

Návrh zavedení nového metrologického systému ve vybrané organizaci

Bc. Markéta Hezinová



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta managementu a ekonomiky

Ústav financí a účetnictví

Akademický rok: 2024/2025

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení:	Bc. Markéta Hezinová
Osobní číslo:	M23202
Studijní program:	N0413A050020 Management ve zdravotnictví
Forma studia:	Kombinovaná
Téma práce:	Návrh zavedení nového metrologického systému ve vybrané organizaci

Zásady pro vypracování

Úvod

Definujte cíle práce a použité metody zpracování práce.

I. Teoretická část

- Zpracujte literární rešerši z oblasti metrologie, zaměřenou na její využití ve zdravotnických laboratořích.

II. Praktická část

- Analyzujte současný systém měření teplot a s tím související dokumentaci v laboratoři mikrobiologie vybrané organizace.
- Vypracujte projekt zavedení nového systému monitorujícího teploty v laboratoři.
- Zhodnotte projekt z hlediska nákladů, přínosů a rizik.

Závěr

Rozsah diplomové práce: **cca 70 stran**
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

CAITHAMLOVÁ, Martina. *Řízení nákladů ve zdravotnictví*. Praha: České vysoké učení technické, 2021. ISBN 978-80-01-06833-5.
KERZNER, Harold. *Project Management Case Studies*. 5th ed. Hoboken: Wiley, 2017. ISBN 978-1-119-47114-6.
MEKID, Samir. *Metrology and instrumentation: practical applications for engineering and manufacturing*. Hoboken, NJ: Wiley, 2022. ISBN 978-1119721727.
MERTL, Jan. *Financování zdravotnických systémů: v kontextu české zdravotní politiky*. Praha: Wolters Kluwer, 2022. ISBN 978-80-7676-505-4.
MILITKÝ, Jiří a KŘEMENÁKOVÁ, Dana. *Metrologie a řízení jakosti*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2015. ISBN 9788074942426.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Zuzana Crhová, Ph.D.**
Ústav financí a účetnictví

Datum zadání diplomové práce: **10. února 2025**
Termín odevzdání diplomové práce: **25. dubna 2025**

L.S.

doc. Ing. Michal Pilík, Ph.D.
děkan

prof. Ing. Boris Popesko, Ph.D.
garant studijního programu

Ve Zlíně dne 10. února 2025

PROHLÁŠENÍ AUTORA DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že

- odevzdáním diplomové práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., v platném znění bez ohledu na výsledek obhajoby;
- diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a bude dostupná k nahlédnutí;
- jedno vyhotovení diplomové práce v listinné podobě bude ponecháno Univerzitě Tomáše Bati ve Zlíně k uložení;
- na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- podle § 60 odst. 1 autorského zákona má Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou práci – nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem diplomové práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá; neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji, že

- jsem na diplomové práci pracoval(a) samostatně a použitou literaturu jsem řádně citoval(a); v případě publikace výsledků budu uveden(a) jako spoluautor;
- odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

Ve Zlíně, dne

.....
podpis autora

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá návrhem zavedení nového metrologického systému ve zdravotnické laboratoři. Cílem práce je navržení projektu, který povede k modernizaci stávajícího systému pro měření teplot s důrazem na zvýšení přesnosti, spolehlivosti a efektivity sledování měření. Teoretická část se věnuje obecným principům metrologie, jejímu postavení v České republice a významu ve zdravotnictví. Součástí je rovněž problematika projektového řízení a základní principy financování zdravotnických zařízení. Praktická část obsahuje analýzu současného stavu v laboratoři, identifikaci rizik spojených se stávajícím systémem a návrh nového řešení. Je provedena kalkulace nákladů dvou možností na nový metrologický systém, které připadají v úvahu. Pomocí rozhodovací matice je vybrán vhodný systém, který umožňuje nepřetržité měření, okamžité upozornění na odchylky a digitalizaci záznamů. Pro vybraný systém jsou zahrnuty i aspekty účetních a daňových odpisů. Výsledkem práce je návrh reálně proveditelného a ekonomicky podloženého řešení, které přináší zlepšení efektivity provozu v praxi a posiluje kvalitu laboratorní činnosti. Zlepšení efektivity provozu se odráží zejména v úspoře času, který je v současném systému věnován práci metrologa laboratoře. Uspořený čas může pracovník využít na provádění laboratorních vyšetření infekčních onemocnění. Zároveň nový metrologický systém zachovává soulad s normou ČSN EN ISO 15189, podle které je laboratoř akreditovaná.

Klíčová slova: metrologie, projekt, zdravotnická laboratoř, sledování teploty

ABSTRACT

The thesis focuses on the proposal for implementing a new metrological system in a medical laboratory. The aim is to introduce a project that modernizes the existing temperature measurement system, with an emphasis on improving accuracy, reliability, and monitoring efficiency. The theoretical part covers the general principles of metrology, its role in the Czech Republic, and its significance in healthcare. It also addresses project management and the fundamental principles of healthcare financing. The practical section includes an analysis of the current state of the laboratory, identifies risks associated with the existing system, and proposes a new solution. A cost analysis is conducted for two possible options for the new metrological system. Using a decision matrix, a suitable system is selected, offering

continuous measurement, real-time alerts monitoring and digitalized record-keeping. The financial part includes accounting and tax depreciation aspects related to the selected system. The outcome is a realistic and economically grounded proposal that enhances operational efficiency and strengthens the quality of laboratory work. The improvement in operational efficiency is reflected in the separation of time that is currently allocated to the work of the metrology laboratory. The saved time can be used by the worker to perform laboratory examinations of infectious diseases. At the same time, it ensures compliance with the ČSN EN ISO 15189 standard, under which the laboratory is accredited.

Keywords: metrology, project, medical laboratory, temperature monitoring

Na těchto stránkách bych chtěla poděkovat mé vedoucí diplomové práce paní Ing. Zuzaně Crhové, Ph.D. za trpělivost a cenné rady při psaní.

OBSAH

ÚVOD.....	15
CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE.....	16
I TEORETICKÁ ČÁST.....	17
1 METROLOGIE.....	18
1.1 HISTORIE METROLOGIE	19
1.2 NÁRODNÍ METROLOGICKÝ SYSTÉM V ČESKÉ REPUBLICE.....	19
1.3 DIGITALIZACE V METROLOGII	21
2 METROLOGIE V ČESKÉ REPUBLICE.....	23
2.1 VZDĚLÁVÁNÍ METROLOGŮ V ČESKÉ REPUBLICE	23
2.2 METROLOGICKÉ LABORATOŘE V ČESKÉ REPUBLICE	24
3 METROLOGIE VE ZDRAVOTNICKÝCH ZAŘÍZENÍCH.....	25
3.1 METROLOGICKÝ SYSTÉM V LABORATORNÍ PRAXI	25
3.1.1 Validace metod ve zdravotnických laboratořích.....	26
3.1.2 Nejistota měření	27
3.1.3 Externí hodnocení kvality ve zdravotnických laboratořích	28
3.1.4 Interní hodnocení kvality ve zdravotnických laboratořích.....	28
3.1.5 Kalibrace měřidel ve zdravotnických laboratořích	29
4 ZAVÁDĚNÍ PROJEKTU VE ZDRAVOTNICTVÍ.....	30
5 FINANCOVÁNÍ V OBLASTI ZDRAVOTNICTVÍ.....	32
5.1 FINANCOVÁNÍ ZDRAVOTNICTVÍ V ČESKÉ REPUBLICE	33
5.2 MANAŽERSKÉ ROZHODOVÁNÍ V OBLASTI NÁKLADŮ VE ZDRAVOTNICTVÍ.....	35
5.2.1 Oportunitní náklady	35
5.2.2 Kalkulační náklady.....	36
6 SHRUTÍ TEORETICKÉ ČÁSTI.....	37
II PRAKTICKÁ ČÁST.....	38

7	ANALÝZA SOUČASNÉHO SYSTÉMU	39
7.1	PŘEDSTAVENÍ LABORATOŘE	39
7.2	TEPLOTNÍ MĚŘIDLA NA OKM.....	41
7.2.1	Teplotní čidla na OKM.....	43
7.2.2	Digitální teploměry na OKM	44
7.2.3	Rtuťové teploměry na OKM	45
7.2.4	Kalibrace teplotních měřidel	46
7.2.5	Mezikalibrace teplotních měřidel.....	46
7.3	SOUČASNÝ PROCES PRAVIDELNÉ KONTROLY	47
7.3.1	Kontrola prováděna v pravidelných denních cyklech	49
7.3.2	Kontrola prováděna v pravidelných měsíčních cyklech.....	49
7.3.3	Dokumentace.....	52
7.4	SOUČASNÝ BĚŽNÝ PRACOVNÍ DEN METROLOGA LABORATOŘE	54
7.5	RIZIKA SPOJENÁ S AKTUÁLNÍM SYSTÉMEM.....	56
7.5.1	Doba přímého monitorování	56
7.5.2	Lidská chyba.....	57
7.5.3	Nedostatečné upozornění na teplotní odchylky.....	57
7.6	NÁKLADY NA SOUČASNÝ SYSTÉM	58
7.6.1	Pořizovací náklady	59
7.6.2	Provozní náklady	60
7.7	DALŠÍ LABORATOŘE PATŘÍCÍ K DANÉ NEMOCNICI	62
7.8	DOSTUPNÉ METROLOGICKÉ SYSTÉMY	62
8	PROJEKT ZAVEDENÍ NOVÉHO SYSTÉMU PRO MONITOROVÁNÍ TEPLOT	64
8.1	PŘEDSTAVENÍ PROJEKTU	64
8.1.1	Význam monitorování teplot v mikrobiologické laboratoři.....	66

8.2	NÁVRH SYSTÉMU	67
8.2.1	Návrh na nový systém firmy A	67
8.2.2	Návrh na nový systém firmy B	68
8.3	ANALÝZA NÁKLADŮ NA NOVÝ METROLOGICKÝ SYSTÉM.....	69
8.3.1	Požizovací cena nového metrologického systému firmy A.....	69
8.3.2	Poplatky za provoz nového metrologického systému firmy A	71
8.3.3	Požizovací cena nového metrologického systému firmy B.....	72
8.3.4	Poplatky za provoz nového metrologického systému firmy B	73
8.4	IMPLEMENTACE SYSTÉMU	73
8.4.1	Přípravná fáze.....	74
8.4.2	Nákup a instalace nového metrologického systému	80
8.4.3	Uvedení do provozu	80
8.5	ODPISY NOVÉHO METROLOGICKÉHO SYSTÉMU	83
8.5.1	Daňové odpisy.....	83
8.5.2	Účetní odpisy	84
8.6	PŘÍNOSY NOVÉHO METROLOGICKÉHO SYSTÉMU	86
8.6.1	Úspora pracovního času	86
8.6.2	Možnost rozšíření nového systému	87
8.6.3	Digitalizace archivu	88
8.7	RIZIKA ZAVEDENÍ NOVÉHO METROLOGICKÉHO SYSTÉMU.....	88
8.7.1	Technické problémy	88
8.7.2	Ztráta naměřených dat.....	88
8.7.3	Výpadek systému	89
8.7.4	Neochota personálu k provozním změnám	89
9	SHRNUTÍ PROJEKTU NA ZAVEDENÍ NOVÉHO METROLOGICKÉHO SYSTÉMU	90

ZÁVĚR.....	92
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	95
SEZNAM TABULEK.....	99
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	100

ÚVOD

Ve zdravotnictví dnešní doby je stále více kladen důraz na přesnost, rychlost a spolehlivost diagnostických procesů. V mikrobiologických laboratořích, kde se pracuje s citlivými biologickými vzorky, je jedním z důležitých pilířů pro zajištění kvality a bezpečnosti poskytovaných služeb zajištění správného prostředí pro uchovávání vzorků, reagensií a dalších používaných komponent pro vyšetření. Teplota, případně vlhkost, má vliv na výsledky analýz. Jejich sledování je tak důležité pro zachování vysokého standardu samotné laboratoře. Současné platné normy, především ČSN EN ISO 15189, kladou důraz na přesnost, sledovatelnost a provádění pravidelných kalibrací měřicích zařízení. Laboratoře jsou tak motivovány ke zkvalitnění svých metrologických procesů. To je umožněno zaváděním efektivních systémů, které umožňují správu měřidel, automatizovaný sběr a archivaci dat. V neposlední řadě i rychlou reakci na odchylky od nastavených parametrů.

Předkládaná diplomová práce se zaměřuje na konkrétní laboratoř mikrobiologie v nejmenované nemocnici. Laboratoř má mnohaletou historii, proto již má systém pro měření teplot zavedený. Nicméně, vzhledem k neustálým pokrokům v této oblasti je na místě jeho modernizace, digitalizace a zjednodušení nastavených procesů. V současné době je systém založen převážně na manuální evidenci a periodicky se opakujících kontrolách. Tímto splňuje požadavky na akreditovanou laboratoř, nicméně je celý tento systém časově a provozně poměrně náročný. V rámci práce jsou porovnány dvě konkrétní nabídky systémů, které zohledňují požadavky laboratoře z hlediska technického, provozního a finančního. Součástí práce je přehled používaných měřidel, jejich správy, sběru dat, popis současného procesu kalibrace a navazujících činností. Dále je věnován prostor plánování implementace nového systému, včetně představení rizik, které by mohl nový systém představovat. Výsledky této práce mohou sloužit nejen jako konkrétní návrh modernizace v dané laboratoři, ale i jako inspirace pro další zdravotnická zařízení, která čelí obdobným výzvám v oblasti metrologie.

CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE

Cílem této diplomové práce je navržení projektu nového metrologického systému k měření teplot pro konkrétní nejmenovanou nemocniční laboratoř. Mezi cíle práce se dále řadí identifikace přínosů nového metrologického systému a analýza rizik, která spolu s jeho zavedením mohou nastat. Současně s tím si klade za cíl analyzovat současný systém a vytvořit přehled o jeho fungování. Následně vytváří návrh zavedení řešení, které zajistí efektivní a spolehlivé sledování teplotních podmínek důležitých pro uchovávání vzorků a reagensů. Důraz je kladen na zjištění souladu s požadavky akreditace dle normy ČSN EN ISO 15189, stejně jako na praktickou proveditelnost a uživatelskou přívětivost systému.

Metodika práce je založena na kombinaci analýzy, komparace a vytvoření návrhu řešení. V úvodní fázi praktické části je provedena podrobná analýza aktuálního stavu laboratoře se zaměřením na způsob měření teploty, kalibraci měřících přístrojů a vedení dokumentace. Data jsou sesbírána přímo z laboratoře mikrobiologie, pro kterou je nový systém navrhován. Při návrhu řešení byla částečně zohledněna i inspirace z jiných zdravotnických laboratoří, které již moderní systémy pro monitoring teploty využívají. Dále je na základě doporučení vybrána firma A. Na základě dlouhodobé spolupráce s laboratoří je oslovena i firma B. Informace o jednotlivých systémech dodali zástupci těchto firem, kteří byli kontaktováni e-mailem a poskytli cenovou nabídku, která je použita v této práci. Následně je vytvořena analýza nákladů. Na základě získaných údajů je vytvořena rozhodovací matice, pomocí které je vybrán jeden systém. Po výběru dodavatele systému je provedena analýza prostředí laboratoře a jsou vybrána klíčová místa pro měření. Zároveň jsou představeny rizika, která se pojí s nově zavedeným metrologickým systémem.

Hlavním výstupem je návrh konkrétního metrologického systému, který bude schopen pokrýt všechny klíčové oblasti laboratoře a umožní jejich nepřetržité sledování, automatizovaný záznam naměřených hodnot, odesílání upozornění na případné odchylky a archivaci dat v digitální podobě. Důraz je kladen jak na zjištění souladu s požadavky akreditace dle normy ČSN EN ISO 15189, tak na praktickou proveditelnost a uživatelskou přívětivost systému.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 METROLOGIE

Metrologie je věda o měření fyzikálních, chemických a mechanických vlastností, jako je délka, síla, hmotnost, napětí, teplota či vlhkost. Metrologie zahrnuje také implementaci naměřených veličit do praxe. Jejím cílem je výběr správného měřicího přístroje, nastavení správných měřicích standardů, minimalizace nákladů na měření, standardizace měřicích procesů a zachování přesnosti při opakovatelném měření (Mekid, 2022).

Celosvětově bylo nutné vytvořit systém měření společný napříč zeměmi. Proto existuje Mezinárodní systém jednotek známý jako SI. Tím se snížila možnost chyb a neshod, které by byly způsobeny špatnou interpretací naměřených veličin. Tento systém rozděluje jednotky na základní neboli primární a odvozené (Mekid, 2022). Soustava SI obsahuje 7 základních jednotek – délka, hmotnost, čas, intenzita elektrického proudu, teplota, intenzita osvětlení a látkové množství. Ostatní fyzikální veličiny se řadí mezi tzv. odvozené (Militký et al, 2015).

Metrologie se dělí do tří kategorií:

1. Vědecká metrologie – metrologie na nejvyšší úrovni. Zabývá se vývojem nových metod měření, zaváděním měrných standardů a zaváděním norem.
2. Legální metrologie – metrologie zabývající se například registrací subjektů, které jsou oprávněny k montáži stanovených měřidel. Dále se legální metrologie zabývá schvalováním typů měřidel, certifikací, zajištěním mezilaboratorního porovnání apod.
3. Průmyslová metrologie – známá také jako aplikovaná metrologie. Toto odvětví se zabývá využitím metrologie v praxi, kalibrací měřicích přístrojů a jejich vhodnou aplikací v běžném provozu.

Jedním ze základních metrologických pojmů je tzv. akreditace. Akreditace je oficiální uznání, které opravňuje laboratoře, ať už to jsou kalibrační laboratoře, nemocniční laboratoře či zkušební laboratoře apod., k výkonu daných testů. Je-li laboratoř akreditovaná, musí splňovat požadavky norem. Můžeme si zde uvést normy národní, jako například Česká státní norma (ČSN), Deutsche Industrie Normen (DIN), British Standard (BS). Dále existují mezinárodní normy, jako například International Standard Organization (ISO) (Militký et al,

2015). Odtud vyplývá vysvětlení zkratk v názvu normy, který bude použitý v dalších částech této diplomové práce – ČSN EN ISO.

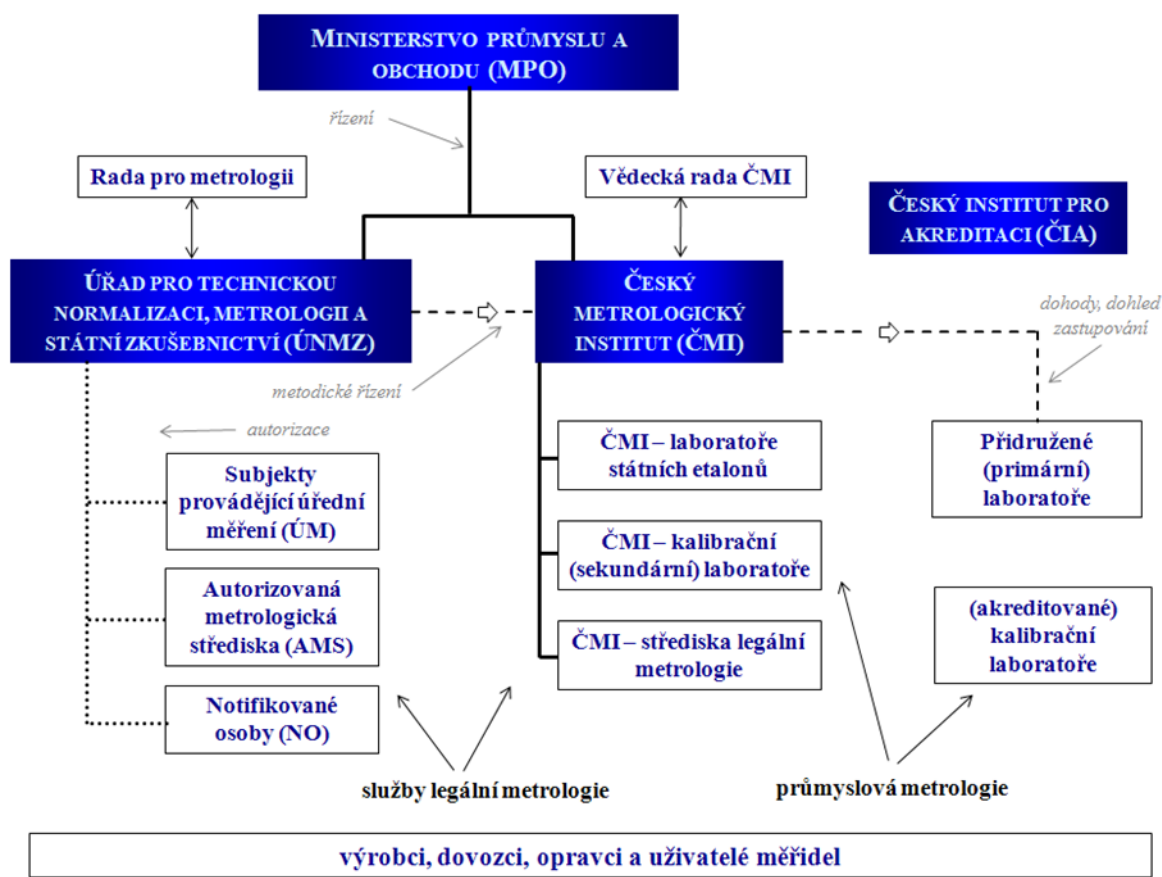
1.1 Historie metrologie

Metrologie nabyla význam již kolem roku 2900 př. n. l. Z tohoto roku máme první záznam o vytvoření standardu, který sloužil k měření délky. Jako měrná jednotka byl vzat loket egyptského faraona, jehož délka a šířka byly vytesány do černé žuly a následně se používaly jako měrná jednotka při výstavbě egyptských pyramid. Dalším příkladem měrné jednotky délky je loket nalezen v pozůstatcích starověké Mezopotámie. Za zmínku stojí i systém, který zavedl Qin Shi Huang, vládce známý postavením Velké čínské zdi. Kolem roku 220 př. n. l. zavedl jednotný systém vah a mír pro celou svou říši. Takovýto systému bylo historicky zavedeno nespočet (Kellermann, 2019).

Dnešní metrologie má své kořeny ve Velké francouzské revoluci. V roce 1791 byl zaveden metr jako měrná jednotka délky. V roce 1875 se v Paříži konala diplomatická konference, na které byla podepsána mezinárodní smlouva nazývajících se Metrická úmluva. Tím byl položen základní kámen pro vznik mezinárodního metrického systému. V roce 1960 byla vytvořena Mezinárodní soustava jednotek, dnes známá jako soustava SI (Kellermann, 2019).

1.2 Národní metrologický systém v České republice

Národní metrologický systém (NMS) v České republice zajišťuje jednotnost a přesnost měření prostřednictvím právních, technických a správních opatření. Tento systém dělí metrologii na vědeckou, legální a průmyslovou, jak už bylo popsáno v kapitole 1, čímž pokrývá jak výzkum, vývoj, tak i praktické využívání měřidel. Základními prvky NMS jsou spotřebitelé a veřejnost. Dále podnikatelské subjekty, které zahrnují výrobce měřidel. Významnou skupinou jsou i právní subjekty, které se podílejí na tvorbě legislativy v oblasti metrologie. Důležitou součástí je i systém vzdělávání a akreditace. Ústředním orgánem pro metrologii je Ministerstvo průmyslu a obchodu (MPO). MPO je zodpovědné za řízení Úřadu pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví (ÚNMZ) a Českého metrologického institutu (ČMI), fungujícího jako národní metrologický institut (Obr. 1) (ÚNMZ, 2009).



Obrázek 1 Schéma Národního metrologického systému v České republice

(Zdroj: ÚNMZ. 2009)

1.2.1 Český metrologický institut

Český metrologický institut (ČMI) byl zřízen 1. 1. 1993. Jeho předchůdcem byl Československý metrologický institut. Jedná se o příspěvkovou organizaci, jejímž zřizovatelem je Ministerstvo průmyslu a obchodu. ČMI provádí metrologický výzkum, uchovává státní etalony, pomocí kterých se zajišťuje tzv. návaznost. Zajišťuje certifikaci referenčních materiálů, vydává osvědčení a certifikáty týkající se metrologie. Dále zajišťuje kalibrační služby, provádí kontrolu obalů, které se využívají jako odměrné obaly pro hotové balené zboží, účastní se mezinárodní spolupráce ve vědecké oblasti. Zpracovává metrologické předpisy a mnoho dalších činností (Česká republika, 2021).

ČMI se řídí zákonem č. 505/1990 Sb. o metrologii, ve znění pozdějších předpisů. Tento zákon obsahuje 29 paragrafů, v nichž uvádí mimo jiné popis, za kterým byl zákon vytvořen. Definuje základní měrné jednotky. Definuje měřidla, které rozděljuje na etalony, pracovní

měřidla stanovená, pracovní měřidla nestanovená a certifikované referenční materiály a ostatní referenční materiály. Dále stanovuje návaznost měřidel (Obr. 2) (Česká republika, 1990).



Obrázek 2 Metrologická návaznost

(Zdroj: vlastní)

V neposlední řadě stanovuje schvalování měřidel, postup ověřování a kalibrace, postup uvádění měřidel do oběhu, úkoly a oprávnění zaměstnanců ČMI, úhrady za přestupky v rámci metrologie apod (Česká republika, 1990).

1.3 Digitalizace v metrologii

Národní fyzikální laboratoř (NPL) a Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB), dva vlivné národní metrologické instituty, se shodují na důležitosti analýzy dat a vývoje důvěryhodné digitální infrastruktury pro sledovatelnost měření. PTB se zaměřuje na zefektivnění infrastruktury prostřednictvím projektů jako je metrologický cloud. Jejich výzkum zahrnuje digitalizaci stávajících metrologických služeb a vytváření digitálního „workflow“ s cílem usnadnit metrologické procesy. PTB usiluje např. o vývoj digitálních kalibračních certifikátů. NPL se zaměřuje na zlepšení kvality dat a jejich analýzy, přičemž vytváří standardy pro použití dat ve vědeckých studiích. Budoucnost digitální metrologie vyžaduje spolupráci a sdílení znalostí mezi národními metrologickými instituty. Další významnou složkou je Federální institut pro metrologii (METAS). METAS se v oblasti digitalizace metrologie zaměřuje na vývoj nových technologií a služeb. Jejich strategie zahrnuje tři hlavní pilíře:

- Inovativní měřicí systémy
- Digitální metrologické služby

- Dynamický rámec pro výzkum a vývoj

METAS identifikuje jako klíčové oblasti integritu a dostupnost dat, digitalizaci kalibračních certifikátů a aplikaci umělé inteligence pro zlepšení spolehlivosti měřících systémů (Grasso Toro et al., 2021).

Oblast digitální metrologie je na vzestupu i v České republice. Laboratoře pracují na vývoji softwarových nástrojů pro automatizovanou správu kalibrací a evidencí měřících přístrojů. Například využití digitálních kalibračních certifikátů, které umožňují snazší dohledatelnost údajů v rámci auditů (Grasso Toro et al., 2021).

2 METROLOGIE V ČESKÉ REPUBLICE

V České republice se metrologii věnuje systém propojených institucí a odborníků, kteří zajišťují správnost, přesnost a důvěryhodnost měření v souladu s mezinárodními standardy. Role metrologa se neomezuje pouze na provádění měření, ale zahrnuje i zodpovědnost za kalibraci přístrojů, certifikaci a zajištění dokumentace, která je v souladu s právními předpisy a normami, kterými se metrologie v České republice řídí. Metrolog se vyskytuje napříč mnoha odvětvími, od průmyslových firem, přes potravinářský průmysl až po zdravotnictví, farmacii, vědu a výzkum (Certifikační schéma pro funkci: METROLOG SPECIALISTA A ZKUŠEBNÍ TECHNIK, b.r.).

2.1 Vzdělávání metrologů v České republice

Vzdělávání metrologů v České republice nemá striktní pravidla. Přesto existují určité kvalifikační požadavky, které musí metrolog v jakékoliv organizaci splňovat. Základem je vzdělání na úrovni střední školy s maturitou, případně jakékoliv vyšší. K tomu je potřeba absolvovat kurz pro metrology. Tyto kurzy jsou buďto prezenční nebo on-line. Na jejich konci dostane zúčastněný certifikát (Česká metrologická společnosti, z.s., b. r.).

Certifikace metrologů se liší v jednotlivých organizacích v hloubce výuky, přístupu a v zaměření kurzů. Česká metrologická společnost (ČMS) zajišťuje certifikaci na několika stupních. Každý stupeň má jiné požadavky na vzdělání a praxi. Například pro III. stupeň je požadováno alespoň základní vzdělání + praxe v oboru alespoň tři roky, případně praxe jeden rok, pokud má dotýčný pracovník vzdělání s výučním listem. Tato úroveň je zaměřena pro řadové pracovníky. Nejvyšší úroveň kvalifikace metrologa vyžaduje ukončené vysokoškolské vzdělání technického nebo přírodovědného zaměření a minimálně tři roky odborné praxe v oboru. Alternativně je požadováno ukončení vyšší odborné školy s pěti lety praxe, nebo úplné střední vzdělání s maturitou doplněné osmi lety praxe. Tato kvalifikační úroveň je požadovaná například pro vedoucí pracovníky ve státních metrologických střediscích, kalibračních střediscích, dále například pro vývojové pracovníky v oblasti měření (Česká metrologická společnosti, z.s., b. r.).

Dalšími možnostmi, kde je možné získat certifikát k vykonávání činnosti metrologa je například organizace Systémy jakosti s.r.o., Ideal Mělník a.s., Unimetra, Centrum metrologie a služeb apod. Na rozdíl od ČMS nabízejí tyto instituce kurzy s konkrétním

zaměřením na určitou oblast. Tyto kurzy jsou kratší. Jsou více zaměřené například na praktické využití měřidel, na systém managementu kvality apod.

2.2 Metrologické laboratoře v České republice

Metrologické laboratoře v České republice hrají klíčovou roli v zajištění přesnosti a spolehlivosti měření v různých oblastech, včetně zdravotnictví, průmyslu a výzkumu. Jejich úkolem je kalibrace a ověřování měřidel, provádění odborných expertíz a vývoj nových metrologických metod. Hlavním garantem metrologie v České republice je ČMI, který odpovídá za realizaci etalonů a zajištění návaznosti měření na mezinárodní metrologický systém. Vedle ČMI existují také akreditované kalibrační laboratoře, které působí v rámci metrologické infrastruktury a poskytují služby v oblasti kalibrace a ověřování měřidel v souladu s předepsanými normami. Tyto laboratoře se specializují na různé oblasti, jako je teplota tlak, hmotnost, elektřina nebo objem (Český metrologický institut, 2021).

Zdravotnické laboratoře v České republice využívají služeb těchto metrologických institucí, zejména při kalibraci teplotních senzorů, laboratorních vah, pH-metrů apod. Vzhledem k přísným regulačním požadavkům na kvalitu měření je metrologie ve zdravotnictví zásadním prvkem (Český metrologický institut, 2021).

Je předpokladem, že význam metrologických laboratoří v České republice bude nadále růst. Jedním z důvodů jsou technologické změny, dále rostoucí požadavky na přesnost a spolehlivost měření v různých odvětvích. Spolupráce s mezinárodními organizacemi a zapojování se do evropských metrologických programů pomáhá zajistit, že bude Česká republika držet krok s nejnovějšími trendy v oblasti metrologie (Český metrologický institut, 2021).

3 METROLOGIE VE ZDRAVOTNICKÝCH ZAŘÍZENÍCH

V průběhu let se metrologie začlenila do zdravotnického systému a stala se jeho nezbytnou součástí. Správná laboratorní diagnostika vyžaduje, aby byl zajištěn spolehlivý výsledek analytické fáze vyšetření (Milinković et al., 2023). K dosažení této spolehlivosti se využívají různé metrologické postupy, mezi které patří například kalibrace měřidel, validace laboratorních metod či externí hodnocení kvality (EHK) (Friedecký et al, 2019).

Díky cyklicky se opakující kalibraci přístrojů se můžeme spolehnout na to, že nám analyzátory poskytnou správný výsledek. Mimo to existují interní kontroly, které nám dávají ještě větší jistotu. Díky těmto kontrolám lze stanovit také tzv. nejistotu měření (Milinković et al., 2023). Cílem je nejen kontrolovat přesnost přístrojů, ale i odhalit potencionální rizika a zvýšit kvalitu služeb ve zdravotnictví (Sezdi, 2019). Z těchto důvodů je bez pochyb důležité, aby laboratoře správně určovaly nejistotu měření a volily vhodný přístup ke zlepšování metrologické přesnosti a dohledatelnosti svých výsledků. V praxi to znamená nejen aplikaci správné metodiky pro výpočet nejistoty, ale také pravidelnou účast v programech EHK a používání vhodných referenčních materiálů a kalibračních standardů (Friedecký et al, 2019).

3.1 Metrologický systém v laboratorní praxi

Ve zdravotnických laboratořích je nutné pravidelně kontrolovat a kalibrovat široké spektrum přístrojů, aby bylo zajištěno spolehlivé měření. Tuto povinnost ustanovuje vyhláška č. 345/2002 Sb. – Vyhláška Ministerstva průmyslu a obchodu, kterou se stanoví měřidla k povinnému ověřování. Každé zařízení podléhá normám a standardům, které určují frekvenci kontrol i přesnost měření. Mezi důležité přístroje patří automatické analyzátory, které se používají téměř v každé laboratorní praxi, jako je například laboratoř biochemie, hematologie, mikrobiologie apod. Tyto přístroje vyžadují pravidelnou kalibraci a kontrolu kvality, aby se minimalizovala odchylka výsledků a zajistila správná interpretace laboratorních výsledků (Vyhláška č. 345/2002 Sb. Ministerstva průmyslu a obchodu, kterou se stanoví měřidla k povinnému ověřování a měřidla podléhající schválení typu, 2002.).

Mezi další klíčová zařízení, využívající se v laboratorní praxi, jsou přístroje k tzv. polymerase chain reaction (PCR). PCR termocyklery je nutné ověřovat z hlediska přesnosti teplotního profilu a správné funkce senzorů. Sebemenší nesrovnalost v teplotním cyklu může vést k chybným výsledkům analýz, jelikož v PCR metodách je právě teplota

reakce klíčová pro správný průběh. Součástí každé laboratoře jsou centrifugy, které zajišťují správnou separaci vzorků a také podléhají pravidelné validaci (Vyhláška č. 345/2002 Sb. Ministerstva průmyslu a obchodu, kterou se stanoví měřidla k povinnému ověřování a měřidla podléhající schválení typu, 2002.).

Další nezbytnou skupinou laboratorních přístrojů jsou inkubátory a chladicí systémy, které uchovávají vzorky a reagenty při přesně stanovených teplotách. Pro přesné dávkování kapalných vzorků a reagentů se používají pipety, jejichž odchylky mohou způsobit chybné koncentrace vzorků a s tím spojených výsledků analýz. U některých typů analýz se reaktivita v minimálním ředění uzavírá jako negativita vzorku, proto je na kalibraci pipet kladen důraz. Hustometry, spektrofotometry a pH metry jsou příkladem dalších laboratorních zařízení, které podléhají pravidelné kontrole (Vyhláška č. 345/2002 Sb. Ministerstva průmyslu a obchodu, kterou se stanoví měřidla k povinnému ověřování a měřidla podléhající schválení typu, 2002.).

V neposlední řadě je nutné monitorovat senzory a měřicí systémy, které sledují okolní podmínky, jako je vlhkost a teplota v laboratoři. (Vyhláška č. 345/2002 Sb. Ministerstva průmyslu a obchodu, kterou se stanoví měřidla k povinnému ověřování a měřidla podléhající schválení typu, 2002). Moderní laboratoře čím dál častěji využívají digitální monitorovací systémy, které umožňují nepřetržité sledování klíčových parametrů a automatické upozornění na případné odchylky.

3.1.1 Validace metod ve zdravotnických laboratořích

Validace ve zdravotnických laboratořích je proces, který zajišťuje spolehlivost analytických metod a přesnost výsledků. Jedná se o systematické potvrzení prostřednictvím objektivních důkazů, že daný měřicí postup nebo analytická metoda je vhodná pro zamýšlené použití. Validace se provádí zejména u nestandardních metod, metod vyvinutých laboratoří (tzv. in-house) nebo u metod, které byly významně upraveny (Plzák et al, 2021).

Ve zdravotnických laboratořích se běžně používají metody, které již prošly validací u výrobce, ale laboratoř musí ověřit, zda jsou schopny poskytovat výsledky odpovídající deklarovaným parametrům. Tomuto procesu se říká verifikace a je méně náročná než validace. Validace zahrnuje hodnocení výkonnostních charakteristik metody, jako je preciznost, správnost, mez stanovitelnosti a nejistota měření. Je důležitá pro zajištění kvality dat, která ovlivňují diagnostická a terapeutická rozhodnutí. V rámci validace musí laboratoř

sestavit validační plán, který specifikuje měřenou veličinu, kritéria pro přijetí metody, experimentální postupy a odpovědné pracovníky. K validaci metod se využívají standardizované postupy, referenční materiály a mezilaboratorní studie. Před zavedením nové metody do rutinní praxe je nezbytné provést experimentální testování na vzorcích a vyhodnotit výsledky. Výsledky validace se dokumentují ve validační zprávě, která slouží jako důkaz odborné způsobilosti laboratoře. Akreditované laboratoře musí dodržovat požadavky normy ČSN EN ISO 15189, která stanovuje zásady validace a verifikace analytických metod. Důležitým aspektem validace je také průběžná kontrola kvality, která zahrnuje vnitřní a externí hodnocení (Plzák et al, 2021).

Kromě laboratorní validace existuje také validace výrobcem, která se řídí regulačními požadavky, jako je směrnice IVD 98/79 EC nebo pokyny Úřadu pro kontrolu potravin a léků (FDA). Přestože laboratorní validace pracuje s obdobnými principy jako kalibrace, jedná se o odlišné procesy. Validace v mikrobiologických laboratořích přispívá ke spolehlivosti laboratorních výsledků, minimalizace chyb a ochraně zdraví pacientů (Plzák et al, 2021).

3.1.2 Nejistota měření

Nejistota měření je pojem, který je definován jako parametr charakterizující rozptyl hodnot měřené veličiny. Popisuje určitý interval, ve kterém se s jistotou nachází skutečná hodnota veličiny. Ve zdravotnických laboratořích zvyšuje stanovení nejistoty měření důvěru ve validitu výsledků měření (Braga et al, 2020).

Pro odhad nejistoty měření byly historicky navrženy dva hlavní přístupy. První z nich, tzv. přístup „zdola nahoru“, vychází z podrobného rozboru měření a kvantifikace jednotlivých zdrojů nejistoty, které se následně kombinují pomocí statistických metod. Tento postup je pro běžné zdravotnické laboratoře považován za složitý a obtížně aplikovatelný. Druhý postup, tzv. „shora dolů“ využívá data z interních kontrol a komerčně dostupných kalibrátorů, což jej činí praktičtější pro použití v běžném provozu zdravotnické laboratoře (Braga et al, 2020).

Nejistota měření může plynout z řady nestabilních podmínek. Každé měření, ať už v laboratoři nebo mimo ni, je zatíženo řadou tzv. šumů, neboli měnících se podmínek prostředí. Tyto šumy jsou označovány taky jako tzv. *bias*, někdy i prostým slovem *chyba* (Militký et al, 2015). Slovo *chyba* ovšem může být poněkud zavádějící, nejedná se totiž o chybu samotného pracovníka či chybu měřicího přístroje, jedná se o málo ovlivnitelné

podmínky prostředí v běžném provozu laboratoří. Správné stanovení přípustných limitů pro nejistotu měření je zásadní pro interpretaci výsledků. Požadavek na stanovení nejistoty měření je zakotven v normě ČSN EN ISO 15189 (Braga et al, 2020). Norma zavádí povinnost, že zdravotnické laboratoře musí dokumentovat nejistotu měření pro všechny relevantní metody. Nicméně norma nespecifikuje výpočet nejistoty, což může vést k rozdílu ve výpočtech mezi jednotlivými laboratořemi (Friedecký et al, 2019).

Typickým příkladem nejistoty měření, se kterým se můžeme setkat v laboratorní praxi, je uvedení teploty v inkubátoru pro Petriho misky, na kterých se kultivují mikrobiální agens. V protokolech je uváděna teplota $36\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$. Právě ony $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ představují interval, ve kterém se může nacházet měřená teplota (Militký et al, 2015).

3.1.3 Externí hodnocení kvality ve zdravotnických laboratořích

Nedílnou součástí systému řízení kvality ve zdravotnických laboratořích je účast v programu EHK. Slouží nejen jako povinný nástroj pro kontrolu laboratorních měření, ale také jako prostředek pro zlepšení analytické efektivity laboratorních testů. EHK umožňuje laboratořím objektivně posoudit jejich výkonnost v porovnání s jinými laboratořemi a identifikovat možné odchylky a chyby v měření. Jedním z důležitých cílů moderního přístupu k EHK je sladění laboratorních výsledků a snížení rizika nesprávné interpretace laboratorních dat. Jedním z hlavních cílů moderních programů EHK je přeměna hodnocení kvality z pouhého porovnání laboratoří na efektivní nástroj pro zlepšování diagnostických a monitorovacích procesů. Tento posun znamená větší důraz na vzdělávání laboratorního personálu, rozvoj analytických metod a zajištění metrologické návaznosti (Friedecký et al, 2021).

Budoucnost externího hodnocení kvality ve zdravotnických laboratořích spočívá v dalším rozvoji programů, ve zvyšování přesnosti měření a v aplikaci nových metod hodnocení výkonnosti laboratoří. Klíčovým úkolem zůstává zajistit, aby výsledky laboratorních testů byly co nejpřesnější a nejspolehlivější, čímž selepší diagnostická rozhodnutí a péče o pacienty (Friedecký et al, 2021).

3.1.4 Interní hodnocení kvality ve zdravotnických laboratořích

Interní, také nazývaná jako vnitřní, kontrola kvality (IKK) je nástrojem řízení kvality ve zdravotnických laboratořích. Tento systém umožňuje detekovat a minimalizovat analytické

chyby, které by mohly ovlivnit diagnostické a terapeutické rozhodování lékařů. IKK zahrnuje měření kontrolních vzorků, porovnávání s očekávanými hodnotami a vyhodnocení výsledků (Šprongl et al, 2022).

Systém IKK musí být jednoduchý, přehledný, ekonomický a v souladu s normami, zejména normou ČSN EN ISO 15189. Důležitou součástí je volba kontrolních materiálů, které by měly odpovídat povaze měřených vzorků. Příkladem takovýchto přípravků jsou komerčně dodávané Virotroly, které zdravotnická laboratoř nejmenované nemocnice využívá. Frekvence měření se liší podle typu analýz. Interval může být nastaven například jednou denně, ale i například jednou měsíčně. Výsledky IKK slouží nejen ke kontrole kvality, ale také k validaci analytických metod a k odhadu nejistoty měření (Šprongl et al, 2022).

3.1.5 Kalibrace měřidel ve zdravotnických laboratořích

Každá zdravotnická laboratoř je povinna provádět řádnou kalibraci používaných měřidel, ať už to jsou měřidla teplotní, vlhkostní, měřidla objemu kapalin, tlaková apod. Měřicí zařízení musí být pravidelně kontrolováno a kalibrováno, aby bylo zajištěno, že poskytuje výsledky odpovídající skutečným hodnotám. Kalibrace měřidel je součástí systému řízení kvality nejmenované nemocnice.

V oblasti metrologie zdravotnických laboratoří jsou časové intervaly kalibrace a požadavky na přesnost měřidel stanoveny normami, jako je ČSN EN ISO 15189 a příslušnými legislativními předpisy, například vyhláškou 345/2002 Sb. Tato pravidla určují, která měřidla musí být pravidelně ověřována nebo kalibrována a jak často se tyto činnosti provádějí. U nestanovených měřidel, která nepodléhají regulaci, je odpovědnost za stanovení intervalů kalibrace na uživateli (Urban, 2017). Toto je případ teplotních měřidel používaných ve zdravotnické laboratoři nejmenované nemocnice, na které je zaměřena tato práce.

Význam kalibrace spočívá v minimalizaci nejistoty měření a zajištění kvality laboratorních výsledků. Kalibrace měřidel v pravidelných intervalech přispívá k eliminaci systematických chyb a zvyšuje spolehlivost laboratorních analýz. Výsledky opakovaných kalibrací mohou rovněž sloužit jako podklad pro stanovení optimálních intervalů kalibrací a hodnocení dlouhodobé stability měřících přístrojů (Urban, 2017).

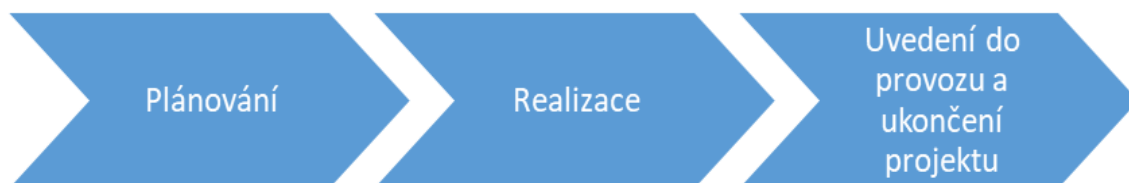
4 ZAVÁDĚNÍ PROJEKTU VE ZDRAVOTNICTVÍ

Projektové řízení ve zdravotnictví je klíčovým nástrojem při zavádění nových technologií, systémů a procesů. V případě této práce se jedná o nahrazení stávajícího systému systémem novým, moderním. Aby bylo možné zajistit úspěšnou realizaci takového projektu, je důležité naplánovat technické, organizační i lidské faktory vstupující do tohoto projektu. Řízení projektů umožňuje strukturované plánování, efektivní koordinaci, řízení zdrojů i jasné rozdělení odpovědností. Úspěšná implementace nového systému nezávisí pouze na použití správných nástrojů a metod, ale také na vytvoření podpůrného prostředí. Všichni zúčastnění by měli být správně motivováni, měli by mít dostatek informací a důvěru v nově prováděné změny. Nedílnou součástí je srozumitelné nastavení systému, komunikace, identifikace možných rizik při implementaci. Identifikace rizik po implementaci, definování reálných cílů a respektování zavedené struktury organizace. Ve zdravotnictví je struktura, ať už oddělení, laboratoří či jiných pracovišť, ve většině případů předem dána a mnoha lety praxe odzkoušena. Proto často vyžaduje implementace nových systémů specifický přístup, který nenaruší mnoho zaběhlých zvyků a neohrozí provoz jakékoliv části nemocničního zařízení. Pro hladký průběh implementace je důležité včas reagovat na případné problémy, řídit očekávání zúčastněných stran a průběžně vyhodnocovat postup projektu. Projektové řízení tak představuje základní nástroj pro systematické a efektivní zavedení inovací ve zdravotnických zařízeních (Kerzner, 2017).

Doležal et al ve své publikaci uvádí, že k plánování nového projektu a jeho následnému řízení mohou být využity dva přístupy. Jeden přístup prediktivní a druhý agilní. Prediktivní způsob se hodí k projektům, které mají jasně daný cíl. V tomto případě by měl tvůrce projektu vědět, jak bude výsledek vypadat. To je například případ této diplomové práce. Naproti tomu aligní přístup se hodí spíše v případech, kdy očekáváme, že v projektu bude docházet k velkým změnám v průběhu tvorby, případně, pokud nejde odhadnout náklady nebo dobu trvání tvorby a implementace (Doležal et al. 2023).

V publikaci Project Management Case Studies můžeme najít, že se projektový cyklus popisuje jako sled klíčových fází – plánování, realizace, kontrola a uzavření projektu. Podle této publikace je jedním z nejdůležitějších bodů celého projektového řízení fáze plánování (Kerzner, 2017). A především na plánování zavedení nového metrologického systému v nemocniční laboratoři se zaměřuje tato diplomová práce. Doležal ve své publikaci Projektový management dělí plánování a řízení projektu do tří fází – plánování = příprava,

realizace a ukončení projektu. (Doležal et al. 2023). Ačkoli to vypadá, že jsou tyto dvě publikace odlišné v počtu fází, není tomu tak úplně. V druhé zmíněné publikaci je krok kontroly sjednocen s bodem realizace. Jednoduše lze tedy shrnout kroky prováděné při zavádění nového metrologického systému (Obr. 3). Všechny tyto kroky budou následně použity v praktické části této práce.



Obrázek 3 Kroky prováděné při zavedení nového metrologického systému v nemocniční laboratoři

(Zdroj: vlastní)

5 FINANCOVÁNÍ V OBLASTI ZDRAVOTNICTVÍ

Financování zdravotnictví je důležitým faktorem pro udržení a rozvoj kvalitní zdravotní péče, zejména v oblasti laboratorní diagnostiky. Investice do zdravotnické infrastruktury, vybavení a inovací přispívají nejen ke zlepšení zdravotní péče, ale i k celkovému hospodářskému rozvoji a snižování nerovnosti mezi jednotlivými regiony. Moderní zdravotní laboratoře jsou závislé na přesných měřicích přístrojích a spolehlivých diagnostických metodách, které umožňují rychlou a správnou interpretaci laboratorních výsledků. Zajištění financování těchto projektů tak není pouze technickou otázkou, ale i strategickým krokem vedoucím ke zlepšení efektivity a bezpečnosti zdravotní péče. Se stále novými výzvami, které představuje například stárnutí populace, rostoucí náklady na zdravotní péči a nutnost modernizace zdravotnického sektoru, je nezbytné hledat nové zdroje financování pro zdravotnické projekty (European Commission – Program činnosti Unie v oblasti zdraví na období 2021–2027 – vize pro zdravější Evropskou unii, [2021]).

Jednou z priorit financování je modernizace zdravotnických zařízení, implementace technologických inovací a digitalizace zdravotních systémů. To zahrnuje nejen zavádění nových přístrojů a laboratorních metod, ale i zajištění metrologické přesnosti měření v laboratořích. V rámci těchto iniciativ je nutné alokovat finanční prostředky na kalibraci a validaci laboratorních přístrojů, implementaci softwarových řešení a školení zdravotnického personálu. Dlouhodobá podpora přichází ze strany Evropské unie (EU). EU podporuje rozvoj zdravotnického sektoru prostřednictvím fondů a specializovaných programů (European Commission – Horizon 2020 Work Programme from 2018 to 2020, 2017).

Příklady zdrojů financování zdravotnických projektů v EU:

- **Program Horizont 2020** – hlavním cílem tohoto programu bylo podpořit vývoj nových lékařských technologií a usnadnit jejich přechod z výzkumné fáze do klinické praxe. Program také financoval projekty v oblasti digitalizace zdravotnictví, telemedicíny, ehealth. Tento program poskytnul miliardy eur na zdravotnické projekty po celé EU. Byl předchůdcem nynějšího programu Horizont Evropa (European Commission – Horizon 2020 Work Programme from 2018 to 2020, 2017).
- **Program Horizont Evropa** – program navazující na úspěchy programu Horizont 2020. Program Horizont Evropa je vytvořen na období 2021–2027.

Disponuje rozpočtem 95,5 miliardy eur. Jeho hlavním cílem je financování výzkumu, vývoje a inovací s důrazem na řešení globálních výzev. Dále podporu vědy a zvýšení konkurenceschopnosti evropského průmyslu. Program je rozdělen do tří hlavních pilířů, které pokrývají oblasti vědy, globálních výzev a inovativní Evropy. Program očekává zapojení širokého spektra účastníků a podporu méně rozvinutých členských států EU (Technologické centrum Praha, b.r.).

- **Evropský fond pro regionální rozvoj (ERDF)** – podpora infrastruktury, modernizace zdravotnických zařízení, digitalizace zdravotnických systémů a zajištění rovného přístupu k péči (European Commission – Health, b.r.).
- **Evropský sociální fond (ESF+)** – financování školení zdravotnického personálu, zlepšení pracovních podmínek a rozvoj zdravotnických služeb (European Commission – Health, b.r.).
- **EU4Health** – financování prevence nemocí, zdravotnických krizových rezerv a inovací v oblasti digitalizace zdravotní péče. V rámci tohoto programu je na období 2021–2027 vyčleněno 4,4 miliardy eur. Program se zaměřuje na vývoj nových léčebných metod a podporu digitální transformace zdravotnictví. Zvláště klade důraz na rozvoj telemedicíny, e-health systémů a dostupnosti zdravotnického personálu (European Commission – Program činnosti Unie v oblasti zdraví na období 2021–2027 – vize pro zdravější Evropskou unii, [2021]).

5.1 Financování zdravotnictví v České republice

Financování zdravotní péče je jedním z klíčových faktorů ovlivňující dostupnost a kvalitu poskytované péče. Základním principem v České republice je princip solidarity. Tento princip umožňuje rovný přístup k péči bez ohledu na příjmovou situaci pacienta. V dnešní době rozlišujeme dvě hlavní formy, a to solidaritu ohledně příjmů a zdravotního stavu. V rámci první formy hradí lidé zdravotní péči bez přímé vazby mezi výši příspěvků a spotřebovanou péčí. Druhá forma pak garantuje, že výše odvodů nezávisí na zdravotním stavu pacienta a omezuje selektivní přístup pojištěn k rizikovým klientům (Mertl. 2022).

Až dvě třetiny výdajů na zdravotnictví je v České republice financováno z rozpočtů zdravotních pojišťoven. Každý občan s trvalým pobytem na území České republiky je

povinen platit zdravotní pojištění. Za tzv. státní pojištěnce platí zdravotní pojištění stát. Díky tomu může být uplatňovaný již zmíněný princip solidarity (Caithamlová, 2021).

Financování Českého zdravotnického systému prošlo od roku 1989 výraznou transformací. Z původního modelu státního zdravotnictví, kde nebylo možné využívat soukromé finanční prostředky, se postupně vyvinul pluralitní model veřejného zdravotního pojištění. Tento systém umožňuje, mimo jiné, poskytování nadstandardní zdravotní péče hrazené pacientem. Tento vývoj je reakcí nejen na změny společenských podmínek, ale také na potřebu modernizace a změnu ekonomických podmínek ve zdravotnictví. Po roce 2011 se do diskuzí ohledně financování zdravotnického systému promítla otázka zavedení kombinovaného modelu financování. V tomto případě by část péče, která je nad rámec základního standardu byla hrazená pacientem. Tento přístup ukazuje jako využitelný především v oblasti léčiv, zdravotnické techniky či zajištění vyššího komfortu pro pacienta. V oblastech, kde by takováto účast pacienta na financování vlastní péče mohla ohrozit rovný přístup, je zavedení nadstandardu vnímáno citlivě (Mertl, 2022).

Právě zavedení nadstandardní péče je v dnešních dnech, na začátku roku 2025, velmi diskutované téma. Nový pozměňovací návrh, který je v dnešních dnech součástí mnoha diskuzí, přichází s návrhem možnosti příplatků za nadstandardní péči (Nadstandardy 2.0. Návrh možnosti připlácet si na péči má podle oslovených právníků řadu mezer, 2025). Podle webu Seznam Zprávy, v článku s názvem „Nadstandardní zdravotní péče? Ano, když bude regulovaná, míní čtenáři“, budí toto téma mnoho ohlasů, přičemž na jedné straně stojí nadšení z možnosti příplatku za lepší péči, lepší zdravotnické pomůcky apod. Na druhé straně stojí například obava lidí z upřednostňování platících pacientů, předbíhání v čekacích frontách na zákrok, neférovost nového návrhu vůči lidem v důchodovém věku (Nadstandardní zdravotní péče? Ano, když bude regulovaná, míní čtenáři, 2025).

Důležitým pojmem v této oblasti je tzv. fiskální prostor pro zdravotnictví. Tento koncept vyjadřuje schopnost vlády financovat zdravotnictví bez ohrožení stability veřejných financí. Mezi faktory ovlivňující fiskální prostor se řadí makroekonomické podmínky (např. růst či pokles ekonomiky), prioritizace zdravotnictví v rámci rozpočtové politiky státu či zvyšování efektivity vydaných prostředků – zavedení efektivnějších systémů. Efektivita je měřena pomocí dvou hlavních kategorií – účinnost (efficiency) a efektivnost (effectiveness). Účinnost označuje poměr mezi vstupy a výstupy, tzn. mezi náklady a výsledky zdravotní

péče, zatímco efektivnost hodnotí dosažení požadovaných zdravotních výsledků za dané zdroje (Mertl, 2022).

Zavedení nového metrologického systému, který nahradí starší, v dnešní době poměrně zastaralý model, přispívá ke zvýšení efektivity zdravotnického systému. Snižuje chybovost měření a optimalizuje náklady na opakované testování. Investice do nového metrologického systému tak podporuje efektivnější využití finančních zdrojů.

5.2 Manažerské rozhodování v oblasti nákladů ve zdravotnictví

Zdravotnická zařízení často čelí omezeným rozpočtům a rostoucím požadavkům na kvalitu péče. Při rozhodování o investicích do nových technologií, včetně metrologických systémů, je nezbytné zvažovat nejen přímé finanční výdaje, ale také širší ekonomické dopady těchto rozhodnutí. Modernizace laboratorního vybavení, kterým je nově navrhovaný metrologický systém, přináší nejen zvýšení přesnosti a efektivity měření, ale také ovlivňuje nákladovou strukturu laboratoře (Caithamlová, 2021).

Manažerské rozhodování v oblasti nákladů zahrnuje různé analytické přístupy, které pomáhají určit skutečné výdaje spojené s provozem zdravotnického zařízení. V případě manažerského rozhodování se většinou jedná o odhad budoucích nákladů. Caithamlová ve své publikaci uvádí rozdělení nákladů na relevantní a irelevantní. Relevantní náklady jsou ty, které manažer předpokládá a mohou se měnit v případě přijetí či nepřijetí daného řešení. Případem relevantních nákladů jsou také tzv. rozdílové náklady, tzn. rozdíl mezi náklady na uvažované varianty. Naopak irelevantní náklady se nezmění ať už bude přijato jakékoliv navrhované řešení (Caithamlová, 2021).

5.2.1 Oportunitní náklady

Oportunitní náklady vyjadřují hodnotu nejlepší alternativy, která musí být obětována při určitém rozhodnutí. Oportunitní náklady, někdy též označované jako implicitní, se objevují pouze v manažerském účetnictví. Ve finančním účetnictví tyto náklady nenajdeme. Tam se využívají tzv. explicitní náklady neboli spotřebované hospodářské prostředky v peněžním vyjádření (Caithamlová, 2021). Ve zdravotnictví jsou tyto náklady důležité, jelikož jsou finanční zdroje omezené a každé rozhodnutí o alokaci prostředků znamená, že jiné oblasti zůstanou nefinancované.

Příklad oportunitních nákladů v kontextu zavádění metrologického systému:

- pokud se nemocnice rozhodne investovat do nového metrologického systému pro monitorování teplotních podmínek v laboratoři, znamená to, že stejné finanční prostředky již nemohou být použity na jiné projekty, jako je například nákup nových diagnostických přístrojů nebo rozšíření kapacit laboratoře

5.2.2 Kalkulační náklady

Kalkulační náklady jsou vykazované náklady, které slouží k přesnému vyčíslení nákladovosti konkrétního produktu nebo služby. Ve zdravotnictví se používají například pro kalkulaci nákladů a vyšetření, hospitalizaci nebo laboratorní testy (Caithamlová, 2021).

Mezi kalkulační náklady můžeme zařadit náklady fixní (např. platy stálých zaměstnanců), variabilní (např. testovací soupravy), režijní (např. administrativní výdaje), přímé (např. přímo spojeny s výkonem) a nepřímé (např. vytápění budovy) (Caithamlová, 2021).

6 SHRUTÍ TEORETICKÉ ČÁSTI

Teoretická část diplomové práce se zaměřuje na vymezení metrologie jako vědy o měření fyzikálních, chemických a mechanických veličin. Vysvětluje její význam v laboratorní praxi a zdravotnictví. Zmiňuje také její historický vývoj od starověkých civilizací až po vznik Mezinárodní soustavy jednotek (SI). Podrobněji popisuje národní metrologický systém České republiky, jeho instituce, zejména Český metrologický institut. Pozornost je věnována také digitalizaci v metrologii, zahrnující moderní trendy jako jsou digitální kalibrační certifikáty a metrologické cloudy k uložení dat. Následuje část věnovaná vzdělávání a certifikaci metrologů v České republice. Jsou popsány různé možnosti kvalifikace a odborného růstu.

Práce se zabývá specifiky metrologické praxe ve zdravotnických laboratořích – především požadavky na pravidelnou kalibraci a validaci přístrojů, měření nejistoty, systémy vnitřní a vnější kontroly (IKK, EHK) a sledování klíčových parametrů mezi které patří například sledování teploty. Detailně je rozebrána také validace metod ve zdravotnických laboratořích a význam měření nejistoty pro kvalitu výsledků.

V teoretické části je rovněž obsažen přehled projektového řízení se zaměřením na prediktivní přístup a popis jednotlivých fází při zavádění projektu. Součástí je rozbor financování zdravotnictví v České republice i v rámci EU. V práci jsou popsány důležité dotační programy poskytující potřebné finance zdravotnickým zařízením. Mezi tyto programy patří například Horizont Evropa či EU4Health. V závěru teoretické části je popsána problematika manažerského rozhodování v rámci využití finančních prostředků ve zdravotnictví.

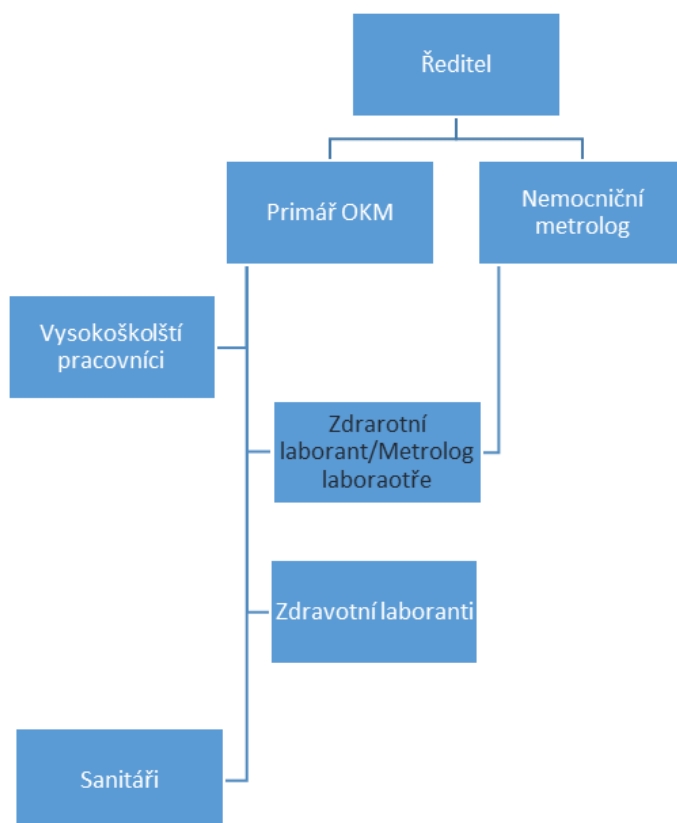
II. PRAKTICKÁ ČÁST

7 ANALÝZA SOUČASNÉHO SYSTÉMU

Projekt na zavedení nového metrologického systému pro monitorování teplot se zaměřuje na laboratoř klinické mikrobiologie (OKM). Monitorování teplot je dáno normou ČSN EN ISO 15189. Podle této normy se OKM jako akreditovaná laboratoř řídí.

7.1 Představení laboratoře

Laboratoř je součástí menší nejmenované nemocnice. Dochází zde vzorky jak z nemocnice, tak z ambulancí obvodních lékařů a dalších specialistů. V laboratoři pracuje stabilně 12 lidí. Primář, vysokoškolský pracovník, zdravotní laboranti a sanitáři, přičemž jeden z laborantů je zároveň laboratorní metrolog. Tento zaměstnanec disponuje v rámci nemocnice dvěma kompetenčními listy. Jedním pro výkon povolání zdravotního laboranta, druhým pro výkon metrologa laboratoře. Tento pracovník je podřízen primáři OKM a zároveň, ve věcech týkajících se metrologie, také nemocničnímu metrologovi (Obr. 4).



Obrázek 4 Hierarchie na OKM nejmenované nemocnice

(Zdroj: vlastní)

Laboratoř denně přijme v průměru 150 vzorků k mikrobiologickému vyšetření. Mikrobiologické vyšetření laboratoř rozděluje na bakteriologické, sérologické, parazitologické a vyšetření metodou molekulárně biologických metod v laboratoři PCR. Pro bakteriologické vyšetření laboratoř přijímá širokou škálu vzorků, mezi které se nejčastěji řadí výtěry, vzorky močí, sput, stolic apod. Pro sérologické vyšetření používá laboratoř vzorky sér, které se získají po centrifugaci nesrážlivé krve. V tomto případě se nejčastěji jedná o zjišťování protilátek v krvi, které nám napoví nejen o přítomnosti infekce u pacienta, ale i o stádiu, ve kterém se nachází. Může se jednat o vyšetření na klíšťovou encefalitidu, lymeskou boreliózu, hepatitidy, pohlavně přenosné onemocnění atd. V případě parazitologického vyšetření je možno využít vzorky stolice, šupinek z kůže případně krve v závislosti na požadovaném vyšetření. Pro PCR vyšetření jde opět o vzorky výtěrů. V tomto případě jsou vzorky odebírány do speciálního média přímo pro PCR vyšetření. Dále je možno vyšetřit například sputum či vzorek stolice. Všechny výše jmenované vzorky musí být správně skladovány, vyšetřeny a vyhodnoceny.

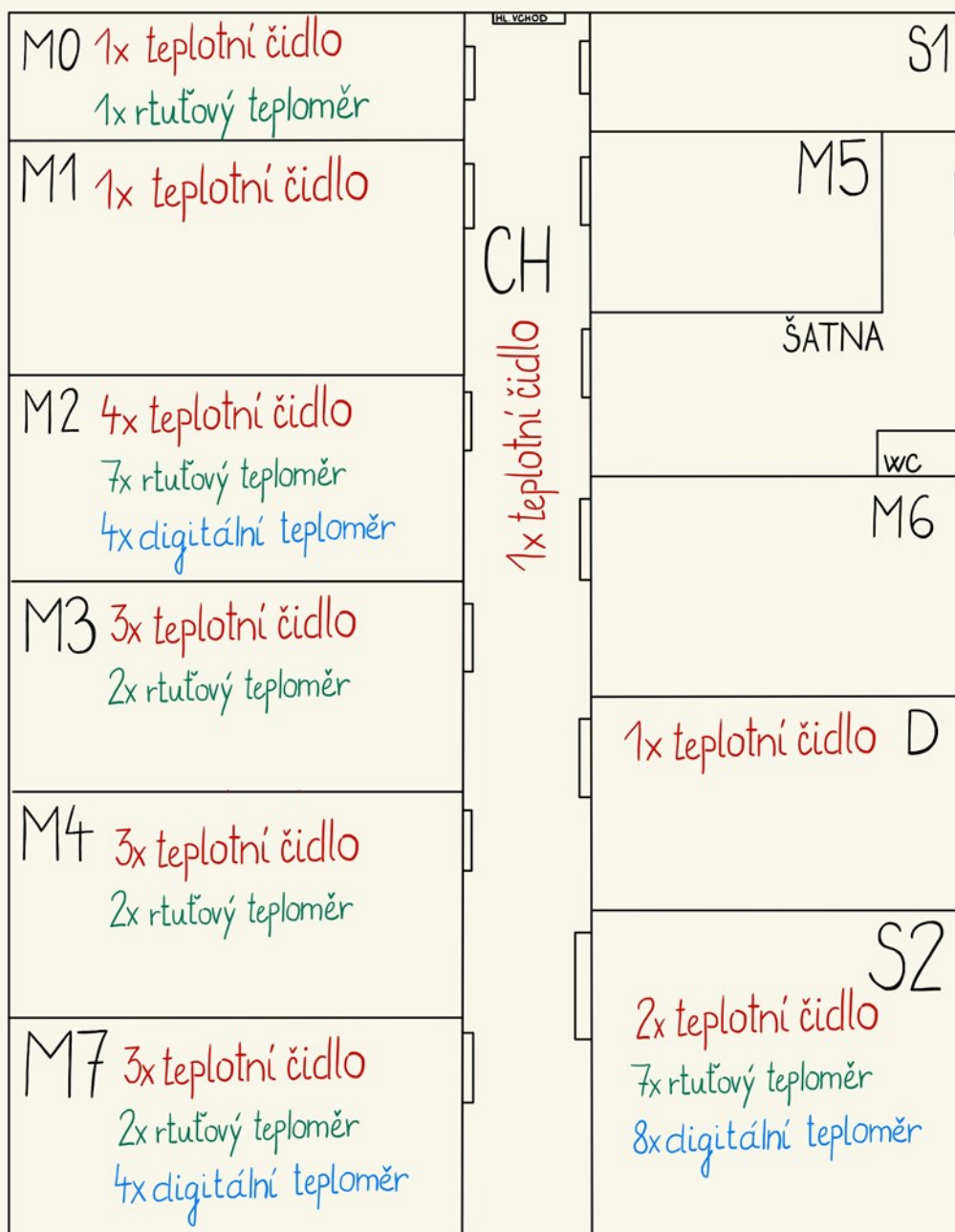
Převážná většina vyšetření sérologickými metodami je zajišťována pomocí poloautomatických analyzátorů. Obsluhu přístrojů kolem samotného vyšetření vzorků mají na starosti zdravotní laboranti. Jedním z důležitých faktorů, které minimalizují vznik chyb, je pravidelná kontrola kalibrací přístrojů podílejících se na vyšetření. Všechny přístroje jsou pravidelně kontrolované a kalibrované, tudíž mohou být využívány v provozu. Toto zajišťuje metrolog laboratoře a zároveň vede příslušnou dokumentaci. Mimo samotné poloautomatické analyzátory je důležité sledovat i používané reagenty. Každý analyzátor využívá komerčně dodávanou soupravu, ve které najdeme reagenty a ostatní příslušenství potřebné k provedení jednotlivých vyšetření. Každá komerční souprava má výrobcem dané, za jakých podmínek má být skladována. Některé soupravy se mohou skladovat při pokojové teplotě, jiné se musí zamrazit. Většina diagnostických souprav je skladována v lednicích. Kontrolu, zda jsou soupravy skladovány správně za optimálních teplot, zda nedochází k výkyvům a vedení dokumentace o těchto skutečnostech, vede opět metrolog laboratoře.

Provoz na OKM je ve všední dny pravidelně od 6:00 do 16:00. O víkendu se pracovní doba zkracuje od 6:00 do 12:00. Po tuto dobu je možné kontrolovat, zda teploty v laboratoři odpovídají předem daným teplotám. Od konce pracovní doby do následujícího dne jsou teplotní měřidla zapnutá, nicméně jakoukoliv odchylku je možné zjistit až při příchodu metrologa do práce. Na tuto skutečnost byla laboratoř upozorněna při reakreditaci

pracovníky ČIA, kteří navrhli jako řešení zavedení nového metrologického systému, který bude dále popsán v této práci.

7.2 Teplotní měřidla na OKM

Na OKM nejmenované nemocnice je využíváno tří typů teplotních měřidel. Využívají se rtuťové teploměry, digitální teploměry a teplotní čidla. Tyto měřidla jsou umístěna v každém ze zařízení, případně místností, ve kterých jsou skladovány reagenty podléhající znehodnocení při nedodržení skladovacích podmínek definovaných výrobcem. Skladovací zařízení (lednice, mrazáky, inkubátory) mají často jak čidlo, tak jeden z teploměrů pro případ, že by jeden z nich přestal fungovat. Zároveň, v případě lednic, inkubátorů a mrazáků, má každý svůj zabudovaný displej, který se také sleduje. V některých inkubátorech, lednicích či mrazácích nejsou čidla, ale digitální teploměry spolu s rtuťovými teploměry. O tom, které z typů měřidel se do skladovacího zařízení objedná a umístí, rozhoduje primář laboratoře. Každé teplotní měřidlo podléhá tzv. kalibraci a zároveň mezikalibraci. Rozmístění teplotních měřidel je uvedeno na obrázku č. 5. Na obrázku jsou vyznačené jednotlivé místnosti laboratoře – M0 = místnost 0 = stáčení sér, M1 = místnost 1 = příjem materiálu, M2 = místnost 2 = bakteriologie, M3 = místnost 3 = parazitologie, M4 = místnost 4 = sérologie, M5 = místnost 5 = pracovní vrchní laborantky, M6 = místnost 6 = denní místnost, M7 = místnost 7 = laboratoř molekulárně biologických metod, CH = chodba, S2 = sklad, D = sanitární místnost.



Obrázek 5 Aktuální rozmístění teplotních měřidel na OKM

(Zdroj: vlastní)

7.2.1 Teplotní čidla na OKM

OKM využívá 3 typy teplotních čidel dodávaných jednou dodavatelskou firmou. Jedním typem jsou pokojová čidla, která se umístí do prostoru a detekují teplotu bez nutnosti připojení teplotní sondy. Druhým typem jsou čidla napojená na teplotní sondu měřící teplotu. Sonda je ponořená do teplotně-kapacitního zásobníku obsahující nemrznoucí směs. Třetím typem je čidlo, které detekuje velmi nízké teploty. OKM jej využívá do hlubokomrazícího boxu. V tomto boxu se udržuje teplota okolo $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$. Na OKM se využívá v současné době celkem 21 teplotních čidel. Přehled teplotních čidel, jejich umístění a využívání teplotní sondy je uveden v tabulce č. 1.

Tabulka 1 Přehled teplotních čidel na OKM

Typ teplotního měřidla	Metrologické označení	Umístění	+ Teplotní sonda
Teplotní čidlo	PM-Č-001-M1	Místnost	Ne
Teplotní čidlo	PM-Č-002-M2.I1	Inkubátor	Ano
Teplotní čidlo	PM-Č-003-M2.CH1	Lednice	Ano
Teplotní čidlo	PM-Č-004-M2.CH2	Lednice	Ano
Teplotní čidlo	PM-Č-005-M2.Mr2	Mrazák	Ano
Teplotní čidlo	PM-Č-006-M3.I1	Inkubátor	Ano
Teplotní čidlo	PM-Č-007-M4	Místnost	Ano
Teplotní čidlo	PM-Č-008-M4.CH1	Lednice	Ano
Teplotní čidlo	PM-Č-009-M4.Mr1	Mrazák	Ano
Teplotní čidlo	PM-Č-010-M7	Místnost	Ne
Teplotní čidlo	PM-Č-011-M7.Mr1	Mrazák	Ano
Teplotní čidlo	PM-Č-012-M7.CH1	Lednice	Ano
Teplotní čidlo	PM-Č-013-M3.CH1	Lednice	Ano
Teplotní čidlo	PM-Č-014-M2	Místnost	Ne
Teplotní čidlo	PM-Č-015-M0	Místnost	Ne
Teplotní čidlo	PM-Č-016-CH	Místnost	Ne
Teplotní čidlo	PM-Č-017-M3	Místnost	Ne
Teplotní čidlo	PM-Č-018-D2	Místnost	Ne
Teplotní čidlo	PM-Č-019-S2.CH1	Lednice	Ano
Teplotní čidlo	PM-Č-020-S2.Mr1	Mrazák	Ano
Teplotní čidlo	PM-Č-021-M3.Mr1	Mrazák	Ano

(Zdroj: vlastní)

7.2.2 Digitální teploměry na OKM

Digitální teploměry jsou dalším typem měřicího zařízení využívaného na OKM. Laboratoř využívá tzv. min-max teploměry. Tyto teploměry mají digitální displej, na kterém je možno vidět aktuální teplotu. Dále mají funkci min a max, pomocí níž se dá na teploměru vyčíst minimální a maximální naměřená teplota od doby, kdy byla nově nastavena paměť teploměru. Jednoduchým stiskem tlačítka lze paměť vymazat. Paměť digitálního teploměru má uložené pouze již zmíněnou minimální a maximální teplotu. Nelze vyčíst, kdy tato minimální či maximální teplota nastala a jak dlouho trvala. OKM využívá 13 digitálních teploměrů. Jejich přehled, včetně umístění, je uveden v tabulce č. 2.

Tabulka 2 Přehled digitálních teploměrů na OKM

Typ teplotního měřidla	Metrologické označení	Umístění
Digitální teploměr	PM-D-001-S2.CH1	Lednice
Digitální teploměr	PM-D-002-S2.CH2	Lednice
Digitální teploměr	PM-D-003-S2.CH3	Lednice
Digitální teploměr	PM-D-004-S2.CH4	Lednice
Digitální teploměr	PM-D-005-S2.CH5	Lednice
Digitální teploměr	PM-D-006-M2.I1	Lednice
Digitální teploměr	PM-D-007-M2.I2	Lednice
Digitální teploměr	PM-D-008-M2.I3	Lednice
Digitální teploměr	PM-D-009-M2.I4	Lednice
Digitální teploměr	PM-D-010-M0.Mr1	Lednice
Digitální teploměr	PM-D-011-S2.CH7	Lednice
Digitální teploměr	PM-D-012-S2.CH6	Lednice
Digitální teploměr	PM-D-013-S2.Mr2	Lednice

(Zdroj: vlastní)

7.2.3 Rtuťové teploměry na OKM

Nejstarším typem teplotních měřidel, které jsou využívány na OKM, jsou rtuťové teploměry. Jedná se o teploměry, u kterých firma uvádí, že jsou pro laboratorní účely. Tyto teploměry jsou zavěšeny do zařízení, ve kterém je potřeba sledovat teplotu. Každý rtuťový teploměr byl pořízen původně s kalibrací. Dnes už jsou tyto teploměry označeny jako tzv. pracovní pomůcky s poznačením PP a nejsou posílány na kalibraci. Jsou přidávány buďto k digitálním teploměrům nebo čidlům pouze jako záloha, kdyby digitální teploměry či čidla přestali měřit správně. OKM používá 21 rtuťových teploměrů. Seznam rtuťových teploměrů a jejich umístění je uvedeno v tabulce č. 3.

Tabulka 3 Přehled rtuťových teploměrů na OKM

Typ teplotního měřidla	Metrologické označení	Umístění
Rtuťový teploměr	PP-T-002-M2.I1	Inkubátor
Rtuťový teploměr	PP-T-003-M2.CH1	Lednice
Rtuťový teploměr	PP-T-004-M2.CH2	Lednice
Rtuťový teploměr	PP-T-005-M2.I4	Inkubátor
Rtuťový teploměr	PP-T-006-M2.I3	Inkubátor
Rtuťový teploměr	PP-T-007-M2-I2	Inkubátor
Rtuťový teploměr	PP-T-008-M3.CH1	Lednice
Rtuťový teploměr	PP-T-009-M4,CH1	Lednice
Rtuťový teploměr	PP-T-012-S2.CH1	Lednice
Rtuťový teploměr	PP-T-013-S2.CH2	Lednice
Rtuťový teploměr	PP-T-014-S2.CH3	Lednice
Rtuťový teploměr	PP-T-015-S2.CH4	Lednice
Rtuťový teploměr	PP-T-016-S2.CH5	Lednice
Rtuťový teploměr	PP-T-017-S2.CH6	Lednice
Rtuťový teploměr	PP-T-018-M0.Mr1	Mrazák
Rtuťový teploměr	PP-T-020-M4.Mr1	Mrazák
Rtuťový teploměr	PP-T-021-M2.Mr2	Mrazák
Rtuťový teploměr	PP-T-024-M7.CH1	Lednice
Rtuťový teploměr	PP-T-025-M7.Mr1	Mrazák
Rtuťový teploměr	PP-T-026-M3.I1	Inkubátor
Rtuťový teploměr	PP-T-027-S2.CH7	Lednice

(Zdroj: vlastní)

7.2.4 Kalibrace teplotních měřidel

Kalibrace teplotních čidel LogTag a digitálních teploměrů v mikrobiologické laboratoři je klíčová pro zajištění přesnosti měření a správné funkce měřících zařízení. Kalibrace je proces, při kterém se měřící zařízení porovnává s referenčním etalonem, aby bylo možné zjistit odchylky a případně provést příslušná opatření. Tento proces je nezbytný k tomu, aby byly výsledky měření v souladu s požadovanými normami a aby bylo zajištěno, že měřící zařízení poskytují spolehlivé a přesné hodnoty.

Na OKM má zajištění pravidelné kalibrace na starosti metrolog laboratoře. Interval kalibrací je dán vnitřním nařízením laboratoře, podle mnohaletých zkušeností s měřícími zařízeními a životnosti měřidel. Podle toho, o jaký typ měřidla se jedná, je zajišťována kalibrace. V případě teplotních čidel se pořizují čidla spolu s kalibrací. Následně se používají po dobu tří let. Poté se vyřazují z provozu a objednávají se nová. V případě digitálních teploměrů se pořizují spolu s kalibrací. Následně se také používají po dobu tří let. Poté se posílají do firmy, která je dodává a tam se nechávají znovu kalibrovat a využívají se dál. Rtuťové teploměry jsou pouze dodávány spolu s kalibrací. Po třech letech jejich kalibrační certifikát skončí a jsou nadále používány jako nekalibrovaná zařízení.

7.2.5 Mezikalibrace teplotních měřidel

Mezikalibrace se na rozdíl od kalibrace provádí přímo v laboratoři OKM. Zároveň se mezikalibrace týká všech typů měřících zařízení. U všech se provádí jednou ročně. Mezikalibraci provádí kvalifikovaný metrolog. Jedná se o kontrolu, pomocí které se zjišťuje stabilita a správnost měřících zařízení mezi jednotlivými kalibracemi, případně pořízení nových měřidel. K mezikalibraci se používá etalon, který má nemocnice zakoupený. Jedná se o digitální teploměr, který je každoročně posílán na kalibraci do extérní firmy. Tento etalon zajišťuje metrologickou návaznost.

Mezikalibraci na OKM zajišťuje metrolog laboratoře, který každoročně v přesně danou dobu postupně shromáždí všechna měřící zařízení k provedení kontroly. Tento proces je nezbytný pro kontrolu správnosti měření teplotních zařízení. Nemocnice disponuje etalonem, který slouží jako referenční měřidlo pro kontrolu ostatních měřidel. Etalon se vloží spolu s měřidly na určité místo. Například, v případě mezikalibrace chladničkových čidel, se všechna tyto měřidla shromáždí spolu s etalonem do jedné lednice. Následně se sleduje každou hodinu celkem 10 měření. Metrolog si postupně zapisuje jednotlivé výsledky. Celý

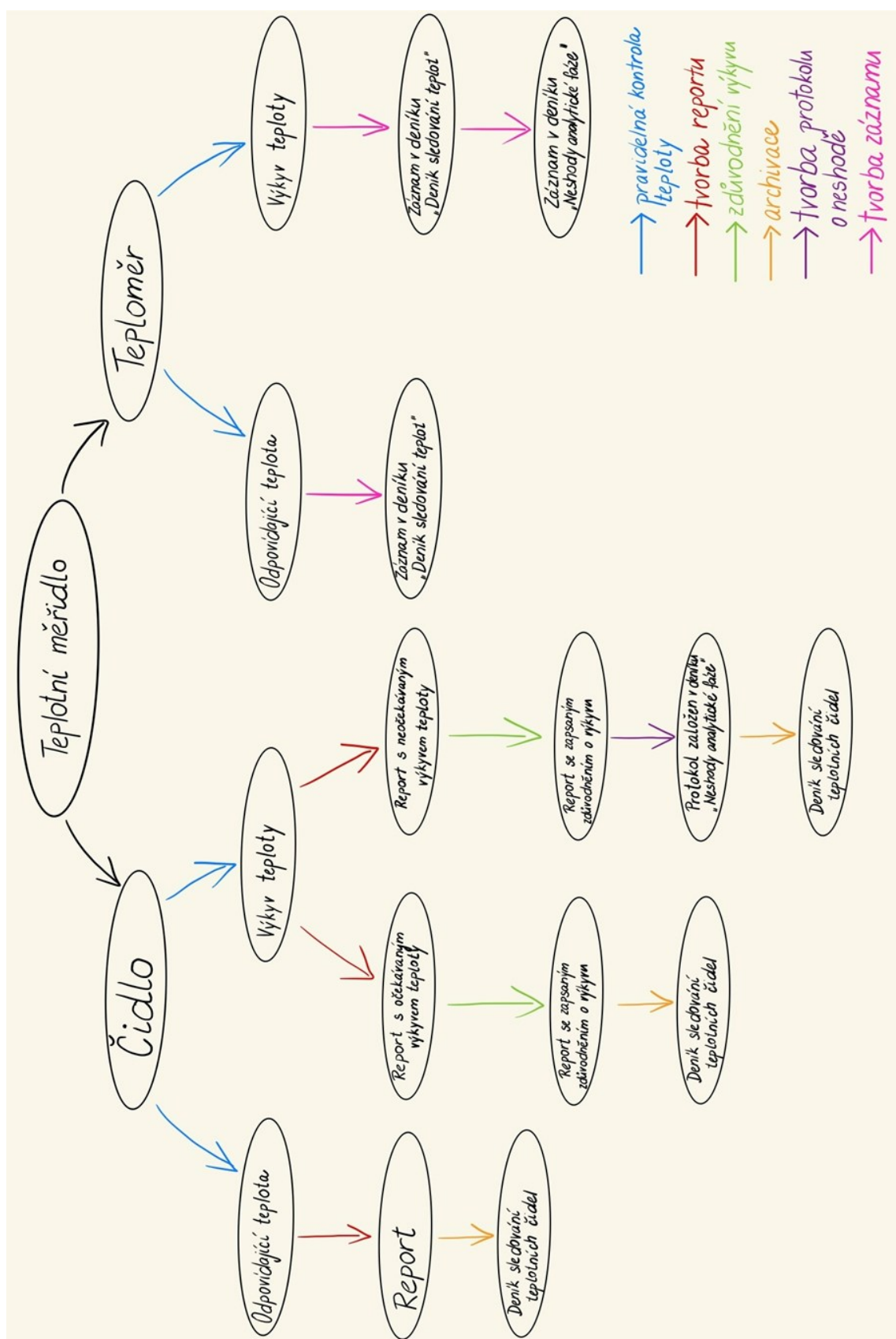
tento proces trvá 10 hodin, tedy jeden pracovní den na OKM. Postupně se takto kontrolují všechny typy měřících zařízení, celkem 8 dní. Na základě naměřených hodnot se vytváří protokol, v němž je seznam kontrolovaných zařízení, vypočítaný průměr pro každé zařízení a vypočítaná směrodatná odchylka každého měřidla. Směrodatná odchylka udává, jak moc se všechny naměřené hodnoty jednoho měřidla liší od průměrné hodnoty etalonu. Pokud některé čidlo vykazuje výrazné odchylky, je vyřazeno z provozu nebo odesláno k opravě či externí kalibraci. Dokladem o provedené mezikalibraci je výsledný protokol, jehož šablona je dána interním nařízením nemocnice.

Mezikalibrace nejen zajišťuje, že měřidla poskytují přesné hodnoty, ale také přispívá k dodržování standardů. Tento systematický přístup zvyšuje spolehlivost výsledků a podporuje efektivní řízení kvality.

7.3 Současný proces pravidelné kontroly

Současný proces pravidelné kontroly je na OKM vybrané nemocnice navržen dle možností, které používaná měřící zařízení umožňují. Zároveň je navržen tak, aby splňoval požadavky normy ČSN EN ISO 15189, kterou se laboratoř řídí.

Pravidelná kontrola na OKM je pečlivě navržený systém, jehož cílem je zajistit přesnost a spolehlivost měření pomocí teplotních čidel a digitálních či rtuťových teploměrů na kontrolovaných místech. Tyto pravidelné kontroly zahrnují několik kroků, které jsou prováděny pravidelně a tvoří klíčový základ pro dodržování standardů kvality v laboratoři. Kontrola zahrnuje nejen fyzickou kontrolu zařízení, ale také jejich správnou dokumentaci a implementaci nápravných opatření. Postup aktuálního sběru dat je uveden na obrázku č. 6.



Obrázek 6 Současný systém sběru dat

(Zdroj: vlastní)

7.3.1 Kontrola prováděna v pravidelných denních cyklech

Na každodenní bázi se provádí několik úkonů spojených s kontrolou metrologického systému. Metrolog laboratoře věnuje zhruba hodinu pracovního času každý den kontrolou teplotních měřidel. Teplotní měřidla se kontrolují v 6:30, 11:30 a 15:30. V tyto uvedené časy obchází metrolog laboratoře, případně pověřený zástupce v případě jeho nepřítomnosti, každé měřicí zařízení. Má u sebe Deník sledování teplot a zaznamenává, zda jsou teploty v normě. Pokud ano, udělá záznam. V případě, že je teplota vychýlena od normálu, zaznamená i tuto skutečnost. Dále identifikuje, o jak velkou odchylku se jedná a najde důvod vychýlení teploty. Dále udělá záznam do Deníku neshod a navrhne nápravná opatření. Opatření se implementují podle povahy teplotní odchylky. Vzhledem k tomu, že metrolog laboratoře je zároveň zdravotní laborant, v mezičase provádí ostatní laboratorní činnosti.

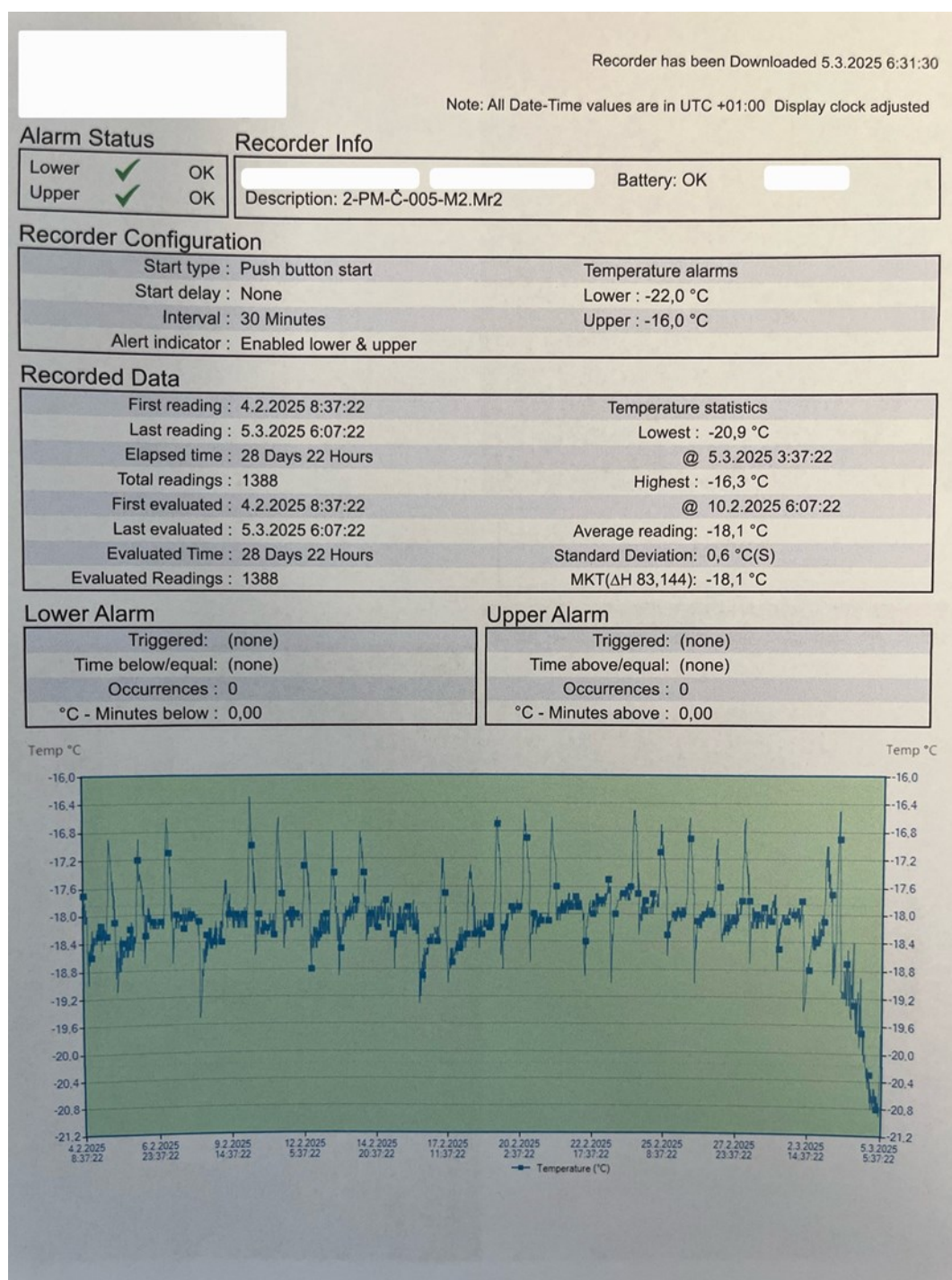
V případě zavedení nového metrologického systému, který je navrhován v této práci, by došlo k významné změně v těchto denních kontrolách. Zrušily by se manuální kontroly a papírové zápisy. Díky novému systému by metrolog laboratoře viděl přehledně v počítači všechna měřicí zařízení najednou a celá tato kontrola by se zkrátila odhadem na cca 5–15 minut z jednoho pracovního dne. Metrolog laboratoře by tak tento ušetřený čas mohl věnovat práci na laboratorních vyšetřeních.

7.3.2 Kontrola prováděna v pravidelných měsíčních cyklech

Kontrola, která se provádí v pravidelných měsíčních cyklech, se týká pouze teplotních čidel. Na začátku každého měsíce jsou všechna teplotní čidla sesbírána z různých částí laboratoře, na kterých monitorují teplotní podmínky. Sesbíraná čidla jsou připojena k počítači a data z nich jsou stažena pomocí softwaru dodaného výrobcem. Tento software umožňuje nejen uložení dat, ale také jejich vizualizaci ve formě grafů a tabulek, což usnadňuje následnou analýzu. Analýza dat se zaměřuje na zjištění případných teplotních odchylek během sledovaného období. Pokud je detekována odchylka, je třeba identifikovat její příčinu. Ta může být například důsledkem výpadku napájení, nesprávného umístění čidla, odmrazování mrazáku či lednice, špatné nastavení klimatizace v místnosti apod. U každé odchylky je nutné zaznamenat důvod a navrhnout opatření k nápravě. V případě rozsáhlejší odchylky, například při záměně čidla náležícího do mrazáku a čidla pařícího do lednice, se musí tato skutečnost zaznamenat do deníku s názvem Deník neshod. V případě, že je vše v pořádku,

se data vytisknou a uloží do příslušné dokumentace. Tištěné záznamy jsou pečlivě organizovány v deníku, který slouží jako podklad pro interní kontroly a audit. Po dokončení stahování dat se teplotní čidla opět uvedou do provozu a vrátí na svá místa. Tímto způsobem je zajištěno kontinuální monitorování teplotních podmínek.

Na obrázku č. 7 je ukázka protokolu, který byl stažen 5. 3. 2025. Na tomto protokolu vidíme hodnoty v rozmezí, ve kterém se mají v ideálním případě celý měsíc nacházet.

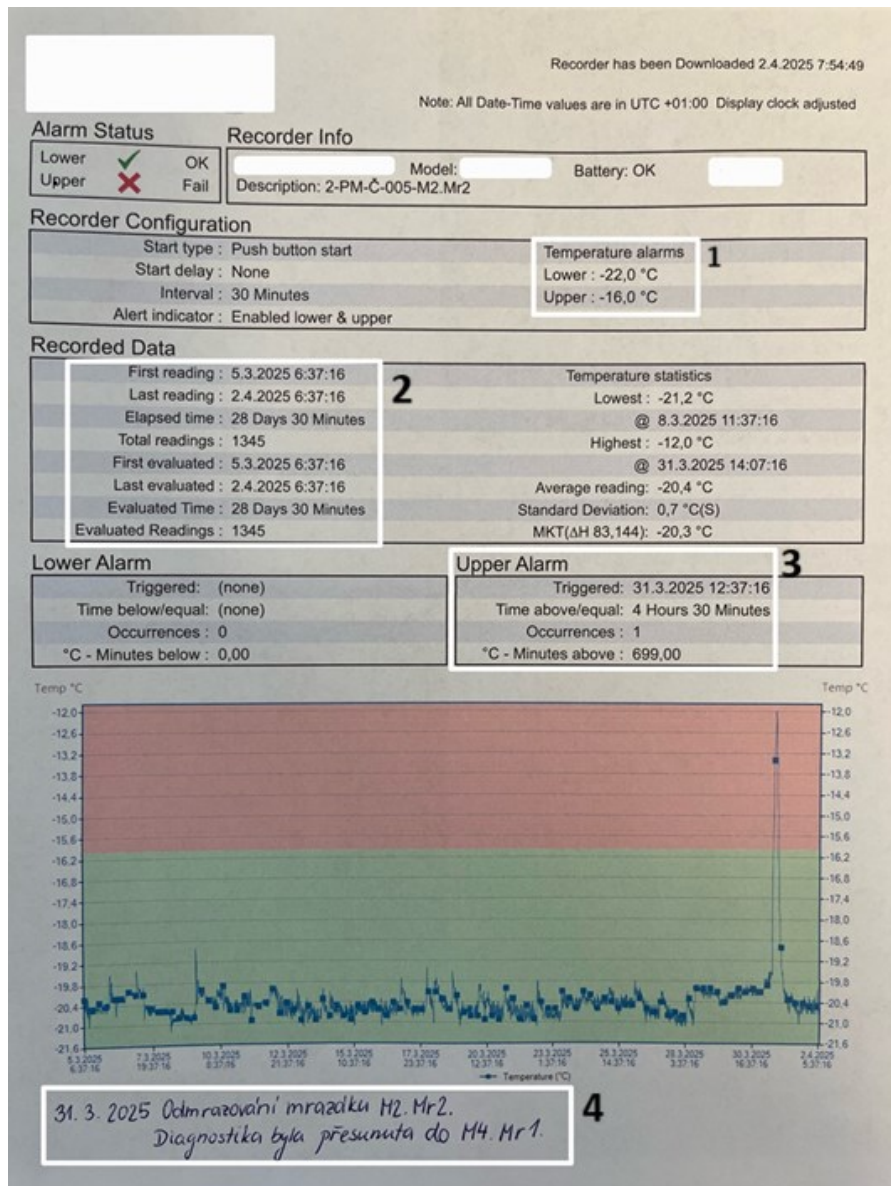


Obrázek 7 Protokol k teplotním čidlům vytvářený při pravidelné měsíční kontrole

(Zdroj: vlastní)

Na obrázku č. 8 je uveden protokol, ve kterém je vidět teplotní odchylka. Teplotní odchylka je očekávaná, jednalo se o odmrazování a čištění lednice. Takto vytištěné protokoly se zakládají do deníku s názvem Deník sledování teplotních čidel. Protože se jedná o očekávanou odchylku, není třeba psát protokol do deníku neshod. Na protokolu je ručně

psaný komentář, proč k odchylce došlo a jak bylo řešeno uchovávání diagnostik. Na obrázku je uveden popis protokolu – 1 = nastavené rozmezí teplot na daném čidle, 2 = základní informace o měsíčním měření, 3 = slovní popis odchylky, 4 = zdůvodnění vzniku teplotní odchylky s informací o zacházení s diagnostikou.



Obrázek 8 Protokol k teplotním čidlům při pravidelné měsíční kontrole s teplotní odchylkou

(Zdroj: vlastní)

7.3.3 Dokumentace

Měření teplot je v laboratoři nepostradatelným procesem, který podléhá přesně definované metodice a důkladné dokumentaci, čímž se zajišťuje bezpečnost a kvalita laboratorního

vyšetření. Mezi nejdůležitější dokumenty spojené se sledováním teplot na OKM se řadí Deník sledování teplot, Deník sledování teplotních čidel, Karta měřidla a Metrologický plán.

Deník sledování teplot

Deník sledování teplot je klíčovým dokumentem používaným v mikrobiologické laboratoři pro záznam teplotních měření prováděných pomocí rtuťových a digitálních teploměrů. Dále jsou v tomto deníku záznamy z digitálních displejů na lednicích, mrazácích a inkubátorech. Měření probíhá třikrát denně a v pravidelných intervalech. Konkrétně v 7:00, 12:00 a 16:00. Tato frekvence umožňuje sledovat případné odchylky teplot v reálném čase a zajistit tak okamžitou reakci na případné problémy. Zároveň tento deník zajišťuje evidenci a možnost zpětné kontroly, zejména při akreditaci, kde se klade důraz na dodržování standardů kvality.

Pokud jednotlivé měřicí zařízení nevykazují odchylky, metrolog laboratoře zaznamená potvrzení o bezchybném stavu. Naopak, pokud dojde k odchylce, provede se záznam do deníku a navrhne se opatření.

Deník sledování teplotních čidel

Deník sledování teplotních čidel je dokument sloužící k záznamu dat, jak už z názvu vyplývá, z teplotních čidel. Tato čidla poskytují přesná a podrobná data. Na rozdíl od rtuťových a digitálních teploměrů, u teplotních čidel získáváme data do deníku jednou měsíčně. Po stažení dat z čidla vznikne v programu tzv. report, který obsahuje grafické znázornění naměřených hodnot a přehled o dodržování teplotních limitů. Program je také schopen vygenerovat konkrétní měření každou půl hodinu po celý měsíc. Pokud jsou hodnoty v normě, je report archivován v jednak v tištěné podobě, ale také v podobě digitální, díky čemuž se můžeme zpětně vracet ke starším, podrobným informacím.

Pokud dojde k očekávané odchylce, například vlivem plánované údržby inkubátorů, odmrazování mrazáku apod., je tato skutečnost připsána do reportu. Neočekávané nebo závažné odchylky, případně odchylky zaviněné lidskou chybou, je vytvořen záznam o neshodě. Tyto neshody se uchovávají v deníku s názvem Deník neshod.

Karta měřidla

V laboratoři je každý měsíc přístroj evidován, mimo jiné, prostřednictvím individuálních karet měřidla, která slouží k zaznamenávání všech důležitých informací o jeho provozu a údržbě.

Do této karty se zapisuje datum uvedení měřidla do provozu, termíny a výsledky kalibrací, veškeré provedené servisní zásahy a případné opravy. Každá změna týkající se měřidla, včetně jeho dočasného vyřazení nebo výměny komponent, je do karty zaznamenána. Tyto záznamy jsou vedeny výhradně v papírové podobě, což vyžaduje manuální aktualizaci údajů a pravidelnou fyzickou kontrolu dokumentace. Kdykoli dojde k manipulaci s měřidlem, musí metrolog laboratoře provést ruční zápis do karty. Tento způsob evidence s sebou nese určité nevýhody, zejména časovou náročnost při vyhledávání a aktualizaci záznamů, riziko ztráty a poškození dokumentů. Papírová podoba záznamů rovněž komplikuje zpětné dohledávání historie měřidel a jejich celkového stavu. Vzhledem k těmto skutečnostem by digitalizace karet měřidel mohla přinést vyšší efektivitu správy a snížení administrativní zátěže.

Metrologický plán

Metrologický plán je dokument v papírové podobě. V tomto dokumentu je soupis všech teplotních, objemových a časových měřidel, které OKM využívá. Správu a aktualizaci tohoto dokumentu má na starosti metrolog laboratoře. V metrologickém plánu je uveden typ měřidla, metrologické označení, datum poslední mezikalibrace, datum provedení následné mezikalibrace, datum poslední kalibrace a datum následné kalibrace. Tento dokument se aktualizuje po každé změně, která je v dokumentu provedena. Právě tento dokument usnadňuje práci s hlídáním časů kalibrací a snižuje riziko lidské chyby v případě, že by metrolog měřidlo na kalibraci neposlal.

7.4 Současný běžný pracovní den metrologa laboratoře

Den metrologa laboratoře začíná ranním příchodem na 6:00. V 6:30 probíhá první kontrola měřidel. Metrolog laboratoře v 6:30 obchází všechny teplotní měřidla. Do deníku zaznamenává, zda všechny teploty odpovídají předem očekávaným teplotám. V tuto chvíli je první možnost dne, kdy může zjistit jakoukoliv teplotní odchylku, která mohla nastat od 16:00 předchozího dne. Pokud nenastala žádná odchylka, odhadem tento proces trvá 20 minut. V případě, že identifikuje jakoukoli odchylku, tuto skutečnost zaznamená. Zároveň, pokud jde o závažnější neočekávanou odchylku, zajistí záznam do deníku neshod a navrhne příslušná opatření. Jak už bylo řečeno výše, metrolog laboratoře je zároveň zaměstnán jako zdravotní laborant. Proto, po tom, co dokončí kontrolu teplotních měřidel, jde jako zdravotní laborant provádět různé typy vyšetření, které se v laboratoři provádějí. Další kontrolní

kolečko probíhá v 11:30. Metrolog laboratoře opět stráví zhruba 20 minut kontrolou všech teplotních měřidel. V případě jakékoliv odchylky musí opět tuto skutečnost zaznamenat, což opět zabere čas. Tento čas by mohl být po zavedení nového systému věnován laboratorní činnosti. Na konci pracovní směny, ve 14:00, jsou informace o denním stavu předány laboratornímu pracovníkovi, který daný den „slouží“, tzn. zůstává v práci jako jediný do 16:00. Tento laboratorní pracovník v 15:30 obejde všechny teplotní měřidla. V případě, že jsou teploty v pořádku, udělá záznam do příslušného deníku i se svým podpisem. V případě teplotní odchylky zaznamená tento stav. Následující den předá tuto informaci metrologovi laboratoře, který na základě velikosti odchylky navrhne řešení a opatří příslušnou dokumentaci. Celý harmonogram běžného dne metrologa laboratoře je uveden v tabulce č. 4.

Tabulka 4 Snímek běžného dne metrologa laboratoře

	ČAS	ČINNOST	POZNÁMKA
1	6:00	Příchod metrologa laboratoře do práce	
2	6:30 – 6:50	První denní kontrola teplotních zařízení	V případě teplotní odchylky je potřeba půl hodina navíc pro tento krok.
3	6:50 – 11:00	Provádění laboratorních činností	
4	11:00 – 11:30	Přestávka na oběd	
6	11:30 – 11:50	Druhá denní kontrola teplotních zařízení	V případě teplotní odchylky je potřeba půl hodina navíc pro tento krok.
7	11:50 – 14:00	Provádění laboratorních činností	
8	14:00 – 14:10	Předání informací a dokumentace sloužícímu pracovníkovi	Od této chvíle se o hlídání teplot stará jiný, sloužící pracovník

	ČAS	ČINNOST	POZNÁMKA
9	15:30 – 15:50	Třetí denní kontrola teplotních zařízení	V případě teplotní odchylky je potřeba půl hodina navíc pro tento krok.
10	16:00	Ukončení pracovního dne na OKM	

(Zdroj: vlastní)

V případě každoměsíční kontroly se pracovní den metrologa výrazně mění. Jak už bylo řečeno v kapitole 7.3.2, jednou měsíčně se stahují data z teplotních čidel. Tento proces probíhá po denní kontrole od 6:50. V době, kdy je v tabulce č. 4 uvedeno provádění laboratorních činností od 6:50 do 11:00, je věnována 1 hodina pracovního času právě této každoměsíční kontrole.

7.5 Rizika spojená s aktuálním systémem

Každý laboratorní proces, bez ohledu na jeho důkladnost a přesnost, čelí určitým rizikům, která mohou ovlivnit kvalitu a spolehlivost laboratorních výsledků. Systém monitorování teplot je klíčovou součástí zajišťování optimálních podmínek pro skladování a zpracování vzorků, případně skladování reagentů. Avšak i tento systém má svá slabá místa, která je potřeba identifikovat a řešit. Přestože laboratoř sleduje teplotní podmínky pečlivě, existují faktory, které mohou vést k nesrovnalostem. Technické poruchy, lidské chyby či nedostatek nepřetržitého dohledu představují významná rizika.

7.5.1 Doba přímého monitorování

Významným rizikem, na který poukázala kontrola ČIA, je nedostatek nepřetržitého přímého monitorování. V současném nastavení je laboratoř v reálném čase sledována 10 hodin během dne. Sledovaná doba odpovídá času, ve kterém je přímo přítomen personál laboratoře. Tento omezený dohled znamená, že po zbylých 14 hodin během každého dne zůstává laboratoř bez dozoru. Případné odchylky jsou zjištěny až po příchodu školeného pracovníka.

Během „nehlídaných“ hodin může dojít k různým nepředvídatelným událostem, které mohou ovlivnit bezpečnost skladovaných vzorků. Například výpadky elektrické energie mohou způsobit, že chlazení a mražení přestane fungovat, což vede k nárůstu teploty.

Takováto změna může být kritická pro udržení stability některých mikrobiologických vzorků i reagensů.

Omezená doba dohledu představuje riziko, které by v ideálním případě mohlo být minimalizováno pomocí nových technologií. Ty by mohly poskytnout trvalé sledování a upozornění metrologa v reálném čase.

7.5.2 Lidská chyba

Lidská chyba představuje riziko ve všech oblastech laboratorní praxe a ani mikrobiologická laboratoř není výjimkou. I přes přesně definované postupy a školení personálu se lidským chybám nedá zcela vyhnout. Vývoj softwarových nástrojů, které podporují přesnost v měření a záznamu, je krokem, který by mohl riziko lidských chyb minimalizovat.

Typickým příkladem je nesprávná kalibrace teplotních měřidel. Metrolog zodpovídá za pravidelné odesílání teplotních měřidel na kalibraci. Zároveň musí v objednávce kalibrace přesně definovat, při jakých teplotách má být kalibraci provedena. Rozhoduje se na základě umístění teplotního měřidla v laboratoři.

Dalším příkladem lidské chyby je špatný záznam dat, který může nastat při manuálním zápisu. Manuální zápis se provádí při sledování digitálních a rtuťových teploměrů.

Riziko dále představuje chybné umístění teplotních čidel. Metrologický pracovník může například umístit čidlo blízko zdroje tepla, což může vést ke zkreslenému výsledku. Může se stát, že dojde k výměně dvou teplotních čidel při pravidelné měsíční kontrole, což opět povede ke vzniku chybného výsledku při cyklické kontrole.

V neposlední řadě může lidský faktor způsobit špatnou interpretaci identifikace příčiny vzniku teplotní odchylky. To může způsobit, že se nebude problém řešit adekvátně, což může mít vliv na kvalitu a bezpečnost výsledků.

7.5.3 Nedostatečné upozornění na teplotní odchylky

Současný systém sledování teplotních podmínek v laboratoři postrádá funkci okamžitého upozornění na teplotní odchylky. V praxi to znamená, že pokud dojde k překročení povolených limitů, pracovníci laboratoře se o této skutečnosti dozvědí až při následné ruční kontrole nebo při pravidelném měření. Tento přístup může vést ke zpožděnému zásahu a v některých případech k poškození vzorků či reagensů.

Typickým scénářem je situace, kdy dojde k výpadku elektrické energie nebo poruše chladicího zařízení mimo pracovní dobu. Bez systému okamžitého hlášení není možné tuto skutečnost zjistit včas, což může vést k tomu, že vzorky zůstanou po několik hodin mimo optimální teplotní rozsah. To může negativně ovlivnit jejich stabilitu a kvalitu.

Dalším problémem je, že při zpožděné detekci teplotní odchylky je obtížné přesně zjistit, jak dlouho byla daná odchylka přítomna. V případě, že je místo k měření hlídáno pouze kalibrovaným digitálním teploměrem a rtuťovým nekalibrovaným teploměrem, je to prakticky nemožné.

V případě laboratorních auditů a kontrol, může být absence okamžitých upozornění vnímaná jako významná slabina. Kontrolní orgány, jako je ČIA, kladou důraz na nepřetržitý monitoring a možnost rychlé reakce v případě kritických situací. Zavedení systému s okamžitým upozorněním by výrazně snížilo riziko znehodnocení vzorků a zvýšilo celkovou bezpečnost laboratorních procesů.

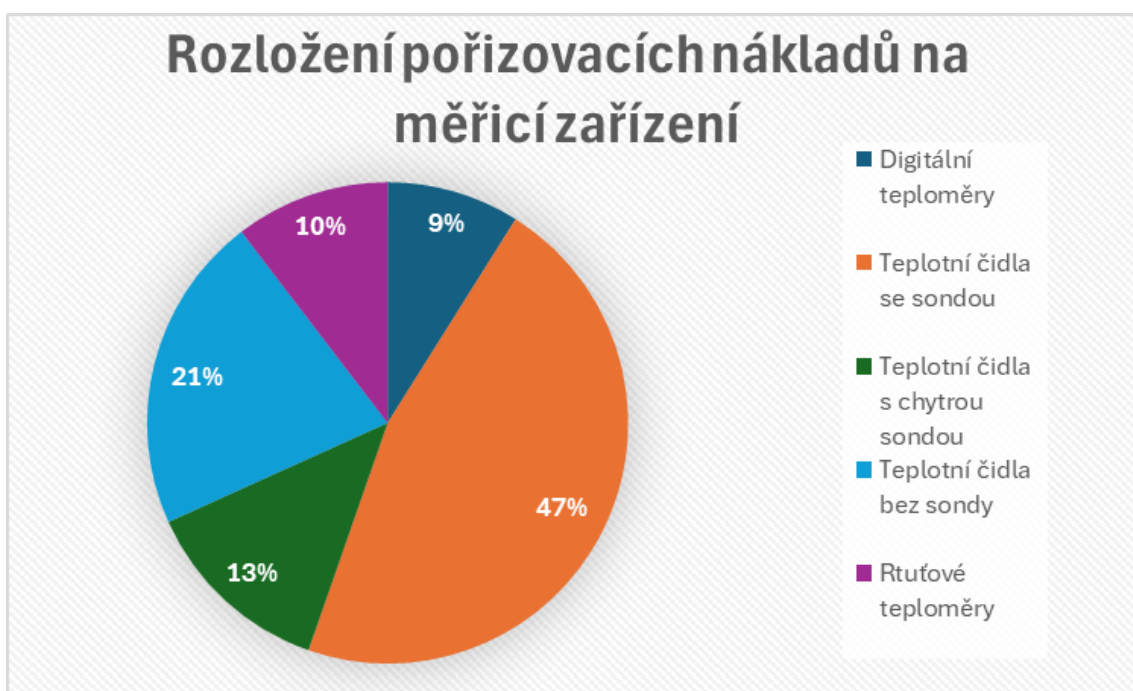
7.6 Náklady na současný systém

Současný metrologický systém v laboratoři s sebou nese různé provozní náklady, které zahrnují nejen pořízení a údržbu měřidel, ale také jejich pravidelnou kalibraci a výměnu. Rtuťové teploměry nevyžadují kalibraci, proto nepředstavují pro laboratoř významnou finanční zátěž. Naproti tomu digitální teploměry podléhají pravidelným kalibracím, což zvyšuje provozní náklady. Nejvíce ovlivňují náklady laboratoře teplotní čidla náležící do lednice, inkubátoru nebo mrazáku, které se po třech letech mění za nová. S tím je spojena i obnova teplotních sond a nemrznoucí směsi s teplotně-kapacitním zásobníkem, které se objednávají ke každému čidlu. Teplotní čidla používaná pro monitoring místností se na kalibraci neposílají, jejich kontrola probíhá pouze formou mezikalibrace. Kromě přímých nákladů na kalibraci a výměnu měřidel je třeba zohlednit i časovou náročnost procesů pro laboratorního zástupce metrologa. Ruční evidence a správa měřidel pak znamenají další provozní výdaje spojené s časem stráveným manuálním zaznamenáváním údajů a jejich archivací. Celkové náklady na současný systém tak nezahrnují pouze jednorázové investice, ale i dlouhodobé výdaje spojené s jeho údržbou a provozem.

7.6.1 Pořizovací náklady

Pořizovací náklady současného metrologického systému lze jen obtížně vyčíslit. Laboratoř byla založena v roce 1995 a systém pro měření teplot se postupně vyvíjel v závislosti na aktuálních požadavcích. Teploměry i čidla byly pořizovány v různých časových obdobích. To znemožňuje přesné stanovení celkových nákladů na jejich pořízení. Teoreticky by se však dalo odhadnout hodnotu tohoto systému v případě, že by byl pořizován v současné době.

Digitální teploměry využívané v laboratoři stojí 495 Kč za kus. Kalibrace každého teploměru vychází na 690 Kč. Celkové náklady na pořízení a kalibraci jednoho digitálního teploměru činí 1185 Kč. Laboratoř disponuje třinácti digitálními teploměry, což by dnes odpovídalo celkovým nákladům 15 405 Kč. Dále laboratoř disponuje rtuťovými teploměry, které by dnes stály 57 Kč. Všechny tyto teploměry se původně pořizovaly s kalibrací, která se už ale poté neprodlužovala. Proto budeme k těmto teploměrům počítat i cenu za kalibraci, která činí 690 Kč. Takovýchto teploměrů vlastní laboratoř 24. Celková cena těchto teploměrů by činila 17 928 Kč. Kromě teploměrů laboratoř využívá také teplotní čidla, jejichž cena včetně kalibrace, teplotně kapacitního zásobníku, sondy a nemrznoucí směsi činí 8000 Kč. Celkem je v laboratoři 10 těchto čidel, což představuje částku 80 000 Kč. Mimo tyto čidla laboratoř disponuje dvěma čidly s tzv. chytrou sondou, jejichž pořizovací cena včetně kalibrace by dnes byla 11 130 Kč za kus, což odpovídá celkové částce 22 260 Kč. Nakonec se v laboratoři nachází teplotní čidla bez teplotní sondy, která slouží k měření pokojové teploty. Těchto čidel je v laboratoři potřeba 8, přičemž v současné době jsou bez kalibrace, nicméně při pořizování se objednávaly i s kalibrací. Cena jednoho takového čidla je 4 600 Kč, celkové tedy 36 800 Kč. Celková pořizovací cena současného systému by činila 172 393 Kč. Podíl jednotlivých měřících zařízení na celkové ceně je uveden na obrázku č. 9. Všechny ceny jsou uvedeny bez DPH.



Obrázek 9 Rozložení pořizovacích nákladů na měřicí zařízení

(Zdroj: vlastní)

7.6.2 Provozní náklady

Provozní náklady současného metrologického systému zahrnují především pravidelné kalibrace teploměrů, výměnu teplotních čidel a komponent, které se k nim pořizují. Digitální teploměry vyžadují kalibraci každé tři roky, což představuje opakované finanční náklady.

Teplotní čidla se pořizují každé tři roky nová. Jejich nákup se tedy započítává do provozních nákladů. Rtuťové teploměry se na kalibraci neposílají, využívají se jako tzv. pracovní pomůcky, které jsou doplňkové ke kalibrovaným teploměrům nebo čidlům. Jejich provozní náklady jsou tak minimální. Kromě přímých nákladů spojených s údržbou a obnovou vybavení je nutné zohlednit také časovou náročnost správy systému, která zahrnuje manuální kontroly, zápisy a vyhodnocení naměřených dat. Tyto faktory přispívají k celkovým provozním výdajům laboratoře.

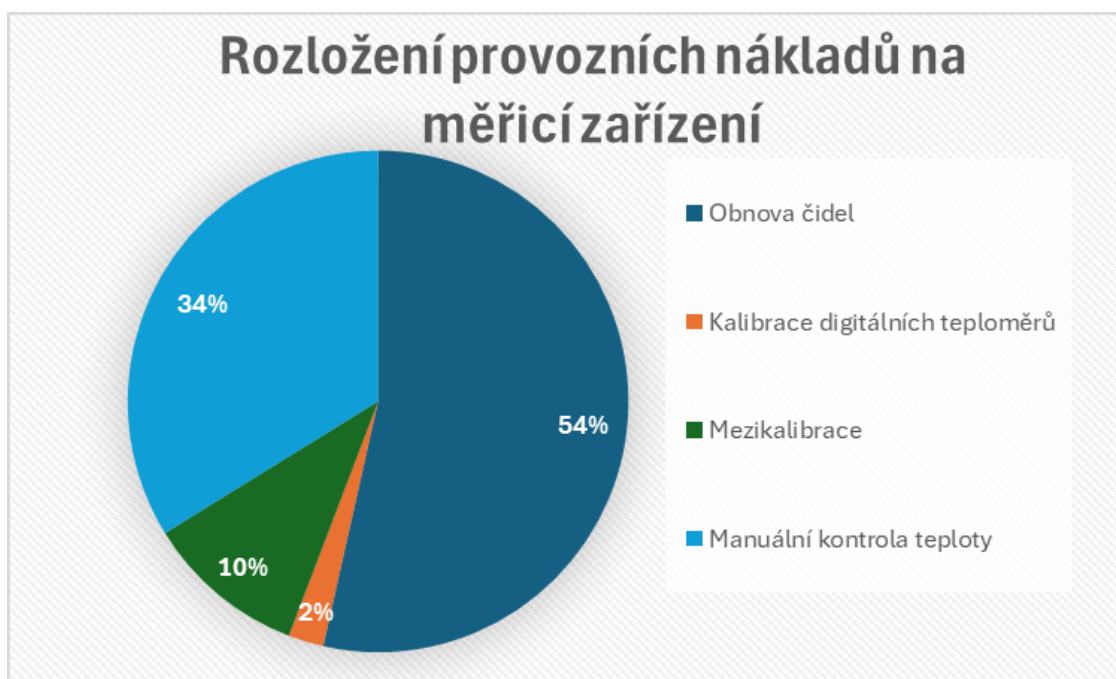
Významnou část provozních nákladů tvoří obnova kalibrovaných teplotních čidel. Tato čidla se vyměňují každé tři roky, jak už bylo řečeno výše v této práci. Budeme-li počítat, že průměrně se vymění 7 čidel za rok, přičemž cena jednoho čidla včetně příslušenství činí 10 000 Kč, vychází nás tyto náklady průměrně 70 000 Kč za rok.

Ve stejném časovém intervalu, tzn. jednou za tři roky, probíhá kalibrace digitálních teploměrů. Kalibrace jednoho takového teploměru vychází na 690 Kč. Vzhledem k počtu digitálních teploměrů vychází jejich kalibrace 8 970, ročně bychom tedy mohli započítat 2 990 Kč.

Další položkou provozních nákladů je údržba a kontrola měřicích zařízení. Tuto položku je obtížné vypočítat, ale můžeme si udělat alespoň hrubou představu. Pravidelná kontrola zabere přibližně 5 hodin týdně. Při průměrné hodinové mzdě na nejmenovaném pracovišti se ročně jedná o náklad ve výši 44 200 Kč.

Další položkou je mezikalibrace, která probíhá jednou ročně a zahrnuje kontrolu všech digitálních i rtuťových teploměrů a všech čidel, kterými laboratoř disponuje. Počítejme, že na tento proces je potřeba 10 pracovních dní při osmihodinové pracovní směně. Z této úvahy se dostaneme na 13 600 Kč ročně. Další náklady například na archivaci, dokumentaci, kancelářské potřeby apod. by se do provozních nákladů mohly započítat taky, nicméně tento údaj by byl pro tuto práci velice nepřesný.

Celkové roční provozní náklady na současný metrologický systém činí zhruba 130 790 Kč. Všechny ceny jsou uváděny bez DPH. Rozložení provozních nákladů na jednotlivé položky jsou uvedeny na obrázku č. 10.



Obrázek 10 Rozložení provozních nákladů na měřicí zařízení

(Zdroj: vlastní)

7.7 Další laboratoře patřící k dané nemocnici

Nemocnice disponuje dalšími laboratořemi mimo mikrobiologii. Mezi tyto laboratoře se řadí oddělení klinické biochemie a hematologie (OKBH), hematologicko-transfúzní oddělení (HTO) a oddělení patologické anatomie (OPA). Tyto laboratoře také musí hlídat teploty na místech, kde jsou skladovány vzorky a reagenty. Speciálním případem je transfúzní služba, kde je kladen velký důraz na dodržování správné, jak skladovací, tak přepravní teploty. Každá z těchto laboratoří má pověřeného metrologa laboratoře, který se stará o kalibrace, mezikalibrace a vedení příslušné dokumentace.

Laboratoř OKBH a HTO má jednoho společného metrologa a nachází se ve stejných prostorech nemocnice. Tyto laboratoře využívají celkem 32 teploměrů, mezi kterými jsou jak rtuťové, tak digitální teploměry. Dále laboratoř využívá 13 teplotních čidel. Všechna příslušná dokumentace se vede v papírové podobě a je zakládána tak, aby mohla být využita při auditech, na které chodí například ČIA a Státní ústav pro kontrolu léčiv (SÚKL). Stejně jako OKM, tak i OKBH a HTO posílá své měřicí zařízení na kalibraci. Laboratoř má nastavený svůj interval odeslání na kalibrace. Také provádí mezikalibrace. V tomto případě dělají laboratoře shodně mezikalibraci jednou za rok. Je k ní využíván nemocniční etalon. Ten je spravován právě laboratoří OKBH a je propůjčován v případě potřeby v rámci nemocnice.

Laboratoř OPA má velmi jednoduchý metrologický systém. Nachází se zde pouze 5 teplotních čidel. Tyto čidla jsou všechna umístěna v lednicích. Stejně jako na OKM, i zde je kalibrační interval nastaven na tři roky. V tomto případě se ale čidla posílají na kalibraci a nepořizují se nová. Opět, shodně s OKM, OKBH i HTO, je jednou ročně prováděna mezikalibrace těchto teplotních čidel, ke kterým je využíván nemocniční etalon.

7.8 Dostupné metrologické systémy

V rámci přípravy návrhu nového metrologického systému byly zmapovány dostupné systémy, které v současnosti využívají v různých zdravotnických laboratořích na území České republiky. Cílem této části bylo zhodnotit nejen technické možnosti jednotlivých řešení, ale také získat zpětnou vazbu od laboratoří, které s metrologickými systémy pracují v praxi. Součástí této analýzy bylo oslovení pěti zdravotnických laboratoří z různých krajů České republiky, které poskytly cenné informace o fungování jejich metrologických

systémů. Všechny oslovené laboratoře si přály zůstat anonymní, nicméně jejich zkušenosti se staly cennými pro návrh řešení v této diplomové práci.

Ze zjištěných informací vyplynulo, že dvě z oslovených laboratoří stále využívají systém založený na ruční evidenci. Jedná se o tradiční formu záznamu teplotních údajů, která zahrnuje ruční odečty a zápisy do papírových protokolů. Ačkoli tyto laboratoře uvádějí, že jim tento systém dosud vyhovoval, vnímají zároveň jako limitující jejich administrativní zátěž a obtížnou dohledatelnost údajů.

Naopak tři další laboratoře, které byly osloveny, již používají digitální formu monitorování teploty. Dvě z těchto laboratoří využívají systém dodavatele označeného v této práci jako firma A. Tento systém umožňuje sledování dat v reálném čase a zasílání upozornění na odchylky. Třetí laboratoř využívá řešení jiného dodavatele, který je však funkčně velmi podobný – jedná se rovněž o digitální systém se vzdáleným přístupem a automatickým ukládáním měřených údajů. Všechny tři laboratoře hodnotily přechod na moderní systém jako zlepšení v oblasti kontroly laboratorního provozu. Jedna z oslovených laboratoří měla systém sledování teplot propojený i s lékárnou, ve které je měření teplot stejně důležité, jako je tomu v laboratoři.

Právě na základě těchto konzultací a praktických poznatků byl do rozhodovacího procesu zařazen systém firmy A. Jeho výběr byl podpořen také doporučením ČII, která dlouhodobě podporuje zavádění digitálních nástrojů do oblasti zdravotnictví. Systém firmy A byl pracovníky nejmenovaných laboratoří shledán jako komplexní, uživatelsky přívětivý a provozně stabilní.

Druhý analyzovaný systém, který byl vybrán do porovnání, bude označován v této práci jako systém firmy B. Tato firma byla do porovnání vybrána na základě dlouhodobé spolupráce s laboratoří, pro kterou je nový systém v této práci navrhován. Právě tato dlouhodobá spolupráce vedla k oslovení zástupců firmy a zařazení mezi uvažované varianty.

Shrnutím zpětné vazby od oslovených laboratoří lze říci, že trend směřuje ke komplexní digitalizaci metrologických procesů. Laboratoře, které již přešly na digitální systémy, jednoznačně vyzdvihují výhody spojené s automatizací, vyšší spolehlivostí záznamů a snazší správou dat. Zjištění z praxe tak potvrdila oprávněnost záměru vytvořit nový, moderní metrologický systém.

8 PROJEKT ZAVEDENÍ NOVÉHO SYSTÉMU PRO MONITOROVÁNÍ TEPLIT

Projekt v této diplomové práci se zaměřuje na implementaci nového metrologického systému na měření teplot, jenž by zvýšil efektivitu a spolehlivost monitorování teplotních podmínek.

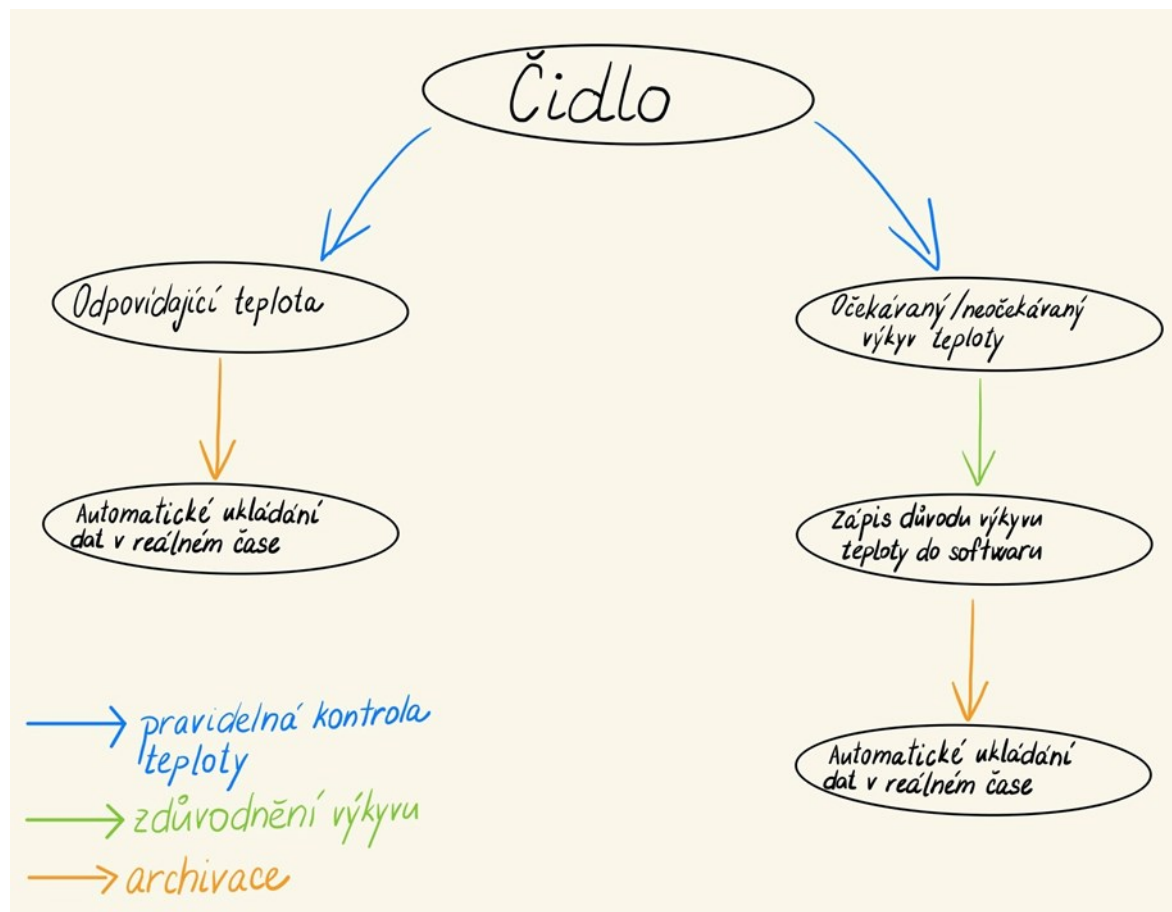
8.1 Představení projektu

Stávající metrologický systém v mikrobiologické laboratoři nejmenované nemocnice je, vzhledem k současným technologickým možnostem, zastaralý a nevyhovující z hlediska efektivitu a přesnosti měření. Současná praxe neumožňuje kontinuální sledování měřených veličin v reálném čase, což zvyšuje riziko odchylek a možných chyb v měření. Rovněž je náročná administrativní správa systému a samotná organizace kalibrací a údržby jednotlivých měřidel. Z těchto důvodů vznikla potřeba zavedení nového, modernějšího metrologického systému, který by přinesl inovaci v podobě nepřetržitého 24hodinového monitoringu, automatizace záznamů a celkového zjednodušení správy měřicích zařízení.

Hlavním cílem projektu je zavést systém, který umožní napojení na mobilní zařízení a přístup k naměřeným hodnotám v reálném čase. To zajistí nejen okamžitou kontrolu, ale také možnost rychlé reakce na případně teplotní odchylky. Nový systém by měl být propojen se základnou na počítači přímo v laboratoři, kde by metrolog mohl kdykoli zkontrolovat stav jednotlivých čidel a měřených teplot. Významným zlepšením by byla také možnost automatického zápisu odchylek a upozornění v případě překročení nastavených mezních hodnot. Dalším cílem je sjednocení termínů kalibrací. Vzhledem k tomu, že by kalibraci zajišťovala firma u všech čidel najednou ve stejný čas, nepotřebovala by čidla vést tzv. Kartu měřidla. To by vedlo ke snížení administrativní zátěže. Dále by mohlo dojít k úplnému zrušení nutnosti mezikalibrace. To by vedlo ke snížení časové náročnosti, kterou mezikalibrace představuje a ke snížení množství archivovaných papírových protokolů. Dalším důležitým aspektem je zrušení nutnosti manuálního přepisu naměřených hodnot, čímž by se minimalizovalo riziko lidské chyby. V neposlední řadě by mělo dojít přechodem na nový systém k plné digitalizaci všech potřebných údajů a zrušení všech deníků, protokolů a karet v papírové podobě.

Pro vytvoření projektu byly osloveny firmy, dále v práci označované jako firma A a firma B. S firmou B má laboratoř OKM již mnohaletou spolupráci. Každá z těchto

společností má odlišné technologické řešení, náročnost implementace, pořizovací a provozní náklady, možnost rozšíření systému apod.



Obrázek 11 Navrhovaný systém sběru dat

(Zdroj: vlastní)

Při porovnání současného procesu, který je popsán obrázkem č. 6, s nově navrhovaným procesem vyobrazeným na obrázku č. 11, je na první pohled patrné, že by došlo k zásadním změnám. Jednou z takových změn je sjednocení všech měřících zařízení. Teplotní čidla a oba typy teploměrů se nahradí jedním typem teplotních čidel. Další významnou změnou je zrušení každodenního obcházení každého teplotního měřidla a manuální zaznamenávání do příslušného deníku. Tímto ušetří metrolog laboratoře a další pověřené pracovníci čas, který může být věnován na provádění laboratorních vyšetření. Dále jednou z velkých změn je zrušení každoměsíčního stahování dat z teplotních čidel. Tyto data se po stáhnutí ukládají na interní úložiště nemocnice a zároveň jsou tištěny do papírové podoby, zakládány a v případě teplotní odchylky řádně písemně okomentovány. Zrušení tohoto procesu by

ušetřilo jak čas, tak papírovou dokumentaci a místo, ve kterém je papírová dokumentace archivována. Na OKM jsou takovéto dokumenty archivovány zpětně až do roku 2010. V případě záznamu neshod by v novém systému stačilo tyto neshody zaznamenávat přímo do systému, tudíž by se opět ušetřil čas jejich záznamu do papírové podoby. Zároveň by se ušetřila velká spotřeba papíru, což jde ruku v ruce se současným trendem přecházení na bezpapírovou formu v mnoha odvětvích.

8.1.1 Význam monitorování teplot v mikrobiologické laboratoři

V mikrobiologické laboratoři zaujímá měření a udržování teplot klíčovou roli, jelikož přímo ovlivňuje přesnost a spolehlivost výsledků laboratorních analýz. Správná teplota je důležitá pro skladování reagensů, které jsou životně důležité pro různé laboratorní analyzátoři. Tyto reagensy musí být uchovávány za přesně stanovených teplotních podmínek, aby si udržely svou stabilitu. Stejně tak je udržování správných teplot klíčové pro skladování biologických vzorků. Podle platných standardů a norem musí být tyto vzorky v laboratoři skladovány po určitý stanovený počet dní, aby se zajistila jejich použitelnost pro analýzu a aby nedošlo k jejich znehodnocení. Standardní doba skladování v příslušné laboratoři je 7 dní pro séra v chladničkové teplotě. Vzorky určené pro bakteriologické vyšetření se neskladují a jsou určeny po zpracování rovnou k likvidaci.

Nezastupitelnou roli hrají v mikrobiologické laboratoři správně nastavené inkubátory, které poskytují specifické podmínky pro kultivaci různých bakterií. Každá bakterie má své teplotní optimum, které je třeba dodržet pro úspěšnou kultivaci. Například, u pacienta trpícího na akutní průjem, horečku a bolest břicha, můžeme předpokládat, že potenciálním patogenem bude bakterie *Campylobacter* spp. Tato bakterie potřebuje pro růst speciální kultivační půdu a teplotu 37–42 °C. Pokud se teplota zvýší nad 48 °C, bakterie přestává růst. Pokud by tedy teplota v inkubátoru přesáhla 48 °C, *Campylobacter* spp. by na Karmali agaru nevyrostla a výsledek by tak byl hodnocen jako falešně negativní. Dalším příkladem důležitosti sledování správné teploty je identifikace bakterie *Listeria monocytogenes*. Tato bakterie se vyznačuje tím, že dokáže, oproti ostatním, běžně se vyskytujícím patogenům, růst na kultivační půdě i při chladničkové teplotě. Díky tomu ji dokážeme z materiálu vyselektovat již při první kultivaci. V opačném případě, za vyšších teplot, by pravděpodobně narostly i jiné bakterie a my bychom tak museli diagnostiku prodloužit o další identifikaci, tedy o dalších přibližně 24 hodin. To představuje riziko hlavně u těhotných žen, u kterých může vlivem této bakterie docházet až k abortu plodu (Hurych et al., 2021).

Různé požadavky na skladování mají diagnostické soupravy a reagenty v nich v závislosti na svém složení. Některé musí být udržovány v mrazničkových teplotách a po rozmrazení je nelze znovu zamrazit. Další mohou být skladovány pouze při teplotách lednicových. V případě dodání nové soupravy do laboratoře, je na metrologovi, aby zjistil, za jakých podmínek ji můžeme skladovat.

Mikrobiologické laboratoře také skladují referenční kmeny bakterií, které jsou používány pro kontrolu kvality dodávaných mikrobiologických půd. Tyto kmeny je třeba uchovávat ve speciálních komerčně dodávaných zkumavkách, hluboce zmrazené při teplotě kolem 70 °C, což zajišťuje jejich stabilitu v průběhu času.

Přesná regulace teploty je nezbytnou součástí každodenního chodu mikrobiologických laboratoří. Technický pokrok umožňuje stále účinnější a spolehlivější způsoby monitorování a řízení těchto podmínek.

8.2 Návrh systému

V rámci návrhu metrologického systému pro měření teploty a vlhkosti v mikrobiologické laboratoři je zapotřebí umístit celkem 28 čidel na strategicky vybraných místech. Aktuálně laboratoř disponuje více typy měřících zařízení (viz. kapitola 5). Navržený systém nahradí jednotlivé typy a sjednotí je do jednoho typu teplotních čidel.

K zavedení funkčního systému je potřeba pořídit:

- 5 čidel s kalibrací do inkubátoru (kalibrační body: 34 °C, 37 °C, 40 °C)
- 11 čidel do lednic (kalibrační body: 2 °C, 5 °C, 8 °C)
- 3 čidla do mrazáků (kalibrační body: -22 °C, -19 °C, -16 °C)
- 7 čidel do místnosti (kalibrační body: 18 °C, 24 °C, 30 °C)
- 1 čidlo do hlubokomrazícího boxu (kalibrační body: -84 °C, -80 °C, -76 °C)
- 1 mobilní čidlo měřící teplotu i vlhkost (kalibrační body: 2 °C, 5 °C, 8 °C)

8.2.1 Návrh na nový systém firmy A

Firma A nabízí vícero možností, jak by mohl celý systém vypadat, z nichž byla ve spolupráci s kompetentními pracovníky vybrána jedna možnost. Pro práci je vybrán systém, který může podporovat připojení až 3000 různých sond. To zajišťuje flexibilitu a možnou rozšiřitelnost

v budoucnu v samotné laboratoři, případně na dalších odděleních v rámci nemocnice. Součástí nového systému je připojení k počítači a serveru, které umožňuje archivaci dat.

Systém poskytuje několik možností připojení, včetně kabelových rozvodů LAN, bezdrátového připojení Wi-Fi a radiového připojení, což usnadňuje integraci v laboratoři. Alarmy v systému by byly nastaveny tak, aby informovaly pracovníky o jakýchkoliv odchylkách v teplotě či vlhkosti prostřednictvím SMS zpráv či e-mailových upozornění. Tento způsob notifikace zajišťuje, že personál může okamžitě reagovat na potenciální problémy, čímž se minimalizuje riziko zhoršení podmínek pro uchování vzorků a materiálů.

Jsou vybrána čidla jednoho typu, která splňují zadané požadavky – měření při teplotách, které jsou uvedeny výše. Měřidla do lednic, mrazáků a inkubátorů jsou navíc vybavena lahvičkou se stabilizačním roztokem. Systém dodávaný do laboratoří obsahuje také software, který umožňuje správu a analýzu dat shromážděných ze všech připojených čidel. K dispozici je 24 hodin denně, 7 dní v týdnu také technická podpora, která poskytuje rychlé řešení problému vzniklého během provozu.

Instalační práce zahrnují jak fyzické umístění, tak uvedení do provozu a zaškolení vybraného personálu o správném zacházení a obsluze čidel. Tento krok je důležitý pro zajištění, že všichni zaměstnanci budou schopni efektivně používat systém a reagovat na případné alarmové hlášení. Dále je součástí dodání kalibrační certifikát platný 1 rok. Následnou kalibraci zajišťuje dodavatelská firma přímo v laboratoři.

8.2.2 Návrh na nový systém firmy B

Firma B nabízí metrologický systém založený na síti routerů umístěných v laboratoři, ke kterým jsou připojena teplotní čidla. Routery zajišťují přenos dat mezi čidly a cloudovým úložištěm. Tato teplotní čidla jsou umístěna na vybraných měřicích stanovištích. Data jimi naměřená jsou v pravidelných intervalech odesílána do cloudového úložiště. Standardně jsou v laboratoři nastavené měřicí intervaly na 30 minut. Z cloudového úložiště jsou data dostupná oprávněným uživatelům pro monitoring a analýzu. Přístup k těmto datům je možný z jakéhokoli zařízení s internetovým připojením, tedy jak z počítače, tak z mobilního telefonu, pokud má uživatel odpovídající přihlašovací údaje. Systém umožňuje sledování naměřených hodnot v reálném čase a zároveň uchovává historická data pro pozdější hodnocení a archivaci.

Měření probíhá automaticky podle předem definovaných parametrů. Interval měřených teplot lze upravit podle potřeb laboratoře. Kromě monitorování aktuálních teplot je možné generovat přehledy a statistiky o vývoji teplotních podmínek v čase.

Systém je navržen tak, aby bylo možné rozšiřovat počet měřicích míst podle aktuálních požadavků laboratoře. Každé nové čidlo však musí být v dosahu routeru, ke kterému se připojuje, což při větším rozšíření může vyžadovat instalaci dodatečných síťových prvků.

8.3 Analýza nákladů na nový metrologický systém

Analýza nákladů spojených se zavedením nového metrologického systému na OKM je jedním z klíčových kroků při plánování pořízení tohoto systému. Náklady se dělí do dvou podkapitol na pořizovací cenu a poplatky za provoz daného systému. Pořizovací cena představuje veškeré finanční prostředky nezbytné pro pořízení a implementaci systému, jako jsou finance potřebné na hardware, software, instalační práce. Na druhé straně poplatky za provoz reflektují ty částky, které vznikají během každodenního provozu systému a zahrnují údržbu, kalibraci, technickou podporu. Důležitým aspektem této kapitoly je porovnání nákladů na nový systém se stávajícím zavedeným systémem, což pomůže odhalit rozdíly a potencionální úspory či potřebné finance navíc.

8.3.1 Pořizovací cena nového metrologického systému firmy A

Pořizovací cena nového metrologického systému představuje důležitou složku z celkových nákladů při pořízení nového systému. Mnou oslovená firma A zaslala ceník jednotlivých položek, které nabízí a které laboratoř OKM využije. Z této cenové nabídky jsem vypracovala přehlednou tabulku (Tab. 5). Následně jsem z této cenové nabídky vypracovala celkovou cenu přímo pro laboratoř OKM nejmenované nemocnice.

Tabulka 5 Pořizovací cena nového metrologického systému firmy A

NÁZEV	MNOŽSTVÍ (ks)	CENA ZA KUS BEZ DPH (Kč)	CELKOVÁ CENA BEZ DPH (Kč)
Micro-USB cable 1,5m	1	350	350
4 batteries MIMn Mignon Type AA	1	330	330

NÁZEV	MNOŽSTVÍ (ks)	CENA ZA KUS BEZ DPH (Kč)	CELKOVÁ CENA BEZ DPH (Kč)
Glycol temperature simulation bottle	22	800	17 600
Board base pro základnu Base	1	2430	2430
LTE USB STICK Set (EMEA)	1	7290	7290
External antenna for LTE USB STICK	1	6710	6710
WLAN communication module	2	3660	7320
LAN/PoE communication module	27	3660	98 820
GSM module	1	11 080	11 080
Digital PT100 temperature cable probe 1,3m	27	5470	147 690
Digital hum./temp. krátká sonda	1	5120	5120
Teplotní čidlo	28	10 560	295 680
Zdroj micro-USB cabel set for testo 150	1	1470	1470
Saveris Base	1	26 300	26 300
Prvotní akreditovaná kalibrace teploty	28	1030	28 840
Prvotní akreditovaná kalibrace vlhkosti	1	1300	1300

NÁZEV	MNOŽSTVÍ (ks)	CENA ZA KUS BEZ DPH (Kč)	CELKOVÁ CENA BEZ DPH (Kč)
Instalační práce a uvedení do provozu	1	84 500	84 500

(Zdroj: vlastní)

Podle tabulky č. 5 je celková pořizovací cena nového metrologického systému pro OKM nejmenované nemocnice 742 830,00 Kč.

8.3.2 Poplatky za provoz nového metrologického systému firmy A

Důležitým ukazatelem pro posouzení nového metrologického systému jsou pravidelné poplatky za provoz. Ty zahrnují finanční prostředky spojené s každodenním provozem, jako je údržba a kalibrace, licence, technická podpora (Tab. 6). Dále bychom zde mohli zahrnout například spotřebu elektrické energie, ale vzhledem k tomu, že laboratoř sama o sobě spotřebovává obrovské množství energie, tyto náklady jsou jen těžko vypočitatelné, proto v této kapitole počítány nebudou.

Tabulka 6 Poplatky za provoz na nový metrologický systém firmy A

NÁZEV	MNOŽSTVÍ (ks)	Období platnosti	CENA ZA KUS BEZ DPH (Kč)	CELKOVÁ CENA BEZ DPH (Kč)
Software licence	1	1 rok	63 450	63 450
Technická podpora	1	1 rok	22 475	22 475
Kalibrace vlhkosti	1	3 roky	1300	1300
Kalibrace teploty	28	3 roky	1030	28 840

(Zdroj: vlastní)

Jak je patrné z tabulky č. 6, ceny za kalibraci vlhkosti a teploty jsou uvedeny na období tří let. Tudíž na rok jsou vypočítány jako $(1300 + 28\,840) / 3 = 10\,046,66$ Kč. Celkové roční poplatky za provoz metrologického systému firmy A zaokrouhlené na celé koruny činí 95 972 Kč.

8.3.3 Pořizovací cena nového metrologického systému firmy B

Firma B poslala nabídku, ve které byly pořizovací ceny jednotlivých komponent systému uvedeny následujícím způsobem (Tab. 6). Z tabulky je zřejmé, že externí čidlo by nebylo schopno měřit i vlhkost, což je jednou z nevýhod v porovnání se systémem firmy A. Vzhledem k účelu využití by to nebyla vyloženě překážka a důvod pro zamítnutí systému, nicméně tato skutečnost bude zahrnuta v rozhodovací matici pro výběr dodavatele.

Podle informací poskytnutých firmou B účtují 1750 Kč za hodinu práce. Zároveň si účtují částku na dopravu 12 Kč za 1 km. Samotná fyzická montáž routerů by se dle odhadu mohla pohybovat kolem 8 hodin. Dále další 2 hodiny za uvedení do provozu a zaškolení zaměstnanců. Za dopravné by si firma účtovala zhruba 1000 Kč.

Tabulka 7 Pořizovací cena nového metrologického systému firmy B

NÁZEV	MNOŽSTVÍ (ks)	CENA ZA KUS BEZ DPH (Kč)	CELKOVÁ CENA BEZ DPH (Kč)
Teplotní čidlo	27	4480	120 960
Externí teplotní čidlo	1	4620	4620
Externí sonda	1	4000	4000
Router s pasivní PoE kabeláží	2	7280	14 560
Prvotní kalibrace	28	540	15 120
Uvedení do provozu			17 500
Doprava			1000

(Zdroj: vlastní)

Pořizovací cena nového metrologického systému podle nabídky firmy B vychází na 177 760 Kč.

8.3.4 Poplatky za provoz nového metrologického systému firmy B

Poplatky za provoz nového metrologického systému firmy B skýtají pouze dvě položky uvedené níže (Tab. 8).

Tabulka 8 Provozní náklady nového metrologického systému firmy B

NÁZEV	MNOŽSTVÍ (ks)	CENA ZA KUS BEZ DPH (Kč)	CELKOVÁ CENA BEZ DPH (Kč)
Pravidelná roční kalibrace	28	540	15 120
Poplatek za využívání cloudového úložiště	28	500	14 000

(Zdroj: vlastní)

Každoroční poplatky za provoz metrologického systému firmy B by činily 29 120 Kč.

8.4 Implementace systému

Implementace nového metrologického systému je náročný proces vyžadující plánování. Celý proces je rozdělen do několika fází, které zajišťují plynulý přechod ze stávajícího zastaralého systému na nový, moderní a efektivnější. Hlavním cílem implementace je nejen minimalizovat narušení provozu laboratoře, ale také zajistit správné fungování nového systému a jeho plnou integraci do zavedených pracovních procesů.

Prvním krokem je přípravná fáze, ve které dochází k detailnímu plánování celého procesu, analýze technických požadavků a výběru dodavatele systému. V této fázi je klíčové stanovit harmonogram implementace a připravit laboratoř na přechod na nový systém.

Další fází je samotný nákup a instalace systému. Tento krok zahrnuje nejen pořízení potřebného vybavení, ale také jeho fyzickou instalaci, případnou implementaci do IT systému nemocnice.

Poslední, neméně důležitou fází, je uvedení systému do provozu. Tento krok zahrnuje finální testování, validaci přesnosti měření a školení personálu, aby byl nový systém plně využíván.

8.4.1 Přípravná fáze

Pro hladký průběh zavedení nového metrologického systému v mikrobiologické laboratoři je důležitá příprava před samotným nákupem a uvedením systému do provozu. Příprava se může rozdělit do několika dílčích kroků.

Analýza cílů a potřeb laboratoře

Součástí analýzy cílů a potřeb laboratoře je identifikace klíčových procesů, které budou novým systémem ovlivněny. Mezi tyto procesy se řadí sledování teploty v reálném čase, kalibrace měřících zařízení, mezikalibrace měřících zařízení, identifikace výkyvů teploty. Dále je nutné určit, jaké konkrétní problémy stávající systém má, přičemž nový systém by je mohl vyřešit. V tomto případě se jedná především o prodlevu mezi výrazným výkyvem teploty a jeho zjištěním mimo pracovní dobu laboratoře. Dalším problémem je nemožnost modernizace v rámci digitalizace systému. Dále je to nemožnost propojit stávající systém v rámci ostatních laboratoří dané nemocnice.

Konkrétní cíle a potřeby laboratoře OKM při přechodu na nový systém:

- Možnost sledování dat v reálném čase
- Úspora času díky zrušení každodenního obcházení teplotních měřidel
- Úspora času díky zrušení každoměsíčního stahování dat z jednotlivých teplotních čidel
- Úspora času díky zrušení provádění mezikalibrace
- Možnost plné digitalizace systému
- Možnost rozšíření systému v rámci ostatních nemocničních laboratoří
- Minimalizovat omezení provozu při přechodu na nový systém

Výběr metrologického systému

Ve fázi výběru metrologického systému se provádí výběr vhodného zařízení, technologie a dodavatele. Vybraný systém musí odpovídat technickým i finančním možnostem laboratoře. Dále výběr zohledňuje například servisní služby, uživatelské rozhraní apod.

Rozhodovací matice pro výběr dodavatele nového metrologického systému

Pro hodnocení jednotlivých nabídek jsem vytvořila rozhodovací matici (Tab. 8) na základě osmi kritérií, která považuji za klíčová při výběru metrologického systému pro laboratoř. Každé kritérium je hodnoceno na škále od 1 do 5, kde hodnota 5 znamená nejlepší možné splnění daného požadavku a hodnota 1 nejhorší. Tato škála umožňuje objektivní porovnání jednotlivých systémů a jejich přizpůsobení potřebám laboratoře. Každé kritérium má zároveň přiřazenou váhu podle jeho důležitosti, přičemž součet všech vah je vždy 1. Výsledné skóre pro jednotlivé nabídky se pak počítá jako součet součinů bodového hodnocení a váhy daného kritéria – viz vzorce pro výpočet z rozhodovací matice. Tímto způsobem lze snadno určit, která nabídka nejlépe odpovídá požadavkům, laboratoře a je tak optimální volbou pro zavedení nového metrologického systému.

Vzorce pro výpočet rozhodovací matice:

Vážené skóre kritéria A = váha kritéria A × hodnocení kritéria A

$$\text{Výsledné skóre firmy } X = \sum_{i=1}^8 \text{vážené skóre firmy } X$$

Tabulka 9 Rozhodovací matice pro výběr nového metrologického systému

Kritérium	Váha (%)	Firma A	Vážené skóre	Firma B	Vážené skóre
Sledování dat v reálném čase	0,2	5	1	5	1
Dostávání upozornění o odchylkách	0,2	5	1	1	0,2
Možnost zdůvodnění teplotních odchylek	0,15	5	0,75	2	0,3
Přehlednost aplikace	0,15	4	0,6	4	0,6
Pořizovací cena	0,1	1	0,1	5	0,5
Poplatky za provoz	0,1	1	0,1	5	0,5
Možnost sledování vlhkosti externím čidlem	0,05	5	0,25	1	0,05
Možnost rozšíření systému	0,05	5	0,25	2	0,1
Celkové skóre			<u>4,05</u>		<u>3,25</u>

(Zdroj: vlastní)

Rozhodovací matice slouží k objektivnímu porovnání obou nabízených systémů na základě předem definovaných kritérií. Pro rozhodovací matici bylo zvoleno 8 kritérií –

sledování dat v reálném čase, dostávání upozornění o odchylkách, možnost zdůvodnění teplotních odchylek, přehlednost aplikace, pořizovací náklady, provozní náklady, možnost sledování vlhkosti externím čidlem a možnost rozšíření systému. Podle důležitosti těchto kritérií jim byla přidělena váha. Váha kritérií se pohybuje v rozmezí 0–1. Zároveň je součet všech vah roven 1. Tato kritéria a jim přidělené váhy byly navrženy dle očekávání, co by mohl nový systém přinést a dle zkušeností s prací s aktuálním systémem. Dále jsou nastavená kritéria hodnocena pro obě firmy zvlášť. Firmy mohou dostat hodnocení 1-5.

- 1 = velmi nevyhovující = zcela neplní požadavky
- 2 = spíše nevyhovující = plní požadavky jen částečně, má výrazné slabiny
- 3 = spíše vyhovující = průměrné řešení, bez zásadních problémů
- 4 = vyhovující = dobře splňuje požadavky a přináší očekávané výhody
- 5 = vynikající = optimální, zcela vyhovující řešení, přináší výrazné a žádoucí přínosy

Sledování dat v reálném čase a dostávání upozornění o odchylkách jsou kritéria, kterým byla přiřazena nejvyšší důležitost. V případě sledování dat v reálném čase dostaly obě firmy hodnocení 5. Obě firmy totiž shodně splňují požadavek na nepřetržité monitorování teploty a možnost jejich sledování. V případě upozornění o odchylkách se obě firmy naprosto rozcházejí. Firma A, která dostala hodnocení 5, plně splňuje požadavek na dostávání upozornění formou SMS či e-mailem v případě teplotních odchylek. Na druhou stranu firma B dostala hodnocení 1. Tento systém totiž ukládá naměřená data na cloud, kde si je může uživatel prohlédnout, nicméně uživatel nedostane upozornění. Na odchylku tedy přijde až v momentě kontroly cloudového úložiště. Dalším kritériem je možnost zdůvodnění teplotních odchylek, které dostalo stejnou váhu jako přehlednost aplikace. Firma A dostala za možnost zdůvodnění teplotních odchylek hodnocení 5, protože v případě zjištění odchylky lze jednoduše jedním kliknutím v aplikaci napsat komentář, proč a za jakých podmínek k odchylce došlo a jak byla tato odchylka řešena. Na druhé straně firma B dostala hodnocení 2. Odchylky v tomto systému lze zaznamenat, nicméně velmi omezeně. V tomto případě by bylo ideální vést i příslušnou papírovou dokumentaci. V případě přehlednosti aplikace dostaly obě firmy hodnocení 4. Dále byla přidána i kritéria zohledňující financování systému. Pro velké rozdíly mezi cenami za oba posuzované systémy dostala firma A hodnocení 1, naproti tomu firma B získala hodnocení 5. Mezi kritéria, která dostala nejmenší

váhu, se řadí možnost sledování vlhkosti externím čidlem a možnost rozšíření systému. V případě sledování vlhkosti není tento parametr povinně měřitelný v případě zamýšleného použití teplotního čidla. Možnost rozšíření systému nebyla vyhodnocena jako příliš důležitá, protože tato práce je zaměřená výhradně na laboratoř OKM a rozšíření do dalších prostor není zamýšleno. V tomto případě dostala firma A hodnocení 5. Pro rozšíření jejího systému stačí pořídit další čidla a umístit je na místo potřebné k měření. K systému je možno připojit až 3000 čidel. Firma B dostala hodnocení 2. Důvodem je, že rozšíření je sice možné, nicméně by bylo potřeba pořídit a strategicky rozmístit i routery.

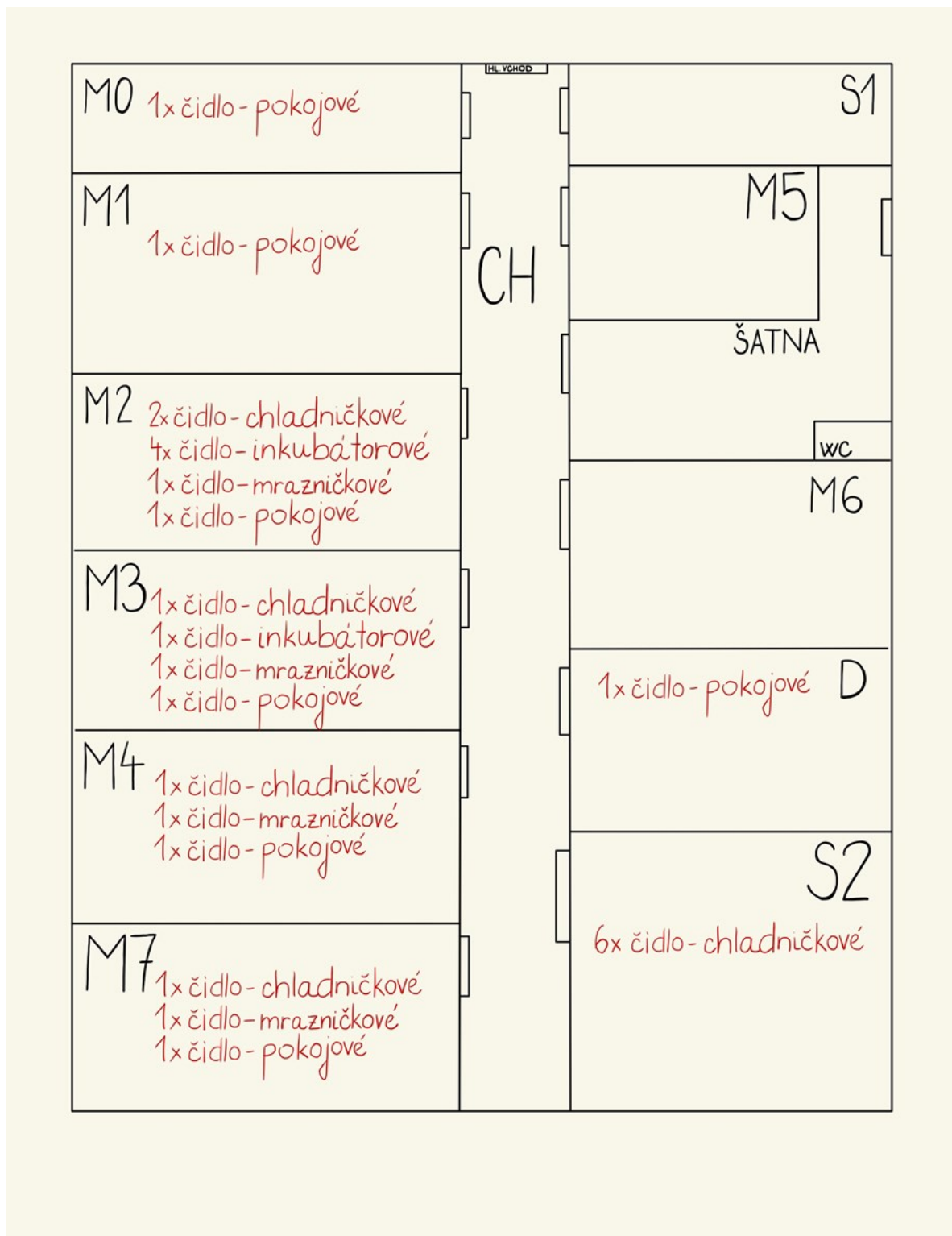
Na základě provedeného vyhodnocení získala firma A celkové skóre 4,05, zatímco firma B dosáhla hodnoty 3,25. Firma A výrazně lépe splňuje kritéria související se sledováním dat v reálném čase, možností zdůvodnění teplotních odchylek, a především systémem upozornění na odchylky od normálních hodnot. Také nabízí větší flexibilitu v možnostech rozšíření systému a umožňuje i sledování vlhkosti, v našem případě pomocí externího čidla. Naproti tomu firma B dosahuje lepších výsledků zejména v oblasti financování celého systému, kde získala maximální bodové hodnocení, což naznačuje ekonomičtější řešení z hlediska dlouhodobého provozu. I přes finanční výhodnost řešení od firmy B se na základě této analýzy jeví jako vhodnější varianta nabídka firmy A, která lépe vyhovuje požadavkům laboratoře na možnosti monitoringu. Výsledky rozhodovací matice tak poskytují jasné podklady pro finální výběr metrologického systému, přičemž hlavní důraz byl kladen na kvalitu a přínos nového systému pro provoz laboratoře OKM.

Výběr a příprava prostor pro nový systém

Před zakoupením nového systému je důležité vybrat a připravit prostor v laboratoři. V případě metrologického systému se vybírají místa, na kterých bude probíhat měření. Rozmístění teplotních čidel je naplánováno s ohledem na pokrytí klíčových míst, které vyžadují pravidelné monitorování.

Nový plán rozmístění se drží původního plánu. Měřicí místa zůstávají stejná, protože nedochází k přidávání ani ubírání lednic, mrazáků či inkubátorů. Na první pohled patrná změna je v počtu měřících zařízení. Z původních 56 měřících a zároveň kontrolovaných zařízení se jejich počet zavedením nového systému sníží na 27 plus jedno zůstává pro externí použití při transportu vakcín. V každé místnosti se nachází podstatně méně měřících zařízení, aniž by došlo k ohrožení spolehlivosti a kvality měření. Navrhované rozmístění je

vyobrazeno na obrázku č. 12. Popis místností je zachován stejně, jako byl popsán na obrázku č. 6.



Obrázek 12 Rozmístění teplotních čidel nového metrologického systému

(Zdroj: vlastní)

8.4.2 Nákup a instalace nového metrologického systému

Poté, co je hotová fáze přípravy, dochází k samotnému nákupu systému. Nejprve je nutné zajistit veškerou administrativu spojenou s nákupem, včetně dohody o dodací lhůtě. Nejmenovaná nemocnice má jasně nastavený systém při pořizování nových přístrojů do laboratoře. Samotný nákup posuzuje a schvaluje či zamítá ředitel nemocnice. Následnou komunikaci s dodavatelskou firmou a objednání samotného přístroje má na starosti primář laboratoře. Tento proces trvá zhruba jeden měsíc. Ceny za nový metrologický systém již byly uvedeny v kapitolách 8.3. Protože je nejmenovaná nemocnice plátcem daně z přidané hodnoty (DPH), má povinnost tuto daň odvádět. Zároveň si může nárokovat odpočet DPH na vstupu. To znamená, že i když jsou ceny uvedeny bez DPH, nemocnice bude při nákupu platit cenu i s DPH. Následně si tuto částku může odečíst při vyúčtování daní. Výsledná finanční zátěž je tedy taková, jakou uvádí cena bez DPH. Po nákupu následuje dodání a samotná instalace přímo v laboratoři. Samotné dodání, implementace celého systému a zprovoznění trvá 1–2 dny v závislosti na tom, v kolik hodin se pracovníci dodavatelské firmy dopraví do laboratoře. Po konzultaci s vedením laboratoře nový metrologický systém pořízen v měsíci srpnu tohoto, případně následujícího roku. Tento konkrétní měsíc je vybrán na základě vytíženosti laboratoře. V letních měsících má laboratoř podstatně méně vzorků a chod laboratoře by byl o to méně zatížen implementací nového metrologického systému.

8.4.3 Uvedení do provozu

Po úspěšné instalaci metrologického systému dodavatelskou firmou následuje uvedení do provozu. Po zprovoznění a kontrole všech funkcí, které systém nabízí, je důležitým krokem při uvedení do provozu zaškolení zainteresovaných zaměstnanců. Zaměstnanci by mohli být v rámci možností laboratoře voleni na základě těchto kritérií:

- Pracovník zaměstnaný přímo v laboratoři OKM nejmenované nemocnice
- Pracovník disponující platným řidičským průkazem a autem v případě, že nebydlí v docházkové vzdálenosti od laboratoře

Tímto výčtem kritérií by mohli být vybráni zaměstnanci, kteří by měli zájem a byli by zaškoleni na nový systém. Tito zaměstnanci by nevykonávali práci metrologa v běžném provozu. Pouze by vypomáhali v případě problému v rámci pokrytí pohotovostních služeb. V případě výběru systému firmy A by se mobil těchto zaměstnanců připojil k novému systému buďto formou dostávání SMS případně e-mailů podle vlastní preference

zaměstnance. Pokud by došlo k pořízení systému firmy B, dostali by tito zaměstnanci heslo na Cloud, na který se ukládají jednotlivá měření a zároveň se tato měření dají sledovat v reálném čase. Vybraní zaměstnanci se budou střídat v držení pohotovosti od konce pracovní doby v laboratoři, tzn. od 16:00 do 6:00 následujícího rána. Vzhledem k počtu případů teplotních odchylek, které nejsou v laboratoři příliš časté díky spolehlivě nastavené kontrole během pracovní doby a pořizování kvalitních, spolehlivých přístrojů, počet zaměstnanců držící pohotovost by se měl pohybovat kolem čtyř lidí. Tito čtyři zaměstnanci by se střídali v držení pracovní pohotovosti po jednom týdnů. Vzhledem k četnosti případů, kdy vznikají teplotní odchylky, je návrh týdenních pohotovostních služeb v souladu se zákoníkem práce, jelikož ten neustanovuje limit pro držení pracovní pohotovosti. Těmto zaměstnancům by v době pohotovosti bylo přičteno 10 % z hodinové mzdy konkrétního zaměstnance. V případě výjezdu do laboratoře by byli placeni jejich řádnou hodinovou mzdou navíc. Každý zaměstnanec, který by prošel školením, by byl povinen podepsat protokol o zaškolení (Obr. 13), aby bylo doložitelné, že se systémem nepracuje nikdo, kdo by nebyl řádně zaškolen. Zároveň tak pracovníci přebírají zodpovědnost za správné zacházení s novým systémem.

PROTOKOL O ZAŠKOLENÍ

Nemocnice XY
 Oddělení klinické mikrobiologie
 Datum zaškolení: DD/MM/RRRR
 Místo zaškolení: Oddělení klinické mikrobiologie Nemocnice XY

Zaškolované osoby

Jméno a příjmení	Funkce	Podpis

Identifikace školitele:

Jméno a příjmení:

Funkce:

Podpis:

Předmět zaškolení:

- Charakteristika nového metrologického systému
- Základní ovládání, funkce a řešení teplotních odchylek
- Interpretace výsledných naměřených hodnot
- Pravidla pro údržbu systému
- Postup při řešení nejčastějších systémů

Schválení protokolu:

Datum:

Podpis odpovědné osoby:

Obrázek 13 Protokol o zaškolení na nový metrologický systém

(Zdroj: vlastní)

Proškoleným zaměstnancům by byl připojen mobilní telefon pracovníků k systému. V případě potřeby by bylo na tyto telefony posíláno upozornění na teplotní odchylku. Tyto odchylky by chodily buďto ve formě e-mailu nebo ve formě SMS na základě preferencí konkrétního zaměstnance. Protože má nemocnice dlouhodobou spolupráci s jedním z předních telefonních operátorů v ČR, dostali by vybraní zaměstnanci nabídku zvýhodněného tarifu, který umožňuje nepřetržitý přístup na internet. Protože je jedním

z kritérií vlastnictví auta a řidičského průkazu, předpokládá se, že by byl zaměstnanec ochotný toto auto využívat pro případnou nutnou cestu do práce. Tato cesta by byla proplácena formou cestovního příkazu.

8.5 Odpisy nového metrologického systému

V rámci plánovaného zavedení nového metrologického systému by mělo být zohledněno jeho účetní a daňové odpisování. Odpisy představují postupné rozložení pořizovací ceny dlouhodobého hmotného majetku. Jejich cílem je zachytit opotřebení, snížení hodnoty nebo zastarávání majetku v čase. Zároveň odepisováním dochází k rozložení pořizovací ceny za jeho koupi do více let, během nichž daný majetek organizaci přináší užitek.

V předkládané diplomové práci se předpokládá, že zvolený metrologický systém bude pořízen za cenu 742 830 Kč bez DPH. Organizace je plátcem DPH a pořizovací ceny jsou proto v celém výpočtu uváděny bez DPH. Nový systém spadá podle zákona o daních z příjmů do kategorie dlouhodobého hmotného majetku. V následujícím textu budou nejprve uvedeny daňové odpisy, které upravují základ daně z příjmu. Následně budou uvedeny účetní odpisy, které odráží reálné opotřebení majetku v účetnictví. Jejich výše a rozložení je stanoveno interními pravidly organizace.

8.5.1 Daňové odpisy

Daňové odpisy slouží ke stanovení základu daně z příjmů. Řídí se zákonem č. 586/1992 Sb., o daních z příjmů. Podle tohoto zákona se nově pořizovaný metrologický systém řadí do 2. skupiny. Celkem je těchto odpisových skupin 6. Jejich seznam najdeme v příloze zmiňovaného zákona. Doba odpisování v této skupině je minimálně 5 let. Procentuální výše odpisů je také dána tímto zákonem, konkrétně ji najdeme v paragrafu č. 31. Organizace si může zvolit, zda zvolí rovnoměrný nebo zrychlený způsob odepisování. Novelou novely Zákona č. 586/1992 Sb., o daních z příjmů se zvýšila hranice pro to, který dlouhodobý hmotný majetek musí být odepisován a který ne. Tzv. drobný hmotný majetek, tedy ten, jehož cena je méně než 80 000 Kč, lze odepsat jednorázově a nemusí být jeho odpis rozkládán do několika let (Caithamlová, 2021). V tomto případě byl zvolen rovnoměrný způsob, protože přináší předvídatelný vývoj nákladů. Podle výše uvedeného zákona činí odpisová sazba v prvním roce minimálně 11 % a ve druhém až pátém roce 22,25 % z pořizovací ceny dlouhodobého hmotného majetku. Výše jednotlivých daňových odpisů je uvedena v tabulce (Tab. 10).

Rovnice pro výši daňových odpisů (Caithamlová, 2021).:

$$\text{Výše odpisu} = \frac{\text{vstupní cena} * \text{odpisová sazba}}{100}$$

Tabulka 10 Daňové odpisy nového metrologického systému

ROK	ODPISOVÁ SAZBA	VÝŠE ODPISU (KČ)
1.	11 %	81 714
2.	22,25 %	165 279
3.	22,25 %	165 279
4.	22,25 %	165 279
5.	22,25 %	165 279
CELKEM		742 830

(Zdroj: vlastní)

Po uplynutí pěti let je metrologický systém z pohledu daňových odpisů zcela odepsán. Z hlediska správy majetku zůstává v evidenci a může být dále používán.

8.5.2 Účetní odpisy

Účetní odpisy jsou jednou z metod, jak lze přehledně vyjádřit snížení hodnoty majetku. Povinnost tuto skutečnost vyjadřovat plyne ze zákona č. 563/1991 Sb. Zákon o účetnictví (Caithamlová, 2021). Významným rozdílem mezi daňovými a účetními odpisy je skutečnost, že doba odepisování není stanovena. Organizace si může sama určit délku a tím i výši odpisu svého dlouhodobého hmotného majetku. Po konzultaci s kompetentním pracovníkem dané nemocnice by se nový metrologický systém odepisoval stejnou dobu jako při odpisech daňových, tzn. 5 let. Zvolen by byl rovnoměrný způsob účetního odepisování (Tab. 11). V úvahu bereme, že nový metrologický systém by byl pořízen v srpnu letošního roku. Účetní odpisy jsou tedy počítány od září téhož roku. Díky tomu vznikne v prvním roce nižší odepisovaná částka než v letech následujících. Po pěti letech se odepíše zbytková částka.

Roční odpisová sazba = celek vydělený počtem let, po které chceme odepisovat:

$$ROS = \frac{100}{5} = 20$$

Měsíční odpis:

$$\text{Měsíční odpis} = \frac{\left(\frac{742830}{100}\right) * 20}{12} = 12\,380$$

Odpis v prvním roce:

$$\text{Odpis v prvním roce} = 12\,380 * 4 = 49\,520$$

Roční odpis:

$$\text{Roční odpis} = 12\,380 * 12 = 148\,560$$

Odpis v posledním roce:

$$\text{Odpis v posledním roce} = 742\,830 - (148\,560 * 4 + 49\,520) = 99\,070$$

Tabulka 11 Účetní odpisy nového metrologického systému

ROK	ÚČETNÍ ODPIS (KČ)
1.	49 520
2.	148 560
3.	148 560
4.	148 560
5.	148 560
6.	99 070
CELKEM	742 830

(Zdroj: vlastní)

8.6 Přínosy nového metrologického systému

Nový metrologický systém přináší řadu výhod a zjednodušení. V této kapitole budou některé z výhod uvedeny a popsány.

8.6.1 Úspora pracovního času

Zavedení nového metrologického systému přinese významnou úsporu pracovního času, jelikož odstraní nutnost manuální kontroly a záznamu teplotních údajů. V současném systému stráví pracovník přibližně 5 hodin týdně ruční kontrolou teplot a manuálními záznamy. Celkově činí operace spojené s manuální prací kolem současného metrologického systému zhruba 57 800 Kč ročně. Naproti tomu nový systém automatizuje sběr dat a jejich archivaci, čímž eliminuje ruční kontrolu teplot a výrazně zkrátí pracovní čas laboratorního pracovníka. Významnou změnou je úplné zrušení mezikalibrační kontroly. Díky tomuto budou moci pracovníci věnovat více času jiným odborným laboratorním činnostem. Tím se nejen zvýší efektivita práce, ale také se sníží riziko lidské chyby, která může vést k nepřesným údajům nebo nesprávnému vyhodnocení měření.

Běžný pracovní den metrologa laboratoře při zavedení nového systému

Zavedení nového metrologického systému by se významně změnil celý pracovní den metrologa laboratoře. Příchod metrologa do laboratoře je stejný jako při současném systému, tzn. 6:00. V 6:30 provede metrolog laboratoře kontrolu systému v počítači. V případě, že je vše v pořádku, zabere tato kontrola cca 5 minut. Poté může pracovník přejít k provádění laboratorních vyšetření. Následně už by pracovník systém kontrolovat nemusel. Všechny teplotní odchylky by chodily na pracovní telefon pracovníků zařazených do práce s metrologickým systémem. Pokud by došlo k teplotní odchylce, pracovník v systému zaznamená tuto skutečnost a navrhne příslušné opatření. Tento proces záznamu zabere zaměstnanci přibližně 10 minut pracovního času. Ve 14:00, kdy by metrolog laboratoře odcházel domů, začíná tzv. pohotovost sloužícího zaměstnance. Návrh, jak by pracovní den mohl vypadat, je uveden v tabulce č. 12. Předpokládaná data z tabulky vychází z informací poskytnutých pracovníkem z jiné, anonymní laboratoře. Tato laboratoř má již vybraný systém firmy A zavedený ve svém běžném provozu.

Tabulka 12 Návrh pracovního dne metrologa laboratoře po zavedení nového metrologického systému

ČAS	ČINNOST	POZNÁMKA
6:00	Příchod metrologa laboratoře do práce	
6:30 – 6:35	Kontrola nového metrologického systému	V případě teplotní odchylky se čas kontroly a záznamu protáhne o dalších 10 minut
6:35 – 14:00	Provádění laboratorních činností	
14:00 – 6:00	Pohotovost sloužícího pracovníka	

(Zdroj: vlastní)

8.6.2 Možnost rozšíření nového systému

Vybraný metrologický systém nabízí široké možnosti rozšíření, což zajišťuje jeho dlouhodobou využitelnost a adaptabilitu na neustále se vyvíjející potřeby laboratoře. Jedním z hlavních benefitů je možnost přidání nových měřicích zařízení bez nutnosti zásadních úprav základní struktury. Implementace systému firmy A přináší možnosti rozšíření nejen do dalších laboratoří vybrané organizace, ale i do celého nemocničního komplexu. Systém umožňuje připojení až 3000 sond v rámci celé nemocnice, což znamená, že může být snadno rozšířen o další měřicí místa podle aktuálních potřeb. Využití jednotného systému napříč pracovišti by přineslo sjednocení a zjednodušení metrologických procesů, což by vedlo k vyšší efektivitě a snížení chybovosti spojené s manuálním měřením a zapisováním hodnot.

Dalším významným přínosem rozšíření by byla jednotná správa a archivace naměřených hodnot. V rámci celé nemocnice by bylo možné sledovat teplotní podmínky v reálném čase ze všech připojených oddělení, což by zajistilo lepší kontrolu skladování léčiv, biologického materiálu nebo jiných citlivých vzorků. Systém by tak mohl pomoci nejen laboratořím, ale i například transfuzní stanici, lékárně, chirurgickým sálům či jednotkám intenzivní péče.

Rozšíření systému by mohlo pomoci snížit provozní náklady. Namísto několika různých nezávislých systémů by nemocnice využívala jednotnou platformu, což by snížilo náklady na školení zaměstnanců, technickou podporu a servisní služby.

8.6.3 Digitalizace archivu

Jedním z důležitých přínosů nového systému je digitalizace archivu naměřených hodnot. Digitální archivace dat umožňuje automatické ukládání všech měření, což eliminuje nutnost ručního zapisování a snižuje riziko chyb spojených s lidským faktorem. Tím dochází ke zvýšení přesnosti a spolehlivosti evidovaných údajů.

V případě interních či externích auditů nový systém výrazně usnadňuje poskytování informací. Auditóři by měli možnost snadno přistupovat k historickým záznamům a ověřovat, zda byly dodrženy všechny předepsané postupy. Norma ČSN EN ISO 15189 uděluje povinnost, aby byly naměřené hodnoty zpětně dohledatelné. To sice současný systém umožňuje, nicméně v papírové evidenci se obtížněji zpětně informace hledají. Naproti tomu digitální systém zajišťuje ukládání a přesné dohledání všech dat, v určitý den, v určitou hodinu. Celkově lze říci, že nový metrologický systém přináší zásadní zlepšení v oblasti dokumentace a sledovatelnosti naměřených hodnot.

8.7 Rizika zavedení nového metrologického systému

Nově navrhovaný projekt s sebou nese potencionální rizika. Při zavádění projektu by měla být některá předpokládaná rizika identifikována. Díky jejich pojmenování je možné těmto rizikům předejít. Případně mít připravený plán, jak s nimi nakládat v případě jejich vzniku.

8.7.1 Technické problémy

Jedním z rizik, které se může vyskytnout, je z oblasti technického řešení systému. Problém může nastat již při instalaci. Nový systém musí být kompatibilní s počítačovým řešením nemocnice. Před samotnou instalací nového systému proto musí být kontaktováni IT zaměstnanci nemocnice. Ti by měli, ve spolupráci s dodavatelem nového metrologického systému, vyřešit otázku týkající se počítačového řešení nového systému.

8.7.2 Ztráta naměřených dat

Jedním z rizik, které mají nejvyšší možnou váhu, je ztráta měřených dat. Data z vybraného metrologického systému firmy A jsou automaticky ukládána. Videltná jsou v počítačové aplikaci nového systému. Všechna měřená data musí být podle normy ČSN EN ISO 15189 zpětně dohledatelná pro případné audity. Proto musí být vyloučena možnost, že by mohlo dojít k jejich ztrátě. Řešením tohoto problému je možnost automatického zálohování. Tato

možnost by byla svěřena, stejně jako předchozí, do rukou IT zaměstnanců nemocnice. Tito zaměstnanci by museli domluvit a zařídit spolu s dodavatelskou firmou úložiště nemocnice, na kterém by byla data zálohována.

8.7.3 Výpadek systému

Jedním z rizik, které je potřeba jmenovat, je možnost výpadku systému. V takovéto situaci by si měl zaměstnanec jednoduše všimnout díky počítačové aplikaci či zaslané SMS, že došlo k výpadku. Vybraný systém poskytuje placenou technickou podporu, která je dostupná 24 hodin denně. Proto, v případě jakéhokoliv výpadku, by měl zaměstnanec povinnost kontaktovat tuto zákaznickou podporu, která by sama navrhla opravné řešení. Zároveň by byl vytvořen záznam o neshodě, jak je tomu v laboratoři doposud zvykem. V neshodě by bylo komentována identifikace vzniklé nehody, její příčina a její řešení. Nicméně, po konzultaci s pracovníkem zajišťující vyřízení objednání nového systému, k jeho výpadku dochází velice zřídka, lépe řečeno téměř vůbec.

8.7.4 Neochota personálu k provozním změnám

Jedním z významných rizik týkajících se zavedení nového metrologického systému je neochota personálu k provozním změnám. Personál zvyklý pracovat po mnoho let stále stejným způsobem, může záporně reagovat na nové možnosti modernizace. Riziko vzniku tohoto jevu je pravděpodobné, tím spíše že se jedná o malý kolektiv fungující stejně po dobu zhruba dvaceti let. Pro to, aby se dalo alespoň trochu předejít špatným reakcím, je důležité důkladné proškolení personálu. Přímá komunikace s personálem, pravidelné informování, v jaké fázi se projekt nachází. Případně i zapojení personálu do plánování nového metrologického systému.

9 SHRNUTÍ PROJEKTU NA ZAVEDENÍ NOVÉHO METROLOGICKÉHO SYSTÉMU

Stávající metrologický systém na OKM nejmenované nemocnice je poměrně zastaralý a neumožňuje permanentní sledování teploty v reálném čase. Stávající systém klade vysoké nároky na administrativu. Zavedení nového systému může přinést nepřetržité monitorování, automatizaci záznamů a celkové zjednodušení správy měřidel. Projekt zavedení systému má několik hlavních cílů. Jedná se o napojení systému na mobilní zařízení. Dále možnost okamžité reakce na teplotní odchylky a přístup k naměřeným hodnotám odkudkoliv. Zavedením nového systému by došlo k odstranění nutnosti každodenní kontroly měřidel a ručního přepisu dat, což významně ušetří čas pracovníkům laboratoře. Dalším přínosem je zrušení měsíčního stahování dat z teplotních čidel. Dále by se nehromadilo velké množství papírové dokumentace, která se ručně zpracovává a archivuje ve skladu laboratoře. Nový systém by umožnil plnou digitalizaci údajů a odstranění všech tištěných deníků, protokolů a karet, které jsou spojeny s teplotními měřidly.

Byly osloveny dvě firmy – v práci uváděny jako firma A a firma B. Zástupci obou firem nabídly rozdílná řešení odpovídající předem definovaným požadavkům laboratoře. Firma A nabídla moderní systém s možností napojení až 3000 čidel po celé nemocnici. Součástí nabídky je komplexní systém včetně montáže, zaškolení pracovníků a kalibrace teplotních měřidel. Firma B nabídla levnější řešení založené na routrech a cloudovém úložišti, nicméně bez aktivního upozorňování na teplotní odchylky. Systém firmy B vyžaduje pravidelný dohled nad cloudem a neumožňuje přímé zdůvodnění teplotních výkyvů v systému. Celková pořizovací cena za systém firmy A činí 742 830 Kč bez DPH. Zatímco firma B nabízí systém za 177 760 Kč. Roční poplatky za provoz systému jsou v případě firmy A 95 971 Kč a u firmy B pouze 29 120 Kč. Výběr dodavatele probíhal v této práci na základě rozhodovací matice, která hodnotila osm klíčových kritérií. Největší váhu měla možnost sledování dat v reálném čase a upozornění na teplotní odchylky. Firma A v rozhodovací matici získala celkové skóre 4,05, zatímco firma B pouze 3,25.

Před samotným pořízením nového metrologického systému by bylo nutné připravit prostor a vybrat vhodná místa pro umístění čidel. Rozmístění čidel se řídilo původním plánem a zůstává tak zachováno, pouze se snížil počet měřících zařízení z 56 na 28. Tento krok by zjednodušil systém, aniž by byla ohrožena kvalita měření. Po fázi přípravy by následoval nákup systému včetně zajištění smluvních a záručních podmínek. Instalaci

provádí dodavatelská firma přímo v laboratoři. Po instalaci by došlo k uvedení systému do provozu, jeho otestování a zaškolení vybraných zaměstnanců dodavatelskou firmou. Výběr zaměstnanců by probíhal na základě několika kritérií, jako je možnost dopravy zaměstnance do práce. Tito zaměstnanci by dostávali upozornění na firemní telefon prostřednictvím SMS nebo e-mailu. V době mimo pracovní dobu by drželi tyto pracovníci pohotovost, za kterou by dostávali finanční kompenzaci. Po zaškolení a podepsání protokolu o zaškolení by tyto vybraní pracovníci převzali zodpovědnost za práci s novým metrologickým systémem.

Nový metrologický systém se účetně i daňově odepisuje. Daňové odpisy se provádí ze zákona po dobu 5 let. Účetní by se prováděly také po dobu 5 let. Mezi přínosy nového systému patří výrazná úspora pracovního času díky automatizaci a zrušení ručních kontrol a záznamů. Dojde také ke zrušení mezikalibrací, což sníží časovou náročnost. Dalším významným benefitem je možnost rozšíření systému do dalších částí nemocnice. Velkým přínosem je digitalizace archivu, která nahradí papírové záznamy a umožní rychlé vyhledávání údajů. Celkově by nový metrologický systém zefektivnil provoz laboratoře, zjednodušil hledání údajů při auditech a zajistil plnou zpětnou dohledatelnost dat dle požadavků norem, kterými se akreditovaná laboratoř řídí.

ZÁVĚR

Předkládaná diplomová práce se zabývala návrhem zavedení nového metrologického systému ve zdravotnické laboratoři s cílem zvýšit přesnost, spolehlivost a efektivitu měření teplot. Teoretická část poskytla komplexní přehled o metrologii, jejím vývoji a praktickém uplatnění v laboratorní praxi. Dále byla věnována pozornost projektovému řízení a otázkám financování ve zdravotnickém zařízení. Spolu s náhledem na ekonomické rozhodování manažera ve zdravotnictví vytvořila teoretická část pevný základ pro následující praktickou část.

V praktické části byl analyzován stávající metrologický systém na OKM nejmenované nemocnice. Z práce je evidentní, že současný systém disponuje několika nedostatky. Mezi tyto nedostatky patří například absence nepřetržitého sledování teploty, vysoká administrativní náročnost, riziko lidské chyby a tvorba časově náročných papírových záznamů. Na základě definovaných požadavků byly osloveny dvě firmy a byly vyhodnoceny jejich nabídky. Firma A poskytla nabídku na systém v hodnotě 742 830 Kč bez DPH. Firma B vytvořila nabídku systému, který by vyšel na 177 760 Kč bez DPH. Každoroční poplatky za provoz by byly nižší při pořízení systému firmy B. Rozdíl mezi každoročními poplatky dělá 66 851,66 Kč. Přes tyto cenové rozdíly byl pomocí rozhodovací matice zvolen jako vhodnější metrologický systém navrhovaný firmou A. Tento systém vyniká možností napojení až 3000 čidel bez nutnosti dalších nových komponent, zasíláním upozornění v případě teplotních odchylek od předem nastavených teplot. Další výhodou je jednoduché vkládání zdůvodnění o teplotních odchylkách. I když je investice do systému firmy A vyšší oproti konkurenčnímu řešení, výhody z hlediska kvality, efektivity a každodenního využívání převažují.

V diplomové práci byl uveden plán instalace, zaškolení pracovníků a způsob řešení pohotovostí mimo pracovní dobu laboratoře, včetně návrhu na odpovídající finančního ohodnocení pracovníků majících pohotovost. Toto finanční ohodnocení bylo navrženo jako 10% příplatek z hrubé mzdy konkrétního zaměstnance. Přínosy nového systému zahrnovaly významnou úsporu času, který by mohl být využitý k výkonu laboratorních vyšetření. Úsporu času představovalo především zrušení manuálních kontrol, odstranění převážné většiny papírové dokumentace, digitalizace archivu, eventuelně i možnost rozšíření systému do celé nemocnice. Toto rozšíření by po konzultaci uvítali pracovníci jak OKBH, HTO i OPA. V konečné fázi práce byla uvedena rizika, která mohou nastat v případě implementace

nového metrologického systému. Mezi tato jmenovaná rizika se řadila například technické problémy při implementaci, ztráta naměřených dat, výpadek systému při jeho používání či neochota personálu k plánovaným změnám.

V závěru práce lze říct, že navrhované řešení bylo podloženo z ekonomického hlediska, technicky reálně proveditelné a v souladu s požadavky normy ČSN EN ISO 15189. Navrhované řešení by přispělo k dlouhodobému cíli zvyšování kvality v mikrobiologické laboratoři a vyhovuje nárokům v rámci kontrolních a akreditačních auditů. Tato diplomová práce tak přinesla reálný návrh inovace, která má potenciál být přínosem pro danou nemocnici, ale i jako inspirace pro ostatní zdravotnická zařízení.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

BRAGA, Federica a PANTEGHINI, Mauro, 2020. The utility of measurement uncertainty in medical laboratories. Online. *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (CCLM)*. 2020-08-27, roč. 58, č. 9, s. 1407-1413. ISSN 1434-6621. Dostupné z: <https://doi.org/10.1515/cclm-2019-1336>. [cit. 2024-11-18].

CAITHAMLOVÁ, Martina, 2021. Řízení nákladů ve zdravotnictví. V Praze: České vysoké učení technické. ISBN 978-80-01-06833-5 [cit. 2025-03-16].

Certifikační schéma pro funkci: METROLOG *SPECIALISTA A ZKUŠEBNÍ TECHNIK*, b.r.. Online. In: Česká metrologická společnost, z.s. Dostupné z: https://www.spolky-csvts.cz/cms/sites/default/files/certifikacni_schema_pro_funkci_metrolog_specialista_zkus_ebni_techNIK.pdf. [cit. 2025-02-21].

ČESKÁ METROLOGICKÁ SPOLEČNOST, z.s, b. r. *Informace pro žadatele o certifikace*. Online. Dostupné z: <https://www.spolky-csvts.cz/cms/informace-pro-zadatele-o-certifikaci>. [cit. 2024-11-18].

Český metrologický institut. Koncepce rozvoje národního metrologického systému České republiky na období 2022–2026 [online]. Praha: ČMI, 2021 [cit. 2025-03-12]. Dostupné z: https://cmi.gov.cz/sites/all/files/public/download/Koncepce%20rozvoje%20NMS%202022-2026_0.pdf

Česká republika. Zákon č. 505/1990 Sb., o metrologii – znění od 13. 6. 2021. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010–2024 [cit. 4. 11. 2024]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1990-505#f1338770>.

Česká republika, Zřizovací listina: Český metrologický institut. 2021, s. 5. [cit. 4. 11. 2024].

EUROPEAN COMMISSION, b.r. Health. Online. Dostupné z: https://ec.europa.eu/regional_policy/policy/themes/health_en. [cit. 2025-03-16].

EUROPEAN COMMISSION, 2017. Horizon 2020 Work Programme from 2018 to 2020. Online. Dostupné z: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/memo_17_4123. [cit. 2025-03-15].

EUROPEAN COMMISSION, [2021]. Program činnosti Unie v oblasti zdraví na období 2021–2027 – vize pro zdravější Evropskou unii. Online. Dostupné z:

https://health.ec.europa.eu/funding/eu4health-programme-2021-2027-vision-healthier-european-union_cs. [cit. 2025-03-15].

Friedecký, B., Jabor, A. Specifikace analytických limitů programů EHK pomocí biologické variability. Nástroj vazby mezi analytickou kvalitou a klinickou efektivitou. *Klinická biochemie a metabolismus*, 2021, vol. 29, iss. 2, p. 71-75. [cit. 2025-03-13].

Friedecký, B., Kratochvíla, J. Nejistota a chyba měření ve zdravotnických laboratořích. *Klinická biochemie a metabolismus*, 2019, vol. 27, iss. 1, p. 25-31. [cit. 2025-03-13].

GRASSO TORO, Federico a LEHMANN, Hugo, 2021. Brief overview of the future of metrology. Online. *Measurement: Sensors*. Roč. 18. ISSN 26659174. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.measen.2021.100306>. [cit. 2024-11-26].

HURYCH, Jakub a ŠTÍCHA, Roman, 2021. *Lékařská mikrobiologie: repetitorium*. 3. vydání. Praha: Stanislav Juhaňák - Triton. ISBN 978-80-7553-976-2.

KELLERMANN, Martin. *Ensuring quality to gain access to global markets : a reform toolkit*. Washington, DC: World Bank Group, 2019. [cit. 4. 11. 2024]. ISBN 9781464813726.

KERZNER, Harold, 2017. *Project management: case studies*. Fifth edition. Hoboken: Wiley. ISBN 978-1-119-38597-4.

MEKID, Samir. *Metrology and Instrumentation: Practical Applications for Engineering and Manufacturing*. 2022. [cit. 4. 11. 2024]. ISBN 9781119721734.

MERTL, Jan, 2022. Financování zdravotnických systémů: v kontextu české zdravotní politiky. Praha: Wolters Kluwer. ISBN 978-80-7676-505-4 [cit. 2025-03-16].

MILINKOVIĆ, Neda; IGNJATOVIĆ, Svetlana; ŠUMARAC, Zorica a MAJKIĆ-SINGH, Nada, 2018. Uncertainty of Measurement in Laboratory Medicine. Online. *Journal of Medical Biochemistry*. 2018-07-01, roč. 37, č. 3, s. 279-288. ISSN 1452-8266. Dostupné z: <https://doi.org/10.2478/jomb-2018-0002>. [cit. 2024-11-18].

MILINKOVIĆ, Neda a JOVIČIĆ, Snežana. Measurement uncertainty. Online. In: *Advances In Clinical Chemistry*. Advances in Clinical Chemistry. Elsevier, 2023, s. 277-317. ISBN 9780443192920. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/bs.acc.2023.06.001>. [cit. 2024-11-10].

Nadstandardní zdravotní péče? Ano, když bude regulovaná, míní čtenáři, 2025. Online. Seznam Zprávy. Dostupné z: <https://www.seznamzpravy.cz/clanek/domaci-zivot-v-cesku->

nadstandardni-zdravotni-pece-ano-kdyz-bude-regulovana-mini-ctenari-272271. [cit. 2025-04-11].

Nadstandardy 2.0. Návrh možnosti připlácet si na péči má podle oslovených právníků řadu mezer, 2025. Online. Zdravotnický deník. Dostupné z: <https://www.zdravotnickydenik.cz/2025/03/nadstandardy-2-0-navrh-moznosti-priplacet-si-na-peci-ma-podle-oslovenych-pravniku-radu-mezer/>. [cit. 2025-04-01].

Plzák, Z., Kratochvíla, J., Friedecký, B. AND Šprongl, L. Doporučení pro validace a verifikace postupů laboratorních vyšetření ve zdravotnických laboratořích. *Klinická biochemie a metabolismus*, 2021, vol. 29, iss. 2, p. 78-83. [cit. 2025-03-13].

SEZDI, Mana. Biomedical metrology. Online. In: *Bioelectronics and Medical Devices*. Elsevier, 2019, s. 331-353. ISBN 9780081024201. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102420-1.00019-4>. [cit. 2024-11-11].

Šprongl, L., Stančík, L., Minář, J. AND Kratochvíla, J. Doporučení České společnosti klinické biochemie ČLS JEP o vnitřní kontrole kvality. *Klinická biochemie a metabolismus*, 2022, vol. 30, iss. 1, p. 19-20. [cit. 2025-03-13].

TECHNOLOGICKÉ CENTRUM PRAHA, b.r. *Národní informační centrum pro evropský výzkum*. Online. Dostupné z: <https://www.horizontevropa.cz/cs/vice-programu-horizont-evropa/strucne-programu-horizont-evropa/informace>. [cit. 2025-03-16].

Urban, Pavel Automa časopis pro automatizační techniku, 2017. Online. Roč. 2017, č. 1. [cit. 2025-03-13].

ÚNMZ. *Národní metrologický systém České republiky*. Online. 2009. Dostupné z: <https://www.unmz.cz/metrologie/metrologicky-system/narodni-metrologicky-system-ceske-republiky/>. [cit. 2024-11-13].

Vyhláška č. 345/2002 Sb. Ministerstva průmyslu a obchodu, kterou se stanoví měřidla k povinnému ověřování a měřidla podléhající schválení typu, 2002. Dostupné také z: <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2002-345>. [cit. 2025-02-28].

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Schéma Národního metrologického systému v České republice	20
Obrázek 2 Metrologická návaznost.....	21
Obrázek 3 Kroky prováděné při zavedení nového metrologického systému v nemocniční laboratoři	31
Obrázek 4 Hierarchie na OKM nejmenované nemocnice	39
Obrázek 5 Aktuální rozmístění teplotních měřidel na OKM.....	42
Obrázek 6 Současný systém sběru dat	48
Obrázek 7 Protokol k teplotním čidlům vytvářený při pravidelné měsíční kontrole...	51
Obrázek 8 Protokol k teplotním čidlům při pravidelné měsíční kontrole s teplotní odchylkou.....	52
Obrázek 9 Rozložení pořizovacích nákladů na měřicí zařízení	60
Obrázek 10 Rozložení provozních nákladů na měřicí zařízení.....	61
Obrázek 11 Navrhovaný systém sběru dat.....	65
Obrázek 12 Rozmístění teplotních čidel nového metrologického systému	79
Obrázek 13 Protokol o zaškolení na nový metrologický systém	82

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Přehled teplotních čidel na OKM	43
Tabulka 2 Přehled digitálních teploměrů na OKM.....	44
Tabulka 3 Přehled rtuťových teploměrů na OKM.....	45
Tabulka 4 Snímek běžného dne metrologa laboratoře.....	55
Tabulka 5 Pořizovací cena nového metrologického systému firmy A	69
Tabulka 6 Poplatky za provoz na nový metrologický systém firmy A	71
Tabulka 7 Pořizovací cena nového metrologického systému firmy B	72
Tabulka 8 Provozní náklady nového metrologického systému firmy B.....	73
Tabulka 9 Rozhodovací matice pro výběr nového metrologického systému	76
Tabulka 10 Daňové odpisy nového metrologického systému	84
Tabulka 11 Účetní odpisy nového metrologického systému	85
Tabulka 12 Návrh pracovního dne metrologa laboratoře po zavedení nového metrologického systému	87

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

BPMN	Business Process Modelling Notation
BS	British Standard
ČMI	Český metrologický institut
ČMS	Česká metrologická společnost
ČSN	Česká národní norma
DIN	Deutsche Industrie Normen
DPH	Daň z přidané hodnoty
EHK	Externí hodnocení kvality
ERDF	Evropský fond pro regionální rozvoj
ESF+	Evropský sociální fond
EU	Evropská unie
FDA	Úřadu pro kontrolu potravin a léků
HTO	Hematologicko-transfuzní oddělení
ISO	International Standard Organization
METAS	Federální institut pro metrologii
MPO	Ministerstvo průmyslu a obchodu
NMI	Národní metrologický institut
NMS	Národní metrologický systém
NPL	Národní fyzikální laboratoř
OKBH	Oddělení klinické biochemie a hematologie
OKM	Oddělení klinické mikrobiologie
OPA	Oddělení patologické anatomie
PCR	Polymerase chain reaction
PP	Pracovní pomůcky

PTB	Physikalisch-Technische Bundesanstalt
ROS	Roční odpisová sazba
SÚKL	Státní ústav pro kontrolu léčiv
ÚNMZ	Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví