasné, jaké vlivy a jakým způsobem se v modelu uvažují (obr. 6).

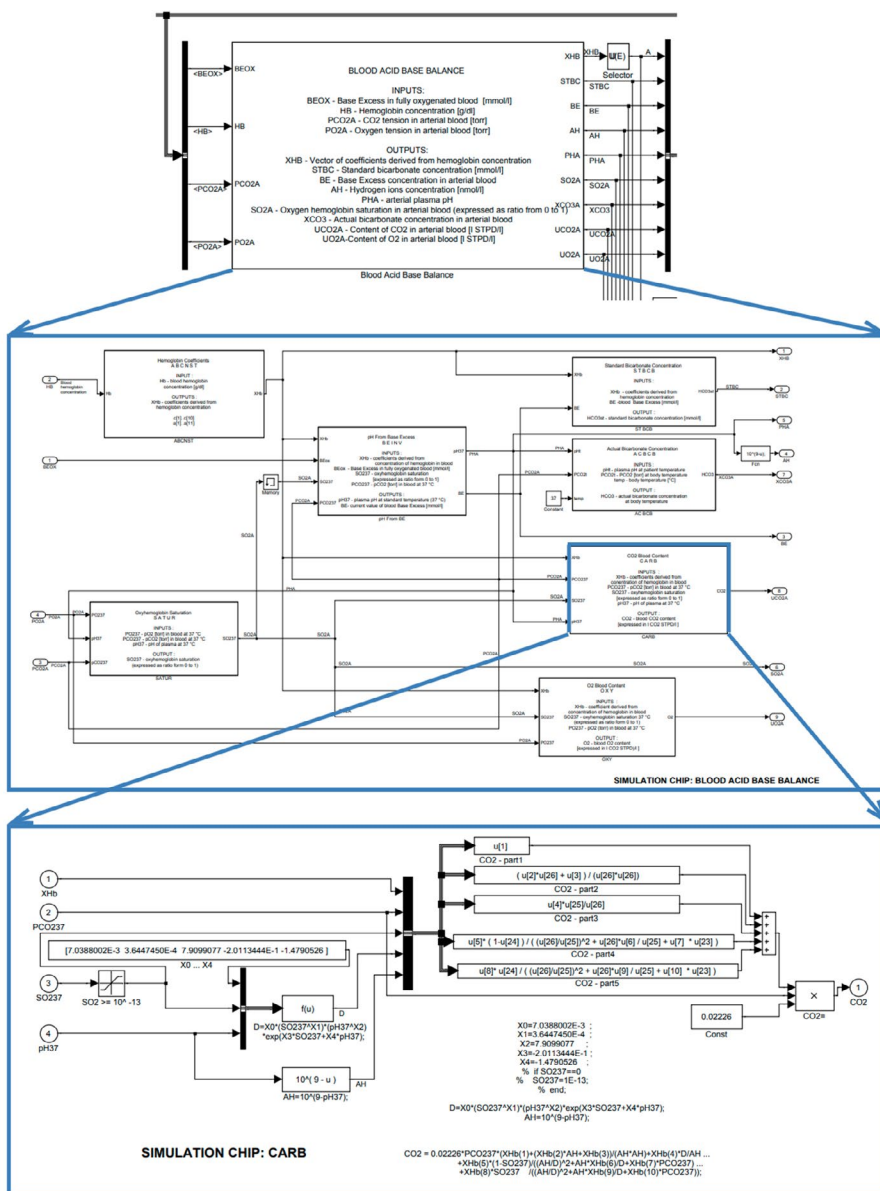
To je velmi výhodné pro mezioborovou spolupráci – zejména v hraničních oblastech jako je např. modelování biomedicínských systémů [10]. Experimentální fyziolog nemusí dopodrobna zkoumat, jaké matematické vztahy jsou ukryty „uvnitř“ simulačního čipu, z propojení jednotlivých simulačních čipů mezi

sebou však pochopí strukturu modelu a jeho chování si může ověřit v příslušném simulačním vizualizačním prostředí. V Simulinku jsme např. vytvořili rozsáhlý model, který byl podkladem pro simulátor Golem, určený k výuce klinické fyziologie poruch homeostázy vnitřního prostředí (obr. 7) a také i knihovnu pro modelování fyziologických regulací [11,12].

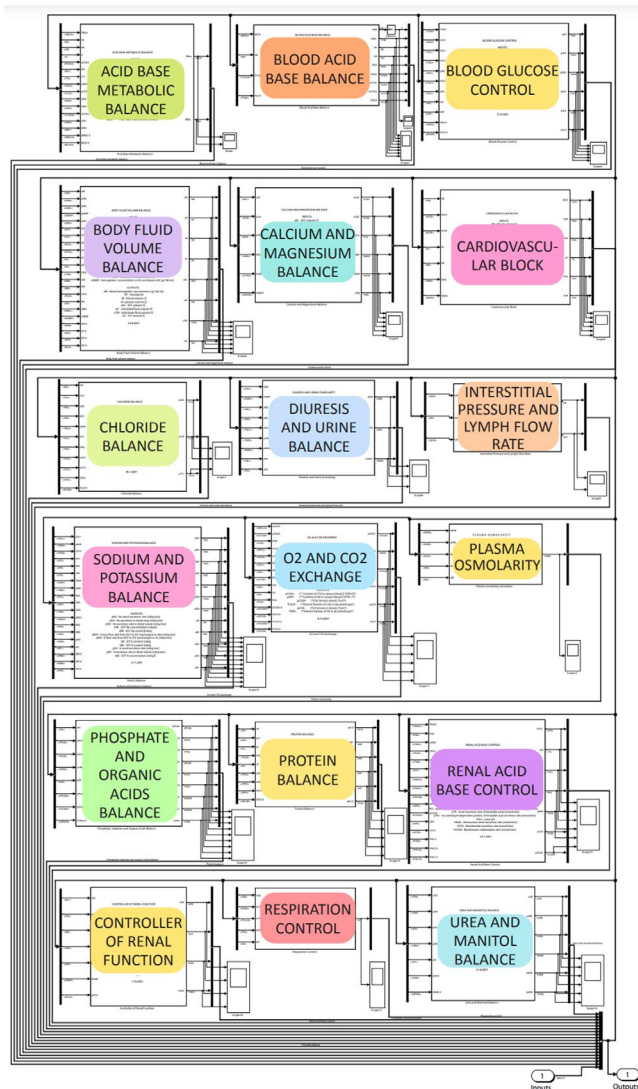
Simulink (a jiné obdobně blokově orientované simulační jazyky, kde se model vytvářel propojováním jednotlivých bloků) podstatně zjednodušily a urychlily naprogramování modelu – tj. jeho implementaci do počítače.

Propojení simulačních bloků muselo být takové, aby umožňovalo vypočítávat výstupní hodnoty modelu ze vstupních hodnot, což zvláště u složitých modelů není jednoduché. Simulinkové agregované bloky se do sebe mohou zanořovat a na nejnižší hierarchické úrovni je blok tvořen sítí numerických kalkulačních bloků, jejichž propojení vyjadřuje vlastní algoritmus výpočtu výstupních proměnných ze vstupních proměnných.

Propojování bloků do sítě vztahů ale bohužel nemůže být zcela libovolné. V propojených prvcích se nesmějí vytvářet algebraické smyčky – tj. cyklické struktury, kdy nějaká vstupní hod-



Obrázek 6 - Simulinkové kalkulační prvky se dají seskupovat do subsystémů s definovanými vstupy a výstupy. Tvoří tak jakési „simulační čipy“. Subsystémy mohou být součástí subsystémů vyšší hierarchické úrovně. Tímto způsobem se dají tvořit složité hierarchicky uspořádané subsystémy realizované pomocí propojených „simulačních čipů“. Na nejnižší hierarchické úrovni jsou ale vždy základní kalkulační prvky simulinku.



Obrázek 7 - Příklad modelu sestaveného ze simulinkových subsystémů ("simulačních čipů"). Tento model sloužil jako podklad pro sestavení našeho simulátoru "Golem".

nota přiváděná jako vstup do výpočetního bloku ve stejném časovém kroku závisí (přes několik prostředníků) na výstupní hodnotě z tohoto bloku.

Propojení bloků v Simulinku (a obdobných blokově orientovaných modelovacích jazycích) proto odráží spíše postup výpočtu než vlastní strukturu modelované reality. Hovoříme o tzv. **kauzálním modelování**.

U složitých systémů se díky tomuto přístupu pod strukturu výpočtu pomalu ztrácí fyzikální realita modelovaného systému.

Na přelomu tisíciletí došlo k vývoji nových tzv. „**akauzálních nástrojů**“ pro tvorbu simulačních modelů. Zásadní inovací, kterou akauzální modelovací nástroje přináší je možnost popisovat jednotlivé části modelu přímo **jako soustavu rovnic a nikoli jako algoritmus řešení těchto rovnic**. Zápis modelů je deklarativní (popisujeme strukturu a matematické vztahy, nikoli algoritmus výpočtu) – zápis je tedy akauzální. Akauzální modelovací nástroje pracují s propojenými komponentami, které představují instance tříd, v nichž jsou přímo definovány rovnice. Tyto komponenty (tj. instance tříd s rovnicemi) se mohou propojovat prostřednictvím přesně definovaných rozhraní – konektorů a definovat tak soustavy rovnic.

Moderním simulačním jazykem, který je přímo postaven na akauzálním zápisu modelů je **Modelica** (<https://modelica.org/>). Jazyk Modelica byl původně vyvinut ve Švédsku a vývojové

prostředí jazyka Modelica je dostupné jak ve verzi open-source (<https://www.openmodelica.org/>) vyvíjeného pod záštitou sdružení Open Source Modelica Consortium, tak i v řadě komerčních implementací - např. Dymola od koncernu Dassault Systemes, nebo System Modeler od společnosti Wolfram.

V Modelice je možné vytvářet modely velmi rozsáhlých systémů s desítkami tisíc rovnic a proto Modelica velmi rychle našla své uplatnění zejména v mnoha průmyslových aplikacích, v počítačovém konstruování, v automobilovém a leteckém průmyslu, v energetice a dalších oblastech.

V blokově orientovaných modelovacích jazycích struktura modelu připomíná spíše strukturu výpočtu výstupních proměnných ze vstupů, zatímco struktura modelů vytvářených v Modelice se více blíží struktuře modelovaného systému. Názorným příkladem může být již výše zmíněný Guytonův model oběhového systému. Na obr. 8 je pro srovnání zobrazena centrální část modelu implementovaného v Simulinku a v Modelice. Model v Simulinku přesně odpovídá části grafického schématu v původním článku, zatímco model v Modelice ukazuje strukturu modelované části oběhu - vidíme, že původní Guytonův model, který na schématu vypadá velice složitě, ve skutečnosti pracuje s výrazným zjednodušením reality. Zde je nutno připomenout, že Guyton a jeho žáci model od roku 1972 stále rozvíjeli, současná verze modelu, nazvaná Hummod (<http://hummod.org/>) je podstatně složitější - obsahuje více než 10 000 proměnných [13–17]. My se skupinou následovníků Guytona na Mississippi University již více než patnáct let spolupracujeme a naši verzi modelu Hummod jsme implementovali v Modelice [18–22].

Modelicu dnes využíváme jako základní jazyk pro tvorbu simulačních modelů. V Modelice jsme v např. vytvořili aplikační knihovnu Physiobrary a Chemical (<https://www.physiobrary.org/>) pro modelování fyziologických a fyzikálně chemických systémů [23–25]. Tyto knihovny jsme mimo jiné využili při implementaci rozsáhlého integritivního modelu lidské fyziologie (<https://www.physiomodel.org/>)

Tím, že Modelica umožnila zautomatizovat odvození algoritmu výpočtu výstupních proměnných modelu, podstatně zjednodušila a urychlila tvorbu simulačních modelů (obr. 9).

3 Chycení do pastí...

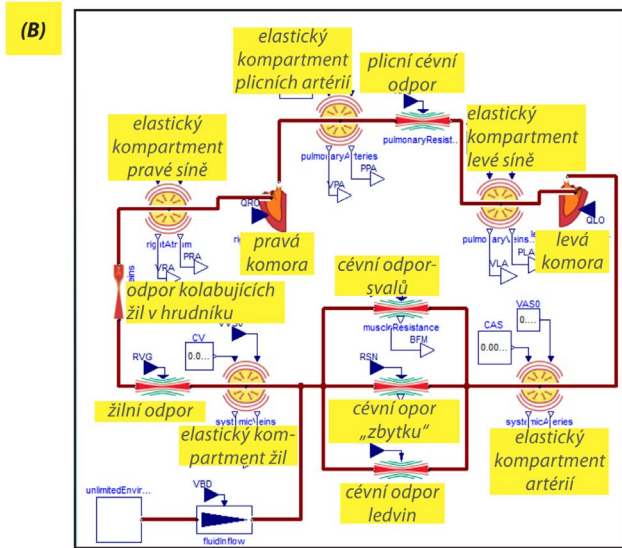
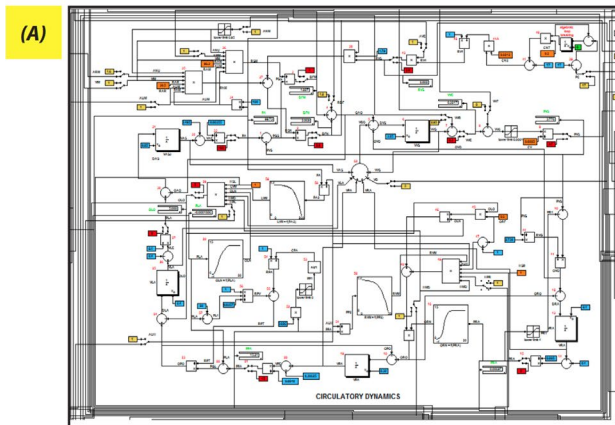
Pro vytváření výukových simulátorů však samotný simulační model nestačí. Vytvořený simulační model je zapotřebí implementovat do vlastního simulátoru a především naprogramovat jeho uživatelské rozhraní. Podkladem simulátoru jsou vytvořené (a verifikované) matematické modely. Tvorba výukových simulátorů je náročná vývojová práce, která vyžaduje skloubit nápady a zkušenosti pedagogů, vytvářejících scénář výukového programu, kreativitu výtvarníků, vytvářejících interaktivní multimediální komponenty a úsilí programátorů, kteří „sešijí“ výsledné dílo do konečné podoby.

Každý z těchto problémů má své zvláštnosti, a vyžaduje proto použití zcela odlišné vývojové nástroje (viz obr. 10)

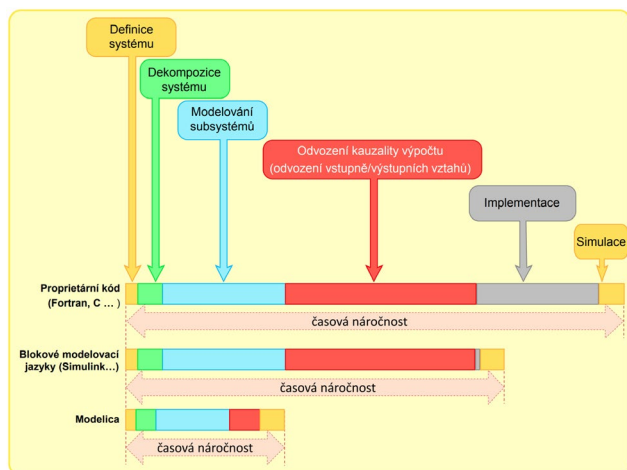
Pro tvorbu simulátoru jsme v druhé polovině devadesátých let využívali prostředí pro vizualizaci a řízení technologických procesů Control Web od firmy Moravské Přístroje. Uživatelské rozhraní průmyslové aplikace vytvářené v prostředí ControlWeb komunikovalo s průmyslovým technologickým zařízením.

Uživatelské rozhraní našeho simulátoru, naprogramované v prostředí Control Web místo s průmyslovým technologickým zařízením komunikovalo se simulačním modelem. Tímto způsobem jsme např. vytvořili výukový simulátor Golem [11].

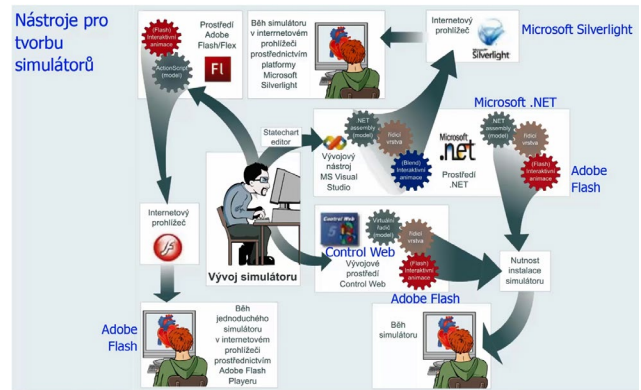
Koncem devadesátých let jsme pro vytváření simulátorů začali využívat vývojové nástroje prostředí Windows. Podařilo se nám propojit simulační modely vytvářené v Simulinku a později i v Modelice s prostředím Microsoft .NET. To nám umožnilo programovat simulátory jako aplikace pro prostředí Windows, které



Obrázek 8 – Struktura modelu v blokově orientovaných jazycích, např. v Simulinku, připomíná spíše strukturu výpočtu, zatímco struktura modelu v Modelice se více blíží struktuře modelovaného systému. Příkladem je centrální část modelu cirkulační hemodynamiky klasického Guytonova modelu v simulinku a stejná část vytvořená v Modelice. Uvnitř jednotlivých komponent v Modelice jsou příslušné rovnice, jejichž řešení je úlohou překladače jazyka Modelica.



Obrázek 9 – Srovnání náročnosti vytváření modelů v různých prostředích. Blokové modelovací jazyky (např. Simulink) zjednodušily implementaci vlastního naprogramování modelu na počítači. Nicméně i v blokově orientovaných jazycích je zapotřebí odvodit algoritmus výpočtu výstupních proměnných z hodnot vstupních proměnných a parametrů. Odvození kauzality pomáhají vyřešit na rovnicích založené (equation based) programovací jazyky, kam patří Modelica, které odvození algoritmu výpočtu ze soustavy rovnic nechávají na překladači.



Obrázek 10 – Naše původní technologie tvorby výukových webových simulátorů. Jednoduché výukové modely jsme vytvářeli v prostředí Adobe Flash a jazyce ActionScript. Model pak mohl běžet v prohlížeči s rozšířením Flash player. Složitější modely jsme vytvářeli nejprve v prostředí Simulink/Matlab a později v jazyce Modelica. Pro vytvoření simulátoru bylo nutné propojit matematický model s uživatelským rozhraním, obsahujícím mimo jiné interaktivní grafiku řízenou modelem na pozadí. Pro vytvoření simulátorů jsme využívali různé vývojové nástroje. Využívali jsme např. systém Control-web původně určený pro vytváření průmyslových řídicích aplikací a velínů. Později jsme simulátory vytvářeli v prostředí Microsoft .Net. Nakonec jsme využívali také technologii Microsoft Silverlight, která umožňovala vytvářet numericky náročné simulátory s přitažlivým grafickým rozhraním spustitelné přímo v internetovém prohlížeči.

bylo možné stáhnout z našeho atlasu fyziologie a patofyziologie a nainstalovat v počítači s operačním systémem Windows.

V uživatelském rozhraní simulátorů jsme také v hojně využívali interaktivní animované obrázky vytvářené v prostředí Adobe Flash. Animované obrázky mohly být propojeny s výstupy modelu a představovat tak jakési loutky řízené modelem. Jednoduché modely jsme přímo programovali v jazyce ActionScript, kterým se ovládaly flashové animace.

Výhodou modelů vytvářených v jazyce ActionScript bylo to, že se nemusely instalovat a běžely v každém internetovém prohlížeči s nainstalovaným rozšířením FlashPlayer. To šlo ale jen u jednoduchých modelů. Simulátory se složitějšími modely bylo nutné vytvářet jako aplikace, které bylo zapotřebí nainstalovat do počítače.

V roce 2007 se objevila nová technologie Silverlight, kterou Microsoft reagoval na tehdy velmi rozšířený animační program Adobe Flash. Nová technologie od Microsoftu svými možnostmi Flash v mnohém překonala. V Silverlightu bylo možné vytvářet numericky náročné simulátory s přitažlivým grafickým rozhraním spustitelné přímo v internetovém prohlížeči.

Modely jsme přitom mohli pohodlně vyvíjet v prostředí jazyka Modelica. Pomocí naší vyvinuté programy Animtester mohli výtvarníci vytvářet interaktivní animace snadno napojitelné na vstupy a výstupy modelu na pozadí.

Výsledkem pak byly aplikace s animovanými obrázky řízenými modelem na pozadí a celá aplikace potřebovala pouze internetový prohlížeč se zásuvným modulem Silverlight [10,26–28].

Ale právě v tom byl zakopaný pes. Microsoftu se nepodařilo prosadit rozšíření svého Silverlightu na jiné platformy. Společnosti Microsoft, která nakonec v roce 2015 dotáhla Silverlight do páté verze, oznámila ukončení podpory tohoto produktu.

Takže dnes (viz obr. 11) do internetových prohlížečů, včetně prohlížeče Microsoft Edge, zásuvný modul Silverlight nelze instalovat. Do roku 2020 šlo pro běh aplikace Silverlight využít i starý Internet Explorer, s novou verzí Windows to však již není možné a námi dříve v této technologii vytvořené simulátory nelze spustit.

Kromě toho, společnost Adobe ohlásila konec podpory zásuvného modulu Flash Player v roce 2020, takže od počátku roku 2021 flashové aplikace nelze spouštět v žádném internetovém

tové prohlížeči. Aby toho nebylo dost, nový update Windows znemožnil spouštět i jakékoliv aplikace které využívají animační prvky Adobe Flash, což se bohužel týká všech našich simulátorů naprogramovaných pro prostředí Windows.

Znamenalo to, že při tvorbě webových simulátorů jsme se ocitli opět na začátku, a stáli jsme před úkolem vytvořit zcela novou technologii, která nám umožní v tvorbě webových simulátorů pokračovat.



Obrázek 11 – V roce 2015 Microsoft ukončil podporu své technologie Silverlight a zásuvné moduly Silverlight do internetových prohlížečů dnes nelze nainstalovat. Společnost Adobe ohlásila konec podpory zásuvného modulu Flash a od počátku roku 2021 nelze flashové aplikace spouštět v internetových prohlížečích. A k dovršení všeho, nový update Windows dnes znemožňuje spouštět i jakékoli aplikace, které uvnitř využívají animační prvky Adobe Flash, což se bohužel týká všech našich simulátorů naprogramovaných pro prostředí Windows. Znamenalo to, že jsme se ocitli v situaci, kdy veškeré námi vytvořené výukové simulační aplikace nebylo možné spouštět a stáli jsme před úkolem urychleně vytvořit zcela novou technologii, která nám umožní v tvorbě webových simulátorů pokračovat.



Obrázek 12 – Pokud nechceme být pro příště závislí na proprietární technologii nějakého výrobce (jako byla naše dřívější závislost na Adobe Flash, Microsoft Silverlight) musíme se důsledně orientovat na standardy. Interaktivní animovanou grafiku proto vytváříme v JavaScriptu a HTML 5. Standard HTML 5 přinesl animační plátno, což umožňuje vytvářet animace přímo v prohlížeči bez nutnosti zásuvného modulu, jako to bylo dříve u animací vytvořených pomocí Adobe Flash. Nová norma jazyka JavaScript rozšířila možnosti jazyka. Nový webový standard Web Assembly umožňuje v prohlížeči provádět kód téměř tak rychle jako nativní strojový kód. Byl přijat standard Web Components jako standardizovaná forma sdílení uživatelsky vytvářených interaktivních prvků ve webových aplikacích, což umožňuje vytvářet knihovny opakovaně použitelných webových komponent.

4 Nový začátek – webové simulátory založené na standardech

Na druhé straně nové internetové technologie přinesly zcela nové možnosti i nové výzvy.

Současnou výzvou je nová generace elektronických učebnic s výukovými simulátory, které přinášejí zcela nové možnosti pro vysvětlování složitých dynamických vztahů pomocí simulačních her.

Bylo by velmi užitečné, kdyby simulátor mohl být také součástí wiki-rozhraň, např. wikiskript, kde pohyblivé obrázky řízené modelem na pozadí a interaktivní grafy by vhodně doplňovali výklad.

Chceme, aby naše výukové simulátory nebyly příliš závislé na platformě a operačním systému, na kterém běží.

Společným prvkem uživatelských výpočetních zařízení - od chytrých telefonů, přes tablety až k počítačům, bez ohledu na operační systém, na kterém pracují, je webová platforma. Chceme-li vytvořit na platformě nezávislou technologii simulátorů, jsou internetové prohlížeče jedinou možností, jak tento cíl realizovat.

Internetové prohlížeče se v posledních několika letech zásadně změnily.

Nové internetové technologie a standardy změnily dnešní prohlížeče k nepoznání. Nepotřebujeme v prohlížečích zásuvné proprietární moduly od třetích stran jako byl Flash nebo Silverlight, jenom proto abychom mohli v prohlížeči vytvářet aplikace podobné těm desktopovým.

Díky vytrvalému mezinárodnímu úsilí dobrovolníků, standardizačních skupin a velkých internetových společností, dostupnosti sdílených knihoven a softwarových vývojových nástrojů, je dnes možné vytvářet webové aplikace jako nikdy předtím.

Při programování numericky náročných aplikací (jako jsou často i simulační modely) nejsme omezeni pomalou rychlostí interpretovaného javascriptu. Nový standard WebAssembly umožňuje spouštět v prohlížečích numericky náročné aplikace, takže v prohlížeči je dnes možné provádět i složité simulační výpočty.

Webový prohlížeč se v současné době stal tím, čím byl operační systém osobních počítačů v devadesátých letech minulého století.

Po dlouhých letech „válek webových prohlížečů“, kdy mezi sebou soupeřili různí výrobci internetových prohlížečů, konečně došlo k dohodě o nových webových standardech, které přispívají k rozvoji webových aplikací (obr. 12).

Nové webové standardy se snaží omezit nutnost implementace různých zásuvných modulů, a snaží se formou standardů nabídnout takové možnosti, které by dosud používané zásuvné moduly nahradily. Obětí byl již zmiňovaný flash player, který byl z nových prohlížečů vyhozen.

Možnosti animací přináší nová norma **HTML 5**, která zavádí animační plátno, na němž lze vytvářet animace pomocí jazyka JavaScript.

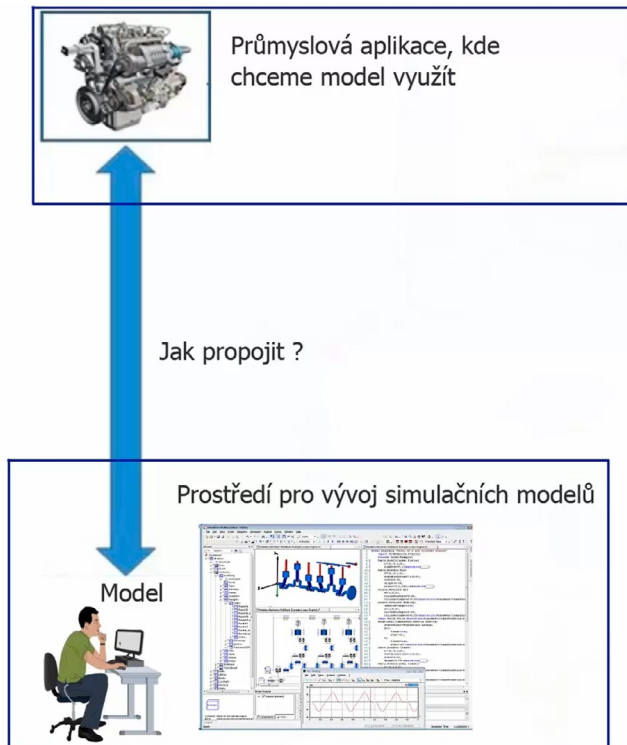
Nová norma jazyka **ECMAScript 6** zásadně rozšířila možnosti skriptovacího jazyka JavaScript.

Moderní prohlížeče implementovaly nový webový standard, nazvaný **WebAssembly**, který definuje formát speciálního jazyka pro přenositelný strojový kód spustitelný na webových stránkách. Umožňuje provádět kód téměř tak rychle, jako nativní strojový kód a tím podstatně urychluje výpočty prováděné přímo ve webovém prohlížeči.

Byl definován standard **Web Components**, který umožňuje vytvářet opakovaně použitelné webové komponenty jako nové prvky jazyka HTML.

Simulace jsou dnes často využívanou metodou, nejen ve vědě a výzkumu, ale zejména v průmyslu.

Simulační modely se obvykle vytvářejí ve specializovaných programových prostředích, které poskytují nástroje pro rychlý vývoj modelů. Problém ale nastává, pokud chceme model, vytvořený a odladěný v pohodlí nástroje pro vývoj simulačních modelů, využít v nějaké aplikaci. Často nezbylo nic jiného, než model ručně přepsat do příslušného programovacího jazyka nebo vytvořit vlastní software, který umožní propojit model vytvořený ve vývojovém prostředí s příslušnou aplikací (obr. 13).



Obrázek 13 – S rozvojem informačních technologií se simulační modely stále více využívají v průmyslu. Modely jsou vytvářeny ve specializovaných programových nástrojích. Pokud vytvořený model chceme využít v nějaké průmyslové aplikaci, pak vzniká problém, jak propojit program, řídící nějakou průmyslovou aplikaci se simulačním modelem vytvářeným v pohodlí programovacího prostředí.

Ještě větší problém nastává, pokud v nějaké složitější technologické aplikaci chceme propojit více modelů často navíc vytvářených v různých vývojových nástrojích. To je situace, s níž se setkáváme při konstruování složitých technologických celků, např. v automobilovém nebo leteckém průmyslu (obr. 14).

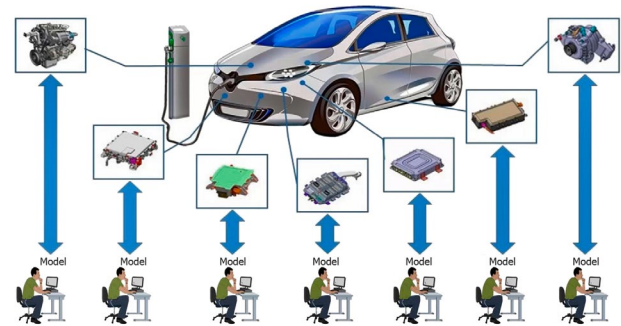
Proto, zejména ze strany průmyslu byly podporovány snahy o vytvoření určitých standardů, které by propojování modelů usnadnily.

Výsledkem je nový mezinárodní standard **FMI (Functional Mock up interface** – funkční maketové rozhraní), který definuje způsob propojení simulačních modelů mezi sebou a s okolním prostředím (obr. 15).

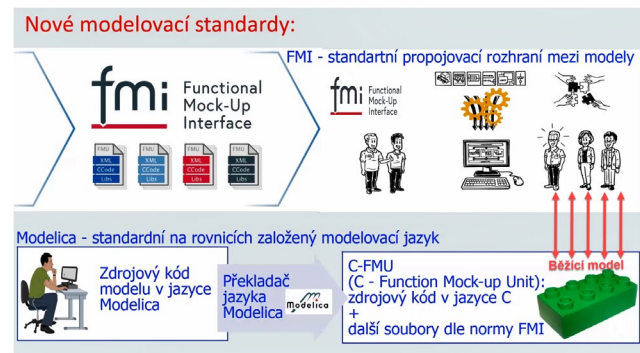
Podle tohoto standardu např. můžeme přeložit zdrojový kód modelu v jazyce Modelica do standardizovaného zdrojového kódu v jazyce C, provázeného dalšími popisnými soubory.

To ale zdaleka není jen pouhý kus kódu v jazyce C, vytvořený jako jedna z komponent pro nějakou softwarovou aplikaci. Tato komponenta obsahuje model, s nímž lze definovaným způsobem komunikovat – tj. zadávat mu parametry a počáteční hodnoty, model spouštět, zastavovat, měnit jeho parametry a znovu ho spouštět a přitom kontinuálně do něj posílat hodnoty vstupů a sledovat jak na ně reagují jeho výstupy.

Je to vlastně jakási "kouzelná skříňka", nazývaná funkční maketovou jednotkou (**Function Mock-up Unit**) s ukrytým fungu-



Obrázek 14 – Při konstruování komplexnějších technologických celků, např. v automobilovém nebo leteckém průmyslu, se často využívají modely jednotlivých komponent. Pak nastává problém, jak propojit software ovládající tyto komponenty s modely vytvářenými často i v různých nástrojích pro tvorbu modelů. Proto, zejména ze strany průmyslu, byly podporovány snahy o vytvoření určitých standardů, které by propojování modelů usnadnily.



Obrázek 15 – Na základě požadavků průmyslu byl vytvořen nový mezinárodní standard nazvaný FMI (Functional Mock up interface – funkční maketové rozhraní), který definuje způsob propojení simulačních modelů mezi sebou a s okolním prostředím. Podle tohoto standardu např. můžeme přeložit zdrojový kód modelu v jazyce Modelica do standardizovaného zdrojového kódu v jazyce C, provázeného dalšími popisnými soubory. To ale není jen kus kódu v jazyce C, který je možné využít jako jednu z komponent při tvorbě nějaké softwarové aplikace. Tato komponenta obsahuje model, s nímž lze definovaným způsobem komunikovat – zadávat mu parametry a počáteční hodnoty, model spouštět, zastavovat, měnit jeho parametry a znovu ho spouštět a přitom kontinuálně do něj posílat hodnoty vstupů a sledovat jak na ně reagují jeho výstupy. Je to taková kouzelná skříňka, nazývaná funkční maketovou jednotkou (Function Mock-up Unit - C-FMU) s ukrytým simulačním modelem, naprogramovaným v jazyce C. Může být třeba součástí programu, který řídí nějakou technologii, nebo může komunikovat s jiným modelem ukrytým v jiné komponentě také vytvořené podle standardu FMI. Tento standard funkčního maketového rozhraní doširoka otevírá dveře praktickému využití simulačních modelů v mnoha oborech.

jícím simulačním modelem. Může být třeba součástí programu, který řídí nějakou technologii, nebo může komunikovat s jiným modelem ukrytým v jiné komponentě také vytvořené podle standardu FMI. Tento standard funkčního maketového rozhraní doširoka otevírá dveře praktickému využití simulačních modelů v mnoha oborech.

A obdobně, jako webové standardy podnítily současný rozkvět webových technologií tak i nové modelovací standardy přispívají k rozvoji simulací.

Pro tvorbu webových simulátorů jsou jak modelovací tak i webové standardy klíčové.

5 Technologie Bodylight.js

Na otevřených webových a modelovacích standardech je založena naše nová technologie tvorby webových simulátorů, kterou jsme nazvali Bodylight.js [29–31] (<https://bodylight.phys-iome.cz/>).

Interaktivní animovanou grafiku vytváříme v JavaScriptu a HTML 5. Vytvářet takové grafické aplikace např. umožňuje program Animate od firmy Adobe (obr. 16). Model vytváříme v jazyce Modelica, přeložíme ho do jazyka C podle standardu FMI - výsledkem je funkční maketová jednotka (C-FMU), kterou transpilujeme do JavaScriptu a WebAssembly. Pro interaktivní vývoj webové aplikace jsme vytvořili nástroj BodyLight Composer v němž propojíme model s grafikou a dalšími ovládacími a vizuálními prvky a vytvoříme tak vizuální tvář celé aplikace.

Bodylight Composer nám umožní vygenerovat webovou simulační aplikaci sestávající z HTML5, JavaScriptu a webAssembly, kterou mohou spouštět všechny moderní internetové prohlížeče (v počítači, v tabletu či v chytrém telefonu) v různých operačních systémech. Výsledná aplikace běží (včetně grafiky a simulačních numerických výpočtů) přímo ve webovém prohlížeči - proto hovoříme o in-browser simulátoru. Vygenerovaná aplikace nevyžaduje trvalé připojení k internetu.

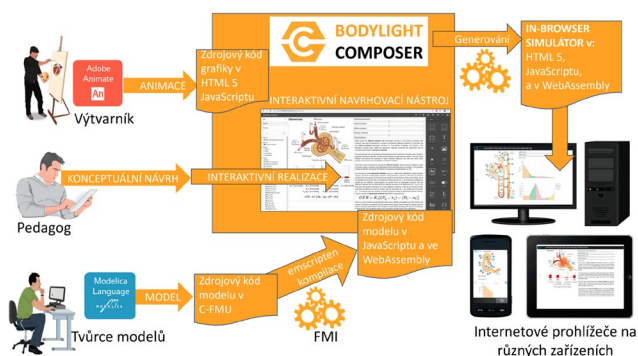
Určitým problémem je to, že při tvorbě aplikace jsme do určité míry omezení nabídkou komponent (grafů, tlačítek, posuvníků...), které nabízí Bodylight Composer, který byl vytvořen v prostředí frameworku React. Pokud chceme vytvořit novou komponentu, která není v nabídce, musíme ji buď vytvořit jako interaktivní grafický obrázek (v HTML 5 a Javascriptu) nebo ji v Reactu doprogramovat.

Nejsme ale omezeni jen na Bodylight Composer.

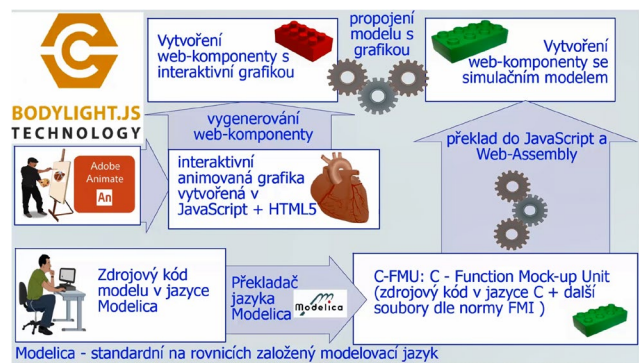
Abychom umožnili větší flexibilitu při vytváření webových simulačních aplikací, rozšířili jsme naši technologii o tvorbu standardních webových komponent.

Jak model, tak i webová interaktivní grafika jsou pak realizovány dle standardu webových komponent (obr. 17).

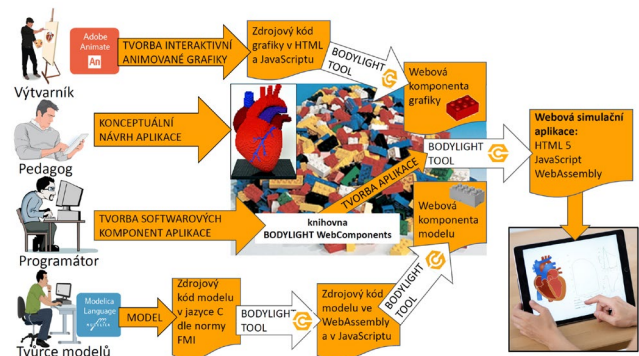
Vytvořili jsme knihovnu "Bodylight.js components", která obsahuje širokou, stále se rozšiřující nabídku standardizovaných webových komponent (obr. 18).



Obrázek 16 – Naše technologie tvorby webových simulátorů, kterou jsme nazvali "Bodylight.js" je založena na využití webových a modelovacích standardů. Pro vývoj aplikace v naší nové technologii tvorby webových simulátorů jsme vytvořili interaktivní vývojový nástroj Bodylight Composer. Výtvarník do tohoto nástroje umístí grafické komponenty ve formě HTML5 a zdrojového kódu v jazyce JavaScript. Model původně vytvořený v jazyce Modelica a přeložený do jazyka C ve formě tzv. jednotek C-FMU převedeme (emscripten kompilací) do JavaScriptu a WebAssembly. V nástroji Bodylight Composer navrhne vizuální tvář aplikace a propojení grafiky s proměnnými modelu. Nástroj nám umožní vygenerovat simulátor jako webovou aplikaci sestávající z HTML5 a zdrojových kódů v jazyce JavaScript a WebAssembly. Tuto aplikaci pak mohou přehrávat všechny moderní webové prohlížeče. Grafika i simulační výpočty probíhají uvnitř internetového prohlížeče (proto hovoříme o in-browser simulačních výpočtech). Výsledná aplikace je proto spustitelná v internetovém prohlížeči na jakýchkoli zařízeních a operačních systémech a nevyžaduje trvalé připojení k internetu.



Obrázek 17 – Interaktivní nástroj Bodylight Composer byl naprogramován ve frameworku React. Umožňuje interaktivně sestavovat webovou stránku propojováním simulačních modelů, grafických objektů a předpřipravených komponent (grafů, tlačítek, posuvníků aj.). Pokud chceme rozšířit nabídku komponent v nástroji Bodylight Composer, musíme příslušnou komponentu do nástroje Bodylight Composer v Reactu doprogramovat. Abychom toto omezení obešli, a umožnili větší flexibilitu vytváření webových simulačních aplikací, rozšířili jsme naši technologii o tvorbu standardizovaných webových komponent obsahujících grafiku a simulační modely. Webovou komponentu grafiky můžeme propojovat s webovou komponentou modelu a vytvářet tak animovanou grafiku jako grafickou loutku, řízenou modelem. Standardizované webové komponenty můžeme využívat ve webových aplikacích bez vazby na konkrétní vývojový framework.



Obrázek 18 – Součástí naší technologie Bodylight.js je neustále se rozšiřující knihovna standardizovaných webových komponent "Bodylight.js web components". Na základě konceptuálního návrhu pedagoga výtvarník vytváří prvky interaktivní animované grafiky a tvůrce modelů vytváří příslušný model v jazyce Modelica. S využitím naší knihovny webových komponent pak vytváříme webovou simulační aplikaci ve formě HTML, jazyce JavaScript a webAssembly, která je pak spustitelná v internetových prohlížečích na různých zařízeních a platformách v různých operačních systémech.

Těmito tzv. vlastními elementy (custom elements) lze obohatit HTML stránku, nebo WIKI zdroj (třeba Wiki skripta) o prvky, které webový simulátor vybaví numerickým řešičem modelu, propojí proměnné modelu s animací, propojí grafy s proměnnými modelu, napojí tlačítka a posuvníky a další prvky s měnitelnými parametry modelu aj.

Využití knihovny vlastních webových komponent pak snižuje závislost aplikace na cizích knihovnách a frameworkích. Tvůrce webového simulátoru pak může použít plnou vizualizační sílu HTML a CSS bez nutnosti navázání na další framework, nebo, naopak může využít jakýkoliv svůj oblíbený framework nebo knihovnu.

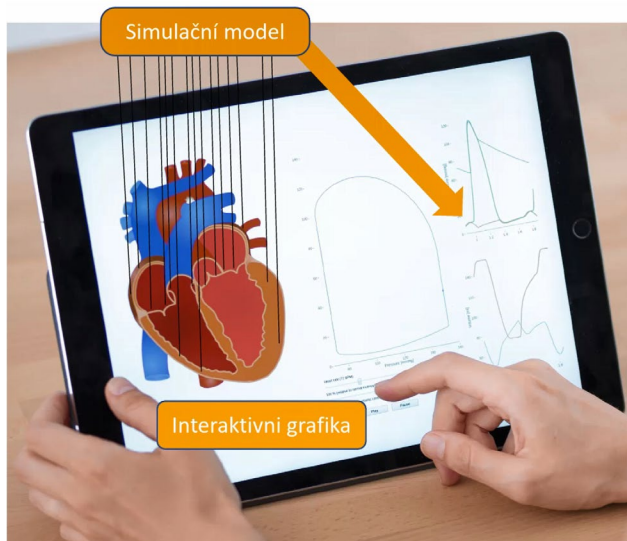
Pro tvorbu standardizovaných webových komponent dnes existují frameworky - např. Aurelia (<https://aurelia.io>) nebo Vue (<https://vuejs.org>) - což dává velkou flexibilitu pro doplnění naší knihovny vlastních webových komponent podle požadavků na aplikaci.

6 ZÁVĚR

Naše technologie umožňuje vytvářet nový typ elektronických učebnic, spustitelných na jakémkoliv zařízení s internetovým prohlížečem, propojujících hypertext, multimedia, simulační modely a interaktivní grafiku řízenou modelem na pozadí (obr. 19).

Taková učebnice by pak byla skutečná škola hrou pro 21. století, která pomocí simulačních her může pomoci studentům pochopit složité dynamické souvislosti současného světa.

Technologie je ale jen předpoklad - podstatný je didaktický obsah, který nový druh elektronických učebnic může učinit skutečností.



Obrázek 19 – Naše nová technologie umožňuje vytvářet výukové simulační aplikace, spustitelné v internetovém prohlížeči, které obsahují interaktivní grafiku, řízenou modelem na pozadí (jako jakýsi modelem řízené loutky). Vše může být provázáno hypertextem, multimediálními doplňky (zvuk, video) a vytvářet tak elektronické učebnice zcela nového typu.

Literatura

- [1.] Kofránek J. Modelování acidobazické rovnováhy krve, (Modeling of blood acid-base). *Dissertation Thesis CSc.* (Ph.D.), Faculty on general Medicine, Charles University. 1980.
- [2.] Kofránek J, Munclinger M, Šerf B, Fusek M, Kautzner J, Duchác V, et al. Evaluation of Cardiorespiratory Functions during Heart Catheterisation through Simulation Model Identification. *Advances in Biomedical Measurement*. Springer, Boston, MA; 1988. pp. 311–319.
- [3.] Guyton AC, Coleman TG, Granger HJ. Circulation: overall regulation. *Annu Rev Physiol*. 1972;34: 13–46.
- [4.] Coleman TG, Summers RL. Using mathematical models to better understand integrative physiology. *J Physiol Biochem*. 1997;53: 45–46.
- [5.] Ikeda N, Marumo F, Shirataka M, Sato T. A model of overall regulation of body fluids. *Ann Biomed Eng*. 1979;7: 135–166.
- [6.] Amosov NM, Palec BL, Agapov BT, Jermakova II, Ljabach EG, Packina SA, et al. Theoretical research of physiological systems: matematical modeling (in Russian). Naukova Dumka; 1977.
- [7.] Coleman TG, Randall JE. HUMAN. A comprehensive physiological model. *Physiologist*. 1983;26: 15–21.
- [8.] Kofránek J, Rusz J, Matoušek S. Guytons diagram brought to life-from graphic chart to simulation model for teaching physiology. *Technical Computing Prague 2007*. dsp.vscht.cz; 2007. pp. 978–980.
- [9.] Fontcave-Jallon J, Thomas SR. Implementation of a model of bodily fluids regulation. *Acta Biotheor*. 2015;63: 269–282.
- [10.] Kofránek J, Kripner T, Andrlík M, Mašek J. Creative connection between multimedia, simulation and software development tools in the design and development of biomedical educational simulators. *Proceedings of Simulation Interoperability Workshop, Orlando 2003, Position papers, Volume II*. SISO Inc.; 2003. pp. 677–687.
- [11.] Kofránek J, Vu LDA, Snaselova H, Kerekes R, Velan T. GOLEM-multi-media simulator for medical education. *Stud Health Technol Inform*. 2001; 1042–1046.
- [12.] Kofránek J, Andrlík M, Kripner T, Mašek J, Velan T. Simulation chips for GOLEM - multimedia simulator of physiological functions. *Simulation in Health and Medical Sciences. Society for Computer Simulation International, Simulation Councils, San Diego*; 2002. pp. 159–163.
- [13.] Hester R, Brown A, Husband L, Iliescu R. HumMod: a modeling environment for the simulation of integrative human physiology. *Frontiers in Physiology*. 2011. Available: <http://journal.frontiersin.org/article/10.3389/fphys.2011.00012>
- [14.] Lerant AA, Hester RL, Coleman TG, Phillips WJ, Orledge JD, Murray WB. Preventing and Treating Hypoxia: Using a Physiology Simulator to Demonstrate the Value of Pre-Oxygenation and the Futility of Hyperventilation. *Int J Med Sci*. 2015;12: 625–632.
- [15.] Pruett WA, Clemmer JS, Hester RL. Validation of an integrative mathematical model of dehydration and rehydration in virtual humans. *Physiol Rep*. 2016;4: 1–20.
- [16.] Sims CR 3rd, Delima LR, Calimaran A, Hester R, Pruett WA. Validating the Physiologic Model HumMod as a Substitute for Clinical Trials Involving Acute Normovolemic Hemodilution. *Anesth Analg*. 2018;126: 93–101.
- [17.] Hester RL, Pruett W, Clemmer J, Ruckdeschel A. Simulation of integrative physiology for medical education. *Morphologie*. 2019. doi:10.1016/j.morpho.2019.09.004
- [18.] Kofranek J, Matejak M, Privitzer P. Hummod-large scale physiological models in modelica. *Proceedings of the 8th International Modelica Conference*; March 20th-22nd; Technical Univeristy; Dresden; Germany. Linköping University Electronic Press; 2011. pp. 713–724.
- [19.] Kofránek J, Matejác M, Privitzer P, Tribula M, Kulhánek T, Šilar J, et al. HumMod-Golem Edition: large scale model of integrative physiology for virtual patient simulators. *Proceedings of the International Conference on Modeling, Simulation and Visualization Methods (MSV). The Steering Committee of The World Congress in Computer Science, Computer Engineering and Applied Computing (WorldComp)*; 2013. p. 1.
- [20.] Matejác M, Kofránek J. Physiomodel - an integrative physiology in Modelica. 2015 37th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC). 2015. pp. 1464–1467.
- [21.] Matejác M. Formalization of Integrative Physiology. Charles University in Prague. Kofránek J, editor. Ph.D., Charles University. 2015. Available: <https://github.com/MarekMatejak/dissertation/blob/master/thesis.pdf>
- [22.] Kofránek J, Kulhánek T, Matejác M, Ježek F, Šilar J. Integrative physiology in Modelica. *Proceedings of the 12th International Modelica Conference, Prague, Czech Republic, May 15-17, 2017*. Linköping University Electronic Press; 2017. pp. 589–603.
- [23.] Matejác M, Kulhánek T, Šilar J, Privitzer P, Ježek F, Kofránek J. Physioblibrary-Modelica library for physiology. *Proceedings of the 10th International Modelica Conference*; March 10-12; 2014; Lund; Sweden. Linköping University Electronic Press; 2014. pp. 499–505.
- [24.] Matejác M, Ježek F, Tribula M, Kofránek J. Physioblibrary 2.3-An Intuitive Tool for Integrative Physiology. *IFAC-PapersOnLine*. 2015;48: 699–700.
- [25.] Matejak M, Tribula M, Ježek F, Kofranek J. Free Modelica Library for Chemical and Electrochemical Processes. *Proceedings of the 11th International Modelica Conference, Versailles, France, September 21-23, 2015*. Linköping University Electronic Press; 2015. pp. 359–366.
- [26.] Kofranek J, Matousek S, Rusz J, Stodulka P, Privitzer P, Matejak M, et al. The Atlas of Physiology and Pathophysiology: Web-based multimedia enabled interactive simulations. *Comput Methods Programs Biomed*. 2011;104: 143–153.

Jiří Kofránek, Tomáš Kulhánek

- [27.] Kofránek J, Andrlík M, Kripner T, Mašek J, Stodůlka P. "Od umění k průmyslu" - propojení technologií při tvorbě lékařských výukových programů. *Medsoft*. 2003;15: 43–56.
- [28.] Stodůlka P, Privitzer P, Kofránek J, Mašek J. Nové postupy v tvorbě simulátorů-inteligentní propojení Matlabu a Simulinku s platformou .NET a tvorba stavových automatů řídicích výslednou aplikaci. *Medsoft*. 2006;18: 177–184.
- [29.] Polák D, Ježek F, Šilar J, Kofránek J. Technologie tvorby webových simulátorů. *MEDSOFT*. 2019;31: 122–139.
- [30.] Šilar J, Polák D, Mládek A, Ježek F, Kurtz TW, DiCarlo SE, et al. Development of In-Browser Simulators for Medical Education: Introduction of a Novel Software Toolchain. *J Med Internet Res*. 2019;21: e14160.
- [31.] Kofránek J, Kulhánek T, Mateják M, Ježek F, Šilar J, Mládek A, et al. Schola Ludus for the 21st century: simulators in the Internet browser. *FASEB J*. 2020;34: 1–1.

Poděkování

Tato práce vznikla za přispění grantů MPO Trio FV20628 Lékařský тренаžér a MPO Trio FV30195 Robotické mechanotronické тренаžéry s rozšířenou realitou pro lékařskou výuku.

Kontakt

doc. MUDr. Jiří Kofránek, CSc.

Oddělení biokybernetiky

Ústav patologické fyziologie 1. LF UK

e-mail: kofranek@gmail.com

tel: +420 777 68 68 68

Mgr. Tomáš Kulhánek, Ph.D.

Oddělení biokybernetiky

Ústav patologické fyziologie 1. LF UK

e-mail: tmkulhanek@gmail.com

tel: +420 775 178 931

NÁRODNÍ ZDRAVOTNICKÝ INFORMAČNÍ PORTÁL: ZHODNOCENÍ PILOTNÍHO PROVOZU

Martina Bakešová, Vojtěch Bulhart, Miloš Hejny,
Martin Komenda

Anotace

Národní zdravotnický informační portál (NZIP) byl spuštěn v červenci 2020 s ambicí poskytnout laické veřejnosti zcela nový garantovaný zdroj informací z různých oblastí českého zdravotnictví. Obsah publikovaný na NZIP je připravovaný předními odborníky a je zveřejňován pod záštitou Ministerstva zdravotnictví České republiky ve spolupráci s Českou lékařskou společností Jana Evangelisty Purkyně, Státním zdravotním ústavem a Ústavem zdravotnických informací a statistiky České republiky. Portál se postupně začal stávat místem s ověřenými informacemi, které občany dlouhodobě zajímají. Hlavním cílem celého projektu je srozumitelnou formou předat informace o nemocech, prevenci a vzdělávat veřejnost v oblasti zdraví. Nedílnou součástí portálu je i mapa zdravotní péče, kde lze vyhledat nejbližšího poskytovatele a usnadnit tak propojení lidí se zdravotním problémem s jejich lékařem/specialistou. Příspěvek kriticky hodnotí rok provozu pilotní verze portálu, představuje nové kategorie a témata, stručně dokumentuje klíčové funkcionality a popisuje souhrnné výsledky analýzy chování uživatelů včetně dopadu na další rozvoj. Nechybí ani komunikační a marketingová strategie, která vznikla i přes komplikované období zasažené epidemií COVID-19. V rámci sdělení bude představen také další plán po vývoje i obsahové stránce.

Klíčová slova

NZIP, webový portál, zdravotnictví, garantovaná informace

1 Úvod

Národní zdravotnický informační portál (NZIP) byl spuštěn 23. července 2020, kdy se konala tisková konference ve spolupráci s Ministerstvem zdravotnictví ČR. V době spuštění obsahoval NZIP 756 článků a 63 externích zdrojů. Portál se postupně začal stávat místem s garantovanými informacemi, které občany této

republiky tíží. Hlavním cílem portálu nikdy nebylo a nebude podporovat samoléčbu, ale srozumitelnými články předat informace o nemocech, prevenci a vzdělávat veřejnost v oblasti zdraví. Unikátní funkcionalitou je také mapa zdravotní péče, kde je možné snadno vyhledat nejbližšího poskytovatele a usnadnit tak propojení lidí s problémem s jejich lékařem.

2 Zhodnocení aktuálního stavu NZIP

2.1 Personální zázemí

Veškeré personální kapacity a technické nároky, které jsou potřebné pro návrh, vývoj, testování a implementaci technického řešení, jsou zajišťovány ÚZIS ČR. Základem je vývojový tým složený ze systémových analytiků, grafiků, webových designérů, databázových specialistů, vývojářů webových aplikací, testerů a redaktorů. Koordinace a management celého projektu probíhá pod vedením Vědecké a řídicí rady NZIP, která zastřešuje a po odborné stránce garantuje zveřejňovaný obsah. Rada je složena ze zástupců MZ ČR, vedení České lékařské společnosti Jana Evangelisty Purkyně, Státního zdravotního ústavu a ÚZIS ČR. Samotná příprava a následná publikace příspěvků na portálu je v režii odborných redaktorů a editorů (zajistí technický převod dodaného obsahu do online podoby a nastaví potřebné atributy pro zveřejnění), kteří přímo podléhají zmíněné radě.

2.2 Přehled dostupného obsahu

V souladu s plánem projektu NZIP začala probíhat ihned od jeho zahájení intenzivní práce na tvorbě odborného obsahu, přístupného svou formou a rozsahem široké veřejnosti. Na této práci se podílí celá řada špičkových odborníků v oblasti zdravotnictví v rámci resortu, zástupců ze Státního zdravotního ústavu a České lékařské společnosti Jana Evangelisty Purkyně, která zahrnuje jednotlivé odborné lékařské společnosti a externí experty. Obsah je rozdělen do odborných textů neboli článků a externích doporučených zdrojů, které prostřednictvím krátké anotace odkazují na prověřené webové portály. Odborným týmem je zpracovávána sada vybraných tematických kategorií, které jsou definované na základě požadavků Vědecké a řídicí rady. Ty popisují základní informace v rámci daných odborností, které jsou primárně určeny pro širokou laickou veřejnost v podobě mapy portálu nzip.cz (Obr. 1).

Mapa portálu nzip.cz (červenec 2021)		MINISTERSTVO ZDRAVOTNICTVÍ ČESKÉ REPUBLIKY		nzip.cz	
Prevence a zdravý životní styl	Informace o nemocech	Životní situace	Služby	Informační servis	
Alkoholické nápoje	Alergie	Často kladené dotazy	Brožury a formuláře	ALTIMED	
Bálení potravin a zdraví	COVID-19	Děrovství	eHealth	Mapa místní dostupnosti zdravotní péče	
Hračky a zdraví	Dětské nemoci	Domácí násilí	Kvízy, e-kurzy a videa	Odborné společnosti	
Kojení	Diabetes (cukrovka)	Důležité kontakty	Pokasí a životní prostředí	Pacientské organizace	
Obezita	Duševní onemocnění	Hygiena	Poradenství a pomoc	Práce se zdravotnickými informacemi	
Očkování (vakcinace)	Dýchací cesty a plíce	Kvalita a bezpečí poskytovaných zdravotních služeb	Průvodce zdravotním systémem	RANKMED	
Odpočiněk, relaxace a sport	HIV	Léčivé přípravky a zdravotnické prostředky	Rejstřík pgmů (přímá prevence, ...)	Specializované weby, informační systémy	
Podpora zdraví	Infekční nemoci	Legislativa a užitečné dokumenty	Říšková a horké linky	Vzdělávání, literatura	
Pohybová aktivita	Kosti, klouby, svaly, šlachy	Management rizikového chování	Znalostní interaktivní kvízy	Zdravotnická zařízení	
Prevence kardiovaskulárních onemocnění	Krev	Mobilita pacienta		Zdravotnický systém	
Preventivní prohlídky	Krk, nos a uši	Nemocnice			
Rodiče a děti	Kůže, vlasy a nehty	Nevyléčitelná onemocnění			
Screening	Ledviny a močový měchýř	Péče v posledním stadiu života			
Sexuální zdraví	Metabolismus a hormony	Pečující osoby			
Spotřebitelské výrobky a zdraví	Mozek a nervy	Pracovní neschopnost			
Těhotenství a porod	Nádorová onemocnění	Práva pacienta			
Výrobky pro děti do tří let	Nemoci z povolání	Rady pacientům			
Výživa nemocných	Nouzové situace a první pomoc	Registrující lékař			
Výživa zdravé populace	Oči	Sociální zabezpečení			
Zaměstnaní a nemoci	Orální medicína	Stárnutí a stáří			
Závislostí a další návykové látky	Pohlavní orgány a hormony	Symptom checker			
Životní prostředí a zdraví	Postižení svalů a kostí	Vrozené srdeční vady			
	Respirační systém a plíce	Výchovné problémy			
	Srdce, oběh a cévy	Zdraví cizinců			
	Trávicí ústrojí	Zdravotní postižení			
	Úrazy, otravy, popáleniny	Zdravotní pojištění			
	Ústa a zuby	Zvláštní druhy zdravotních služeb			
	Ušní, nosní a krční (ORL)	Život zachraňující informace			
	Vzácná onemocnění (4)				
	Zranění a popáleniny				
Legenda	Externí zdroje	V přípravě	Dokončuje se	Specializované moduly	

Obrázek 1 – Mapa portálu NZIP

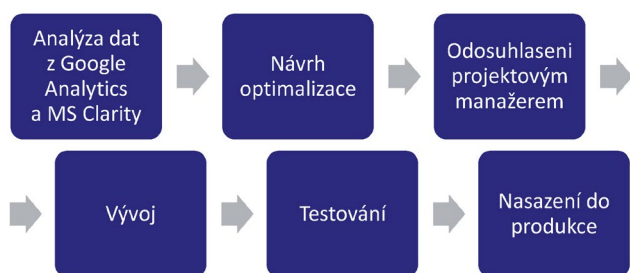
NZIP obsahuje také jistou formu medicínského slovníku v podobě portálového rejstříku, který je provázán s publikovaným obsahem v rámci jednotlivých článků/externích zdrojů a usnadňuje uživatelskou orientaci a pochopení akcentovaných témat. V dalších etapách rozvoje portálu budou rejstříkové pojmy nadále doplňovány ve spolupráci s odborníky tak, aby byl srozumitelný pro laickou veřejnost. Přehledový souhrn dostupného obsahu na NZIP (červenec 2021):

- 1 070 publikovaných článků
- 270 externích zdrojů
- 39 395 poskytovatelů zdravotní péče
- 2 734 rejstříkových pojmů

V rámci indexace a publikace externích doporučených zdrojů, byly v jednotlivých kategoriích a zpracovaných článcích umístěny odkazy na doporučené weby. Nejčastěji se jedná o weby pacientských organizací podle daného typu problematiky (90), odkazy na zdravotnická zařízení, doporučenou literaturu a odborné společnosti. Aktuálně se jedná o 146 doporučených odborných odkazů a webů. Nedílnou součástí NZIP byl také vznik pravidel pro objektivní hodnocení publikovaného obsahu tak, aby byla v maximální možné míře zajištěna kvalita a odborná hodnota všech interních i externích publikovaných příspěvků. Základem je odborná a laická recenze, která umožní odhalit případné nedostatky z obsahového a jazykového hlediska před zveřejněním. Nastavení dlouhodobých redakčních a garančních procesů je pravidelně konzultováno s Vědeckou a řídicí radou v souladu s novými požadavky samotných autorů, garantů a recenzentů. Realizační tým NZIP nyní nadále pokračuje na obsahovém plnění portálu dle stanoveného publikačního plánu za účelem naplnění stanovených kategorií.

2.3 Analýza chování uživatelů

Pro sledování chování uživatelů a následnou analýzu jsou na portálu nasazeny dvě služby – Google Analytics a Microsoft Clarity. Kombinací dat těchto služeb získáváme dobrý přehled o tom, jak se uživatelé při své návštěvě portálu pohybují. Analýza z těchto dat se dále promítá do vývojového plánu a následné implementace nových prvků a funkcionalit pro zlepšení uživatelské přívětivosti z pohledu návštěvníků (Obr. 2).



Obrázek 2 – Proces optimalizace webu

2.3.1 Google Analytics

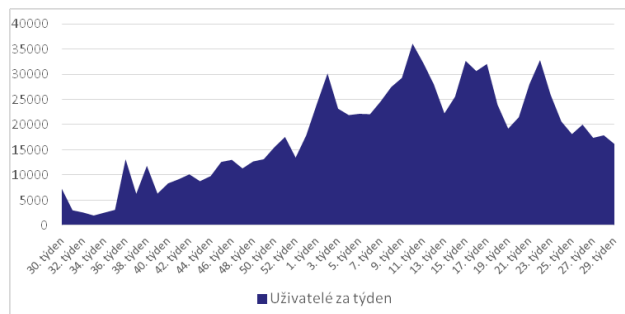
Základní přehled dat z monitorovacích nástrojů za období 23. 7. 2020 až 23. 7. 2021:

- 861 420 – počet uživatelů
- 1 071 477 – návštěv
- 1 790 330 – zobrazení stránek
- 00:01:51 – průměrná doba návštěvy
- 33,91 % – míra okamžitého opuštění

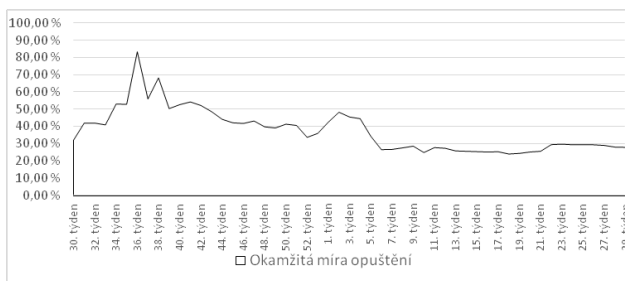
Z dat, která od spuštění portálu sbíráme, vidíme kontinuální růstový trend v počtu uživatelů, kteří NZIP navštívili (Graf 1). Na

druhou stranu pozorujeme klesající trend v míře okamžitého opuštění, kdy uživatel na stránku NZIP přijde a bez následné interakce portál opustí, tedy zavře okno prohlížeče (Graf 2).

Z dat můžeme vyvodit, že klíčovým cílem pro NZIP je důležité vyvolat v uživatelských důvěru pomocí kvalitně a přehledně zpracované informace s garancí správnosti. Vracející se návštěvníci v průměru navštíví více stránek a zůstane na portálu déle (Tab. 1).



Graf 1 – Návštěvnost uživatelů na portálu nzip.cz (30. týden 2020 – 29. týden 2021)

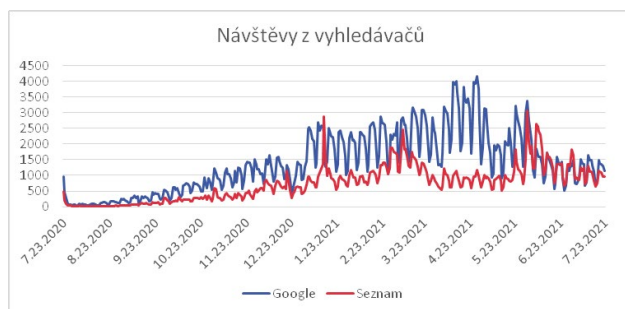


Graf 2 – Okamžitá míra opuštění portálu nzip.cz (30. týden 2020 – 29. týden 2021)

	Nový uživatel	Vracející se uživatel
Počet uživatelů	87,80%	12,20%
Navštívených stránek	1,57	1,82
Průměrná délka návštěvy	0:01:39	0:02:21

Tabulka 1 – Porovnání nových a vracejících se uživatelů portálu nzip.cz

Při vývoji platformy byl kladen velký důraz na správné technické řešení pro podporu indexace ve vyhledávacích, které v kombinaci s unikátně tvořeným obsahem od autorů je promítnut v stoupající trend návštěv z jednotlivých vyhledávačů (Graf 3).



Graf 3 – Vývoj počtu návštěv portálu nzip.cz z vyhledávačů Google a Seznam (30. týden 2020 – 29. týden 2021)

Díky správné indexaci ve vyhledávači Google se ve výsledcích na zadané dotazy drží NZIP průměrně na 9,4 pozici (první stránka výsledků na danou slovní frázi), kde jsme zaznamenali téměř 30 mil. zobrazení ve výsledcích hledání a přes 1,2 mil. prokliků na webové stránky. Dlouhodobá míra prokliku na web se drží okolo 4,2 %. Na určitá klíčová slova se podařilo portálu dostat i na první místo a mezi tzv. "Google Knowledge Graph Search", které pomáhají portálu získat nové návštěvníky (Obr. 3).

Avšak, dobrá indexace nemusí vždy zaručit uspokojení potřeb uživatelů. Dobrým příkladem může být prudký nárůst na přelomu května a června 2021, kdy počet návštěv ze stránky seznam.cz na NZIP byl téměř stejný jako z konkurenčního vyhledávače Google. Z dat lze vyčíst, že nejnavštěvovanější stránkou na portálu v době prudkého nárůstu byl doporučený zdroj Očkovací portál občana, na který se uživatelé dostali po zadání klíčového slova „očkovací portál občana“. Zdánilivě výborná indexace však přinesla i negativní stránku. Uživatelé, kteří měli předchozí špatnou zkušenost s vygenerováním očkovacího certifikátu na oficiálním webu nebo nějaký jiný problém týkající se certifikátu, se začali přes kontaktní formulář na portálu NZIP obracet s žádostí o pomoc. Jelikož portál neslouží jako technická podpora nebo poradna Ministerstva zdravotnictví nebo samotného očkovacího portálu, ale zpracovává a publikuje vybraná zdravotnická témata, nebyl uživateli v tuto chvíli portál platný a neuspokojil jejich potřeby. Tito uživatelé byli přeměrováni na odpovídající osoby či weby zabývající se touto tematikou. To se v budoucnu může negativně promítnout do návštěvnosti, jelikož uživatelé si mohou NZIP spojit s jejich negativním zážitkem.

2.3.2 Microsoft Clarity

Analytická platforma Microsoft Clarity od společnosti Microsoft má za cíl pomoci optimalizovat prostředí webové stránky, tak aby průchod webem byl pro návštěvníka co nejjednodušší. Anonymizované nahrání obrazovky a míst, kam se návštěvník myší pohybuje a kliká, umožňuje UX designérům připravit optimalizaci jednotlivých komponent. Hlavní parametry, které využíváme pro optimalizaci komponent, jsou „Dead clicks“ (místa, kde návštěvník kliká, ale stránka na ně nijak nereaguje) a „Rage clicks“ (velká frekvence kliku návštěvníka v malé oblasti webové stránky). Tyto parametry nám umožní se v kombinaci

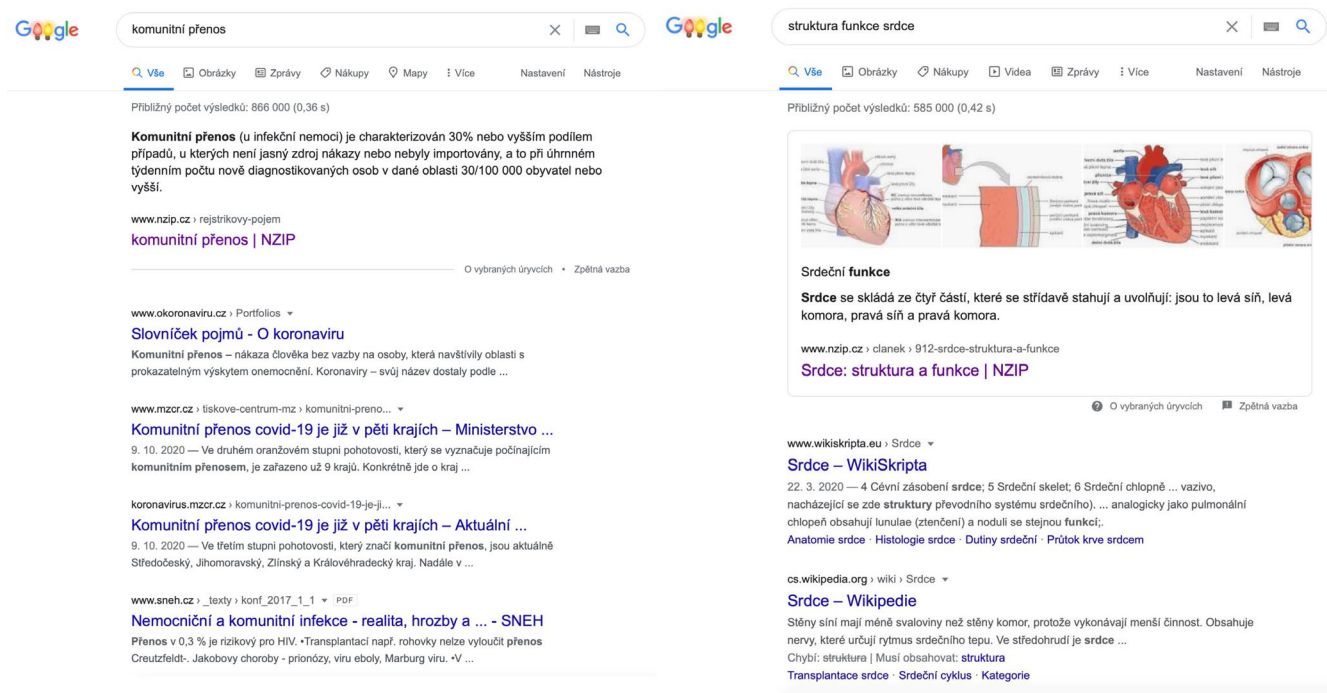
s vygenerovanou „Heat mapou“ zaměřit na části webu (Obr. 4), které mohou našemu návštěvníkovi znepríjemnit průchod webem a v nejhorším případě v něm zanechat ve spojení s NZIP negativní zážitek a jeho budoucí neochotu vůbec na NZIP znovu přijít.



Obrázek 4 – Heat mapa domovské stránky portálu nzip.cz

2.4 Komunikační strategie

Nedílnou součástí webové prezentace je i komunikační strategie, která má za primární cíl zvýšit povědomí o značce NZIP a vybudovat v návštěvních portálu spojení, že NZIP je důvěryhodný zdroj z oblasti zdravotnického systému, zdravotního životního stylu a prevence. Motivací je uživatele informovat články, které zpracovávají odborníci na danou problematiku a vzdělávat v oblasti zdravotnické gramotnosti, ve které není dle průzkumů česká populace v rámci Evropské unie premiantem. V současné době jsou hlavními komunikačními nástroji NZIP sociální sítě Facebook (<https://www.facebook.com/nzip.cz>) a Instagram (<https://www.instagram.com/nzip.cz>)



Obrázek 3 – Google Knowledge Graph výsledek

[ps://www.instagram.com/nzip.cz](https://www.instagram.com/nzip.cz)), kde je snaha o informování o nových článcích a aktuálních tématech. Další rozvoj komunikační strategie je aktuálně zpracováván ve spolupráci s interním týmem projektu NZIP a kreativní marketingovou agenturou.

2.5 Souhrn nových funkcionalit

V reakci na kontinuální sběr nových požadavků, zpětnou vazbu od uživatelů, interní i externí testování a samotné rozšiřování nových funkcí se NZIP neustále rozvíjí. Ty zásadní moduly a funkce jsou přehledově popsány v následujících kapitolách.

2.5.1 NZIP Hry

NZIP hry jsou interaktivní formou testování znalostí z oblasti zdravotnictví. Uživatel prochází postupně obrazovky s popisem konkrétní situace, která je doplněna o obrázky či videa, a dle svých znalostí se rozhoduje pro výběr jedné z nabízených odpovědí. Každá odpověď přitom vede na jinou situaci, takže scénář hry není uživateli dopředu známý a závisí na individuálním průchodu hrou. Hry jsou vytvářeny přímo v administračním rozhraní postupným provazováním jednotlivých obrazovek. Každý uzel má kromě odpovědi a popisné části také definovanou optimální dobu odpovědi, která se projevuje v následném vyhodnocení. V koncovém uzlu, který již neobsahuje žádné odpovědi, je hráči poskytnuta zpětná vazba. Výsledné pořadí se uživatel dozví na základě skóre, které zohledňuje váhy jednotlivých odpovědí a taktéž čas potřebný pro volbu jednotlivých odpovědí. Uživatelé (hráči) neprocházejí žádnou registrací, je tedy anonymní. I přesto je třeba nějakým způsobem hráče identifikovat, především kvůli následné analýze chování hráčů a uchování aktuálního stavu dané hry. K autentizaci je využitý token předávaný klientem při každém požadavku. Ten je zapsán jako identifikátor u každé akce v NZIP, na základě něhož jsou kontrolovány povolené akce.

2.5.2 Odhalování odkazů na neexistující zdroje

Odkazů na externí zdroje se na portálu vyskytují tisíce, ať už v článcích, doporučených zdrojích, popisech kategorií, popisech rejstříkových pojmů či u statických stránek. Neaktivních odkazů v takovémto počtu již nebylo možné spolehlivě odhalovat, a proto bylo nutné přijít s automatizovaným řešením. Periodicky spouštěný crawler (specializovaný webový robot) najde všechny odkazy, které se na portále vyskytují a prověří jejich dostupnost. Na každou adresu je zaslán požadavek pomocí knihovny cURL a následně se vyhodnotí pouze kód odpovědi. Seznam nefunkčních odkazů je společně s konkrétním místem výskytu nakonec zaslán správčům obsahu, kteří mohou odkaz modifikovat.

2.5.3 Alternativní formy v rejstříkových pojmech

Ke každému rejstříkovému pojmu je nově možné přiřadit jeho alternativní formy. Jde nejčastěji o vyskloňovanou variantu či o zkratku daného pojmu. Tyto varianty odkazují na tentýž pojem a sdílí tedy i stejný popis. Každý pojem by měl však být zvýrazněn nanejvýš jednou, a to v jakémkoliv variantě. Protože je zapotřebí klíčová slova průběžně modifikovat a přidávat, bylo nutné provádět jejich vyhledávání v textu nejen při editaci či vzniku konkrétního článku, ale zaručit jejich aktualizaci napříč všemi příspěvky. Zvýraznění pojmů je totiž před-uložené, aby se docílilo maximální rychlosti načtení daného příspěvku. Přegenerování obsahu probíhá jednou týdně, což je tedy maximální interval, kdy se nový rejstříkový pojem ve starším článku ještě neobjeví.

2.5.4 Interní kategorizace poskytovatelů zdravotní péče

V rámci uživatelského testování bylo často zmiňováno, že by kategorizace poskytovatelů měla probíhat především dle problému, který chce daný uživatel řešit, a nikoliv dle lékařského oboru. Uživatel totiž dopředu nemusí ani tušit, jakého konkrétního oboru se jeho problém týká. Každý obor byl tedy stromovou strukturou přiřazen k určité nadřazené kategorii problémů, která mohla ještě odkazovat na jinou rodičovskou kategorii. Při importu poskytovatelů z NRPZS je tedy každý subjekt rovnou přiřazen do kýžené podkategorie. Při tomto procesu byla navíc zavedena validace poskytovatelů, neboť se v registru občas vyskytují poskytovatelé bez jména, přiřazené adresy či kontaktu. Takoví poskytovatelé jsou nyní automaticky reportováni správčům NRPZS.

2.5.5 Vylepšení morfologické analýzy vyhledávaných frází

Pomocí úpravy konfigurace nástroje Solr (platforma pro vyhledávání v textu) došlo k přesnějšímu vyhodnocení shody u vyhledávání. Byla definována slova, která nepodléhají standardnímu procesu stematizace (nalezení kořene slova) a jejich tvary byly přidány do slovníku synonym. Ten může obsahovat taktéž zkratky či alternativní varianty slov.

2.5.6 Uživatelská tvorba statických stránek

Kvůli častým potřebám úprav statických stránek byla vytvořena administrační sekce, kde je možné tento statický obsah obsluhovat pomocí WYSIWYG editoru. Krom samotné editace textu lze nastavit i unikátní URL, pod kterou bude obsah nově dostupný. Toho je využito i při tvorbě tzv. přesměrování stránek, které slouží pouze jako prostředník, který přesměruje dotaz na další zdroj. Toho lze využít při změnách umístění zdroje na portálu či pro tvorbu clean URL (srozumitelný a URL specifikaci dodržující textový řetězec).

2.5.7 Vylepšení SEO a analytiky webu

Metatagy (tagy neboli značky, které pomáhají vyhledávačům snáze identifikovat, co se na stránce nachází a co se na ní uživatelé mohou dozvědět) u článků a poskytovatelů byly rozšířeny tak, aby je bylo možné sdílet na sociálních sítích a byl zachován správný náhledový obrázek a popis. U čteně zobrazovaných zdrojů byla vytvořena AMP verze (technologie pro rychlé zobrazení stránek na mobilním zařízení) a přidán skript na strukturovanou indexaci pomocí Google Rich Data. Byl taktéž implementován systém MS Clarity pro detailní analýzu pohybu uživatele na portálu.

3 Diskuze

Na portálu nzip.cz kontinuálně pokračuje práce jednotlivých týmů, a to obsahově-odborného, analytického, publikačního, vývojového, metodického a administrativního. Činnost jednotlivých týmů a další rozvoj portálu nebyl výrazně omezen mimořádnými epidemiologickými opatřeními Ministerstva zdravotnictví České republiky. Za účelem naplnění stanovených cílů dochází k dalšímu doplňování portálu nzip.cz dle přípraveného publikačního plánu. Ve spolupráci s odbornou agenturou je vytvářena marketingová a komunikační strategie, která by měla pomoci dostat portál do povědomí širší veřejnosti. Její realizace je plánovaná na základě tematických balíčků v pravidelných periodách. Významnou částí portálu jsou také tzv. NZIP hry a jejich rozvoj, díky kterým očekáváme taktéž zvýšení publicity NZIP. V současnosti realizační tým vytváří také rozhraní pro

přehlednou prezentaci dat ve formátu otevřených sad s vazbou na centrální katalog otevřených dat ve zdravotnictví. S ohledem na stále trvající epidemiologickou situaci a priority MZ ČR, je primární pozornost zaměřena na přípravu otevřených datových sad o COVID-19. Aktuálně probíhá fáze přípravy dat a publikace otevřených datových souborů, které budou následně dostupné prostřednictvím portálu nzip.cz. Současně probíhají práce na přípravě sady vizualizačních komponent pro interaktivní zobrazení datových sad. Vývoj konkrétních částí, jejich testování a implementace prvků na portálovou platformu nzip.cz je komunikován v rámci pravidelných zasedání Vědecké a řídicí rady NZIP. Průběžné úpravy funkcionalit NZIP jsou prováděny také na základě specifických požadavků ze strany cílových skupin NZIP.

Kontakt**Ing. Martina Bakešová**e-mail: martina.bakesova@uzis.cz**Vojtěch Bulhart**e-mail: vojtech.bulhart@uzis.cz**Bc. Miloš Hejny**e-mail: milos.hejny@uzis.cz**RNDr. Martin Komenda, Ph.D.**

Kamenice 126/3, 625 00 Brno

tel.: +420 725 714 940

e-mail: martin.komenda@uzis.cz<https://uzis.cz/><https://nzip.cz/>

PŘÍPRAVA ČESKÉ VERZE 11. REVIZE MEZINÁRODNÍ KLASIFIKACE NEMOCÍ

Dana Krejčová, Miroslav Zvolský, Šárka Daňková

Anotace

Ústav zdravotnických informací a statistiky České republiky v rámci projektu Národního centra pro medicínské nomenklatury a klasifikace pracuje na procesu implementace MKN-11 do českého systému zdravotní péče. Z tohoto důvodu byla vytvořena Preimplementační analýza, která slouží jako informační základ pro rozhodování o zavedení MKN-11 v České republice, stanovení časového odhadu, plánování kapacit a zdrojů, vytvoření potřebných postupů atd. Ze zástupců klíčových institucí v procesu implementace byla sestavena meziresortní pracovní komise, která zajišťuje přenos informací od jednotlivých institucí, zajišťuje základní školení klíčových osob z jednotlivých institucí, identifikuje konkrétní potřeby jednotlivých institucí/agend pro přechod na MKN-11 a podniká kroky k její implementaci v praxi. Na překladu MKN-11 pracuje od léta 2020 interní 12členný tým a spolupracuje s odborníky z Ústavu dějin lékařství a cizích jazyků pro zajištění správné terminologie a jazykové konzistence. První fáze překladu probíhá s využitím platformy MKN-11 od Světové zdravotnické organizace (WHO) a její finalizace je naplánována na přelom let 2021 a 2022. Ve spolupráci s odborníky jmenovanými Českou lékařskou společností J. E. Purkyně probíhá validace a ověření přeložených kapitol české verze MKN-11 a v závěrečné fázi zároveň budou jednotlivé kapitoly přezkoumány dalšími institucemi, jako je Ministerstvo zdravotnictví České republiky a Český statistický úřad. Dokončení české verze MKN-11 a následných revizí je plánováno na rok 2022. Ze snahy o implementaci MKN-11 do ČR vyvstala také aktivita mezinárodní spolupráce s dalšími státy (Polsko, Slovensko) a užší spolupráce se samotným WHO.

Klíčová slova

mezinárodní klasifikace nemocí, překlad, MKN-11, implementace, medicínská terminologie

1 Úvod

Mezinárodní klasifikace nemocí (MKN) je systém klasifikace onemocnění, příznaků, příčin onemocnění a dalších stavů souvisejících se zdravím nebo kontaktem se zdravotními službami. Od roku 1994 je v České republice aktuálně platná česká verze 10. revize této klasifikace (MKN-10), jejíž příprava probíhala ve spolupráci s řadou odborníků. Přesto překlad a implementace nebyly zdaleka ideálně připraveny a realizovány i vzhledem k rozsahu a významu použití MKN-10, který v průběhu let narůstal. S některými nedostatky zavedení MKN-10 se v kódování zdravotní péče a sběru dat potýkáme dodnes.

MKN-10 se v ČR využívá v rámci řady registrů, datových systémů a statistik, jako např. zápis příčin smrti na Listu o prohlídce zemřelého, evidence poskytnuté zdravotní péče, vykazování do Národního zdravotnického informačního systému, vykazování pracovní neschopnosti a v dalších zdravotnických systémech, má tedy široké uplatnění. V současné době aktuální verze klasifikace nevyhovuje řadě požadavků jejího odborného využití. V zájmu zvýšení kvality a možnosti stávajících informačních systémů a sběrů dat ve zdravotnictví a v zájmu mezinárodní srovnatelnosti je žádoucí přejít v budoucnosti na 11. revizi MKN.

Na rozdíl od předchozích revizí, které byly vytvářeny jako informační produkt v knižní podobě, MKN-11 má formu informačního standardu skládajícího se z terminologické a definiční vrstvy a principů tvorby informační struktury – kódování klinické informace. Položky klasifikace jsou v MKN-11 daleko více doplněny klinickými textovými definicemi. Nyní zahrnuje přes 55 tisíc kódovaných položek ke kódování mortality a morbidity (Mortality and Morbidity Statistics, MMS), které jsou vybrány z rozsáhlé terminologické vrstvy tzv. Foundation obsahující více než 120 tisíc klinických termínů [1,2,3,4,5].

2 Nástroje WHO a struktura překládaných položek v MKN-11

V souvislosti se zaváděním MKN-11 připravila Světová zdravotnická organizace (WHO) řadu nástrojů a doprovodných materiálů k jejímu užívání, jako je např. „ICD-11 Browser“ (viz Obr. 1), který umožňuje uživateli procházet strukturu lineární

Obrázek 1 – Screenshot webové aplikace ICD-11 Browser pro vyhledávání termínů

zace ICD-11 MMS a nalézt pojmy vyhledáváním termínů, anatomických struktur či dalších prvků z MKN-11 v hierarchickém stromě klasifikace. Dalšími nástroji jsou „ICD-11 Coding Tool“ usnadňující proces kódování klinické informace prohledáváním obsahu MKN-11 na základě zadávaného termínu či nástroj pro trénování kódování „ICD-11 FIT“. V rámci dostupných nástrojů byla vytvořena také „Maintenance platform“, která umožňuje zobrazení základní terminologické vrstvy (Foundation), příspěvky a diskuse nad změnou obsahu a různé jazykové verze. Překlad termínů pro českou verzi probíhá v datovém modelu MKN-11. Ne každou součást datového modelu MKN-11 je však nutné překládat, některé pouze odkazují na jinou část datové struktury MKN-11 [6].

3 Překladové nástroje

Jako překladový nástroj pro přípravu české verze je používán nástroj vytvořený WHO přesně pro tyto účely. Jedná se o tzv. Multilingual Translation Tool, který je součástí webové aplikace ICD-11 Maintenance platform (viz Obr. 2). Umožňuje například navrzení překladu (pokud byl daný text překládán v jiné části MKN-11) nebo systém víceúrovňového schvalování překladu. Také přehledně zobrazuje, které části (a z kolika procent) jsou již přeloženy. Malou nevýhodou tohoto nástroje je časová náročnost managementu přístupů pro všechny zapojené odborné i jazykové experty, anglické prostředí aplikace a nutnost školení všech uživatelů k práci s tímto prostředím.

Z toho důvodu bylo rozhodnuto zřídit uživatelské přístupy do platformy pouze editorům překladu a následný proces validace klinickými experty řešit exportem přeložených termínů z Maintenance platform do tabulkového souboru (ve formátu MS Office), jeho rozdělení podle kapitol a poté rozeslání jednotlivých částí expertům k oponentuře. Tyto samostatné části je možné následně (za dodržení původního formátování) poskládat zpět do celku a prostřednictvím WHO nahrát do Maintenance Platform [1,2,3,4,5].

4 Postup tvorby české verze

Před zahájením tvorby české verze MKN-11 byl sestaven interní tým sestávající z pracovníků Oddělení klinických klasifikací ÚZIS ČR. Členové týmu jsou převážně lékaři či biomedicíni inženýři a disponují přehledem o medicínské terminologii. V průběhu

práci byl překladatelský tým doplněn o dvě expertky z Oddělení lékařské genetiky VFN a 1. LF UK, které se věnují editaci kapitoly Vývojové anomálie.

Mezi tyto členy = editory byly distribuovány kapitoly a termíny obsažené v MKN-11 a společně s tím také metodický materiál sjednocující postup překladu a seznam preferovaných českých ekvivalentů pro vybrané termíny. Tento metodický materiál je průběžně aktualizován podle výstupů a zpětné vazby workshopů pro editory (viz níže). Zároveň byl vytvořen Slovníček doporučených překladů a synonym, který má za cíl usnadnit a unifikovat práci jednotlivých editorů a následně zajistit systematické doplnění a kontrolu synonymických vyjádření v terminologii Foundation. I tento dokument je pravidelně aktualizován a doplňován jednotlivými editory o nové termíny, překlady názvů a další synonyma.

Následně proběhlo zaškolení interního týmu ohledně práce s překladatelskou platformou a překladem jednotlivých termínů.

V souvislosti se snahou o co nejvíce konzistentní tvorbu české verze bylo zavedeno pravidelné konání workshopů pro editory. Workshopy se konají každý měsíc a jejich hlavní náplní je řešení nejasných termínů a sdílení zkušeností s tvorbou české verze jednotlivých kapitol. Na workshopech je zajištěna i účast expertů z Ústavu dějin lékařství a cizích jazyků 1. LF UK, která je důležitou součástí řešení terminologie a nejasností nalezených při překladu v Maintenance platform.

Každá kapitola před předáním klinickým expertům prochází interní revizí. Tým editorů si navzájem reviduje kapitoly a jejich autoři následně zapracovávají připomínky, opravují chybné termíny, upravují texty. Tato interní revize se provádí vždy a slouží k zamezení či omezení chybovosti, konzistentnějšímu překladu a lepší kvalitě obsahu kapitol.

V průběhu tvorby české verze (s omezenou kapacitou a zásluhou) a při finalizaci termínů MKN 11 po externí revizi klinickými experty a úpravě kapitol je prováděna jazyková kontrola termínů ve spolupráci s Ústavem dějin lékařství a cizích jazyků 1. LF UK zaměřená převážně na konzistenci termínů a uplatnění pravidel metodického materiálu pro překlad.

Při finalizaci podoby českých termínů dochází k jejich uspořádání do celku, kontrole integrity, kontrole shody preferovaných termínů, identifikaci přetrvávajících konfliktů překladů a jiných problémů tvorby české verze a jejich řešení. Finalizace pro-

The screenshot shows the 'WHOIC Maintenance Platform' website. At the top, there is a search bar and navigation links for 'Foundation', 'Linearizations', 'Proposals', and 'Info'. The main content area is titled 'WHOIC Maintenance Platform' and includes a welcome message: 'Welcome to the Maintenance Platform for the WHO Family of International Classifications (WHOIC)'. Below this, it states 'This site contains work in progress versions of the Classifications' and lists the languages: ICD-11, ICF, and ICHI. There is a section for 'Caveats' with a warning icon, stating that the audience is maintainers and contributors, and that the classification seen is not the released version. A 'Related Information' section includes links to the 'ICD-11 Home Page' and a 'User Guide'.

Obrázek 2 – Screenshot webové aplikace Maintenance platform obsahující mimo jiné nástroj pro překlad Multilingual Translation Tool

bíhá tak, že jsou připravené termíny odeslány nasmlouvaným expertům jednotlivých odborností z České lékařské společnosti Jana Evangelisty Purkyně (ČLS JEP) k revizi, zejména z hlediska správnosti a odbornosti termínů a kontroly completeness. Experti mají zároveň za úkol doplnit chybějící či nejasné termíny. Jak již bylo zmíněno v kapitole 3, pro zjednodušení práce expertů jsou termíny z Maintenance platform exportovány do tabulkového souboru (ve formátu MS Office) a poté rozeslány jednotlivé části podle odborností. Tyto zvalidované části jsou následně předány zpět editorům kapitol, kteří vypořádávají připomínky a upravují termíny v Maintenance platform. Takto připravené kapitoly na závěr prochází finální jazykovou kontrolou a stylizací jazykovými experty.

V naprostém závěru je naplánován proces „postprodukce“. V tomto procesu bude možno na principu zpětného nahrání tabulkového souboru (za dodržení původního formátování) prostřednictvím WHO nahrát doplňující data do Maintenance Platform. Prostřednictvím postprodukce budou doplněna synonyma a přidružené termíny, které do platformy nebyly zadány během samotné práce na překladu na základě vytvořených kombinací, což zajistí systematické zahrnutí nezbytných kombinací termínů, synonym a jejich variací a finální potřebné úpravy textu a jeho případné sjednocení, a to bez neadekvátní zátěže editorů při práci ve webovém prostředí Translation Platform [2].

5 Harmonogram překladu

ÚZIS ČR ve spolupráci s Univerzitou Karlovou zahájil projekt Národní centrum pro medicínské nomenklatury a klasifikace (NCMKN). Projekt byl zahájen v roce 2020 a bude probíhat po dobu 36 měsíců. Výstupem jedné z klíčových aktivit projektu je právě český překlad MKN-11. Příprava překladu, samotný překlad a následná implementace probíhají podle harmonogramu znázorněného na Obr. 3. Na následné korektury, revize a pravidelné aktualizace české verze mimo časový rámec projektu bude nutné najít další kontinuální zdroj finančních prostředků.

Původní odhad harmonogramu vytvoření české verze MKN-11 byl v létě 2020 revidován zejména v souvislosti se změnou postupu v úvodní části překladu obsahu MKN-11, kdy před angažováním expertů do úvodní editace dostal přednost interní tým na ÚZIS ČR a kliničtí experti jsou využiti především na validaci a doplnění české terminologie. Další úpravy harmonogramu byly zapracovány s ohledem na reálné vyřízení interního týmu ÚZIS ČR jinými úkoly a s ohledem na posun zahájení

Rok 2020

Měsíce 1-4: zajištění přístupu do ICD-11 Translation Platform

Měsíce 5-6: sestavení a proškolení interního týmu překladatelů v rámci ÚZIS ČR, vytvoření Metodiky překladu MKN-11

Měsíce 7-12: 1. fáze překladu a vytváření 1. verze překladového souboru s průběžnou jazykovou kontrolou

Rok 2021

Měsíce 1-12: 1. fáze překladu a vytváření 1. verze překladového souboru s průběžnou jazykovou kontrolou

Měsíce 5-12: expertní oponentura, doplnění chybějících částí a řešení problémů s editory a nasmlouvanými experty pro jednotlivé kapitoly

Rok 2022

Měsíce 1-4: finální jazyková korektura překladů, zapracování připomínek, finalizace 1. české verze MKN-11

Měsíce 5-6: schválení a publikace 1. české verze MKN-11, publikace české verze MKN-11 jako další jazykové verze na mezinárodním portálu WHO pro MKN-11

Měsíce 6-12: oponentura hotového překladu širokou veřejností, nastavení aktualizacího procesu české verze MKN-11

Rok 2023

Měsíce 1-12: nastavení revizního procesu překladů a připomínek a překlad oprav a pravidelných revizí WHO, tvorba doplňujících produktů k vlastnímu překladu (prohlížeč s doplňkovými funkcemi, výukové materiály)

Obrázek 3 – Časový harmonogram práce na tvorbě české verze MKN-11

projektové spolupráce na NCMNK mezi ÚZIS ČR a UK až na červenec 2020.

Začátkem roku 2020 byly zahájeny intenzivní práce na tvorbě české verze MKN-11, zajištěny přístupy všem překladatelům do Translation Platform, celému týmu byly distribuovány metodické materiály a proběhlo proškolení v používání platformy. Následné měsíce probíhala a stále pokračuje první fáze překladu a vytváření první verze překladového souboru, doplněné o jazykovou kontrolu expertů z Ústavu jazyků, která probíhá kontinuálně.

V roce 2021 byla zahájena také expertní oponentura nasmlouvanými experty pro jednotlivé kapitoly. Jak již bylo zmíněno výše, tato oponentura zajišťuje doplnění chybějících částí a řešení problémů s editory překladu. Tento proces bude probíhat až do začátku roku 2022 s tím, jak budou jednotlivé části postupně dokončovány.

Do konce první poloviny roku 2022 je naplánována finální jazyková korektura překladů a finalizace první verze české MKN-11. Ve druhé polovině roku 2022 by mělo proběhnout schválení a publikace této předběžné české verze klasifikace, následované oponenturou široké veřejnosti a v neposlední řadě také nastavení aktualizacího procesu první české verze MKN-11.

V roce 2023 je následně naplánováno nastavení revizního procesu překladů a připomínek, implementace oprav a pravidelných revizí WHO a tvorba doplňujících produktů k vlastnímu překladu (prohlížeč s doplňkovými funkcemi, výukové materiály) [2].

6 Stav překladu

V prvním kroku byl do Translation Tool nahrán soubor českých termínů MKN-10 (názvy kódovaných položek), který pokrývá asi 2 % obsahu MKN-11. Z hlediska přeložených termínů linearizace MMS se jedná asi o 7 % názvů kódovaných položek. I české termíny importované z MKN-10 jsou podrobeny posouzení správnosti klinickým expertem (v MKN-10 mohlo např. být sporné určení preferovaného termínu, chybný překlad nebo posouzení klinické adekvátnosti).

Dále byly přeloženy technické termíny a termíny pro webové rozhraní, které je nyní již k dispozici v českém jazyce a čítá 322 přeložených položek.

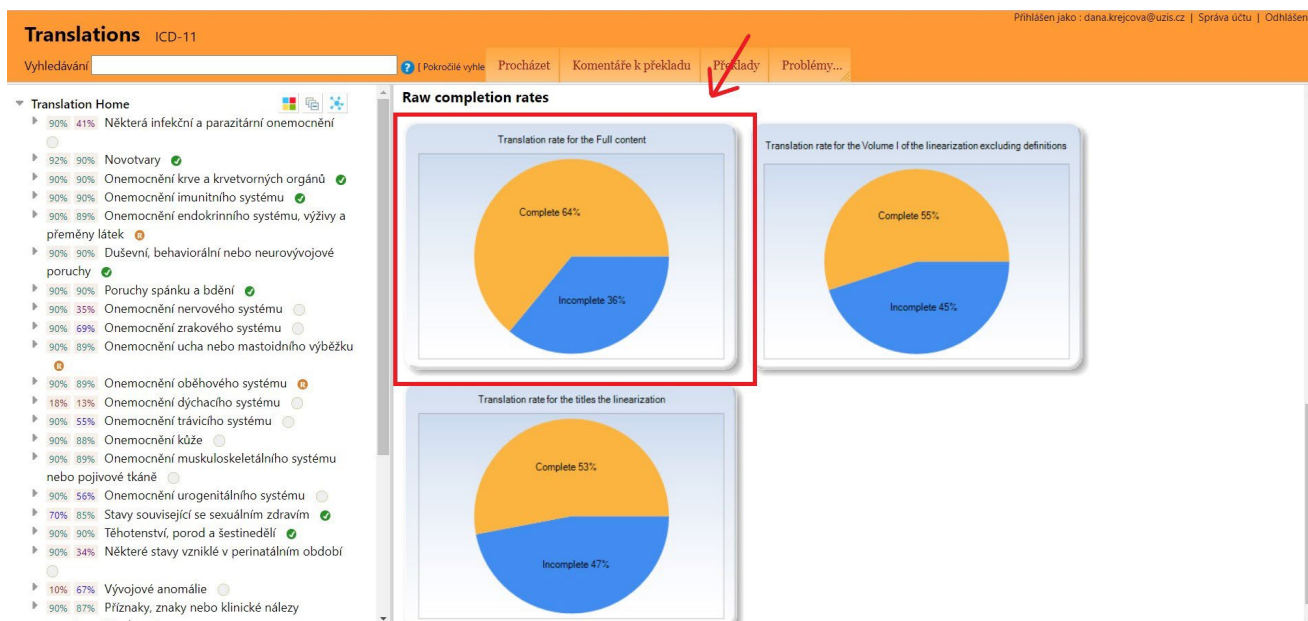
Aktuální stav a celkový objem hotového překladu je znázorněn přímo v Maintenance Platform ve formě kruhového diagramu (viz Obr. 4). Pro průběžné sledování jednak počtu českých termínů, jednak kvality přeloženého obsahu a řízení práce na tvorbě českých termínů je využíváno exportu obsahu MKN-11 Foundation přímo z Translation Platform do formátu tabulky MS Excel, která je dále analyticky zpracována v MS Office. K datu 8. 8. 2021 je přeloženo necelých 93 tisíc termínů z celkových 133 000. Mezi tyto termíny jsou zahrnuti jak vlastní názvy diagnóz, tak i přidružená synonyma a definice.

Stav tvorby české verze dle dokončenosti kapitol je znázorněno v Tab. 1 a tento stav je aktuální k datu 8. 8. 2021. V tabulce jsou zobrazeny kapitoly, které v současné době prochází oponenturou klinickými experty, které již touto oponenturou prošly a také ty, které se nachází v první fázi překladu před samotnou validací.

7 Kroky potřebné pro implementaci MKN-11 ve zdravotnictví a dalších agendách

MKN-11 nabízí zcela nový pohled na způsob prezentace a používání medicínské klasifikace v elektronické podobě. Její možnosti jsou velmi široké a bude nutné pečlivě zvážit, jakým způsobem budou v ČR realizovány.

Hlavním předpokladem k úspěšné implementaci MKN-11 v ČR je vytvoření české verze a navazujících materiálů a pod-



Obrazek 4 – Screenshot překladatelského nástroje Translation Tool se současným stavem překladu

Číslo kapitoly	Název kapitoly AJ	Název kapitoly ČJ
01	Certain infectious or parasitic diseases	Některá infekční a parazitární onemocnění
02	Neoplasms	Novotvary
03	Diseases of the blood or blood-forming organs	Onemocnění krve a krevetvorných orgánů
04	Diseases of the immune system	Onemocnění imunitního systému
05	Endocrine, nutritional or metabolic diseases	Onemocnění endokrinního systému, výživy a přeměny látek
06	Mental, behavioural or neurodevelopmental disorders	Duševní, behaviorální nebo neurodevelopmentální poruchy
07	Sleep-wake disorders	Poruchy spánku a bdění
08	Diseases of the nervous system	Onemocnění nervového systému
09	Diseases of the visual system	Onemocnění zrakového systému
10	Diseases of the ear or mastoid process	Onemocnění ucha nebo mastoidního výběžku
11	Diseases of the circulatory system	Onemocnění oběhového systému
12	Diseases of the respiratory system	Onemocnění dýchacího ústrojí
13	Diseases of the digestive system	Onemocnění trávicího systému
14	Diseases of the skin	Onemocnění kůže
15	Diseases of the musculoskeletal system or connective tissue	Onemocnění muskuloskeletálního systému nebo pojivové tkáně
16	Diseases of the genitourinary system	Onemocnění urogenitálního systému
17	Conditions related to sexual health	Conditions related to sexual health
18	Pregnancy, childbirth or the puerperium	Těhotenství, porod a šestinedělí
19	Certain conditions originating in the perinatal period	Některé stavy vzniklé v perinatálním období
20	Developmental anomalies	Vývojové anomálie
21	Symptoms, signs or clinical findings, not elsewhere classified	Příznaky, znaky nebo klinické nálezy nezařazené jinde
22	Injury, poisoning or certain other consequences of external causes	Poranění, otravy a některé jiné následky vnějších příčin
23	External causes of morbidity or mortality	Vnější příčiny nemocnosti a úmrtnosti
24	Factors influencing health status or contact with health services	Faktory ovlivňující zdravotní stav a kontakt se zdravotnickými službami
25	Codes for special purposes	Kódy pro speciální účely
26	Supplementary Chapter Traditional Medicine Conditions - Module I	Supplementary Chapter Traditional Medicine Conditions - Module I
V	Supplementary section for functioning assessment	Doplňková část pro posuzování funkčních schopností
X	Extension Codes (další dělení kapitoly níže)	Extension Codes
	Severity Scale Value	Severity Scale Value
	Temporality	Temporality
	Aetiology	Etiologie
	Topology Scale Value	Topology Scale Value
	Anatomy and topography	Anatomie a topografie
	Histopathology	Histopatologie
	Dimensions of injury	Dimensions of injury
	Dimensions of external causes	Dimensions of external causes
	Health Devices, Equipment and Supplies	Health Devices, Equipment and Supplies
	Substances	Substances
	Consciousness	Consciousness
	Diagnosis code descriptors	Diagnosis code descriptors
	Capacity or context	Capacity or context
	ICD-O	MKN-O
	Extension codes of particular relevance to skin diseases	Extension codes of particular relevance to skin diseases

nová kapitola komplet
 validace jazykovými experty UK
 zvalidováno ČLS JEP
 odesláno k validaci ČLS JEP
 připraveno k validaci ČLS JEP
 probíhá interní validace
 v procesu překladu

Tabulka 1 – Stav překladu kapitol české verze MKN-11

kladů pro použití v informačních systémech. Dalším předpokladem implementace MKN-11 v praxi je její základní představení a šíření povědomí o tom, jaké jsou možnosti jejího využití v odborných kruzích a mezi jejími potencionálními uživateli. Především je nutné upozornit na to, jaké jsou výhody a možnosti využití oproti MKN-10, přičemž se předpokládá, že MKN-11 v ČR nahradí MKN-10 ve všech oblastech, kde je tato doposud používána. Zároveň může MKN-11 standardizovat kódování a sémantický popis zdravotnických informací v dalších oblastech zdravotnictví.

Jednotlivé aktéry v oblasti využití a implementace MKN-11 (poskytovatele, zdravotní pojišťovny, producenty informačních systémů a další) je nutné podrobně a průběžně informovat o vlastnostech a změnách, které MKN-11 přináší, o produktech, které jsou s ní spojené a o možnostech a výhodách její implementace v ČR.

Zároveň je nutné mapovat reálné potřeby a možnosti implementace MKN-11 v národně relevantních systémech a na základě podkladů a zpětné vazby provést rozhodnutí v některých technických oblastech.

Vzhledem k tomu, že některé sektory aktuálně využívají MKN-10 spíše v její statické podobě (klasifikace, číselník), bude nutné distribuovat informaci o širších možnostech využití MKN-11. Zejména v oblasti sociálně-zdravotního pomezí byla MKN v jedenácté revizi výrazně rozšířena a zahrnuje nyní přesnější možnosti popisu vnějších příčin a okolností zdravotního stavu, ale také nástroje pro hodnocení funkčních schopností pacienta, což by mohlo být přínosné pro agendy Ministerstva práce a sociálních věcí ČR.

S ohledem na rozsah a preferované elektronické používání MKN-11 a zadávání dat jejím prostřednictvím se nepředpokládá vydání tištěné, knižní verze MKN-11 nebo jejích částí. V budoucnu je ovšem možné například vydat v tištěné podobě (nebo jako elektronickou publikaci např. ve formě PDF) tabulární uspořádání MKN-11 MMS, tedy obdobu Tabulární části MKN 10.

Kromě jiného, česká jazyková verze MKN-11 bude součástí mezinárodních webových nástrojů pro procházení a publikaci obsahu MKN-11. Je však otázkou, zda tato forma prezentace bude představovat hlavní pilíř její distribuce, nebo vzniknou další národně specifické nástroje. Jednou z možných forem distribuce je také vytvoření národního portálu pro procházení obsahu klasifikace a asistované kódování, podobně jako nyní funguje portál MKN-10 (<https://mkn10.uzis.cz/>).

V současné době je vzdělávání pro účely využívání a práci s MKN-10 zajišťováno zejména prostřednictvím vzdělávání kodérů (navázané nyní především na metodiky vykazování diagnóz v rámci akutní lůžkové péče) a e-learningového nástroje (<https://mkn.vyukovy.program.html>). Dosavadní vzdělávací programy obsahující výuku MKN-10 budou muset být aktualizovány na MKN 11. Vzhledem k nedostatečnosti vzdělávání v této oblasti obecně by měl vzniknout i prezenční kurz zaměřený na použití (kódování) v MKN-11. Cílovou skupinou, kromě kodérů, by měli být ostatní zdravotničtí pracovníci, osoby provádějící certifikaci a kódování příčin smrti nebo metodici vývoje informačních systémů pro oblast zdravotnictví (viz Tab. 2) [2].

8 Meziřesortní pracovní komise pro přípravu a koordinaci zavedení MKN-11 v ČR

Pro účely informovanosti, participace a komunikace s aktéry zahrnutými v implementaci MKN-11 v ČR byla ustanovena meziřesortní pracovní komise. Komise je složena ze zástupců dotčených institucí, které používají MKN ve sběrech dat, nebo jsou angažovány v elektronizaci zdravotnictví, sběru a výměně dat ve zdravotnictví nebo na zdravotně-sociálním pomezí. Má za úkol především:

Cílová skupina	Forma vzdělávání	Obsah
Ambulantní lékaři	Kurz	Základy MKN-11
Lékaři v lůžkových zdravotnických zařízeních	Kurz	Základy MKN-11 pro kódování nemocnosti
Kodéři vykazování zdravotních služeb	Systém kurzů, Ce-loživotní vzdělávání	Podrobné vlastnosti MKN-11, datový model a kódovací schéma, pravidla pro vykazování zdravotních služeb
Osoby kódující mortalitu	Kurz	Pravidla pro kódování mortality
Revizní lékaři	Kurz	Podrobné vlastnosti MKN-11, datový model a kódovací schéma, pravidla pro vykazování zdravotních služeb
Analytici	Kurz	Podrobné vlastnosti MKN-11, datový model a kódovací schéma, pravidla pro vykazování zdravotních služeb
Studenti lékařství a zdravotnických oborů	Součást pregraduálního studia	Základy MKN-11

Tabulka 2 – Seznam příslušných osob pro vyškolení v použití, obsahu a struktuře MKN-11

- zajistit informovanost jednotlivých institucí o 11. revizi MKN, jejich vlastnostech a dopadech na jednotlivé agendy, mezinárodních webových nástrojích a publikovaných dokumentech;
- vytvořit personální kapacity a zajistit proškolení expertů z jednotlivých institucí ve vlastnostech a struktuře MKN-11 se zaměřením na změny oproti předchozí revizi;
- zjistit konkrétní potřeby jednotlivých institucí/agend na přechod na MKN-11 včetně požadavků na technické zajištění a zjištění možných termínů přechodu na MKN-11;
- aktivně diskutovat a realizovat kroky směřující k zavedení MKN-11 v praxi, spolu se zhodnocením rizik a problémů s tím souvisejících;
- zajistit sběr námětů na akce a změny procesů nutné pro přechod na MKN-11 z jednotlivých institucí;
- identifikovat možné problémy, rizika a konflikty při implementaci MKN-11.

Komise byla ustavena 24. 11. 2020 a schází se pravidelně alespoň dvakrát ročně. Prostřednictvím diskuse na jednáních komise vznikl podrobnější přehled o tom, co pro jednotlivé instituce a agendy zavedení MKN-11 představuje a jaké kroky

Aktivita	Dílčí akce	Dotčené instituce	Časový rámec
Příprava	Preimplementační analýza	ÚZIS, MPK	2021
	Mapování terénu	ÚZIS	2021–2023
	Identifikace potřeb	ÚZIS	2021–2023
	Tvorba a schválení Implementačního plánu	ÚZIS	2022
	Aktualizace a realizace Implementačního plánu	ÚZIS	2023–2027
Český překlad	Vytvoření české verze MKN-11 (1. verze)	ÚZIS, UK, ČLS JEP	2021–2022
	Připomínkování experty	UK, ČLS JEP	2021–2022
	Schválení a publikace 1. české verze MKN-11		2021–2022
	Distribuce informace, zejména navázání kontaktu s poskytovateli		2022
	Podpora české verze (např. vypořádávání návrhů na změny pro rok R+2)		ročně
	Pravidelné aktualizace MKN-11 a navazujících podkladů		2022–2027
Oponentura "široké veřejnosti"	Nastavení aktualizacího procesu české verze MKN-11		2022–2023
Metodika použití MKN-11, navazující další nástroje	Iniciální Pravidla kódování, překlad doprovodných dokumentů	ÚZIS	2022–2023
	Tvorba číselníků	ÚZIS	2022
	Tvorba/úprava specifických manuálů		2022
	Převodník z MKN-10 na MKN-11 (příprava)	ÚZIS	2022
	Bridge coding studie	ÚZIS, ČSÚ	2022–2023
	IRIS, pravidla pro výběr základní příčiny	ÚZIS, ČSÚ	2022–2023
Prezentace MKN-11	Identifikace možností zobrazení		2021–2023
	Výběr nástroje pro prezentaci a distribuci		2023
	Realizace prezentačního nástroje		2023–2027
Edukace	Příprava vzdělávacích materiálů/nástrojů		2022–2023
	Úvodní školení (základní principy, vzhled a struktura MKN-11)		2023–2024
	Detailní školení kódování dle MKN-11, specificky zaměřená školení		2024–2025
	Dlouhodobé vzdělávání		2024–2027
Praktická implementace	Úprava datového rozhraní NZIS a DASTA	ZP	2022–2025
	Úprava datových rozhraní zdravotních pojišťoven	ÚZIS, MZ	2023–2026
	Úprava CZ-DRG	ZP, ÚZIS, MZ	2023–2026
	Úpravy informačních systémů poskytovatelů		2023–2027
Koordinace s dalšími klasifikacemi	Koordinace s MKN-O a systémy sběru onkologických dat		2022–2025
	Koordinace s obsahem a vydáním MKF a dalšími nástroji pro popis funkčního stavu		2022–2025
	Koordinace se systémy pro popis vzácných onemocnění		2022–2025
Legislativa	Zmapování relevantní legislativy, která s MKN souvisí	MZ ČR, ÚZIS	2022–2025
	Identifikace nových potřeb legislativního ukotvení	MZ ČR, ÚZIS	2022–2024
	Příprava návrhů	MZ ČR, ÚZIS	2024–2025
	Připomínkové řízení, akceptace	MZ ČR, ÚZIS	2025–2026

Tabulka 3 – Časová roadmapa harmonogram překladu MKN-11 do českého jazyka

troly kompletnosti synonym nebo identifikací sporných bodů a jejich vzájemnou konzultaci (např. terminologické konflikty mezi odbornostmi). V průběhu let 2020 a 2021 bylo realizováno několik telekonferenčních hovorů se zástupci Národního centra zdravotnických informací s výměnou zkušeností s přípravou národních verzí MKN-11 [2].

11 Závěr

Vytvoření české verze MKN-11 a její zavedení do českého zdravotnického systému umožní větší podrobnost záznamu zdravotnických informací o pacientovi, tím i statistických výstupů a analýz zdravotnických dat nad rámec současných možností. S implementací dojde k rozšíření struktury a informačních možností MKN-11 a k lepšímu a podrobnějšímu popisu zdravotního stavu. MKN-11 bude také vhodnější k použití v aplikacích elektronického zdravotnictví a při konstrukci strukturovaného elektronického zdravotního záznamu. V neposlední řadě MKN-11 umožní analýzu a srovnání dat napříč uživateli jednotlivých států a tím otevře cestu mezinárodnímu sdílení a porovnávání.

ÚZIS ČR připravuje českou verzi MKN-11 založenou na příkladu a adaptaci mezinárodního vzoru vytvořeného Světovou zdravotnickou organizací. Tvorba české verze MKN-11 je zprostředkována v těsné spolupráci se zástupci klinických oborů nominovaných odbornými společnostmi tak, aby byla zajištěna přesnost klinické terminologie a kompletnost klinického obsahu.

Pro vytváření české verze jsou používány mezinárodní webové nástroje a oběh obsahu v podobě tabulek. Dokončení první české verze MKN-11 je naplánováno na rok 2022 a následně bude spuštěn pravidelný aktualizací proces. Dále bude navazovat testování obsahu a další kroky směřující k implementaci MKN-11 v České republice.

Literatura

- [1.] Příspěvatelé WikiSkript, *Mezinárodní klasifikace nemocí* [online], c2020, Datum poslední revize 9. 02. 2020, 18:44 UTC, [citováno 16. 08. 2021] <https://www.wikiskripta.eu/index.php?title=Mezin%C3%A4-trodn%C3%AD_klasifikace_nemoc%C3%AD&oldid=434791>
- [2.] ZVOLSKÝ, M., Daňková, Š., KREJČOVÁ, D., *Preimplementační analýza, Ústav zdravotnických informací a statistiky ČR, Praha, 2019*
- [3.] *ICD-11 Implementation or Transition Guide*, Geneva: World Health Organization; 2019; License: CCBY-NC-SA3.0IGO.
- [4.] *ICD-11 Reference Guide*, Geneva: World Health Organization; 2019.
- [5.] *Eleventh revision of the International Classification of Diseases, Report by the Director-General; Document No. EB144/22; Executive Board; 144th session; 12 December 2018.*
- [6.] Tu S. W. et al. (2010): *A Content Model for the ICD-11 Revision.*

PREPARATION OF THE CZECH VERSION OF THE 11TH REVISION OF THE INTERNATIONAL CLASSIFICATION OF DISEASES

Dana Krejčová, Miroslav Zvolský, Šárka Daňková

Abstract

The Institute of Health Information and Statistics of the Czech Republic within the project of the National Centre for Medical Nomenclature and Classification is working on the process of implementation of ICD-11 into the Czech health care system. For this reason, a Preimplementation Analysis has been created to serve as an information basis for decision-making on the implementation of ICD-11 in the Czech Republic, setting time estimates, planning capacities and resources, developing necessary procedures, etc. An inter-ministerial working committee

has been assembled from representatives of key institutions in the implementation process to ensure the transfer of information from individual institutions, provide basic training to key persons from individual institutions, identify specific needs of individual institutions/agencies for the transition to ICD-11 and take steps to implement it in practice. An internal team of 12 members is working on the translation of ICD-11 starting in summer 2020 in collaboration with experts from the Institute of History of Medicine and Foreign Languages to ensure correct terminology and linguistic consistency. The first phase of the translation is being carried out using the World Health Organization's (WHO) ICD-11 platform and is scheduled to be finalized in late 2021/early 2022. Validation and verification of translated chapters of the Czech version of the ICD-11 is being carried out in collaboration with experts nominated by the Czech Medical Society of J. E. Purkyně, and in the final phase, individual chapters will be reviewed by other institutions such as the Ministry of Health of the Czech Republic and the Czech Statistical Office. The completion of the Czech version of ICD-11 and subsequent revisions is planned for 2022. The efforts to implement ICD-11 in the Czech Republic have also led to international cooperation activities with other countries (Poland, Slovakia) and closer cooperation with the WHO.

Keywords

International Classification of Diseases, Translation, ICD-11, Implementation, Medical Terminology

Kontakt

Ing. Dana Krejčová

Ústav zdravotnických studií a statistiky ČR, Palackého nám. 4, 128 01 Praha 2
tel: +420739465914
e-mail: dana.krejцова@uzis.cz

MUDr. Miroslav Zvolský

Ústav zdravotnických studií a statistiky ČR, Palackého nám. 4, 128 01 Praha 2
tel: +420604 905 058
e-mail: miroslav.zvolsky@uzis.cz

RNDr. Šárka Daňková

Ústav zdravotnických studií a statistiky ČR, Palackého nám. 4, 128 01 Praha 2
tel: +420224972887
e-mail: sarka.dankova@uzis.cz

BODYLIGHT.JS WEB COMPONENTS – WEBOVÉ KOMPONENTY PRO WEBOVÉ SIMULÁTORY

Tomáš Kulhánek, Arnošt Mládek, Martin Brož, Jiří Kofránek

Abstrakt

S rozvojem standardu HTML5, podpory Javascriptu ve verzi EcmaScript6 a CSS stylů napříč prohlížeči a platformami je možné vyvíjet webové aplikace, které se svojí interaktivitou blíží, nebo i předčí klasické aplikace pro PC. S tímto rozvojem se taktéž rozšířila celá řada tzv. frameworků (React JS, Angular JS, Aurelia, Polymer, VUE), která doplňuje a ulehčuje tvorbu interaktivních aplikací, nicméně každý z těchto frameworků používá mírně jiné přístupy a komponenty v nich vytvořené lze obtížně znovu použít při použití jiných frameworků.

Webové komponenty (web components) se prosazují pomalu jako standardní forma sdílení interaktivních prvků moderních webových aplikací.

V tomto příspěvku představíme knihovnu "Bodylight.js web components", je distribuována dle standardu Web components. Představuje tzv. vlastní elementy, kterými lze obohatit HTML stránku, WIKI zdroj nebo dokumentaci v Markdownu apod. o prvky, které webový simulátor vybaví numerickým řešičem modelu, propojí proměnné modelu s animací a propojí jednodušší grafy s proměnnými modelu a vstupní tlačítka a posuvníky s měnitelnými parametry modelu.

Úvod

Rozvoj webových technologií, tj. značkovacího jazyka HTML, skriptovacích jazyků (Javascript) a podpora 2D a 3D grafiky daly vzniknout novému fenoménu tzv. webových aplikací, které se komfortem blíží a někdy už i předčí klasické desktopové aplikace.

Standardizace technologií způsobila, že webová aplikace dodržující standard je zobrazitelná a vykonatelná jednak v různých prohlížečích, ale i na různých platformách. Vývojář aplikace se tak nemusí starat o kompatibilitu a přenositelnost na jiné platformy.

Standard HTML a frameworky řeší nedostatky v standardu a prohlížečích

HTML je značkovací jazyk, ve kterém jsou přímo či nepřímo napsány prakticky všechny webové stránky a aplikace na webu.

Např. `<h1>Titulek</h1>` označuje titulek a prohlížeč ho zobrazí větším písmem odděleným od ostatního textu. Značka `<button>Play</button>` označuje tlačítko a prohlížeč ho zobrazí jako obdélník s textem, který při kliknutí myši nebo na dotykové obrazovce se promáčkne, nebo jinak předvede, že byl stisknut.

Finální specifikace HTML (někdy též HTML5) nabízí přímou podporu přehrávání multimédií (videí a zvuků) v prohlížeči pomocí značek (HTML elementů) `<audio>` `<video>` `<source>`, nebo zobrazení 2D bitmapové grafiky pomocí elementu `<canvas>` nebo vektorové grafiky pomocí elementu `<svg>`. HTML specifikace je dnes podporována většinou moderních webových prohlížečů (Internet Explorer, Mozilla Firefox, Google Chrome, Microsoft Edge, ...) a tím postupně vytlačila různé pluginy třetích stran, které multimediální a interaktivní obsah do prohlížečů přidávali dříve (FLASH, Silverlight, ...).

Obsluha a interaktivita obsahu je úkolem skriptů, které se píšou v jazyce Javascript. Javascript je také standardizován normou ECMA Script a od verze ECMA Script 5 se výrobci všech hlavních prohlížečů dohodli na jeho podpoře a na podpoře standardního

API, které zpřístupňuje pomocí jazyka Javascript datové struktury prohlížeče. Pomocí skriptu lze ovládat, co se v prohlížeči uživateli zobrazuje a reakce na uživatelské události (tj. kliknutí myši na odkaz, stisk tlačítka, posunutí posouvátka). Prohlížeče tento standard podporují i napříč platformami Windows, Linux, Apple a další.

API poskytované prohlížeči a možnost přistupovat do zobrazeného webového obsahu pomocí struktury DOM je nízkourovňové a různé prohlížeče implementují některé interaktivní prvky nejednotně. Tato ztráta kontroly vedla a stále vede k vývoji knihoven a frameworků, které na jednu stranu zjednodušují a sjednocují interaktivitu a vylepšují tzv. user experience – česky lze přeložit nejlépe jako uživatelský prožitek.

Například odkaz (link) je ve standardním HTML definován elementem `<a>`:

```
<a href="strana2.html">Jdi na stranu 2</a>
```

Pokud uživatel klikne na odkaz, pak webová aplikace ztratí kontrolu, předá kontrolu prohlížeči, který nahraje novou stránku. Co se děje mezi kliknutím na odkaz a zobrazením nového obsahu záleží na prohlížeči. Některé zobrazí bílou stránku do té doby, než se nahraje nový obsah, novější prohlížeče zobrazují původní stránku a nový obsah zobrazí, až je celý nahrán. [1]

Tvůrce webové aplikace však může požadovat jiné chování podobné elementu `<a>`. Tak pomocí Javascriptu a API může reimplementovat a mít kontrolu nad chováním např. takto pomocí frameworku React:

```
var Component = React.createClass({
  getInitialState: function() { return
{query: ''} },
  queryChange: function(evt) {
    this.setState({query: evt.target.
value});
  },
  handleSearch: function() {
    window.location = '/search/'+this.sta
te.query+'/some-action';
  },
  render: function() {
    return (
      <div classname="component-wrapper">
        <input type="text" value="{this.
state.query}">
          <button onClick="{this.handle-
Search()}"          classname="button">Search</
button>
      </div>
    );
  }
});
```

Link je v tomto případě interaktivní – mění se podle toho co uživatel chce vyhledat, a místo značky `<a>` se použije `<button>` a při stisknutí tlačítka je pomocí API volání "window.location" změněna adresa v prohlížeči, což napodobuje chování značky `<a>` při kliknutí na odkaz. Odkaz je ale v tomto případě interaktivní - mění se podle obsahu v textovém poli před tlačítkem "Search".

Tento způsob vede postupně k nabalování závislosti na knihovnách a frameworkcích se všemi důsledky komplexity vývoje takové aplikace [1]. Frameworky, knihovny a další nástroje řeší současné nedostatky ve webových prohlížečích a technologiích a mohou zjednodušit a snížit čas nutný pro vývoj webové aplikace. Bohužel při růstu komplexnosti aplikace se ukazuje, že vývojář ztrácí čas odstraňováním jiných závad, aktualizováním knihoven, údržbou nástrojů kvůli na první pohled neviditelným závislostem [2].

Technologie Bodylight.js a závislost na frameworkcích

V roce 2019 jsme představili technologii tvorby webových simulátorů Bodylight.js [3], která byla založena na revolučním použití a propojení různých, ale standardizovaných technologií HTML, Javascript (ECMAScript6), WebAssembly a podporujících většinou open-source knihoven tak, aby

1. využila model v jazyku Modelica, překlad simulátoru podle FMI standardu do jazyka C a dál kompilace pomocí nástroje EMSDK do WebAssembly, díky čemuž lze řídit simulaci modelu pomocí Javascriptu nativně ve webovém prohlížeči
2. export animace z aplikace Adobe Animate do Javascriptu, který pomocí knihovny CreateJS lze řídit a animovat ve webovém prohlížeči
3. kompozice dalších elementů a návrhu webové stránky a propojení animujících objektů, interaktivních tlačítek a posuvníků s proměnnými modelu v interně vyvinuté aplikaci Bodylight-Composer, jež využívá zdrojové kódy obecného frameworku GrapesJS pro vizuální tvorbu webových aplikací a udržování webového simulátoru ve struktuře podle frameworků React, Redux.
4. export webového simulátoru, zapouzdřující návrh webového simulátoru do HTML stránky, kterou lze publikovat na webu, nebo např. poslat e-mailem.

Interně vyvinutá aplikace Bodylight-Composer umožnila interaktivně vizuálně vytvářet návrh webového simulátoru, propojit animovaný obrázek (vygenerovaný do javascriptu) s matematickým modelem na pozadí a model propojit s dynamicky vytvářenými grafy, a s některými předem připravenými ovládacími prvky v nabídce Bodylight-Composeru (tlačítkem, posuvným táhlíčkem, zaškrtávacím políčkem, atd).

Problém ale nastal při rozšiřování tohoto systému a údržbě na první pohled neviditelných závislostí.

1. Framework React a Redux se posunul do nové verze s vylepšeným uživatelským prožitkem, ale i s narůstajícím upraveným API. Člověk programující webovou aplikaci, ale neprogramuje čisté HTML, nebo Javascript, musí se přizpůsobit stylu, který mu je někdy více, někdy méně vnucován frameworkem.
2. Knihovna GrapesJS (použitá pro uživatelské rozhraní aplikace Bodylight Composer) včetně aktualizací a bezpečnostních záplat změnila některé interní API a vydala už další 2 majoritní verze s výraznými změnami.
3. Nástroj Adobe Animate změnil exportované animace a API změnil na verzi 2.0, které je nyní stabilní už 2 roky, nicméně není kompatibilní s předchozími verzemi webových simulátorů vyvinutých v Bodylight-Composeru.
4. Prostředí EMSDK změnilo kompilaci zdrojů z jazyka C do WebAssembly podle ECMAScript 6 a představilo několik bezpečnostních záplat, výstupy jsou nekompatibilní s předchozím typem volání v Bodylight-Composeru.
5. Pokud při vytváření aplikace bylo potřeba upravit vzhled nebo chování aplikace, změna v exportovaném kódu byla prakticky vyloučena pro někoho, kdo nezná interní strukturu a volání a bylo nutné použít opět nástroj Composer.

Interaktivní tvorba aplikace a dobře přijímaný uživatelský prožitek byl vykoupěn složitostí přidávání nové funkcionality a udržováním závislostí na použitém frameworku. Nový typ prvku ve webové simulaci na sebe nabaloval další neviditelné závislosti a rozvoj a údržba aplikace Composer se stávala pracnější a nákladnější. I drobná úprava již existujícího webového simulátoru vždy vyžadovala znovu načíst simulátor do composeru, provést změnu a opět simulátor exportovat. A pokud bylo

potřeba upravit zásadnější změny použitých komponent, nebo přidat chování, které Composer ve své nabídce komponent zatím nenabízel, bylo nutné to v Composeru pomocí Reactu z gruntu naprogramovat. Vyvinutí tohoto nástroje ukázalo proveditelnost tohoto konceptu, údržba však ukázala ekonomické limity produktu, který je vyvíjen z grantu pro potřeby výzkumu.

Z toho důvodu jsme postupně vydali Bodylight.js verzi 2.0 a vydělili jsme funkcionality webových simulátorů do tzv. webových komponent detailněji v samostatné sekci níže a nástrojů podporujících tvorbu. Architektura viz obrázek níže.

Nástroje pro tvorbu webových simulátorů

Jedním z řešení, jak udržet závislost na dalších knihovnách a nástrojích na uzdě a umožnit pracovat na vývoji v heterogenním vědeckém prostředí je virtualizace a příprava vzorové konfigurace knihoven ve vzorovém prostředí. Z toho důvodu jsme vytvořili konfigurační skripty, které pomocí nástroje VAGRANT a VIRTUALBOX vytvoří vzorový virtuální stroj na bázi Linuxového operačního systému Scientific Linux 7 (<https://github.com/creative-connections/Bodylight-Virtualmachine>).

Webové komponenty

Dalším z řešení redukcí skryté závislosti třetích knihoven a frameworků při výrobě webových aplikací (simulátorů) představuje koncept tzv. webových komponent a custom-elementů. Custom-element vypadá jako HTML element a standard web-components definuje jednoduché API, jak takové nové elementy registrovat, aby je mohl webový prohlížeč zobrazit a interpretovat. Komponentu je možné distribuovat jako samostatnou jednotku bez dalších závislostí.

Komponentu, která zobrazí posuvník s intervalem čísel 40 až 180 a předvolenou hodnotou 60, je možné navrhnout jako následující element a může se vyskytovat vedle ostatních značek HTML:

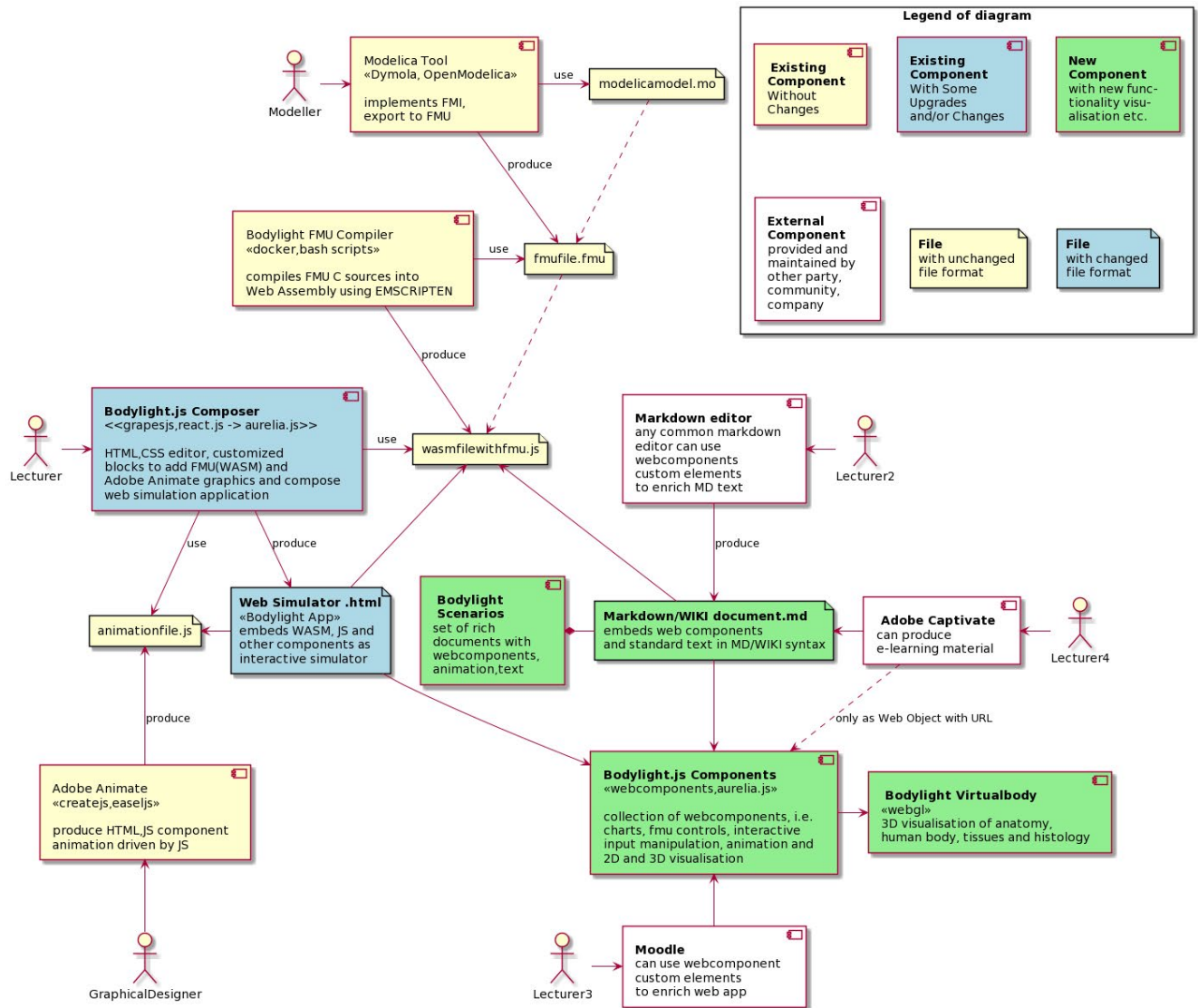
```
<bdl-range
  id="id1"
  title="Heart Rate"
  min="40"
  max="180"
  default="60"
  step="1"></bdl-range>
```

Kde id je identifikátor komponenty, který lze použít k propojení s jinou komponentou, title – titulek, min a max definují dolní a horní limit numerické škály v posuvníku, default – definuje přednastavenou hodnotu a step definuje povolený minimální krok v posuvníku.

Implementace takto navržené webové komponenty je součástí nového balíčku Bodylight.js-Components a takto navržená webová komponenta je pomocí API registrována v prohlížeči tak, že pokud se v HTML kódu stránky objeví element <bdl-range>, pak se její implementace postará o zobrazení a interaktivitu, viz obrázek 1.

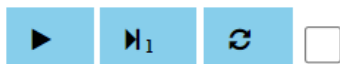
Heart Rate 

Komponenta pro řízení simulace exportovaná z jazyka Modelica definuje výstupní proměnné (pulmonaryVeins.pressure, arteries.pressure), jejichž hodnoty budou k dispozici v simulovaných časových intervalech a vstupní proměnnou (heartRate.k), která bude nastavována jinou komponentou (s id1) viz předchozí bdl-range:



```
<bdl-fmi
id="idfmi"
src="Physiolibrary_Fluid_Examples_Fernandez2013_PulsatileCirculation.js"
fminame="Physiolibrary_Fluid_Examples_Fernandez2013_PulsatileCirculation"
tolerance="0.000001"
starttime="0"
fstepsiz="0.01"
guid="{a786b906-f58b-4014-8c9b-5df08bd77f4b}"
valuereferences="637534263,637534417"
valuelabels="pulmonaryVeins.pressure,arteries.pressure"
inputs="id1,16777329,1,60"
inputlabels="heartRate.k"></bdl-fmi>
```

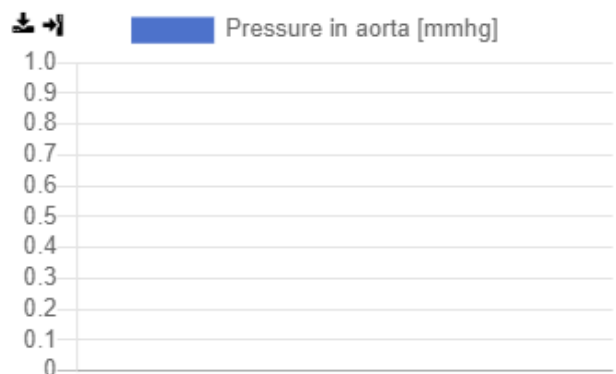
Tato komponenta se jmenuje bdl-fmi, neboť přistupuje k modelu přes rozhraní FMI API. Tato komponenta zobrazí řídicí tlačítka, které ovládají simulátor (zastaví, pustí, krokuje) viz obr. 2.



Komponenta grafu zobrazí hodnoty ze simulace v grafu, definuje šířku, výšku grafu a jak zkonvertovat hodnotu jdoucí z modelu:

```
<bdl-chartjs-time
id="id10"
width="300"
height="200"
fromid="idfmi"
labels=""
initialdata=""
refindex="0"
refvalues="1"
convertors="x/133.322-760"></bdl-chartjs-time>
```

Tato komponenta se zobrazí jako graf, viz obrázek 3



Komponenta animace zobrazí animační objekt exportovaný z Adobe Animate a další komponenty (bind2a) propojí animovatelné objekty s hodnotami proměnných, které posílá předchozí komponenta FMI.

```
<bdl-animate-adobe src="CardiaccycleStage.js" name="Faze_srdce" fromid="idfmi"></bdl-animate-adobe>
```

```
<bdl-bind2a findex="1" aname="ValveMV_anim" amin="99" amax="0" fmin="0" fmax="1"></bdl-bind2a>
```

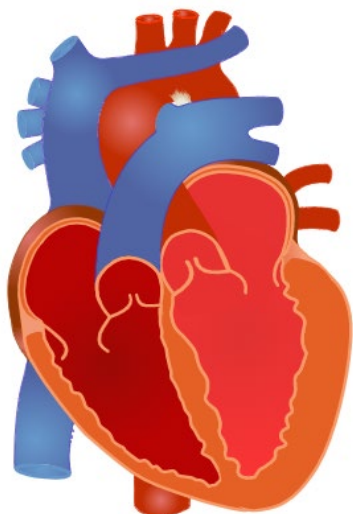
```
<bdl-bind2a findex="2" aname="ValveAOV_anim" amin="0" amax="99" fmin="0" fmax="1"></bdl-bind2a>
```

```
<bdl-bind2a findex="3" aname="ValveTV_anim" amin="99" amax="0" fmin="0" fmax="1"></bdl-bind2a>
```

```
<bdl-bind2a findex="4" aname="ValvePV_anim" amin="0" amax="99" fmin="0" fmax="1"></bdl-bind2a>
```

```
<bdl-bind2a findex="5" aname="ventricles.ventriclesTotal.VentricleLeft_anim" amin="100" amax="0" fmin="0.00015" fmax="0.00021"></bdl-bind2a>
```

```
<bdl-bind2a findex="6" aname="ventricles.ventriclesTotal.children.0.VentricleRight_anim" amin="100" amax="0" fmin="0.00012" fmax="0.00018"></bdl-bind2a>
```



Webový simulátor

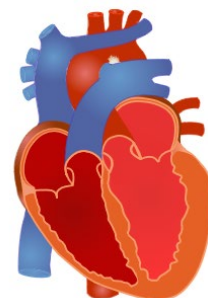
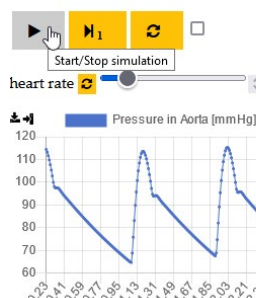
Webový simulátor napsaný v HTML a používající výše zmíněné komponenty vypadá takto:

```
<html>
  <head>
    <script src="bodylight.bundle.js"></script>
  </head>
  <body aurelia-app="webcomponents">
    <bdl-range id="id1" ...></bdl-range>

    <bdl-fmi d="idfmi" ...></bdl-fmi>
    <bdl-chartjs-time id="id10" ...></bdl-chartjs-time>
    <bdl-animate-adobe ...></bdl-animate-adobe>

    <bdl-bind2a findex="1" ...></bdl-bind2a>
    <bdl-bind2a findex="2" ...></bdl-bind2a>
```

```
<bdl-bind2a findex="3" ...></bdl-bind2a>
<bdl-bind2a findex="4" ...></bdl-bind2a>
<bdl-bind2a findex="5" ...></bdl-bind2a>
<bdl-bind2a findex="6" ...></bdl-bind2a>
</body>
</html>
```



Tvorba

Přestože pro výrobu webového simulátoru s komponentami Bodylight lze použít jakýkoliv textový, nebo HTML editor, pro zkušenosti z aplikace Composer, přece jenom chyběl nástroj, který by přečetl a nabídl seznam proměnných modelu a seznam animačních prvků. Proto byl vyvinut prototypový nástroj Bodylight-Editor, ve kterém uživatel může editovat zdrojový kód webového simulátoru v HTML nebo v syntaxi Markdown a generovat náhled aplikace živě. Tutoriál [4] v anglickém jazyce provází od exportu modelu z Modeliky po vytvoření webového simulátoru s grafem a interaktivní animací.

Závěr

Komponenty Bodylight.js jsou distribuovány jako samostatná knihovna bez závislostí jako NPM balíček bodylight-components. Zdrojové kódy jsou k dispozici jako open-source <https://github.com/creative-connections/Bodylight.js-Components> a releases jsou citovatelné ze služby Zenodo [5].

Dovolíme si tvrdit, že standardní webové komponenty – hlavně použití vlastních custom-elementů, tj. na míru implementovaných elementů eliminuje problém nabalování závislostí na knihovnách a frameworkcích. Díky použití webových komponent tvůrce webového simulátoru může použít čisté HTML bez nutnosti dalších frameworků, a přitom má dostupnou vizualizační možnosti a sílu HTML a CSS. Nebo může použít jakýkoliv jiný oblíbený framework nebo knihovny.

Tvorba webového simulátoru nevyžaduje specializovanou aplikaci, nicméně použití Bodylight-Editoru je vhodné pro vytvoření základní kostry s webovými komponentami. Pokud se používání komponent Bodylight rozšíří v širší komunitě, případně budou prostředky v dalších grantech, bude aktualizován i nástroj Bodylight-Composer.

Tato práce vznikla za přispění grantů MPO Trio FV20628 Lékařský trenažér a MPO Trio FV30195 Robotické mechanotrické trenažéry s rozšířenou realitou pro lékařskou výuku.

Reference

- [1.] Stuart Langridge, GOTO Conference 2019, <https://www.youtube.com/watch?v=rxIJRydmk8>
- [2.] Garrett Dimon, blog, <https://garrettdimon.com/2019/openness-and-longevity/>
- [3.] Polák, D., Ježek, F., Šilar, J., & Kofránek, J. Technologie tvorby webových simulátorů. MEDSOFT. 2019; 31: 122, 139. http://www.creative-connections.cz/medsoft/2019/Medsoft_2019_Polak.pdf
- [4.] Bodylight.js Tutorial. <https://bodylight.physiome.cz/Bodylight-docs/tutorial>
- [5.] Bodylight.js Components, version 2.0.37, <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.5094269>

Kontakt

Mgr. Tomáš Kulhánek, Ph.D.
Oddělení biokybernetiky
U nemocnice 5
128 53 Praha 2
e-mail: tmkulhanek@gmail.com

PSYCHOAKUSTICKÉ A PSYCHOVIZUÁLNÍ TESTY PRO HODNOCENÍ HLASU

Tomáš Kulhánek, Marek Frič

Abstrakt

Příspěvek představí systém pro psychoakustické a psychovizuální testy na adrese <https://psychoacoustic.hamu.cz/>. Usnadňuje subjektivní hodnocení hlasů a jiných stimulů a s tím spojeného výzkumu v oboru hlasové vědy a jiných. Systém propojuje stimuly uložené jako soubory nemalé velikosti v 1) datovém úložišti. Stimuly jsou zvukové, obrazové nebo video soubory. Systém umožňuje vytvářet definici testu, která popisuje obrazovky, na každé obrazovce může být jeden nebo více stimulů a úkoly, které má uživatel splnit při hodnocení stimulů. Systém generuje unikátní URL adresu testu, která se může distribuovat uživatelům - hodnotitelům.

Systém navíc agreguje výsledky testování, tj. ohodnocení různými uživateli a poskytuje data k dalšímu statistickému zpracování.

Systém se nyní používá k subjektivnímu hodnocení stupně různých zvukových abnormalit hlasu a k trénování hlasových expertů a terapeutů. Taktéž se používá pro kvalitativní vyhodnocování hlasových cvičení nejen u pacientů, ale i u hlasových profesionálů (herců, zpěváků, ...). Navíc je nově využíván i pro nácvik hodnocení obrazových a video sekvencí hlasivek pořízených laryngoskopem a hodnocení stimulů vysokorychlostní kamerou nebo pomocí metody videokymografie.

Úvod

Subjektivní poslechové testy a hodnocení zvukových stimulů je důležitou metodou v oboru psychoakustiky pro posuzování a vyhodnocování vlastností, které jsou obtížně měřitelné objektivně. Např. vyhodnotit jak je daný hlas nebo zvuk celkově plný, drsný, dyšný nebo nestabilní. Záleží na vnímání (perceptci) hodnotitele, na kvalifikaci a zkušenostech hodnotitele.

Poslechových testů se účastní statistický soubor hodnotitelů – respondentů. Pro minimalizaci některých systematických chyb se upravuje i pořadí zvukových stimulů pro jednotlivé respondenty náhodně nebo pseudonáhodně.

Příprava poslechového testu může probíhat ručně např. formou "ručního" spuštění zvuků experimentátorem a zaznamenání hodnocení hodnotitele "na papír". Poslechový test může být taktéž naprogramován v nějakém programovacím jazyce, případně využít specializované nebo obecné dotazníkové aplikace, které použít zvuky hodnotiteli předem naprogramovaným způsobem.

Ve výzkumném centru hudební akustiky HAMU jsme v minulosti vyvinuly Systém LiTEd, jako specializovanou aplikaci, která je spuštěna experimentátorem na kalibrovaném počítači se zvukovým výstupem a hodnotitel test prochází a hodnotí stimuly dle naprogramovaného pořadí stimulů a dotazů [1].

Pro možnost přípravy a provádění testů na webu distančním způsobem je možné použít nespécializované, obecné webové dotazníkové systémy, např. Google Surveys, SurveyMonkey, Microsoft Forms, aj.

V rámci projektu "PsychotestEditor" a spolupráce s 1. lékařskou fakultou Univerzity Karlovy a sdružením CESNET vznikla odlehčená verze systému LiTEd, která umožňuje přípravu a provádění psychoakustických testů na webu distančním způsobem. Programování testů je založeno nikoliv na přípravě webových stránek ve formě HTML, ale na definování stránek testu v interně vyvinutém doménově specifickém jazyce, který

je pak v prohlížeči uživatele interpretován a zobrazena je konečná podoba jednotlivé stránky v HTML se stimuly a dotazníkem. Výsledek hodnocení je zaznamenán v databázi a zpřístupněn experimentátorovi pro další statistické zpracování[2][5][7].

V tomto příspěvku představíme rozšířenou verzi systému pro "Psychoakustické a psychovizuální testy a editor" (PAVE), který propojuje datové úložiště experimentátora s testy a stimuly s webovou aplikací pro testování dostupnou na adrese <https://psychoacoustic.hamu.cz/>.

Propojení dat

Stimuly, tj. datové soubory se zvuky, obrazy a videi jsou uloženy v datovém úložišti experimentátora mimo server odkud je obsluhován web <https://psychoacoustic.hamu.cz/>. Přes protokoly WEBDAV a HTTP se datové soubory prostřednictvím naprogramovaného testu zpřístupňuje respondentům k poslechu nebo ke shlédnutí. Prohlížeč tak jen zprostředkuje přístup ke stimulům, datové úložiště (typicky v jiné doméně) musí podporovat tzv. Cross-origin resource s (CORS), což je bezpečnostní standard, který reguluje přístup k datovým zdrojům z jiného místa, než je doména datového úložiště.

Výsledek, tj. zaznamenané reakce a odpovědi respondenta jsou uloženy opět v datové úložišti, ale mohou být jinde dle volby experimentátora testu. Architektura systému je schematicky znázorněna níže. Rozhraní WEBDAV1, WEBDAV2 a WEBDAV3 jsou 3 různé URL, které obsluhují protokol WEBDAV – rozšíření protokolu HTTP o možnost obsluhovat data. Z protokolu WEBDAV používáme PROPFIND pro získání seznamu souborů a adresářů v datovém úložišti.

V současnosti je podporováno datové úložiště Owncloud v implementaci poskytované sdružením CESNET pro všechny studenty a akademické pracovníky českých vysokých škol na adrese <https://owncloud.cesnet.cz/>. Nevýhodou je jeho dostupnost jen pro české uživatele. Ve vývoji je podpora obdobného datového úložiště, jenž je dostupné na evropské úrovni. Zvažována je integrace se službou B2DROP, která je vyvíjena a udržována z evropských zdrojů pod iniciativou EOSC (European Open Science Cloud). Taky zvažujeme komerční úložiště, které umožní používat systém experimentátorům bez účtu v akademické oblasti.

Kroky pro přípravu a realizaci testu

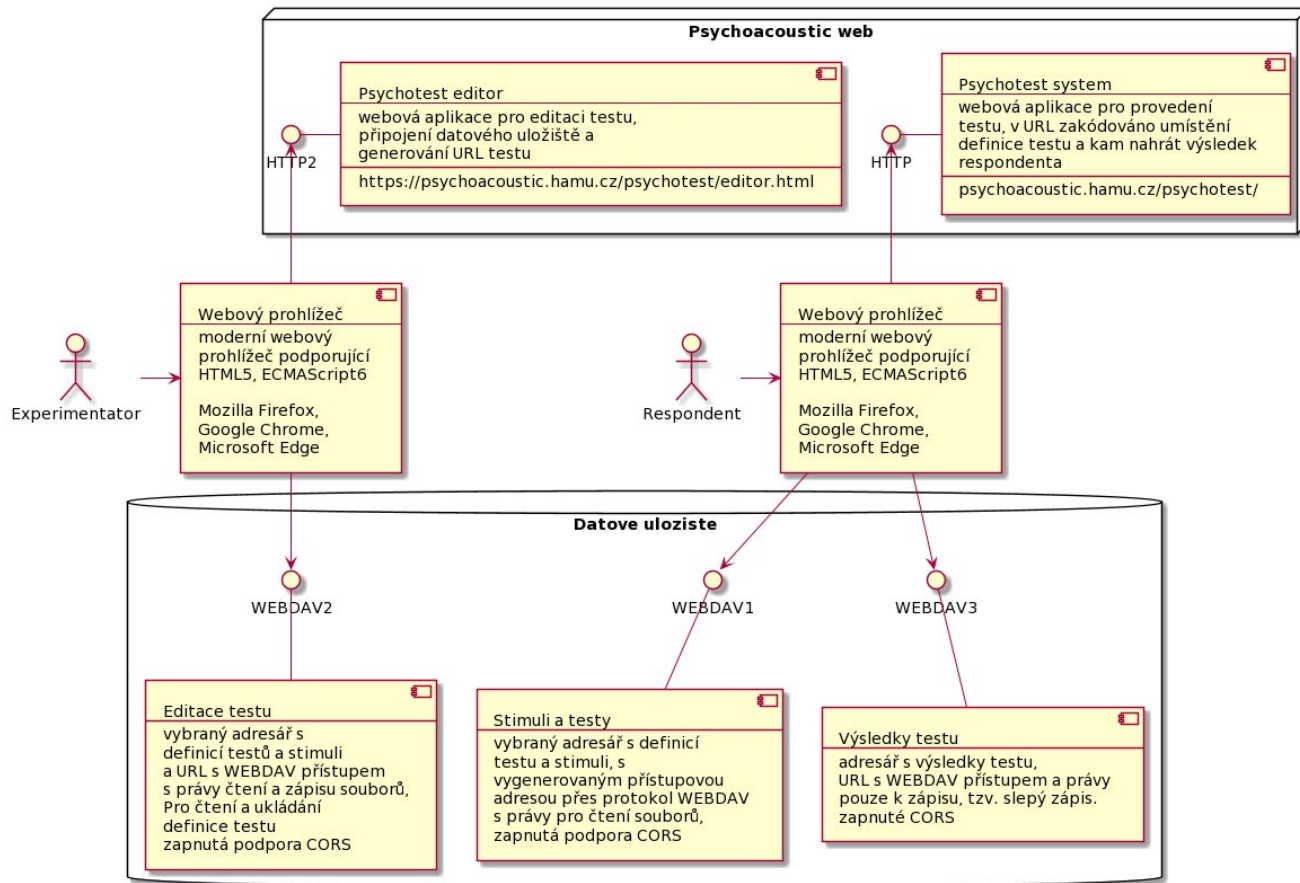
1. Připojení datového úložiště
2. Příprava definice testu
3. Generování URL testu a distribuce respondentům
4. Realizace testu respondenty
5. Vyhodnocení nasbíraných výsledků

Připojení datového úložiště

Experimentátor nejprve musí připojit datové úložiště, v implementaci OWNCLLOUD je možné vytvořit 3 druhy sdílených odkazů, jenž podporují protokol WEBDAV s právy pro zápis a čtení (pro experimentátora pro editaci a úpravu testu), s právy pro čtení (pro respondenta umožňující čtení stimulů definicí testu) a s právy pro slepý zápis (pro respondenta umožňující uložení odpovědi respondenta na test).

Příprava definice testu

Experimentátor vytvoří nový test, nebo vybere ze seznamu existujících testů a je mu otevřen webový editor, který kontroluje syntaxi doménově specifického jazyka definující obrazovky testu.



Obrázek 1 – Architektura systému

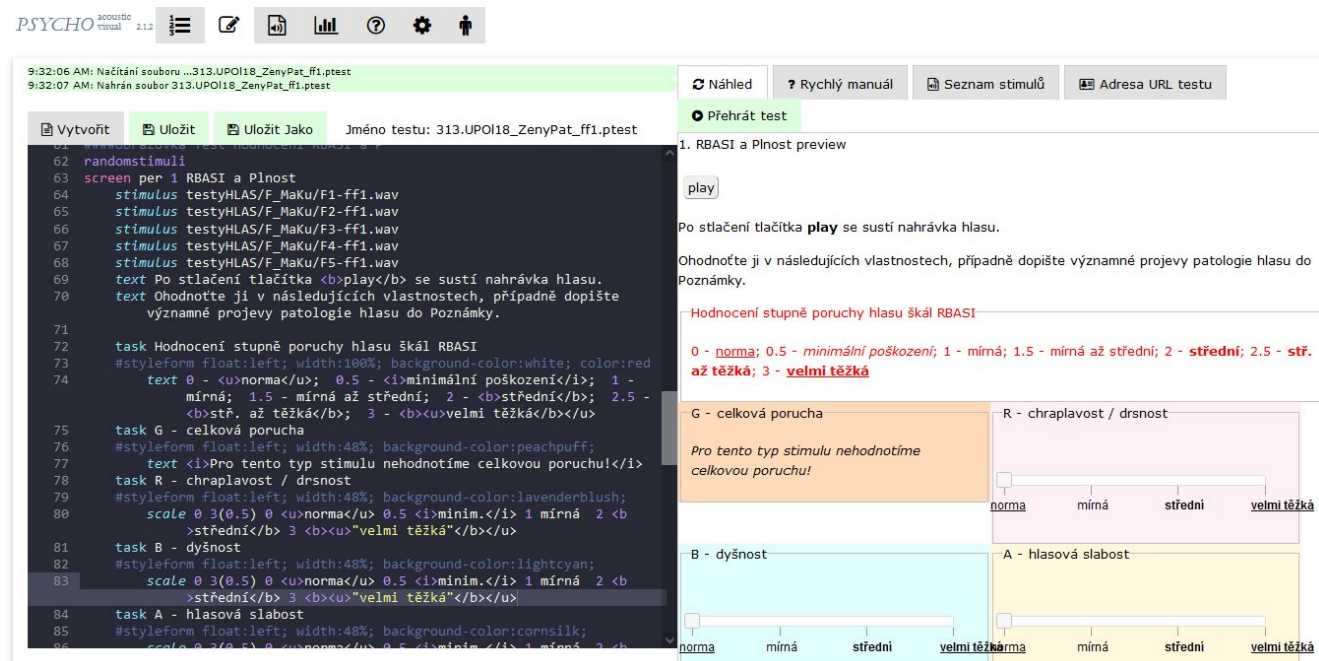
Na obrázku je definice testu pro hodnocení vlastností hlasů. Drsnost (roughness), dyšnost (breathiness), slabost (asthenicity), hlasové napětí (strain) a nestabilita (instability).

Doménově specifický jazyk umožňuje definovat vzhled obrazovky, je možné do něj vložit části kódu HTML, nebo stylu v CSS. Díky tomu lze využít bohatost současného standardu HTML5 a CSS3 podporovanou většinou prohlížečů.

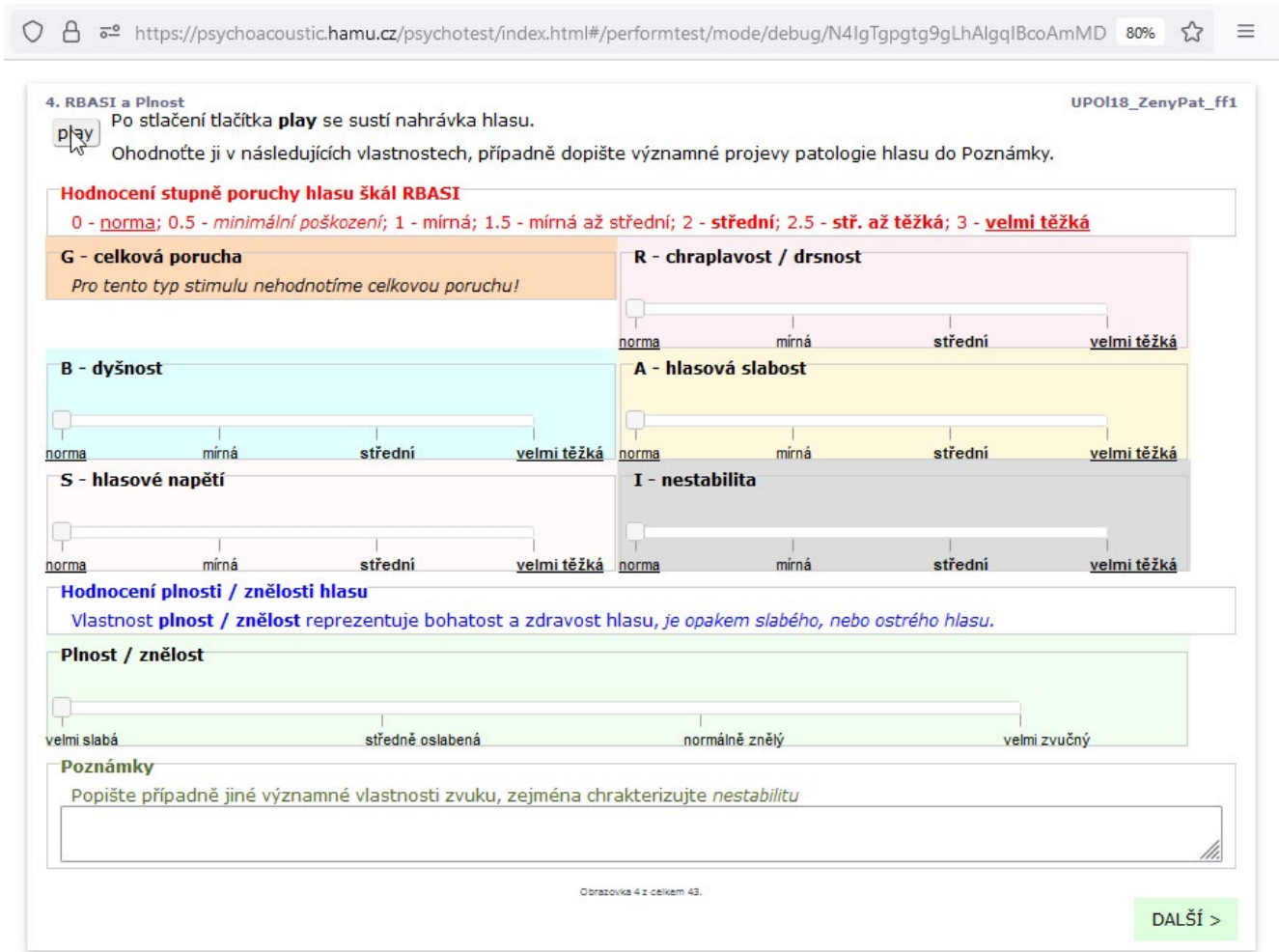
Realizace testu respondenty

Po vytvoření testu je možné vygenerovat unikátní URL, které v sobě obsahuje zakódované umístění stimulů a definice testu. Toto URL je možné rozeslat respondentům pro distanční vyhodnocení.

Na obrázku je náhled obrazovky číslo 4 z celkem 41, které umožní přehrát zvuk a respondent vyhodnocuje výše zmíněné vlastnosti.



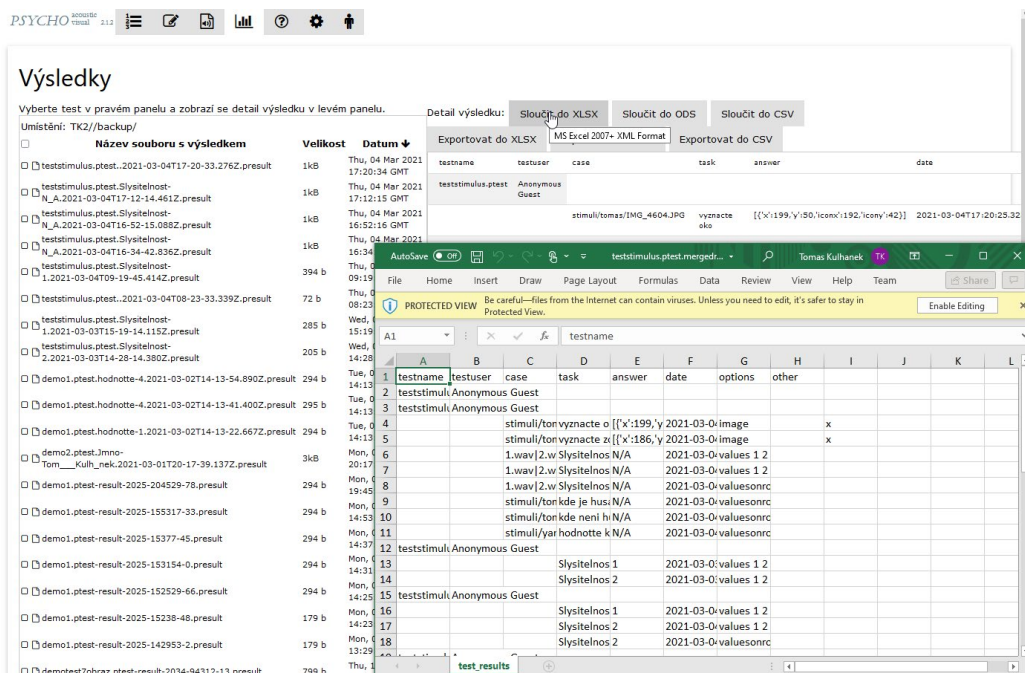
Obrázek 2



Obrázek 3

Zpracování odpovědí

Odpovědi respondentů, kteří vyplnili test se uloží na definované místo experimentátorem, z něj je pak možné výsledky sloučit a exportovat do různých formátů, podporovány jsou formáty XLSX (MS Excel 2007+ XML formát), ODS (Open Document Spreadsheet) a CSV (Comma Separated Value). Výsledky jsou hrubé a statistika a další zpracování jsou už čistě záležitostí experimentátora.



Obrázek 4

Výsledky

Systém psychotestu umožňuje propojit datové uložiště s rozsáhlou sbírkou zvukových nebo video stimulů. Jedním z požadavků bylo, aby experimentátor nemusel dávat přístup ke svým datům administrátorům systému psychotestu, ale jen svým respondentům.

Systém se používá pro výzkum a nácvik percepčních testů jako jednou z metod pro diagnostiku hlasových poruch[3] [4], pro ohodnocení uměleckého projevu různých interpretů [6] nebo výzkum jaké je vnímání emocí při poslechu indické klasické hudby i u posluchače západoevropského kulturního okruhu[8].

Poděkování

Tato práce vznikla za podpory grantu Fondu rozvoje CESNET č. 667 ročník 2020/1 a taktéž za podpory projektu IP DKR AMU "Subjektivní a objektivní aspekty kvality hudebních zvuků".

Reference

- [1.] *Technologický list 36 Z. Otčenášek, J. Štěpánek, J. Prokop, M. Frič, J. Hrb, LiTEd – Software pro editaci, provádění a vyhodnocování poslechových testů - MARC HAMU, Praha 2010.*
- [2.] *Technologický list 82 T. Kulhánek, M. Frič, J. Otčenášek, Software pro tvorbu percepčních testů na webovém rozhraní - MARC HAMU, Praha 2016*
- [3.] *KUČERA, M., FRIČ M., FRITZLOVÁ, K., HALÍŘ M. Vokologie I – Funkční diagnostika a léčba hlasových poruch. Akademie múzických umění v Praze, 2019. ISBN: 978-80-270-6200-3
a. Nácvikové percepční testy uvedené v multimediální příloze monografie, jejichž webovou verzi pro hodnocení habituálního čtení lze najít v sekci *Nácvikové testy**
- [4.] *KUČERA, M., FRIČ M., FRITZLOVÁ, K., HALÍŘ M., DVOŘÁKOVÁ, E., ČEŠKOVÁ O. Základy vokologie – diagnostika, prevence a rehabilitace hlasu. Odborný seminář s workshopy. 11. – 12. Října 2019, Galerie HAMU.*
- [5.] *Frič, M. PerceptualTest & ResponseAnalysis (PTR) - program pro provádění základních percepčních testů a analýzu jejich výsledků. Praha: MARC-Technologický list čís. 93 Výzkumné centrum hudební akustiky HAMU, 2018.*
- [6.] *FRIČ, M., BERTI, A., OTČENÁŠEK, J. Percepční hodnocení vlastností pěveckého provedení koloraturní árie. Musicologica Brunensia, 2019, 54(1), s. 187-222. <https://doi.org/10.5817/MB2019-1-1>*
- [7.] *Frič, M. Perceptual evaluation of voice quality modification in pitch, loudness and voice type changes in dysphonic women. In PAN-EUROPEAN VOICE CONFERENCE 2019 Voicing Science and Experience Book of Abstracts, s 28.*
- [8.] *Reindl, T., Frič, M., Hruška, V. Rágy a emoce - hudebně psychologické aspekty severoindických rág, Hudební věda 57(1), 2020, s. 52-79*

Kontakt

Mgr. Tomáš Kulhánek, Ph.D.

Oddělení biokybernetiky

U nemocnice 5

128 53 Praha 2

e-mail: tmkulhanek@gmail.com

RNDr. Marek Frič, Ph.D.

Výzkumné centrum hudební akustiky

Hudební a taneční fakulta

Akademie múzických umění v Praze

Malostranské náměstí 259/12

118 00 Praha 1

e-mail: marek.fric@hamu.cz

ZDRAVOTNÍ GRAMOTNOST 2021: JAK MŮŽEME LÉPE ZÍSKAT INFORMACE O ZDRAVÍ?

Klára Bohutínská, Eva Lesenková

Anotace

Významná role v podpoře zdravotní gramotnosti patří společně se zdravotnickými subjekty vzdělávacím a kulturním institucím a organizacím, velký přínos mají také pacientské organizace a jiné podpůrné skupiny. Mezi aktivity, kterými Národní lékařská knihovna od roku 2016 podporuje rozvoj zdravotní gramotnosti v ČR, patří akce v rámci celoživotního vzdělávání. Příspěvek informuje o kurzu s tematikou této gramotnosti, který probíhal na jaře 2021 v prostředí LMS Moodle. Prezentovány jsou zkušenosti s vytvořením obsahu, přípravou, průběhem a s výsledky hodnocení kurzu.

Klíčová slova

zdravotní gramotnost, knihovny, hodnocení kvality informačních zdrojů, informační chování

1 Úvod

Knihovníci, jako informační specialisté, se ve své praxi setkávají i s dotazy uživatelů z oblasti zdraví či zdravotnictví. Aby knihovníci mohli svým uživatelům poskytovat kvalitní a relevantní informace, je potřeba je s rozvojem nových služeb v této oblasti také postupně vzdělávat. Organizovaná školení mohou pomoci knihovníkům, aby byli schopni uživatelům poradit, kde hledat a získávat užitečné informace.

2 Systém knihoven, koncepce rozvoje knihoven ČR 21–27

Česká republika v mezinárodním srovnání disponuje výjimečně hustou knihovní sítí, zahrnující přes 6000 knihoven a jejich poboček, které poskytují veřejné knihovnické a informační služby ve smyslu zákona č. 257/2001 Sb., o knihovnách a podmínkách provozování veřejných knihovnických a informačních služeb (knihovní zákon). Směr rozvoje České republiky na další desetiletí je deklarován v dokumentu Strategický rámec České republiky 2030 [1]. V kapitole Lidé a společnost je zdůrazňován cíl veřejných politik, které musí vést ke zlepšování kvality života všech obyvatel. Systém knihoven ČR a jejich činnosti mají potenciál, který lze k naplňování tohoto cíle využít.

Dokumentem obecné povahy, který zastřešuje různorodý systém knihoven, jejichž provozovateli jsou obce, kraje, státní instituce i soukromé subjekty, je Koncepce rozvoje knihoven v České republice na léta 2021–2027 s výhledem do roku 2030 [2]. Koncepce vytyčuje základní cíle pro činnost knihoven, které mohou působit jako komunitní centra, jako vzdělávací a vzdělanost podporující instituce a konečně tradičně jako správci kulturního a znalostního bohatství.

Knihovny již hrají velkou roli v celoživotním vzdělávání. Podle vize s výhledem do roku 2030 by tak knihovny měly být i společností vnímány. Tedy jako nepostradatelné instituce neformálního celoživotního a občanského vzdělávání: měly by se stát první volbou v posilování kompetencí a rozvoji gramotnosti ve společnosti, a to zejména v oblasti čtenářské a informační gramotnosti.

Veřejné knihovny tedy mohou jednoduše podporovat také zdravotní gramotnost, a to šířením povědomí o ní. Podle zahraničních zkušeností existují různé cesty, kterými knihovny mohou poskytovat přístup ke správným informacím pro uživatele zdravotní péče.

3 Zahraniční zkušenosti s rolí knihoven ve zdravotní gramotnosti

Před více než 20 lety bylo deklarováno americkou asociací lékařských knihoven Medical Library Association (MLA) prohlášení o roli knihovníka v podpoře uživatele (konzumenta, spotřebitele) při získávání informací o zdraví a při jejich vzdělávání. V prohlášení jsou vytyčeny okruhy činností, na kterých se knihovníci podílejí [3].

Knihovník vystupuje jako expert v oblasti správy sbírek, jejich sběru, třídění, organizace specializovaných souborů (sbírek) a jejich šíření klasickou i elektronickou cestou a dále jako:

- iniciátor a tvůrce vzdělávacích programů s podporou moderních vzdělávacích metod;
- spolupracovník organizovaných i individuálních subjektů zabývajících se informacemi o zdraví účastníka zdravotní péče (CHI – consumer health information);
- šířitel a propagátor;
- výzkumník.

Inspirativní příklady ze zahraničí [4,5,6] ukazují, jak jsou knihovny a knihovníci v partnerství s různými společenskými odvětvími, včetně univerzit, nemocnic a jiných zdravotnických zařízení, komunitních organizací, dobrovolných orgánů a vládních agentur, zapojeni do pomoci občanům za účelem zvýšení zdravotní gramotnosti ve společnosti. Publikované zkušenosti z USA, Velké Británie, Irska, Itálie, Chorvatska, Turecka aj. [7] ukazují různé přístupy, cesty a možnosti, které poskytují knihovníci v podpoře zdravotní gramotnosti.

4 NLK a aktivity k podpoře zdravotní gramotnosti

Národní lékařská knihovna (NLK) se zapojuje do národních aktivit podporujících zvyšování zdravotní gramotnosti, které probíhají v rámci Národní strategie ochrany a podpory zdraví a prevence nemocí [8]. Činnosti NLK v rámci podpory zdravotní gramotnosti jsou zaměřeny na dva směry – na informování široké veřejnosti a na vzdělávání knihovníků. Pro veřejnost NLK vytváří portál MedLike [9], který soustřeďuje odkazy na spolehlivé informační zdroje o zdraví a nemoci pro občana. Pro knihovníky NLK připravuje různé vzdělávací programy, jejichž hlavním cílem je motivovat knihovníky i z mimooborových knihoven tak, aby se svými činnostmi také zapojili do šíření zdravotní gramotnosti mezi širší občanskou veřejnost. Za tímto účelem probíhají od roku 2017 školení, na kterých bylo dosud proškoleny přes sto knihovníků. V letošním roce pak byl vytvořen vzdělávací program v e-learningové formě.

4.1 E-learningový kurz NLK k podpoře zdravotní gramotnosti

Cílem NLK je šířit zdravotní gramotnost po celé republice, a to v různých typech knihoven – od té nejmenší městské až po knihovny krajské. V předešlých letech realizovala NLK semináře v různých knihovnách napříč Českou republikou. Navzdory úsilí však byli proškoleni knihovníci pouze z blízkého okolí místa školení. Pro úspěšné šíření zdravotní gramotnosti bylo zapotřebí uspořádat více vzdělávacích akcí. Úsilí NLK však ztížila protiepidemická opatření proti šíření onemocnění covid-19, kvůli kterým nebylo možné realizovat prezenční výuku. Východiskem vzniklé situace bylo uspořádat vzdělávací akci v online prostředí. Zvolena byla asynchronní forma, jejíž příprava je náročnější, ale je časově flexibilnější k potřebám studujících.

E-learningový kurz byl vytvořen v prostředí Moodle na platformě Kurzy.knihovna.cz [10], která je provozována Moravskou zemskou knihovnou a její využití pro knihovny je zdarma. Oficiálně byl kurz spuštěn 7. 6. 2021 a účastníci jej mohli studovat

do 30. 6. 2021. Do budoucna je zvažována neomezená a trvalá přístupnost kurzu.

4.1.1 Obsah kurzu

Cílem kurzu bylo posílit vědomí o důležitosti kritického výběru hledané informace o zdraví či nemocech a motivovat knihovníky ke spolupráci v podpoře zdravotní gramotnosti.

Autorem prvního modulu byl prof. MUDr. Jan Holčík, DrSc., a účastníci se v něm dozvěděli, co je pojem zdraví a co jej ovlivňuje, co znamená pojem zdravotní gramotnost a proč má cenu usilovat o zvýšení její úrovně.

Druhý modul připravila PhDr. Eva Lesenková, Ph.D., a účastníci po jeho absolvování měli vědět, jakým způsobem navazuje zdravotní gramotnost na jiné knihovnickům známé gramotnosti a jakým způsobem mohou knihovníci podporovat zdravotní gramotnost občanů.

Autory posledního modulu byli Mgr. Klára Bohutínská a PhDr. Ondřej Burský, DiS. Účastníci byli jeho prostřednictvím seznámeni s kritérii, kterými se při výběru informací mohou řídit, s praktikami klamavých webů a s konkrétními webovými informačními zdroji, ze kterých lze čerpat věrohodné informace o zdraví a nemocech, jako např. portál NZIP.cz či portál MedLike.

Součástí každého modulu byl krátký kvíz s několika otázkami pro ověření znalostí. Poslední modul zahrnoval cvičení, prostřednictvím kterého se účastníci měli naučit pomocí kritérií kvality sami rozpoznávat důvěryhodné zdroje.

Jedním z cílů kurzu bylo šířit povědomí o zdravotní gramotnosti mezi knihovníky. Podmínky kurzu byly nastaveny tak, aby jej každý účastník zvládl dokončit. K úspěšnému absolvování kurzu bylo zapotřebí:

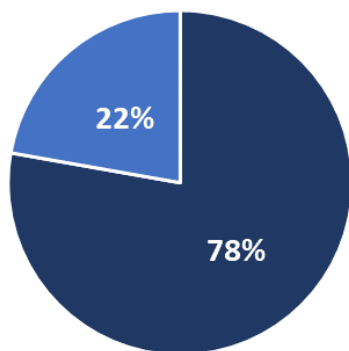
- nastudovat všechny základní studijní materiály,
- vyzkoušet své znalosti ve všech kvízech, přičemž nebyla stanovena hraniční známka, které by museli účastníci dosáhnout,
- odevzdat vyplněný dokument ze cvičení, na základě kterého účastníci dostávali zpětnou vazbu lektora,
- vyplnit závěrečné hodnocení kurzu.

Předpokladem bylo, že studium kurzu zabere účastníkům celkem 4 hodiny.

4.1.2 Zpětná vazba účastníků

Během předregistrace projevilo o kurz zájem přes 100 knihovníků z různých knihoven. Přímou do kurzu se přihlásilo 72 účastníků a 56 z nich jej úspěšně dokončilo.

Počet absolventů kurzu



■ Úspěšně dokončilo ■ Nedokončilo

Graf 1 – Počet absolventů kurzu

Celkem 59 účastníků kurzu pak prostřednictvím závěrečného dotazníku poskytlo NLK zpětnou vazbu. Kurz splnil očekávání 59 % respondentů. Zbýlých 41 % respondentů uvedlo, že kurz splnil jejich očekávání pouze částečně.

Prostřednictvím otázky vyjádřete svůj souhlas/nesouhlas se čtyřmi výroky (viz graf č. 2). 93 % účastníků uvedlo, že byl pro ně kurz přínosný a podle 95 % účastníků splnil kurz definované cíle. Nové znalosti získalo 97 % účastníků a stejné procento účastníků využije získané znalosti v praxi.

V otevřených otázkách pak měli účastníci možnost vyjádřit se k tomu, co jim v kurzu chybělo či co jim vadilo. Celkem 8 účastníků uvedlo, že by uvítali bližší informace k tomu, jak se knihovnici mohou do šíření zdravotní gramotnosti konkrétně zapojit. Sedm účastníků by pak upřednostnilo více tipů na důvěryhodné zdroje a dva účastníci by měli zájem o informace k prevenci a péči o vlastní zdraví. Jeden z účastníků pak navrhoval zařadit do programu také informace o fake news a hoaxech.

Účastníky nejvíce zaujalo téma hodnocení kvality informačních zdrojů – explicitně jej v hodnocení zmínilo 40 účastníků. Dále je také zaujaly tipy na konkrétní informační zdroje (7 účastníků) či vymezení pojmu zdravotní gramotnost (3 účastníci). Ve své praxi pak nově získané znalosti o hodnocení kvality informačních zdrojů bezprostředně uplatní celkem 18 účastníků, 13 účastníků uvedlo, že brzy využije tipy na konkrétní zdroje. Celkem 5 účastníků pak sdělilo, že bezprostředně ve své praxi z kurzu nevyužije nic.

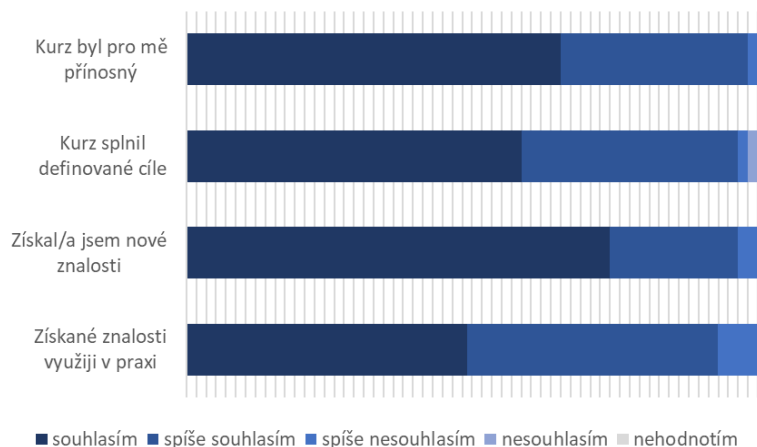
Hodnocení kurzu vychází z kvantitativního šetření, jehož výsledky vycházely především z názorů účastníků. Výsledky hodnocení však naznačují, že kurz byl pro účastníky přínosný a že získali nové znalosti, které uplatní ve své praxi.

4.1.3 Analýza chování účastníků při hodnocení kvality informací

Součástí modulu 3 bylo cvičení mající za úkol naučit účastníky všimnout si jednotlivých aspektů webu, které jim mohou napomoci při hodnocení kvality webových zdrojů. Účastníci měli pomocí metodiky zhodnotit 4 různé články na odlišných webech.

Metodika, vytvořená speciálně pro toto cvičení, vychází z metodiky NLK pro posuzování kvality získávaných dokumentů pro portál MedLike [11] a metodiky CRAP test [12]. Účastníci měli za úkol k 8 základním kritériím pro hodnocení kvality (Autorství, Vlastnictví, Aktuálnost, Ověřitelnost zdrojů, Komplementarita informací, Uživatelská přívětivost, Ochrana osobních údajů, Transparentnost) přiřadit vhodný počet bodů podle toho, zda daný článek, případně celý web, obsahuje aspekty odpovídající kritériím.

Vyjádřete svůj souhlas/nesouhlas s následujícími výroky:



■ souhlasím ■ spíše souhlasím ■ spíše nesouhlasím ■ nesouhlasím ■ nehodnotím

Graf 2 – Přínos kurzu

Název článku	Zdrojový web	Odkaz	Autorství (autor článku)	Vlastnictví	Aktuálnost (datum vydání/poslední aktualizace)	Ověřitelnost zdrojů (odkazy na původní zdroje)	Komplementarita informací (pro koho je informace/stránka určena)	Uživatelská přívětivost (přívětivost, chyby)	Ochrana osobních údajů (obsahuje GDPR)	Transparentnost (jak je stránka financována?)	Celkem
			5x	5x	3x	3x	3x	3x	1x	3x	
Asthma bronchiální	ČOPN	https://www.copn.cz/cs/pro-pacienty/o-nemocech/asthma-bronchiální	neuvezen (0 b.)	0 b.	25 b.	0 b.	0 b.	15 b.	15 b.	5 b.	75 b.
Astma. Díky správné léčbě lze žít s touto nemocí bez astmatických záchvatů.	Ordinace.cz	https://www.ordinace.cz/clanek/astma-diky-spravne-lecbe-lze-zit-s-touto-nemoci-bez-astmatickych-zachvatu/	neuvezen (0 b.)	0 b.	5 b.	0 b.	0 b.	3 b.	9 b.	5 b.	22 b.
Průduškové astma	ČPZP	https://www.czp.cz/clanek/1123-0-Prohlášení.html	neuvezen (0 b.)	0 b.	25 b.	0 b.	0 b.	15 b.	15 b.	5 b.	75 b.
Vyhledávání Několic způsobů, jak zhubnout za hodinu	Jak hubnout? jak-hubnout.eu	https://jak-hubnout.eu/nekolic-zpusobu-jak-zhubnout-za-hodinu/	neuvezen (0 b.)	0 b.	5 b.	0 b.	0 b.	0 b.	0 b.	5 b.	13 b.

Tabulka 1 – Správný postup hodnocení článků dle autorů článků

Při hodnocení váha jednotlivých kritérií kvality není na stejné úrovni (např. autorství je důležitější než uživatelská přívětivost), proto byly přidělené body následně vynásobeny stanovenou vahou konkrétního kritéria. Výsledné hodnoty jednotlivých kritérií byly sečteny, takže hodnotu kvality každého zdroje prezentovalo pouze jedno číslo. Porovnáním těchto čísel účastníci zjistili, který ze 4 článků je důvěryhodnější (vyšší hodnoty ukazovaly na vyšší kvalitu informačního zdroje a nižší naopak) (viz Tab. č. 1).

Tento způsob hodnocení má své nedostatky, a to především v subjektivním přístupu jednotlivých hodnotitelů. Některá z kritérií lze hodnotit přesně (např. zda je uveden autor, zda je uvedeno datum poslední aktualizace či odkazy na literaturu), ale některá kritéria mohou ovlivňovat osobní názory hodnotitelů (např. jsou-li informace jasné či zda je navigace na stránce přehledná). V některých případech tak může být obtížné rozhodnout o správné výši bodového ohodnocení. Výsledné bodové hodnocení se tedy mezi jednotlivými účastníky může vlivem subjektivního pohledu mírně lišit. Pokud však jednotlivci přistupuje ke všem článkům objektivně a hodnotí je stejnými kritérii, pořadí výsledných čísel by mělo zůstat zachováno, tedy že články z webů ČOPN a ČPZP lze považovat za důvěryhodnější

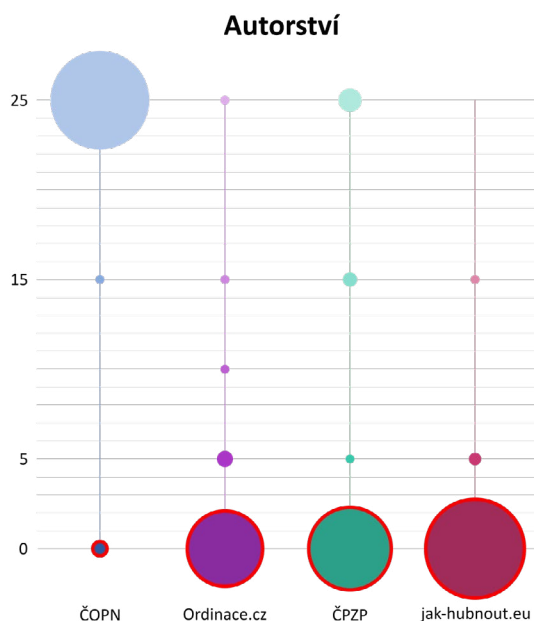
než články z webů Ordinace.cz a Jak hubnout. Článek z webu Ordinace.cz by pak měl být o něco více důvěryhodnější než článek z webu Jak hubnout (viz Tab. č. 1).

Cvičení absolvovalo celkem 53 účastníků kurzu. Všem účastníkům vyšlo správně, že články z webu ČOPN a ČPZP jsou důvěryhodnější než články z webů Ordinace.cz a Jak hubnout. Avšak jen 50 účastníkům však vyšlo, že je článek z webu Ordinace.cz důvěryhodnější než článek z webu Jak hubnout.

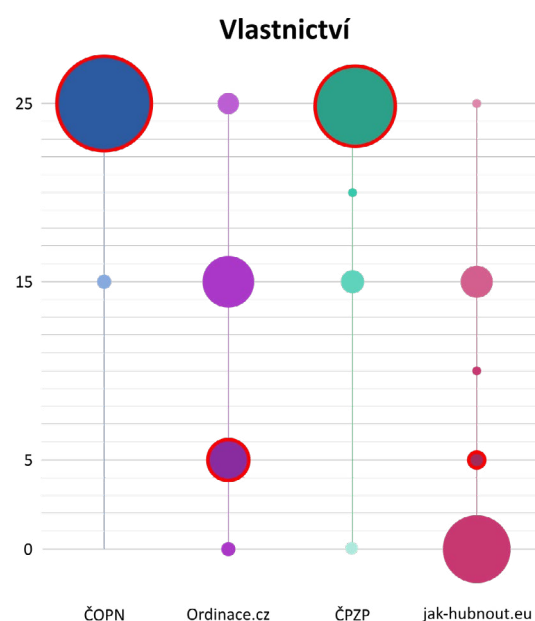
Porovnání bodového ohodnocení všech účastníků může odhalit jak nedostatky zvolené metodiky, tak nedostatky v dovednostech účastníků. Pro tento účel byl vytvořen vlastní typ grafu. Sloupec (osa x) reprezentují hodnocené weby. Osa y znázorňuje výši přiřazených bodů vynásobených vahou konkrétního kritéria (viz Tab. č. 1). Velikost bublin znázorňuje počet účastníků, kteří toto bodové ohodnocení zvolili a kroužkem vyznačené bubliny odpovídají hodnocení, které by k jednotlivým kritériím přiřadili autoři cvičení.

Tento způsob vizualizace odhaluje chybný úsudek 92,6 % účastníků při hodnocení kritéria autorství (viz graf č. 3).

Ani u jednoho z článků není uveden autor. Hodnocení tohoto kritéria je tudíž u všech článků jednoznačně 0 b. Přesto několik z účastníků nějaké body za toto kritérium přidělilo. U článku



Graf 3 – Vizualizace hodnocení účastníků – kritérium autorství



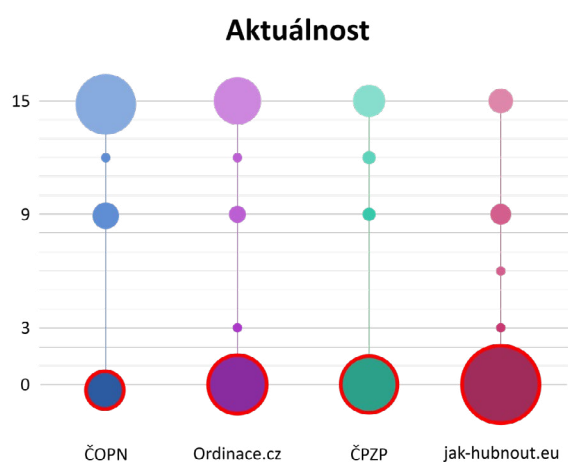
Graf 4 – Vizualizace hodnocení účastníků – kritérium vlastnictví

z webu ČOPN dokonce téměř všichni účastníci (92, 6 %), kromě 3, zaměnili odkaz na odbornou konzultaci za autora článku.

Hodnocení kritéria vlastnictví je o něco složitější. Pro zjištění toho, kdo je vlastníkem webu, je zapotřebí web prohledat. Tento údaj se většinou nachází v záložce „o nás“, často lze vlastníka odhalit také prostřednictvím informací týkajících se GDPR. Hodnocení kritéria vlastnictví bylo pravděpodobně nejnáročnější u webu *Ordinace.cz*, kde na první pohled není zřejmé, že za webem stojí komerční společnost podnikající dle obchodního rejstříku v oblasti nákupu, skladování a prodeji zdravotnických prostředků [13]. Někteří účastníci se pravděpodobně nenechali zmást záložkou o nás, ve které jsou uvedeny kontakty na redakci. Pouze uvedení kontaktů však není zárukou kvality.

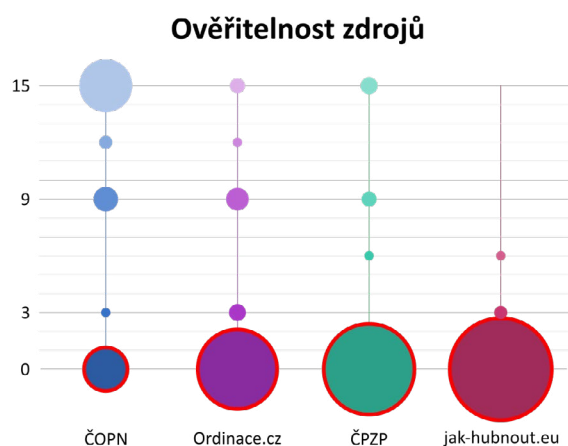
Vlastníkem webu *Jak hubnout* je podnikající fyzická osoba, která dle rejstříku ekonomických subjektů nepodniká v oblasti zdravotnictví [14].

Vizualizace naznačuje, že někteří účastníci hodnotili toto kritérium povrchně a nezkoumali do hloubky, kdo je doopravdy vlastníkem webu.



Graf 5 – Vizualizace hodnocení účastníků – kritérium aktuálnost

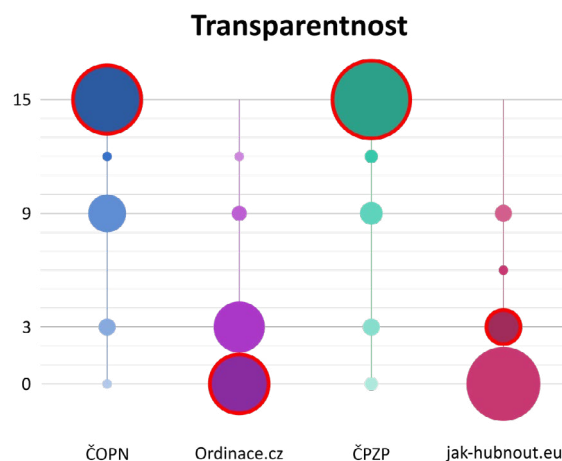
U kritéria aktuálnost je důležité, zda je obsah článků aktuální. Zda je v článku skutečně vše aktuální a podle současných doporučených postupů dokáže rozeznat pouze odborník. Běžný uživatel webu se pak musí řídit uvedeným datem vydání či poslední aktualizace. Bohužel ani u jednoho z článků není tento údaj uveden. Hodnocení všech článků by tudíž mělo být 0 b. Přesto značná část účastníků k tomuto kritériu přidělilo nějaké body (ČOPN – 68,5 % účastníků, *Ordinace.cz* – 48,2 % účastníků, ČPZP – 30,2 % účastníků, *Jak hubnout* – 29,6 % účastníků). Vysoký počet mylného hodnocení může být způsobeno záměnou



Graf 6 – Vizualizace hodnocení účastníků – kritérium ověřitelnost zdrojů

hodnocením data aktuálnosti článku s datem copyrightu webu. Bohužel aktuálnost webových stránek nemusí vypovídat o aktuálnosti konkrétního článku na webu uvedeném.

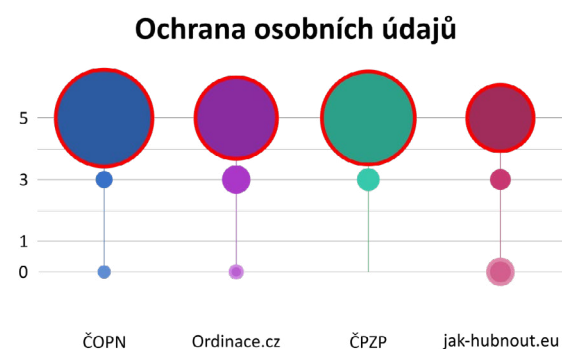
Žádný z článků neobsahuje odkazy na původní zdroje. Hodnocení tohoto kritéria by tudíž u všech článků mělo být 0 b. Nelze odvodit, proč někteří z účastníků hodnotili toto kritérium více body.



Graf 7 – Vizualizace hodnocení účastníků – kritérium transparentnost

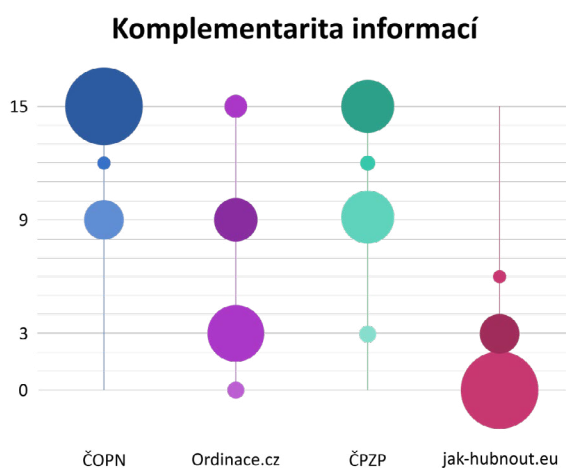
Kritérium transparentnost by mělo účastníky vést k zamyšlení nad tím, jakým způsobem je stránka financována a zda stránky nepodněcují návštěvníky k nákupu zboží. Z tohoto hlediska jsou stránky *Českého občanského spolku proti plicním nemocem* a stránky *České průmyslové zdravotní pojišťovny* důvěryhodné. Přestože ani jeden z webů neobsahuje reklamní sdělení, část účastníků i tyto weby považuje za nedůvěryhodné.

Zajímavé je, že většina účastníků hodnotila podle tohoto kritéria web *Jak hubnout* jako méně důvěryhodný než web *Ordinace.cz*. Přitom stránky *Ordinace.cz* obsahují reklamu na zboží týkající se obsahu článku, ačkoli vizuálně oddělenou, přesto zasazenou přímo v textu článku. Na webu *Jak hubnout* se reklama také vyskytuje, ale na jiné téma a nezasahuje do textu.



Graf 8 – Vizualizace hodnocení účastníků – kritérium ochrana osobních údajů

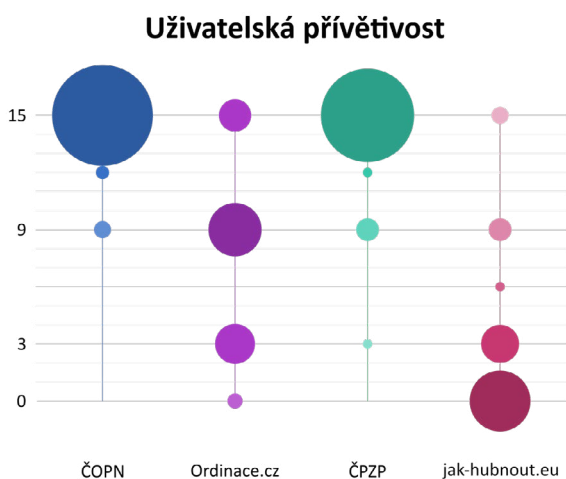
Všechny weby obsahují informace týkající se GDPR a ani jeden z webů nevyžaduje pro přístup k informacím neoprávněné poskytnutí osobních údajů. Hodnocení tohoto kritéria by u všech webů mělo být 5 bodů. Část účastníků přidělilo k tomuto kritériu 3 body. K této skutečnosti mohla napomoci nepřesně formulovaná věta v metodice, kde by mělo být doplněné, že stránka vyžaduje odůvodněnou registraci pro přístup k dané informaci.



Graf 9 – Vizualizace hodnocení účastníků – komplementarita informací

Do hodnocení komplementarity informací může z velké části zasahovat subjektivní pohled hodnotitele, protože je zapotřebí určit, za jakým účelem byla stránka založena, zda jsou informace vyvážené, bez předpojatosti a poskytují různé pohledy. U webů ČOPN, Ordinance.cz a ČPZP je přímo uvedeno, že slouží k informování pacientů či laické veřejnosti. Článek na webu Ordinance.cz však obsahuje emotivně zabarvený patientský příběh. U webu Jak hubnout není zas nikde explicitně vyjádřeno, k jakému účelu a pro koho jsou stránky vytvořeny. Navíc článek samotný obsahuje drobné gramatické chyby (např. chybějící čárka, špatně použitá lomítka, špatně zapsané procento). Lze tedy říci, že hodnocení účastníků z větší části odpovídá skutečnosti.

Do kritéria uživatelská přívětivost zasahuje subjektivní pohled hodnotitele asi nejvíce, především v oblasti týkající se orientace na webových stránkách. Weby ČOPN a ČPZP jsou bez reklam a obsahují stručné a jasné informace. Orientaci na stránkách Ordinance.cz zneprůjemňuje všeprostopující reklama. Na webu Jak hubnout jsou kvůli použití stejných designových prvků na první pohled špatně rozlišitelné odkazy vedoucí na jiné místo na webových stránkách od odkazů vedoucí na cizí webové stránky. Hodnocení účastníků tedy z velké většiny odpovídá skutečnosti.



Graf 10 – Vizualizace hodnocení účastníků – kritérium uživatelská přívětivost

4.1.4 Shrnutí analýzy

Výsledky analýzy naznačují, že se někteří účastníci při hodnocení zdrojů nechovají objektivně. Pravděpodobně dokáží na první pohled rozeznat, který z webů je méně důvěryhodný, což

se pak projevuje u webu Ordinance.cz a Jak hubnout nižším hodnocením i v případech, kdy tomu jednotlivé aspekty webu neodpovídají, a naopak vyšším hodnocením u webů ČOPN a ČPZP v případech, kdy daná kritéria nespĺňují.

Účastníci měli problém s dohledáním jednotlivých aspektů webů odpovídajících kritériím: např. autora článku je zapotřebí hledat přímo u článku, zatímco pro zjištění vlastnictví je potřeba prohledat celý web. Problémy se vyskytly také při identifikaci těchto aspektů. Účastníci pravděpodobně zaměňovali datum vydání článku / aktualizace článku s rokem uvedeným v zápatí stránky. V jednom případě zaměnili konzultanta za autora článku.

5 Závěr

Knihovníci projevili o tématiku zdravotní gramotnosti zájem a je vhodné je v tomto směru dále vzdělávat, protože prostřednictvím jednoho knihovníka se informace o zdravotní gramotnosti mohou šířit k velkému počtu uživatelů.

Provedená analýza má svá omezení, protože částečně pracuje s předpoklady odhadující chování uživatelů při kritickém hodnocení informačních zdrojů. Pro hlubší pochopení uživatelského chování by bylo zapotřebí rozsáhlejšího zkoumání. Výsledky analýzy však naznačují, že někteří z účastníků hodnocení nevěnují dostatečnou pozornost a nad jednotlivými aspekty webů se kriticky nezamýšlejí. Do budoucna bude vhodné do kurzu zařadit i obsah rozšiřující základní informační gramotnost a obsah věnující se nácviku kritického myšlení.

Při hodnocení webových zdrojů se ukazuje, že kvalitní webové stránky postrádají základní parametry deklarující důvěryhodnost – neodkazují na původní zdroje, u článků neuvádí ani autora ani datum vydání / poslední aktualizace. Je zapotřebí, aby autoři informačního obsahu i v elektronické podobě začali dodržovat základní publikační pravidla.

Literatura

- [1.] 1.6 Kultura. Strategický rámec Česká republika 2030 [online]. Praha: Úřad vlády České republiky, Odbor pro udržitelný rozvoj, 2017, s. 43-45 [cit. 2021-8-30]. ISBN 978-80-7440-181-6. Dostupné z: <https://www.cr2030.cz/strategie/kapitoly-strategie/lide-a-spolecnost/1-6-kultura/>
- [2.] Konceptce rozvoje knihoven v České republice na léta 2021-2027 s výhledem do roku 2030: knihovny - pilíře občanské společnosti, vzdělanosti a kultury. Praha: Národní knihovna České republiky - Knihovnícký institut, 2020. ISBN 978-80-7050-734-6. Dostupné také z: <https://ipk.nkp.cz/docs/koncepce-rozvoje-knihoven-2021-2027>
- [3.] The librarian's role in the provision of consumer health information and patient education. Bulletin of the Medical Library Association [online]. 1996, 84(2), 238-239 [cit. 2021-8-30]. ISSN 00257338. Dostupné z: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=lxh&an=ISTA3202551&scope=site>
- [4.] INSTITUTE OF MEDICINE. Health Literacy: A Prescription to End Confusion. Washington, D.C.: The National Academies Press, 2004. ISBN 9780309091176. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.17226/10883>
- [5.] TRUCCOLO, Ivana, Mauro MAZZOCUT, Chiara CIPOLAT MIS, et al. Patients and caregivers' unmet information needs in the field of patient education: results from an Italian multicenter exploratory survey. SUPPORTIVE CARE IN CANCER [online]. 2019, 27(6), 2023-2030 [cit. 2021-8-30]. ISSN 09414355. Dostupné z: doi:10.1007/s00520-018-4439-z
- [6.] MAZZOCUT, M., I. TRUCCOLO, M. ANTONINI, F. RINALDI, P. OMERIO, E. FERRARIN a C. TASSO. Web Conversations About Complementary and Alternative Medicines and Cancer: Content and Sentiment Analysis. Journal of medical Internet research [online]. 2016, 18(6), e120 [cit. 2021-8-30]. ISSN 14388871. Dostupné z: <https://doi-org.ezproxy.muni.cz/10.2196/jmir.5521>

- [7.] DALRYMPLE, Prudence W. a Brian GALVIN, ed. *Growing community health literacy through libraries: sharing global perspectives*. Berlin: De Gruyter Saur, 2020. IFLA publications. ISBN 978-3-11-036251-0. Dostupné z: <https://doi.org/10.1515/9783110362640>
- [8.] LESENKOVÁ, Eva, Helena BOUZKOVÁ a Alexandra SURÁ. *Zvyšování zdravotní gramotnosti - zapojení Národní lékařské knihovny do spolupráce se sítí veřejných knihoven ČR*. In: *Medsoft 2020. Praha: Creative Connections, 2020, s. 84-89. ISBN 978-80-86742-54-9. ISSN 1803-8115*. Dostupné z: http://www.creativeconnections.cz/medsoft/2020/Medsoft_2020_Lesenkova.pdf
- [9.] Portál MedLike: <https://www.medvik.cz/medlike/>
- [10.] Portál Kurzy.knihovna.cz: <https://kurzy.knihovna.cz/>
- [11.] NLK Metodika hodnocení kvality zdrojů: <https://nlk.cz/zdroje/medlike/metodika-hodnoceni-kvality-zdroju/>
- [12.] CRAP test: <http://librarygrits.blogspot.com/2013/12/the-crap-test-rubric.html>
- [13.] PEARS HEALTH CYBER, s.r.o. *Veřejný rejstřík a sbírka listin [online]*. Praha: Ministerstvo spravedlnosti České republiky [cit. 2021-8-30]. Dostupné z: <https://or.justice.cz/ias/ui/rejstrik>
- [14.] Miroslav Hajda, IČO 01324632. *Registr ekonomických subjektů [online]*. Praha: Český statistický úřad, © 2013 [cit. 2021-8-30]. Dostupné z: <http://apl.czso.cz/irsw/>

Kontakt

Mgr. Klára Bohutínská
Národní lékařská knihovna,
Sokolská 54
121 32 Praha 2
telefon: 296 335 937
e-mail: bohutinska@nlk.cz
<https://nlk.cz/>

PhDr. Eva Lesenková, PhD.
Národní lékařská knihovna,
Sokolská 54
121 32 Praha 2
telefon: 296 335 932
e-mail: lesenkova@nlk.cz
<https://nlk.cz/>

HEALTH LITERACY 2021: HOW CAN WE BETTER OBTAIN HEALTH INFORMATION?

Abstract

An important role in the support of health literacy also belongs, together with health care entities, to educational and cultural institutions and organizations, patient organizations - and other support groups - have a great contribution.

Among the activities that the National Medical Library has been supporting since 2016 is the development of health literacy in the Czech Republic, including events within lifelong learning.

The paper informs about a course on this literacy, which took place in the spring of 2021 in the LMS Moodle environment. Experience with content creation, preparation, course and results of course evaluation are presented.

Keywords

Health Literacy, Libraries, Evaluation of the Quality of Information Resources, Information Behavior

WEBOVÁ PREZENTACE KATEGORIZACE ZDRAVOTNICKÉ TECHNIKY

Kristýna Matušková

Anotace

Třídění zdravotnických prostředků je nedílnou součástí zdravotnického systému v celém svém kontextu. Klasifikační a nomenklaturní systémy slouží k identifikaci zdravotnických prostředků, tedy k vlastnímu popisu výrobků a orientaci napříč produktovou hierarchií. Systematizační nástroje se tak stávají důležitou součástí takřka všech procesních úrovní.

Ústav zdravotnických informací a statistiky ČR dlouhodobě realizuje správu českých překladů mezinárodních klasifikací užívaných ve zdravotnictví a vývoj vlastních klasifikací, ať již přímým kontaktem s garantujícími mezinárodními organizacemi (především WHO) nebo na základě pověření Ministerstva zdravotnictví.

Klíčová slova

klasifikace zdravotnických prostředků, Kategorizace zdravotnické techniky, zdravotnické prostředky, Seznam zdravotních výkonů, Národního zdravotnického informačního systému

Úvod

Kategorizace zdravotnické techniky (KZT), dlouhodobě řešena Ústavem zdravotnických informací a statistiky ČR (ÚZIS ČR), vychází z potřeby jednotné klasifikace v ČR používaných skupin zdravotnické techniky a identifikace těchto skupin ve sběrech dat Národního zdravotnického informačního systému (NZIS) spravovaného ÚZIS ČR.

Vzhledem k objemu položek samotné kategorizace (kategorií), složitosti hierarchie a množství informací v KZT obsažených, je dosavadní forma publikace poskytována ve formě jednorozměrné tabulky. Takový model lze obecně považovat za nedostatečný, proto ÚZIS ČR zadal vytvoření webové platformy pro prezentaci struktury KZT s možností vyhledávání položek (browser).

KZT ve vazbě na mezinárodně uznávané klasifikační systémy

Samotná kategorizace vychází z analýzy vnitrostátních právních předpisů, právních předpisů Evropské unie, mezinárodních světových norem a celosvětově nejrozšířenějších nomenklatur zdravotnických prostředků (např. Global Medical Device Nomenclature, Universal Medical Device Nomenclature System, United Nations Standards Products and Services Code, Systematized Nomenclature of Medicine Clinical Terms, Classificazione Nazionale dei Dispositivi medici atd.)

Za myšlenkou nezbytné návaznosti na mezinárodně uznávané standardy, stojí představa jednotného používání nomenklatury zdravotnických prostředků (ZP) ve všech členských státech Evropské unie, která by tak umožnila spolupráci mezi příslušnými kompetentními autoritami státu, poskytovateli zdravotní péče, výrobcí, distributory, notifikovanými osobami a ostatními zainteresovanými subjekty.

Není proto s podivem, že současná podoba konceptuálního datového modelu KZT vykazuje právě některé znaky typické pro mezinárodně uznávané standardy.

Systémy klasifikace ZP na národní úrovni

Zásadní roli, v iniciální fázi vývoje projektu KZT, samozřejmě sehrály i v tuzemsku dostupné, informační zdroje.

Informační systém sledování nákupů zdravotnických přístrojů

Jedná se o systém vyvinutý Fakultou biomedicínského inženýrství ČVUT v Praze (FBMI ČVUT). Systém je primárně určený pro prezentaci dat o realizovaných nákupech zdravotnických přístrojů v letech 2010–2014. Uživatelem licence tohoto nástroje je Ministerstvo zdravotnictví ČR [1].

Výstup projektu Podpora systematizace přístrojů (POSYP)

POSYP byl realizovaný Národním referenčním centrem (NRC) v letech 2009–2013. V oblasti přístrojové techniky šlo zejména o revizi přístrojové části databáze Seznamu zdravotních výkonů (SZV).

NRC si kladlo za cíl přiřadit přístroje obsažené v databázi SZV k jednotlivým obecným názvům kategorií přístrojové techniky a zajistit tak způsob jejich jednotného členění = SYSTEMATIZACE.

Databáze Seznamu zdravotních výkonů (SZV)

Tato databáze zpřístupňuje údaje registračních listů Seznamu zdravotních výkonů, včetně informace o navázaných zdravotnických přístrojích, resp. jejich skupinách dle interního číselníku „Přístroje“ [2].

Datový portál ÚZIS ČR zajišťující automatizovaný sběr dat o přístrojích v rámci:

- statistického šetření Ministerstva zdravotnictví ČR prostřednictvím Ročního výkazu o přístrojovém vybavení zdravotnického zařízení (T1) a Ročního výkazu o nákladech na nákup zdravotnické techniky a speciálního zdravotnického materiálu (T2) [3].
- Národního registru hrazených zdravotních služeb (NRHZS) zřízeného Novelizací zákona č. 372/2011 Sb. o zdravotních službách a podmínkách jejich poskytování (zákon o zdravotních službách), a to zákonem č. 147/2016 Sb [4]. Jedná se o data o věcném, technickém a personálním vybavení jednotlivých pracovišť, zejména vycházející z dat Smlouvy o poskytování a úhradě hrazených služeb a její Přílohy č. 2 [5].
- Projektu DRG Restart v Referenční síti nemocnic. V údajích o hmotném majetku, které vychází z metodického standardu oceňování hospitalizačních případů, lze identifikovat přístroje dle typu pracoviště [6].

Registr zdravotnických prostředků (RZPRO)

V současné době veškeré údaje spravované v RZPRO slouží k plnění povinností České republiky souvisejících s předáváním údajů do Eudamed [7]. RZPRO je nástrojem poskytujícím komplexní informace o ZP uvedených na český trh [8].

KZT jako „unikátní“ nástroj

Kategorizace svým obsahem zohledňuje veškeré uváděné národní systémy. Využita může být např. jako podpůrný zdroj pro kultivaci sběrů dat (výkaznictví v rámci statistické služby Ministerstva zdravotnictví, Roční výkaz o přístrojovém vybavení zdravotnického zařízení T1), ale i ke kultivaci Seznamu zdravotních výkonů (SZV), kde by data obsažená v kategorizačním stromu nahradila nejednotný číselník přístrojů. Dále i jako zdroj informací pro potřeby strategického plánování prostřednictvím standardizovaného mapování regionálního pokrytí diagnostickými a terapeutickými přístroji z dat Národního registru hrazených zdravotních služeb (NRHZS), případně jako reálný datový podklad ke standardizaci oceňování pro potřeby CZ-DRG.

Přidružená metodika KZT však sama o sobě nedefinuje způsoby samotného využití kategorizace v praxi. Možností je mnoho a vždy budou odpovídat záměru daného subjektu, který se rozhodne pro její aplikaci.

Od elektronicky funkčního kategorizačního systému (browser KZT) si slibujeme efektivnější práci s kategorizací a možnost zařazení přístrojů a kódování v běžné praxi.

Literatura

- [1.] Informační systém sledování nákupů zdravotnických přístrojů: Závěrečná zpráva o řešení grantu Interní grantové agentury MZ ČR. Kladno: České vysoké učení technické v Praze, Katedra biomedicínské techniky FBMI ČVUT, 2015.
- [2.] Seznam zdravotních výkonů [online]. Palackého nám. 4, 128 01 Praha 2: ÚZIS ČR, 2016 [cit. 2018-12-06]. Dostupné z: <https://szv.mzcr.cz/>
- [3.] Přístrojové vybavení: Výkazy ÚZIS ČR [online]. Palackého nám. 4, 128 01 Praha 2: ÚZIS ČR, 2018 [cit. 2018-12-06]. Dostupné z: <http://www.uzis.cz/vykazy/vykazy-rok-2017#T>
- [4.] Zákon č. 147/2016 Sb., kterým se mění zákon č. 372/2011 Sb., o zdravotních službách a podmínkách jejich poskytování (zákon o zdravotních službách), ve znění pozdějších předpisů. In: Sbírka zákonů. 17. 5. 2016. ISSN ISSN 1211-1244.
- [5.] Postup uzavírání smluv pro jednotlivé typy poskytovatelů zdravotních služeb. <https://www.vzp.cz/> [online]. Praha: Všeobecná zdravotní pojišťovna ČR, 2018 [cit. 2018-12-06]. Dostupné z: <https://www.vzp.cz/poskytovatele/smluvni-vztahy/postup-uzavirani-smluv-pro-zdravotnicke-zarizeni>
- [6.] Oceňování akutní lůžkové péče. DRG Restart [online]. Praha: Ústav zdravotnických informací a statistiky ČR, 2018 [cit. 2018-12-06]. Dostupné z: <https://drg.uzis.cz/index.php?pg=ocenovani-akutni-luzkove-pece>
- [7.] EUDAMED: European Database on Medical Devices. The European Commission [online]. Brussel, Belgium: The European Commission, 2018 [cit. 2018-12-06]. Dostupné z: <http://ec.europa.eu/idabc/en/document/2256/5637.html>
- [8.] Registr Zdravotnických Prostředků [online]. Praha: Státní ústav pro kontrolu léčiv, Ústav zdravotnických informací a statistiky ČR, 2018 [cit. 2018-12-07]. Dostupné z: <https://eregpublicsecure.ksrzis.cz/Registr/RZPRO>

Kontakt

Kristýna Matušková
Oddělení klinických klasifikací
ÚZIS ČR
Palackého náměstí 4, 128 00 – Praha 2
e-mail: kzt@uzis.cz
<https://www.uzis.cz/index.php?pg=registry-sber-dat-klasifikace-kategorizace-zdravotnicke-techniky>

NEINVAZIVNÍ MĚŘENÍ NITROLEBNÍHO TLAKU METODAMI DIFERENCIÁLNÍ GEOMETRIE

Arnošt Mládek, Václav Gerla, Petr Šeba, Petr Skalický,
Vladimír Beneš, Ondřej Bradáč

Abstrakt

Kontinuální monitorace nitrolebního tlaku je v neurointenzivní péči naprosto klíčová. Přestože bylo navrženo množství alternativních metod, invazivní měření ICP pomocí katetru představuje široce uznávaný zlatý standard. Invazivní měření tlaku likvoru v mozkovém parenchymu nebo postranních komorách je však spojeno s rizikem vzniku infekce, hematomu nebo záchvatů. Uvedené komplikace měření nitrolebního tlaku jsou tak motivací pro studium neinvazivních přístupů. Námi navržená metodologie neinvazivního měření nitrolebního tlaku je založena na výpočtu diferenciálně geometrických invariantů mikro-pohybů hlavy u komatózních pacientů a její potenciál spočívá v možnosti kontinuálního měření nitrolebního tlaku v rámci konzervativní léčby mozkových traumat. Domníváme se, že navržený postup měření přesahuje hranice traumatické neurochirurgie a bylo by možné jej aplikovat i v jiných oblastech medicíny.

Klíčová slova

nitrolební tlak, ICP, dICP, mozkomíšni mok, CSF, diferenciální geometrie, Cartanova křivost, neinvazivní měření

1 Úvod

Zvýšená hodnota nitrolebního tlaku (ICP) představuje emergentní situaci v neurochirurgii. Do etiologie vzniku nitrolební hypertenze spadají mozková traumata (TBI), nitrolební léze, poruchy cirkulace mozkomíšního moku (CSF) a různé patologické difuzní procesy v nitrolebí. Schopnost kontinuální a přesné monitorace ICP je klíčová pro časnou detekci sekundárního poškození mozku a k nasazení akutní intervenční léčby. Zlatým standardem měření ICP je kraniektomie a následné zavedení katetru do oblasti mozkového parenchymu nebo postranních komor. Tento postup je však neoddelitelně spjat s rizikem zanesení infekce, rozvojem meningoencefalitidy nebo vznikem nitrolebního krvácení. Potenciální přínos robustní a spolehlivé neinvazivní metody měření ICP by byl naprosto zásadní pro traumatickou neurochirurgii a neurointenzivní péči.

Navržené a publikované postupy neinvazivního měření ICP bohužel stále nedosahují požadované přesnosti nebo nesplňují požadavek na možnost dlouhodobé kontinuální monitorace. V recentním přehledovém článku neinvazivních postupů měření ICP Canac et al.¹ rozdělil metody dle použité modality na oftalmické, otické, elektrofyziologické a metody měření fluidní dynamiky. Do oftalmických metod spadá například ultrazvukové měření expanze pochvy optického zrakového nervu při zvýšeném ICP², venózní oftalmodynamometrie³ postavená na principu závislosti ICP na průsvitu centrální retinální žíly, měření prostřednictvím optické koherenční tomografie⁴ nebo pupilometrie⁵. Otické metody jsou založeny na existenci komunikace mezi likvorovými a perilymfatickými prostory a na měření otoakustických emisí, jejichž intenzita koreluje s ICP⁶⁻⁸. Elektroencefalografické studie prokázaly signaturní změny předcházející elevaci ICP⁹, nicméně statistická signifikance korelačních koeficientů je předmětem diskuse^{9,10}. Stran přístupů založených na fluidní dynamice, transkraniální dopplerovské měření bylo použito pro odhad ICP¹¹⁻¹³, univerzální předpis pro výpočet ICP však nebyl odvozen a jednotlivé odhady se tak liší.¹⁴ Uvedený přehled alternativních metod pro odhad ICP zdaleka není vyčerpávající a bližší informace je možné najít v přehledovém článku

Canac et al.¹ Ačkoliv jsou navrženy neinvazivní postupy důmyslné a inspirativní, k jejich nasazení v klinické praxi doposud nedošlo. Jsou využívány v experimentálním režimu nebo jako screeningové doplňkové metody.

2 Metody

2.1 Teorie

Během systolické fáze je krev vypuzena ze srdce do nitrolebí. Proud krve reprezentovaný tlakovou vlnou (pulse) šířící se podél artérií je spojen s hybností, kterou lze podle zákona zachování hybnosti pouze transformovat do dalších fyzikálních procesů, přičemž expanze lebky je jedním z nich. Větvicemi se arteriemi se krev dostává postupně k lebeční klenbě a částečně se odráží na vnitřním povrchu krania. Hybnost odražené krve je přenesena na lebeční kosti, což vede k mírnému pohybu hlavy, který je možné detekovat. Vzhledem k tomu, že větvení tepen není zcela symetrické vzhledem k ose těla, představuje mikroskopický pohyb hlavy velmi složitý proces, jehož podkladem je superpozice všech odrazů pulzních vln uvnitř lebky.

V námi navrženém přístupu¹⁵ používáme vlastní polštář se zabudovanými mechanickými senzory. Polštář měří projekce pohybů hlavy ve směrech kolmých na jednotlivé senzory. Z elektroniky polštáře tak získáváme pohyby hlavy při pohledu ze souřadnicového systému souvisejícího s jednotlivými senzory.

Mechanické procesy uvnitř lebky mohou být reprezentovány multidimenzionální křivkou β - geometrickým objektem, který globálně popisuje pohyb hlavy. Každý senzor v polštáři poskytuje jednorozměrnou projekci pohybu hlavy a představuje příslušnou složku β v daném směru. Zatímco posunutí senzorů vzhledem k hlavě inherentně mění jednotlivé komponenty, vlastní křivka β zůstává stejná, neboť změna polohy polštáře nemá žádný vliv na procesy v lebce (pozorujeme jen pohyb hlavy z jiného úhlu). Zjednodušeně řečeno, multidimenzionální křivka β představuje „otisk prstu“ intrakraniálních mechanických procesů, ze kterých lze v principu odvodit dynamiku CSF.

Podle diferenciální geometrie pro danou hladkou n -rozměrnou křivku β existují přesně $n-1$ funkcí $k_1(t), k_2(t), \dots, k_{n-1}(t)$, které křivku zcela definují. Tyto funkce se označují jako Cartanovy křivosti a lze je vypočítat z naměřených jednorozměrných signálových projekcí. Funkce $k(t)$ představují tzv. euklidovské invarianty, které se nemění s pohybem hlavy, a to i přesto, že jsou vypočítány z projekcí závislých na poloze hlavy. V rámci námi navržené metody se omezujeme na první křivost $k_1(t)$, a to z následujících důvodů: i) komponenta $k_1(t)$ je funkcí pouze druhých derivací naměřeného signálu, a proto není příliš citlivá na šum, současně však nese dostatek informací o zkoumaném procesu. ii) výpočet vyšších křivostí $k_n(t)$ pro $n > 1$ vyžaduje ze znalosti derivací $n+1$ řádu, které jsou výrazně citlivější na šum.

2.2 Měření

Experimentální zapojení je znázorněno na Obr. 1. Synchronně bylo monitorováno a zaznamenáváno pro následné zpracování 6 signálů: EKG, referenční ICP měřené parenchymálním katetrem a mechanické signály pohybů hlavy registrované čtyřmi tlakovými senzory zabudovanými do polštáře. Vzorkovací frekvence byla 1 kHz, analogové signály byly digitalizovány 12 bitovým A/D převodníkem.

2.3 Analýza signálů

Proces zpracování signálu je znázorněn na Obr. 2. Z mechanických signálů, které reprezentují čtyřrozměrnou β křivkou, vypočítáme první Cartanovu křivost $k_1(t)$ (ADC·ms⁻², kde ADC představuje jednotku převodníku), která je z definice nezáporná. Každý peak $k_1(t)$ odpovídá konkrétnímu pohybu hlavy detekovanému v čase t .

Typická ICP vlna obsahuje tři maxima označené P1 - P3. I když je interpretaci těchto maxim věnována v literatuře značná pozornost (Obr. 2A, červené tečky), z pohledu naší metody jsou podstatně zajímavější extrémní časové derivace ICP (dICP) [mmHg·ms⁻¹] (Obr. 2A, modré tečky), neboť právě to jsou okamžiky, kdy dynamika CSF vrcholí a tlaková vlna se odráží od lebky. V okamžiku maxima ICP, tj. okamžiku P1 - P3, dICP je z definice rovno 0 – jedná se tak o okamžik, kdy je ICP v rovnováze a z pohledu dynamiky se „nic neděje“.

Dynamika CSF je úzce spjata se srdečním cyklem. Z tohoto důvodu jsme ve studii použili time-locking metodu, v rámci které jsou signály $k_1(t)$ i dICP segmentovány na základě R-kmitu do takzvaných elementárních intervalů (EI). N-tý EI začíná v době n-tého R-kmitu (t_n) a končí v $t_n + 500$ ms (Obr. 2A, plné a přerušované zelené svislé čáry).

Signály $k_1(t)$ a dICP jsou fragmentovány na N 500 ms dlouhých EI. Hodnoty $k_1(t)$ a dICP v každém intervalu jsou normalizovány a mapovány pomocí stupnice šedi (černá: 0, bílá: 1) (Obr. 2B, $k_1(t)$: modrý obdélník, dICP: oranžový obdélník). Barevně kódované proužky se poté otočí o 90° ve směru hodinových ručiček a spojí se vodorovně vedle sebe zleva doprava. Získáme tak alternativní reprezentaci $k_1(t)$ a dICP - Cartanovu a dICP mapu (Obr. 2C), kde osa x představuje index EI s $n \in \{0, 1, \dots, N\}$, osa y představuje relativní čas t v intervalu $t \in (0, 500)$ ms. Na Cartanových mapách vidíme variabilní počet pásem maxim (pásky bílé barvy), z nichž každý je spojen s nějakou mechanickou událostí, ke které dochází přibližně ve stejnou dobu v rámci srdečního cyklu. Analogické dICP mapy mají obecně nižší počet pásem maxim, přičemž první maximum je zpravidla nejvýznamnější.

2.4 Přehled měřených pacientů

Do studie bylo zahrnuto 24 pacientů (P01-P24); 21 mužů a 3 ženy s průměrným věkem $47,3 \pm 18,5$ (Tab. 1). GCS při příjmu se pohybovalo v rozmezí 3 - 15 s mediánem 3 a IQR 3 ($Q_3 = 6$, $Q_1 = 3$). Pacienti byli přijati na urgentní příjem Vojenské fakultní nemocnice v Praze s podezřením na izolované TBI nebo jako součást polytraumat. Všichni pacienti podstoupili standardní klinické a laboratorní vyšetření, byl proveden UZ břicha a CT celého těla včetně CT angiografie mozku. Po počáteční léčbě bezprostředně život ohrožujících stavů byli pacienti umístěni na JIP k dalšímu sledování. Všichni pacienti měli vstupní a následné neurologické vyšetření a CT mozku. Pacienti se známými nitrolební hypertenze, ale bez indikace k okamžitému chirurgickému zákroku, byli indikováni k intraparenchymálnímu monitorování ICP. Průměrné počáteční ICP bezprostředně po zavedení katetru bylo $15,5 \pm 9,0$ mmHg. ICP katetr byl zaveden přes pravou prefrontální kůru, s výjimkou případů, kdy bylo z jiných důvodů nutné umístění do levé prefrontální kůry (lokalizované expanze - kontuze, krvácení, ischemie nebo známá dominance pravé hemisféry). Po operaci byl pod hlavu pacienta umístěn polštář vybavený mechanickými senzory (Obr.1).

2.5 Korelační analýza

Proces korelační analýzy je znázorněn v podobě vývojového diagramu na Obr. 3. Cartanova křivost $k_1(t)$ je počítána výhradně z mechanických dat; dICP představuje časovou derivaci referenčního signálu ICP. Time-locking segmentace na základě EKG a uspořádání EI proužků vedle sebe umožňuje reprezentaci $k_1(t)$ a dICP ve formě mapy. Průběh hran (bílé pásma lokálních maxim) jsou semi-automaticky detekována v obou mapách (Obr. 3, oranžové křivky). Vybrané křivky páru $k_1(t)$ -dICP jsou pak korelovány.

3 Výsledky a diskuse

Celkem jsme získali přibližně 574 hodin signálů z celkového počtu 24 komatózních pacientů s TBI (Tab. 2). Data byla analy-

zována pomocí MATLAB kódu navrženého tak, aby vyhledával nejdelsí nepřerušované segmenty s minimální délkou 5 000 po sobě jdoucích EI. Trvání nejkratšího segmentu složeného z 5 000 EI je přibližně 1,2 hodiny při průměrné srdeční frekvenci 70 tepů za minutu. Počet segmentů nalezených v záznamu každého pacienta se pohyboval mezi 1 (P11, P13, P17, P23) a 11 (P16). Průměrný počet segmentů na pacienta byl 4,5. Celkový počet segmentů všech pacientů byl 108 a průměrná délka segmentu byla více než 100 000 EI (přibližně 24 hodin). Pro každý segment byla vypočtena příslušná $k_1(t)$ a dICP mapa a analyzována semi-automatickým algoritmem detektoru hran.

Na dICP mapách lze rozeznat až tři pásma maxim, přičemž první je nejvýraznější a nejlépe definované. První maximum dICP lze detekovat v rozsahu 60 - 180 ms v každém EI a je spojeno s nejrychlejším nárůstem ICP směrem k vrcholu P1. V souladu s vyšší variabilitou výskytu P2 a P3 maxim v signálu ICP jsou jejich odpovídající pásma méně výrazná a často rozmazaná. Počet a rozložení maxim na $k_1(t)$ mapě je ve srovnání s dICP heterogenní a pacient-dependentní, přesto existuje několik charakteristik, které jsou zřejmě univerzální. U každého pacienta jsme identifikovali pásmo $k_1(t)$ maxim v časovém intervalu ($t_n + 50$ ms, $t_n + 200$ ms), které se tvarem a časem nástupu shoduje s prvním maximem dICP.

Pomocí detektoru hran byly křivky spojující příslušná $k_1(t)$ a první maxima dICP vypočítány samostatně pro každý segment. Pearsonův korelační koeficient mezi časem maxima $k_1(t)$ a časem prvního maxima dICP v každém z 108 segmentů je mezi 0,62 (P12/S02) a 0,94 (P05/S08). Střední korelační koeficient zprůměrovaným přes všechny segmenty je $0,74 \pm 0,08$ (Tab. 2). Dále jsme provedli lineární regresní analýzu. Průměrná směrnice lineární regrese pro všechny segmenty je $0,86 \pm 0,27$. Korelace mezi pásmo $k_1(t)$ a dICP v každém segmentu je znázorněna na Obr. 4, korelace pro všechny pacienty a segmenty na Obr. 5.

Vizualizace geometrických invariantů vícerozměrných mechanických signálů společně s time-locking metodou aplikovanou na synchronně měřené EKG představuje originální způsob, jak získat hlubší vhled do intrakraniálních fyzikálních procesů. Z teoretického hlediska každé maximum $k_1(t)$ odpovídá nějaké mechanické události, jejíž projev prostřednictvím změny tlaku je rozpoznán senzory. Výhodou zobrazování výsledků prostřednictvím map je, že procesy závislé na srdečním cyklu se prezentují jako jasné pásy maxim, zatímco šum nezávislý na srdečním cyklu interferující se signálem je zobrazen jako rozptýlené bílé body.

Na rozdíl od dICP vykazují Cartanovy $k_1(t)$ mapy několik pásem maxim, a to v celém intervalu 0-500 ms. Každý pás maxim $k_1(t)$ souvisí s nějakým opakujícím se procesem, který vzniká vždy v podobném čase od nástupu systoly. K jednoznačnému přiřazení pásma danému fyzikálnímu procesu však stále nemáme veškeré potřebné informace. Navíc se ukazuje, že celkový počet detekovaných maxim je závislý na pacientovi, což souvisí pravděpodobně s anatomickými variacemi. Přestože je nutný další výzkum, aby bylo možné plně porozumět a spojit rekurentní maxima s příslušnými fyziologickými procesy, existuje několik vzorců, které jsou pozorovatelné u všech pacientů. Domníváme se, že je účelné se omezit na podinterval ($t_n + 50$ ms, $t_n + 200$ ms) z následujícího důvodu: $k_1(t)$ maxima vyskytující se před $t_n + 50$ ms nejsou spojena s intrakraniálním procesem, neboť 50 ms příliš brzy na to, aby se tlaková vlna dostala do lebeční dutiny. Tato předčasná maxima lze pravděpodobně přiřadit izovolumetrické kontrakci komor, otevření aortální chlopně a eejkci krve do aortálního oblouku nebo možnému odrazu na karotidovém sinu. Kromě toho existuje neurčitý počet superponovaných maximálních pásem před $t_n + 50$ ms, což podporuje náš předpoklad přetrvávajícího šumu. Podobná situace nastává po $t_n + 200$ ms.

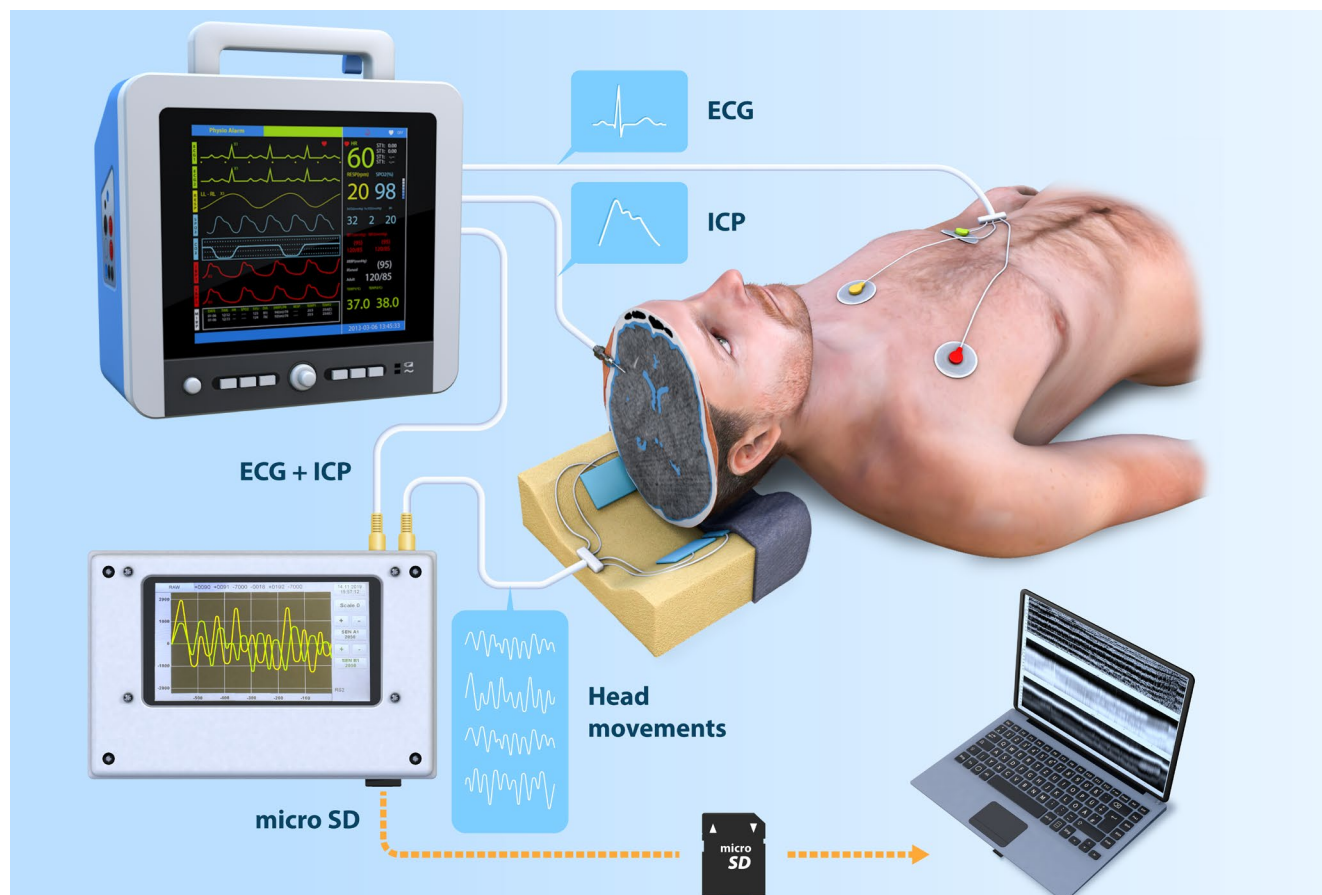
Příslušná pozdní maxima $k_1(t)$ jsou často rozmazaná, nejasně oddělená a obtížně analyzovatelná. Zdá se, že vzhled Cartanovy mapy po $t_n + 200$ ms vyplývá ze superpozice dynamiky CSF s dalšími mimolebními procesy, jako jsou sekundární tlakové vlny odrážející se od velkých arteriálních bifurkací v dolní části těla a vibrace přenesené do hlavy prostřednictvím míchy.

Nedostatkem popsané metody neinvazivního měření dynamiky ICP je náchylnost mechanického signálu k vnějšímu rušení. Kvalita mechanických dat zaznamenaných vysoce citlivými tlakovými senzory je často snížena v důsledku 1) interference s vibracemi přenášené na pacienta mechanickou plicní ventilací, 2) suboptimální orientace hlavy pacienta vzhledem k polštáři vedoucí k nerovnoměrně rozloženému zatížení senzorů a 3) manipulace s pacientem pracovníky intenzivního oddělení. Je však třeba poznamenat, že manipulace s pacientem ovlivňuje také měření invazivního ICP, a že přechodné snížení kvality signálu nesnižuje jasný klinický přínos při sledování vývoje ICP v časovém řádu minut až hodin.

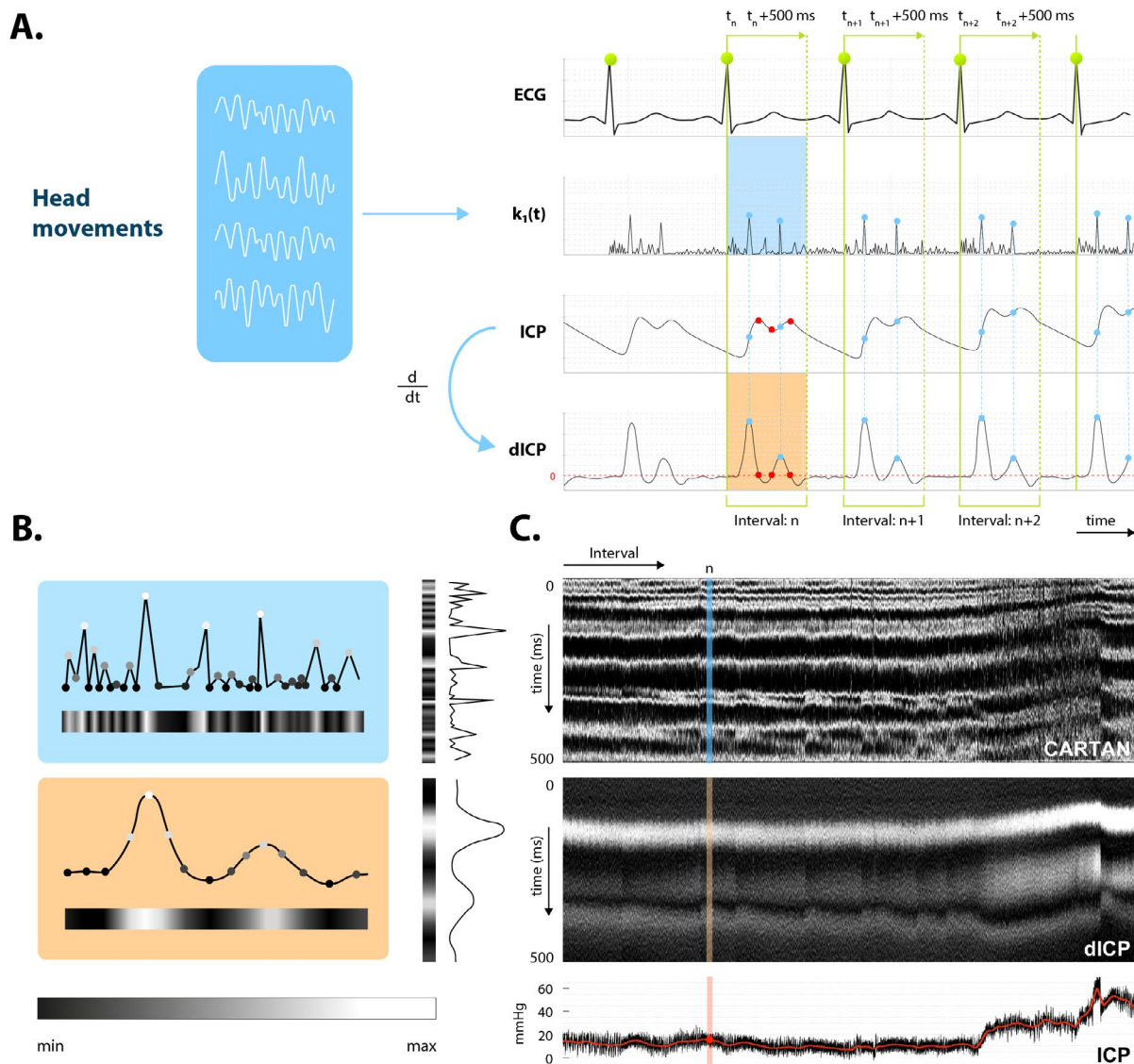
Ačkoliv to není předmětem této studie, máme silné indicie, že čas maxima dICP (a tedy $k_1(t)$, které s dICP koreluje, viz. výše) lineárně antikoreluje se střední hodnotou ICP (Obr. 2C), takže pokud ICP roste, první maximum dICP se objeví dříve po nástupu systoly. Podle naší hypotézy vyšší ICP vede ke kompresi cerebrálních tepen, což vede k efektivnímu zvýšení tuhosti jejich stěn. V důsledku toho je šíření tlakové vlny rychlejší, a proto pozorujeme mírný negativní časový posun maxima dICP. Podobné časové posuny ve stejném směru lze pozorovat i u druhého a třetího maxima dICP, která se zdají být ještě citlivější na změnu průměrného ICP. Dynamiku ICP lze tedy v principu monitorovat sledováním pohybů hlavy a jejich relativních časových poloh v rámci srdečního cyklu.

4 Závěr

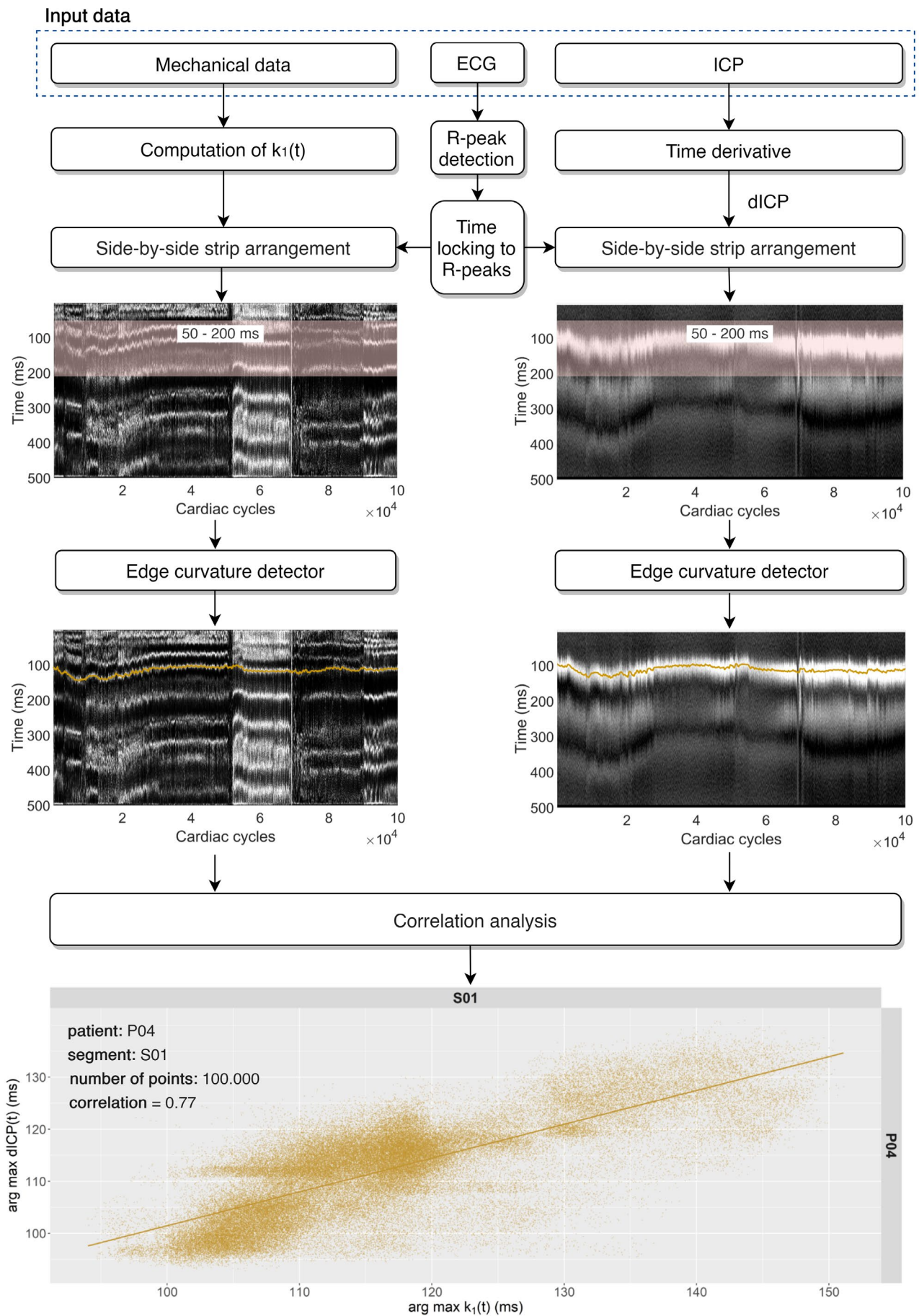
V rámci předkládané studie se nám podařilo navrhnout teoretický rámec, zkonstruovat funkční řešení a na souboru 24 pacientů ověřit novou metodu neinvazivního měření nitrolebního tlaku. Metoda je založena na postulátech diferenciální geometrie, zkoumaná multidimenzionální křivka představuje časový vývoj pohybů hlavy měřeny maticí tlakových senzorů umístěných v polštáři. Metoda dále využívá time-locking principu, který pro přirozenou segmentaci naměřených signálů využívá synchronně měřené EKG, konkrétně okamžik R kmitu. Prokázali jsme lineární vazbu mezi invariantem křivky, první Cartanovou křivostí, a prvním maximem časové derivace ICP. Domníváme se, že navržený postup má značný přesah a že je možné ho aplikovat pro monitoraci mechanických událostí v těle i v jiných oblastech medicíny.



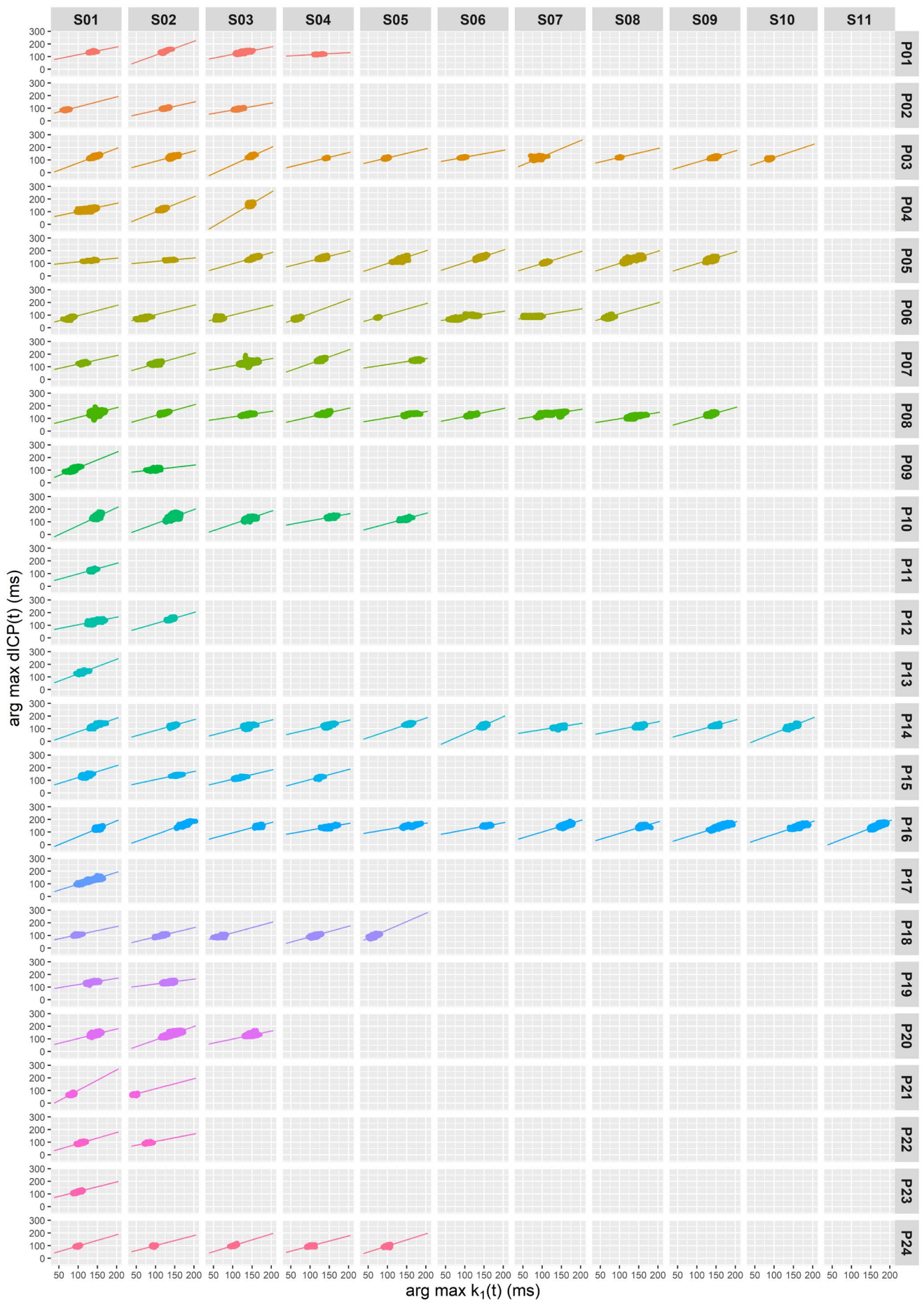
Obrázek 1 – Schéma zapojení. Pohyby hlavy jsou detekovány pomocí 4 tlakových senzorů zabudovaných do polštáře. EKG a referenční hodnota ICP byla získána z lékařského monitoru.



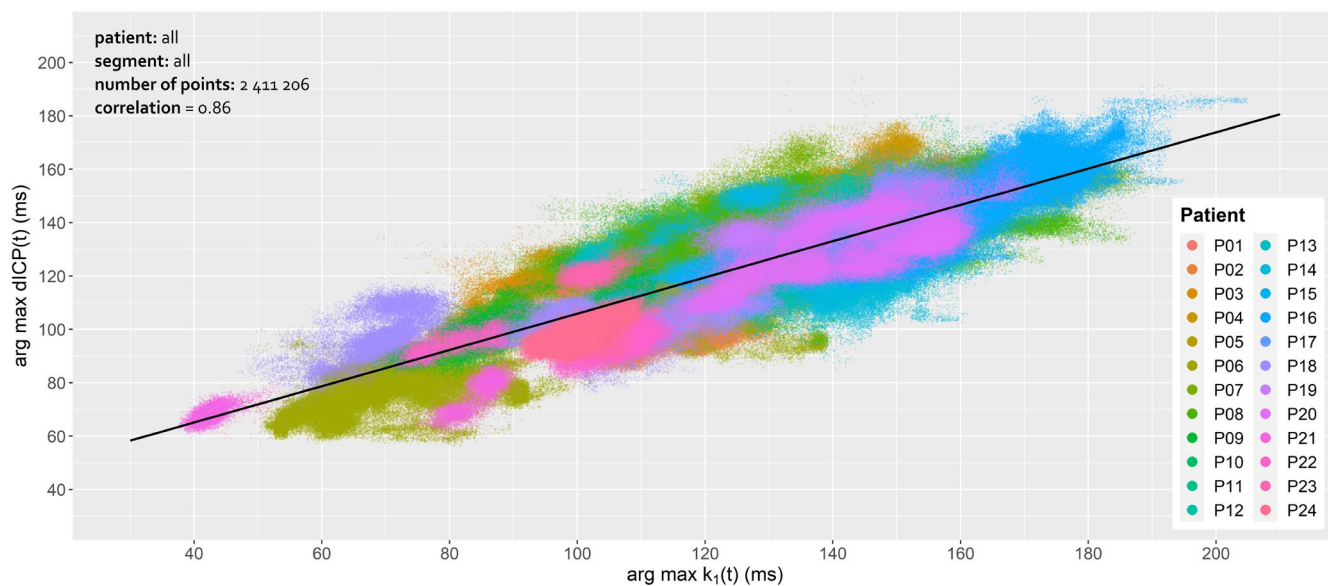
Obrázek 2 – Postup zpracování signálu



Obrázek 3 – Blokový diagram korelační analýzy



Obrázek 4 – Korelační analýza mezi $k_1(t)$ a dICP pro jednotlivé segmenty

Obrázek 5 – Korelační analýza mezi $k_1(t)$ a dICP pro všechny pacienty

Pacient	Pohlaví	Věk	Marshallovo skóre	GCS při příjmu	Iniciální ICP (mmHg)
P01	M	29	II	3	16
P02	F	67	III	3	21
P03	M	32	II	15	15
P04	F	66	III	4	15
P05	M	68	III	3	15
P06	M	70	II	3	12
P07	M	31	III	3	17
P08	M	36	V	3	20
P09	F	39	III	3	29
P10	M	21	II	7	24
P11	M	75	V	3	2
P12	M	66	II	6	10
P13	M	44	II	3	26
P14	M	33	II	3	10
P15	M	33	II	6	2
P16	M	41	II	10	18
P17	M	31	III	3	17
P18	M	79	VI	3	12
P19	M	33	II	6	2
P20	M	27	III	3	40
P21	M	41	II	14	2
P22	M	58	VI	3	15
P23	M	40	II	3	20
P24	M	76	II	14	13

Tabulka 1 – Přehled měřených pacientů

Pacient	Počet segmentů	Počet použitých segmentů	Celkový počet segmentů	Využití (%)	Měřený čas (hod)	Korelační koeficient	Směrnice lineární regrese
P01	4	45 000	203 522	22.1	10.7	0.73 ± 0.09	0.63 ± 0.40
P02	3	44 000	234 518	18.8	10.5	0.71 ± 0.01	0.69 ± 0.14
P03	10	180 000	714 118	25.2	42.9	0.74 ± 0.10	0.95 ± 0.27
P04	3	220 000	531 888	41.4	52.4	0.76 ± 0.02	1.25 ± 0.60
P05	9	273 000	511 853	53.4	65.1	0.76 ± 0.11	0.93 ± 0.08
P06	8	212 000	779 019	27.2	50.5	0.76 ± 0.09	0.81 ± 0.18
P07	5	156 000	432 682	36.1	37.1	0.72 ± 0.09	0.73 ± 0.25
P08	9	236 000	944 134	25.0	56.2	0.76 ± 0.06	0.62 ± 0.16
P09	2	84 000	136 773	61.4	20.2	0.72 ± 0.16	0.79 ± 0.63
P10	5	80 000	474 700	16.9	19.0	0.76 ± 0.03	1.20 ± 0.21
P11	1	10 000	495 318	2.0	2.4	0.64 ± 0.00	0.86 ± 0.00
P12	2	20 000	362 159	5.5	4.8	0.66 ± 0.06	0.75 ± 0.20
P13	1	6 270	18 770	33.4	1.5	0.81 ± 0.00	1.16 ± 0.00
P14	10	140 300	433 607	32.4	33.4	0.74 ± 0.09	0.90 ± 0.21
P15	4	46 500	203 512	22.8	11.1	0.80 ± 0.06	0.79 ± 0.12
P16	11	216 000	405 808	53.2	51.4	0.74 ± 0.11	0.89 ± 0.26
P17	1	56 836	56 836	100.0	13.5	0.89 ± 0.00	0.94 ± 0.00
P18	5	84 000	320 603	26.2	20.0	0.75 ± 0.07	0.79 ± 0.09
P19	2	30 000	275 091	10.9	7.1	0.66 ± 0.04	0.44 ± 0.06
P20	3	90 000	463 417	19.4	21.4	0.81 ± 0.15	0.90 ± 0.20
P21	2	20 000	338 910	5.9	4.8	0.73 ± 0.12	1.26 ± 0.58
P22	2	40 000	505 968	7.9	9.5	0.71 ± 0.01	0.76 ± 0.21
P23	1	10 000	431 123	2.3	2.4	0.71 ± 0.00	0.78 ± 0.00
P24	5	111 000	141 156	78.6	26.4	0.71 ± 0.03	0.92 ± 0.07
Celkem	108	2 411 206	9 415 485	NA	574.1	0.86	0.68
Průměr	4.5	100 467	392 312	25.6	23.9	0.74 ± 0.08	0.86 ± 0.27

Tabulka 2 – Výsledky měření

Literatura

- [1.] Canac N, Jalaledini K, Thorpe SG, Thibeault CM, Hamilton RB. Review: pathophysiology of intracranial hypertension and noninvasive intracranial pressure monitoring. *Fluids Barriers CNS*. 2020;17(1):40. doi:10.1186/s12987-020-00201-8
- [2.] Geeraerts T, Duranteau J, Benhamou D. Ocular sonography in patients with raised intracranial pressure: the papilloedema revisited. *Crit Care Lond Engl*. 2008;12(3):150. doi:10.1186/cc6893
- [3.] Firsching R, Schütze M, Motschmann M, Behrens-Baumann W. Venous ophthalmodynamometry: a noninvasive method for assessment of intracranial pressure. *J Neurosurg*. 2000;93(1):33-36. doi:10.3171/jns.2000.93.1.0033
- [4.] Bruce BB. Noninvasive assessment of cerebrospinal fluid pressure. *J Neuro-Ophthalmol Off J North Am Neuro-Ophthalmol Soc*. 2014;34(3):288-294. doi:10.1097/WNO.0000000000000153
- [5.] Marshall LF, Barba D, Toole BM, Bowers SA. The oval pupil: clinical significance and relationship to intracranial hypertension. *J Neurosurg*. 1983;58(4):566-568. doi:10.3171/jns.1983.58.4.0566
- [6.] Stettin E, Paulat K, Schulz C, Kunz U, Mauer UM. Noninvasive intracranial pressure measurement using infrasonic emissions from the tympanic membrane. *J Clin Monit Comput*. 2011;25(3):203-210. doi:10.1007/s10877-011-9297-x
- [7.] Voss SE, Horton NJ, Tabucchi THP, Folowosele FO, Shera CA. Posture-induced changes in distortion-product otoacoustic emissions and the potential for noninvasive monitoring of changes in intracranial pressure. *Neurocrit Care*. 2006;4(3):251-257. doi:10.1385/NCC.4:3:251
- [8.] Wu J, He W, Chen W-M, Zhu L. Research on simulation and experiment of noninvasive intracranial pressure monitoring based on acousto-elasticity effects. *Med Devices Auckl NZ*. 2013;6:123-131. doi:10.2147/MDER.S47725
- [9.] Amantini A, Carrai R, Lori S, et al. Neurophysiological monitoring in adult and pediatric intensive care. *Minerva Anestesiol*. 2012;78(9):1067-1075.
- [10.] Lescot T, Naccache L, Bonnet MP, Abdenour L, Coriat P, Puybasset L. The relationship of intracranial pressure Lundberg waves to electroencephalograph fluctuations in patients with severe head trauma. *Acta Neurochir (Wien)*. 2005;147(2):125-129; discussion 129. doi:10.1007/s00701-004-0355-8
- [11.] Aaslid R, Markwalder TM, Nornes H. Noninvasive transcranial Doppler ultrasound recording of flow velocity in basal cerebral arteries. *J Neurosurg*. 1982;57(6):769-774. doi:10.3171/jns.1982.57.6.0769
- [12.] Klingelhöfer J, Conrad B, Benecke R, Sander D. Intracranial flow patterns at increasing intracranial pressure. *Klin Wochenschr*. 1987;65(12):542-545. doi:10.1007/bf01727619
- [13.] Rosenberg JB, Shiloh AL, Savel RH, Eisen LA. Non-invasive methods of estimating intracranial pressure. *Neurocrit Care*. 2011;15(3):599-608. doi:10.1007/s12028-011-9545-4
- [14.] Behrens A, Lenfeldt N, Ambarki K, Malm J, Eklund A, Koskinen L-O. Transcranial Doppler pulsatility index: not an accurate method to assess intracranial pressure. *Neurosurgery*. 2010;66(6):1050-1057. doi:10.1227/01.NEU.0000369519.35932.F2
- [15.] Mládek A, Gerla V, Šeba P, et al. From head micro-motions towards CSF dynamics and non-invasive intracranial pressure monitoring. *Sci Rep*. 2021;11(1):14349. doi:10.1038/s41598-021-93740-5

MEASUREMENT OF NON-INVASIVE INTRACRANIAL PRESSURE BY MEANS OF DIFFERENTIAL GEOMETRY METHODS**Abstract**

Continual ICP monitoring is key in the neurointensive case. Although many different approaches have been proposed, catheter based ICP measurement remains the widely used golden standard. The intraparenchymal or intraventricular ICP measurement is, however, associated with the attendant risk of infection, hematoma formation, or seizures. The listed complications are the driving force for novel non-invasive ICP measurement methods investigation. Our non-invasive method is based on the calculation of differential geometry invariants of the head micro-motions in coma patients and its potential stems from the possibility of continuous ICP monitoring in the conservative TBI treatment. Moreover, we believe that our approach goes beyond traumatic neurosurgery and neurointensive care and is applicable also in other fields of medicine.

Keywords

intracranial pressure, ICP, dICP, cerebrospinal fluid, CSF, differential geometry, Cartan curvature, non-invasive measurement

Kontakt

RNDr. Mgr. et Mgr. Arnošt Mládek, Ph.D.

Oddělení biokybernetiky,

Ústav patologické fyziologie 1. LF UK

e-mail: arnost.mladek@gmail.com

Doc. MUDr. RNDr. Ondřej Bradáč, Ph.D.

Neurochirurgická klinika 2. LF UK a FN

Motol

MWCARE PLATFORM – LÉKAŘSKÝ INFORMAČNÍ SYSTÉM BUDOUCNOSTI

Jiří Potůček, Nikola Tomková, Lenka Lhotská, Jaromír Doležal

Anotace

Platforma MWCare je komplexní webové informační řešení pro poskytování telemedicínských dohledových služeb a asistenčních služeb pro domácnosti. V neposlední řadě umožňuje ukládání a přístup k zdravotním datům pacienta a ukládání potřebných údajů při návštěvě i mimo ordinaci lékaře. Platforma poskytuje nejlepší řešení pro domácí vyšetření, diagnostiku a primární léčbu bez čekání. Pacienti si mohou snadno zkontrolovat svůj zdravotní stav doma a poskytují lékařům potřebné údaje. Lékaři mohou zkontrolovat všechny monitorované údaje vybraného pacienta na jednom místě a mohou zahájit videokonzultaci ve vhodnou dobu pro pacienta.

Klíčová slova

telemedicína, telemedicínská platforma, moduly, dávkování léčiv, optimalizovaná farmakoterapie

1 Úvod

Platforma MWCare je novinkou pro lékaře při fyzické návštěvě či při virtuálním vyšetření z domácího prostředí. MWCare je komplexní webové informační řešení pro poskytování telemedicínských dohledových služeb a asistenčních služeb pro domácnosti. V neposlední řadě umožňuje ukládání a přístup k zdravotním datům pacienta a ukládání potřebných údajů při návštěvě i mimo ordinaci lékaře.

2 Platforma MWCare

Základem platformy MWCare je modul „TELECONSULTATION“ s částí Medical book - nová verze projektu bývalého projektu Medicus (Informační systém pro soukromé praxe a polikliniky). K této platformě byl následně připojen původní modul „TELE-

PHARMACOLOGY“, který byl v minulosti využíván pro konsilia klinických farmaceutů a farmakologů a dál různými moduly pro měření fyziologických signálů v domácím prostředí (EKG, teplota tlak, glykémie, SPO2...), jeho ukládání a zpracování v centrálním serveru nejen pro evidenci zdravotnických údajů pacienta, ale i s možností dalšího zpracování těchto signálů pro vědecké účely. Nová platforma MWCare je v současné době nasazena u našeho partnera v Káhiře (Egypt) a probíhá zkušební provoz.

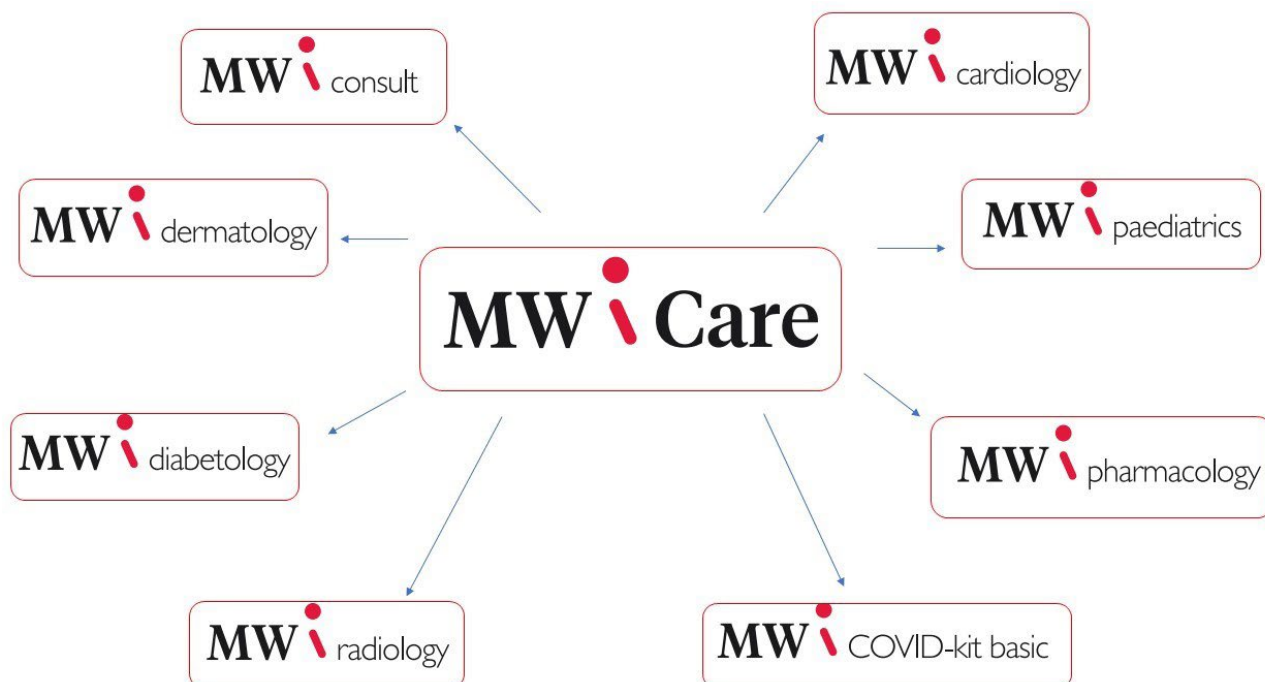
Dle našeho názoru jde o platformu, kterou lze označit jako MEDICUS NOVÉ GENERACE (informační systém lékaře nové generace), který bude sloužit nejen jako základní informační systém, ale umožní a usnadní komunikaci z domácího prostředí zejména pro pacienty s chronickými onemocněními, psychiatrické pacienty apod.

Významnou částí se stal i projekt Personal Genetic Card, který umožňuje zahrnout do léčebného procesu i genetické anomálie a vady konkrétního pacienta, což je zásadní zejména z hlediska metabolismu léčiv (farmakogenomika). Ve využití automatizovaného způsobu volby medikace spatřujeme zásadní kvalitativní krok.

Z tohoto hlediska vidíme platformu MWCare jako nástroj budoucnosti pro lékařské praxe a kliniky a zároveň i příklad tzv. znalostní ekonomiky (viz P. F. Drucker – Fungující společnost). Z tohoto důvodu vývoj a rozvoj systému patří k hlavní náplni firmy Mediware a.s., která má všechny potřebné certifikáty k vývoji zdravotnického systému a spolupracuje s distribuční a marketingovou firmou MWCare, která vrací potřebné znalosti a potřeby z privátních organizací a poliklinik zpět do produktu platformy MWCare.

Platforma MWCare tvoří základ budoucí práce privátních lékařů, odborných lékařů a klinických farmakologů. Zvláštní zřetel věnujeme proto rozvoji této platformy nejen pro lékařskou obec, ale i pro potřeby domácí péče, kde vidíme rovněž velké budoucí využití.

V souvislosti s modulem „TELEPHARMACOLOGY“ jsme se stali lídry v novém oboru nazývaném Model Informed Precision Dosing – MIPD a získali jsme pro část TDM první místo v roce 2013 při srovnávací studii prováděné ve Švýcarsku [1,2] – první až druhé místo – viz příslušné citace.



Obrázek 1 – Schéma platformy MWCare

V oblasti MIPD si produkt MWPharm dělí světový trh pouze s produktem InsightRX z Kalifornie. (Tato firma získala pro rozvoj MIPD venture capital ve výši 10M USD v minulém roce.)

Pro marketingové a výukové účely stojí za zmínku též vznikající učebnice a výuková pomůcka pro oblast Model Informed Precision Dosing – MIPD, která je hlavní náplní grantového projektu – Nadstavbová platforma PBPK TRIO FV40426, který řešíme společně s CIIRC CVUT.

Tento projekt bude dokončen v příštím roce a bude sloužit k výuce na lékařských, farmaceutických a bioinženýrských fakultách ve více než 30 zemích, kde je MWPharm dosud používán. Předpokládáme, že tato výuka nejvíce pomůže marketingu a tím rozšíření MIPD přístupu pomocí projektu MWPharm do reálné praxe.

3 Popis modulů platformy MWCare

3.1 Medical Book

Veškerá lékařská dokumentace pacienta je k dispozici online v jednom cloudovém úložišti. Zodpovědný lékař má 24hodinový přístup. Toto řešení je vhodné pro virtuální i pro domácí vyšetření. Medical book obsahuje veškerou klinickou historii pacienta, jako jsou informace o životním stylu, rizikové faktory, alergie, historie léků, recepty, laboratorní a radiologické vyšetření.

3.2 Telekonzultace

Cílem telekonzultace je spojit pacienta s lékařem pohodlným, bezpečným a chytrým způsobem s využitím nejnovějších dostupných technologií. Platforma poskytuje nejlepší řešení pro domácí vyšetření, diagnostiku a primární správu bez čekání.

Pacient může svůj zdravotní stav konzultovat se svým lékařem prostřednictvím audiovizuálního hovoru pomocí notebooků, tabletů, iPadů, chytrých telefonů atd. Kromě toho je v rámci platformy k dispozici také chat. Pacienti mohou také snadno kontrolovat svůj zdravotní stav doma a poskytovat svým lékařům požadované údaje.

Telekonzultace má pro oba partnery několik výhod /pacient a poskytovatel zdravotní péče/:

- Snižuje riziko šíření infekce – je ideálním řešením pro péči o pacienty v karanténě, například o pacienty COVID.
- Chrání poskytovatele zdravotní péče
- Lékařské záznamy jsou na jednom úložném místě a jsou vždy k dispozici. Lékař má veškerou zdravotní dokumentaci pacienta k dispozici online v jednom úložném cloudu.
- Vhodné pro virtuální návštěvu lékaře i pro domácí vyšetření
- Přehled anamnézy pacienta na jedno kliknutí
- Zasílání lékařských předpisů
- Úspora času (čekání v čekárně ...)
- Možnost mít rodinné účty – rodiče mají přehled o zdravotních záznamech svých dětí
- Platforma umožňuje sledování životních funkcí pacienta
- Snadné objednávání – ať už na online konzultaci, nebo na osobní fyzickou návštěvu
- Monitorování různých parametrů u chronických pacientů – zajištění nepřetržitého sledování chronicky nemocných pacientů
- Odesílání souborů na zabezpečené platformě
- Videokonference pro více uživatelů umožňuje komunikaci praktického lékaře, pacienta i specialisty pro druhý názor.

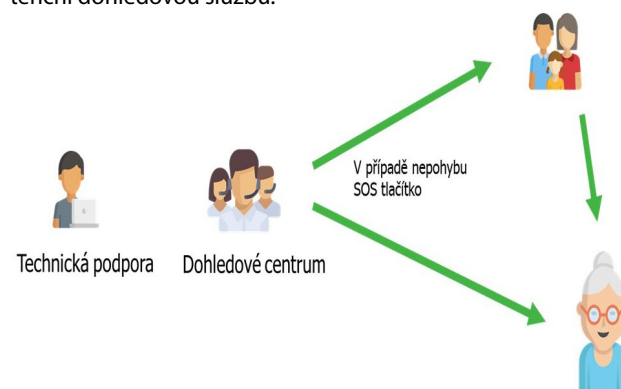
3.3 Dohled

Cílem služby je snížit zdravotní a sociální rizika starých nebo zdravotně postižených lidí a umožnit jim žít v jejich vlastním sociálním prostředí.

Klienti využívající službu „Dohled“ jsou vybaveni mobilním dohledovým zařízením. Stisknutím SOS tlačítka na dohledovém zařízením může klient oznámit stav nouze asistenčnímu dohledovému centru, s operátorem může pomocí dohledového zařízení obousměrně hlasově komunikovat, operátor může zjistit aktuální zeměpisnou polohu dohledového zařízení a zajistit vhodný typ pomoci klientovi. Dohledové zařízení dále umožňuje automaticky upozornit asistenční dohledové centrum na možný pád klienta. K systému MWCare, resp. k údajům o klientovi a jeho řešených nouzových událostech, může mít přístup jak samotný klient, tak jím oprávněné kontaktní osoby.

Webová platforma MWCare je k dispozici v mnoha jazycích a na vyžádání ji lze přeložit do jazyka dle vašeho výběru.

Předpokládanými přínosy využití služby „Dohled“ je zvýšení samostatnosti, soběstačnosti, bezpečnosti a tím i kvality života seniorů žijících v domácím prostředí a také delegování odpovědnosti za dohled nad seniory z rodinných příslušníků na asistenční dohledovou službu.



Obrázek 2 – Schéma komunikace v rámci služby Dohled

Bez ohledu na cílovou skupinu můžeme Tísňovou péči definovat jako komplexní sociální službu, která pomocí nepřetržité distanční hlasové a elektronické komunikace monitoruje aktivně nebo pasivně uživatele/klienta služby v jeho bytě či venku. Pouze záleží na typu zvoleného koncového zařízení tísňové péče, kterým si klient může přivolat potřebnou pomoc. V případě náhlého zhoršení zdravotního stavu nebo schopností, či jiné krizové situace tísňová péče.



Obrázek 3 – Zařízení využívané v službě Dohled – Teltonika

3.4 Tele-kardiologie

Tento modul je navržen pro vzdálenou péči o chronické srdeční pacienty. Pacienti si mohou objednat online konzultaci se svými kardiology. K dispozici jsou audio-vizuální konzultace i chat.

Kardiologové však mohou dokonce sledovat EKG svých pacientů pomocí několika připojených EKG zařízení, jako je například Polar nebo D-Heart.



Obrázek 4 – Přístroje využívané v modulu telekardiologie – D-Heart, Polar

3.5 Tele-pediatric

Tento modul je navržen pro vzdálenou péči o dětské pacienty v rámci rodinného účtu. Tento modul pomáhá těmto pacientům při virtuální konzultaci s jejich pediatry, kteří nejsou schopni fyzické návštěvy. K dispozici jsou audio-vizuální konzultace i chat.

Všechny předchozí lékařské záznamy jsou uloženy v tomto modulu a jsou vždy k dispozici poskytovateli zdravotní péče. Tělesnou teplotu lze sledovat na dálku pomocí několika připojených teploměrů.



Obrázek 5 – Přístroje využívané v modulu telekardiologie – Thermeeno

3.6 Tele-diabetologie

Tento modul je určen k péči o pacienty s diabetes mellitus. Modul umožňuje pacientům absolvovat virtuální zvukovou, vizuální konzultaci a chat s jejich diabetology. Diabetologové nicméně mohou vzdáleně sledovat hladinu glukózy v krvi svých pacientů pomocí několika chytrých glukometrů.

Všechny sledované údaje a všechny lékařské záznamy pacientů jsou uloženy a jsou vždy k dispozici.



Obrázek 6 – Přístroje využívané v modulu telediabetologie – Glukometr Fora Diamond MINI

3.7 Tele-dermatologie

Tento modul je určen k péči o pacienty trpící kožními problémy. Modul pomáhá těmto pacientům absolvovat virtuální zvukovou, vizuální konzultaci a chat s jejich dermatology.

Všechna předchozí kožní vyšetření jsou bezpečně uložena, což dermatologům pomáhá při diagnostice i při sledování těchto pacientů.

V tomto modulu je poskytována HD kamera, která těmto pacientům usnadňuje dermatologické vyšetření. Proto jsou do našeho systému integrovány víceúčelové lékařské kamery, jako je Versascope. Fotoaparát je vybaven výměnnými objektivy, které mohou sloužit jako otoskop, rhinoskop a jsou vhodné pro vyšetření hrdla a dermatologické vyšetření.



Obrázek 7 – Přístroje využívané v modulu teledermatologie – HD kamera, ORL kamera Versascope

3.8 Tele-radiologie

Platforma spojuje pacienta s lékařem a poskytuje nejlepší řešení pro konzultaci všech radiologických vyšetření provedených pacientem.

Nabízí pacientovi jediné bezpečné úložiště pro všechny radiologické snímky, které jsou pro poskytovatele zdravotní péče vždy k dispozici online.

3.9 COVID-kit

Tento modul byl navržen hlavně pro péči o pacienty se SARS-CoV-2. Poskytuje jim možnost zůstat v karanténě a v kontaktu se svými poskytovateli zdravotní péče. Tento modul umožňuje bezpečnou komunikaci pacienta i lékaře. K dispozici jsou audio-vizuální konzultace i chat.

Tento modul nicméně poskytuje poskytovatelům zdravotní péče sledování vitálních funkcí jako je tělesná teplota pomocí inteligentního teploměru a také kontrolu saturace krve kyslíkem pomocí moderního oxymetru. Tento modul je navíc vybaven HD kamerou pro vyšetření krku.

3.10

Nová technologická platforma, která pomáhá zdravotníkům s nejpokročilejším softwarovým nástrojem pro Drug Information System (DIS) a Model Informed Precision Dosing (MIPD).

Tele-Pharmacology podporuje celou optimální farmakoterapii požadovanou pro přesný elektronický předpis.

Tele-Pharmacology poskytuje zdravotnickým pracovníkům možnost sdílet obrazovku s MWpharmDIS, který zahrnuje jak Vidal Consult, tak i MWpharm ++.

Telefarmakologie poskytuje přístupnější a nákladově efektivnější aktualizované informace o lécivech a také poskytuje optimalizované individuální dávkování léků.

DIS využívá technologii Vidal Consult, která poskytuje kompletní referenční informace o lécích dostupných na trhu, pomáhá kontrolovat bezpečnost předpisu a umožňuje správu a optimalizaci nemocničních receptur.

MIPD využívá technologii MWpharm ++. Zahrnuje aplikaci matematických a statistických algoritmů využívajících simultán-

ní integraci proměnných pacientů (tj. A priori predikce) a měření koncentrace jednotlivých léků (tj. A posteriori predikce nebo Bayesiánské předpovědi).

MIPD je často vnímán jako komplikovaný a časově náročný úkol. K překonání těchto překážek byly tyto modely implementovány do softwarových nástrojů na podporu klinického rozhodování o terapeutické individualizaci.

MIPD je dávkovací paradigma nové generace, v němž se matematické modely pro léčivo a nemoci kombinují s individuálně měřenými kritérii pacienta (např. plazmatická koncentrace léčiva, genotyp, orgánová dysfunkce a charakteristiky nemoci). Systém MIPD je založen na softwaru MWpharm++. Zahrnuje aplikaci matematických a statistických algoritmů využívajících simultánní integraci kovariát pacienta (tj. apriorní předpověď) a individuálních měření koncentrace léčiva (tj. aposteriorní předpověď nebo bayesovské prognózování). MIPD je často vnímána jako složitý a časově náročný úkol. K překonání těchto překážek byly tyto modely implementovány do softwarových nástrojů na podporu klinického rozhodování o individualizaci léčby.

Softwarový nástroj MIPD slouží k optimalizaci dávkovacích režimů těchto pacientů pomocí matematických a statistických algoritmů, které zohledňují tyto individuální kovariáty těchto pacientů (věk, hmotnost, funkce jater, funkce ledvin a genotyp).

Zdravotní pracovníci kdekoli mohou získat přístup k telefarmakologii, aby zkontrolovali poslední aktualizované informace o určitém léku, vedlejších účincích, kontraindikacích, zkontrolovali recepty na jakoukoli lékovou interakci a také zkontrolovali optimalizovanou a priori a a posteriori predikci jednotlivých dávek jejich pacientů.

4 Popis projektu MwPharm

Projekt MwPharm/Telepharmacology byl dosud využíván pouze v klinickém provozu nemocnic (JIP, nefrologická odd., onkologie, ale i pediatrie a další). V tomto roce se použití MWPharmu rozšířilo s využitím přibližně 50 nejběžnějších léčivých látek i pro praktického a dětského lékaře.

Pomocí „populačních PKPD modelů nejběžnějších léčivých látek“ vznikla metodika, jak i praktický a dětský lékař může redukovat dávku pro pacienta s různým typem anomálií (obézní pacienti, pacienti s poškozením ledvin nebo jater, kojenci – zejména nedonošení...). Tato pomůcka rozšiřuje použití projektu MWPharm o novou klientelu – praktických a dětských lékařů a rozšiřuje tak komerční potenciál projektu MwPharm (SMART CALCULATOR).

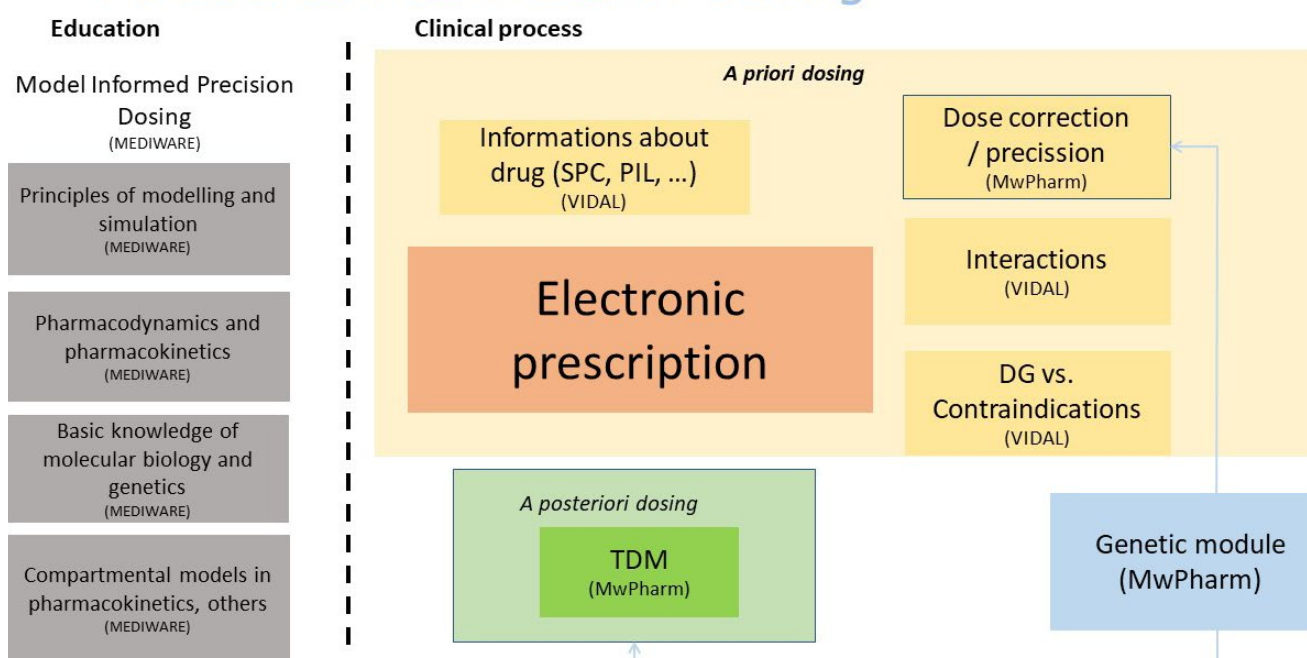
Při využívání služby TELEPHARMACOLOGY jsme získali inspiřující zpětné vazby od koncových uživatelů projektu MWPharm, klinických farmakologů a farmaceutů, praktických lékařů a dětských lékařů,

kteří požadovali mít v jednom systému všechny informace, které slouží k rozhodování o správném dávkování léčiva pro daného pacienta. Celý systém pak lze popsat blokovým schématem (Obr. 8) moduly: Vidal Consulting, „A priori dosing“ pomocí našeho Smart Calculator, A posteriori dosing v procesu TDM pomocí MWPharm(/. Byla vytvořena i spolupráce s nadnárodní firmou VIDAL. Odkaz na Vidal Consulting se stal součástí MWPharm DIS, který umožňuje koncovému uživateli – lékaři zajistit všechny potřebné informace o dané léčivé látce včetně základních doporučení dávkování. MWPharm potom doplňuje tuto funkčnost o případy, kde je nutno změnit / redukovat počáteční dávku léčiva pro daného anomálního pacienta – obezita, neonate.../ schéma dávkování v ordinaci praktického či dětského lékaře. Zároveň při možnosti měření koncentrace podaného léčiva pacientovi během klinického procesu organizovaně měnit dávku léčiva během léčebného procesu v nemocnici pomocí MWPharm (A postetriori dosing).

5 Závěr

Platforma spojuje pacienta s lékařem a poskytuje nejlepší řešení pro domácí vyšetření, diagnostiku a primární léčbu bez čekání. Platforma pro telemonitoring pokrývá širokou škálu monitorování a je otevřená novým službám. Pacienti si mohou snadno zkontrolovat svůj zdravotní stav doma a poskytují lékařům potřebné údaje. Lékaři mohou zkontrolovat všechny monitorova-

Model Informed Precision Dosing



Obrázek 8 – Schéma optimální farmakoterapie

né údaje vybraného pacienta na jednom místě a mohou zahájit videokonzultaci ve vhodnou dobu pro pacienta.

Každou službu lze poskytovat samostatně nebo jako kombinaci vybraných modulů. MWCare nabízí lékařům analýzu dat a moderní certifikované měřicí nástroje. Uživatelé platformy jsou například – pacienti, senioři v domácím prostředí, lékaři, chroničtí pacienti, kriticky nemocní pacienti, sociální pracovníci a rodinní příslušníci.

Literatura

- [1.] FUCHS, Aline, Chantal CSAJKA, Yann THOMA, Thierry BUCLIN a Nicolas WIDMER. Benchmarking Therapeutic Drug Monitoring Software: a pro MIMD Review of Available Computer Tools. *Clinical Pharmacokinetics* [online]. 2013, 52(1), 9-22 [cit. 2021-6-24]. ISSN 0312-5963. Dostupné z: doi:10.1007/s40262-012-0020-y
- [2.] KANTASIRIPITAK, Wannee, Ruth VAN DAELE, Matthias GIJSEN, Marc FERRANTE, Isabel SPRIET a Erwin DREESEN. Software Tools for Model-Informed Precision Dosing: How Well Do They Satisfy the Needs? *Frontiers in Pharmacology* [online]. 2020, 11 [cit. 2021-7-23]. ISSN 1663-9812. Dostupné z: doi:10.3389/fphar.2020.00620

Kontakt

Ing. Jiří Potůček, CSc.
Evropská 655/116, 160 00 Praha 6
tel: 777166515
e-mail: jiri.potucek@mediware.cz

DOPADY PANDEMIE COVID-19 DO ŘÍZENÍ A STRUKTURY ZDRAVOTNÍ PÉČE POSKYTOVANÉ LŮŽKOVÝMI ZDRAVOTNICKÝMI ZAŘÍZENÍMI

Miroslav Prádka, Eduard Sohlich

Anotace

Pandemie COVID-19 představuje pro poskytovatele lůžkové zdravotní péče zásadní impuls ke změně struktury poskytované péče za situace, kdy klíčové řídicí parametry (DRG systém, úhrady, regulace) vycházejí z referenčního období předcházejícího pandemii.

Příspěvek se zabývá analýzou vynucených změn ve struktuře a řízení poskytování zdravotní péče v již ukončeném kalendářním roce 2020 včetně hodnocení efektu kompenzačních mechanismů. Současně rámcově predikuje očekávané dopady realizovaných změn v roce 2021, a to na základě principů publikovaných v příspěvcích semináře MEDSOFT v letech 2015 a 2019.

Klíčová slova

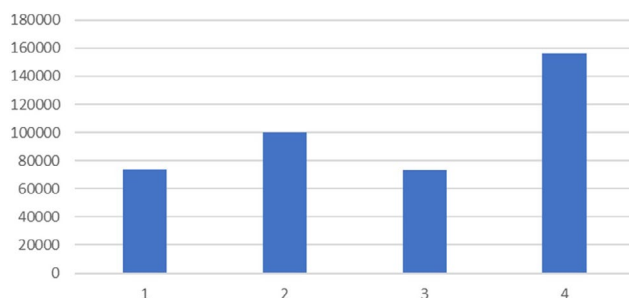
pandemie, COVID-19, zdravotní péče, poskytovatel, kompenzace

1 Úvod

S příchodem pandemie COVID-19 do teritoria Evropy v prvním čtvrtletí 2020 došlo postupně i k přizpůsobení činnosti zdravotnických systémů jednotlivých zemí novým potřebám. Šíření infekce v Evropě zatížilo tyto systémy různou intenzitou v různé časovaných dílčích vlnách, které např. v České republice kulminovaly v intervalu od 2. poloviny roku 2020 do konce navazující 1. poloviny roku 2021. Ve srovnání s vybranými evropskými zeměmi představuje intenzita zátěže šíření COVID-19 v ČR spíše horší z dílčích kazuistik evropských zemí. Tuto skutečnost dokládáme vybranými ukazateli – jednak přepočteným kumulovaným počtem nakažených (viz obr. 1) a jednak přepočteným kumulovaným počtem zemřelých (viz obr. 2) sestavených na základě veřejně dostupných dat [1]. Pro prezentaci situace v ČR v kontextu současně využíváme i disponibilní data vybrané skupiny dalších evropských zemí – Rakouska, Španělska a Itálie.

Řešení zdravotního problému určité intenzity vyvolává následný tlak na financování. Zjištěná expanze výdajů vládních rozpočtů u sledovaných zemí paradoxně zcela nekoreluje s intenzitou zátěže vyvolané šířením pandemie COVID-19. Na základě dat Eurostatu [2] uvádíme vývoj vládního dluhu v roce 2020 (viz obr. 3) a v prvním čtvrtletí 2021 (viz obr. 4) zohledněný vůči hrubému domácímu produktu dané země. Prezentovaná data vypovídají nejen o absolutní míře zadlužení, ale i o dynamice tvorby dluhu.

Kumulativní počet nakažených COVID-19/ 1 mil. obyvatel - stav k 10. 8. 2021



Obrázek 1 – Kumulativní počet nakažených COVID-19/1 mil. obyvatel dle [1]; legenda 1 – Rakousko, 2 – Španělsko, 3 – Itálie, 4 – Česká republika

Asociace českých a moravských nemocnic (AČMN) představuje sdružení více než sta poskytovatelů zdravotní péče lůžkového typu a prakticky všichni z nich se podíleli na zvládnutí problematiky COVID-19 v ČR. Ze zkušeností vyplývá, že komplexní záležitost související s léčbou COVID-19 pozitivních pacientů lze členit do dílčích problematik, a sice do:

- vyvolaných strukturálních a logistických změn poskytované péče;
- úpravy úhradových mechanismů a formy kompenzací;
- činnosti zdravotnického personálu ve změněných podmínkách.

2 Dopady pandemie COVID-19 a následná opatření

V případě výskytu pandemie postupuje lůžkové zdravotnické zařízení v souladu s principy zakotvenými v dokumentu zpracovaném pro tuto mimořádnou situaci, tedy v souladu s pandemickým plánem. Nalikolik může obecně zpracovaný dokument do detailu specifikovat potřeby pro řešení situace výskytu nového onemocnění je diskutabilní, nicméně existence pandemických plánů byla při pandemickém šíření viru SARS-CoV-2 nepochybně výhodou.

2.1 Strukturální a logistické změny poskytované péče

Příchod pandemie COVID-19 tedy znamenal aktivaci pandemických plánů (a mj. také přechod do stavu poskytování výhradně akutní péče lůžkovými zdravotnickými zařízeními) včetně vyčlenění a zprovoznění specializovaných lůžkových jednotek. V této souvislosti je nutno uvést, že celková lůžková kapacita jednotlivých zařízení je limitována a po celou dobu pandemie je zapotřebí poskytovat zdravotní péči také akutním „necovidovým“ pacientům.

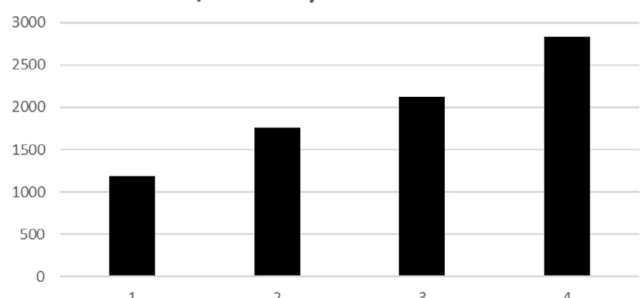
Ve vazbě na nutnost koordinace péče o „covidové“ pacienty došlo také k centralizaci evidence příslušných léčebných kapacit, a sice 1) k evidenci využití/disponibilní lůžkové kapacity (včetně možnosti oxygenoterapie), 2) k evidenci využití/disponibilní kapacity lůžek s ventilátorem a 3) k evidenci využití/disponibilní kapacity ECMO.

Doplňujeme dále, že z hlediska vyžádané péče v zahraničí byla tato nezbytně poskytnuta jen ve zcela ojedinělých případech.

2.2 Úpravy úhradových mechanismů a formy kompenzací

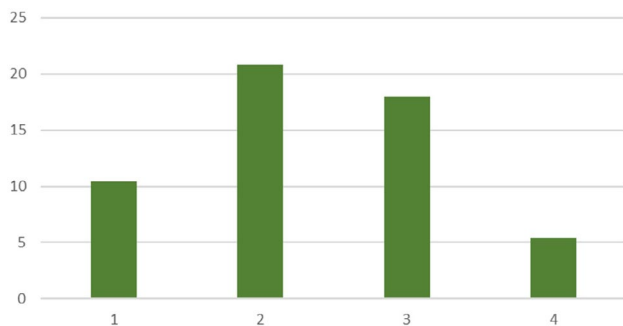
V období předcházejícím pandemii byly úhrady zdravotní péče nastaveny zpravidla úhradovými vyhláškami, které poměrně detailně zohledňovaly výkonnost jak ambulantní, tak lůžkové části zdravotnického zařízení včetně tzv. elektivní péče. Samotný úhradový konstrukt vychází obvykle z cenotvorby založené

Kumulativní počet zemřelých COVID-19/ 1 mil. obyvatel - stav k 10. 8. 2021



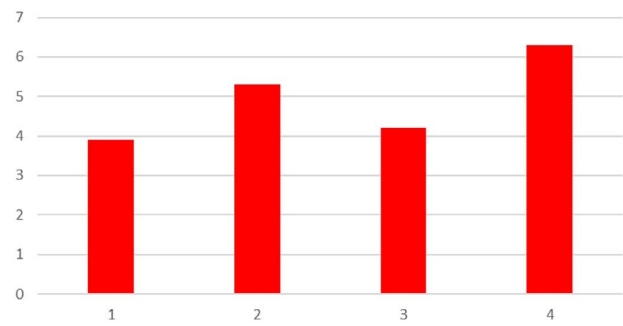
Obrázek 2 – Kumulativní počet zemřelých COVID-19/1 mil. obyvatel dle [1]; legenda 1 – Rakousko, 2 – Španělsko, 3 – Itálie, 4 – Česká republika

Růst vládního dluhu v roce 2020 (% HDP) (4Q)



Obrázek 3 – Růst vládního dluhu v roce 2020 dle [2]; legenda 1 – Rakousko, 2 – Španělsko, 3 – Itálie, 4 – Česká republika. (General government gross debt [2])

Růst vládního dluhu v 1. Q. 2021 (%HDP) (1Q)



Obrázek 4 – Růst vládního dluhu v 1. Q. 2021 dle [2]; legenda 1 – Rakousko, 2 – Španělsko, 3 – Itálie, 4 – Česká republika. (General government gross debt [2])

na bodovém ohodnocení jednotlivých zdravotních výkonů včetně rozdílných koronových hodnot bodu u jednotlivých zdravotnických odborností a na využití modifikovaného DRG systému u úhrad lůžkové péče; dále úhradový konstrukt předpokládá vazbu na výkonnost zdravotnického zařízení v referenčním období. Z důvodu jednoduchosti neuvažujeme úhradové dopady přesunu pojištěnců mezi pojišťovnami a další dílčí regulatorní či penalizační opatření.

Aktivace pandemických plánů se změnou typového profilu pacienta (COVID-19+) má u jednotlivého zdravotnického zařízení, s ohledem na výše uvedené, dopady do výše úhrad:

- celkové ambulantní složky zdravotní péče,
- celkové lůžkové složky zdravotní péče,
- celkové elektivní péče.

Formy kompenzace úhrad péče dle [3] se zaměřují především na kompenzaci úhrad za péči pro COVID-19+ pacienty, kompenzace dle [4] dále akcentuje bonifikaci personálu podílejícího se na léčbě těchto pacientů.

Pro stabilizaci v post-covidovém období považujeme za účelné minimalizovat vyvolané mimořádné úhradové vlivy, a to včetně diskuze o jednodušším a lépe obhajitelném úhradovém mechanismu než je obvyklý úhradový konstrukt. (Má ještě vůbec smysl ohodnocovat zdravotnické výkony v bodech a následně hodnoty těchto bodů stanovit v Kč pro jednotlivé odbornosti?)

2.3 Činnost zdravotnického personálu v období pandemie COVID-19

- Nemocnice byly nuceny zareagovat vytvořením týmů pečujících o pacienty na covidových jednotkách (akutní, intenzivní i následné péče). Výrazně na těchto jednotkách vzrostla zátěž zdravotnických pracovníků – časová a fyzická (ochranné pomůcky), psychická (těžké, často infaustní stavy, tlak rodinných příslušníků).
- Rozdělením do infekčních a neinfekčních týmů se týmy početně oslabily (nové pracovníky není kde brát!) a zvýšila se proto zátěž personálu i na neinfekčních odděleních (přesčasová práce).
- Nemocnice v tomto období čelily přísunu pacientů z terénních ambulancí, které z výrazné části ordinovaly po telefonu. Logickým důsledkem bylo konečné ošetření v nemocnici, zejména v době pohotovostní služby.
- V plné nahotě se tak projevila politicky dlouhodobě podceňovaná personální kapacita pracovníků v nemocnicích, způsobována zejména:
 - nedostatečným společenským a finančním oceněním
 - bezbřehá eskalace kapacit terénních ambulancí bez povinnosti participace na ústavní péči

- početně i strukturálně zanedbané pre- i postgraduální vzdělávání lékařských i nelékařských pracovníků

3 Závěr

Dopady pandemie COVID-19 do českého zdravotnického systému jsou komplexní a prostý návrat do období předcházejícího pandemii nebude zřejmě možný.

Za určující pro další období považujeme:

- Efektivní zvládnutí změny struktury poskytované péče v post-covidovém období;
- Personální stabilizaci zdravotnictví;
- Zjednodušení a optimalizaci úhradových mechanismů;
- Vyřešení otázky cenotvorby ve zdravotnictví
- Širší implementaci nástrojů e-Health [5, 6].

Za cíle realizovaných opatření pak považujeme zejména kvalitu a dostupnost zdravotní péče, a současně stabilitu i předvídatelnost jejího financování.

Literatura

- [1.] <https://www.worldometers.info/coronavirus/>
- [2.] <https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/teina230/default/table?lang=en>
- [3.] Ministerstvo zdravotnictví ČR: Vyhláška č. 305/2020 Sb.
- [4.] Ministerstvo zdravotnictví ČR: Vyhláška č. 170/2021 Sb.
- [5.] Přádka, M.: Náklady a výnosy e-Health z pohledu poskytovatelů péče, In: Proc. of MEDSOFT 2015, ISSN 1803-8115, ISBN 978-80-90600-42-3, ISBN 978-80-86742-40-3, 2015, pp. 184-186;
- [6.] Přádka, M.: E-Health a zvyšování konkurenceschopnosti poskytovatelů zdravotní péče, In: Proc. of MEDSOFT 2019, ISSN 1803-8115, ISBN 978-80-86742-46-5, ISBN 978-80-906752-0-9, 2019, pp. 65-67; DOI: 10.35191/MEDSOFT_2019_1_31_65_67.

Kontakt

Ing. MUDr. Miroslav Přádka, Ph. D.

MUDr. Eduard Sohlich, MBA

Asociace českých a moravských nemocnic (AČMN)

Bělocerkevská 18

100 00 Praha 10

e-mail: acmn@acmn.cz

CASE STUDY: "BEING EXPERT EASILY AND QUICKLY" APPLICATION OF UP-TO-DATE INFORMATION TECHNOLOGY INTO THE STANDARD CREATION PROCESS

Tomáš Vejlupek, Martin Másilko

Abstract

The subject of this case study is an innovative methodology for working with information allowing to quickly gain a high level of expertise in any area of human activities. The methodology is presented as an example of creating a new hempcrete standard and it is easily transferable to other areas (for example the medicinal research area).



Figure 1 – Illustrative

Motivation

We have been cooperating with ASTM International since the year 2017. ASTM International, formerly known as American Society for Testing and Materials, is an international standards organization that develops and publishes voluntary consensus technical standards for a wide range of materials, products, systems, and services. These standards are then used by companies throughout the world.



We apply information technology to solve the problem of increasing the level of expertise of standardization specialists. We have found a way to do this by creating an information environment in which the specialists can quickly gain the necessary expertise. As a demonstration field, ASTM has chosen the topic of hempcrete.



Figure 2 - Illustrative

Expertise Creation Process

We followed these stages:

- Basic topic analysis
- Existing sources search
- Indexing
- Advanced topic analysis
- Standard synthesis

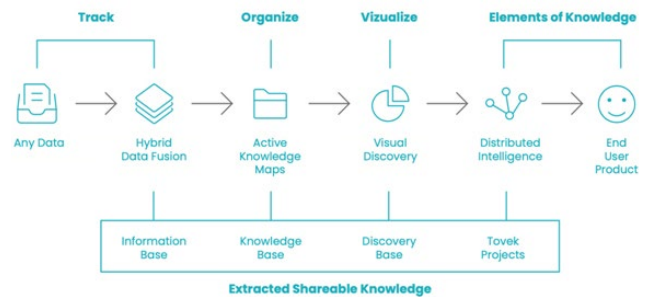


Figure 3 - Methodology Stages

Basic Topic Analysis

An analyst had no knowledge related to hempcrete. Using simple internet search an initial topic *mind map* was created.

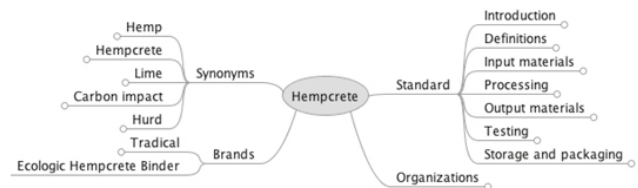


Figure 4 - Initial MindMap

The initial mind map served as a baseline for the project and finding seeding webs. A list of seeding webs was created by using *Google advanced search operators*.

Existing Sources Search

The list of seeding webs was used by an application that *automatically downloads websites from the Internet*. We made local copies of the seeding websites and also several referenced links (further websites) - recursively. Only texts were downloaded for further indexing purposes. This way we made a collection of 26.000+ documents that contained many hempcrete related data.

Additionally, we searched manually for *ResearchGate, Patents* and downloaded further 200+ documents.

Indexing

We used the TOVEK indexing engine to create a hempcrete information base. Information bases are an analytical index allowing unified fulltext search using advanced Tovek Query Language.

The Tovek index includes not only keywords but also automatically extracted entities based on rules, machine learning and statistics for automatic content analysis enabling to discover groups of words representing important topics.

Tovek index helps to navigate in the content and discover hidden structures to find the appropriate information.

Downloaded to level 3 (a sample in PoC scope):

1. <http://hemobuilding.com/>
2. <http://hemoforvictory.blogspot.com/> (partially)
3. <http://www.americanlime.com/>
4. <http://www.globalhemp.com/>
5. <http://www.hanfinfo.ch/>
6. <http://www.hempcrete.com.au/>
7. <http://www.hempreport.com/> (partially)
8. <http://www.tradical.com/> (partially)
9. <https://limecrete.co.uk/>
10. <https://www.americanhemplic.com/>
11. <https://www.hanfstein.eu/>
12. <https://www.hempirebuilding.net/>
13. <https://www.isochemp.com/>
14. <https://www.lime technologies.co.uk/>
15. <https://www.lime works.us/> (partially)
16. <https://www.ukhempcrete.com/>

To Be Downloaded (out of PoC scope):

- <http://www.hemptrade.ca/>
- <http://www.hempyreum.org/>
- <http://www.industrialhemp.net/>
- <http://www.internationalhempassociation.org/>
- <http://www.japanhemp.org/>
- <http://www.ontariohempalliance.org/>
- <http://www.saskhemp.com/>
- <http://www.thehempnews.com/>
- <http://www.thehia.org/>
- <http://www.votehemp.com/>
- <https://420intel.com/>
- <https://boheco.wordpress.com/>
- <https://cannabisindustryjournal.com/>
- <https://eiha.org/>
- <https://greenbuildingcanada.ca/>
- <https://hemp4victory.wordpress.com/>
- <https://hempcretedirect.com/>

Figure 5 - Seeding Web Pages

Advanced Topic Analysis

TOVEK tools enable a wide range of methods to identify the key pieces of knowledge and supporting evidence. The advanced topic analysis is aimed at the formation of complex concepts, so called Active Knowledge Maps, which are necessary to create a standard.

Related structures for advanced search were created using these tools. Although the analyst had no previous experience with the hempcrete topic, it was possible to find "the hidden knowledge" in the downloaded data within several hours. The knowledge trees were quickly created and expanded, selecting only relevant information from the data "ocean".

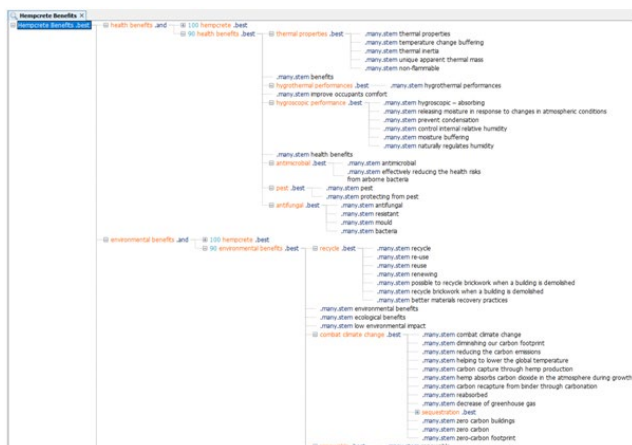


Figure 6 - Advanced Topic Analysis

Standard Synthesis

New structures of a target standard were created, using TOVEK Visual Knowledge Discovery features. You can easily extract selected facts from search results, drag and drop and link them in the emerging structure of the standard represented by the diagram. The diagram is indexed again so that you not only can search in the content but also visualise the structure in different contexts.

TOVEK tools then automatically generate standard drafts, which need to be shaped by a human to the final wording.

Achievement

In a short time frame we were able to do the following:

- Compile a collection of texts about hempcrete,
- Create a full-text search engine for all the sources found at the stage of the existing sources search,
- Create a knowledge base about hempcrete,
- Analyze information on hempcrete and synthesize a complex concept,
- Create a standard draft (for chosen examples),
- Create a new standard for ASTM, which could be verified by ASTM members.

Conclusion

The project methodology is transferable to any other area. It is possible to prepare an expert - state of the art - text on any topic, while deeply understanding how to use Internet search tools, local indexing and how to perform content analysis and synthesis.

The methodology has only one limitation, it doesn't create completely new processes or methods. It only improves existing knowledge.

The methodology developed and presented allows the transfer of the best possible known practices into new structures. It might find new knowledge and related topics to experts performing the tasks. The most labor-intensive parts of the process are the advanced analysis of information and new structures synthesis - using human skills and experience.

All the steps delivered within the case-study can be fully or semi automated. The automation allows keeping all the data and related structures up-to-date and performing updates.

The case-study allows you to estimate the level of expertise which can be gained using the methodology and the indexing system. It is possible to quickly achieve a high level of expertise in any area of human activities.

About

TOVEK is a Czech independent company producing software tools for data processing to minimize the gap between information and useful information. For almost three decades, TOVEK has been developing cutting-edge software for analytical search and processing information from various unstructured and structured data sources.

Hidden Data Technologies is a brand of DC Czech, Ltd. which was founded in 1993.

Hidden Data Technologie specializes in mining and processing large amounts of data to find hidden information and knowledge. It employs cutting-edge data science and artificial intelligence using automatic structured data extraction from unstructured data sources based on complex semantic rules.

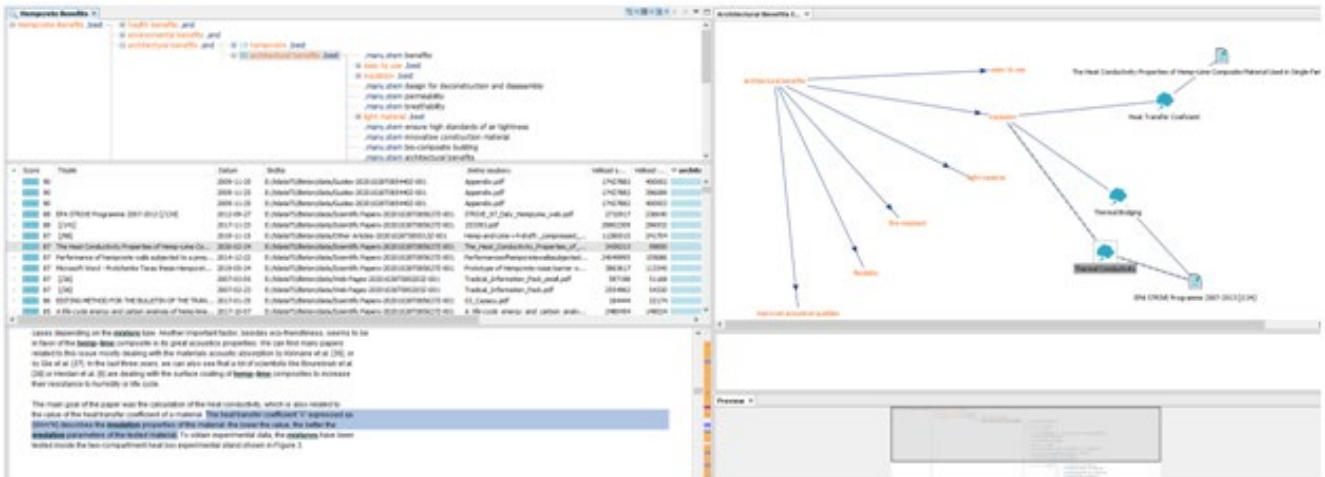


Figure 7 - Standard Synthesis

Architectural Benefits

Insulation

Heat Transfer Coefficient

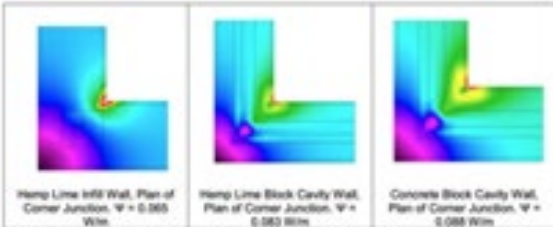
The heat transfer coefficient "λ" expressed as [W/m²K] describes the insulation properties of the material: the lower the value, the better the insulation parameters of the tested material.

Thermal Bridging

Hemp Lime thermal conductivity values are generally superior to concrete and subject to detailing can have additional benefits in terms of reduced thermal transmission at junctions, which reduces overall heat loss.

SEMI - AUTOMATIC

Figure 10.1 - Thermal bridging comparison: Hemp infill and block wall vs. Concrete block wall



Source: BESPAc, 2010 Linear Thermal Transmittance Modeling using Therm 5.2

Thermal Conductivity

Thermal conductivity values across a range of studies on hemp lime wall infill listed in Table 4.1 vary between 0.06 and 0.13 W/m²K depending on the density and composition of the mix. Work by Cereso reports values of 0.06 to 1.0 W/m²K for low density mixes of 200 kg/m³ and 0.1 to 0.13 W/m²K for medium density mixes of 450 kg/m³, (Cereso, 2005).

Figure 8 - Standard Export and Manual Completion

MANUAL - Final Standard Paragraphs Synthesis

Architectural Benefits

Insulation

Hempcrete provides excellent benefits for construction in terms of preventing thermal bridging and low thermal conductivity.

The heat transfer coefficient "λ" expressed as [W/m²K] describes the insulation properties of a material. The lower "λ" value, the better the insulation parameters are.

Hempcrete thermal conductivity values are generally superior to concrete and reducing thermal transmission at junctions, which reduces overall heat loss.

Hempcrete thermal conductivity values vary between 0.06 and 0.13 W/m²K depending on the density and composition of the mix - values of 0.06 to 1.0 W/m²K for low density mixes of 200 kg/m³ and 0.1 to 0.13 W/m²K for medium density mixes of 450 kg/m³.

Thermal conductivity values for hemp lime masonry are generally influenced by whether blocks have thermal or structural purposes, and their overall mix and compaction methods (for example for hemp lime cement block samples, that were machine vibrated and compacted, record a value of 0.34W/m²K, or hemp lime block that were spray applied reported values ranging from 0.179 to 0.543 W/m²K.

Contact

Ing. Tomáš Vejlupek
vejlupek@tovek.cz
TOVEK, spol. s r.o.
Chrudimská 1418/2, Praha 3
www.tovek.cz
Martin Másilko, MBA
martin@masilko.cz
DC Czech, s. r. o.
Konviktská 291/24, Staré Město, Praha 1

Lenka Vysloužilová, Václav Zvoníček, František Duška, Jan Jirman, Jan Kubr, Lenka Lhotská, Miroslav Macík, Milan Němý, Eliška Niebauerová, Lukáš Povišer, Martin Samek, Jakub Vaněk

NOVÁ TECHNOLOGIE V INTENZIVNÍ PÉČI POMÁHÁ VZDÁLENĚ SLEDOVAT PACIENTY NEJEN S COVID-19

NOVÁ TECHNOLOGIE V INTENZIVNÍ PÉČI POMÁHÁ VZDÁLENĚ SLEDOVAT PACIENTY NEJEN S COVID-19

Lenka Vysloužilová, Václav Zvoníček, František Duška, Jan Jirman, Jan Kubr, Lenka Lhotská, Miroslav Macík, Milan Němý, Eliška Niebauerová, Lukáš Povišer, Martin Samek, Jakub Vaněk

Anotace

Systém VENT-CONNECT je nová telemedicínská aplikace, která umožňuje vzdálené sledování obrazovek plicních ventilátorů a monitorů vitálních funkcí, jejichž datové výstupy nejsou přímo připojeny do nemocničního informačního systému. Systém umožňuje lékařům častější kontrolu parametrů umělé plicní ventilace u pacientů a tím i přesnější nastavení parametrů ventilátoru v průběhu léčby pacienta, což zlepšuje péči o pacienta. Obecně lze systém použít na přístroje, u kterých je žádoucí vzdáleně sledovat obrazovku přístroje spolu se sledováním trendu vývoje parametrů přístroje. Systém má velký potenciál jak během pandemie Covid-19, tak i za běžného provozu JIP.

Klíčová slova

telemedicína, Umělá plicní ventilace, Intenzivní péče

1 Úvod

Mechanická ventilace (MV) je klíčovou orgánovou podporou poskytovanou na jednotkách intenzivní péče (JIP). Přestože může být MV život zachraňující, není sama o sobě léčebnou metodou. Spíše pomáhá získat čas pro další léčbu, aby došlo k zlepšení stavu pacienta, který si ventilaci vyžádal. Jakékoli suboptimální nastavení mechanického ventilátoru může způsobit poškození plic, které se nazývá ventilátorem indukované poškození plic (VILI) [Slutsky 2013]. To sahá od vzácného klasického barotraumaty (např. pneumotoraxu způsobeného přímým poškozením plicního parenchymu v důsledku nadměrného tlaku) až po nenápadné, ale mnohem častější biotrauma (kdy dochází k vyvolání zánětu a obraz pacienta je podobný ARDS). Jakékoli předcházející trauma plic zvyšuje náchylnost k dalšímu poškození vyvolanému ventilátorem [Dreyfuss 1998].

Klasické studie opakovaně prokázaly souvislost zhoršených výsledků s dechovými objemy > 6 ml/kg [ARDSNet 2000], tlaky > 30 mbar [Yasuda, 2021], hnačím tlakem > 14 mbar [Amato, 2015], vysokým mechanickým výkonem [Gattinoni 2001; Costa 2021] a interferencí pacienta s ventilátorem [Vignaux 2009]. Ve skutečnosti většina klinických lékařů nastavuje a vhodně upravuje parametry nastavení plicního ventilátoru u sedovaných a paralyzovaných pacientů v časně fázi po intubaci. Nicméně výše uvedené parametry jsou důsledkem nastavení ventilátoru a fyziologických parametrů pacienta, které se často mění. Změny fyziologie pacientů zahrnují mimo jiné následující:

- Respirační drive a spontánní inspirační úsilí (např. v důsledku kolísající úrovně sedace nebo stavu kyselého báze).
- Poddajnost dýchacího systému v důsledku rozvíjejícího se základního onemocnění plicního parenchymu nebo náboru či výdeje, polohování pacienta (např. pronace).
- Odpor dýchacích cest, a to včetně umělých dýchacích cest (např. zalomení trubice, kolísavý odpor výměníků tepla a vlhkosti, změny průměru endotracheální trubice exsikovými sekrety) nebo dýchacích cest pacienta (např. bronchospasmus).
- Změny spotřeby O_2 a produkce CO_2 (např. dusivý třes nebo horečka).

Udržování optimálního nastavení MV vyžaduje časté nastavení ventilátoru podle měnících se fyziologických parametrů pacienta. Ve skutečnosti tomu tak často není a četné observační studie dokumentovaly, že značná část kriticky nemocných pacientů je ventilována mimo bezpečnostními údaji podporované limity [Laffez, 2016 - studie LUNGSAFE].

Během pandemie COVID-19, kdy jsou pacienti izolováni v izolačních boxech a personál musí nosit plné ochranné vybavení a je pracovním přetížený, může docházet ke zhoršení pozornosti personálu k aktuálnímu nastavení ventilátorů, a tím mohou být pacienti vystaveni zvýšenému riziku VILI. Neexistuje totiž žádné daty podložené doporučení, jak často by se mělo věnovat pozornost nastavení ventilátoru a jak často by se mělo upravovat.

Domníváme se, že technické řešení, které odstraní výše zmíněné bariéry komplikující častou kontrolu parametrů umělé plicní ventilace, může vést k vyšší frekvenci kontroly a případné korekce parametrů umělé plicní ventilace. V důsledku by se měla prodloužit doba, po kterou má pacient optimální nastavení parametrů plicní ventilace, což by mělo přispět k lepším výsledkům léčby.

Moderní nemocniční informační systémy umožňují zpracování datových výstupů z různých přístrojů používaných při péči o pacienty, kteří vyžadují intenzivní péči. Jedná se zejména o monitory životních funkcí, plicní ventilátory, dialýzu, infuzní sety, přístroje ECMO, analyzátor hemodynamiky apod. Informace, které tyto přístroje poskytují prostřednictvím svých datových výstupů ale mohou být nedostatečné nebo nevyhovující z následujících důvodů:

- Některé údaje nejsou k dispozici.
- Formát dat poskytovaný konkrétním přístrojem není k dispozici nebo je jeho poskytnutí podmíněno vysokým poplatkem.
- Nevhodná modalita výstupu.

Příkladem moderního nemocničního systému umožňující zpracování datových výstupů z přístrojů od různých výrobců je systém Metavize [<https://www.imd-soft.com>]. V případě plicních ventilátorů tento systém bohužel nepřináší dostatek dat, protože nedisponuje daty k detailnímu popisu průběhu křivky tlaku a průtoku. Oproti tomu, informace zobrazené přímo na displeji plicního ventilátoru lékařům umožňují snadnou orientaci a rychlou detekci nežádoucích stavů případně suboptimálně nastavených parametrů umělé plicní ventilace. Potřeba umožnit vzdáleně nahlížet na parametry plicních ventilátorů formou "jako by člověk stál" hned vedle přístroje nás motivovala k vývoji systému VentConnect.

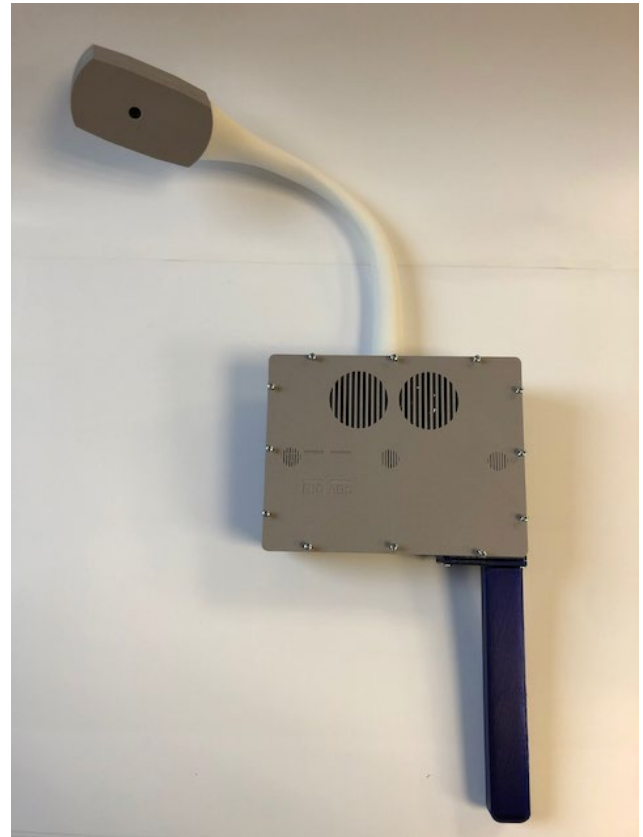
2 Návrh systému VentConnect

V reakci na předpokládanou blížící se podzimní vlnu onemocnění COVID-19 v říjnu 2020 bylo ČVUT osloveno Klinikou anesteziologie a resuscitace Fakultní nemocnicí Královské Vinohrady s žádostí o pomoc s monitorováním kriticky nemocných pacientů připojených na umělou plicní ventilaci v infekčním prostředí.

Navázali jsme na koncept řešení, který na ČVUT vznikl již v první polovině roku 2020. Během několika málo dnů vznikl první prototyp zařízení, který umožňoval pomocí kamery přenášet obraz z plicního ventilátoru pomocí Wifi sítě na notebook, který byl umístěn na lékařském pokoji. Součástí prototypu byla i první verze software systému, který byl schopen zprostředkovat i obousměrnou hlasovou komunikaci. Při vývoji prototypu jsme využili HW komponenty, které jsou snadno dostupné na trhu. Základem řešení byl mikro počítač Raspberry Pi a rozšiřující moduly umožňující hlasovou komunikaci. Kameru jsme umístili na flexibilní rameno, které bylo původně součástí LED lampičky.



Obrázek 1 – První prototyp systému VentConnect předvedený v nemocnici



Obrázek 2 – Druhý prototyp jednotky VentUnit doplněný o výkonnější Wifi komunikaci

Obrázek (obr. 1.) ukazuje jedno z prvních testování prototypu u ventilátoru, který byl připojen na umělou plíci.

Prostřednictvím tohoto prototypu se nám podařilo prokázat případnou použitelnost řešení v prostředí jednotek intenzivní péče na pozadí probíhající podzimní vlny onemocnění Covid-19. V průběhu testování prototypů v reálném prostředí jsme sbírali a analyzovali potřeby uživatelů v tu dobu pro nás velmi neznámého prostředí jednotek intenzivní péče.

Během listopadu jsme postupně ladili software a narazili na problém s kvalitou přenosu pomocí Wifi sítě. Reagovali jsme doplněním jednotky VentUnit o lepší Wifi anténu. Na začátku prosince došlo k rapidnímu zlepšení pandemie, skončila první podzimní vlna, pacientů v nemocnici rychle ubylo, ale bohužel následovalo velmi optimistické rozvolnění opatření a Vánoce. Pro projekt nastalo nové období, dostali jsme se na pracoviště, kde jsme mohli začít zkoušet zařízení v rámci klasické kabelové sítě zcela oddělené od sítě nemocnice.

V této době došlo i na výraznou změnu koncepce, zcela jsme opustili koncept komunikace pomocí zařízení a soustředili se pouze na přenos obrazové informace a zásadní novinkou byl záznam krátkých sekvencí obrazovek plicních ventilátorů každých 15 minut. Díky tomu lékaři získali přehled o vývoji parametrů v čase, což se ukázalo jako klíčová vlastnost systému. Přehrávání záznamů v prohlížeči mobilního telefonu byl bonus pro uživatelský komfort lékařů.

Během ledna jsme sepsali žádost k etické komisi nemocnice a od začátku března jsme mohli zkušebně monitorovat stav pacientů na jednotlivých lůžkách. Postupně jsme vybavili systémem celé jedno oddělení a přidali do systému sledování monitoru životních funkcí. Na konci dubna jsme získali podporu projektu od ministerstva průmyslu a obchodu v programu Czech Rise Up 2.0 – Výzkum proti COVID-19.

3 Popis systému VentConnect

Výsledná verze systému VentConnect se skládá ze základních komponent VentUnit, síťové infrastruktury a úložiště dat. Komponenta VentUnit je připojena kabelem HDMI k plicnímu ventilátoru a přenáší digitální obraz z ventilátoru nebo pomocí kamery plicní ventilátor sleduje.

VentUnit je jediná součást systému, která je blízko pacienta, ale žádným způsobem s ním neinteraguje a je navržena tak, aby ani nemohla žádným způsobem ovlivnit funkci plicního ventilátoru. Komponenta VENT-UNIT je napájena nízkým napětím z externího certifikovaného zdroje a připojuje se do oddělené informační sítě buď ethernetovým kabelem nebo pomocí pro tento účel vytvořené privátní WiFi sítě.

Systém využívá obrazový výstup z plicního ventilátoru nebo kamery a odesílá získaný obraz na server prostřednictvím internetové sítě oddělené od nemocniční sítě. Blokové schéma systému s různými typy vstupů a sítí je znázorněno na (obr. 3).

4 Software

Stejně jako celý systém VentConnect i software pro něj vyvíjený prošel postupným vývojem. Systém VentConnect podporuje dva způsoby sledování ventilátorů – živé a ze záznamu. Zařízení VentUnit dokážou fungovat oběma způsoby kromě případu, kdy by nastal souběh nahrávání a streamování. Pro účely živého přenosu obrazu byla vytvořena desktopová aplikace VentClient. V ní je možné přepínat mezi několika ventilátory a také hlasově komunikovat s personálem u pacienta. Po výběru ventilátoru, který chceme sledovat, se aplikace připojí pomocí počítačové sítě k jednotce VentUnit. Protokolem SSH (Secure Shell) se sestaví řídicí spojení a tímto kanálem následně aplikace spouští obrazový a případně hlasový stream.

Nahrávky vznikají odlišným způsobem. Jednotka VentUnit každých 15 minut samostatně zaznamenává krátký klip (10-15 sekund). Ten pak pomocí protokolu SSH nahrává na server. Tyto záznamy uložené na serveru lze pomocí webového prohlížeče procházet a prohlížet historii nahrávek z konkrétního zařízení. Ukázka snímku obrazovky je na obrázku (obr. 4). V případě, že se nepodaří záznam pořádit, odesílají zařízení na server chybovou hlášku, která se zobrazí uživateli místo nahrávky, příkladem chybové hlášky je například odpojený ventilátor od jednotky VentUnit.

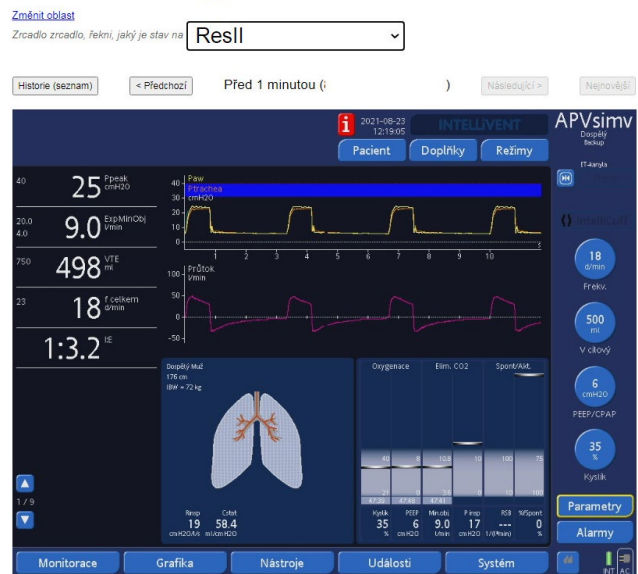
Vždy, když to bylo výhodné, jsme využili již existující technologie. Pro živé přenosy jsme použili síťový protokol RTP a pro kompresi zvuku a videa kodeky H.264 a Opus. Velmi nám pomohl otevřený framework GStreamer [<https://gstreamer.freedesktop.org>], který nám umožnil řešení sestavit z předpřipravených komponent. Použití existujících knihoven nám umožnilo rychlý vývoj systému. Zatím ale například nebylo možné sledovat jeden ventilátor z vícero klientů – pouze jeden klient dokázal naráz přistupovat k obrazu z HDMI. To plánujeme v dalších verzích vyřešit použitím „agenta“, který na VentUnit poběží neustále a bude přeposílat obraz všem klientům současně a tím umožní živé sledování jednoho ventilátoru z více míst současně.

Cílovým stavem pro vývoj softwaru, který stále probíhá, je umožnit lékařům se pomocí mobilního telefonu, tabletu nebo počítače odkudkoliv připojit do systému a sledovat živý přenos z obrazovky ventilátoru, monitoru životních funkcí nebo jiného připojeného zařízení. Cílem je umožnit sledování více obrazovek najednou, například vedle sebe na jedné webové stránce. To umožní sledovat data z plicního ventilátoru a monitoru životních funkcí nebo i dalšího přístroje u jednoho pacienta. Z hlediska dlouhodobého sledování pacientů je důležitá archivace dat z obrazovek a důsledná anonymizace dat včetně vyřešení přístupů jednotlivých uživatelů systému k těmto datům.

5 Klinické testování systému VentConnect

Přístroj byl uveden do klinického testování v březnu 2021 uprostřed zrušení pandemie COVID-19, kdy byla kapacita lůžek JIP rozšířena z 21 na 47 a pracovní zátěž personálu byla extrémní. Na výpomoc byli přijati studenti medicíny a studenti-sestry, a proto zkušený personál navíc dohlížel i na méně zkušený personál. Systém VentConnect byl nainstalován do centrální místnosti

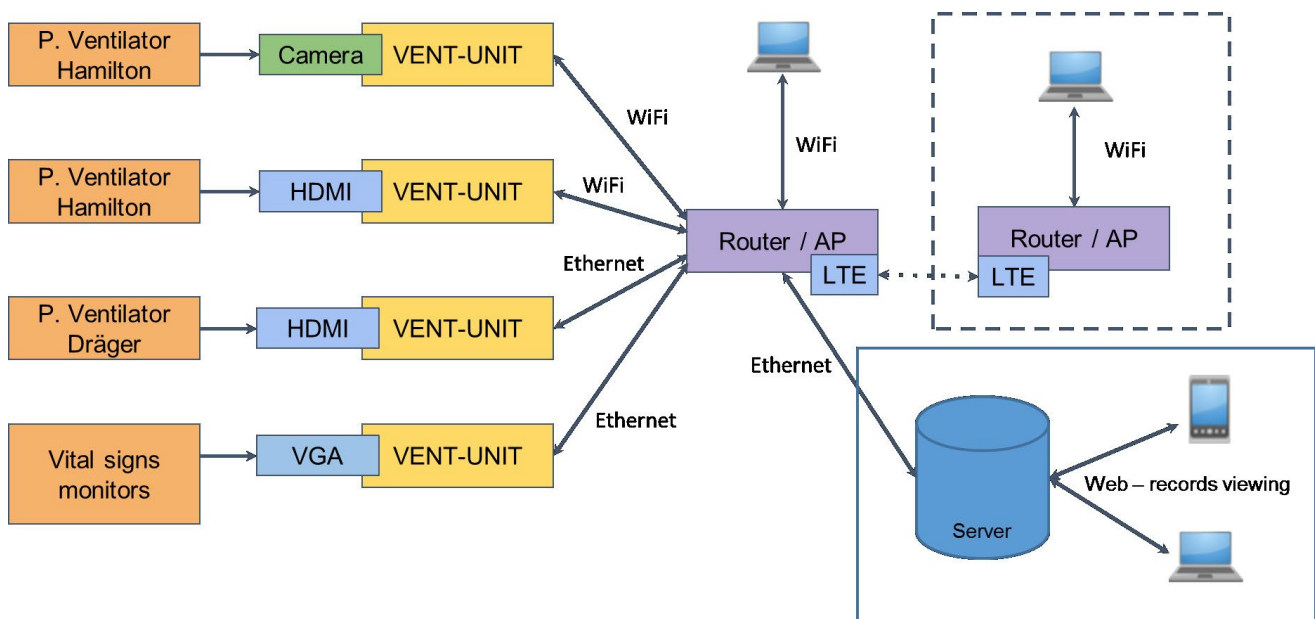
Kouzelné zrcadlo - H: Res II



Obrázek 4 – Snímek obrazovky ukazuje obrazovku z webového prohlížeče, kde je možné prohlížet nahrané sekvence záznamů z plicních ventilátorů pro jednotlivé boxy v rámci jednotky intenzivní péče.

lékařů na počítač, takže lékaři mohli na dálku kontrolovat nastavení plicních ventilátorů, aniž by si museli oblékat ochranné pomůcky a vstupovat do klinického prostoru. Zkušenosti lékařů se systémem VentConnect jsme hodnotili v kvalitativní studii prostřednictvím polostrukturovaných telefonických rozhovorů v délce přibližně 30 minut.

Získali jsme osm účastníků (P1-P8, tři ženy, 32±7 let), všichni lékaři pracující na JIP Fakultní nemocnice FNKV. Všech 8 účastníků zaznamenalo přítomnost systému VENT-CONNECT na JIP-oddělení, kde pracují a systém aktivně používalo. Postoj k užitečnosti systému byl obecně pozitivní. Například osoba P3 uvedla: "Dříve jsme neměli možnost kontrolovat přístroje na dálku, museli jsme kontrolovat každou změnu stavu u lůžka. Použití systému nám usnadnilo život", P4 uvedl: "Je to jako když stojím u přístroje, považuji to za nepostradatelné". Na druhou stranu se objevily obavy, že možnost kontrolovat ventilátory



Obrázek 3 – Blokové schéma systému VentConnect z pohledu možných síťových uspořádání včetně serveru pro ukládání nahraných sekvencí záznamů

odkudkoli může mít negativní psychologické důsledky. Například P7 vyjádřil obavu: "Možná bychom se mohli všichni zbláznit, když kontrolujeme pacienty ve tři hodiny ráno z domova".

6 Závěr

Během podzimu a zimy na přelomu let 2020 a 2021 se týmu ČVUT a FNKV podařilo vymyslet a realizovat systém pro sledování obrazovek plicních ventilátorů VentConnect a tento systém začít testovat v klinické praxi v nelehké době pandemie koronaviru. Podařilo se vytvořit užitečný a lékaři obecně kladně hodnocený systém, který má potenciál zlepšit péči o kriticky nemocné pacienty připojené k monitoru životních funkcí, k plicnímu ventilátoru, nebo i k dalším přístrojům.

Systém VentConnect budeme i nadále rozvíjet. Stávající verze systému je technické řešení zatím bez jakékoliv inteligence a dalšího usnadnění práce pro lékaře. Naším dlouhodobým cílem je snažit se uplatnit algoritmy zpracování obrazu, rozpoznávání a umělé inteligence tak, aby systém uměl rozpoznat nebezpečné stavy nastavení plicního ventilátoru a upozornit na ně pomocí generování alarmových stavů. Mezitím nás čeká mnoho další práce v oblasti bezpečnosti, vývoje uživatelsky přívětivého systému a přípravy podkladů funkčního prototypu.

7 Poděkování

Projekt vznikl za intitucionální podpory ČVUT v Praze a Fakultní nemocnice Královské Vinohrady a za podpory projektu VENT-CONNECT (externí číslo: IDENT022) programu Czech Rise Up 2.0 – Výzkum proti COVID-19.

Literatura

- [1.] [Slutsky 2013] SLUTSKY, Arthur S.; RANIERI, V. Marco. (2013) Ventilator-induced lung injury. *New England Journal of Medicine*, 369.22: 2126-2136.
- [2.] [Dreyfuss 1998] DREYFUSS, Didier; SAUMON, Georges. Ventilator-induced lung injury: lessons from experimental studies. *American journal of respiratory and critical care medicine*, 1998, 157.1: 294-323.
- [3.] [Yasuda 2021] Yasuda H, Sanui M, Nishimura T, Kamo T, Nango E, Abe T, Roberts R, Takebayashi T, Hashimoto S, Lefor AK. Optimal Upper Limits of Plateau Pressure for Patients With Acute Respiratory Distress Syndrome During the First Seven Days: A Meta-Regression Analysis. *J Clin Med Res*. 2021 Jan;13(1):48-63.
- [4.] [Amato, 2015]: Amato MB, Meade MO, Slutsky AS, Brochard L, Costa EL, Schoenfeld DA, Stewart TE, Briel M, Talmor D, Mercat A, Richard JC, Carvalho CR, Brower RG. Driving pressure and survival in the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med*. 2015 Feb 19;372(8):747-55.
- [5.] [Gattinoni 2001] GATTINONI, Luciano, et al. Effect of prone positioning on the survival of patients with acute respiratory failure. *New England Journal of Medicine*, 2001, 345.8: 568-573.
- [6.] [Costa 2021] Costa ELV, Slutsky A, Brochard LJ, Brower R, Serpa-Neto A, Cavalcanti AB, Mercat A, Meade M, Morais CCA, Goligher E, Carvalho CRR, Amato MBP. Ventilatory Variables and Mechanical Power in Patients with Acute Respiratory Distress Syndrome.
- [7.] [Vignaux 2009] VIGNAUX, Laurence, et al. Patient-ventilator asynchrony during non-invasive ventilation for acute respiratory failure: a multicenter study. *Intensive care medicine*, 2009, 35.5: 840-846.
- [8.] [Laffey 2016] Laffey JG et al: LUNG SAFE Investigators and the ESICM Trials Group. Potentially modifiable factors contributing to outcome from acute respiratory distress syndrome: the LUNG SAFE study. *Intensive Care Med*. 2016 Dec; 42(12):1865-1876.

Kontakt

Ing. Lenka Vysloužilová, Ph.D.

koordinátor projektu na ČVUT –
České vysoké učení technické v Praze,
Český institut informatiky, robotiky
a kybernetiky

Jugoslávských partyzánů 1580/3
160 00 Praha 6

lenka.vyslouzilova@cvut.cz

MUDr. Václav Zvoníček, Ph.D.

Klinika anesteziologie a resuscitace
3. LF UK a FNKV

Fakultní nemocnice
Královské Vinohrady
Šrobárova 1150/50, Praha 10,
PSČ 100 34

vaclav.zvonecek@fnkv.cz

Doc. MUDr. Duška František, Ph.D.

odborný garant projektu
Klinika anesteziologie a resuscitace
3. LF UK a FNKV

Fakultní nemocnice
Královské Vinohrady
Šrobárova 1150/50, Praha 10,
PSČ 100 34

Bc. Jan Jirman; Ing. Jan Kubr, Ph.D.;

Ing. Miroslav Macík Ph.D.; Ing. Mar-
tin Samek; Jakub Vaněk

České vysoké učení technické v Praze,
Fakulta elektrotechnická

Technická 2, 166 00 Praha 6 – Dejvice

Ing. Milan Němý

České vysoké učení technické v Praze,
Český institut informatiky, robotiky
a kybernetiky

Jugoslávských partyzánů 1580/3
160 00 Praha 6

Doc. Ing. Lenka Lhotská, CSc.

České vysoké učení technické v Praze,
Český institut informatiky, robotiky
a kybernetiky

Jugoslávských partyzánů 1580/3
160 00 Praha 6

České vysoké učení technické v Praze,
Fakulta biomedicínského inženýrství,
nám. Sítná 3105

272 01 Kladno 2

Eliška Niebauerová; Bc. Lukáš

Povišer

České vysoké učení technické v Praze,
Fakulta biomedicínského inženýrství,
nám. Sítná 3105

272 01 Kladno 2

INFORMATIKA A STATISTIKA V DOKTORANDSKÉM KURZU LF1 UK

Štěpán Svačina, Jan Hendl

Souhrn

Aktuálně je doktorandům Univerzity Karlovy nabízeno několik kurzů z oblasti biomedicínské informatiky. Klíčové jsou kurzy dva, z nichž jeden musí student volit povinně: Biomedicínské statistiky pro doktorandy, Kurz Klinická informatika a bioinformatika. Tyto kurzy jsou přístupné všem doktorandům UK.

Klíčová slova

biomedicínská informatika, oborová rada, doktorské studium, bioinformatika

Úvod

Doktorandské studium biomedicínská informatika je jedním z doktorských studijních programů tzv. Biomedicíny. Existuje více než 10 let, aktuálně studuje kolem 50 studentů a ročně proběhne kolem 5 obhajob Ph.D. Klíčové jsou nejen kvalitní publikace studentů ale i vzdělávání. K tomu slouží tzv. kurzy pořádané oborovou radou Biomedicínská informatika. Kurzy jsou přístupné všem doktorandům UK. V průběhu celého období byly a i dnes jsou studentům nabízeny kurzy z problematiky simulací či biosignálu, ale hlavní povinný kurz představoval 30 hodinový kurz Klinická informatika a statistika. Při aktuální reakreditaci oboru bylo oponentem vytknuto, že v kurzu je málo obsažena tzv. bioinformatika (problematika informatiky v molekulární biologii) a málo je přednášena problematika analýzy obrazu. Z těchto důvodů a s ohledem na nároky statistiky byl kurz rozdělen na 2 kurzy, tedy 2x 30 hodin: kurz Biomedicínská statistika pro doktorandy a kurz Klinická informatika a bioinformatika. Poprvé byly kurzy realizovány v červnu 2021. Současně byly zařazeny kurzy analýzy z nabídky akademie věd (doc. Zitová). Jmenované dva kurzy měly strukturu, kterou dále uvádíme.

Kurz Biomedicínské statistiky pro doktorandy

Pondělí

1. Svačina Š.: Informatika a statistika.
2. Hendl J.: Opakování principů statistického odhadu a testování, principy Data science analýza
3. Hendl J.: Regresní analýza s jednou proměnnou, transformace
4. Hendl J.: Přehled a klasifikace mnohorozměrných metod, Regresní mnohonásobná analýza (diagnostika, kvalitativní nezávislé proměnné, víceúrovňová analýza)

Úterý

5. Hendl J.: Faktorová analýza (explorační, konfirmační)
6. Hendl J.: Diskriminační analýza, logistická analýza
7. Berka P.: Data mining v medicíně 1
8. Berka P.: Data mining v medicíně 2

Středa

9. Valenta Z.: Analýza přežití
10. Valenta Z.: Neparametrické metody
11. Valenta Z.: Randomizované klinické studie

Čtvrtek

12. Dušek L., Májek O.: Současné trendy v designu a hodnocení klinických studií

13. Dušek L.: Biomedicínská informatika a biostatistika v řízení a optimalizaci úhrad zdravotní pojišťovny

Na začátku kurzu se kladly doktorandům otázky ze základů statistiky. Příslušné znalosti byly jistě zprostředkovány v pregraduálním studiu. Od té doby však neměli obvykle doktorandi mnoho příležitostí si statistickou látku řádně osvojit. To se projevilo v diskusi. Například považovali hodnotu korelace -1 za projev neexistence vztahu.

Kurz Klinická informatika a bioinformatika

Pondělí

1. Svačina Š.: Úvod do biomedicínské informatiky
2. Kasal P.: Hodnocení kvality zdravotnické informace
3. Lhotská L.: Systémy pro podporu rozhodování
4. Šoupal J.: Technologie v diabetologii

Úterý

5. Kmoch S. a kol. Bioinformatika 1

Středa

6. Kmoch S. a kol. Bioinformatika 2

Čtvrtek

7. Dušek L., Blaha M.: Národní zdravotnický informační systém jako základna eHealth v moderním zdravotnictví
8. Blaha M., Dušek L.: Konceptce a hlavní komponenty moderního elektronického zdravotnictví
9. Zvára K.: Informační systémy ve zdravotnictví
10. Zitová B.: analýza obrazu v medicíně
11. Bruthans J.: E-recept u nás a ve světě

V bioinformatice jsou přednášena témata: analýza genomu, molekulárně biologické databáze, principy alignmentu, predikce genů, evoluční stromy, analýza vlastností proteinů, geometrická analýza 3D struktur, protein folding, molekulární docking, statistický aparát bioinformatiky

Závěr

Na 1. lékařské fakultě je aktuálně vyučována biomedicínská informatika jako povinný předmět pro řadu nelékařských oborů a volitelný pro mediky. Zájemce o informatiku může dále absolvovat výše uvedené doktorské studium oboru Biomedicínská informatika a později může být habilitován či jmenován profesorem v oboru Lékařská informatika. Může tak dosáhnout i velmi vysoké kvalifikace v informatice. Biomedicínská informatika má na 1. lékařské fakultě tradici již od 50. let minulého století a udržuje si postavení stejně významné jako další lékařské obory

Kontakt

prof. MUDr. Štěpán Svačina DrSc.
1. lékařská fakulta UK
[e-mail: svacinas@lf1.cuni.cz](mailto:svacinas@lf1.cuni.cz)

CONCEPT AND PRACTICE OF ELECTRONIC PRESCRIPTION

Jan Bruthans, Jiří Kofránek, Adam Vojtěch

Abstract

The simple definition of Electronic prescription (EP) can be met by different approaches as encoding the whole data of a prescription to a QR-code or a memory card. Also, the data can be sent directly to a particular pharmacy. Still, a unified national system with central storage is the only way how to guarantee wide benefits – not only the basic ones but also the advanced such as exploiting the gathered data and using automated clinical decision support. The Czech Republic at present features a widely used national EP system for its development state-of-the-art method of process modeling has been used. Most other EU countries are endowed with a similar system, although few exceptions (e.g., Germany with only a pilot phase) exist. Also, the interoperability of EP in the EU is still not widely developed with only four countries with this feature.

Keywords

eHealth, Information System, Electronic prescription, Drug prescription

1 Introduction

Electronic prescription (EP, also denoted as ePrescription, eRx, Electronic Prescription System) is usually defined as the Substitution of a paper-based prescription with an electronic data carrier [1]. Typically, the paper-based prescriptions are used in an outpatient setting only, as there is usually a much lower need for such a formalism in an in-patient department. Therefore, under the term EP, we predominantly discuss the Outpatient EP.

Although there is no international standardization of paper-based prescriptions they do not differ significantly in most countries and typically they are recognized abroad with the only concern of who is going to pay for the dispensed medication. Also, quite surprisingly, the general outlay of a paper-based prescription was almost the same more than 120 years ago [2].

EP is no novelty either, as the first pilot of such a system was introduced in Sweden almost 40 years ago. At that time memory card was used as a data carrier and later clinical decision system was added [3]. Significantly later, in 2000, Sweden was also the first to launch a functional nation-covering EP. From 2004 patient was able to choose the pharmacy of his choice [4]. Most European followed the Swedish example and introduced their EP in the last years. Unfortunately, the particular EP systems are not described amply in the literature, sometimes such description is only mentioned incidentally as the article focuses on other aspects. Information has to be gathered from different sources, using and analyzing also laws, news articles, ministry presentations, etc.

Interestingly, there is no international standard of EP which means the particular systems differ significantly as each country has chosen its way of introducing EP. Interoperability between different systems is therefore also a challenge.

This article aims to discuss not only theoretical aspects of EP but also to show different ways of using EP in various countries.

2 How to fulfill the definition of EP

As already stated, the definition of EP is very plain as only the data carrier is considered. Let us show different ways how to fulfill this definition:

- The whole data of a prescription might be encoded in a QR-code (a two-dimensional version of a barcode) that is **printed** on paper and handed to the patient. Needless to say, the paper has still to be physically handed over in the pharmacy, but at least the typical drawbacks of a classical prescription (e.g., illegibility, risk of data alteration, etc.) is diminished. Those kinds of systems are used in South Ireland and Wales – ironically they are not compatible one with the other [5]!
- The data might be loaded in a memory card (a Smart-card is usually mentioned). This approach was used not only initially in Sweden forty years ago but was seriously considered in 2006 as a national EP system in Germany. The primary function of the card was an insurance certificate with a secondary data carrier function. However, for different reasons, the project was not successful and was abandoned in 2010 [6].
- The prescription data might be sent directly to a particular pharmacy. This method is widely used in a system called Surescripts in the USA. Usage of this system is required under the Meaningful Use Program for eHealth introduction and some states in the USA (e.g. New York) made the usage of this system compulsory for physicians [7]. In addition, a Master Patient Index is used to get the information about prescribed drugs in one patient from different physicians when needed.

Although all above-mentioned systems do comply with the basic definition of EP, the first two are unable to deliver the more advanced functions of EP (see next chapter). The Surescripts might be able to do so, but with complications.

Therefore, the best way how to fulfill the definition is a wide unified system with the central storage. That means the physician sends data about the prescribed drugs to this storage. The pharmacist then downloads this data from the storage and medication is dispensed accordingly. The identification of a particular prescription is the main challenge. When a unique identifier of a prescription is used, such an identifier must be handed to the patient which later presents it to the pharmacist. Nonetheless, it is not necessary to print out this identifier as nowadays it can be sent to the patient's mobile phone or his email. If EP can be connected to a national eGovernment register, then there are other ways how to identify the patient (e.g., a national identity card or patient's social security identifier can be used).

To enable wide coverage, the EP system should cover the whole population, which means at least the whole nation. And indeed, most EP systems used in the EU are based on a whole-nation principle. Still, exceptions exist:

- The EP systems in Italy [8] and in Spain [9] are based on regional principles, which means that there are smaller not interconnected systems in every province in each of these states. The reason for this approach might be that the individual provinces are in charge of their healthcare systems.
- In a country with diverse healthcare insurance companies, the EP systems might be operated by such companies. That means that patients in the same region belong to a different EP system according to their affiliation to the insurance company. Due to the dilatory approach of the state authorities when introducing EP this principle is used in contemporary Slovakia. With three insurance companies, there are three different EP systems that every physician and pharmacist have to use concurrently [10].

3 Benefits of EP

There is an adage in the army saying that "Generals tend to arm for the previous war". The same issue exists with eHealth when stakeholders tend to see the introduction of electronic means to substitute the "traditional way of doing things" (e.g., writing

daily notes on a typewriter) by “using new means and doing it same” (e.g., writing daily notes in a plain text in a computer).

This can be also seen in the EP following the EP definition. Thus, the main benefits are identified in the context of the **change of the data carrier**. Illegibility of the physician’s handwriting might be a serious issue. Numerous studies have already proven that using information technologies diminishes errors in this field [11,12]. The act of copying data from paper-based prescriptions to the pharmacist’s system is not only error-free but can be also time-consuming. Therefore using EP and seamless transfer of data can diminish workload in the pharmacy and speed up the process [13]. Patients have readily identified their time savings as they can obtain a prescription without the need to visit the physician at all [14]. Also, the electronic prescription, contrary to the classical one, cannot be lost.

Although the above-mentioned benefits are readily identified by patients, physicians, and politicians alike, the advanced avails fall into entirely different realms. Firstly, there is the possibility to **exploit the gathered prescription data**. Fragmentation of health care is nowadays a serious issue and it is quite common that the patient visits various physicians, sometimes even of the same specializations (poetically so-called “doctor shopping” in the literature). With no EP system in place, it is the sole responsibility of the patient to inform his physicians of all medication he/she is taking. But with a functional EP system, this can be achieved independently as every physician can see the whole medication list. Thus, potentially harmful interactions between medications can be prevented [15,16]. Another important topic is drug abuse which is not limited to opioids but usually includes also various tranquilizers. Possible misuse of such drugs can be readily identified when there is an EP system present. The term “primary non-compliance” describes the share of prescriptions that are not even taken to the pharmacy – meaning such drugs are certainly not taken by the patient as they were not received by the patient in the first place. This primary non-compliance is assumed between 0.28 percent and a staggering 30 percent [17]. Although no EP system can persuade the patient to visit the pharmacy, at least the prescribing physician can see whether the patient has received the medication.

Secondly, prescription data should be **connected to other eHealth systems**, such as Electronic Medical Record (e.g., Hospital Information system in one institution) or even Electronic Health Record (EHR), such as a national system that gathers and stores patients’ health data, laboratory results, etc. Studies show that connecting EP to other systems significantly increases the safety of health care [18].

And thirdly, after the gathered prescription data can be exploited and EP is interconnected with EHR, **Clinical Decision System** (CDS) can be introduced. Using automated decision support extensively limits adverse events, improves antibiotics and anticoagulant dosing, and limits polypharmacy, especially in the elderly [19,20].

4 Development of EP in the Czech Republic

Table 1 – Czech Electronic Prescription – usage

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Electronic prescriptions / Σ prescriptions	1 %	2 %	2 %	2 %	7 %	80 %	96 %	98 %
Physicians using EP / Σ physicians		2 %	4 %	5 %	35 %	84 %	90 %	90 %
Pharmacies using EP / Σ pharmacies	29 %	37 %	49 %	57 %	94 %	100 %	100 %	100 %

The Law in the Czech Republic made provision for the EP at the end of 2008. However, the State Institute for Drug Control (SIDC) launched the first version of EP in 2011. For several years the system was not cultivated and its usage among Czech physicians was virtually non-existent [21].

In the meantime, however, legislative steps have already been taken to force the introduction of mandatory usage of EP for physicians and pharmacies alike. After a three-year postponing this obligation (except for specific situations) was introduced for January 2018. Although seen with considerable controversy, this move has undoubtedly “turned the table”. The main markers of use (ratio of electronic prescriptions to all prescriptions issued and ratio of physicians using EP to all physicians) have risen from single-digit numbers to an overwhelming majority. Details are set in Table 1.

There was a need to expand the EP by creating the patient drug record informing the prescriber of all the patient’s medications. It was not just about making the appropriate software. The key was to develop the relevant legislation that would accurately describe all the required processes for the creation and use of the electronic prescription and the patient drug record.

One of the tools that facilitate interdisciplinary understanding is process modeling using hierarchical state diagrams [22]. In preparing legislation on electronic prescriptions and patient records, a method and system for automated requirements modeling was implemented in Craft.CASE (<http://www.craftcase.com>). This system is based on software support for the BORM methodology [23,24]. Craft.CASE program was used as a kind of imaginary “pencil” with which the process architecture of the electronic prescription system was drawn. The process architecture diagram was then used as a means of communication for interdisciplinary understanding [25,26].

The Parliament of the Czech Republic approved the prepared legislation. In the middle of 2020, the electronic shared drug record of the patient was launched. The patient drug record allows the attending physician, pharmacist, and patient to look at the list of prescribed medicines and thus reveal possible duplications in medications or unwanted interactions.

Process modeling made it possible to quickly prepare a parliamentary amendment to the law, which extends the patient’s drug record to the record of all vaccinations and thus creates an electronic vaccination card. In the future, this may include other features, such as a vaccination calendar or an automatic notification, for example, via SMS, about the need to undergo revaccination after a specific time. The Parliament of the Czech Republic approved the amendment, and the SIDC is currently preparing its software implementation.

5 Current State of EP in EU

As we have already stated in the Introduction section, the scientific literature lacks sufficient descriptions of EP in various countries. The following information is therefore based on our previous research. Some of the data were obtained by a literature

review when not only scientific literature but also other means of “grey literature” (e.g. laws, web pages of various institutions, news articles, etc.) were analyzed [27]. Other data was gathered by a survey among European scientists that research EP in their respective countries [28].

There were functional widely used EP systems in 21 of 27 EU countries in 2018. Another two countries had a different system, albeit with some characteristics of EP. One of them was France with a voluntary drug record called Le Dossier Pharmaceutique where all medication dispensed in the last four months is stored. Another is Luxemburg with a national EHR system called Dossier de soins partagé in which currently used medication is recorded by the family physician. Its usage is also voluntary. One country (Poland) had a running pilot study of the EP system and there were no EP systems and no pilot programs of EP system in the last three countries (Bulgaria, Ireland, and Germany). There were also four different and non-compatible EP systems in UK (England, Scotland, North Ireland, and Wales), but as UK has already left the EU, we will not discuss it extensively.

As of 2021, the Polish EP system has been made compulsory, so Poland has joined the rank of EU countries with a functional and widely used EP system [29]. Starting from 1st May 2021, all prescriptions have been made electronic in Bulgaria [30]. Due to the Covid-19 situation, a special email system (under the name National electronic prescription transfer system) has been introduced in Ireland in 2020. Although it falls out of the central storage category, it meets the basic criteria for an EP system, so we may safely count Ireland as a country with one [31]. The first pilot programs of the EP system have recently started in Germany with plans for full usage in 2022 [32]. We have found no information about plans to standardize different systems of France and Luxemburg, so we may conclude they have chosen to remain with their approach.

The first results of European eHealth Digital Service Infrastructure (eHDSI) ePrescription came in 2019 when EP issued in Finland could be dispensed in Croatia and medication issued in the Croatian EP system was obtainable in Estonia. As you see, the eHDSI project works always “one-way” meaning that scenario A (EP prescribed in one state, medication dispensed elsewhere) and scenario B (EP prescribed elsewhere and dispensed in that state) are dealt with separately. The data is always routed through a National Contact Point for eHealth of both the prescribing and dispensing state, so national EP systems have to be connected to these national points only. However, scenarios A and B have to be always tested with every two possible combinations as EP systems do differ in every country. Although former plans were much more ambitious, at present only Portugal has joined the system, so with some exceptions [33], we can say that EPs issued in Croatia, Estonia, Finland, and Portugal can be used in all these states.

As already stated in previous chapters, most countries use one national EP system with central storage, although exceptions as to more independent systems with storage exist (Spain and Italy with regional ones and Slovakia with insurance companies-based ones). Also, the Irish system tends to have more similarity to the American Surescript system than to the national central storage.

Most of the EP systems rely on end-user applications, sometimes web applications are used as a supplemental solution (e.g., for emergency use when the main infrastructure is inoperative). Notable exceptions are Greece, Portugal, and Italy with primary web-based applications. Very common is nowadays also the access to the medication list, so previously prescribed medication can be assessed by the pharmacist and/or physician. Although mandatory usage of the EP system might be seen as controversial, most systems in the EU are obligatory for both

physicians and pharmacists. Sometimes this obligation is limited to insurance-covered medication only. Advanced functions of various EP systems exist, most typically there is some kind of automated decision support technology present in the system.

6 Conclusion

Although the basic definition of EP is quite simple and there are humble ways how to fulfill it, to achieve significant benefits much more complex solution should be chosen. A national EP system with central storage is the most convenient way to do so. However, the EP system should not be designed as a standalone system. On the contrary, great effort should be devoted to connecting the EP system with other eHealth systems. To do so, not only technical but also law aspects should be addressed.

Most of the EU countries are nowadays equipped with a functional EP system that meets the criteria of the above-mentioned solution. In the last few years, also under some influence of the current Covid-19 situation, there were introduced EP systems in additional EU countries. The last EU country that remains without a functional EP system is Germany, although also the French and Luxembourgian systems cannot be classified as “full” EP systems.

References

- [1.] Black AD, Car J, Pagliari C, Anandan C, Cresswell K, Bokun T, et al. The Impact of eHealth on the Quality and Safety of Health Care: A Systematic Overview. *Plos Med* 2011;8. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000387>.
- [2.] Potter S. Prescription Writing. A Compend of Materia Medica 1902. <https://www.henriettes-herb.com/eclectic/potter-comp/prescription.html> (accessed September 24, 2019).
- [3.] Klein GO. History of Electronic Prescriptions in Sweden: From Time-Sharing Systems via Smartcards to EDI. In: Impagliazzo J, Lundin P, Wangler B, editors. *Hist. Nord. Comput.* 3, vol. 350, Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2011, p. 65–73. https://doi.org/10.1007/978-3-642-23315-9_8.
- [4.] Deetjen U. European E-Prescriptions: Benefits and Success Factors. *Work Pap Ser Cyber Stud Programme* 2016:21.
- [5.] Health Information and Quality Authority. *ePrescribing: An International Review* 2018.
- [6.] Drews P, Schirmer I. *The Failed Implementation of the Electronic Prescription in Germany - A Case Study*, Münster: 2015.
- [7.] Toohey SL, Andrusaitis J, Boysen-Osborn M, Billimek J, Jen M, Rudkin S. Comparison of primary compliance in electronic versus paper prescriptions prescribed from the emergency department. *Am J Emerg Med* 2018;36:1902–4. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2018.02.003>.
- [8.] Valverde JL. The European Electronic Health Record. Critics and future. *Pharm Policy Law* 2018;19:247–57. <https://doi.org/10.3233/PPL-180461>.
- [9.] Medinilla Corbellini A, Giest S, Artmann J, Heywood J, Dumortier J. *Country Brief: Spain (eHealth Strategies)* 2010.
- [10.] Ministerstvo zdravotníctva. *Erecept - Často kladené otázky* 2018. [Ministry of health. E-prescription - Frequently asked questions 2018.]. <https://old.ezdravotnictvo.sk/ezdravie/FAQ/ZPR-PZS/Stranky/erecept.aspx> (accessed October 15, 2019).
- [11.] Ammenwerth E, Duftschmid G, Gall W, Hackl WO, Hoerbst A, Janzek-Hawlat S, et al. A nationwide computerized patient medication history: Evaluation of the Austrian pilot project “e-Medikation.” *Int J Med Inf* 2014;83:655–69. <https://doi.org/10.1016/j.ijme-dinf.2014.06.004>.
- [12.] Moniz TT, Seger AC, Keohane CA, Seger DL, Bates DW, Rothschild JM. Addition of electronic prescription transmission to computerized prescriber order entry: Effect on dispensing errors in community pharmacies. *Am J Health Syst Pharm* 2011;68:158–63. <https://doi.org/10.2146/ajhp080298>.

- [13.] Timonen J, Kauppinen H, Ahonen R. Impact of electronic prescription on the job descriptions of community pharmacy staff in Finland - a survey of pharmacy owners. *J Pharm Health Serv Res* 2016;7:225–31. <https://doi.org/10.1111/jphs.12145>.
- [14.] Klepser D, Lanham A, Cochran G. Electronic prescriptions: opportunities and challenges for the patient and pharmacist. *Adv Health Care Technol* 2016;1. <https://doi.org/10.2147/AHCT.S64477>.
- [15.] Schedlbauer A, Prasad V, Mulvaney C, Phansalkar S, Stanton W, Bates DW, et al. What Evidence Supports the Use of Computerized Alerts and Prompts to Improve Clinicians' Prescribing Behavior? *J Am Med Inform Assoc* 2009;16:531–8. <https://doi.org/10.1197/jamia.M2910>.
- [16.] Taylor LK, Kawasumi Y, Bartlett G, Tamblyn R. Inappropriate prescribing practices: the challenge and opportunity for patient safety. *Healthc Q Tor Ont* 2005;8 Spec No:81–5.
- [17.] Esposito D, Schone E, Williams T, Liu S, Cybulski K, Stapulonis R, et al. Prevalence of Unclaimed Prescriptions at Military Pharmacies. *J Manag Care Pharm* 2008;14:541–52. <https://doi.org/10.18553/jmcp.2008.14.6.541>.
- [18.] Kaushal R, Kern LM, Barrón Y, Quaresimo J, Abramson EL. Electronic Prescribing Improves Medication Safety in Community-Based Office Practices. *J Gen Intern Med* 2010;25:530–6. <https://doi.org/10.1007/s11606-009-1238-8>.
- [19.] Durieux P, Trinquart L, Colombet I, Niès J, Walton R, Rajeswaran A, et al. Computerized advice on drug dosage to improve prescribing practice. In: *The Cochrane Collaboration, editor. Cochrane Database Syst. Rev.*, Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd; 2008, p. CD002894. pub2. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD002894.pub2>.
- [20.] Clyne B, Bradley MC, Hughes C, Fahey T, Lapane KL. Electronic Prescribing and Other Forms of Technology to Reduce Inappropriate Medication Use and Polypharmacy in Older People: A Review of Current Evidence. *Clin Geriatr Med* 2012;28:301–22. <https://doi.org/10.1016/j.cger.2012.01.009>.
- [21.] Bruthans J. The past and current state of the Czech outpatient electronic prescription (eRecept). *Int J Med Inf* 2019;123:49–53. <https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2019.01.003>.
- [22.] Harel D. Statecharts: a visual formalism for complex systems. *Sci Comput Program* 1987;8:231–74. [https://doi.org/10.1016/0167-6423\(87\)90035-9](https://doi.org/10.1016/0167-6423(87)90035-9).
- [23.] Knott R, Merunka V, Polak J. The BORM Method: A Third Generation Object-Oriented Methodology. In: Liu L, Roussev B, editors. *Manag. Object-Oriented Dev. Process, IGI Global*; 2006, p. 337–60. <https://doi.org/10.4018/978-1-59140-604-4.ch015>.
- [24.] Knott RP, Merunka V, Polak J. Process modeling for object oriented analysis using BORM Object Behavioral Analysis. *Proc. Fourth Int. Conf. Requir. Eng. ICRE 2000 Cat No98TB100219, Schaumburg, IL, USA: IEEE Comput. Soc*; 2000, p. 7–16. <https://doi.org/10.1109/ICRE.2000.855566>.
- [25.] Kofránek J, Berger J, Polák J, Vojtěch A. Modelování eHealth procesů pomocí hierarchických stavových automatů (statecharts) [Modeling of eHealth processes using hierarchical state machines (statecharts)]. *Medsoft* 2018;30:44–60. https://doi.org/10.35191/medsoft_2018_1_30_44_60.
- [26.] Kofránek J, Berger J, Štěpán Petr J, Vrabel F, Vojtěch, Adam. Modelování procesů e-preskripce [Modeling of e-prescription processes]. *Medsoft* 2019;31:27–32. https://doi.org/10.35191/medsoft_2019_1_31_27_32.
- [27.] Bruthans J. Elektronická preskripce v České republice a evropském kontextu [The electronic prescription in the Czech Republic and in the European context]. Olomouc: ANAG; 2020.
- [28.] Bruthans J. The state of national electronic prescription systems in the EU in 2018 with special consideration given to interoperability issues. *Int J Med Inf* 2020;141:104205. <https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2020.104205>.
- [29.] Wrzosek N, Zimmermann A, Balwicki Ł. A Survey of Patients' Opinions and Preferences on the Use of E-Prescriptions in Poland. *Int J Environ Res Public Health* 2021;18:9769. <https://doi.org/10.3390/ijerph18189769>.
- [30.] Bulgarian National Radio. All prescriptions become electronic on May 1 2021. <https://bnr.bg/en/post/101441203/all-prescriptions-become-electronic-on-may-1> (accessed September 27, 2021).
- [31.] The Pharmacy Regulator, Medical Council. Guidance for prescribers and pharmacists on legislation changes to facilitate the safe supply of medicines during the COVID-19 pandemic 2020.
- [32.] Nehra W. Testing of new e-prescription system begins in Germany. *IamExpat* 2021. <https://www.iamexpat.de/expat-info/german-expat-news/testing-new-e-prescription-system-begins-germany> (accessed September 27, 2021).
- [33.] Dragnet V. Electronic cross-border health services. *Public Health - Eur Comm* 2019. https://ec.europa.eu/health/ehealth/electronic_crossborder_healthservices_en (accessed September 27, 2021).

Contact

Assoc. Prof. Jan Bruthans, M.D., Ph.D.
 Všeobecná fakultní nemocnice
 U Nemocnice 2, Praha 2, 120 00
 phone: 723426288
 e-mail: jan@bruthans.cz

BENEFITS AND LIMITS OF EHEALTH COMMUNICATION AT TOOLS GP'S

Ludmila Bernotová

Abstract

Digitalization of healthcare is logical consequence of technology infiltration into all fields of human activity. eHealth development offers new solutions for remote physician-patient interaction. The aim of this work is to explore which communication eHealth tools general practitioners (GP) currently use for patient consultations and to analyze their benefits and limits. Systematic literature review was performed to collect the evidence on eHealth communication tools impact on GP's workload, system security, health risks and user's perception of the consulting technology. Secure portals and chat-bots provide the highest potential to decrease the workload and provide the most secure consultation environment. Health risks are higher when the communication channel is not integrated to the patient's electronic health record. Patients' perception of communication media in the primary care is overall more positive than GPs'.

1 Introduction

Communication between healthcare professional and patient is a key component of provided healthcare [1]. Traditionally, face-to-face communication has been used for physician-patient interaction. However, technological development over the past decades have opened new communication tools often occurring outside of the clinical settings, as for example online video, social media and smart phone application [2-6]. Distant physician-patient consultations supported by Information and Communication Technologies (ICT) is a distinct part of eHealth development which has become to be viewed as a worldwide trend including Czech Republic [5, 7, 8].

Remote consultancy is one of the objectives in The Czech National eHealth Strategy, in order to help increase citizens' insight in their own health [8]. eHealth communication is also often considered as a way to improve chronic diseases management [9], increase healthcare access in rural areas [10], and to assist in emergency situations, particularly in the context of epidemic events [11,12]. Increasing usage of ICT in healthcare has raised questions about its impact on physicians' workload and data security [4,13]. Also concerns have been expressed that remote consultations may have been clinically risky and less acceptable to patients [6]. However, nowadays we are seeing proactive approach towards online consultations usage due to the ongoing coronavirus outbreak – healthcare professionals are globally encouraged to provide remote services [14], which could be seen as an opportunity to get ample evidence of the eHealth value.

General medicine is closest to patients in terms of local, temporal, economic and cultural accessibility [15] and therefore integrated healthcare supported by eHealth requires foremost full involvement of general practitioners (GPs) in the primary care. Therefore, the aim of this diploma thesis is to evaluate the performance of eHealth communication tools used by general practitioners in the Czech Republic and in selected EU countries. Firstly, to map eHealth communication tools currently used by general practitioners in the Czech Republic and in selected EU countries and discuss their benefits and limits. Secondly, the aim is to evaluate the impact of these tools on quality and availability of healthcare in the Czech Republic and to suggest possible alternatives to system changes in the research topic.

2 Methods

The author followed the systematic review process recommended by Brereton et al [16]. Firstly, the research questions were specified and consulted with Prof. Jarmo Reponen, M.D., Ph.D., an acting professor of healthcare information systems at University of Oulu (Finland) during March 2019. Regarding each evaluated criteria (namely GP's workload, the system data security, risk for patients' health resulting from miscommunication and user's perception of delivered care) specifying sub-questions were set.

The process of review conduction was initiated using databases of Web of Science, Science Direct, SpringerLink and the University Library of Oulu between April and June 2019. An initial electronic literature search was performed to identify the current standards for electronic communication between GP and a patient. To ensure comprehensiveness of performed systematic review, the tool "cited-by" tools to identify all relevant articles. Furthermore, secondary search was performed also by using additional web-search on Google Scholar and through searching specific oriented websites of national health authorities and providers of online consultation platforms, in order to ensure the retrieval of a comprehensive list of all eHealth communication tools available to GPs. The critical appraisal was performed and only studies focused on European countries general practice were used. Inclusion criteria included English-language, full text availability and communication exchange between GP patient, with focus on articles published after 2015 (not exclusively).

3 eHealth communication tools evaluation

Evaluated eHealth communication tools include electronic mail, online video, mobile messaging, social media and conversational agents or chatbots empowered with Artificial Intelligence (AI). Evaluation of benefits and limits is made from following perspectives: (1) its impact on GP's workload, (2) system security and protection of communicated data, (3) health risks and (4) patients' perception of each medium.

3.1 Electronic mail

This sub-section summarizes findings on benefits and limits that are affecting the use of email consultations in primary care.

Effect on workload. Workload impact resulting from providing email consultations in general practice is not consistently reported in literature. Surely, the volume of messages always plays an important role [17]. Number of non-essential emails can generate more work and additional consultations for a GP [18]. However, the administration of non clinical enquiries can be shifted to primary care nurse [17, 19, 20]. In order not to distract a GP with administrative like messages, some practices had two different mail boxes, one for medical information and one for the office management (appointments, schedules) [19]. Emails can particularly reduce number and length of telephone consultations [17,19,21-23]. However, reduced number of telephone consultations correspond to the increased number of email consultations and therefore the overall number of GP-patient interactions remains the same [23]. In contrary to telephone communication, email provides self documentation [24, 25] and allows GP to create templates for frequently asked questions [19]. GP can also use some reliable internet links in order to support the enquiry answer and doesn't need to type every single reply [24]. Closer evaluation of electronic mail impact on GP's workload requires distinguish the type of electronic mail. Professional secure portals offering EHR links save the consul-

tation content automatically in the patient's record [17,26-30], furthermore consultations through some secure-platforms can be conducted in form of structured questionnaires [20, 24, 27, 29]. Structured formats gathers information about a query which is sent as a report to the GP [26, 27, 31]. As opposed to consulting in unstructured free-text, the structured report facilitates the consultation assessment [17, 21, 24]. The length of evaluation per consultation in structured form takes about three minutes, which makes it approximately 3-times quicker than regular face-to-face appointment [17]. In some cases face-to-face visits were completely avoided after structured online consultation [17,21,24]. However, Carter et al. [29] didn't perceive any impact on the GP's workload, while Banks et al. [30] and Farr et al. [28] reported that most structured consultations resulted in GPs needing to follow up with a telephone or face-to-face appointment and therefore increased the amounts in work. In contrary, overall decrease in workload was reported in relation with unstructured free-text email consultations [19,21], as well as that it had no impact [18,32, 33].

System security. Privacy protection is offered by secure messaging through patient portals. Possibility to consult GP through nationally operating patient portals is determined with access to the national service. Access to the national patient portals requires multi-factor authentication, often including several separate pieces of evidence. Available ways of authentication use mobile authentication, online banking or governmental identifiers, electronic certificates and user ID with passwords [34-36]. Furthermore, national patient portals provide comprehensive users' support, such as help desks to address technical and navigation issues, or telephone and email contacts for addressing users queries [34,35]. Usually there are also materials available for people to educate themselves on safe online behavior and security matters [36]. Similar level of data security is applied to private suppliers' portals, because they have to be compliant with local policies and regulations as same as national portals [35,37]. Regarding the consulted data accessibility, the common approach is to allow citizens visibility of their data, as well as to health professionals they treat them [35,36]. Further, users can report any suspicious behavior seen regarding their patient's or professional profile [36]. In like manner for secure portals and conventional emails citizens control their own log [34,38]. However conventional emails don't provide users authentication and therefore patient is not fully identifiable. Furthermore, personal emails aren't necessarily encrypted and aren't integrated to EHR systems. Users of conventional emails can perceive lack of guidance and users' support. [18, 38]

Health related risks. Safety concerns in case of structured consultations, as well as in conventional email [18, 26, 28, 30]. Primary care staff mentions typing-like consultancy can lack the contextual information compared to face-to-face communication or even phone calls, which can make correct interpretation of the messages more difficult [21,30]. However, lack of information at the secure portals can be substituted by linking the portal to the patient's record, where GP can check all the health data on the concrete patient [17, 29]. Concerns however differ for consulting via free-text or queries with structured questionnaires. Quality of electronic consulting using free-text (as regular email) can be dependent on the patient's ability to express themselves [21]. Structured queries can provide more detailed history than a free-text tool, because they can be thematically framed. Structuring also helps in consistent history taking, where questions aren't missed or forgotten.[39] Receiver of conventional emails cannot always confirm the patient has received their email response that might contain important

information [18, 29]. On the other hand, when consulting medium incorporated to clinical system, the responds has to be given within a stated timeframe [17]. Structured online forms can even respond in real time [17, 27] and users are notified in case of contact out of opening hours that their request will not be processed until the next working day. Email consultations or secure messaging are mostly used for non urgent follow-up of issues previously discussed during in-visits, as for example for adjusting a treatment, prescribe referrals or provide results of laboratory tests [21, 40]. To avoid healthy risks, Norwegian PHR portal set up exact requirements for patients when remote consultation cannot not be used, including newly emerged clinical problems and sick leaves requests [21].

Patients' perception. Patients' perceive email as the most popular way of contact to services [17, 19, 24, 41]. Regular emails with free-text windows provide easy and quick platforms for patients. They allow them to express for any problem, as well as any relevant thoughts or concerns of patient. This is not possible with tick-box questionnaires via structured consulting. Further, it can take longer to complete, which can deter some patients from using the tool [39]. Patients are especially comfortable with receiving laboratory tests results by electronic mail, but they are less willing to use this way of contact for more serious conditions such as receiving a brain computed tomography scan results. In general, patients are satisfied with secure messaging portals. Some patients even review their medical information recorded on a patient portal and request the GP to correct errors. Further, just as emails, secure messages can be convenient because patients can reread the message with instructions that they have received from their GP [27, 19]. On the other hand, patients' satisfaction with electronic mail can be lowered by not receiving answer in time [17, 21, 24, 27]. Patients' adoption of secure messaging via official healthcare portals is not consistently reported. Some studies claim that the level of use of secure portals is lower than using personal e-mail accounts to contact their GP. Especially because of the lack of information (patients don't know about the portal, don't know how to use it), lack of motivation, and negative attitude towards secure portals [26, 27]. Eccles et al. [26] observed both positive and negative perceptions of the same issues, suggesting that experiences of using the online platform were complex and relative to the patient and their characteristics, as well as the conditions in which the patient made the request.

3.2 Online video

Following chapter summarizes evidence on benefits and limits regarding video consultations in primary care.

Effect on workload. While evaluating workload resulting from providing video consultations, it is important to answer whether it replaces face to-face visits or it adds another activity to the workload. Video consultations can proceed like face-to-face appointments [43,44] and can reduce overall number of face-to-face contacts [42]. Workload resulting from potential additional face to face visits can be decreased by educating patients and nursery staff on which conditions are appropriate to discuss via Skype [43]. Patients who needed to consult simpler issues like medication reviews and blood test results can book only short video visit which avoids unnecessary time slots [43]. Some secure patient portals allow performing video consultation via this platform. Thereafter the documentation of performed video visit is reported in patient's EHR as checked and GP don't need to self-note its evidence [45, 47, 48, 51].

System security. A procedure to identify the patient has to be done before the video consultation in many systems. Methods of identifying users include use of telephone numbers, equipment of IP addresses, and user email addresses [42, 47-49]. As for example in local UK video Attend Anywhere web-page-based service, patients are emailed a secure web link with the date and time of their consultation. Following the link and log in with the name and telephone number, the link opens to a virtual waiting room showing the name of their GP [42]. When video consultations are planned in advance, it is considered safer regarding the system security [46]. Log to conventional online video software (e.g. Microsoft's Skype) is recommended by username instead of full name because Skype has an open access address book [46]. In this case GP always has to ensure that the patient's contact details including patients' username are up to date in their record [46]. Regarding the Skype software security, an independent security assessment was performed in 2005 (Skype Security Evaluation, 2005) [50] which concluded that Skype can verify user identity and content confidentiality between systems. The aspects of the Skype architecture and communication protocols, which use 'standards based' cryptography for authentication and confidentiality, appear to be implemented in a robust manner, as well as used algorithms. The Skype security model prevents anyone from interfering or capturing any part of a Skype communication. It also makes it very difficult for anybody to eavesdrop on content by installing an internet computer in the theoretical path of Skype traffic. However, complete anonymity or secrecy cannot be guaranteed. [46, 50]. Video consultations should not be recorded, unless the service user provides explicit consent to live recordings - if provided this should be noted in the EHR [50].

Health related risks. On the contrary to face-to-face consultations, video can raise question about the ability of the GP to perform an adequate physical examination [52]. Video consultations appear to be less 'information rich' for GP than face-to-face consultations [42]. In comparison to telephone-only consultations for decision making on health conditions, video proved benefits of better treatment decision making [49], resulting from facilitate understanding through non verbal communication compared to other remote consulting methods [39]. However this is dependent on the GPs ability to pick up on visual cues and carry out a visual examination when visual examination is important (e.g. assessment of inhaler technique) [42]. Necessity of diagnostics test during online video doesn't need to be problem - some commercial providers allow patients to have diagnostic tests carried out prior to their video consultation [39]. Video consulting is not appropriate for emergency calls or severely ill patients with comorbidities (e.g. confusion) affect the patient's ability to use technology [42, 46, 49]. Online video software usually lacks GP access to patients' EHR, with the potential for important information to be missed. The risk of liability stemming from a miscommunication or misunderstanding can be reduced by using two screens (or a split screen), when a GP can view Skype and the electronic patient record simultaneously [46]. Video consultations are highly dependent on good technical connection. If technical connection is high-quality, GPs and patients tend to communicate in much the same way as in a face-to-face consultation. The risks regarding appropriate timing of video consultation relies on the doctor and patient being available at the same time, hence may not be exempt from long waiting times or delays [39]. Patients and the practice require the right equipment with the appropriate IT infrastructure, to ensure the quality of the image to be very good in general and high enough quality for safe video consultations [39]. In case of lack internet connection, there should also be

a backup option such as a telephone as the video quality is highly dependent on the internet connection [46].

Patients' perception. As resulting from 2019 survey in United Kingdom, the preferred method of remote visit was for 36 % of people by online video compared to other way or remote consulting [53]. Patients are satisfied with video visits as an alternative to in person visits, when loose of face-to-face contact is not considered to be a limiting factor [53, 54]. However, in United Kingdom patients revealed a much higher preference for secure messaging, telephone or face to face consultations compared to video (askmyGP data, 2019) [54]. A preference for telephone is also reflected in the recent evaluation of Babylon's GP at Hand Service [39]. Video visits are providing the patients a convenient way of consultation to their GP related to decreased travel costs and time save (cut of waiting time and no transportation needed), and some appreciating the comfort of being in their own environment [52,46]. Some patients appreciate the possibility to contact their GP via Skype from abroad, especially for medication reviews and queries about their test results [46]. Limiting factors for patients are concerning privacy issues, especially for those patients who connected to video visits in their workplace [52, 46]. People didn't see the advantage of video if they did not require the visual examination or even felt uncomfortable with it e.g. discussing sexual health problems [42].

3.3 Text messaging and messaging applications

Following chapter provides review of evidence on benefits and limits regarding texting used in the patient-physician interaction.

Effect on workload. GPs usually appreciate instant messaging mostly regarding time-saving management in contrast to consultations over calls [55,56]. The use of text messaging as opposed to phone calls is more efficient and may facilitate GPs with more time to address patients' needs [55]. Also study by Head et al. [57] concluded that SMS tailoring and personalization is associated with greater intervention efficacy, and therefore can reduce workload [57]. On the contrary workload can be increased, when patient opens a forum for ongoing discussion and therefore new questions to answer occurs for a GP [55]. While using instant messaging apps like WhatsApp, an integration with EHR was identified as a problem. Electronic and hardcopy records of communication can be made (e.g. from WhatsApp) including images and other attached files, ideally to a secure server. Thus, this process is not made automatically and it requires additional workflow. [61]. Modern messaging apps for HCP that are intended for clinical practice are linked to the GP's software. Software can then send messages automatically, as for example for appointments reminding a day before patient's planned visit. This can significantly reduce GP's workload and can help to the GP's office run on time with prescheduled visit and appointments [58-60].

System security. System security is extremely dependent on the concretely used communication channel. Identified risks related to using regular SMS texting include confidentiality and consent issues, as well as problems with incorrect phone numbers. Patients should agree on texting policy and accept the informed consent. The patients have to understand the benefits and limitations of text messaging (for example importance of advising their general practice when mobile numbers are changed). [55] Specific challenges can be faced while sending texts to young adults in the age 16-17 years old (often changing

mobiles). The content of a text message should be carefully considered, bearing in mind that the identification of the patient is never 100%, or that others may read the text. [59] Without using unique patient identifiers maintaining the confidentiality is problematic. De-identifying the concrete patient information makes knowing who is being discussed in a chat group difficult. Using minimal identifiers (e.g. patient initials) all the time allows possible identification. [61] Confidentiality risks occur also related to data privately stored on smartphones, and exchanged among closed messaging groups (e.g. on WhatsApp). If the pictures are forwarded to the wrong recipients; or if the photos are used for non-intended purpose to which the patient had consented. Measures to address confidentiality of patient data stored and exchanged via phones require smartphone security (e.g., data encryption and remote data wiping in case the stolen phone). [61] Clearly, text messaging alone is inappropriate for urgent or important messages [62].

Health related risks. Safety concerns have been raised regarding texting in general practice specifically related with messages for multiple patients in a chat messaging groups, where it can be difficult to identify to which patient the message referred [55]. Lack of punctuation in messages and used abbreviations can create ambiguous information that can be misunderstood [62]. Text of SMS may be too brief for a patient to understand sent information. Therefore, for example test results sent via SMS can mislead patients regarding 'normal results' or the opposite. This concern can be demonstrated on sending results from routine blood tests, when some patients can easily misunderstand the value between HDL and LDL cholesterol levels. [55]

Patients' perception. As resulting from United Kingdom survey in 2019 among three, the preferred method of access by messenger app is 19 %, when text message/SMS is preferred by 16 % of patients [53]. Most patients are happy to receive texts from their GP, especially appreciated is the advantage of receiving fast test results that's followed by providing effective patient reminders. As SMS message is sent directly to a patient's mobile phone, they are deemed as convenient and as easy to use as a smartphone communication apps, however Jenssen et al. [63] concluded that patients from low socioeconomic and minority ethnic groups are more likely to support the use of text messaging as a way of communication with their GP. The main limiting factor for patients is being unable to respond to web-generated text messages and worries regarding SMS confidentiality. [55]

3.4 Social Media

Following chapter investigates the benefits and risks resulting from social media application in the patient-physician communication.

Effect on workload. One of the most noted barriers why HCPs don't use social media while contacting their patients is the lack of time. For GPs it can be hard to incorporate the online tool into routine practice. In the same time other GPs can appreciate the social media advantage, by saving consultations time when instead of providing general information to patients by themselves, they use suitable social media. Using social media for patient education may in fact be a time-saving and a potential demand reducing option for patient care [3,64]. Impact on workload vary on the social media channel used, as well the purpose of its use. As for example online discussion forum for patients with asthma were found as a useful tool, but HCPs noted it takes time to log in and to instruct the patients. Also, the GPs found that the system has more functions than necessary

and therefore this social medium increased their workload [65]. Social media are not linked with EHRs of patients, even this theoretical integration have been studied in the literature [66].

System security. No discussion of social media regarding the healthcare is complete without at least a mention privacy issues of these networks. The security among various social media vary a lot. Primary care staff should always assume that all information exchanged over social media are public and posted in a public medium. Even when a message is private (e.g. a direct message on Twitter or Facebook) this does not mean that the sent information is secure and protected. [67] Patient privacy on social media in contrast to face-to-face is dealing with the permanency of digital information. Closed, secure systems with data encryption can maximize the safety but attention should always be paid to the security, access, and permissions involved in any social media used in the health care delivery. Especially while using unsecure third-party open sites (e.g. Facebook, Twitter) postings, public or private message, may ultimately belong to the third party and security breaches have been known to occur. There have always been concerns related to the risks of breaching patient confidentiality and data protection requirements related to social media. There are also related ethical requirements (including patient consent) for using social media for health care delivery. Most reputable healthcare organizations have well-established and clear policies governing such clinician ethics and discipline issues as they use online environments including social media. [61] For example, a policy statement by the American College of Physicians has recommended HCPs not to contact patients through social networking sites [64]. This recommendation seems reasonable, considering social media posts can be created anonymously and therefore the HCP can never be sure about patient's identity [67].

Health related risks. Kovic et al. [68] performed a survey of medical bloggers and found that successful medically related blog writers are often university educated authors who are trustworthy to their information sources and motivated to influence readers by sharing their practical knowledge or skills [68]. However authors of medical information posts found on social media sites are often unknown or identified by limited information. This interactive environment of social media can magnify health issues, since any user can upload content to a site. Social media users may be vulnerable to conflicts of interest that they may be incapable of interpreting provided information. In any case of GP-Patient social media interaction, a HCP should avoid providing specific medical advice to non-patients and always should use appropriate disclosures and disclaimers regarding the accuracy, timeliness, and privacy of electronic communications. [67,70]

Patients' perception. Generally, the use of social media for healthcare purposes has increasing acceptance among patients [55]. Patients also seem to be more interested into social media use than their physicians, perhaps because they face fewer barriers to entry than media [3]. Compared to other electronic communication channels, patients are less interested in receiving information via social media than through email [71]. Some user may have a negative perception of using social media as it may be seen as inappropriate and unprofessional [64]. A survey of patients conducted in 2013 at a family practice clinic found that 56% of patients wanted their GP to use social media for reminders, for scheduling appointments, for diagnostic test results, as well for prescription notifications and answering general enquiries. Patients who did not use social media said they would start if they knew they could connect with their HCP. [67].

3.5 AI chatbots and Voice-driven Technology

Following chapter summarises evidence on benefits and limits regarding the conversational agents use in primary care.

Effect on workload. Considering GPs' workload, chatbots in the primary care setting as well voice driven intelligent bots can save valuable time and complete tasks like appointment scheduling, administering reminders for medication, treatment compliance, providing medication use or misuse instructions or answering medication frequently asked questions [73]. AI employed in symptom checkers can triage patients according their health and provide patient valuable answer. AI bots can be also very time-efficient in data collecting. As resulting from eCHAT evaluation by Goodyear-Smith [72], generally, staff found the way of screening to be simple, quick, and easy to use. They valued the way it facilitated patient engagement and the integration with the EHR. Overall, the time needed to identify problematic health issues is reduced, because the tool is self-administered by patient alone before the visit. [72].

System security. Healthbots must follow the same rules as any other medical software and pass privacy and security controls. Healthbots must be GDPR compliant to ensure the patient's personal information is safely received and stored. [76] Privacy and security issues are mostly related to voice driven chatbots, because anything that's said loud can be heard by someone else [73]. In contrast to other communication medium, AI chatbots can easily identify the patient, especially voice driven chatbots that have voice recognition ability that identifies the patient by using biometrics [76-78].

Health related risks. Artificial intelligence powered symptom checkers have the potential to provide diagnostic and triage advice with a level of accuracy and safety approaching that of human doctors [79]. Babylon's assessment is that their symptom checker outperforms the average human doctor on a subset of the Royal College of General Practitioners exam, a study in the Lancet concluded that the evidence of this impact is not convincing. However tools may vary in their outcomes.

Further, patients might not accept self-care/pharmacy dispositions when delivered by a computer, and may fill out the form differently a second time or phone for an appointment. Then the risk that over-cautious implementation of red flags could increase unnecessary direction to urgent care. [77] Therefore, the risk of liability stemming from miscommunication or misunderstanding is low. The level of risk is decreased also because the online triage system where the patient enters the symptoms is directed to the right person or service in real-time (synchronous) [77].

Patients' perception. The consultation with a virtual GP would prefer only 7% of patients [53]. Patient perceptions of visiting their GP only after chatbot consultation is widely positive. A study conducted by global company Price-Waterhouse-Cooper (PwC) in 2017 found out that only 39 % of UK patients were comfortable with the idea of consulting with a computer employed by artificial intelligence. [80] This may be because of the perceived lack of quality or accountability that is characterized by computerized chatbots as opposed to traditional face to face interactions with human physicians [73]. Willingness of patients for AI consultations was higher in Netherlands (55%), Belgium (51%), Norway (50%) and Sweden. Lack of impersonality and inability to 'look beyond the data' were classified as disadvantages. [80] Some patients may feel that chatbots are safer to interact than human professionals and are willing to disclose more medical information and report honestly all medical symptoms. [75,76].

4 Results

Firstly this chapter presents key findings from performed systematic review. The findings are presented for each communication medium individually (Table 1 – Table 6). Evaluation of electronic mail impact on benefits and limits requires distinguish the type of electronic mail: conventional free-text typed or structured questionnaires' available through secure portals.

Secondly this chapter presents summary of evaluated criteria in one summary table (Table 7).

Table 1: Benefits and limits of conventional free-text email:

	Benefits	Limits
Workload	Volume dependent	Volume dependent No EHR integration No time-saving
System security		No authentication No IT support
Health related risks	Possible to re-read	No safety measure, lack of context
Perception	Familiarity	Lowered by delayed reply

Table 2: Benefits and limits of secured messaging through patient portal:

	Benefits	Limits
Workload	Lowering number of contacts EHR integration Structured form	Volume dependent
System security	Authentication Robust IT support	
Health related risks	EHR integration	
Perception	Possible to re-read History access Given reply period	Less user-friendly

Table 3: Benefits and limits of online video:

	Benefits	Limits
Workload	Lowering number of contacts	Requires punctual appointments planning Usually no EHR integration
System security	Authentication and IT support in case of video via secured portals	Usually no authentication No IT support
Health related risks	Better decision	No safety measures
Perception	Convenient, time-saving	Not for acute issues Lack of privacy during the call

Table 4: Benefits and limits of text messaging:

	Benefits	Limits
Workload	Lowering number of contacts Increasing practice efficiency	Volume dependent No EHR integration No time-saving
System security		No authentication No IT support
Health related risks		No safety measure, lack of context
Perception	Effective reminders, easy results	Inability to respond, Confidential issues

Table 5: Benefits and limits of social media:

	Benefits	Limits
Workload	Educational purposes	No EHR integration No time-saving
System security		No authentication No IT support
Health related risks		No safety measure, lack of context
Perception		Confidential issues

Table 6: Benefits and limits of AI chatbots and Voice-driven Technology:

	Benefits	Limits
Workload	Automatic tasks completion EHR integration	Volume dependent No EHR integration No time-saving
System security	Authentication, biometrics IT support	Voice-driven tasks can be heard
Health related risks	Level of accuracy and safety of humans (red-flag notifications)	Recognition limited to preinstalled input
Perception	More open patients	Age and language barriers

Table 7: Summary of findings:

	Ordinary email	Secure portal	Online video	Messaging	Social media	AI
Workload	Questionable	Decreased	Decreased	Decreased	Questionable	Decreased
EHR integration	No	Yes	No	Depends	No	Yes
System security	No	Yes	Yes	No	No	Yes
Patient identification	No	Yes	Yes	No	No	Yes
Perception	Questionable	Low	Questionable	Questionable	Questionable	Low

5 Discussion

Discussion of benefits and limits in the structure of particular communication media for GP-patient interaction can serve as a comparison of various consultation platforms and can be valuable source for unresolved issues of future development of health services. The discussion of benefits and limits is performed from four studied impacts: on the GPs' workload, system security, healthy risks and users' perception. Inconsistent findings were yielded regarding the communication media effect on workload. As mentioned above, AI chatbots and voice-driven technology have clearly the potential to reduce GP's workload, as well as structured consulting, video calls and SMS reminders. On the other hand, GP can spend a great deal of time by managing free-text emails and social media, especially if considering subsequent follow-up as an additional task. However, there is unique finding reckoning that free-text communication could replace 2% of visits [81]. Similarly Dash et al. [19] perceived decrease in the workload while using free-text email. This could be due the fact that followed GPs offered two different mail-boxes, one for clinical and second for administrative issues manageable by nurse. Because lots of patient's requests are administrative related [26, 33]. What seems critical for workload evaluation is, if patient after remote consultation continued to contact GP by face-to-face, which might affect the aim of reducing the workload [25], and the remote service adds another activity to the workload or replaces existing GP's tasks. Furthermore, it is necessary to ensure that GPs' understand the IT technical shortcomings [25,82]. That is why Chudner et al. [83] suggest to engage stakeholders into innovation implementation and ensure the system user-friendliness.

As resulting from presented findings, workload impact and system security strongly depends on the IT infrastructure used. However, little has been reported on technical characteristics in reviewed studies regarding GP-patient interaction. These concepts are often beyond the technical expertise of clinical researchers that focus mostly on acceptability, benefits, and challenges of remote consulting from patients' and clinicians' views, rather than technical evaluation. Williams et al. [84] supports finding of this thesis, that lowest secure communication platform is among social sites, as opposed to secure portals, where authentication process is often as safe as for online banking [35,36] and chatbots with biometric security measures [78]. A system allowing retrieval of patient's identity reduces the medical and legal risks of remote consultancy [35], because lack of proper patient identification increases consequent potential for error in clinical decision making [85]. Every practice should be compliant with the general data protection regulations (GDPR) that came into force on May 2018, however finding of this thesis suggests that in case when there is no secure medium, GPs use unprotected email system to communicate with patients [86, 81]. Despite this fact and GDPR recommendations, the percentage of GPs who is discussing confidentiality issues in relation to unprotected remote communication with their patients is not reported in studies included in presented review. However, recent recommendation of NHS England suggests, that in emergency situations, the data protection is only secondary matter and GPs can use tools such as Skype, WhatsApp and Facetime, if its considered as a short-term measure caused by emergency situation [87].

The author finds a correlation between impact on workload and the potential health risks. Communication platform which is not integrated with the EHR increases the physician's registering load and involves extra work, as well as is risky regarding the patients' safety. Castrén [81] found that more than 70% of physician-patient email contacts were not documented in the

EHR. However, comprehensive EHR containing all health-related patients' information was found to be important to ensure patients' safety [87]. Therefore, communication media linked to patients' EHR are perceived as more safe. Health risk is also affected by the nature of communication tool itself. Even though there is little evidence published by JAMA Internal Medicine in May 2016, saying that remote consultancy provide the same level of opportunity as a physical visit [88], author of this thesis finds differences between patient's safety ensured during face-to-face visit and its remote alternatives. For various previously presented reasons, standalone unstructured texting does not meet the requirements to provide consultation avoiding unwarranted variation in quality [38, 28, 30]. The risk occurs especially, if social media or mobile messaging would be used for clinical decision making. Finding of this thesis leads to strong consideration that social media can be a powerful tool for public health information dissemination, but at the same time it can contain loads of misinformation [89]. Similarly SMS can be too short to cause misunderstanding or can easily be sent to wrong telephone number [19,43].

Author of this thesis found that GPs differ in their technology perception and uptake rates in contrary to patients. The higher acceptance of technology was found by patients. This finding is consistent with other studies, as for example with Chudner et al. [83]. Despite the available evidence claiming potential benefits resulting from technology implementation, there is a general reluctance among GPs to implement alternatives to face-to-face consultations [28,30,41]. Overall, GPs preferred the asynchronous ways of communication for its decreasing impact on the workload and flexibility [17, 19, 25,27]. The potential to decrease workload was cited especially in the context of structured consulting [17,27,20]. This finding is in accordance with Dyer-Smith and Badial [90], finding 87% of structured consultations didn't need any follow up, if GP was properly trained on consultation model. Disadvantages for using remote consultations included concerns regarding the patient's security, potential workload increase [25,28,30], lack of data protection [4, 26] and guidance [18]. The main findings regarding the patient's perceptions are, overall, highly positive, which is in accordance with previous studies [91]. Similarly like GPs, patient's preferences also revealed higher for electronic mail compared to video [33,42]. Reasons underlying this satisfaction include enhanced convenience, reduced cost and waiting time [17,21]. However, there were also clear grounds for dissatisfaction, particularly with care delivered by the personal email when patients don't receive follow-up in time [26,92]. Almost three out of four responders stated that availability of online access would influence their move to another practice [91], nonetheless, responders were reluctant to award a high monetary value to it. Furthermore, patients' satisfaction is highly dependent on the patient and their characteristics, as well as the health conditions in which the patient made the request [22,26].

6 Conclusion

An effective communication between GP and a patient is a key factor healthcare quality anywhere in the world. Nowadays, also in the context of COVID-19 outbreak a phenomenon of remote consultancy has been gaining on importance. However, there are certain aspects why this alternative way of working is not widespread and implemented among general practices. Reasons for slower implementation of eHealth communication often contain GPs' worries of increased workload, not sufficient protection of sensitive data and decreased ability to perform save clinical decision during remote consultation. Furthermore, users of such a technology often perceive barriers to consult

their health remotely. With regard to cited concerns, this thesis aimed to evaluate benefits and limits of the eHealth tools GPs can use for communication with their patients. Completely five communication tools have been described and evaluated by systematic literature review with help of an extensive analysis of 41 studies. The impact on the quality and availability of provided healthcare has been assessed for each of the mentioned tool and final summary of key findings regarding benefits and constraints has been provided. In order to confirm the aim of the thesis, it was concluded that secure portals and chatbots are the most favorable tools to increase quality and availability of the primary care and they should be used in the near future, not only thanks to the international trends observation, but mainly in regard to the performed analysis of the tool's benefits a limits. Having defined results of performed analysis, the author is able to answer set of research questions. Regarding the first research question assessing the impact on the GP's workload, the potential of decreasing have online structured consultancy through secure portal, video, text messaging and a chatbot. Second question tend to evaluate the privacy protection of consulted information. It was found the highest when secure portal, video or chatbot is used as a consultancy medium.

Third research question was observing the clinical risk steaming from miscommunication or misunderstanding, which was found the highest through conventional email, mobile messaging and social media. The last research question on users' perception cannot be definitely addressed on which communication medium is the best perceived. However patients are generally more willing to consult remotely, than GPs. And finally, all asynchronous communication media were better perceived than video. On top of these conclusions, the thesis compared the international status of eHealth implementation with the Czech environment and finally suggests a direction which the Czech healthcare professionals and authorities should apply when implementing the preferred eHealth tools that proved to have the most benefits, namely secure portals and chatbots. Estimating a long process to implement them, which requires involving public discussion, international benchmark and best practice check, finance and organization clarification and gradual rollout, a temporary solution is presented: there is a good chance to start utilizing already available tool for online video which proved to be decreasing workload while keeping decent level of clinical security, as well as data security, if performed through clinical software. Of course, the implementation of any centralized communication system should ideally be implemented within stable political environment allowing consistent and aligned eHealth strategy among major political players and institutions. Nonetheless, higher set of actions will be more successful if presented to professionals and public as a tool "improving a service" rather than "implementing a technology". Finally, it needs to be mentioned that such a complex topic offers more aspects to consider which were not described in this thesis in bigger detail. Firstly, clinical safety of evaluated tools needs to be assessed in the context of whole population among all age groups, rather than in studies being performed with actual users that are often younger, not having any health issues. Secondly, future higher uptake of chatbots requires addressing questions regarding ethic and responsibility which should be further investigated. Moreover, any major changes in healthcare system have always been a typical and sensitive topic in political discussions and therefore one of the related topics worth further assessment in the context of digitalisation and eHealth services could be its financing and related political perceptions of improving healthcare availability.

Acknowledgment

I would like express my sincere gratitude to Prof. Jarmo Reponen MD, Ph.D. and Anna Majjala, M.H.Sc., for their patient and kind supervision during working on this project at University of Oulu; and to Ing. Zuzana Kotherová, Ph.D. for her guidance and advices during my Diploma Thesis supervision at Czech Technical University in Prague.

References

- [1.] PTÁČEK, R. and BARTŮNĚK, P. *Etika a komunikace v medicíně*. 2011. ISBN 9788024739762.
- [2.] YE, J., et al. *E-mail in patient provider communication: A systematic review*. *Patient Education and Counseling* [online]. 2010, 80, 266–273. Available at: doi:10.1016/j.pec.2009.09.038.
- [3.] LEE, Joy L., et al. *Patient Use of Email, Facebook, and Physician Websites to Communicate with Physicians: A National Online Survey of Retail Pharmacy Users*. *Journal of General Internal Medicine* [online]. 2016. ISSN 15251497. Available at: doi:10.1007/s11606-015-3374-7.
- [4.] ATHERTON, H., et al. *Alternatives to the face-to-face consultation in general practice: Focused ethnographic case study*. *British Journal of General Practice* [online]. 2018, 68(669), e293–e300. ISSN 14785242. Available at: doi:10.3399/bjgp18X694853.
- [5.] STŘEDA, L. and HÁNA, K. *eHealth a telemedicína: Učebnice pro vysoké školy*. 2016. ISBN 978-80-271-9042-3.
- [6.] HANNA, L., et al. *The place of information and communication technology-mediated consultations in primary care: GPs' perspectives*. *Family Practice* [online]. 2012, 29(3), 361–366. ISSN 02632136. Available at: doi:10.1093/fampra/cmr087.
- [7.] PETERSON, C. et al. *From innovation to implementation – eHealth in the WHO European Region*. 2016. ISBN 978 92 890 5137 8.
- [8.] MINISTERSTVO ZDRAVOTNICTVÍ ČR. *The National eHealth Strategy of the Czech Republic*. 2016.
- [9.] BASHSHUR, R. L. et al. *The empirical foundations of telemedicine interventions for chronic disease management*. *Telemedicine and e-Health* [online]. 2014, 20(9), 769–800. ISSN 15563669. Available at: doi:10.1089/tmj.2014.9981
- [10.] GOODRIDGE, D. and MARCINIUK D. *Rural and remote care. Chronic Respiratory Disease* [online]. 2016, 13(2), 192–203. ISSN 14799731. Available at: doi: 10.1177/1479972316633414.
- [11.] OHANNESSIAN, R. *Telemedicine: Potential applications in epidemic situations*. *European Research in Telemedicine* [online]. 2015, 4(3), 95–98. ISSN 2212764X. Available at: doi:10.1016/j.eurtele.2015.08.002.
- [12.] SMITH, A.C. et al. *Telehealth for global emergencies: Implications for coronavirus disease 2019 (COVID-19)*. *Journal of telemedicine and telecare* [online]. 2020, 1357633X20916567. ISSN 1758-1109. Available at: doi: 10.1177/1357633X20916567.
- [13.] KITTLER, A. F., et al. *Primary care physician attitudes towards using a secure web-based portal designed to facilitate electronic communication with patients*. *Informatics in Primary Care* [online]. 2004, 12(3), 129–138. ISSN 14760320. Available at: doi:10.14236/jhi.v12i3.118.
- [14.] WORLD HEALTH ORGANISATION. *Strengthening the Health Systems Response to COVID-19 Technical Guidance #1*. 2020.
- [15.] BÝMA, S., ŠONKA P., SEIFERT B. and ŠTOLFA J. *Koncepce oboru všeobecné praktické lékařství 2018* [online]. 2018 [accessed. 2020-01-10]. Available at: <https://www.svl.cz/o-nas/koncepce-oboru-vseobecne-prakticke-lekarstvi-2018/>.
- [16.] BRERETON, P. et al. *Lessons from applying the systematic literature review process within the software engineering domain*. *Journal of Systems and Software* [online]. 2007, 80(4), 571–583. ISSN 01641212. Available at: doi:10.1016/j.jss.2006.07.009.
- [17.] COWIE, J. et al. *Evaluation of a digital consultation and self-care advice tool in primary care: A multi-methods study*. *International Journal of Environmental Research and Public Health* [online]. 2018, 15(5). ISSN 16604601. Available at: doi:10.3390/ijerph15050896.

- [18.] ATHERTON, H. et al. Experiences of using email for general practice consultations: A qualitative study. *British Journal of General Practice* [online]. 2013, 63(616), 760–767. ISSN 09601643. Available at: doi:10.3399/bjgp13X674440.
- [19.] DASH, J. et al. Use of email, cell phone and text message between patients and primary-care physicians: crosssectional study in a French-speaking part of Switzerland. *BMC Health Services Research* [online]. 2016, 16(1), 1–7. ISSN 14726963. Available at: doi:10.1186/s12913-016-1776-9.
- [20.] CASEY, Michael, Sara SHAW and Deborah SWINGLEHURST. Experiences with online consultation systems in primary care: Case study of one early adopter site. *British Journal of General Practice* [online]. 2017, 67(664), e736–e743. ISSN 14785242. Available at: doi:10.3399/bjgp17X693137.
- [21.] FAGERLUND, A. et al. General practitioners' perceptions towards the use of digital health services for citizens in primary care: a qualitative interview study [online]. 2019, 1–7. Available at: doi:10.1136/bmjopen-2018-028251.
- [22.] HUYGENS, M.W.J., et al. Understanding the use of email consultation in primary care using a retrospective observational study with data of Dutch electronic health records. *BMJ Open* [online]. 2018, 8(1). ISSN 20446055. Available at: doi:10.1136/bmjopen-2017-019233.
- [23.] DANMARKS STATESTIK. Contacts covered by the public health insurance by region, type of benefits, age and sex: general practitioners [online]. 2020 [accessed. 2020-04-25]. Available at: <https://www.dst.dk/da/Statistik/nyt/NytHtml?cid=30625>.
- [24.] ATHERTON, H. et al. The potential of alternatives to face-to-face consultation in general practice, and the impact on different patient groups: a mixed-methods case study. *Health Services and Delivery Research* [online]. 2018, 6(20), 1–200. ISSN 2050-4349. Available at: doi:10.3310/hsdr06200.
- [25.] JOHANSSON, A. et al. General Practitioners' Experiences of Digital Written Patient Dialogues: A Pilot Study Using a Mixed Method. *Journal of Primary Care and Community Health* [online]. 2020, 11. ISSN 21501327. Available at: doi:10.1177/2150132720909656.
- [26.] ECCLES, A. et al. Patient use of an online triage platform: A mixed-methods retrospective exploration in UK primary care. *British Journal of General Practice* [online]. 2019, 69(682). ISSN 14785242. Available at: doi:10.3399/bjgp19X702197.
- [27.] LÓPEZ SEGÚI, F. et al. General Practitioners' Perceptions of Whether Teleconsultations Reduce the Number of Face-to-face Visits in the Catalan Public Primary Care System: Retrospective Cross-Sectional Study. *Journal of medical Internet research* [online]. 2020, 22(3). ISSN 14388871. Available at: doi:10.2196/14478.
- [28.] FARR, M. et al. Implementing online consultations in primary care: A mixed-method evaluation extending normalisation process theory through service co-production. *BMJ Open* [online]. 2018, 8(3), 1–11. ISSN 20446055. Available at: doi:10.1136/bmjopen-2017-019966.
- [29.] CARTER, M. et al. Feasibility, acceptability and effectiveness of an online alternative to face-to-face consultation in general practice: A mixed-methods study of webGP in six Devon practices. *BMJ Open* [online]. 2018, 8(2). ISSN 20446055. Available at: doi:10.1136/bmjopen-2017-018688.
- [30.] BANKS, J. et al. Use of an electronic consultation system in primary care: A qualitative interview study. *British Journal of General Practice* [online]. 2018, 68(666), e1–e8. ISSN 14785242. Available at: doi:10.3399/bjgp17X693509.
- [31.] COWIE, M.R., et al. e-Health: a position statement of the European Society of Cardiology. *European Heart Journal* [online]. 2016, 37(1), 63–66. ISSN 0195-668X. Available at: doi:10.1093/eurheartj/ehv416.
- [32.] RIIPPA, I. et al. A patient portal with electronic messaging: Controlled before-and-after study. *Journal of Medical Internet Research* [online]. 2015, 17(11), 1–19. ISSN 14388871. Available at: doi:10.2196/jmir.4487.
- [33.] EDWARDS, H.B., et al. Use of a primary care online consultation system, by whom, when and why: Evaluation of a pilot observational study in 36 general practices in South West England. *BMJ Open* [online]. 2017, 7(11), 1–9. ISSN 20446055. Available at: doi: 10.1136/bmjopen-2017-016901.
- [34.] VREUGDENHIL, M. et al. Use and effects of patient access to medical records in general practice through a personal health record in the Netherlands. *Journal of Medical Internet Research* [online]. 2018, 20(9). ISSN 14388871. Available at: doi: 10.2196/10193.
- [35.] ESSÉN, A., et al. Patient access to electronic health records: Differences across ten countries. *Health Policy and Technology* [online]. 2018, 7(1), 44–56. ISSN 22118845. Available at: doi:10.1016/j.hlpt.2017.11.003.
- [36.] NØHR, Ch., et al. Nationwide citizen access to their health data: Analysing and comparing experiences in Denmark, Estonia and Australia. *BMC Health Services Research* [online]. 2017, 17(1), 1–11. ISSN 14726963. Available at: doi: 10.1186/s12913-017-2482-y.
- [37.] CARE QUALITY COMMISSION. The state of care in independent online primary health services [online]. 2020 [accessed. 2020-04-22]. Available at: <https://www.cqc.org.uk/publications/major-report/state-care-independent-online-primaryhealth-services#inspectedhttps://www.cqc.org.uk/publications/major-report/state-care-independent-online-primary-health-services%23inspected>.
- [38.] GOYDER, C. et al. Email for clinical communication between healthcare professionals. *Cochrane Database of Systematic Reviews* [online]. 2015, 2015(2). ISSN 1469493X. Available at: doi:10.1002/14651858.CD007979.pub3.
- [39.] BAKHAI, M. et al. Using Online Consultations In Primary Care NHS England- implementation toolkit for practices [online]. 2020 [accessed. 2020-04-06]. Available at: <https://www.england.nhs.uk/wp-content/uploads/2020/01/online-consultations65implementation-toolkit-v1.1-updated.pdf>.
- [40.] HOONAKKER, P.L.T., et al. The impact of secure messaging on workflow in primary care: Results of a multiple-case, multiple-method study. *International Journal of Medical Informatics* [online]. 2017, 100, 63–76. ISSN 18728243. Available at: doi:10.1016/j.ijmedinf.2017.01.004.
- [41.] BRANT, H., et al. Using alternatives to face-to-face consultations: A survey of prevalence and attitudes in general practice. *British Journal of General Practice* [online]. 2016, 66(648), e460–e466. ISSN 09601643. Available at: doi:10.3399/bjgp16X685597.
- [42.] DONAGHY, E. et al. Acceptability, benefits, and challenges of video consulting: A qualitative study in primary care. *British Journal of General Practice* [online]. 2019, 69(686), E586–E594. ISSN 14785242. Available at: doi:10.3399/bjgp19X704141.
- [43.] LEAHY, D. et al. Use of text messaging in general practice: A mixed methods investigation on GPs' and patients' views. *British Journal of General Practice* [online]. 2017, 67(664), e744–e750. ISSN 14785242. Available at: doi: 10.3399/bjgp17X693065.
- [44.] HAMMERSLEY, V. et al. Comparing the content and quality of video, telephone, and face-to-face consultations: A non-randomised, quasiexperimental, exploratory study in UK primary care. *British Journal of General Practice* [online]. 2019, 69(686), E595–E604. ISSN 14785242. Available at: doi: 10.3399/bjgp19X704573.
- [45.] VISOLVE.com, Patient Portals available online on <https://www.visolve.com/hc/patientportal/features.html> accessed on 26.4.2019.
- [46.] NHS ENGLAND. Update report on the Cavendish Health Centre Remote Consultation Service Pilot Project, Implementing Skype Consultations in General Practice, 2014, available: <https://www.centralondonccg.nhs.uk/media/24178/CLCCG-Cavendish-Skype-pilot-interim-report.pdf>, accessed on 26.4.2019.
- [47.] SUNDHED.DK. Here's how to get started with Video Consultation [online]. Available at: <https://www.sundhed.dk/borger/behandling-og-rettigheder/videokonsultationvejledning-borger/>, accessed on 25.03.2020.
- [48.] THIEL, R. et al. #SmartHealthSystems: International comparison of digital strategies. *Der Digitale Patient*. 2018.
- [49.] RANDHAWA, R.S., et al. An exploration of the attitudes and views of general practitioners on the use of video consultations in a primary healthcare setting: A qualitative pilot study. *Primary Health Care Re-*

- search and Development [online]. 2018, 20. ISSN 14771128. Available at: doi: 10.1017/S1463423618000361.
- [50.] BERSON Tom, Anagram Laboratories. Skype security evaluation 2005. Available online: <https://download.skype.com/share/security/2005-031%20security%20evaluation.pdf>, accessed on 29.4.2019
- [51.] NICOLÁS, I.M. et al. The impact of a comprehensive electronic patient portal on the health service use: An interrupted time-series analysis. *European Journal of Public Health* [online]. 2019, 29(3), 413–418. ISSN 1464360X. Available at: doi:10.1093/eurpub/cky257.
- [52.] POWELL, R. E., et al. Patient perceptions of telehealth primary care video visits. *The Annals of Family Medicine*, 2017, 15.3: 225–229.
- [53.] NHS ENGLAND. Summary research findings, 2019, available: <https://www.england.nhs.uk/wp-content/uploads/2019/09/online-consultations-research-summary-of-findings.pdf>, accessed on 26.4.2019.
- [54.] GP ACCESS. AskMyGP report [online]. 2020 [accessed. 2020-03-25]. Available at: <https://askmygp.uk/patient-choice-figures-2019/>
- [55.] RUKMAN, J. Patent Application Publication: System and Method for Threading SMS with MMS. 2003.
- [56.] HALL, A.K., et al. Mobile Text Messaging for Health: A Systematic Review of Reviews. *Annual Review of Public Health* [online]. 2015, 36(1), 393–415. ISSN 0163-7525. Available at: doi: 10.1146/annurev-publhealth-031914-122855.
- [57.] HEAD, Katharine J., et al. Efficacy of text messaging-based interventions for health promotion: a meta-analysis. *Social science & medicine*, 2013, 97: 41–48
- [58.] ACCURX, Chain SMS available online: <https://www accurx.com/chainsms> accessed on 26.4.2019
- [59.] PRACTICEINDEX.CO.UK, messaging services available online on: <https://practiceindex.co.uk/gp/services/sms-text-messaging-services/voice-connect> accessed on 26.4.2019
- [60.] PRACTICEINDEX.CO.UK, messaging services brochure available online on: https://practiceindex.co.uk/gp/lanotattachments/download/file/id/3/store/1/medical_messenger_-_brochure.pdf accessed on 26.4.2019
- [61.] KAMEL BOULOS, Maged; GIUSTINI, Dean; WHEELER, Steve. Instagram and WhatsApp in health and healthcare: An overview. *Future Internet*, 2016, 8.3: 37.
- [62.] QUINLAN, D., et al. Patient Texting in General Practice: Who, Why, Why Not? A National Survey of Text Messaging in Irish General Practice. *Irish medical journal*, 2018.
- [63.] JENSSEN, Brian P., et al. Using digital technology to engage and communicate with patients: a survey of patient attitudes. *Journal of general internal medicine*, 2016, 31.1: 85–92.
- [64.] DE ANGELIS, Gino, et al. The use of social media among health professionals to facilitate chronic disease self-management with their patients: A systematic review. *Digital health*, 2018, 4: 2055207618771416.
- [65.] ANHØJ, Jacob; NIELSEN, Lene. Quantitative and qualitative usage data of an Internet-based asthma monitoring tool. *Journal of Medical Internet Research*, 2004, 6.3: e23.m
- [66.] PADREZ, Kevin A., et al. Linking social media and medical record data: a study of adults presenting to an academic, urban emergency department. *BMJ Qual Saf*, 2016, 25.6: 414–423.
- [67.] VENTOLA, C. Lee. Social media and health care professionals: benefits, risks, and best practices. *Pharmacy and Therapeutics*, 2014, 39.7: 491.
- [68.] KOVIC, Ivor; LULIC, Ileana; BRUMINI, Gordana. Examining the medical blogosphere: an online survey of medical bloggers. *Journal of medical internet research*, 2008, 10.3: e28.
- [69.] GRAJALES, FJ et al. Social media: A review and tutorial of applications in medicine and health care. *Journal of Medical Internet Research* [online]. 2014, 16(2). ISSN 14388871. Available at: doi:10.2196/jmir.2912.
- [70.] GEORGE, Daniel R. Making 'social' safer: Are Facebook and other online networks becoming less hazardous for health professionals? *Journal of Clinical Ethics*. 2012, 23(4), 348–352. ISSN 10467890.
- [71.] BAPTIST, Alan P., et al. Social media, text messaging, and email—preferences of asthma patients between 12 and 40 years old. *Journal of Asthma*, 2011, 48.8: 824–830.
- [72.] GOODYEAR-SMITH, Felicity, et al. eCHAT for lifestyle and mental health screening in primary care. *The Annals of Family Medicine*, 2013, 11.5: 460–466.
- [73.] PALANICA, Adam, et al. Physicians' Perceptions of Chatbots in Health Care: Cross-Sectional Web-Based Survey. *Journal of Medical Internet Research*, 2019, 21.4: e12887.
- [74.] eHealth Network Mobile applications to support contact tracing in the EU's fight against COVID-19. Available online on: https://ec.europa.eu/health/sites/default/files/ehealth/docs/covid-19_apps_en.pdf accessed on 26.6.2020
- [75.] DUANE, Sinead, Meera TANDAN, Andrew W MURPHY and Akke VELLINGA. Using Mobile Phones to Collect Patient Data: Lessons Learned From the SIMple Study. *JMIR Research Protocols* [online]. 2017, 6(4), e61. ISSN 1929-0748. Available at: doi:10.2196/resprot.6389.
- [76.] SUMMERTON, Nick and Martin CANSDALE. Artificial intelligence and diagnosis in general practice. *British Journal of General Practice* [online]. 2019, 69(684), 324–335. ISSN 14785242. Available at: doi:10.3399/bjgp19X704165.
- [77.] MIDDLETON, Katherine, Mobasher BUTT, Nils HAMMERLA, Steven HANBLIN, Karan MEHTA and Ali PARSA. Sorting out symptoms: design and evaluation of the 'babylon check' automated triage system. 2016.
- [78.] POWELL, John. Trust me, i'm a chatbot: How artificial intelligence in health care fails the turing test. *Journal of Medical Internet Research* [online]. 2019, 21(10), 1–5. ISSN 14388871. Available at: doi:10.2196/16222.
- [79.] RAZZAKI, Salman, et al. A comparative study of artificial intelligence and human doctors for the purpose of triage and diagnosis. *arXiv preprint arXiv:1806.10698*, 2018.
- [80.] PwC Artificial intelligence in healthcare report, 2017, available online: <https://www.pwc.com/gx/en/industries/healthcare/publications/ai-robotics-new-health/ai-robotics-new-health.pdf>, accessed on 29.4.2019
- [81.] CASTRÉN, J. et al. Use of email for patient communication in student health care: A cross-sectional study. *BMC Medical Informatics and Decision Making* [online]. 2005, 5, 1–6. ISSN 14726947. Available at: doi:10.1186/1472-6947-5-2.
- [82.] GRANLUND, Håkan, Carl Johan THODEN, Christer CARLSON and Kari HARNÖ. Realtime teleconsultations versus face-to-face consultations in dermatology: Immediate and six-month outcome. *Journal of Telemedicine and Telecare* [online]. 2003, 9(4), 204–209. ISSN 1357633X. Available at: doi:10.1258/13576330332225526.
- [83.] CHUDNER, Irit, Anat DRACH-ZAHAVY and Khaled KARKABI. Choosing Video Instead of In-Clinic Consultations in Primary Care in Israel: Discrete Choice Experiment Among Key Stakeholders—Patients, Primary Care Physicians, and Policy Makers. *Value in Health* [online]. 2019, 22(10), 1187–1196. ISSN 15244733. Available at: doi:10.1016/j.jval.2019.05.001.
- [84.] WILLIAMS, James. Social networking applications in health care: Threats to the privacy and security of health information. *Proceedings - International Conference on Software Engineering* [online]. 2010, 39–49. ISSN 02705257. Available at: doi:10.1145/1809085.1809091.
- [85.] PETERS, Louis, Geva GREENFIELD, Azeem MAJEED and Benedict HAYHOE. The impact of private online video consulting in primary care. *Journal of the Royal Society of Medicine* [online]. 2018, 111(5), 162–166. ISSN 01410768. Available at: doi:10.1177/0141076818761383.
- [86.] KLOCEK, Adam, Martina ŠMAHELOVÁ, Lenka KNAPOVÁ and Steriani ELAVSKY. GPs' perspectives on eHealth use in the Czech Republic: a cross-sectional mixed-design survey study. *BJGP Open* [online]. 2019. ISSN 2398-3795. Available at: doi:10.3399/bjgpopen19x101655.
- [87.] DUMAY, Adrie C M and Timber I. HAAKER. The electronic locum record for general practitioners: Outcome of an evaluation study in the Netherlands. *International Journal of Medical Informatics* [on-

- line]. 2010, 79(9), 623–636. ISSN 13865056. Available at: doi:10.1016/j.ijmedinf.2010.06.001.
- [88.] SCHOENFELD, A.J., et al. Variation in quality of urgent health care provided during commercial virtual visits. *JAMA Internal Medicine* [online]. 2016, 176(5), 635–642. ISSN 21686106. Available at: doi:10.1001/jamainternmed.2015.8248.
- [89.] MOORHEAD, S. A., et al. A new dimension of health care: Systematic review of the uses, benefits, and limitations of social media for health communication. *Journal of Medical Internet Research* [online]. 2013, 15(4), 1–17. ISSN 14388871. Available at: doi:10.2196/jmir.1933.
- [90.] DYER-SMITH, Ross and Badial GURBAKSH. eHub: Enhancing the emergence of the electronic consultation. *British Journal of General Practice* [online]. 2019, 69(1). Available at: doi:10.3399/bjgp19X703673.
- [91.] MOHAMMED, M.A., et al. The value of a Patient Access Portal in primary care: a cross-sectional survey of 7162,486 registered users in the UK. *Universal Access in the Information Society* [online]. 2019, (0123456789). ISSN 16155297. Available at: doi:10.1007/s10209-019-00693-8.
- [92.] KITTLER, A. F., et al. Primary care physician attitudes towards using a secure web-based portal designed to facilitate electronic communication with patients. *Informatics in Primary Care* [online]. 2004, 12(3), 129–138. ISSN 14760320. Available at: doi:10.14236/jhi.v12i3.118.

PŘÍNOSY A OMEZENÍ KOMUNIKAČNÍCH NÁSTROJŮ EHEALTH U PRAKTICKÝCH LÉKAŘŮ

Ludmila Bernotová

Abstrakt

Digitalizace zdravotnictví je logickým důsledkem infiltrace technologií do všech oblastí lidské činnosti. Vývoj eHealth nabízí nová řešení pro vzdálenou interakci lékaře a pacienta. Cílem této práce je prozkoumat, jaké komunikační nástroje eHealth praktičtí lékaři (PL) v současné době používají pro konzultace s pacienty, a analyzovat jejich přínosy a omezení. Byl proveden systematický literární přehled k získání důkazů o eHealth komunikačních nástrojích a jejich dopadu na pracovní vytížení PL, zabezpečení systému, zdravotní rizika a z pohledu vnímání konzultační technologie uživatelem. Zabezpečené portály a chatboty poskytují nejvyšší potenciál ke snížení pracovní zátěže a poskytují nejzabezpečenější konzultační prostředí. Zdravotní rizika jsou vyšší, pokud komunikační kanál není integrován do elektronického zdravotního záznamu pacienta. Vnímání komunikačních technologií pacienty v primární péči je celkově pozitivnější než praktickými lékaři.

Contact

Ing. Mgr. Ludmila Bernotová
e-mail: ludmila.bernotova@post.cz

MEDSOFT 2021, sborník příspěvků
vydání první
formát A4
104 stránek

vydal Creative Connections s. r. o., Krasnojarská 14, 100 00 Praha 10
ve spolupráci s Ing. Zeithamlová Milena – Agentura Action M, Vršovická 68, 101 00 Praha 10
actionm@action-m.com
<http://www.action-m.com>

zpracoval kolektiv autorů

grafická úprava, sazba
Klára Svobodová, DiS

bez jazykové a redakční úpravy

ISBN 978-80-906752-4-7