

Vyhodnocovací nástroj dat z měření rekuperačních výměníků

Ján Smatana

Bakalářská práce
2020



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta aplikované informatiky

Ústav automatizace a řídicí techniky

Akademický rok: 2019/2020

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Ján Smatana**
Osobní číslo: **A17543**
Studijní program: **B3902 Inženýrská informatika**
Studijní obor: **Informační a řídicí technologie**
Forma studia: **Kombinovaná**
Téma práce: **Vyhodnocovací nástroj dat z měření rekuperačních výměníků**
Téma práce anglicky: **A Heat Exchanger Measurement and Evaluation Tool**

Zásady pro vypracování

1. Vypracujte literární rešerši na dané téma.
2. Popište měřicí trať rekuperačních výměníků tepla.
3. Návrhněte strukturu databáze a uživatelského rozhraní.
4. Vytvořte vyhodnocovací nástroj z měřených dat.
5. Zhotovte aplikaci pro generování protokolu z měření.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

1. SCHAFER, Steven M. HTML, XHTML, and CSS bible. 4th ed. Indianapolis, IN: Wiley Pub., c2008. ISBN 978-0470128619.
2. BORONCZYK, Tim. PHP 6, MySQL, Apache: vytváříme webové aplikace. Brno: Computer Press, 2009. ISBN 9788025127674.
3. BAŠTA, Jiří. Regulace v technice prostředí staveb. 1.vyd. Praha, ČVUT, 2014, 194s. ISBN 978-80-01-05455-0 2.
4. GEBAUER, Günter, Olga RUBINOVÁ a Helena HORKÁ. Vzduchotechnika. 2. vyd. Brno: ERA, 2007, 262 s. ISBN 978-80-7366-091-8.
5. ČSN EN 308 – Výměníky tepla – metody zkoušek pro ověření výkonnosti zařízení pro regeneraci tepla, Norma, Úrad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha, 1998.
6. ČSN EN 13141-7 – Větrání budov – Zkoušení výkonu součástí/výrobků pro větrání bytů – Část 7: Zkoušení výkonu mechanických nasávacích a odsávacích větracích jednotek (včetně zpětného získávání tepla) pro nucené větrací systémy v rodinných domech, Norma, Úrad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha, 2011.
7. ČSN EN ISO 5167-2 – Měření průtoku tekutin pomocí snímačů diferenčního tlaku vložených do zcela zaplněného potrubí kruhového průřezu – Část 2: Clony, Norma, Úrad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha, 2003.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Stanislav Sehnálek

Ústav automatizace a řídicí techniky

Datum zadání bakalářské práce: 20. prosince 2019
Termín odevzdání bakalářské práce: 15. května 2020



doc. Mgr. Milan Adámek, Ph.D.
děkan



prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.
ředitel ústavu

Ve Zlíně dne 20. prosince 2019

Jméno, příjmení: Ján Smatana

Název bakalářské/diplomové práce: Vyhodnocovací nástroj dat z měření rekuperačních výměníků

Prohlašuji, že

beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;

beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;

byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou 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;

beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;

beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s tím, že licenční smlouva uzavřená mezi mnou a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně s tím, že vyrovnání případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;

beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;

beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské 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/bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.

že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

10.8.2020

Ve Zlíně, dne



.....
podpis diplomanta

ABSTRAKT

Vytvoření aplikace pro vyhodnocení účinnosti rekuperačního výměníku tepla v laboratoři Cebia-Tech. Cílem práce je obeznámení se s tematikou rekuperačních výměníků, návrhu aplikace a zpracováním dat z měření. Při práci na aplikaci byly dodržovány normy ČSN EN 308 týkající se rekuperace a sestavování protokolů z měření. Aplikace je nástroj pro regionální výzkumné centrum Cebia-Tech, patřící pod univerzitu Tomáše Bati ve Zlíně.

Klíčová slova: rekuperace, výměník, účinnost, aplikace, PHP, MySQLi

ABSTRACT

Building an application for evaluating the efficiency of a recuperative heat exchanger in the Cebia-Tech laboratory. The purpose of the work is to get acquainted with the subject of recuperation exchangers, application design and processing of measurement data. ČSN EN 308 standards of recuperation and compilation of measurement protocols were observed throughout making the application. The application is a tool for the Cebia-Tech research institute, belonging to Tomas Bata University in Zlín.

Keywords: recuperation, exchanger, efficiency, application, PHP, MySQLi

Tímhle bych rád poděkoval svému vedoucímu práce Ing. Stanislavovi Sehnálkovi za odborné vedení, připomínky, cenné rady a čas, které mi věnoval popři vypracování bakalářské práce.

OBSAH

ÚVOD	11
I TEORETICKÁ ČÁST	12
1 REKUPERACE	13
1.1 DĚLENÍ REKUPERAČNÍCH SYSTÉMŮ DLE FUNKCIONALITY.....	14
1.1.1 Aktivní rekuperace.....	14
1.1.2 Pasivní rekuperace.....	14
1.2 VÝHODY REKUPERACE V OBJEKTU.....	15
1.2.1 Zdravé prostředí.....	15
1.2.2 Ušetření peněz na topení.....	15
1.2.3 Ekologie.....	16
1.2.4 Pohodlí.....	16
1.3 NEVÝHODY REKUPERACE V OBJEKTU.....	16
1.3.1 Vysoké náklady na pořízení.....	16
1.3.2 Komplikované nasazení v hotových stavbách.....	16
1.3.3 Sanitace rekuperačního výměníku.....	17
1.3.4 Nutná údržba technických zařízení a poruchovost.....	17
1.3.5 Zimní počasí a kondenzace.....	17
1.4 REKUPERAČNÍ VÝMĚNÍK TEPLA.....	18
1.4.1 Pracovní látky rekuperačního systému.....	18
1.5 KATEGORIE REKUPERAČNÍCH VÝMĚNÍKŮ TEPLA PODLE KONSTRUKCE.....	18
1.5.1 Deskový rekuperační výměník tepla.....	19
1.5.1.1 Výhody deskového výměníku tepla.....	19
1.5.1.2 Nevýhody deskového výměníku tepla.....	19
1.5.2 Rotační regenerační výměník tepla.....	20
1.5.2.1 Výhody rotačního výměníku tepla.....	20
1.5.2.2 Nevýhody rotačního výměníku tepla.....	20
1.5.3 Entalpický rekuperační výměník tepla.....	20
1.5.3.1 Výhody entalpických výměníku tepla.....	21
1.5.3.2 Nevýhody entalpických výměníku tepla.....	21
1.6 DĚLENÍ PODLE UMÍSTĚNÍ REKUPERAČNÍ JEDNOTKY.....	21
1.6.1 Lokální rekuperační jednotky.....	21
1.6.2 Centrální rekuperační jednotky.....	21
2 POŽADAVKY NA VNITŘNÍ PROSTŘEDÍ OBJEKTŮ	23
2.1 SEZNAM POŽADAVKŮ PRO PROSTŘEDÍ OBJEKTŮ.....	23
2.1.1 Šíření tepla konstrukcí a obálkou budovy.....	24
2.1.1.1 Teplotní faktor vnitřního povrchu.....	24
2.1.1.2 Součinitel prostupu tepla.....	27
2.1.1.3 Pokles dotykové teploty podlahy.....	29
2.1.2 Šíření vlhkosti v konstrukcích.....	30
2.1.3 Šíření vzduchu konstrukcí a budov.....	30
2.1.4 Tepelná stabilita místností v zimním období.....	31
2.1.5 Tepelná stabilita místností v letním období.....	32

2.2	OBMĚNA VZDUCHU V OBYTNÝCH MÍSTECH.....	33
2.2.1	Druhy větrání.....	33
2.2.1.1	Nucené podtlakové větrání.....	33
2.2.1.2	Hybridní větrání.....	33
2.2.1.3	Nucené rovnotlaké větrání.....	33
2.3	OBMĚNA VZDUCHU A POŽADAVKY VE ŠKOLNÍM PROSTŘEDÍ.....	34
2.4	KONCENTRACE OXIDU UHLÍČITÉHO.....	34
2.4.1	Indikátor kvality větrání.....	35
3	MĚŘENÍ REKUPERAČNÍHO VÝMĚNÍKU.....	36
3.1	MĚŘENÉ VELIČINY.....	36
3.1.1	Teplota.....	36
3.1.1.1	Vybavení.....	36
3.1.1.2	Princip instalace.....	37
3.1.1.3	Údržba a kalibrace.....	37
3.1.2	Průtok.....	37
3.1.2.1	Vybavení.....	37
3.1.2.2	Princip instalace.....	40
3.1.2.3	Údržba a kalibrace.....	40
3.1.3	Tlak.....	40
3.1.3.1	Vybavení.....	41
3.1.3.2	Princip instalace.....	41
3.1.3.3	Údržba a kalibrace.....	41
3.2	ODBĚR VZORKŮ.....	41
3.2.1	Střední hodnota.....	42
3.3	VÝKONNOST REKUPERAČNÍHO VÝMĚNÍKU TEPLA.....	42
3.4	ÚČINNOST VÝMĚNÍKU.....	44
4	LABORATOŘ CEBIA-TECH.....	46
4.1	KALORIMETRICKÁ KOMORA.....	46
4.1.1	Konstrukční řešení.....	46
4.1.2	Rekuperační jednotka.....	47
4.2	TRAŤ PRO MĚŘENÍ ÚČINNOSTI.....	47
4.2.1	Clony.....	47
4.2.2	Usměřovače proudění.....	47
4.2.3	Teploměry.....	47
4.2.4	Manometry.....	48
4.2.5	Vlhkoměry.....	48
4.2.6	Ventilátory.....	48
4.3	ŘÍDICÍ SYSTÉM V LABORATOŘI.....	49
4.3.1	B&R.....	49
5	NAVRŽENÍ WEBOVÉ APLIKACE.....	51
5.1	NÁVRH DATABÁZOVÉ STRUKTURY.....	52
5.1.1	Postup při návrhu tabulek.....	52
5.1.2	Konzistence dat v databázi.....	53

5.2	OBJEKTIVÉ NAVRŽENÍ APLIKACE.....	53
5.2.1	Kategorie konstruktorů.....	53
5.2.2	Dělení funkcí objektů dle jejich činností.....	54
5.3	NÁVRH ROZHRANÍ DLE VSTUPŮ A VÝSTUPŮ.....	54
5.3.1	Sekce získání dat.....	54
5.3.2	Sekce zobrazení dat.....	55
5.3.3	Sekce bezpečnosti.....	55
II	PRAKTICKÁ ČÁST.....	56
6	INSTALACE VÝVOJOVÉHO PROSTŘEDÍ.....	57
6.1	OPERAČNÍ SYSTÉM UBUNTU 20.4.....	58
6.2	INSTALACE SERVERU LAMP.....	58
6.2.1	Apache 2.....	58
6.2.1.1	Instalace na platformě Ubuntu 20.4.....	59
6.2.2	MySQLi 8.0.....	60
6.2.2.1	Instalace na platformě Ubuntu 20.4.....	61
6.2.2.2	Zabezpečení serveru.....	61
6.2.2.3	Vytvoření uživatele pro databázi.....	62
6.2.3	PHP 7.4.....	62
6.2.3.1	Instalace na platformě Ubuntu 20.4.....	63
6.3	TEXTOVÝ EDITOR VISUAL CODE.....	63
6.3.1	Plugin market.....	64
6.4	SOFTWARE PRO ZPRACOVÁNÍ OBRAZU.....	64
6.4.1	Rastrový editor Gimp.....	64
6.4.2	Vektor editor Inkscape.....	65
6.4.2.1	Nákres návrhu aplikace.....	65
6.4.2.2	SVG grafika.....	66
6.5	SCSS KOMPILÁTOR KOALA.....	66
6.5.1	Instalace na platformě Ubuntu 20.4.....	67
6.6	BALÍČKOVÁ SPRÁVA SOFTWARE.....	67
6.6.1	Composer.....	67
6.6.2	Bitbucket.....	68
6.6.2.1	Workflow.....	69
7	VYTVOŘENÍ APLIKACE.....	70
7.1	FILESYSTÉM.....	70
7.1.1	Oblast zobrazovačů.....	70
7.1.2	Oblast generování obsahu.....	71
7.1.2.1	PHP generátory.....	71
7.1.2.2	JS generátory.....	72
7.1.3	Oblast uložení obsahu.....	72
7.1.4	Oblast formátování výstupu.....	73
7.2	DATABÁZE.....	73
7.2.1	Vytvoření tabulek a jejich vztahů.....	74
7.2.2	Inicializace vstupních dat do tabulek.....	78

7.2.3	Možnost promazání dat.....	79
7.3	OBJEKTIVÝ MODEL APLIKACE.....	79
7.3.1	Generování kostry stránek a protokolu.....	81
7.3.2	Generování hlavního obsahu stránky a protokolu.....	82
7.3.3	Generování objektů stránky nebo protokolu.....	83
7.4	ZPRACOVÁNÍ DAT ZE SOUBORU.....	84
7.4.1	Data z měření.....	84
7.4.2	Seznam adres v České republice.....	87
7.5	ZABEZPEČENÍ APLIKACE.....	87
7.5.1	Přihlášení do systému.....	87
7.5.2	Algoritmus ověřování přihlášení.....	89
7.5.3	Ověřování nově registrovaných uživatelů.....	90
8	PŘÍKLADY POUŽITÍ APLIKACE.....	91
8.1	ROLE HOSTA.....	91
8.1.1	Prohlížení stránek Cebia-Tech.....	91
8.2	ROLE KLIENTA.....	91
8.2.1	Registrace konta klienta.....	92
8.2.2	Registrace rekuperačního výměníku.....	92
8.3	ROLE LABORANTA.....	92
8.3.1	Akceptování rekuperačního výměníku.....	93
8.3.2	Nahrání dat do systému.....	93
8.3.3	Vygenerování protokolu z měření.....	94
8.4	ROLE ADMINISTRÁTORA.....	94
8.4.1	Vytvoření účtu laboranta.....	95
8.4.2	Prohlídka systému správy obsahu.....	95
	ZÁVĚR.....	96
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	97
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	99
	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	102
	SEZNAM TABULEK.....	103
	SEZNAM PŘÍLOH.....	104

ÚVOD

Cílem bakalářské práce je vytvoření webové aplikace pro výpočet účinnosti rekuperačního výměníku tepla na základě naměřených dat z měřicí tratě v laboratoři. Výstupem aplikace je protokol o měření, sestavený dle normy ČSN EN 308. Webový nástroj poskytuje registraci klientů, laborantů, administrátorů. Umožňuje jednoduché nahrání dat pomocí s .CSV souboru a grafické rozhraní umožňuje práci s ním. Systém webové aplikace je navržen tak, aby poskytl komfort a bezpečnost pro organizování toku informací mezi pracovníky laboratoře a klienty, kteří žádají o testování svých rekuperačních výměníků tepla.

Dalším cílem je literární rešerše na téma rekuperace. V rešerši budou popsány parametry rekuperačních výměníků tepla a odůvodněná důležitost hospodaření s energiemi. Budou pojmenované způsoby dělení rekuperátorů a jejich výhody a nevýhody, bude opodstatněná důležitost výměny tepla a proudění vzduchu při rekuperaci.

V této práci také bude popsána měřicí trať pro měření účinnosti rekuperačního deskového výměníku tepla, která se nachází v laboratorních prostorech univerzity Tomáše Bati ve Zlíně.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 Rekuperace

Téma rekuperaci v dnešní době při stavebních řešení je velice aktuální, protože narostly technologické požadavky na novostavby a řízení vzduchotechnických systémů ve velkometrážních budovách. V pasívních novostavbách se musí nacházet systém rekuperace vzduchu kvůli hermetickému uzavírání prostoru, to vyplývá ze standardu pasívních domů pro úsporu energie a nuceného větrání. [10]

Dle normy ČSN 73 0540 je ustanovená povinnost hodnotit energetickou náročnost budov a dokládat ji platným průkazem (certifikátem) energetické náročnosti budov. To se vztahuje na: [16]

- všechny nové budovy
- spotřebu energie ovlivňující větší změny dokončených budov s celkovou podlahovou plochou nad 1000 m²
- prodej nebo nájem budov (na vyžádání nového majitele nebo nájemníka)

Co znamená rekuperace?

Rekuperace znamená z latinského slova „recuperare“ znovu navrácení, zpětné získání. Ve vzduchotechnice to může být zpětné získání tepla z odpadního vzduchu pro ohřev nového přiváděného vzduchu do vnitřního prostředí z vnějšího prostředí.

Proudící látky v rekuperačním systému se nazývají pracovními látkami. Mohou to být voda, vzduch, vodní pára, jakákoliv kapalina nebo plyny. Bakalářská práce se zabývá vzduchem jako jednofázovou pracovní látkou ve deskovém výměníku tepla. [27]

Jak pracovní látka obsahuje 2 nebo více složek stejné fáze, hovoříme o směsi. Dále existují pracovní látky dvoufázové nebo vícefázové. [27]

Pro správný efekt rekuperace je nutné vyskládat celý rekuperační systém z distribučních prvků, ventilátorů, výměníků tepla, výparníků, kondenzátorů, tlumičů hluku, clon a usměrňovačů proudění vzduchu.

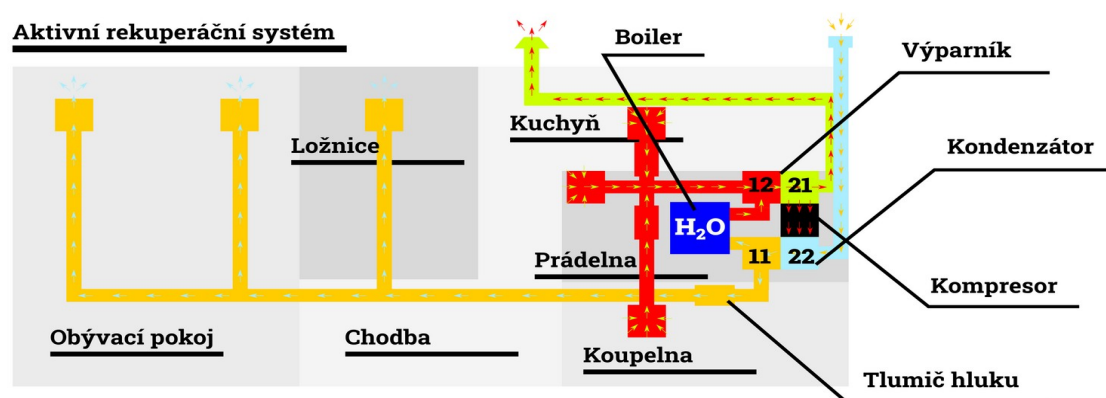
Nevyhnutnou podmínkou při kvalitním využití rekuperace, je minimalizace tepelné ztráty objektu. To znamená provedení opatření, jako je výměna oken, zateplení obvodového zdiva a stropů.

1.1 Dělení rekuperačních systémů dle funkcionality

Rekuperační systém může být dělený podle funkcionality systému a to na aktivní systém nebo pasivní. Jedná se o to, jestli systém vyžaduje jiný zdroj energie, než li sám sebe.

1.1.1 Aktivní rekuperace

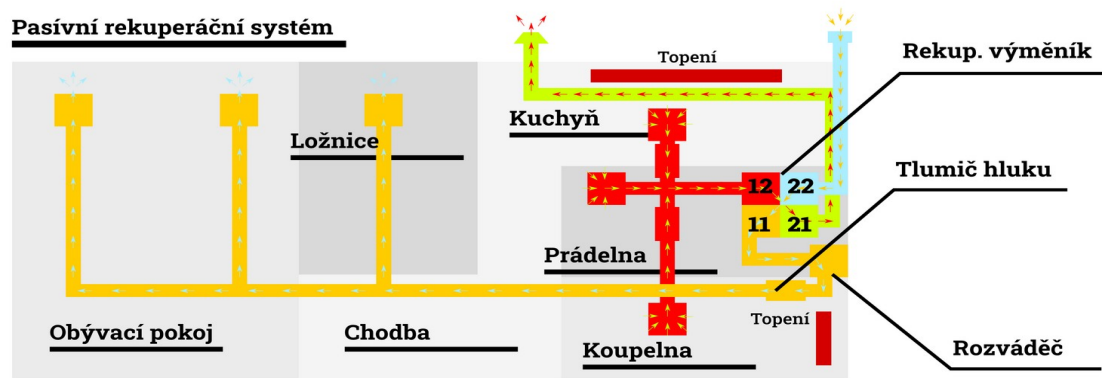
Aktivní rekuperační systém pro svoji funkcionality nevyhnutně potřebuje zdroj elektrické energie pro fungování prvků v systému jako mohou být výparníky, kondenzátory, elektromotory pro rotační pohyb, klapky pro změnu proudění vzduchu skrze výměník. Takové technické zařízení slouží pro lepší tepelní účinnost předávání tepla nebo vlhkosti novému vzduchu do vnitřního prostředí. Aktivní rekuperace vlastní ohřívání vnitřního vzduchu, tudíž není potřeba instalace samostatného topení. Rekuperační systém může obsahovat i chlazení, které poskytne úlevu v horkých letních měsících mnoha domácnostem.



Obrázek 1: Ukázka aktivního rekuperačního systému s ohřevem užitkové vody pomocí nadbytečné energie získané ze systému

1.1.2 Pasivní rekuperace

Rekuperační systém bez kondenzátorů, výparníků a ohřevů nebo chlazení se nazývá pasivním systémem. Pasivní rekuperace vyžaduje samostatné vytápění vnitřního prostoru. Takovýto systém spotřebuje méně energie jako aktivní systém. Častokrát se montuje kvůli úsporám na topení, které díky rekuperaci funguje na svém minimu. Proudění vzduchu v rekuperačním systému funguje na principu tlaků a teplot vzduchu. Teplotní rozdíl způsobuje změnu hmotnosti vzduchu. Teplý vzduch je lehčí a tím pádem má tendenci stoupat vzhůru. Účinek větrů ovlivňuje proudění vzduchu rozdílem tlaků různých prostředí.



Obrázek 2: Ukázka pasivního rekuperačního systému v obytném bytě

1.2 Výhody rekuperace v objektu

Důvodů, proč se rekuperace stává v moderní společnosti tak významnou je mnoho. Zdraví, ekonomie, ekologie a pohodlí jsou lákadla pro instalaci rekuperačního systému do objektu. Přičemž úspora a zdraví jsou hlavními výhodami implementace rekuperátoru do pasivních nebo nízkoenergetických staveb.

1.2.1 Zdravé prostředí

Jednou z velkých výhod rekuperace v uzavřeném objektu je přítomnost neustálého čerstvého vzduchu. Přivezený vzduch je filtrován pomocí filtrů zabudovaných v rekuperačním systému. Rekuperace tak pomůže bojovat proti různým bakteriálním a virovým onemocněním a znečištění prostředí průmyslem. Lidé s alergií na pel nebo prach ocení filtraci vzduchu. Použití hygienických trubek v rozvodu přispěje také k zdravotní nezávadovosti přivezeného vzduchu, no zvýší náklady na pořízení rekuperačního systému.

1.2.2 Ušetření peněz na topení

S rekuperační odbude značná část nákladů spojená s topením místností. Když ve vnitřním prostředí je $21\text{ }^{\circ}\text{C}$ a ve vnějším prostředí naměříme $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$, dokážeme díky rekuperaci snížit působení vytápění o 90%. V rekuperační se z odpadního teplého vzduchu přeneše tepelná energie do čerstvě přivezeného vzduchu a ohřeje ho na $18\text{ }^{\circ}\text{C}$. Díky tomu topení musí dohřát čerstvý vzduch jen o $3\text{ }^{\circ}\text{C}$ místo $29\text{ }^{\circ}\text{C}$, když větráme oknem.

1.2.3 Ekologie

Technologie pasivních soběstačných domů všeobecně podporuje ekologii ve světě. S využíváním vlastních zdrojů energie se snižuje četnost neekologických vytápění pomocí tepelných elektráren, které fungují na báze spalování uhlí a následnému ohřevu vody. Objekty si z recyklují svoji tepelnou energii a tak není třeba nadbytečného plýtvání nových zdrojů energie.

1.2.4 Pohodlí

Rekuperace funguje samostatně bez interakce uživatele. Uživateli rekuperační jednotky tak odbude spousta práce s manuálním větráním objektu, které způsobuje značný tepelní únik skrze větrací otvor.

1.3 Nevýhody rekuperace v objektu

Rekuperace samozřejmě nese se sebou i nějaké ty nevýhody. Člověk se při rozhodování, zdali bude rekuperace pro něho výhodná nebo ne musí zamyslet i nad negativy. Díky neustále modernizaci se však negativa neustále ztrácejí proti výhodám. Při realizaci stavby pasivního nebo energeticky nulového domu je nutná implementace rekuperace i skrze nevýhody ní způsobené.

1.3.1 Vysoké náklady na pořízení

Bohužel náklady na pořizování rekuperačního systému do objektu jsou stále značně vysoké a na návrat investice si třeba nějakou dobu počkat. Platí, že čím bude rekuperační systém robustnější kvůli klimatickým podmínkám, tím bude cena vyšší. Technologie Viessmann například nabízí zemní kolektor, který dokáže zničit negativa kruté zimy. K takovému prvku je třeba pod zemí vést potrubí, odkud budeme brát ne až tak studený vzduch jako přímo z ovzduší. Náklady na takovou úpravu jsou značně vysoké. [24]

1.3.2 Komplikované nasazení v hotových stavbách

Samotná instalace rekuperačního systému do již existujícího objektu bývá dost komplikovanou záležitostí, kde se bourání prostě nevyhnete. Technologie od výrobce Pluggit je šetrnou v tomhle směru. Rozvody pro pracovní látku je třeba umístit jenom 10 cm do zdí. Samotný tepelní výměník může být umístěn nad toaletu jako nádržka na splachování. [23]

Ve velkých obchodních centrech jsou častokrát vzduchotechnická zařízení s celým distribučním systémem viditelná a to z důvodu konstrukce budovy. Obchodní centra bývají

plechová nebo hliníková a tudíž neexistuje žádná zeď v které by jsme mohli rozvody vzduchotechniky pro rekuperaci schovat.

1.3.3 Sanitace rekuperačního výměníku

Je nesmírně důležité udržovat filtry a průchozí kanálky v rekuperačním výměníku čisté. Mastnota z odpadního vzduchu se váže na povrch distribučního vedení a produkuje typický zápach neudržovaného výměníku. Takovéto nehygienické prostředí je závadné pro lidský organizmus, protože obsahuje bakterie, které vznikli smísením odváděné vlhkosti a mastnoty. V rotačním výměníku nebo deskovém výměníku se systémem ovládaných klapek čerstvý vzduch proniká přes vzpomenutou mastnotu a absorbuje bakterie a tím je pak doveze do vnitřního prostředí mezi uživatele objektu. Výjimkou je deskový rekuperátor bez klapkového střídavého systému, kde čerstvý vzduch prochází neustále přes čisté distribuční vedení a průchozí kanálky samotného výměníku.

1.3.4 Nutná údržba technických zařízení a poruchovost

Elektrotechnická mechanická zařízení potřebují odbornou starostlivost. Údržba jakéhokoliv zařízení vyžaduje určitou finanční částku, která může být chápaná jako investice, protože velká porucha z neudržování bývá častokrát mnohem větší, než náklady na samotnou údržbu. Rotační rekuperační výměník obsahuje rotační mechanismy, které se opotřebovávají neustálým používáním. Když se rotor pokazí, rotační rekuperační výměník je zcela nefunkční a celý systém tím pádem také. Pro realizaci údržby rekuperačních výměníků existuje norma ČSN EN 307 – Návodů na vypracování instrukcí pro instalování, obsluhu a údržbu pro udržení výkonnosti všech typů výměníku tepla. [4]

Při velkých objektech je nezbytné dodržovat pravidla stanovené v normě ČSN EN 307, která obsahuje doporučení pro instalaci, obsluhu a údržbu vzduchotechnického zařízení. Pravidelná inspekce a preventivní údržba zaručí pravidelný 24 hodinový provoz zařízení v spolehlivém, bezpečném a hygienickém nezávadném prostředí. [4]

1.3.5 Zimní počasí a kondenzace

Kondenzát v zimě může způsobovat nemalé problémy se zamrznáním ve lamelách deskového rekuperátoru. Rekuperační výměník se tak může znehodnotit, při nejlepším se zacpe. Problém se řeší ohřevem rekuperačního výměníku nebo dokonalým těsněním jednotky, obzvláště při rotačních rekuperačních výměnících. Deskový rekuperační výměník musí mít vývod pro odtok kondenzátu do kanalizace.

1.4 Rekuperační výměník tepla

Povinná součást každé rekuperační jednotky je technické zařízení na přenos tepelné energie z primární pracovní látky na sekundární, skrze překážku, která nedovolí promíchání pracovních látek. Popří přenosu tepla nesmí dojít tedy ke smíchání pracovních látek pro udržování kvality přivedeného vzduchu do objektu. Primární pracovní látka je tudíž taková látka, která odevzdává teplo sekundární pracovní látce.

Rekuperační výměník je tedy srdcem každé rekuperace. Na světě je mnoho výrobců rekuperačních výměníků, ale každý z nich musí podléhat různým certifikacím kvality, jako například certifikace od společnosti Passivhaus Institut.[15]

Známy výrobci rekuperačních jednotek na trhu jsou Atrea, Zehnder, Pluggplan, Nibe, Elektrodesign, Klingenburg, Venus, Bosch, Helios.

Dodržení normy pro větrání obytných prostorů ČSN 73 0540 a eliminace nežádoucích akustických vlastností vzduchotechnického systému jsou minimálními požadavky na rekuperační výměník.

Klasifikace typů rekuperačních výměníků tepla je založená na konstrukčních, fyzikálních kritériích nebo na obou z nich.

1.4.1 Pracovní látky rekuperačního systému

Čerstvý přiváděný vzduch z vnějšího prostředí (outdoor) je sekundární pracovní látkou rekuperačního systému. Vzduch odváděný z vnitřního prostředí (indoor) je primární pracovní látkou. Nazývá se také odpadním vzduchem. Odpadní vzduch obsahuje zvýšenou koncentraci oxidu uhličitého CO_2 , který vzniká jako produkt dýchání organismů.



Obrázek 3: Princip rekuperačního výměníku s protiproudem

1.5 Kategorie rekuperačních výměníků tepla podle konstrukce

Funkcionalita a konstrukční provedení rekuperačního tepelného výměníku se dost liší od typu rekuperačního výměníku tepla. Každá kategorie má své pro a proti. Při výběru

jednotky navrhovatel rekuperace musí dát pozor na okolní prostředí a požadavky majitele objektu.

1.5.1 Deskový rekuperační výměník tepla

Deskové výměníky tepla mají šestiúhelníkový tvar s protiproudým průtokem vzduchu. Účinnost takových rekuperátorů dosahuje 90 až 95%. Jsou vhodné do mírnějšího klimatu. V deskovém výměníku odváděný teplý vzduch odevzdává svoji energii chladnějšímu přivedenému vzduchu prostřednictvím tenké hliníkové desky. Při takové tepelné výměně nedochází k vzájemnému smíšení přivedeného a odvedeného vzduchu.

Kvůli problémům s kondenzací se v chladných zemích častokrát implementují přídatná vyhřevná tělesa pro zabránění zmrznutí kondenzátu uvnitř výměníku.

1.5.1.1 Výhody deskového výměníku tepla

- Výměník tepla je umístěn v rekuperační jednotce, která se nehýbe. Tím se získává jednoduchost provozu.
- Nehlučnost provozu kvůli svoji staticnosti.
- Nedochází k nežádoucím průnikům vzduchu přes netěsnosti a tím pádem nežádanému smíchání odvedeného a přivedeného vzduchu.
- Žádná velká spotřeba elektrické energie
- Velmi vysoká účinnost
- Malé tlakové ztráty

1.5.1.2 Nevýhody deskového výměníku tepla

- Nutnost zaústění rekuperační jednotky do kanalizace kvůli odvedení kondenzátu
- Omezení z hlediska klimatu - mrazivé prostředí není vhodné pro pasivní provedení

1.5.2 Rotační regenerační výměník tepla

Rotační výměník tepla rotuje v pomalejších intervalech kolem své osy, přičemž akumulární plocha rekuperátoru (často hliníková fólie s vysokou tepelnou vodivostí) nejdříve přijme teplo z odvedeného vzduchu, pootočí se a odevzdá ho čerstvému přivedenému vzduchu s vlhkostí z odpadního vzduchu.

Rotace zapříčiní odolnost vůči zamrznání i odevzdání vlhkosti přivedenému vzduchu. Problém s kondenzací tedy takovýmto rekuperačním výměníkem tepla odpadá.

1.5.2.1 Výhody rotačního výměníku tepla

- Zpětný zisk vlhkosti z odpadního vzduchu
- Není nutné zaústění do kanalizace

1.5.2.2 Nevýhody rotačního výměníku tepla

- Potencionální poruchovost otočného mechanismu.
- Netěsnost, možnost smíšení přivedeného vzduchu s odpadním.
- Při nedostatečné údržbě hrozí vnesení bakterií z odpadního vzduchu do čerstvě přivedeného vzduchu.
- Nižší účinnosti než deskové výměníky.
- Zvýšená spotřeba elektrické energie.

1.5.3 Entalpický rekuperační výměník tepla

Ve srovnání s běžným výměníkem tepla dokáže zpětně získat z odpadního vzduchu do přiváděného čerstvého vzduchu nejenom teplo, ale také vysoký podíl vzdušné vlhkosti. Tak pasivně, bez dodatečné elektrické energie, entalpický rekuperační výměník tepla pomůže optimalizovat relativní vlhkost vzduchu v objektu. Entalpický výměník může efektivně pracovat až do venkovní teploty kolem $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ bez nutnosti snižování výkonu v důsledku zamrznání výměníku kondenzátem. [13]

Entalpické výměníky jsou díky inovativní konstrukci s polymerovými membránami snadno čistitelné propláchnutím nebo ponořením do vody, díky čemuž se mnohonásobně zvyšuje jejich životnost bez snižování účinnosti rekuperace tepla. Speciální antibakteriální vrstva polymerové membrány zabraňuje možnosti prostupu odváděných pachů a zachovává

vysoce hygienické prostředí. Tyto výměníky nové generace jsou k dodání u všech větracích jednotek renomovaných výrobců. [13]

1.5.3.1 Výhody entalpických výměníku tepla

- Zpětný zisk vlhkosti z odpadního vzduchu
- Žádný rotační mechanismus
- Odolnost proti mrazům do $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$

1.5.3.2 Nevýhody entalpických výměníku tepla

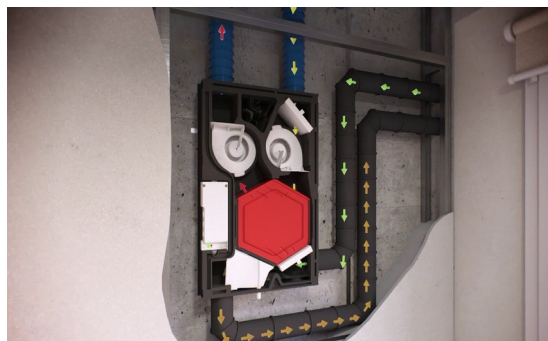
- Vysoká pořizovací cena

1.6 Dělení podle umístění rekuperační jednotky

Rekuperační jednotky se dá dělit dál na lokální a centrální. Lokální jsou malé jednotky, které se často implementují do bytů nebo malých domů. Centrální jednotky bývají robustní. Jejich implementace je vhodná pro centrální rekuperaci v domech nebo velkých objektech. [9]

1.6.1 Lokální rekuperační jednotky

Lokální rekuperační jednotky odvětrají určitý objem vzduchu domu nebo bytu - chodbu, koupelnu, toaletu, pokoj a tak dále. Lokální rekuperační jednotky jsou vhodné do bytů nebo do míst, kde chceme využít rekuperace tepla a zároveň nechceme provádět velké bourací práce. [9]

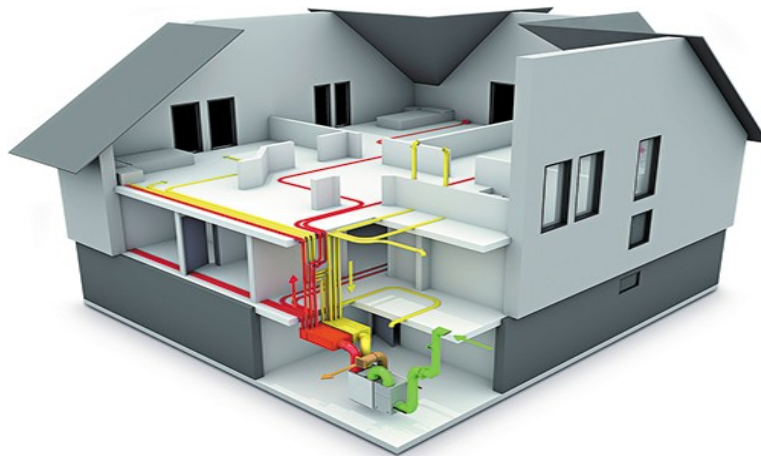


Obrázek 4: Šetrné umístění lokální rekuperační jednotky PlugPlan jenom 10 cm v zdi. [25]

1.6.2 Centrální rekuperační jednotky

Centrální rekuperační jednotky mají na starosti více místností nebo celý objekt. Jejich hlavní funkcí je odvádět primární pracovní látku, tedy odpadní vzduch z technických

místností, jako je kuchyň, garáž, toaleta, koupelna, předsíň apod. A samozřejmě přivádět čerstvý vzduch do obytných místností, kde se nachází nejvíce lidí v co nejdélší dobu. Velké centrální rekuperační jednotky jsou umístovány do technických prostor, na půdu domu do specializovaného kontejneru nebo na střechu samotného objektu. Implementace mimo obývané místnosti skryje rekuperační systém před uživateli a nepropustí hluk z ventilace. V případě přenášení hlučnosti potrubím je možné ztlumit hluk tlumiče hluku za záhyby v potrubní trase. [25]



Obrázek 5: Umístění centrální rekuperační jednotky do sklepa domu pro větší komfort uživatele.[23]

2 POŽADAVKY NA VNITŘNÍ PROSTŘEDÍ OBJEKTŮ

Vzduchotechnická zařízení podléhají zákonům a normám pro standardizaci a bezpečnost jejich používání. Každá evropská země přijala právní a normativní systém, kde se nacházejí požadavky na instalaci, chod, revizii a obsluhu systému. Pro ukázkou zmíním z českého právního a normativního systému následující zákony, vyhlášky a normy:

- Vyhláška č. 264/2020 - o energetické náročnosti budov
- Vyhláška č. 268/2009 Sb. o technických požadavcích na stavby upravená vyhláškou č. 20/2012 ze dne 9. ledna 2012
- norma ČSN 73 0540 Tepelná ochrana budov
- norma ČSN EN 15251 Vstupní parametry vnitřního prostředí pro návrh a posouzení energetické náročnosti budov s ohledem na kvalitu vnitřního vzduchu, teplotní prostředí, osvětlení a akustiku. Nahrazená normou ČSN EN 16798-1 začátkem roku 2020.
- norma ČSN EN 15665 Větrání budov – Stanovení výkonových kritérií pro větrací systémy obytných budov
- zákon 258/2000 Sb. o ochraně veřejného zdraví upravený zákonem č. 267/2015 ze dne 16. září 2015
- vyhláška 343/2009 Sb. o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých
- vyhláška 6/2003 Sb. stanovující hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí pobytových místností některých staveb
- vyhláška č. 272/2011 Sb. Nařízení vlády o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací

2.1 Seznam požadavků pro prostředí objektů

Seznam požadavků pro prostředí objektů tvoří například vyhláška 264/2020 a normy ČSN 73 0540 - Tepelná ochrana budov, ČSN EN 15 665 - Větrání budov - Stanovení výkonových kritérií pro větrací systémy obytných budov a ČSN EN 16798-1 - Energetická náročnost budov - Větrání budov - Část 1: Vstupní parametry vnitřního prostředí pro návrh a posouzení energetické náročnosti budov s ohledem na kvalitu vnitřního vzduchu, teplotního prostředí, osvětlení a akustiky.

Rozhodně více platných norem dbá na požadavcích pro prostředí objektů, ale jejich rozpis není záměr téhle bakalářské práce. Pro více informací se obraťte na návštěvi v rozpise odborné literatury.

Pro neobytné zóny je dle vyhlášky 264/2020 a normy ČSN EN 15 665 stanoveno:

Pro výpočet měrného tepelného toku větráním se uvažuje průměrné množství větracího venkovního vzduchu, které musí zohledňovat typický profil užívání jednotlivých větraných prostorů, jejich funkční využití, předpokládanou denní a roční obsazenost a koncentraci znečišťujících látek a škodlivin. Pro systém nuceného větrání musí být navíc zohledněn způsob ovládání a nastavení systému měření a regulace. Způsob stanovení průměrného množství větracího venkovního vzduchu se musí specifikovat v průkazu energetické náročnosti budovy. [19]

2.1.1 Šíření tepla konstrukcí a obálkou budovy

Hlídanými podmínkami při šíření tepla v konstrukcích jsou:

- Nejnižší vnitřní povrchová teplota obvodu objektu
- Teplotní faktor, zodpovídající bodu objektu
- Součinitel prostupu tepla
- Pokles dotykové teploty podlahy

2.1.1.1 Teplotní faktor vnitřního povrchu

Hodnota teplotního faktoru vnitřního povrchu je pomocnou poměrovou proměnnou pro hodnocení vnitřní povrchové teploty. Teplotní faktor vnitřního povrchu se definuje poměrem rozdílu mezi vnitřní povrchovou teplotou a teplotou venkovního vzduchu a rozdílu mezi teplotou vnitřního vzduchu a teplotou venkovního vzduchu. Vztahy definující teplotní faktor vnitřního povrchu:

$$f_{Rsi} = (\Theta_{si} - \Theta_e) / (\Theta_{ai} - \Theta_e) = 1 - (\Theta_{ai} - \Theta_{si}) / (\Theta_{ai} - \Theta_e)$$

$$\Theta_{si} = \Theta_i - (1 - f_{Rsi}) \cdot (\Theta_{ai} - \Theta_e)$$

$$f_{Rsi} = 1 - U_x \cdot R_{si}$$

kde Θ_{si} je vnitřní povrchová teplota a U_x je lokální součinitel prostupu tepla v místě x vnitřního povrchu. Θ_e teplota venkovního přivedeného vzduchu.

Kritický teplotní faktor vnitřního povrchu se stanovuje pro nejnižší vnitřní povrchovou teplotu konstrukce a je definován vztahem nebo tabulkovým přiřazením.

Tabulka 1: Kritický teplotní faktor vnitřního povrchu $f_{R_{si,cr}}$ pro návrhovou relativní vlhkost vnitřního vzduchu $\varphi_i = 50\%$ [16]

Konstrukce	Návrhová teplota vnitřního vzduchu θ_{ai} [°C]	Návrhová venkovní teplota θ_e [°C]								
		-13	-14	-15	-16	-17	-18	-19	-20	-21
		Kritický teplotní faktor vnitřního povrchu $f_{R_{si,cr}}$								
Stavební konstrukce	20,0	0,748	0,746	0,744	0,751	0,757	0,764	0,770	0,776	0,781
	20,3	0,750	0,747	0,745	0,752	0,759	0,765	0,771	0,777	0,782
	20,6	0,751	0,749	0,747	0,754	0,760	0,766	0,772	0,778	0,783
	20,9	0,753	0,751	0,748	0,755	0,762	0,768	0,773	0,779	0,784
	21,0	0,753	0,751	0,749	0,756	0,762	0,768	0,774	0,779	0,785
Výplň otvoru	20,0	0,647	0,648	0,649	0,649	0,650	0,650	0,650	0,650	0,650
	20,3	0,649	0,650	0,651	0,652	0,652	0,652	0,652	0,652	0,651
	20,6	0,652	0,653	0,653	0,654	0,654	0,654	0,654	0,654	0,653
	20,9	0,654	0,655	0,655	0,656	0,656	0,656	0,654	0,654	0,655
	21,0	0,655	0,656	0,656	0,656	0,657	0,657	0,656	0,656	0,655

Tabulka 2: Teplota odpovídající kritickému teplotnímu faktoru vnitřního povrchu $f_{R_{si,cr}}$ pro návrhovou relativní vlhkost vnitřního vzduchu $\varphi_i = 50\%$ [16]

Konstrukce	Návrhová teplota vnitřního vzduchu θ_{ai} [°C]	Návrhová venkovní teplota θ_e [°C]								
		-13	-14	-15	-16	-17	-18	-19	-20	-21
		Teplota odpovídající kritickému teplotnímu faktoru vnitřního povrchu $R_{si,cr}$								
Stavební konstrukce	20,0	11,68	11,36	11,04	11,02	11,02	11,02	11,02	11,02	11,02
	20,3	11,98	11,62	11,30	11,30	11,30	11,30	11,30	11,30	11,30
	20,6	12,23	11,92	11,59	11,58	11,58	11,58	11,58	11,58	11,58
	20,9	12,53	12,21	11,85	11,86	11,86	11,86	11,86	11,86	11,86
	21,0	12,60	12,29	11,96	11,96	11,96	11,96	11,96	11,96	11,96
Výplň otvoru	20,0	8,35	8,03	7,72	7,36	7,05	6,70	6,35	6,00	5,65
	20,3	8,61	8,30	7,98	7,67	7,32	6,97	6,62	6,28	5,89
	20,6	8,91	8,59	8,25	7,94	7,59	7,24	6,90	6,55	6,16
	20,9	9,17	8,86	8,51	8,21	7,86	7,52	7,17	6,79	6,44
	21,0	9,27	8,96	8,62	8,27	7,97	7,62	7,24	6,90	6,51

Táto podmínka platí pro konstrukce s navrhovanou relativní vlhkostí vzduchu a to v zimním období:

$$\varphi_i \leq 60\%$$

Konečná podmínka je tedy:

$$f_{R_{si}} \geq f_{R_{si,N}}$$

Když nemůžeme použít tabulku kvůli jiné vlhkosti jako 50%, tak musíme použít vztah pro výpočet kritického faktoru vnitřního povrchu.

$$f_{Rsi,N} = 1 - \frac{237,3 + 2,1 \cdot \Theta_{ai}}{\Theta_{ai} - \Theta_{ex}} \cdot \frac{1}{1,1 - 17,269 / \ln(\varphi_{i,r} / \varphi_{si,cr})}$$

kde

Θ_{ai} je návrhová teplota vnitřního vzduchu pro budovu nebo její ucelenou část

Θ_{ex} je návrhová teplota vnějšího vzduchu přilehlého k stěně konstrukce budovy

$\varphi_{i,r}$ je relativní vlhkost vnitřního vzduchu pro stanovení požadavku na nejnižší vnitřní povrchovou teplotu konstrukce:

- V budově s upravovanou vlhkostí pomocí vzduchotechniky platí vztah

$$\varphi_{i,r} = \varphi_i + \Delta \varphi_i$$

- V ostatních prostorech platí

$$\varphi_{i,r} = \varphi_i + 100 \cdot \Delta \varphi_r \cdot (\theta_e + 5) + \Delta \varphi_i$$

- kde φ_r je změna relativní vlhkosti vnitřního vzduchu vlivem teploty venkovního vzduchu a θ_e je návrhová teplota venkovního vzduchu v zimním období

$\varphi_{si,cr}$ kritická vnitřní povrchová vlhkost, která nesmí být překročena

Tabulka 3: Stanovení kritické vnitřní povrchové vlhkosti dle normy ČSN EN 73 0540 [16]

	Okna, dveře, světlíky, střešní poklapy	Ostatní konstrukce
$\varphi_{si,cr}$	100%	80%

Teplota ve větrané vzduchové vrstvě

U konstrukce s větranou vzduchovou vrstvou se výpočtovými metodami stanoví průběh teplot a relativních vlhkostí vzduchu. Z průběhu se pak vyberou nejhorší okrajové podmínky pro začátek i konec vzduchové vrstvy, označované jako kritické místa.

Teplota na začátku vzduchové vrstvy:

$$\theta_{x0} = \theta_e$$

Teplotu na konci vzduchové vrstvy si přibližně můžeme určit ze vztahu: [16]

$$\theta_{xk} = \theta_{cav} = \frac{U_v \cdot \theta_{ai} + U_z \cdot \theta_e}{U_v + U_z}$$

kde U_v je součinitel prostupu tepla části konstrukce mezi vnitřním prostředím a větranou vzduchovou vrstvou a U_z součinitel prostupu tepla mezi větranou vzduchovou vrstvou a

venkovním prostředím.

Přesné rozšířené výpočtové metody najdete v normě ČSN 73 0540 – 4, v příloze A4.

2.1.1.2 Součinitel prostupu tepla

Určuje se pro jednotlivé konstrukce a také pro budovu jako celek. Požadované hodnoty součinitele prostupu tepla se použijí pro hodnocení konstrukcí podle vyhlášky č. 268/2009 Sb. věnované technickým požadavkům na stavby. Získané hodnoty součinitele prostupu tepla jsou užitečné pro předběžný návrh konstrukcí pasivní budovy.

Norma ČSN 73 0540-2 stanovuje postup pro získání maximálního možného součinitele prostupu tepla U pro prostory v konstrukcích vytápěných budov s navrhovanou relativní vlhkostí $\varphi_i \leq 60\%$. Konstrukce by měla splňovat podmínku:

$$U \leq U_N$$

kde U_N je požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla, ve $W/(m^2K)$. Požadovaná hodnota se dá získat z tabulky č.3. nebo výpočtem, v případě když má budova odlišnou převažující návrhovou vnitřní teplotu. Vztahy pro výpočet:

$$U_N = U_{N,20} e_1$$

$$e_1 = 16 / (\Theta_{im} - 4)$$

kde e_1 je součinitel typu budovy stanovený podle θ_{im} vnitřní teploty.

Tabulka 4: Požadované a doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla pro budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou θ_{im} v intervalu 18 °C až 22 °C včetně [16]

Popis konstrukce	Součinitel prostupu tepla [$W/(m^2 \cdot K)$]		
	Požadované hodnoty $U_{N,20}$	Doporučené hodnoty $U_{rec,20}$	Doporučené hodnoty pro pasivní budovy $U_{pas,20}$
Stěna vnější	0,30	Těžká: 0,25	0,18 až 0,12
		Lehká 0,20	
Střecha strmá se sklonem nad 45°	0,30	0,20	0,18 až 0,12
Střecha plochá a šikmá se sklonem do 45° včetně	0,24	0,16	0,15 až 0,10
Strop s podlahou nad venkovním prostorem	0,24	0,16	0,15 až 0,10
Strop pod nevytápěnou půdou (se střechou bez tepelné izolace)	0,30	0,2	0,15 až 0,10
Stěna k nevytápěné půdě (se střechou bez tepelné izolace)	0,30	Těžká: 0,25	0,18 až 0,12
		Lehká 0,20	

Popis konstrukce		Součinitel prostupu tepla [W/(m ² ·K)]		
Podlaha a stěna vytápěného prostoru přilehlá k zemině		0,45	0,30	0,22 až 0,15
Strop a stěna vnitřní z vytápěného k nevytápěnému prostoru		0,60	0,40	0,30 až 0,20
Strop a stěna vnitřní z vytápěného k temperovanému prostoru		0,75	0,50	0,38 až 0,25
Strop a stěna vnější z temperovaného prostoru k venkovnímu prostředí		0,75	0,50	0,38 až 0,25
Podlaha a stěna temperovaného prostoru přilehlá k zemině		0,85	0,60	0,45 až 0,30
Stěna mezi sousedními budovami		1,05	0,70	0,5
Strop mezi prostory s rozdílem teplot do 10 °C včetně		1,05	0,70	
Stěna mezi prostory s rozdílem teplot do 10 °C včetně		1,30	0,90	
Strop vnitřní mezi prostory s rozdílem teplot do 5 °C včetně		2,2	1,45	
Stěna vnitřní mezi prostory s rozdílem teplot do 5 °C včetně		2,7	1,80	
Výplň otvoru ve vnější stěně a strmé střeše, z vytápěného prostoru do venkovního prostředí, kromě dveří		1,5	1,2	0,8 až 0,6
Šikmá výplň otvoru se sklonem do 45°, z vytápěného prostoru do venkovního prostředí		1,4	1,1	0,9
Dveřní výplň otvoru z vytápěného prostoru do venkovního prostředí (včetně rámu)		1,7	1,2	0,9
Výplň otvoru vedoucí z vytápěného do temperovaného prostoru		3,5	2,3	1,7
Výplň otvoru vedoucí z temperovaného prostoru do venkovního prostředí		3,5	2,3	1,7
Šikmá výplň otvoru se sklonem do 45° vedoucí z temperovaného prostoru do venkovního prostředí		2,6	1,7	1,4
Lehký obvodový plášť (LOP), hodnocený jako smontovaná sestava včetně nosných prvků, s poměrnou plochou průsvitné výplně otvoru: $f_w = A_w/A$, v·m ² /m ² , kde A je celková plocha lehkého obvodového pláště (LOP), v m; A _w plocha průsvitné výplně otvoru sloužící převážně k osvětlení interiéru včetně 2 příslušných částí rámu v LOP, v m ² .	$f_w \leq 0,5$	$0,3+1,4 \cdot f_w$	0,2+f _w	0,15+0,85·f _w
	$f_w > 0,5$	$0,7+0,6 \cdot f_w$		
Kovový rám výplně otvoru		-	1,8	1,0
Nekovový rám výplně otvoru		-	1,3	0,9-0,7
Rám lehkého obvodového pláště		-	1,8	1,2

Ve výjimečných případech není nutné dodržet podmínku pro součinitel přestupu tepla. Nemožnost splnění podmínky musí být odborně písemně zdůvodněna a musí být zvoleno nejlepší možné technické řešení, které by nevedlo k poškození majetku uživatele.

2.1.1.3 Pokles dotykové teploty podlahy

Pokles dotykové teploty podlahy značíme rozdílem veličiny $\Delta\theta_{10}$ v jednotkách $^{\circ}\text{C}$. Podmínka platí pro podlahy ochlazovaných konstrukcí v zimním období a pro vytápěné podlahy na konci zimního období.

Samotný akt ověření podmínky je provedený porovnáním seznamu se zjištěnými poklesy dotykových teplot s požadovanými poklesy teplot podlahy a to následovně:

$$\Delta\theta_{10} \leq b$$

Tabulka 5: Kategorie podlah z hlediska poklesu dotykové teploty podlahy $\Delta\theta_{10,N}$ [16]

Kategorie podlahy	Pokles dotykové teploty podlahy $\Delta\theta_{10,N}$ [$^{\circ}\text{C}$]
I. Velmi teplé	do 3,8 včetně
II. Teplé	do 5,5 včetně
III. Méně teplé	do 6,9 včetně
IV. Studené	od 6,9

Tento požadavek se nemusí ověřovat u podlah s trvalou nášlapnou celoplošnou vrstvou z textilní podlahoviny a u podlah s povrchovou teplotou trvale vyšší než 26°C .

Tabulka 6: Kategorie podlah – požadované a doporučené hodnoty [16]

Druh budovy	Účel místnosti	Kategorie podlahy	
		Požadovaná	Doporučená
Obytná budova	dětský pokoj, ložnice	I.	
	obývací pokoj, pracovna, předsíň sousedící s pokoji, kuchyň	II.	I.
	koupelna, WC	III.	II.
	předsíň před vstupem do bytu	IV.	III.
Občanská budova	učebna, kabinet	II.	
	tělocvična	II.	
	dětská místnost jeslí a školky	I.	
	operační sál, předsálí, ordinace, přípravná, vyšetřovna, služební místnost	II.	
	chodba a předsíň nemocnice	III.	II.
	pokoj dospělých nemocných	II.	I.
	pokoj nemocných dětí	I.	
	pokoj intenzivní péče	II.	I.
	kancelář	II.	
	hotelový pokoj	II.	
	pokoj v ubytovně	III.	II.
	sál kina, divadla	II.	
	místa pro hosty v restauraci	III.	II.
	prodejna potravin	III.	
Výrobní budova	trvalé pracovní místo při sedavé práci	II.	
	trvalé pracovní místo bez podlahy nebo předepsané teplé obuvi	III.	II.
	sklad se stálou obsluhou	IV.	III.

2.1.2 Šíření vlhkosti v konstrukcích

V stavebních konstrukcích které jsou náchylné na negativní ovlivnění vlhkostí v jejich vnitru, nesmí dojít ke kondenzaci vodních par. Zkondenzovaná vodní pára uvnitř konstrukce se vyjadřuje veličinou M_c , která má jednotku $\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$.

Žádný výskyt vodních par se zapisuje jako:

$$M_c = 0$$

Vlhkost je nebezpečná pro stavební konstrukci pro:

- Nasákavost stavebních materiálů, která zvyšuje hmotnost stavby nad rámec statických výpočtů stavebních inženýru.
- Degradace vlastností stavebních materiálů
- Zkrácení životnosti stavební konstrukce
- Vnik zdraví škodlivých plísní

Při konstrukcích s vynuceným větráním musí být průběh relativní vlhkosti proudícího vzduchu větranými vrstvami po celé délce méně jako 90 procent. Jestli se nesplní tato podmínka, pak se uživatel vystavuje nebezpečí kondenzace a zvlhnutí vnější zdi v okolí vývodu větracího otvoru, častokrát při nakloněném vývodu směrem k zemi.

Roční bilance kondenzace musí ve výsledku udávat zápornou hodnotu. Tedy za celý rok se musí více vlhkosti z konstrukce vypařit než absorbovat.

2.1.3 Šíření vzduchu konstrukcí a budov

Průvzdušnost spár lehkých obvodových plášťů se kategorizuje do dvou skupin, kde budovy s přirozeným větráním nebo kombinovaným jsou zařazení do skupiny LP1 a budovy s nuceným větráním do skupiny LP2. Jestli se setkávají ucelené části rozdílných skupin, tak pro jejich rozhraní platí pravidlo horší z kategorií. Kategorie LP1 a LP2 odpovídají klasifikaci lehkých obvodových plášťů a jsou popsány podle ČSN EN 12152.

Průvzdušnost spár a netěsností ostatních konstrukcí obálky budovy se v zkratce nepřipouští do úvahy. Průvzdušnost platí jenom pro funkční spáry výplní otvorů a lehkých obvodových plášťů. Jednotlivé napojení konstrukce musí být provedeno trvale vzduchotěsně, co nejlíp to půjde podle aktuálních technických možností. [17]

Celková průvzdušnost obálky budovy se ověřuje podle celkové intenzity výměny vzduchu n_{50} při tlakovém rozdílu 50 Pa, v h^{-1} .

Norma ČSN EN 13829 doporučuje splnění podmínky:

$$n_{50} \leq n_{50,N}$$

Tabulka 7: Doporučené hodnoty celkové intenzity výměny vzduchu $n_{50,N}$ [18]

Větrání v budově	Doporučená hodnota celkové intenzity výměny vzduchu $n_{50,N}$ [h^{-1}]	
	Úroveň I	Úroveň II
Přirozené nebo kombinované	4,5	3,0
Nucené	1,5	1,2
Nucené se zpětným získáváním tepla	1,0	0,8
Nucené se zpětným získáváním tepla v budovách se zvláště nízkou potřebou tepla na vytápění (pasivní budovy)	0,6	0,4

Průvzdušnost místností s nuceným větráním nebo klimatizací má být velmi malá. Hodnotí se v zimních podmínkách pomocí výpočtu podle intenzity přirozené výměny vzduchu bez započtení funkce větracího nebo klimatizačního zařízení. Požadavek na intenzitu přirozené výměny vzduchu:

$$n \leq 0,05 h^{-1}$$

2.1.4 Tepelná stabilita místností v zimním období

Udržení nízké spotřeby energie závisí i na tepelné stabilitě místností v objektu. Tenhle požadavek spolu s kritickými místy, kde se vyvarujeme tepelným mostům, a mnoha dalšími, jako třeba dotyková pocitová teplota podlah, vytváří obraz o vnitřním prostředí, kde se rekuperační systém nachází.

Vyžadovaný pokles teploty na konci chladnutí místnosti za čas t :

$$\Delta \theta_v(t) \leq \Delta \theta_{v,N}(t)$$

kde $\Delta \theta_{v,N}(t)$ je požadovaná hodnota poklesu výsledné teploty v místnosti v zimním období stanovená tabulkou číslo osm. Θ_i označuje navrhovanou vnitřní teplotu.

Tabulka 8: Požadované hodnoty poklesu výsledné teploty v místnosti v zimním období $\Delta\theta_{v,N}(t)$ Hodnotu $\Delta\theta_{v,\min}$ udává budoucí majitel objektu [16]

Druh místnosti (prostoru)	Pokles výsledné teploty v místnosti v zimním období $\Delta\theta_{v,N}(t)$ [°C]
S pobytem lidí po přerušení vytápění: – při vytápění radiátory, sálavými panely a teplovzdušně	3
– při vytápění kamny a podlahovým vytápění	4
Bez pobytu lidí po přerušení vytápění: – při přerušení vytápění topnou přestávkou: – budova masivní	6
– budova lehká	8
– při předepsané nejnižší výsledné teplotě $\theta_{v,\min}$	$\theta_i - \theta_{v,\min}$
– při skladování potravin	$\theta_i - 8$
– při nebezpečí zamrznutí vody	$\theta_i - 1$
Nádrže s vodou (teplota vody)	$\theta_i - 1$

2.1.5 Tepelná stabilita místností v letním období

Dle požadavků by měla kritická místnost vykazovat nejvyšší denní teplotu vzduchu v místnosti v letním období podle vztahu:

$$\theta_{ai,max} \leq \theta_{ai,max,N}$$

Tabulka 9: Požadované hodnoty nejvyšší denní teploty vzduchu v místnosti v letním období $\theta_{ai,max,N}$ [16]

Druh budovy	Nejvyšší denní teplota vzduchu v místnosti v letním období $\theta_{ai,max,N}$ [°C]	
Nevýrobní	27,0	
Ostatní s vnitřním zdrojem tepla	– do 25 W/m ³ včetně	29,5
	– nad 25 W/m ³	31,5
U obytných budov je možné připustit překročení požadované hodnoty nejvíce o 2 °C na souvislou dobu nejvíce 2 hodin během normového dne, pokud s tím investor (stavebník, uživatel) souhlasí.		

Při nesplnění požadavků na stabilitu tepelné místnosti v letním období s pomocí stavebního řešení, je nutné zavést chladicí zařízení do objektu. Aktivní rekuperace s kondenzátorem a výparníkem může přivedený vzduch ochlazovat odebraním tepla.

2.2 Obměna vzduchu v obytných místech

Nesmírně důležitým užitkem rekuperace je správná obměna vzduchu v obytných místech, tedy větrání.

Tabulka 10: Požadavky na větrání obytných budov dle ČSN EN 15665/Z1 [19]

Požadavek	výměna vzduchu Trvalé větrání (průtok venkovního vzduchu)		Nárazové větrání (průtok odsávaného vzduchu)		
	Intenzita větrání [h ⁻¹]	Dávka venkovního vzduchu na osobu [m ³ /(h·os)]	Kuchyně [m ³ /h]	Koupelny [m ³ /h]	WC [m ³ /h]
Minimální hodnota	0,3	15	100	50	25
Doporučená hodnota	0,5	25	150	90	50

2.2.1 Druhy větrání

Národní norma ČSN EN 15665/Z1 v příloze „Vhodné systémy větrání obytných budov a doporučené způsoby přívodu vzduchu“ definuje systémy větrání pro trvalé větrání obytných prostorů. [7]

2.2.1.1 Nucené podtlakové větrání

Základem je přívod venkovního vzduchu podtlakem větracími otvory, které jsou integrovány do výplní stavebních otvorů, nebo umístěny v obvodových stěnách, v kombinaci s nuceným odvodem vzduchu z technických místností, hygienického zázemí a kuchyně. [7]

2.2.1.2 Hybridní větrání

Základem je přívod venkovního vzduchu podtlakem větracími otvory, které jsou integrovány do výplní stavebních otvorů, nebo umístěny v obvodových stěnách se střídavým režimem přirozeného a nuceného odvodu vzduchu – kombinace přirozeného a nuceného větrání k zajištění minimální spotřeby energie. [7]

2.2.1.3 Nucené rovnotlaké větrání

Základem je přívod ohřívaného venkovního vzduchu a odvod vzduchu větrací jednotkou, případně se zpětným získáváním tepla, to jest rekuperace.

2.3 Obměna vzduchu a požadavky ve školním prostředí

Zákon a normy stanovují požadavky na speciální prostředí jako jsou vzdělávací nebo nákupní centra.

Tabulka 11: požadavky na vnitřní prostředí podle vyhlášky číslo 343/2009 Sb. [19]

<i>Typ prostoru</i>	<i>Množství vzduchu(m³/hod)</i>	<i>Optimální výsledná teplota(°C)</i>	<i>Relativní vlhkost vzduchu (%)</i>
Učebny	20-30 na 1 žáka	22±2	30-65
Tělocvičny	20-90 na 1 žáka	20±2	
Šatny	20 na 1 žáka	22±2	
Umývárny	30 na 1 umyvadlo		
Sprchy	150-200 na 1 sprchu		
Záchody	50 na 1 kabinu		
	25 na 1 pisoár		

2.4 Koncentrace oxidu uhličitého

V každém obytném prostředí se vyskytují škodliviny, které negativně ovlivňují uživatele objektu. Negativní účinky mohou být bolest hlavy, závratě, nevolnost, podráždění sliznic a očí. Obzvláště nepříjemným negativem na pracovišti, který vede k mnoha vážným zraněním nebo škodám na majetku je snížení schopnosti koncentrace. Oxid uhličitý CO₂ se řadí mezi typické škodliviny ve vnitřním prostředí spolu s vodními párami způsobujícími plísně. Plísně způsobují dýchací těžkosti u člověka. Specifickými škodlivinami v novostavbách bývají ftaláty a těkavé organické látky (VOC) a formaldehyd. VOC vznikají uvolňováním z nábytku, podlahových krytin či nátěrů. Další krátkodobě vyskytující se škodliviny jsou leštidla, kosmetické a čisticí přípravky.

Tabulka 12: Vliv koncentrace oxidu uhličitého na lidský organismus [19]

<i>Koncentrace CO₂</i>	<i>Účinky na lidský organismus</i>
330-370 ppm	vnější prostředí
450-1000 ppm	dobrá úroveň, příjemný pocit
1000-2000 ppm	pocit ospalosti a horšího vzduchu
2000-5000 ppm	možné bolesti hlavy, nižší schopnost koncentrace, snížená pozornost
>5000 ppm	pocit těžkého vzduchu a nevolnosti, zvýšený tep
>15000 ppm	potíže s dýcháním
>30000 ppm	bolesti hlavy, závratě a nevolnost
>60000-80000 ppm	letargie a ztráta vědomí

2.4.1 Indikátor kvality větrání

Koncentrace CO₂ slouží jako indikátor kvality větrání ve vnitřních prostorech. Proto se regulační technika dost často zaměřuje na tuhle složku ve vzduchu místnosti. Regulační prvky jsou častokrát nastaveny na reakční hodnotu 1000 ppm. Díky snímačům CO₂ víme zjistit jestli se v místnosti nachází člověk, co se využívá hlavně při bezpečnostních technologiích.

3 MĚŘENÍ REKUPERAČNÍHO VÝMĚNÍKU

Studium a kvalitní realizace prostředí ve kterém se rekuperace bude uplatňovat a správné navržení rekuperace vede k smysluplnému hospodaření s energiemi. Výsledkem je dokonalá souhra systému s prostředím, která bude vést k značným úsporám na energiích a zvýšení komfortnosti obydlí.

Aby technik mohl navrhnout rekuperaci, musí být rekuperační výměník tepla správně oměřen pro plánované podmínky. Rekuperační výměníky se testují v laboratořích se speciální vzduchotechnickou tratí, kde se mohou simulovat podmínky celé výměny tepla v systému.

Výsledkem měření je protokol, podle kterého bude investor rozhodovat, jestli si testovaný rekuperační výměník zakoupí nebo ne.

3.1 Měření veličiny

Při měření se sleduje několik veličin na různých částech měřicí tratě. Měří se veličiny jako teplota, průtok, tlak a vlhkost.

3.1.1 Teplota

Teplota se klasifikuje jako kinetická energie částic pracovní látky, vzniklé z pohybu v termodynamické rovnováze.

Teploty dělíme na:

- celková teplota – teplota pracovní látky i s ohřátím
- vstupní teplota – střední celková teplota na vstupu
- výstupní teplota - střední celková teplota na výstupu
- pracovní teplota – vstupní teplota primární nebo sekundární pracovní látky

Teplota je důležitou veličinou pro stanovení teplotní účinnosti rekuperačního výměníku tepla. V procese měření sledujeme:

- Indoor teplotu na vstupu i výstupu
- Outdoor teplotu na vstupu i výstupu

3.1.1.1 Vybavení

Pro měření teplot je nezbytné zajistit požadovanou přesnost. Používají se kapalinové teploměry, termočlánky nebo odporové teploměry. Kapalinové teploměry jsou založeny na prin-

cipu roztažnosti tekutin. Jsou citlivé na vibrace a nepoužívají se pro děláná záznamů do systému. Proto se v trati mohou vyskytovat doplňkově. Odporové teploměry jsou založené na změně elektrického odporu kovu. Jsou velice přesné a tak lze lehce realizovat záznam do systému dat. Termočlánky využívají stejně elektrických vlastností kovů. Blíže elektromotorické napětí mezi koncích drátu z různých kovů. Při měření musí být stanoven referenční bod, od kterého závisí odchylka měření.

3.1.1.2 Princip instalace

Základním pravidlem instalace teploměrů je neovlivňování proudění pracovních látek, dál zabránění vzniku netěsnosti v potrubích, zabezpečení dostatečného styku snímače s pracovní látkou, neovlivnění teploty pracovní látky. Měřicí otvory bývají realizovaný tak, aby zabezpečily požadavky instalace. Pokud nastane riziko vrstvení teplot, je vhodné v jedné rovině mít více teploměrů. Snímače musejí být instalovány tak, aby se mohly vybírat a čistit, a kalibrovat. Mechanické zatížení nesmí nijak ovlivnit kvalitu měření. [4]

3.1.1.3 Údržba a kalibrace

Měření teploty je nutné neustále hlídat pravidelnou údržbou, která zkontroluje elektrické i mechanické vlastnosti snímačů. Pravidelná kalibrace je dle legislativy povinná.

3.1.2 Průtok

Výpočet výkonnosti výměníku se neobejde beze změřený průtoku pracovní látky uvnitř rekuperačního výměníku tepla. Tlaková ztráta ve výměníku tepla spolu s průtokem pracovní látky vytváří technické údaje proudění. Měření průtoku odhaluje i netěsnosti ve výměníku. Stanovení těsnosti je zahrnuto v protokolu z měření.

Účelem měření průtoku je stanovení hmotnostního průtoku pracovní látky. Objemový průtok se stanovuje druhořadě, při měření se může měnit v závislosti od pracovní látky.

Veličina průtoku vyhodnocuje množství pracovní látky prošlé skrze měřič za určitou jednotku času. Například $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$.

3.1.2.1 Vybavení

Měřiče průtoku jsou vyráběny na základě v budoucnu měřené pracovní látky, která může být kapalina nebo plyn. V případě rekuperace potřebujeme znát měřiče průtoku plynné pracovní látky, tedy vzdušiny. Vzdušina je směs látek normálně obsažených ve vzduchu.

Používané metody pro měření průtoku plynů a kapalin:

- Objemové průtokoměry
 - + žádná speciální instalace
 - + výrobci dodávají počítačové jednotky
 - citlivé zařízení
 - nutná údržba
 - potřebné měření a výpočet hustoty
- Měření tlakového rozdílu
 - + poměrně levné měření
 - + odolné proti znečištění
 - tlaková ztráta je závislá na teplotě pracovní látky
 - možná tlaková ztráta v okruhu proudění pracovní látky
 - potřebné měření a výpočet hustoty
- Turbínové měřidlo
 - + přesnost a velký měřicí rozsah
 - citlivé zařízení
- Vstřikovací měřidlo
 - + přesnost při dlouhých měřených úsecích
 - komplikovanost měření
- Prandtlova/Pitotova trubice
 - + vytváří hodně malou tlakovou ztrátu
 - musí být známo rozdělení rychlosti a průřez potrubí
 - vyžaduje přesné ustálení pracovní látky
 - potřebné měření a výpočet hustoty
- Měřič víření
 - + jednoduchá konstrukce
 - + odolnost proti drobným částicím
 - potřebné měření a výpočet hustoty

- Plavák a zúžená trubice
 - + odolnost na poruchy
 - + jednoduchá konstrukce
 - komplikovaná instalace
 - potřebné měření a výpočet hustoty
- Měřič unášející síly
 - + odolnost vůči tlaku a teplotě
 - + rychlá odezva
 - značná tlaková ztráta
 - potřebné měření a výpočet hustoty
- Anemometr
 - + malé narušování proudění
 - + rychlá odezva při malých rozměrech potrubí
 - citlivé na mechanické poškození
 - musí být známo rozdělení rychlosti a průřez potrubí
 - potřebné měření a výpočet hustoty
- Dopplerův měřič kmitočtu
 - + bezdotykové měření
 - + neovlivňuje proudění
 - zařízení náročné na finanční prostředky
 - vyžaduje odrazivé částice v proudu pracovní látky
 - potřebné měření a výpočet hustoty
- Tepelný měřič hmotnostního průtoku
 - + měří hned hmotnostní průtok
 - + velký měřicí rozsah
 - + odolnost vůči přetížení
 - ovlivnění entalpie v pracovní látce

- Axiální průtokový měřič hybnosti
 - + měří hned hmotnostní průtok
 - složitá mechanická konstrukce
 - náročná regulace pohybu rotoru
- Coriolisův měřič hmotnostního průtoku
 - + měří hned hmotnostní průtok
 - + necitlivost vůči teplotě, viskozitě a příměsi v pracovní látce
 - + funkční i pro dvoufázové látky
 - zařízení náročné na finanční prostředky
 - pevná instalace

3.1.2.2 Princip instalace

Podmínky instalace jsou téměř shodné s instalací měřičů teplot. Měření musí být odolné vůči chemickému a mechanickému působení pracovní látky. Nesmí se dopustit působení extrémních sil pracovní látky pro stanovené měření. Instalace si častokrát vyžaduje také dodatečnou instalaci měření hustoty pracovní látky. Při kalibraci by měl měřič být chráněn před vlivem pracovní látky krycím kanálem.

Měřič průtoku můžeme nainstalovat kdekoliv na měřicí trati. Je ale důležité aby mezi měřičem a výměníkem nevznikali netěsnosti. Čidla měřiče je praktické umístit tam, kde se měří a kontroluje tlak a teplota. [4]

3.1.2.3 Údržba a kalibrace

Lhůta kontroly měřidel závisí od výrobce a okolností při měření. Jestli měření bylo vystaveno přetížení, mechanickému nebo elektrickému poškození, je nutno po opravě vykonat kalibraci. Kalibrace se také musí vykonávat když se změní podmínky měření změnou tratě nebo měřeným rozsahem. [4]

3.1.3 Tlak

Pro stanovení výkonnosti se měří tlak pro vypočtení tlakového rozdílu v měřicí trati na vstupech a výstupech. Spolu s určením průtoku se tlaková ztráta používá i pro návrh a výběr správných čerpadel pro průtok pracovních látek.

3.1.3.1 Vybavení

Tlakoměry dělíme na tři skupiny podle jejich funkce:

- měřidlo absolutního tlaku – vztažen výstupním signálem k absolutnímu vakuu
- přetlakový tlakoměr – měří rozdíl tlaků ve vztahu k atmosferickému tlaku
- diferenciální tlakoměr – měří rozdíl mezi dvěma tlakovými hladinami

Dále dělíme měřiče tlaku podle konstrukce a způsobu měření:

- Kapalínové tlakoměry – vysoce přesné měření určené jen pro fyzický odečet hodnot veličiny. Různé provedení pomocí U trubic nebo šikmých drah. Vztah pro výpočet tlaku:

$$P = \rho \cdot g \cdot h$$

kde ρ je hustota kapaliny, g je gravitační zrychlení a h je rozdíl výšek sloupců kapaliny

- Snímače tlaku – využívajíce elektronické metody měření pomocí potenciometrů, tenzorů, lineárních proměnných diferenciálních transformátorů, kapacitních a indukčních snímačů nebo piezoelektrických elementů.

3.1.3.2 Princip instalace

Dle normy ČSN EN 306 je dbáno na tlakové odbočky opatřené uzavíracími ventily. Odbočky slouží ke přístupu. Ventile chrání měřidlo při údržbě a instalaci. Pomáhají řešit eliminaci pulzujícího tlaku.

Instalace nesmí narušit proudění pracovní látky. Při dvou fázových pracovních látkách v měřicím kanálku nesmí dojít ke smíchaní látek různé fáze. Na odstranění rizika slouží odvodušňovače a vhodné umístění v měřicí trati.

3.1.3.3 Údržba a kalibrace

Pro kalibraci a údržbu platí stejná pravidla jako při měření teploty a průtoku.

3.2 Odběr vzorků

Takt odběru vzorků je závislý od průtoku pracovní látky kolem snímačů měřidel. V rozdílných taktech nesmí být konkrétní část objemu pracovní látky dvakrát. Musí tedy nastat obměna pracovní látky. Výpočet periody snímání má vztah: [20]

$$t_s = M / (10 \cdot q_m)$$

kde

t_s perioda vzorkování

M je celková hmotnost pracovní látky v systému

q_m je hmotnostní průtok

Mezičas mezi jednotlivými měřeními musí dávat pro statistické výpočty vyhovující výsledky.

3.2.1 Střední hodnota

Vypočte se pro zmenšení statické chyby. Pro výpočet výkonu výměníku se používají střední hodnoty veličin.

3.3 Výkonnost rekuperačního výměníku tepla

Výkonnost se stanovuje na základě naměřených veličin v měřicí trati: [20]

- teplota – určuje se průměrná vstupní a výstupní teplota
- rozdíl teplot – z rozdílu teplot se stanoví střední logaritmický teplotní rozdíl LMTD: [20]

$$LMTD = (\Delta t_i - \Delta t_o) / l_n(\Delta t_i / \Delta t_o)$$
$$\Delta t_i \neq \Delta t_o$$

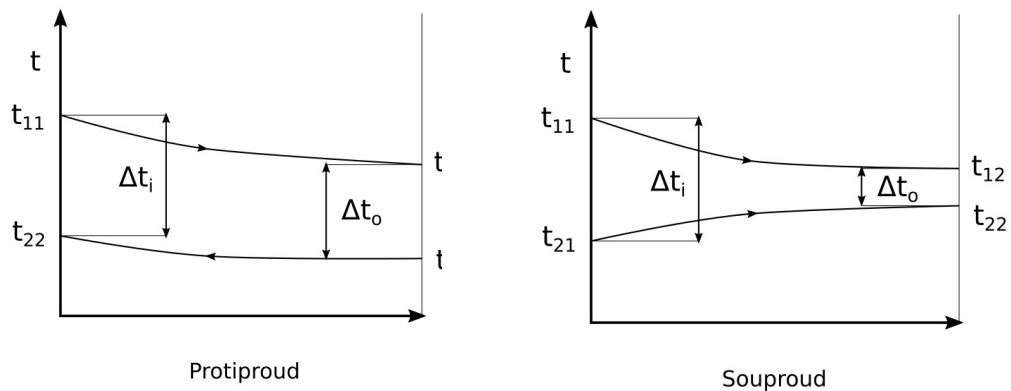
nebo

$$LMTD = \Delta t_i = \Delta t_o$$
$$\Delta t_i = \Delta t_o$$

kde,

Δt_i je teplotní rozdíl mezi primárním vstupním bodem a sekundárním vstupním bodem nebo výstupním, to záleží od situace proudění, jestli je souproud nebo protiproud pracovní látky.

Δt_o teplotní rozdíl mezi primárním výstupním bodem a sekundárním výstupním bodem.



Obrázek 6: Odlišnost tepelného rozdílu podle druhu proudění [20]

Pro ostatní typy proudění se používá korekční součinitel podle tabulky z norem nebo literatury.

- tepelný výkon – jedná se o základní princip výměníku tepla, který je charakterizován množstvím tepla předaného za jednotku času dle definice: [20]

$$P = k \cdot A \cdot LMTD \cdot F$$

kde

P je tepelný výkon

k označuje celkový součinitel prostupu tepla

A stanovuje referenční plochu povrchu přenosu tepla

$LMTD$ střední logaritmický teplotní rozdíl

F korekční součinitel pro $LMTD$

Pro jednofázovou pracovní látku známe vztah: [20]

$$P = q_m \cdot c_p |t_{n1} - t_{n2}| + P_{loss}$$

kde

c_p je měrná tepelná kapacita při konstantním tlaku

P_{loss} je ztráta tepelného výkonu do prostředí nebo zisk

Pro systémy s vícefázovými pracovními látkami se určuje entalpie pracovní látky

- součinitel prostupu tepla – vypočítá se z rovnice pro tepelný výkon, jestli je neznám

$$k = P / (A \cdot LMTD \cdot F)$$

- průtok pracovní látky – stanoví se průměrem na vstupu nebo výstupu

- tlaková ztráta - rozdíl tlaků mezi vstupním tlakem a tlakem na výstupu

Tabulka 13: Veličiny používané pro charakterizaci výkonnosti rekuperačního výměníku tepla [20]

Veličina	Označení
Tlaková ztráta	Δp
Střední logaritmický teplotní rozdíl	LMTD
Koncový teplotní rozdíl	Δt_o
Součinitel prostupu tepla	k
Tepelný odpor zanášením	R_t
Rezerva plochy přenosu tepla	SM
Součinitel čistoty	C_f
Tepelný výkon	P
Počet jednotek přenosu tepla	NTU
Teplotní účinnost	η_t

Výkonnost se vztahuje na jmenovitý stav v provozních podmínkách. Její hodnota při různých podmínkách může být stanovená pomocí grafů a tabulek. Každé stanovení výkonnosti a zkoušky tepelného výměníku musí zahrnovat energetickou bilanci. [20]

Výkon se dá vyjádřit i počtem jednotek prostupu tepla nebo pojmem tepelná prodleva, která se značí NTU. Hodnotu této veličiny udává bezrozměrné číslo. NTU se vypočte podle vztahu:

$$NTU = (k \cdot A) / (q_m \cdot c_p)_{min}$$

3.4 Účinnost výměníku

"Účinnost výměníku je poměr skutečně převedeného tepelného výkonu k největšímu možnému tepelnému výkonu, který je teoreticky možno převést na takovém ideálním výměníku, v němž jsou stejné pracovní látky, stejné hmotnostní průtoky a stejné vstupní teploty." ČSN EN 305 [20]

Maximální vyměnitelný výkon se stanoví:

$$P_{max} = (q_m c_p)_{min} \cdot (t_{11} - t_{21})$$

dle závislosti maximální změny, která se vyskytne při minimálními $q_m c_p$:

$$q_{m1} c_{p1} = (q_m c_p)_{min}$$

$$\eta_t = \eta_{t1} = \frac{t_{11} - t_{12}}{t_{11} - t_{21}}$$

nebo

$$q_{m2} c_{p2} = (q_m c_p)_{\min}$$

$$\eta_t = \eta_{t2} = \frac{t_{22} - t_{21}}{t_{11} - t_{21}}$$

Další vztah, který může stanovit účinnost na základě funkce počtu jednotek prostupu tepla, uspořádání proudů a poměrem jmenovitých tepelných kapacit:

pro čistý sou proud

$$\eta_t = \frac{1 - e^{-NTU(1+y)}}{1+y}$$

pro čistý protiproud

$$\eta_t = \frac{1 - e^{-NTU(1-y)}}{1 - ye^{-NTU(1-y)}}$$

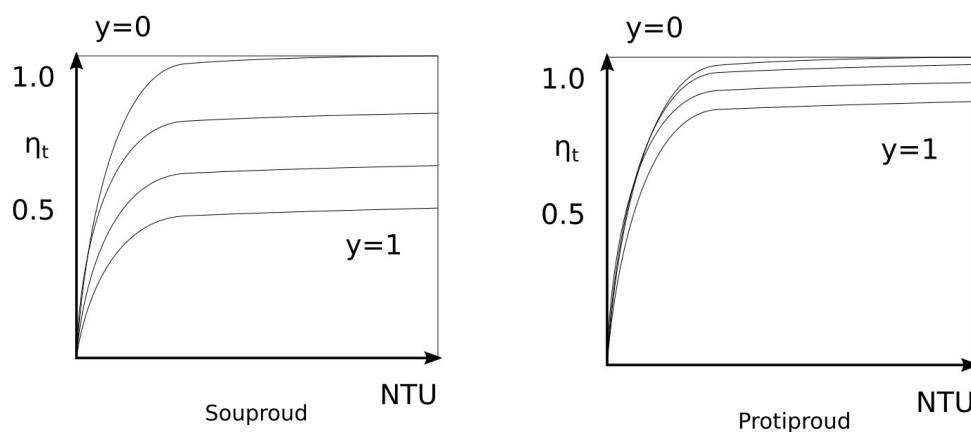
kde

y je poměr jmenovitých kapacit pro pracovní látky:

$$y_1 = (q_{m1} c_{p1}) / (q_{m2} c_{p2})$$

$$y_2 = (q_{m2} c_{p2}) / (q_{m1} c_{p1})$$

pro vícefázové látky je $y = 0$



Obrázek 7: Vztah účinnosti na základě funkce NTU a poměrem jmenovitých tepelných kapacit [20]

Pro vícefázové pracovní látky nebo jiná proudění musí výrobce výměníku deklarovat metody na určení účinnosti s grafy v dokumentaci.

4 LABORATOŘ CEBIA-TECH

V prostorách vědeckotechnického parku na univerzitě Tomáše Bati ve Zlíně se nachází laboratoř CebiaTech, která sleduje energetické, akustické parametry a funkční zkoušky řídicích technologií. Laboratoř disponuje tepelnými a chladicími zařízeními dle legislativních předpisů a technických norem ve vybraných oblastech zkušebnictví na poli vzduchotechnických zařízeních. V laboratoři se testují tepelná čerpadla, chladicí jednotky typu vzduch-vzduch, vzduch-voda, koncové prvky vzduchotechnických systémů, parametry vzduchových filtrů, ventilátorů, regulačních elementů nebo řídicích systému.

4.1 Kalorimetrická komora

Laboratoř je speciální tým, že se v ní nachází kompenzovaná kalorimetrická komora. Toto zařízení má hlavní úlohu ve skoušení energetických a akustických vlastnostech chladicích jednotek split systémů, tepelných čerpadlech a vybraných vytápěcích prvků. Komora dokáže měřit akustiku, energii a proudění, což ji dělá jedinečnou. Kalorimetrická komora díky chladicímu a tepelnému systému může fungovat nezávisle na venkovním počasí.

V kalorimetrické komoře se provádí měření a zkoušky vzorků v následných oblastech:[21]

- Měření výkonu klimatizačních jednotek, chladičů a tepelných čerpadel vzduch/vzduch, vzduch/voda dle ČSN EN 15411, 2-4 do chladicího výkonu 12kW a topného výkonu 16 kW.
- Měření distribučních elementů pro rozvody vzduchu, včetně vizualizace proudění.
- Zkoušky chladicích stropů dle ČSN EN 14240, chladicích trámů dle ČSN EN 15116, EN 14518.
- Akustická měření v do-zvukové komoře u testovaných vzorků.
- Zkoušení výkonů výrobků pro větrání bytů dle ČSN EN 13141.
- Koncová vzduchotechnická zařízení pro větrání budov – ČSN EN 14 277.
- Zkouška elektrotechnických prvků a systémů vlivem změny prostředí v rozsahu +70 °C/-15 °C. Ta je realizována mobilním vložím tzv. šokové komory, včetně lineárního dopravníku mezi IDO a ODO komory.

4.1.1 Konstrukční řešení

Kalorimetrická komora je dělená na dvě zóny podle simulace prostředí, a to na vnitřní prostředí indoor a venkovní prostředí outdoor. Příklad, která dělí simulované prostředí je fle-

xibilní a kalibrována. Konstrukčně má komora dvě patra, přičemž na přízemí se nachází venkovní a vnitřní prostředí. Na střeše, která je jako druhé podlaží, se nachází měřicí trať pro testování rekuperačních výměníků.

4.1.2 Rekuperační jednotka

Rekuperační jednotka je vložena na druhém patře v měřicí trati. Je stavěna pro lehkou výměnu mezi deskovým a radiálním rekuperačním tepelným výměníkem pomocí jeřábu. Laborant má vedle rekuperační jednotky k dispozici řídicí počítač pro ovládní měřicí trati. Rekuperační jednotky mají vyústění pro odtok zkondenzované vlhkosti, který se pak zahrnuje do měření.

4.2 Trať pro měření účinnosti

Měřicí trať se skládá ze čtyř potrubních úseků. Jsou dělená podle toku pracovní látky na vstupní a výstupní potrubí z rekuperační jednotky pro sekundární pracovní látku. Pak stejně pro primární pracovní látku, kde pracovní látka vstupuje a dále vystupuje. Primární vedení směřuje z indoor prostředí do outdoor prostředí a sekundární vedení z outdoor do indoor.

4.2.1 Clony

Měřicí trať má na každém vstupním potrubí clonu a usměrňovač proudění. Pomocí clony měříme tlak v měřicí trati. Osazená clona je nainstalována podle normy ČSN EN ISO 5167-2.

4.2.2 Usměrňovače proudění

Proud pracovní látky nesmí být turbulentní. Tomu se vyhneme usměrňovačem proudění, který je navržen laboranty z výzkumného ústavu podle normy ČSN EN ISO 5167-2. Usměrňovač je vyroben z duralového bloku.

4.2.3 Teploměry

TTIN-116U-12 je termodrátový měřič teploty od výrobce OMEGA. Termodrát je nainstalován na měřicí trati uvnitř rekuperační jednotky, před rekuperačním výměníkem tepla. Instalováno je více měřidel v jedné rovině dle normy ČSN EN 308 za účelem preciznějšího měření. V budoucnu je plánována instalace termočlánků.



Obrázek 8: Ukázka teploměru TTIN-116U-12

4.2.4 Manometry

Průtokoměr na principu měření tlaků jsou umístěny na vstupech i výstupech rekuperačního výměníku.

Převodník převádí tlakový signál od Prandtlových sond, dynamických rychlostních sond, Wilsonových mříží, měřicích křížů, měřicích clon nebo jiných snímačů dynamického tlaku na signál elektrický přímo úměrný rychlosti proudění nebo objemovému průtoku. [22]

4.2.5 Vlhkoměry

HygroFlex5 je multifunkční měřič typu HF5 od společnosti Rotronic. Toto měřicí zařízení měří vlhkost a teplotu. Dokáže určit rosný bod pracovní látky. Měřič obsahuje nastavitelný analogový výstup a také digitální vstupy. Je lehce konfigurovatelný.



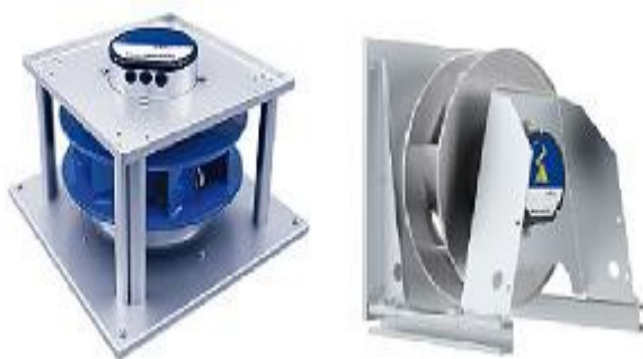
Obrázek 9: Ukázka HygroFlex5

Další částí měření vlhkosti v měřicí trati je analogový vlhkostní převodník HM110-PND s 4-20 mA výstupem. [28]

4.2.6 Ventilátory

Výrobce Ziehl-Abegg dodal laboratoři své elektrické ventilátory RH40CZID. DC.1R v počte dvou kusů pro měřicí trať rekuperační jednotky. Ventilátory disponují příkonem

dvou kilowatt a při nominálním proudu dosáhnou dvě tisíc tři sta otáček za minutu. Skládá se ze sedmých lamel upevněných na spirálovém domku. Samozřejmostí je integrace tepelných a přepětových ochran a také komunikace po sběrnici Modbus. Operační prostředí je výrobcem stanoveno od mínus dvacet pět stupňů celsia do šedesát.



Obrázek 10: Ukázka ventilátoru Fanselect RH40CZID. DC.1R [26]

Ventilátory slouží pro vhánění vzduchu do rekuperačního systému na primární a sekundární stranu. Tak je zabezpečen proud vzdušiny z venkovního prostředí do vnitřního. Pro snímání otáček se používá Keyence snímač FS-N11CP.

4.3 Řídicí systém v laboratoři

Celý měřicí proces je centrálně organizován a řízen z řídicího systému. Projektovala a zhotovila ho firma AirTechnology pro CebiaTech laboratoř na univerzitě Tomáše Bati ve Zlíně. Řídicí systém slouží na řízení různých měření pro vzduchotechnická zařízení jako rekuperační a tlaková ztráta v potrubí.

4.3.1 B&R

Inovativní řešení přinesla německá technologie B&R. Její předností oproti Siemens technologiím je mnohem lehčí implementace decentralního řízení na jednotlivých stanovištích laboratoře. Všechny decentraly komunikují s hlavním centrálním procesorem Atom po Profinet komunikaci, která zabezpečuje spolehlivý tok dat. Další centrální jednotka je uložena v HMI panelu v rohu laboratoře. Zde je operační velín pro ovládaní měření. Panelový řídicí počítač má označení PP520 TFT patnáct palcová obrazovka s procesorem PP500 o taktu 400 MHz.



Obrázek 11: Ukázka HMI PP520 [14]

Dalším řídicím stanovištěm je řídicí počítač na prvním patře kalorimetrické komory, kde se nachází měřicí trať rekuperačního výměníku. Vizualizace je z HMI panelu natažena do počítače pro usnadnění měření rekuperačních výměníků. Centrální procesorová jednotka B&R složená z Intel Atom komunikuje s HMI panelem ohledně výměny dat z měření, což způsobuje značné zpomalení. Příslušenstvím B&R řídicího systému jsou digitální a analogové vstupní karty sledující stav na snímačích v celé laboratoři. Výstupní analogové a digitální karty ovládají elektrotechnická zařízení. Napájení decentral je zabezpečeno PoE technologií. Potřebné elektrické napětí je přivedeno ethernetovým kabelem.

Decentrály jsou vyskládány z následujících komponent:

- X20XC020X anebo X20BC00XX - Fieldbus karta komunikuje s centrální procesorovou jednotkou s paměti o velikosti 3750 kB. Je pouhých šest centimetrů široká. Jednotka obsahuje 2 konektory na propojení.
- Vstupních digitálních karet
- Výstupních digitálních karet
- Vstupních analogových karet pro měření teplot
- Výstupních analogových karet
- Vstupních analogových karet

5 NAVRŽENÍ WEBOVÉ APLIKACE

Při návrhu webové aplikace jsem postupoval na základě zadání od vedoucího práce. Bylo nutné sestavit nástroj, který dokáže:

- načíst data z měření,
- vyselektovat sloupce, které jsou potřebné při stanovení účinnosti rekuperačního výměníku tepla,
- vypočítat mezivýsledky, kterými se stanoví relativní chyba,
- získané výsledky implementovat do protokolu, který se má dat vytisknout na tiskárně

Dle normy ČSN EN 308 je známo, že protokol z měření má své povinné kritéria. Tyhle kritéria jsou dalšími body, na které při návrhu nelze zapomenout:

- jména laborantů, kteří se zúčastnili měření,
- firma vlastníci rekuperační tepelný výměník,
- název rekuperačního výměníku,
- datum vystavění testu a samotného měření

Pro mne jako tvůrce aplikace je důležité, aby ona byla co nejvíc rozšiřitelná o možnosti při tvorbě protokolu a zabezpečení vysoké úrovni ochrany dat:

- aplikace by měla mít 3 úrovně uživatelů, a to klient, laborant, administrátor,
- laborant by měl dokázat přidat nové stránky protokolu,
- nový klient by měl ověřit svůj účet skrze email adresu,
- klient by měl mít možnost přidat požadavek o testování svého výměníku,
- laborant by měl potvrdit testování při registraci klientem,
- administrátor by měl mít volnou ruku při editaci obsahu webových stránek,
- jedině administrátor by měl mít právo registraci nového laboranta,
- administrátor nesmí mít možnost tvořit nové objekty aplikace

Když jsem všechna kritéria spojil do jedné množiny v průnik, získal jsem siluetu návrhu aplikace. Konkrétní části návrhu si rozebereme dál.

5.1 Návrh databázové struktury

Tvorba databáze pozůstává ze zdefinování tabulek, které obsahují data různých typů. Databázový systém MySQLi používá následovné datové typy: [3]

- Char – ukládání řetězců jedné konstantní délky
- VARCHAR – ukládání řetězců různé délky
- TEXT a modifikace – ukládání řetězců delších než 255 znaků
- Enum – ukládání pouze vybraných hodnot, které si definujete
- Int a modifikace – číselný datový typ s celými čísly
- Decimal – číselní datový typ s desetinnou čárkou
- Date, time, datetime – různé ukládání času

Při návrhu databázové struktury jsem bral v úvahu optimalizaci využití dat. Je důležité aby databáze využívala indexaci místo duplicitních řetězců. Indexace je závislá na vztazích mezi tabulkami. Právě tvorba vztahů je vlastnost, která dělá databázi silným nástrojem programátora. Vztah mezi tabulkami nazýváme relací.

Příklady vybudování relací mezi dvěma tabulkami: [3]

- 1:M – jedná se o nejčastěji používanou relací
- 1:1 – ojedinělá relace
- N:M – spojování dvou tabulek s relací 1:M prostřednictvím spojovacích tabulek

Pro lehčí práci s databází já používám vlastní php konfigurační soubory a aplikaci phpMyAdmin. Konfigurační soubory používám pro tvoření tabulek, jejich plnění a mazání pro výchozí nastavení databáze.

Zcela navrženou databázi jsem použil při dalším postupu v tvorbě aplikaci. Vztahy a datové typy musí být synchronizované s proměnnými v objektovém návrhu aplikace.

5.1.1 Postup při návrhu tabulek

Programátor si musí při návrhu tabulek v databázi položit mnoho otázek aby byl návrh co nejlépe koncipován. Otázky, které si musí klást, se věnují problematice dat. Jaká data budeme potřebovat? Odkud je budeme získávat a jak? Budou se získána data ovlivňovat navzájem? Mohou data existovat, když vymažeme jiné data? Je potřebné uložit data v databázi?

Takové otázky je nezbytné řešit pro každou tabulku. Odpověďmi na otázky se pak rozvětluje databázová struktura za účelem řešení požadavku pro aplikaci.

5.1.2 Konzistence dat v databázi

Data v databázi musí odpovídat pravidlům jejich zpracování. Základní pravidla jsou spojená s návazností dat mezi sebou. Na interakci mezi tabulkami se ptáme otázkami:

- Budou se získána data ovlivňovat navzájem?
- Mohou data existovat, když vymažeme jiné data?

Dobře navržené vztahy a nastavené chování tabulek při strate cizích klíčů zabezpečí zamezení nadbytečných dat v databázi, které by měly být vymazané.

5.2 Objektové navržení aplikace

Téměř každá tabulka z databáze bude mít svůj objektový model, který se postará o práci s tokem dat. Objekty jsem sestavoval podle takového postupu:

- zdefinoval jsem název, příslušnost k jiným objektům nebo metodám a komentáře pro vytvářený objekt,
- zdefinoval jsem proměnné dle struktury tabulky z databáze a nastavil jim pravidlo přístupu,
- nastavil jsem konstruktor pro vytvořený objekt,
- zdefinoval jsem funkce, které definují činnost objektu

V praktické části bakalářské práce v kapitole 7.3 budou uvedené konkrétní příklady objektů dle navržení.

Navržením objektů aplikace dostaneme seznam vstupů a výstupů pro její uživatele. Pak se při tvorbě můžeme posunout dál.

5.2.1 Kategorie konstruktorů

Konstruktor je nejdůležitější funkcí v objektu. Podle něj se dá určit zaměření celého objektu. Konstruktory se dělí:

- prázdné, objekt slouží jako inicializátor funkcí, které se starají o zpracování dat,
- s plným obsazením vnitřních proměnných, takový objekt slouží pro zpracování vstupů a předání dat k dalšímu zpracování jiným funkcím objektu nebo jiným

objektům,

- s privátním konstruktorem, jedná se o implementaci objektového modelu Singleton

Typickým představitelem strategie Singleton je volání databázového spojení. Výhoda použití spočívá v úspoře dat kvůli vytvoření jenom jednoho objektu pro celou relaci.

5.2.2 Dělení funkcí objektů dle jejich činností

Funkce objektů dělíme do kategorií dle jejich hlavních činností s daty:

- gettery, pro získání dat z vnitřních proměnných v objektech,
- settery, pro bezpečný zápis dat do objektu,
- úložní, pro zápis dat do databáze nebo do souborů,
- algoritmizované funkce, pro složitější práci s daty, kde je nutné definovat postup,
- systémové funkce jsou definovány samotným programovacím jazykem

Jednotlivé funkce rozepisují ve praktické části bakalářské práci, konkrétněji v kapitole 7.

5.3 Návrh rozhraní dle vstupů a výstupů

Gettery a settery vytváří seznam vstupů a výstupů. Takový seznam je základem při návrhu rozhraní aplikace. Vstupy a výstupy dělíme na tři sekce a to následovně:

- Sekce získání dat
- Sekce zobrazení dat
- Sekce bezpečnosti

Každá sekce vyžaduje vlastní funkce pro zpracování dat a typ formulářových prvků.

5.3.1 Sekce získání dat

Uživatel aplikace je iniciátor toku dat. Tok dat začíná vstupem, který má podobu formulářů, které uživatel vyplní a odešle na server jako klient. Vstupní formuláře poskytují data, která se ukládají ve vnitřních proměnných objektů. Dál je to na samotných objektech jestli se data uloží v databázi nebo někam jinam.

Příklady vstupů aplikace:

- registrace klienta,
- registrace rekuperačního výměníku tepla

- nahraní dat z měření do systému,
- vyselektování sloupců z měření,
- vypsaní protokolu ke měření

5.3.2 Sekce zobrazení dat

Aplikace by měla mít export, který očekává její uživatel na základe svých vstupních dat. Sekce zobrazení dat slouží jako sekce výstupů, tedy očekávány výsledek pro uživatele.

Cílem výstupu aplikace není jenom zobrazení protokolu, ale také vytvoření přehledného systému k udržování dat pro zúčastněné strany.

Příklady výstupu:

- zobrazení osobních údajů po přihlášení,
- zobrazení seznamu rekuperátorů,
- zobrazení seznamu protokolů i protokolu samotného,
- zobrazení samotné webové stránky,
- zobrazení seznamu položek ve vstupním formuláři,

5.3.3 Sekce bezpečnosti

Pro zaručení, že data se dostanou vždy správné osobě se musejí uživatelé kategorizovat. Navrhl jsem aby byli 3 druhy uživatelů:

- klienti,
- laboranti,
- administrátoři

Každý druh uživatele bude mít svou vstupní bránu na samostatné stránce. Pro pohodlnost přihlášení bude každý uživatel mít na výběr přihlášení buď emailem nebo telefonním číslem.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

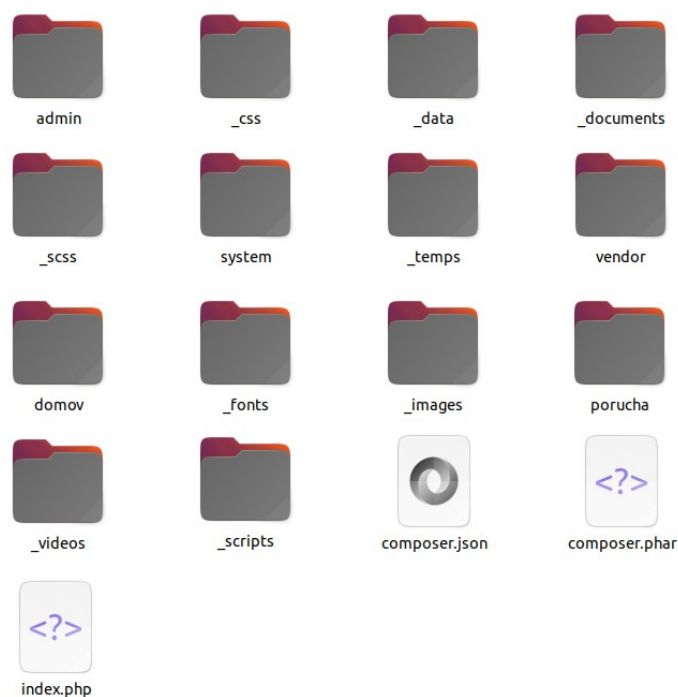
6 INSTALACE VÝVOJOVÉHO PROSTŘEDÍ

Softwarové vybavení bakalářské práce je z většiny složeno z Open Source technologií. Rozhodnutí pro Open Source bylo zvolené, protože studenti častokrát nedisponují dostatečnými finančními prostředky na licenční náklady a nepoznají závislosti cizích uzavřených softwarů. Open source je zároveň oblastí, kde se nový programátor střetává s postupy starších zkušenějších kolegů.

Vývojové prostředí pro aplikaci obsahuje:

- Operační systém Ubuntu 20.4,
- Server LAMP, Linux, Apache, MySQL, PHP
- Textový editor Visual code,
- Grafické editory Gimp a Inkscape,
- Kompilační software Koala pro generování kaskádových stylů,
- Balíčkoví software Composer pro tvorbu závislostí,
- Online nástroj BitBucket pro zálohování a sdílení softwaru,
- Službu na prohlížení databáze phpMyAdmin

Blíže popíšu jednotlivé nástroje pro názornou ukázkou jak je nainstalovat a jak je použít v praxi.



Obrázek 12: Ukázka nainstalovaného localhostu a složky aplikace

6.1 Operační systém Ubuntu 20.4

Linuxový operační systém Ubuntu poskytuje svému uživateli možnost být členem velké komunity, která se stará o aktuálnost operačního systému. Díky tomu je tahle distribuce Linuxu velice propracována. Vybral jsem tuhle distribuci OS protože umožňuje svobodně a rychle použít open source technologie nutné na vypracování aplikace pro bakalářskou práci. Oproti operačnímu systému Windows má Linux výhody při lehké a takřka bezstarostné instalaci localhostu bez nutnosti instalace softwarů třetích stran.

Aktuální verzi distribuce Ubuntu naleznete na webové adrese ubuntu.com.

Pro instalaci operačního systému potřebujete aby jste měli dostupný desktop počítač, který bude mít parametre minimálně aspoň:

- 2 GHz dvojitý jádro procesor,
- 4 GB systémové paměti,
- 25 GB volného prostoru na disku

Instalace probíhá z usb bootovacího klíče nebo skrze optickou mechaniku. Náročnost instalace je nízká. Vyžaduje se pouze výběr jazyku systému, pojmenování desktopu a root uživatele, zvolení disku pro instalaci. Pro náročnějších je možné zvolit šifrování disků.

6.2 Instalace serveru LAMP

Instalace localhostu spočívá v nainstalování serverových služeb jako Apache 2, MySQLi 8.0, PHP 7.4. Pro vývoj zadané aplikace jsou tyhle služby dostačující. AMP je velice oblíbenou platformou pro tvorbu aplikací ve světě, která může fungovat tak jak na Linuxech tak i na operačním systému Windows.

6.2.1 Apache 2

Webový server Apache 2 je zprostředkovatel aplikačních služeb mezi klienty a serverem. Primárním úkolem je naslouchání požadavků z klientského browseru a vracení odpovědi zpět.

Server Apache je vhodný pro hostování webových aplikací pro veřejnost, firemní intranet nebo na testování před finalním nasazením. [3]

Tabulka 14: Popularita webového serveru mezi doménami s porovnáním oproti konkurencí. Data jsou pořizena z netcraft.com [12]

Developer	Únor	%	Březen	%	Změna
nginx	67,454,081	26.54	72,289,580	28.11	1.57
Apache	72,218,665	28.41	72,153,645	28.05	-0.36
Microsoft	46,668,662	18.36	46,884,134	18.23	-0.13
Google	2,349,555	0.92	2,234,601	0.87	-0.06

Pro obraznou představu existuje vhodný ilustrační příklad z knihy:

Apache je číšník. Dostává objednávky od hostů a předává je do kuchyně se zvláštními instrukcemi ohledně přípravy daného jídla. Hotové pokrmy zase servíruje hostům. [2]

6.2.1.1 Instalace na platformě Ubuntu 20.4

Příkaz pro nainstalování skrze konzolu:

```
~$ sudo apt-get install apache2
```

Instalace se provádí automaticky. Server je na desktopu v souborovém systému provozován na adrese:

```
/var/www/html/
```

Pro úpravu webového serveru je nutné vstoupit do jeho konfiguračních souborů. Soubory naleznete na adresách:

```
/etc/apache2/
|-- apache2.conf
|   |-- ports.conf
|-- mods-enabled
|   |-- *.load
|   |-- *.conf
|-- conf-enabled
|   |-- *.conf
|-- sites-enabled
|   |-- *.conf
```

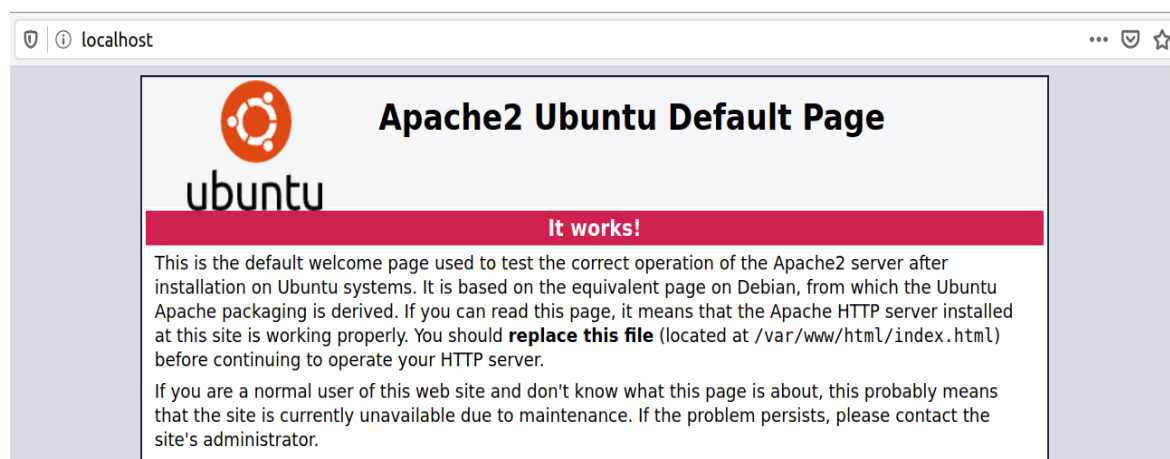
Server apache při spuštění své služby načte své nastavení z konfiguračních souborů. Proto je nezbytné, po každých úpravách restartovat službu Apache.

Základní příkazy pro práci s webovým serverem:

- `sudo service apache2 start` – podmínka zapnutí serveru, standardně při zapnutí OS
- `sudo service apache2 restart` – podmínka pro uvedení změn nastavení do provozu
- `sudo service apache2 stop` – vypnutí webového serveru

Pro otestování správné funkcionality webového serveru slouží výchozí soubor, který je vytvořen při instalaci. Pomocí webového prohlížeče ho zavoláte na adrese:

localhost



Obrázek 13: Ukázka zprávy z webového serveru po správné instalaci

6.2.2 MySQLi 8.0

Databázový server MySQLi využívá technologii strukturovaného dotazovacího jazyka. Na rozdíl od svého předchůdce MySQL je plně objektově orientován.

Pro obraznou představu existuje vhodný ilustrační příklad z knihy:

Každý šéfkuchař musí mít bohatý sklad surovin. V tomto případě používá jazyk PHP suroviny ve formě záznamů s informacemi, které jsou uloženy v databázích MySQLi [3]

Využití MySQLi v rámci localostu je bezplatné, no komerční použití je zpoplatněno. Pro komerční použití je nutno využít databázový server MariaDB. Technologií MySQL odkoupila společnost Oracle, která projektu zrušila statut open source technologie. Vývojový inženýři technologie se rozhodli proto v roce 2010 odejít a vytvořili nový svobodný projekt MariaDB. [1]

MySQLi nebo MariaDB se hodí pro jakékoliv webové aplikace. Důležitým aspektem při vytvoření databázové struktury je přemýšleno definování typů tabulek s daty a mechanismy uložení.

Mezi řadu nejvíce používaných mechanismů pro ukládání a získávání dat patří [2]:

- MyISAM – implicitní mechanismus, používá tabulky nepřizpůsobené pro transakci,

- MERGE – spojuje dvě tabulky typu MyISAM do jedné. Tabulky nepřizpůsobené pro transakci,
- MEMORY – dočasně ukládá data do paměti. Extrémní rychlost. Tabulky nepřizpůsobené pro transakci,
- InnoDB – Pro robustní aplikace s mnoha uživateli. Tabulky přizpůsobené pro transakci,
- BDB – Od společnosti Oracle pro robustní aplikace. Tabulky přizpůsobené pro transakci

Ke konkurenci MySQL patří zejména databáze Firebird a PostgreSQL.

6.2.2.1 Instalace na platformě Ubuntu 20.4

Instalace databázového serveru je tvořena z nainstalování samotného serveru, jeho zabezpečení a spojení se s skriptovacím jazykem, který bude databázi obsluhovat.

Příkaz pro nainstalování serveru skrze konzolu:

```
:~$ sudo apt-get install mysql-server-8.0
```

Instalace probíhá automaticky bez nutné interakce uživatele.

6.2.2.2 Zabezpečení serveru

Příkaz pro zabezpečení nainstalované služby MySQLi. Konzola se zeptá několik otázek ohledně úrovně zabezpečení instalace. Při instalaci bude třeba odpověd' kladně na všechny odpovědi.

```
:~$ sudo mysql_secure_installation
```

Zabezpečení se ptá na následující otázky:

- Change the root password? [Y/n] – změna hesla pro root
- Remove anonymous users? [Y/n] – vymazání uživatele bez jména
- Disallow root login remotely? [Y/n] – zablokování přístupu mimo LAN
- Remove test database and access to it? [Y/n] – vymazání testovací databáze
- Reload privilege tables now? [Y/n] – Obnova práv uživatelů

6.2.2.3 Vytvoření uživatele pro databázi

Pro používání databáze je nutné mít deklarovaného administrátora databáze. Je vysoce nebezpečné dělit se heslem, které zadefinujeme pro administrátora.

```
CREATE USER 'smatana'@'localhost' IDENTIFIED BY 'password';
GRANT ALL ON CebiaTech.* TO 'smatana'@'localhost';
```

Nesmí se plést administrátor webové aplikace a administrátor databáze root. Jsou to zcela jiné role a v případě jejich záměny by mohlo dojít k ztratě aplikace.

Pro otestování správné instalace databázového serveru s vytvořeným novým administrátorem je možné zobrazit ve webovém prohlížeči aplikaci na práci s databází:

localhost/phpmyadmin

Aplikace vás vyzve k přihlášení. Při správné instalaci vám bude umožněn přístup do systému pro správu databází.

The screenshot shows the phpMyAdmin interface for a database named 'CebiaTech'. The interface includes a top navigation bar with tabs for 'Struktúra', 'SQL', 'Hledat', 'Dopyt podľa příkladu', 'Exportovat', 'Import', 'Operácie', 'Oprávnenia', 'Rutiny', 'Udalosti', and 'Spúšťače'. Below the navigation bar is a list of tables with columns for table name, actions (Prechádzat, Štruktúra, Hľadať, Vložiť, Vyprázdiť, Odstrániť), and database information (InnoDB, utf8mb4_czech_ci, 32 KIB).

Table Name	Actions	Database	Collation	Size
Companies	Prechádzat, Štruktúra, Hľadať, Vložiť, Vyprázdiť, Odstrániť	InnoDB	utf8mb4_czech_ci	32 KIB
Districts	Prechádzat, Štruktúra, Hľadať, Vložiť, Vyprázdiť, Odstrániť	InnoDB	utf8mb4_czech_ci	32 KIB
Measurement_clock	Prechádzat, Štruktúra, Hľadať, Vložiť, Vyprázdiť, Odstrániť	InnoDB	utf8mb4_czech_ci	32 KIB
Measurement_column	Prechádzat, Štruktúra, Hľadať, Vložiť, Vyprázdiť, Odstrániť	InnoDB	utf8mb4_czech_ci	32 KIB
Measurement_column_data	Prechádzat, Štruktúra, Hľadať, Vložiť, Vyprázdiť, Odstrániť	InnoDB	utf8mb4_czech_ci	32 KIB
Measurement_column_filter	Prechádzat, Štruktúra, Hľadať, Vložiť, Vyprázdiť, Odstrániť	InnoDB	utf8mb4_czech_ci	32 KIB
Measurement_column_filter_asociacion	Prechádzat, Štruktúra, Hľadať, Vložiť, Vyprázdiť, Odstrániť	InnoDB	utf8mb4_czech_ci	48 KIB
Measurement_column_order	Prechádzat, Štruktúra, Hľadať, Vložiť, Vyprázdiť, Odstrániť	InnoDB	utf8mb4_czech_ci	32 KIB
Measurement_module	Prechádzat, Štruktúra, Hľadať, Vložiť, Vyprázdiť, Odstrániť	InnoDB	utf8mb4_czech_ci	32 KIB
Measurement_XYZ	Prechádzat, Štruktúra, Hľadať, Vložiť, Vyprázdiť, Odstrániť	InnoDB	utf8mb4_czech_ci	48 KIB
Navigation	Prechádzat, Štruktúra, Hľadať, Vložiť, Vyprázdiť, Odstrániť	InnoDB	utf8mb4_czech_ci	32 KIB
Navigation_item	Prechádzat, Štruktúra, Hľadať, Vložiť, Vyprázdiť, Odstrániť	InnoDB	utf8mb4_czech_ci	16 KIB
Navigation_item_selection	Prechádzat, Štruktúra, Hľadať, Vložiť, Vyprázdiť, Odstrániť	InnoDB	utf8mb4_czech_ci	48 KIB
Navigation_relations	Prechádzat, Štruktúra, Hľadať, Vložiť, Vyprázdiť, Odstrániť	InnoDB	utf8mb4_czech_ci	48 KIB
Page	Prechádzat, Štruktúra, Hľadať, Vložiť, Vyprázdiť, Odstrániť	InnoDB	utf8mb4_czech_ci	27 KIB
Page_Content_Cols	Prechádzat, Štruktúra, Hľadať, Vložiť, Vyprázdiť, Odstrániť	InnoDB	utf8mb4_czech_ci	48 KIB
Page_Content_Objects	Prechádzat, Štruktúra, Hľadať, Vložiť, Vyprázdiť, Odstrániť	InnoDB	utf8mb4_czech_ci	32 KIB
Page_Content_Objects_Button	Prechádzat, Štruktúra, Hľadať, Vložiť, Vyprázdiť, Odstrániť	InnoDB	utf8mb4_czech_ci	32 KIB
Page_Content_Objects_Complex_Link	Prechádzat, Štruktúra, Hľadať, Vložiť, Vyprázdiť, Odstrániť	InnoDB	utf8mb4_czech_ci	32 KIB
Page_Content_Objects_Complex_Link_Item	Prechádzat, Štruktúra, Hľadať, Vložiť, Vyprázdiť, Odstrániť	InnoDB	utf8mb4_czech_ci	32 KIB
Page_Content_Objects_ContactForm	Prechádzat, Štruktúra, Hľadať, Vložiť, Vyprázdiť, Odstrániť	InnoDB	utf8mb4_czech_ci	32 KIB
Page_Content_Objects_ContactWidget	Prechádzat, Štruktúra, Hľadať, Vložiť, Vyprázdiť, Odstrániť	InnoDB	utf8mb4_czech_ci	32 KIB
Page_Content_Objects_GeneratedList	Prechádzat, Štruktúra, Hľadať, Vložiť, Vyprázdiť, Odstrániť	InnoDB	utf8mb4_czech_ci	32 KIB
Page_Content_Objects_Generator	Prechádzat, Štruktúra, Hľadať, Vložiť, Vyprázdiť, Odstrániť	InnoDB	utf8mb4_czech_ci	32 KIB
Page_Content_Objects_Guidepost	Prechádzat, Štruktúra, Hľadať, Vložiť, Vyprázdiť, Odstrániť	InnoDB	utf8mb4_czech_ci	32 KIB
Page_Content_Objects_Guidepost_Link	Prechádzat, Štruktúra, Hľadať, Vložiť, Vyprázdiť, Odstrániť	InnoDB	utf8mb4_czech_ci	32 KIB

Obrázek 14: Ukázka databázového systému po přihlášení se do aplikace phpMyAdmin

6.2.3 PHP 7.4

Jedná se o serverový skriptovací jazyk využívající se pro vytvoření dynamických webových aplikací.

Pro obraznou představu znovu použijí vhodný ilustrační příklad z knihy:

Ať už si vaši hosté řeknou o cokoliv, váš šefkuchař, mistr kulinářského umění, jim to bez reptání připraví. Je rychlý, všestranný a schopný nachystat velké množství různých typů

jídel. PHP funguje podobně, neboť pro plnění požadavků na čerstvé webové stránky skládá a porovnává dynamické informace. [3]

Tabulka 15: Umístění jazyka PHP v řebříčku oblíbenosti programátorů. Zdroj redmonk.com [11]

Řebříček oblíbenosti skriptovacích jazyků	
1	JavaScript
2	Java
3	Python
4	PHP
5	C++
6	C#
7	CSS
8	Ruby
9	C
10	TypeScript
11	Swift
12	Objective-C

6.2.3.1 Instalace na platformě Ubuntu 20.4

Příkaz pro nainstalování skrze konzolu:

```
~$ sudo apt-get install php7.4 php7.4-bcmath php7.4-gd php7.4-imap php7.4-JSON php7.4-mbstring php7.4-mysql php7.4-phdbg
```

Pro otestování správné instalace je možné v adresáři webového serveru vytvořit soubor s koncovkou .php. Do vnitřka pak vložíme kód programu obklopený <?php kód ?>. Kód v případě správné instalace bude funkční. Jestli se zobrazí jenom text tak instalace neproběhla úspěšně.

6.3 Textový editor Visual Code

Moderní programovací prostředí Visual Code vydáno od společnosti Microsoft je multifunkční textový editor. Obsahuje nevyčerpatelné množství rozšíření, které jsou dostupné na oficiálních internetových stránkách.

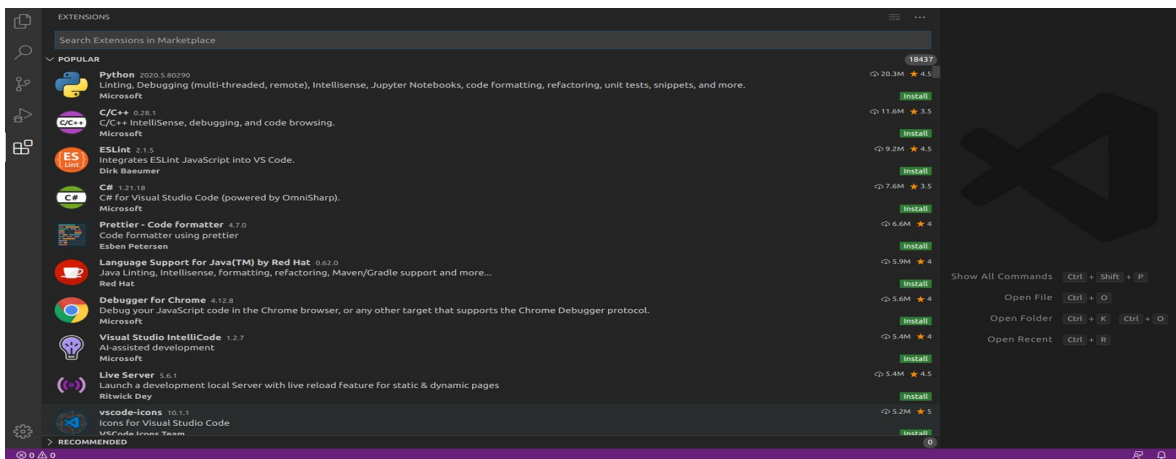
Na programování bakalářské práce jsem si vybral tenhle nástroj pro jeho univerzálnost jak na psané technologií tak i na systém na jakem se tvoří aplikace. Visual code podporuje všechny platformy operačních systému.

Rozšíření textového editoru, které usnadňují práci na aplikaci:

- IntelliSense – jedná se o automatické doplňování kódu podle jazyku
- Debugging – každý programovací jazyk potřebuje pro testování algoritmů nástroj který odkrokuje jednotlivé jeho větve.
- Git implementátor – online nástroj pro ukládání verzí a rozbor kódu

6.3.1 Plugin market

Microsoft poskytuje centrální databázi rozšíření pro editor. Najdete ji buď na internetové stránce, nebo se dají jednotlivá rozšíření najít hned přes editor.



Obrázek 15: Ukázka interního aplikačního Plugin market s nejvíce populárními rozšířeními

6.4 Software pro zpracování obrazu

Při tvorbě bakalářské práce jsem použil open source grafické nástroje Gimp a Inkscape. Tyhle softwary si svým dlouho ročním vývojem zasloužily místo mezi profesionálními grafickými editory. Pokrývají oblasti vektorové i rastrové grafiky. [8][6]

Zpracování obrazu se týká grafických prací na tvorbě dizajnu webových stránek, nákresů měřicí tratě, obrázků potřebných v dokumentech, nákresů návrhů aplikace.

6.4.1 Rastrový editor Gimp

Gimp je rastrový editor, který jsem použil pro lokální úpravy obrázků. Vykonal jsem s ním operace jako použití filtrů, odstranění barev z obrázku nebo ořezání obrázků dle cíle určení.

Gimp je dostupný ke stažení na gimp.org nebo pomocí konzole příkazem: [6]

```
~$ sudo apt-get install gimp
```


Instalace je plně autonomní a nevyžaduje interakci uživatele operačního systému.

6.4.2 Vektor editor Inkscape

Mým primárním grafickým nástrojem je Inkscape. Grafický editor disponuje nástroji pro práci s vrstvami a skupinami objektů. Dokáže psát poznámky dovnitř objektů, které mohou být nápomocné při delší přestávce v práci nad projektem.

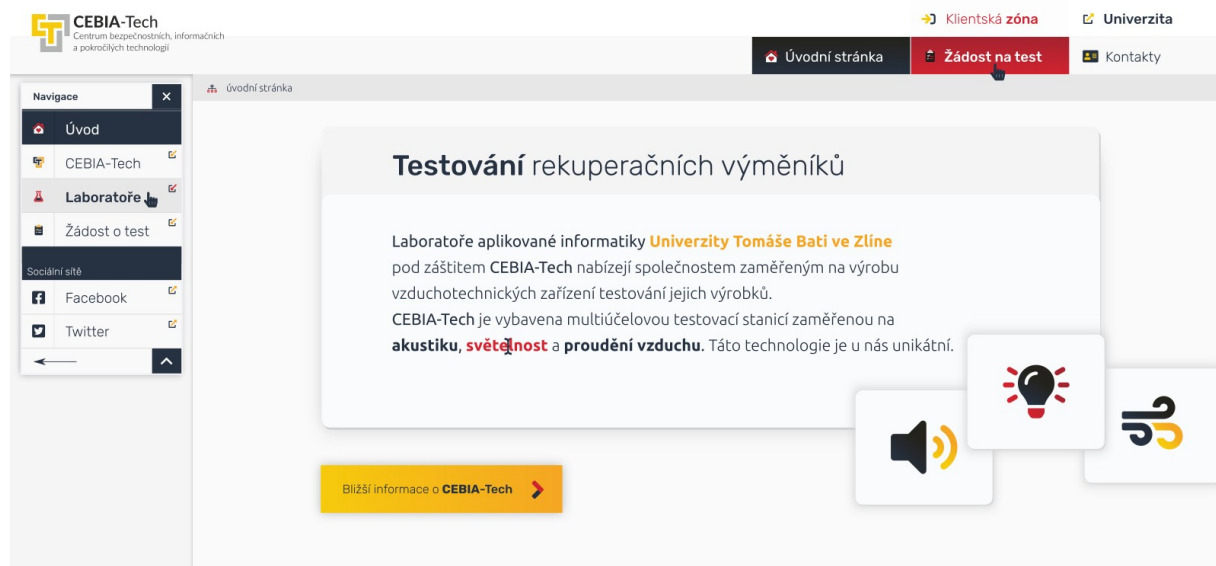
Grafický editor je dostupný ke stažení na inkscape.org nebo pomocí napsání příkazu z konzole: [8]

```
:~$ sudo apt-get install inkscape
```

Jako při grafickém editoru Gimp, instalace nevyžaduje interakci uživatele operačního systému.

6.4.2.1 Náskres návrhu aplikace

Pro tvorbu náskresů aplikace jsem si zvolil Inkscape. Svůj náskres si mohu nejenom nakreslit, ale i do každé jeho části vepsat své poznámky. Jednotlivé náhledy náskresu si mohu uskupovat do jednotlivých vrstev a ty dále skrývat podle potřeby. Inkscape mi poskytuje pracovní desku pro tvorbu plnohodnotných náskresů ve vektorové grafice. Grafickému editoru chybí slabá podpora 3D grafiky.



Obrázek 16: Příklad náskresu domovské stránky

6.4.2.2 SVG grafika

Tvorba SVG obrázků je pomocí kódu velmi zdlouhavá. Pro profesionální přístup je dobré použít vektorový editor Inkscape. Tento software nám dokáže vygenerovat podle nakreslené malby čistý SVG kód, který je po malé úpravě připraven na implementaci do html kódu pomocí php skriptu.

V SVG souboru je nutné zmazat první řádek:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="no"?>
```

S takovou implementací dostaneme obrázek, který neutráčí kvalitu zvětšením. Disponuje vysokou ostroť a může být animován. Velkou výhodou je možnost upravování obrázků pomocí formátování css kódem nebo javascriptem.

Příklad funkce pro importování SVG obrázku do html kódu:

```
echo Get_Source_Image($root_path."_images/icons/trash-01","svg","form-trash");
```

Funkce má tři parametry. Cestu k obrázku, typ souboru a pojmenování třídy, která bude patřit obrázku. Funkci jsem vytvořil na základě systémové funkce `file_get_contents`, která tvoří jádro skriptu:

```
$output = preg_replace("/[\r\n]*/"," ",file_get_contents($source.".".$styp));
```

SVG soubor před nasazením je třeba drobně ošetřit v textovém editoru vymazáním prvního řádku. Je to kvůli tomu, že se v něm nachází definice dokumentu, která podle pravidel W3C nesmí být v již existujícím HTML dokumentu.

6.5 SCSS kompilátor Koala

Podpůrný grafický interaktivní software určený na kompilaci formátovacích Less, Sass, SCSS, Compass a CoffeeScript kódu. Jedná se o velmi užitečný nástroj pro zrychlení práce se skriptami definující formátování. Koala může fungovat na jakémkoliv operačním systému.

Pro řešení kompilace jsem si zvolil Koala software pro pohodlnější práci skrze GUI rozhraní, které je moc přívětivé svou jednoduchostí.

Koala software si střeží soubory v zadaném projektu. Při změně střeženého souboru vykoná kompilaci a vygeneruje potřebné soubory kaskádových stylů podle předem určených cest. V případě chyby při kompilaci, software oznámí chybu a zabrání chybné operaci.

S koala softwarem tedy odpadá veškerá práce s kompilací SCSS kódu.

6.5.1 Instalace na platformě Ubuntu 20.4

Kompilátor koala se nenachází ve standardním repositáři Ubuntu aplikací. Pro jeho stáhnutí je nutné zajít na oficiální internetové stránky aplikace *koala-app.com*. [5]

Pro stáhnutí je třeba zvolit Ubuntu verzi. Stáhne se balíček deb, který nainstalujete pomocí příkazu:

```
~/Stiahnuté$ sudo dpkg --install koala.deb
```

Aplikace Koala potřebuje nainstalovat své závislosti před její instalací. Ruby a NPM je nutno nainstalovat.

6.6 Balíčková správa softwaru

Rychlost nasazení softwaru je důležitá pro lidi, kteří rádi mění počítače na kterých pracují. Balíčkování poskytuje vysokou rychlost a při správné konfiguraci závislostí i přesnost instalace projektu na novém zařízení.

Na zadaném projektu jsem využil spojení softwaru Composer a Bitbucket.

6.6.1 Composer

Pomocí tohoto nástroje se spravují programové závislosti v jazyku PHP. Přesněji se dá říct, že deklarujeme libovolné závislosti jednotlivých knihnic, které jsou dostupné v depozitářích do námi připravovaných projektů. Zdroje knihoven mohou být veřejné nebo soukromé.

Při práci na bakalářské práci využívám vnitřní knihovny projektu mnou naprogramované.

Příkaz pro nainstalování skrze konzolu desktopu:

```
~$ sudo apt-get install composer
```

Pro vytvoření závislostí je třeba postupovat podle návodu z oficiální internetové stránky aplikace composer:

- Pomocí konzole operačního systému nainstalujeme v složce projektu konfigurační soubory pro správu závislostí:

```
~$ php -r "copy('https://getcomposer.org/installer', 'composer-setup.php');"
```

```
~$ php -r "if (hash_file('sha384', 'composer-setup.php') ===
```

```
'e0012edf3e80b6978849f5eff0d4b4e4c79ff1609dd1e613307e16318854d24ae64f26d17af3e  
f0bf7cfb710ca74755a')
```

```
{
    echo 'Installer verified';
}
else {
    echo 'Installer corrupt';
    unlink('composer-setup.php');
}
echo PHP_EOL;"
:~$ php composer-setup.php
:~$ php -r "unlink('composer-setup.php');"
```

- Deklarujeme závislosti v instalačním souboru composer.JSON, pro úplnou ukázkou je nezbytné prostudovat kód v přílohách:

```
{
    "autoload": {
        "psr-4": {
            "Database\\": "_scripts/php/Database",
            "Filesystem\\": "_scripts/php/Filesystem",
            "Security\\": "_scripts/php/Security",
            ...
        }
    }
    ...
}
```

Když máme konfigurační soubor prozatím dopsaný, můžeme vygenerovat vendor složku v projektu, která obsahuje vytvořené závislosti.

```
:~$ php composer.phar install
```

Napsané závislosti je potřeba udržovat a tedy upravovat. Po každé úpravě je potřeba zadat do konzole operačního systému příkaz na aktualizaci:

```
:~$ php composer.phar dump-autoload -o
```

Aplikace příkazu dump-autoload je nevyhnutná, neboť se nevytvoří závislosti mezi objekty a pak nebudou funkční.

6.6.2 Bitbucket

Je to aplikační systém, spustitelný skrze web klienta na správu a uložení depozitáře online v cloude. Vlastní ho společnost Atlassian, která tento software nabízí zdarma no s ome-

zeními. Společnost Atlassian má v nabídce i placený program, bez jakýchkoliv omezení. [2]

Projekt jako vlastní produkt ukládám vždy do takového soukromého depozitáře, aby nedošlo k jeho odcizení.

Používáním Bitbucketu mám možnost rychle a přímé úpravy softwaru z odkudkoliv, kde mám přístup na internet. Bitbucket má možnost zapisování logů vývoje softwaru. Tato služba slouží jako dobrý zálohovací systém.

Týmoví hráči velmi ocení tento produkt. Pro větší firmy se oplatí zakoupení i více produktů od Atlassian jako chat a collaborate tools.

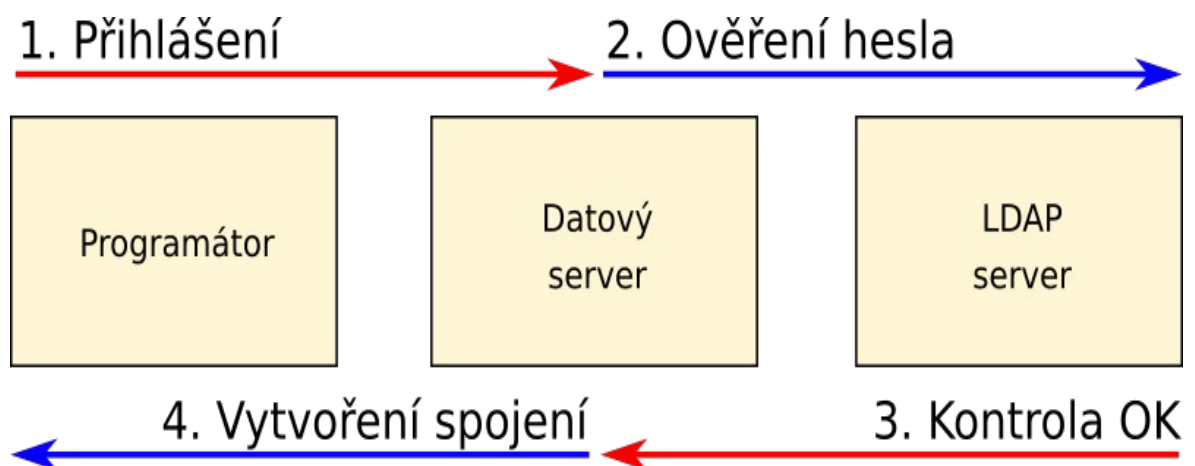
Bitbucket najdete na adrese bitbucket.org. [2]

Svémi collaboration tools se podobá k službě teamWorks od Microsoftu.

6.6.2.1 Workflow

Pro názornou ukázkou jak se pracuje s tímto softwarem uvedu příklad:

Jsem u kamaráda na chatě, kde mám dostupný Internet. Chci upravit chování jednoho objektu v aplikaci, no nemám se sebou žádný svůj počítač. Proto se zeptám kamaráda, jestli mohu využít jeho počítač. Nainstaluji composer a natáhnu si z bitbucketu svůj projekt. Upravím co potřebuji a pomocí ftp zašlu na svůj server úpravu. Při zavření projektu pomocí composeru obnovím závislosti na bitbucketu a tím mám všude aktuální software.



Obrázek 17: Schéma workflow pomocí bitbucketu

7 VYTVOŘENÍ APLIKACE

Práce na vytvoření aplikace pro vyhodnocení dat začala vygenerováním složek a indexů. Dál bylo třeba v nově vytvořených souborech napsat skripty generující komunikaci s databází a naplnit databázi daty. Díky vytvořené struktuře dat jsem vyrobil objektový model aplikace. A díky tvořeným objektům se dál naplnila databáze. Uživatelům jsem vytvořil vstupní formuláře, možnosti přihlášení a registrace. Vstupní data jsem pak spravoval se záměrem naprogramovat nástroj pro vyhodnocení účinnosti rekuperačního výměníku. Potom celý nástroj dostal výsledný vzhled.

Složky kterým jméno začíná znakem `_` jsou konfiguračními složkami. Pouze složky s podstránkami se píšou bez jakéhokoliv speciálního znaku před jménem.

Pro jednoduchost budu v celé bakalářské práci nazývat domovskou složku `App/`.

7.1 Filesystem

Složky a soubory jsem kategorizoval podle jejich účelu, abych získal výhody jako průhlednost, efektivnost a jednoduchost psaní adres uživatelem. Aplikace je tím pádem lehce rozšiřitelná o nové data nebo celé vlastnosti systému.

Vytvořil sem 4 kategorie, které nazývám oblastmi:

- Oblast zobrazovačů
- Oblast generování obsahu
- Oblast uložení obsahu
- Oblast formátování výstupu

V domovské složce aplikace najdeme dále i složku `vendor` s konfiguračními soubory pro službu `composer`.

7.1.1 Oblast zobrazovačů

Zobrazovači nazývám soubory, které volá uživatel nebo samotný systém. Mnohokrát se soubory volají `index.php`, kvůli zpříjemnění psaní adres. Samotný název složky je pak adresou dané podstránky, která se spustí. Ku příkladu:

- `App/domov`, zavolá soubor `App/domov/index.php`

V záhlaví souboru `index.php` se definuje konkrétní stránka, která se má zobrazit:

Specifikuje se i úroveň zabezpečení stránky. K dispozici jsem naprogramoval 3 úrovně:

- Klient
- Laborant
- Administrátor

Jestli se nezvolí žádná úroveň, pak stránka je dostupná všem, kteří ji zavolají. Uživatele bez přihlášení nazývám hostem aplikace.

Speciální oblastí zobrazení je složka porucha, kde je uživatel přesměrován systémem, když se vyskytne nějaká chyba. Ku příkladu neoprávněné volání adresy nebo neplatná adresa.

Seznam zobrazovačů prvního vnoření:

- App/domov – Zobrazovač informativních stránek
- App/system – Zobrazovač stránek pro klienty a laboranty. Mají funkční charakter.
- App/admin – Zobrazovač administrace aplikace
- App/porucha – Zobrazovač poruchových stavů aplikace

7.1.2 Oblast generování obsahu

Zobrazovače potřebují zdroj dat, které mohou zobrazit na stránce uživatelům. Pro tento účel jsem vytvořil složku App/_scripts. Generátory jsem dál rozdělil do složek dle technologie skriptu a to na php a js.

Generátor je definován jako objekt, který se vytvoří z databáze, nebo ze vstupů od uživatele, když je zavolán. Vygeneruje žádaný obsah pro uživatele, který se pak zpracovává dál dalšími objekty aplikace.

7.1.2.1 PHP generátory

Generátory tvoří jakousi hierarchií podle vztahů mezi sebou, které mají. Vztahy kopírují navrženou databázovou strukturu. Tak jsem si zabezpečil dynamický obsah. Skrze volání v zobrazovači jsou vždy vygenerována správná data správním uživatelem.

Seznam generátorů se nachází v příloze seznam objektů aplikace.

7.1.2.2 JS generátory

Na rozdíl od php generátorů jsou zaměřeny pouze na spravování dat na vstupu a nekomunikují přímo s databází. Naprogramoval jsem jimi určitá chování aplikace při plnění formulářů nebo animace.

Výběr ze seznamu položek jsem si naprogramoval vlastní, abych mohl animovat chování elementů rozbalovacího menu. Položky ze seznamu se dynamicky načítají ze JSON souboru. Mazací tlačítka ve vstupních políčkách a validační prvky jsou ovládaný také javascriptem.

Seznam rekurzivně volaných funkcí pro generování adres pomocí výběrového menu:

- `function AddressGenerator(source)`
- `function set_States_HTML(xhttp)`
- `function set_Selection_HTML(data, ul)`
- `function set_Towns_types_HTML(data, ul)`
- `function set_Selection_Data(data, search, ul, command_f)`
- `function set_VisibleSelect_Items(SelectionSearch, SelectionUL)`
- `function update_FilterSelection(SelectionSearch, SelectionUL)`
- `function LoadDefaultAddresses(xhttp)`
- `function getRegions(structure, state)`
- `function getProvinces(structure, state, region, region_index)`
- `function getDistricts(structure, state, region, region_index, province, province_index)`
- `function getTowns(structure, state, region, region_index, province, province_index, district, district_index)`

Veškeré skripty naleznete v přílohách v souboru `App/_scripts/js/smatanaJS.js`.

7.1.3 Oblast uložení obsahu

Obrázky, dokumenty, záznamy z měření jsou umístěna ve složkách speciálně na to určených. Toto rozdělení ve složkách ulehčuje automatizaci zobrazení obsahu. Příkladem mohou být galerie nebo personální seznamy.

Složky oblasti uložení obsahu:

- App/_images – Složka pro obrázky využívané systémem
- App/_documents – Složka pro uložení dokumentů
- App/_data – Složka, kde se ukládají záznamy z měření
- App/_scripts/php/_functions/mysqli – umístění inicializačních souborů databáze

7.1.4 Oblast formátování výstupu

Nakonec by jsem chtěl zmínit složky App/_scss a App/_css. Pro využití standardních benefitů programovacích jazyků jsem využil technologií Scss, která mi umožňuje tvořit proměnné a dělat výpočty pro lepší formátování kaskádových stylů.

Soubory ve složce App/_scss vygenerují čistý css soubor App/_css/app.css. Tenhle soubor je srdcem formátování aplikace. Zde najdeme všechna pravidla co a jak zobrazit.

Scss soubory jsem rozdělil do kategorií, abych si ulehčil orientování v projektu.

Struktura složky App/_scss:

- app.scss – hlavní formátovací soubor, spojuje všechny ostatní
- layout.scss – formátuje grid systém aplikace
- media.scss – obsahuje pravidla pro media queries
- mixins.scss – obsahuje funkce, které využívám při formátování
- placeholder.scss – obsahuje instance, které vkládám do parametrů
- variables.scss – soubor proměnných, které se využívají při formátování

Pro zobrazení protokolu jsem napsal speciální kaskádové styly pro tisk. Protokol se musí vytisknout ve formátu A4. Kaskádové styly pro web ze souboru app.scss by nebyly kompatibilní s A4 formátem papíru. Samozřejmě se musí brát v úvahu, že možnosti formátování pro tisk jsou omezenější.

Definice stylů pro tisk:

```
@media print {...pravidla...}
```

7.2 Databáze

Na začátku jsem si definoval databázi skrze konzolu mysqli:

```
CREATE DATABASE IF NOT EXISTS CebiaTech COLLATE utf8mb4_czech_ci;
```

Pro kompatibilitu dat s našimi interpunkčními zamínkami je nutné zadefinovat kódování dat a to pomocí téhle části z query:

```
COLLATE utf8mb4_czech_ci
```

Samotnou tvorbu tabulek v databázi jsem napsal v inicializačním php souboru:

```
App/_scripts/php/_functions/mysqli/Create_DB.php
```

Stejně i počáteční hodnoty databáze plním z inicializačního souboru:

```
App/_scripts/php/_functions/mysqli/Init_DB.php
```

Pro každou práci s databázi je nutné se k ní připojit. Aby sem databázi zbytečně nezatěžoval, tak používám pro přihlášení objektový model Singleton:

```
private $_connection;
public static function getInstance($database = "CebiaTech") {
    if(!self::$_instance) {
        self::$_instance = new self($database);
    }
    return self::$_instance;
}
private function __construct($database) {
    $this->_connection = new parent($this->_host, $this->_username, $this->_password, $database, $this->_port);
    $this->_connection->set_charset('utf8');
    if ($this->_connection->connect_error) {
        die('Connect Error (' . $this->_connection->connect_errno . ') '
            . $this->_connection->connect_error);
    }
}
private function __clone() { }
```

Podrobný kód pro připojení naleznete v příloze s objekty. Samotné připojení zavoláme z jakéhokoliv souboru zavoláním objektu:

```
$db_connection = DatabaseInit::getInstance("CebiaTech")->getConnection();
```

7.2.1 Vytvoření tabulek a jejich vztahů

Databáze obsahuje padesát sedm tabulek, které dělím do čtyřech oblastí podle jejich významu.

Personální tabulky pro zápis osob a společností do systému:

- Personalization – Hlavní informace a kontakty konkrétní osoby
- Personalization_type – Role osoby v systému

- Personalization_relation – Spojení osoby se společností
- Personalization_login – Povolení osoby v systému a její přístupové heslo v zašifrovaném stavu algoritmem Argon2i. Zajímavostí je, že se dá zjistit poslední přihlášení do systému osobou.
- Companies – Základní informace o společnosti, která vlastní rekuperační výměník tepla
- Protocol_Personal_Relations – Spojení osoby laboranta s konkrétním protokolem v systému

Adresní tabulky pro jedinečnou kompletní identifikaci adresy společnosti:

- States – Státy zapsané v systému
- Regions – Regióny určitého státu
- Provinces – Kraje pro región
- Districts – Okresy pro kraje
- Towns – Obce pro okresy
- Streets – Názvy ulic s číslem domu pro obce

Systémové tabulky pro uložení zdrojových dat pro generaci stránek systému:

- Root – Hlavní název, slogan a zdrojová adresa pro logo systému
- Page – Data potřebná pro sestavení objektu stránky obsahující metadata a formátovací pravidla jako ku příkladu kódování. Specialitou je povolení zdali stránku můžou vyhledat crawlery vyhledávačů.
- Navigation – Navigační panele a jejich pozice umístění na stránce
- Navigation_item – Odkazové položky navigačních panelů
- Navigation_item_selection – Spojení mezi navigačním panelem a odkazem
- Navigation_relations – Vnoření odkazů do sebe pro vytvoření efektu rolovacího menu
- Page_Content_Rows – Registrace řádku na stránce
- Page_Content_Cols – Registrace sloupců v řádku
- Page_Content_Objects – Registrace informačních objektů v sloupci

- Page_Content_ObjectType – Určení typu informačního objektu
- Page_Content_Object_Connection – Spojení mezi typem informačního objektu a datovou strukturou samotného objektu
- Page_Content_Objects_Button – Datová struktura pro tlačítko
- Page_Content_Objects_Complex_Link - Datová struktura pro odkaz s popisem
- Page_Content_Objects_Complex_Link_Item - Datová struktura pro odkazy
- Page_Content_Objects_ContactForm - Datová struktura pro agenta zasílání zpráv
- Page_Content_Objects_ContactWidget - Datová struktura pro kontaktní informace
- Page_Content_Objects_GeneratedList - Datová struktura pro ovládací prvky
- Page_Content_Objects_Generator - Datová struktura pro generátory
- Page_Content_Objects_Guidepost - Datová struktura pro kategorizaci
- Page_Content_Objects_Guidepost_Link - Datová struktura pro položky kategorizace
- Page_Content_Objects_Information - Datová struktura rychle informace
- Page_Content_Objects_Information_tag - Datová struktura položky rychle informace
- Page_Content_Objects_Interactive_Textarea - Datová struktura interaktivního textového bloku
- Page_Content_Objects_List - Datová struktura seznamu
- Page_Content_Objects_List_Item - Datová struktura položky seznamu
- Page_Content_Objects_Login – Zavaděč pro přihlašovací bránu
- Page_Content_Objects_Parametrization - Zavaděč pro plnění objektů
- Page_Content_Objects_Pictures - Datová struktura pro obrázky
- Page_Content_Objects_Sitemapper - Datová struktura banky odkazů
- Page_Content_Objects_Sitemapper_Points – Odkaz z banky
- Page_Content_Objects_Textarea - Datová struktura textového bloku

Tabulky pro záznamy rekuperátorů, měření a protokolů:

- Recuperator – Název a popis výměníku. Dál tu najdeme udělená práva

- Recuperator_sources – Zdrojové adresy souborů
- Recuperator_sources_filetype – Povolené formáty souborů
- Recuperator_Type – Type rekuperačních výměníků tepla
- Measurement_XYZ – Název a popis měření
- Measurement_clock – Takt měření
- Measurement_column – Označení sloupce ze souboru z měření
- Measurement_column_data – Hodnoty řádků
- Measurement_column_filter – Mezivýsledek pro scénáře
- Measurement_column_filter_asociacion – Závislost mezi scénářem a mezi-výsledkem
- Measurement_column_order – Dělení měření na takzvaná pod-měření
- Measurement_module – Výpočetní scénář
- Protocols – Seznam vytvořených protokolů
- Protocols_unit – Seznam fyzikálních veličin z měření
- Protocols_unit_item – Jednotlivé veličiny

Tabulky jsou mezi sebou spojeny identifikátory skrze klíče. Tak jsou tvořené spojitosti mezi daty. Konkrétní zápis tabulek je uveden v souborech bakalářské práce.

Příklad vytvoření tabulek a jejich závislosti na skrze cizí a primární klíč:

```
$VYPIS_databaz = new DatabaseQuery('
    CREATE TABLE IF NOT EXISTS Person_type (
        id            TINYINT    UNSIGNED NOT NULL AUTO_INCREMENT,
        name          VARCHAR(60) NOT NULL,
        PRIMARY KEY (id)
    ) ENGINE = InnoDB;
',$db_connection);
$zapis = $VYPIS_databaz->MAKE_QUERY();
$VYPIS_databaz = new DatabaseQuery('
    CREATE TABLE IF NOT EXISTS Personalization (
        id            SMALLINT   UNSIGNED NOT NULL AUTO_INCREMENT,
        title         VARCHAR(12)  NULL,
        name          VARCHAR(60)  NOT NULL,
        lastname      VARCHAR(100) NOT NULL,
        ext_title     VARCHAR(12)  NULL,
        job           VARCHAR(200) NULL,
    ) ENGINE = InnoDB;
');
```

```

telephone    VARCHAR(13)  NOT NULL  UNIQUE,
email        VARCHAR(80) NOT NULL  UNIQUE,
ext_worker   ENUM("0","1") DEFAULT "0",
person_type  TINYINT   UNSIGNED NOT NULL,
FOREIGN KEY (person_type)
REFERENCES Person_type(id)
ON DELETE CASCADE,
PRIMARY KEY (id)
) ENGINE = InnoDB;
',$db_connection);
$zapis = $VYPIS_databaz->MAKE_QUERY();

```

7.2.2 Inicializace vstupních dat do tabulek

Po vytvoření tabulek je nezbytné jejich naplnění počátečními daty. Pomocí skriptů vytvořím záznam v tabulce. Jestliže chci stavět závislosti mezi tabulkami, tak získám identifikátor přidávaného záznamu. Z příkladu vytvoření tabulek mám závislosti na typu osoby. V dalším příkladu ukážu princip zadání dat podle zmíněných závislostí.

Pro naplnění databáze je třeba otevřít soubor:

App/_scripts/php/_functions/mysqli/Init_DB.php

Příklad části k skriptu z naplnění:

```

$VYPIS_databaz = new DatabaseQuery('
INSERT INTO Person_type(name)
VALUES ("Administrátor"),
      ("Laborant"),
      ("Klient")
',$db_connection);
$zapis = $VYPIS_databaz->MAKE_QUERY();
$VYPIS_databaz = new DatabaseQuery('
SELECT id
FROM Person_type
WHERE name = "Administrátor"
',$db_connection);
$person_type_1 = Query_to_INT($VYPIS_databaz->MAKE_QUERY()->fetch_assoc()["id"]);
mysqli_free_result($VYPIS_databaz->MAKE_QUERY());
$VYPIS_databaz = new DatabaseQuery('
SELECT id
FROM Person_type
WHERE name = "Laborant"
',$db_connection);
$person_type_2 = Query_to_INT($VYPIS_databaz->MAKE_QUERY()->fetch_assoc()["id"]);
mysqli_free_result($VYPIS_databaz->MAKE_QUERY());
$VYPIS_databaz = new DatabaseQuery('

```

```

SELECT id
FROM Person_type
WHERE name = "Klient"
,$db_connection);
$person_type_3 = Query_to_INT($VYPIS_databaz->MAKE_QUERY()->fetch_assoc()["id"]);
mysqli_free_result($VYPIS_databaz->MAKE_QUERY());
$VYPIS_databaz = new DatabaseQuery('
INSERT INTO Personalization(title, name, lastname, email, telephone, person_type)
VALUES (null, "Ján", "Smatana", "smatana@gagana.net", "+421944170963", '$person_type_1.'),
("Ing.", "Stanislav", "Navrátil", "stanley@utb.cz", "+420944170963", '$person_type_1.'),
("Ing.", "Tester", "Laborant", "tester.lab@utb.cz", "+420000000000", '$person_type_2.'),
("Bc.", "Tester", "Klient", "tester.klient@utb.cz", "+420000000001", '$person_type_3.'),
("$22", "Simon", "Zeleňák", "crosle968@gmail.com", "+420000000002", '$person_type_1.')
',$db_connection);
$zapis = $VYPIS_databaz->MAKE_QUERY();

```

7.2.3 Možnost promazání dat

Pro možnost restartu aplikace, do výrobních nastavení je nutné vymazat obsah databáze a spustit inicializaci od začátku.

Pro restart je třeba otevřít soubor:

App/_scripts/php/_functions/mysqli/Restart_DB.php

Z bezpečnostních důvodů se může k tomuhle souboru omezit přístup pomocí hesla. Pak ho otevře jen tvůrce aplikace. Komerční servery častokrát nabízejí takovou možnost ve svých file klientech.

```

$VYPIS_databaz = new DatabaseQuery('
DROP DATABASE CebiaTech
',$db_connection);
$zapis = $VYPIS_databaz->MAKE_QUERY();

```

7.3 Objektový model aplikace

Při návrhu objektového modelu aplikace jsem vycházel z návrhu databáze. Tabulka z databáze má svůj objekt, který se naplní podle požadovaných dat z úložiště. Funkce objektů začínající slovem get čtou data. Dál funkce začínající slovem set zapisují data na výstup z objektů pro uživatele aplikace.

Objekty jsem si hierarchicky uspořádal do složek. První úroveň:

Database – Nastavení přístupu databáze a volání SQL příkazů

Faults – Objekty pro zápis chybových hlášení do textových souborů nebo do databáze

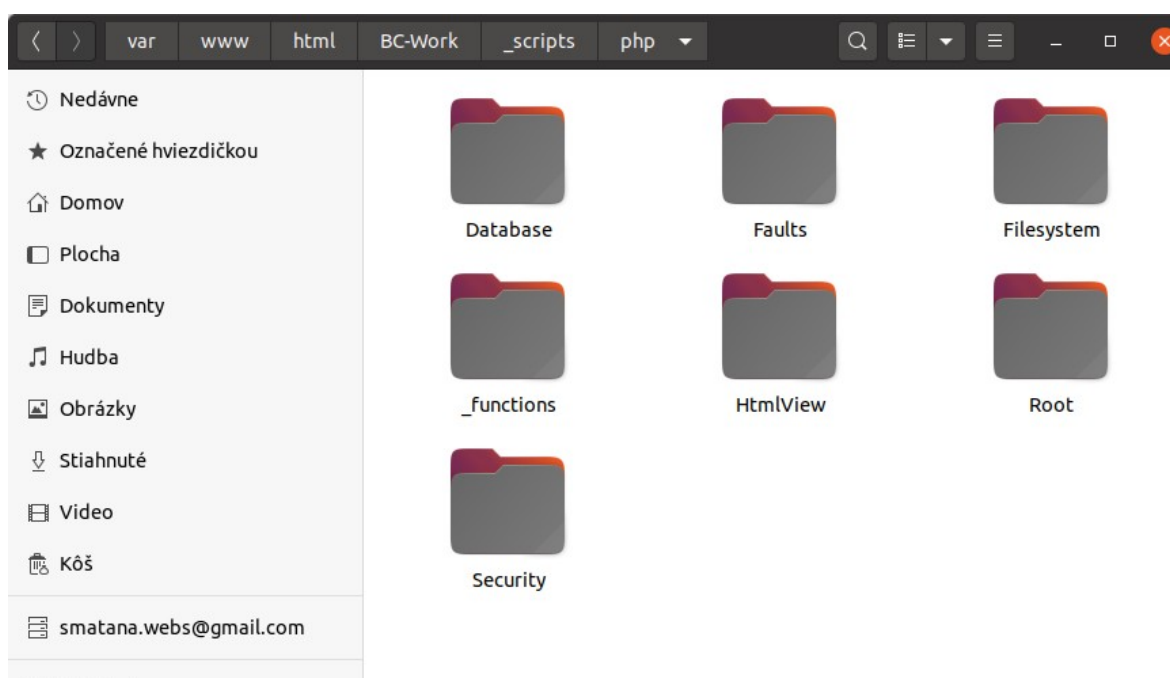
Filesystem – Mapování kořenu aplikace pro správné zadávání adresní cesty pro obrázky a jiná zdroje

_functions – Sbírnka ovládacích funkcí volaných v objektech aplikace. Nachází se tady i skripty pro vytvoření a naplnění databáze

HtmlView – Všeobecné funkce pro tvorbu stavebních vzorů aplikace

Root – Objekty pro konstrukci stránek nebo protokolu, podle mřížkového vzoru

Security – Objekt pro zajištění bezpečnosti dat systému omezením přístupu



Obrázek 18: 1. úroveň složek systému

Druhá úroveň objektů systému se nachází ve složce Root. Liší se svým konkrétním zaměřením. Zatím co v první úrovni jsou objekty a funkce používané v celé aplikaci skrz na skrz. V druhé úrovni stavíme konkrétní stránku na základě získaných dat z databáze:

Addresses – Objekt pro určení přesné adresy společnosti

Footer – Zavaděč pro spodní část stránky, která je společná pro všechny stránky okrem protokolu

Measurement – Objekt pro práci s daty, které se ukládají do databáze ohledně měření

Navigation – Objekty pro generování navigačních panelů na stránkách. Protokol nemá navigační panel.

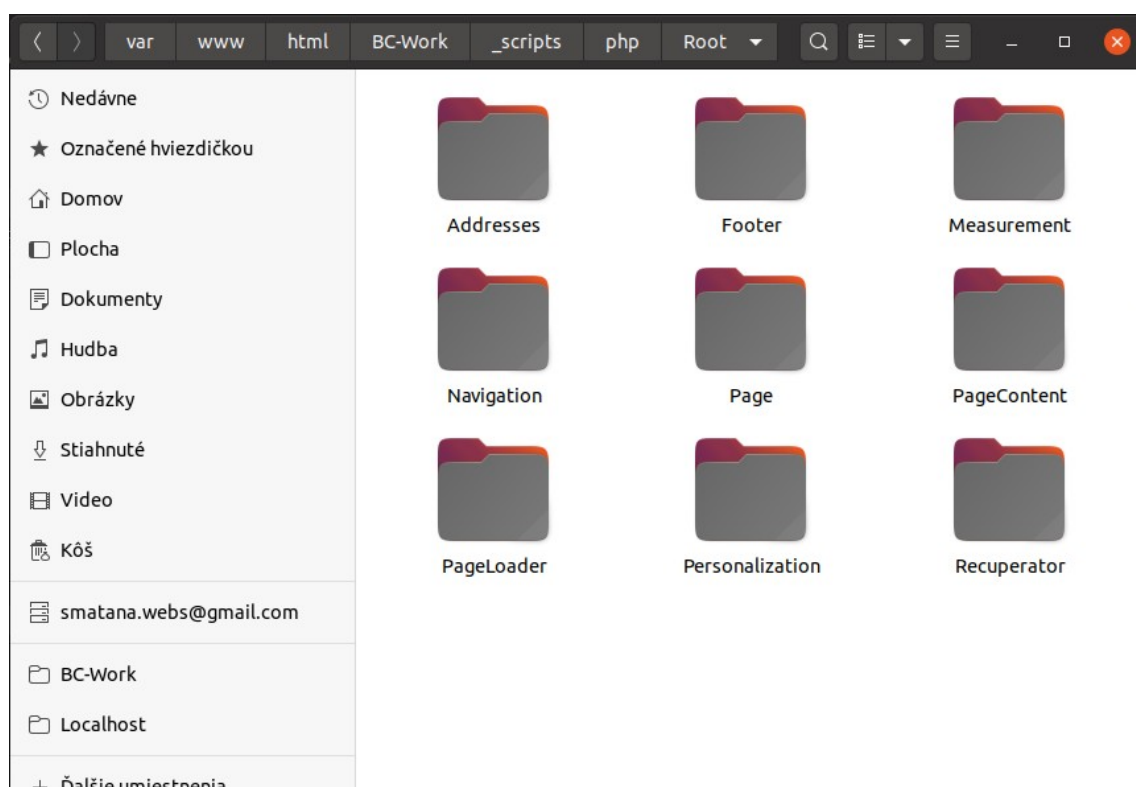
Page – Zavaděče pro konstrukci HTML dokumentu. Z nich se větví pak ostatní objekty webové stránky a protokolu.

PageContent – Objekty vytvářející mřížkový systém pro generování obsahu

PageLoader – Objekt pro generování obrazu, který se zobrazuje před úplným načtením stránky

Personalization – Objekty spravující informace o uživateli

Recuperator – Objekt spravující informace o rekapitulacích

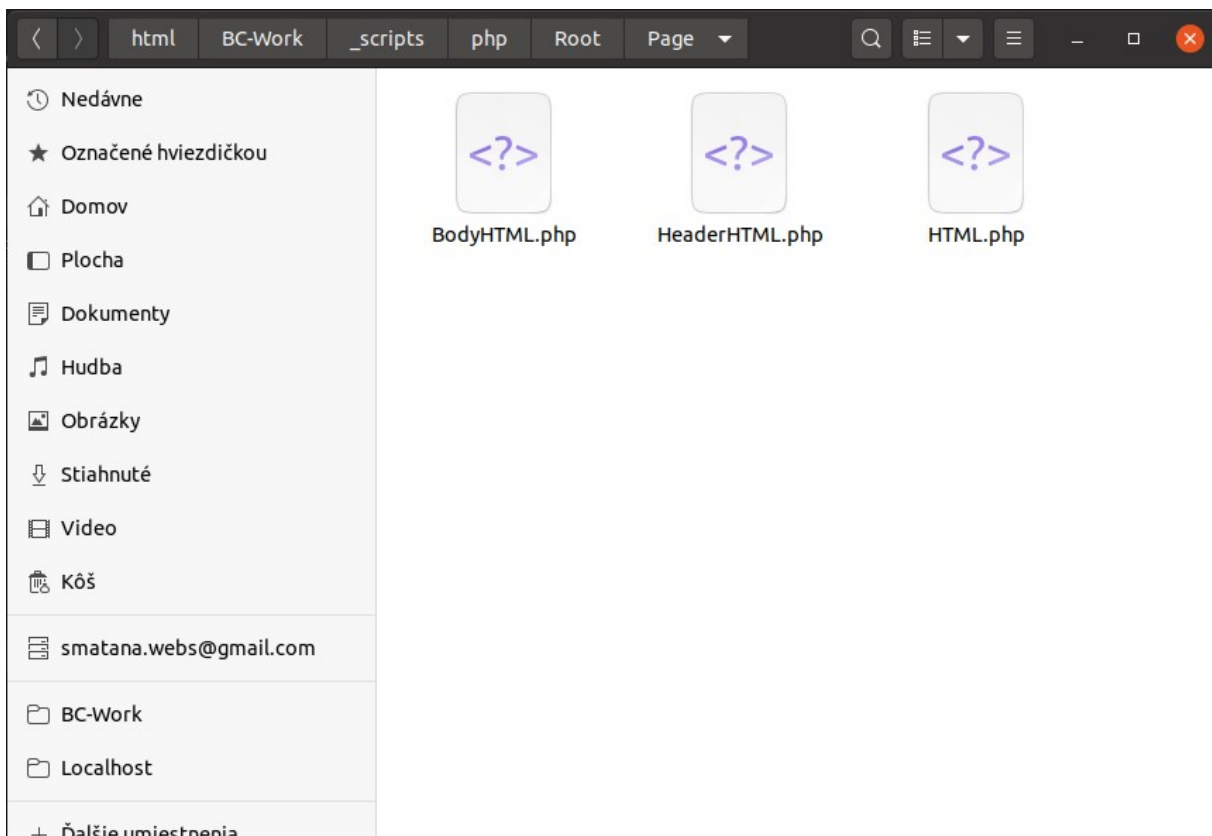


Obrázek 19: Složky obsahující objekty systému pro tvorbu stránek

7.3.1 Generování kostry stránek a protokolu

Zavaděč HTML.php obsahuje dva objekty HeaderHtml.php a BodyHTML.php. Od nich pak objektový model builder staví rozhraní.

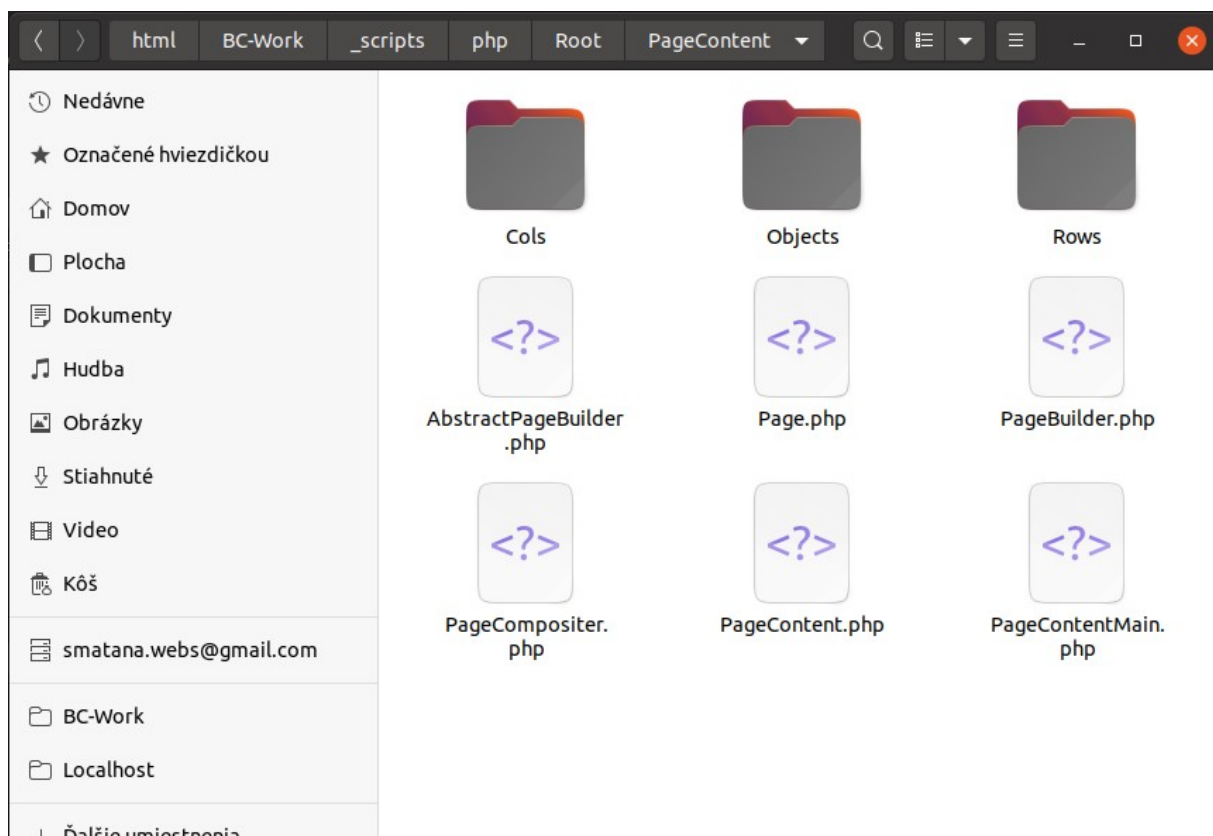
```
public function __construct(HeaderHTML $header, BodyHTML $body) {  
    $this->header = $header;  
    $this->body = $body;  
    $this->root = RootPath::getInstance()->getRootPath();  
}
```



Obrázek 20: Počáteční objekty, které se volají při generování stránky

7.3.2 Generování hlavního obsahu stránky a protokolu

Objektový model builder pro realizaci mřížkové sítě rozvržení objektů na stránce. Mřížka je tvořená řádkami, sloupci a informačními objekty.



Obrázek 21: Objekty dle objektového vzoru Builder mají na starosti konstrukci každého obsahu stránky

7.3.3 Generování objektů stránky nebo protokolu

Seznam informačních objektů, které může administrátor generovat v systému:

- Textový blok
- Interaktivní textový blok
- Seznam položek
- Tlačítko
- Odkazy s popiskem
- Kategorizace
- Banka odkazů
- Obrázek

Další objekty nelze administrátorem generovat, byly skryty aby nedošlo k poškození systému nesprávním použitím. Protokol má možnost přidání textových bloků pro všestranné využití.

Originál data z měření budou chráněná v databázi. Laborant vyselektuje sloupce, které jsou potřebné pro výpočet průměrů teplot, tlaků a dále se vypočte účinnost rekuperačního výměníku tepla.

Všechny sloupce jsou uloženy do nově vytvořených .CSV souborů, které budou sloužit jako historie měření.

Výsledky výpočtu se zapíší do databáze, odkud je bude moct laborant vybírat pro generování protokolu z měření. Protokol je následně dostupný pro klienty z jejich domovské stránky a je vhodný pro tisk.

Výňatky ze skriptů načtení měření do databáze:

```
while (($data = fgets($handler, 3000, ";")) !== FALSE) {
if (move_uploaded_file($_FILES["data"]["tmp_name"], $MERANIE_CONST->getTemporaryFile()) {
    $measurement_file = new RawCSV_FILE($_FILES["data"]["tmp_name"], $MERANIE_CONST->getTemporaryFile(),
        $_FILES["data"]["size"], $local_owner, $local_group, $local_chmod);
    $handler = fopen($MERANIE_CONST->getTemporaryFile(), "rb");
    $row = 1;
    $cols_id = array();
    if($handler) {
        $query = new DatabaseQuery('
            INSERT INTO Measurement_XYZ (title, description, uploaded, recuperator_id)
            VALUES (
                "'.$_POST["name"].'", "'.$_POST["description"].'", "'.date('Y-m-d H:i:s').'", "'.$SESSION["redirection"]["recuperator"].'"
            )
        ');
        $query->execute($db_connection);
        $query = $query->MAKE_QUERY();
        $query = new DatabaseQuery('
            SELECT MAX(id) AS maxid
            FROM Measurement_XYZ
        ');
        $query->execute($db_connection);
        $Index_Measurement = $query->MAKE_QUERY()->fetch_assoc()["maxid"];
        $old_date = null;
        $clock_balancer = 0;
        $measOrder = null;
        $measOrderCol = 0;
        while (($data = fgets($handler, 3000, ";")) !== FALSE) {
            if(count($data) != 1) {
                if($row == 1) {
                    for($o = 0; $o < count($data); $o++) {
                        $data[$o] = trim($data[$o]);
                        if($data[$o] != null) {
                            if($data[$o] == "Flag") {
                                $measOrderCol = $o;
                            }
                        }
                    }
                    $query = new DatabaseQuery('
```

```

INSERT INTO Measurement_column (title, measurement_id)
VALUES (
    ".iconv("ISO-8859-2","UTF-8",$data[$o]).",'.$Index_Measurement.'
    ),$db_connection);
$query->MAKE_QUERY();
}
}
$query = new DatabaseQuery('
SELECT Min(id) AS minid
FROM Measurement_column
WHERE measurement_id = '.$Index_Measurement,$db_connection);
$Index_Column_Start = $query->MAKE_QUERY()->fetch_assoc()["minid"];
}
else {
$data[0] = str_replace('.', '-', $data[0]);
$data[0] = date("Y-m-d H:i:s", strtotime($data[0]));
$query = new DatabaseQuery('
INSERT INTO Measurement_clock (trace_start, measurement_id)
VALUES (
    ".$data[0]."'.'.$Index_Measurement.'),$db_connection);

$query->MAKE_QUERY();
if(!isset($clocking)) {
$query = new DatabaseQuery('
SELECT Min(id) AS minid
FROM Measurement_clock
WHERE trace_start = ".$data[0]."'
AND measurement_id = '.$Index_Measurement,$db_connection);
$clocking_start = $query->MAKE_QUERY()->fetch_assoc()["minid"];
}
$clocking = $clocking_start+($row-2);
$columnPOS = $Index_Column_Start+$o-1;
$data_radku = null;
for($o = 1; $o < count($data); $o++) {
if($data[$o] != null) {
$data[$o] = iconv("ISO-8859-2","UTF-8",$data[$o]);
$data_radku .= $data[$o]."###";
if($measOrderCol == $o && $measOrder != $data[$o]) {
$measOrder = $data[$o];
$query = new DatabaseQuery('
INSERT INTO Measurement_column_order (title, enabled, measurement_id)
VALUES (".$measOrder.", "1",'.$Index_Measurement.'),$db_connection);
$query->MAKE_QUERY();
}
}
}
if($data_radku != null) {
$query = new DatabaseQuery('
INSERT INTO Measurement_column_data (value, measurement_clock_id)

```

```
VALUES ('".$data_radku."','".$clocking.'),$db_connection);
$query->MAKE_QUERY();
}
else {
    $query = new DatabaseQuery('
        DELETE FROM Measurement_clock
        WHERE id = '.$clocking ,$db_connection);
    $query->MAKE_QUERY();
}
}
}
$row++;
}
fclose($handler);
```

Skript spočívá v namapování všech sloupců a řádku z CSV souboru do databáze.

7.4.2 Seznam adres v České republice

Ze stránek ministerstva České republiky jsem si obstaral seznam českých obcí. Ten byl ve formátu .CSV. Pro svoji implementaci jsem nutně potřeboval JSON formát souboru. Tak jsem naprogramoval konvertování na JSON soubor.

Dál jsem naprogramoval skript, který při konvertování nahraje adresy do databáze. Data v databázi mohu použít zpětně pro validaci adresy.

V aplikaci je JSON soubor používán v Js generátoru pro selektování adresy uživatelem ve vstupním registračním formuláři.

7.5 Zabezpečení aplikace

Autorizace zabezpečuje ochranu osobních údajů. Data se musí zobrazovat pouze osobám kterým náleží.

7.5.1 Přihlášení do systému

Zabezpečení jednotlivých stránek a funkcí v aplikaci se nastavuje v oblasti zobrazení. Na začátku v souboru index.php najdeme podmínku přístupu:

```
if(isset($_SESSION["user"])) {
    $_SESSION["user"]->VerifyLogin(3);
}
else {
    $_SESSION["fault"] = 403;
    header("Location: $project/porucha");
}
```

V příkladu je navolena třetí úroveň přístupu. Při pokuse o přistoupení na takovou stránku bez autorizace, bude uživatel přesměrován na poruchovou stránku App/porucha s chybovou hláškou zakázaný přístup.

V relaci se nachází objekt Account, který se stará o verifikaci uživatele. Po vyplnění registračního formuláře je systémem zavolán php soubor App/_scripts/php/Security/LoginHandler.php. Ten je zodpovědný za vytvoření objektu Account. V uvedeném příkladu skriptu lze vidět možnost dvou způsobů přihlášení:

```
$login = Account::getInstance(0);
if(isset($_POST["telephone"])) {
    $login->login($_POST["telephone"], "telephone",$_POST["password"], $db_connection);
}
else {
    $login->login($_POST["email"], "email",$_POST["password"], $db_connection);
}
```

Dál je zjišťována vnitřní proměnná \$logged. Ta se nastavuje předešlým příkladem. Pokud vstupním parametrům odpovídá záznam v databázi, proměnná získá hodnotu 1. Systém nastaví relaci s objektem Account, který je pak ověřován v oblasti zobrazení.

```
if($login->get_logged()) {
    $_SESSION["user"] = $login;
    $_SESSION["login_errors"] = null;
    switch($login->getPersonType()) {
        case 1:
            header("Location: $project/admin/dashboard");
            break;
        case 2:
            header("Location: $project/system/laborant");
            break;
        case 3:
            header("Location: $project/system/klient");
            break;
    }
}
else {
    $error_login[$i] = "Zvolili jste nesprávné přihlašovací údaje. Skuskte to znovu.";
    $_SESSION["login_errors"] = $error_login;
    header('Location: ' . $_SERVER['HTTP_REFERER']);
}
```

Pokud nebyl nalezen záznam v databázi, hodnota proměnné \$logged je v nule a systém přesměruje uživatele zpět na přihlašovací bránu s chybovou hláškou.

7.5.2 Algoritmus ověřování přihlášení

Hashovací algoritmus pro hesla je Argon2i. Jeto jednosměrná šifrovací technika, která obsahuje aktuální standardy ohledem zabezpečení hesel. Každý uživatel je přihlášen pomocí \$_SESSION, takže po zavření webového prohlížeče nastane automaticky odhlášení ze systému. Když se uživatel odhlásí ze svého operačního konta tak nastane stejná situace s odhlášením.

Díky stavbě objektu uživatele jsem schopný generovat správně rozhraní pro každou roli v systému. Malá ukázka:

```
if(isset($_SESSION["user"])) {
    $this->edited_person_type = $_SESSION["user"]->getPersonType();
}
else {
    $_SESSION["error_code"] = 800;
    header("Location: ".$root_path."porucha/");
    die();
}
$query = new DatabaseQuery("SELECT id FROM Personalization
    WHERE email = \"".$_SESSION["user"]->getEmail().\"", $db_connect);
$query = $query->MAKE_QUERY();
$query_result = $query->fetch_row();
if($this->edited_person_type == 3) {
    switch(getAddressSeparedFromDomain()) {
        case "rekuperator":
            echo "Protokoly pre rekuperátor klienti";
            break;
        case "protokol":
            echo "Protokol klient!!!";
            break;
    }
}
}
```

V případě pokusu o otevření adresy bez přihlášení, bude narušitel přesměrován na poruchovou stránku nebo na přihlašovací bránu. Uvedený kód ukazuje přesměrování na přihlašovací bránu v případě nesouladu s úrovní oprávnění uživatele:

```
if($this->get_logged() && $this->getPersonType() == $level) {
    ...
}
else {
    switch($level) {
        case 1:
            header("Location: ".$root_path."admin/");
            break;
        case 2:
```

```
case 3:  
    header("Location: ".$root_path."system/");  
break;  
}  
}
```

Obrázek 23: Přihlašovací brána s možností přihlášení emailem nebo telefonním číslem

7.5.3 Ověřování nově registrovaných uživatelů

Nový klienti a laboranti musejí být ověřeny aktivací svého účtu. Pro zadanou aplikaci to má výhody jako:

- Ochrana proti falešným uživatelům
- Jistota komunikace se správnou osobou

Aktivace spočívá ve vygenerování náhodného řetězce, který musí klient otevřít ve svém prohlížeči. Systém při otevření takové adresy aktivuje účet uživatele.

8 PŘÍKLADY POUŽITÍ APLIKACE

Ke konci své bakalářské práce bych rád uvedl příklady z použití samotné aplikace. Aplikace obsahuje čtyři role používání s třemi úrovněmi přístupu. Způsob použití aplikace a její vzhled se mění od typu uživatele, který má svůj záměr dle svých privilegií.

8.1 Role hosta

Host nemá žádnou úroveň přístupu. Má právo vstupovat pouze na stránky, které nejsou chráněná. Každý uživatel před svou autorizací je hostem.

8.1.1 Prohlížení stránek Cebia-Tech

Pro laboratoře vědeckého institutu Cebia-Tech jsem připravil internetové stránky, které nabízejí informativní obsah. Uživatel po zadání domovské adresy aplikace obdrží náhled informativních stránek. Pro vyšší úroveň používání je nutné projít přihlašovací bránou.

Host může mít maximální záměr zhlédnout všechny dostupné informace o institutu.

Seznam informativních stránek:

- App/domov – Základní informace o institutu
- App/domov/kontakty – Seznam dostupných kontaktů na laboratoř
- App/domov/rekuperatory – Úvodní informace k rekuperaci
- App/domov/rekuperatory/deskove – Popis deskových rekuperačních výměníků tepla
- App/domov/rekuperatory/rotacni – Popis rotačních rekuperačních výměníků tepla

Z domovské stránky jsou k dosažení ještě malé internetové stránky. Tyhle stránky uvádějí více záměrů laboratoří institutu.

8.2 Role klienta

Klient vlastní první úroveň přístupu, která mu dovoluje přistoupit ke svému účtu, kde může registrovat své požadavky na otestování jeho rekuperačního výměníku tepla.

Role klienta je vztahena ke roli laboranta v pozici zákazníka. Klientem se uživatel stane tak, že se nejdříve z pozice hosta registruje jako klient na adrese App/system/registrace. Klient se musí vždy přihlásit do systému na adrese App/system. Po úspěšném přihlášení je přesměrován na svou domovskou stránku.

Stránky které může klient používat:

- App/system/klient – seznam registrovaných rekuperačních výměníků tepla
- App/system/klient/rekuperator – podrobné informace týkající se výměníku a testů
- App/system/klient/rekuperator/protokol – otevření protokolu v prohlížeči
- App/system/klient/novy – registrační formulář rekuperačního výměníku tepla

8.2.1 Registrace konta klienta

Budoucí klient je povinen vyplnit vstupní registrační formulář. Klientem se může stát vlastník rekuperačního výměníku tepla nebo zprostředkovatel mezi vlastníkem a laboratoří. Povinné položky registrace spočívají v kontaktních informacích na klienta a společnost. Klient zadává adresu společnosti, kde bude zaslána fakturace a samotný rekuperační tepelný výměník. Když je klient zprostředkovatelem testování tak je povinen zadat při registraci rekuperačního výměníku správnou společnost pro kterou se test koná.

Na emailovou adresu po potvrzení registrace se zašle odkaz pro aktivaci účtu klienta. Klient se od teď může přihlásit na svoje konto.

8.2.2 Registrace rekuperačního výměníku

Po přihlášení je klientovi dovolená možnost registrace rekuperačního výměníku tepla. Klient vyplní formulář a bude přesměrován na svou domovskou stránku, kde jsou zobrazeny aktuální informace o stavu jeho požadavků na laboratoř.

Každý rekuperační výměník, když je klient externí pracovník, může mít vlastní adresu k zaslání. K takovému kroku jsem se rozhodl kvůli podkladům, které mi byly poskytnuty při zadání bakalářské práce.

8.3 Role laboranta

Laborant je vědeckotechnický pracovník institutu Cebia-Tech a tedy univerzity Tomáše Bati ve Zlíně. S jeho rolí je spojená druhá úroveň přístupu. Příkladnou úlohou pro laboranta je akceptování rekuperačního výměníku, který byl registrován klientem. Dál jeho převzetí do prostoru laboratoře a následné měření v měřicí trati. Nahrání výsledku z měření do aplikace a vytvoření potřebného výstupu ve tvaru protokolu.

Laborant jako i klient má stejnou vstupní bránu ke přihlášení do systému:

App/system/

Po přihlášení je přesměrován na svoji domovskou stránku. Zde může vykonávat svoji práci podle své role.

Stránky dostupné laborantu po přihlášení:

- App/system/laborant
 - App/system/laborant/rekuperator
 - App/system/laborant/rekuperator/mereni
 - App/system/laborant/rekuperator/mereni/protokol
 - App/system/laborant/rekuperator/mereni/protokol/zobrazeni
 - App/system/laborant/rekuperator/nove
 - App/system/laborant/klienti

8.3.1 Akceptování rekuperačního výměníku

Akceptace rekuperačního výměníku tepla registrovaným klientem do systému probíhá ve dvou krocích. V prvním kroku je akceptování výměníku pro testování a dohoda o konečném termínu pro odevzdání výsledků z testů. Klient může poslat svůj výměník do laboratoře pro otestování. Poté co laborant obdrží rekuperační výměník, vykoná druhý krok akceptace. Otevře si v seznamu rekuperátorů dotyčný výměník a zaškrtně možnost:

Rekuperační výměník tepla byl přijat

Následně v závislosti od doby dodání může upravit konečný termín k odevzdání výsledku i vrácení rekuperačního výměníku tepla.

8.3.2 Nahraní dat do systému

Výstupem z řídicích systému po měření je .CSV soubor obsahující získaná data z onoho měření. Tenhle rozsáhlý soubor laborant nahraje do systému na stránce pro testovaný rekuperační výměník tepla. Systém si načítá zvolený soubor a přesměruje laboranta na stránku kde si zvolí sloupce, které budou vybrány pro výpočet účinnosti rekuperačního výměníku tepla. Po vyselektování sloupců se vykoná samotný výpočet a zobrazí se relativní odchylky pro výsledné hodnoty. Na serveru se uloží nový soubor .CSV, který obsahuje vypočítaná data a bude sloužit jako historie měření pro laboranty.

Laborant po obdržení výsledků může pokračovat ve tvoření protokolu z měření.

8.3.3 Vygenerování protokolu z měření

Laborant zvolí na stránce tlačítko vygenerovat protokol z měření. Systém mu poskytne základní šablonu protokolu, která obsahuje základní povinnosti dle normy ČSN EN 308. Tvoření protokolu funguje na bázi systému správy obsahu. Laborant má právo generovat dodatečně textové bloky, tabulky a seznamy.

Celá šablona je naformátována jak pro desktop zobrazení tak i pro tisk. Laborant se tím pádem stará jenom o obsah protokolu z měření.

Po vytvoření protokolu z měření laborant stiskne tlačítko na konci stránky „exportovat protokol“. Zvolí emailové adresy kam se má protokol zaslat. Klient obdrží protokol z měření emailem a bude ho mít dostupný v systému na stránce rekuperačního výměníku tepla. Na konci si laborant dohodne s klientem jakým způsobem bude výměník vracen majitelovi.

8.4 Role administrátora

Administrátor má speciální roli s třetí nejvyšší úrovní přístupu. Tato role spočívá v úpravě veškerého obsahu na informativních stránkách. Má právo tvořit nové informativní stránky pro propagaci institutu.

Zároveň registruje nové laboranty do systému. Host nemá právo z bezpečnostních důvodů se zaregistrovat jako laborant nebo administrátor. Laborant po aktivaci svého účtu prostřednictvím odkazu ve své emailové schránce získá přístup do systému.

Administrátor má svou vlastní sekci stránek na adrese:

App/admin

Zde je vyzván pro zadání emailu a hesla do přihlašovacích brány. Po úspěšném přihlášení je přesměrován na svou domovskou stránku kde má na výběr prohlížení obsahu systému nebo seznamu laborantů.

Seznam dostupných cest při prohlížení administrace:

- App/admin/dashboard – domovská stránka administrátora
- App/admin/laboranti
 - seznam aktuálních laborantů
 - bližší osobní údaje laboranta
 - vytvoření nového účtu pro laboranta a mazání

- App/admin/stranky – seznam aktuálních stránek
 - App/admin/navigace – seznam navigačních panelů na stránce
 - App/admin/odkazy – seznam odkazu v navigačním panelu
 - App/admin/radky – seznam řádku na stránce
 - App/admin/sloupce – seznam sloupců v řádku
 - App/admin/objekty – seznam objektů ve sloupci
 - App/admin/nastaveni – úprava konkrétního objektu, parametrizace

8.4.1 Vytvoření účtu laboranta

Registrace laboranta má stejné položky jako registrace klienta, no s rozdílem, že nelze vytvořit účet laboranta, který by nebyl zaměstnancem institutu Cebia-Tech. Laborant z třetí strany tedy v aplikaci nemůže existovat. Systém kvůli jednotnému přístupu mezi uživateli může být lehce rozšířen o takovou možnost. Administrátor je po registraci přesměrován na seznam laborantů.

8.4.2 Prohlídka systému správy obsahu

Systém na správu obsahu je založen na jednoduchém principu, kde základní jednotkou obsahu je objekt. Objekty jsou dělené do různých typů dle jejich funkce a konzistence dat. Administrátor se k jednotlivým objektům musí proklikat na svém kontu. Cesta k samotnému objektu je následovná:

1. Hledáme objekt, který se nachází na stránce xyz
2. Na stránce xyz je objekt vložen v řádku abc
3. Objekt je zařazen do sloupce jkl v řádku abc
4. Dostali jsme k hledanému objektu

Administrátor má takovýmto postupem přístup ke povoleným objektům administrace. Z bezpečnostních důvodů nemá ani administrátor dovolený přístup k všemu obsahu v systému.

V seznamech administrace může administrátor měnit pořadí objektů v sloupcích tak jak chce aby se zobrazovaly na stránkách. Tak je dosažena pohodlnost při rozvržení obsahu na stránce. Měnit pořadí se dá při nastavení řádků, sloupců, navigačních panelů a odkazů.

ZÁVĚR

Táto bakalářská práce byla udělána bez pomoci externích nástrojů. Autor prošel komplexním návrhem databáze k objektovému zpracování a zobrazení dat uživatelům. Vyzkoušel si souhru různých programovacích jazyků. Třeba PHP, JS, MySQLi, kde musel uvažovat synchronním způsobem. V jazyku Javascript, byl nucen rozmýšlet asynchronně při čekání na různé eventy od uživatelů.

Kombinace PHP a MySQLi byla použita k zpracování dat na serverové straně a k manipulaci s nimi. Autor si procvičil takzvanou Create Read Update Delete strategií. V systému samozřejmě nechybělo i zabezpečení pomocí přihlašovacích účtů, kde si vyzkoušel jednosměrný hash Argon2i.

Autor se dozvěděl spoustu informací ohledně systému vzduchotechniky a to zejména o rekuperačních systémech pro získávání tepla z odpadního vzduchu. Naučil se orientovat v jejich složení, v otázkách jejich údržby, umístění a různých provedení rekuperačních výměníků tepla dle platných norem.

Autor této práce byl obeznámen s prostředím laboratoře Cebia-Tech. Nabral poznatky z měření rekuperačních výměníků tepla, stavby měřicí tratě a výpočtových operací pro získání účinnosti zpětného získání tepla.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Aman Goel *Everything You Need to Know MySQL vs MariaDB* [online]. 2020 .
<https://hackr.io/blog/mariadb-vs-mysql>
- [2] Atlassian *Bitbucket website* [online]. . <https://bitbucket.org>
- [3] BORONCZYK, Tim. *PHP 6, MySQL, Apache: vytváříme webové aplikace.. .* :
Brno: Computer Press, 2009. 9788025127674
- [4] Český normalizační institútNávody na vypracování instrukcí pro instalování, ob-
sluhu a údržbu pro udržení výkonnosti všech typů výměníku tepla. . 1999 , , ,
- [5] Ethan Lai *Kompilace formátovacího Scss souboru* [online]. . <http://koala-app.com/>
- [6] Gimp *Grafický nástroj na rastrovou grafiku* [online]. . <https://www.gimp.org/>
- [7] Ing. Vladimír Zmrhal, Ph.D.*Požadavky na větrání obytných budov dle ČSN EN 15
665/Z1* [online]. 2012. [https://vetrani.tzb-info.cz/normy-a-pravni-predpisy-vetrani-
klimatizace/8239-pozadavky-na-vetrani-obytnych-budov-dle-csn-en-15-665-z1](https://vetrani.tzb-info.cz/normy-a-pravni-predpisy-vetrani-klimatizace/8239-pozadavky-na-vetrani-obytnych-budov-dle-csn-en-15-665-z1)
- [8] Inkscape & Gimp *Grafický nástroj na práci s vektorem* [online]. . [https://inks-
cape.org/about/overview/](https://inkscape.org/about/overview/)
- [9] JAN BALÁK *VĚTRACÍ JEDNOTKA S REKUPERACÍ TEPLA. BAKALÁŘSKÁ
PRÁCE. .* , 2012.
- [10] Ministerstvo průmyslu a obchodu č. 78/2013 Sb., *vyhláška o energetické náročnosti
budov. . .* , 2015.
- [11] Stephen O'Grady *Rating programovacích jazyků* [online]. 2019 . [https://redmonk.-
com/sogrady/2019/07/18/language-rankings-6-19/](https://redmonk.-com/sogrady/2019/07/18/language-rankings-6-19/)
- [12] www.netcraft.com *Popularita webových serverů* [online]. 2020 . [https://news.net-
craft.com/archives/2020/03/20/march-2020-web-server-survey.html](https://news.netcraft.com/archives/2020/03/20/march-2020-web-server-survey.html)
- [13] Zehnder *Větrací jednotky – rekuperace tepla, optimalizace vlhkosti* [online]. 2013.
[https://vetrani.tzb-info.cz/vetrani-s-rekuperaci/10635-rizene-vetrani-s-rekuperaci-
tepla-pro-rodinne-domy-a-byty-ii](https://vetrani.tzb-info.cz/vetrani-s-rekuperaci/10635-rizene-vetrani-s-rekuperaci-tepla-pro-rodinne-domy-a-byty-ii)
- [14] *B&R vizualizační panel* [online]. . [https://www.br-automation.com/en/products/
5pp5201043-00/](https://www.br-automation.com/en/products/5pp5201043-00/)
- [15] *Certifikace Passive Haus Institute* [online]. . [https://passiv.de/en/03_certification/
03_certification.htm](https://passiv.de/en/03_certification/03_certification.htm)
- [16] ČSN 73 0540-2. *Tepelná ochrana budov: Požadavky*. 2011. Praha: Úřad pro tech-

- nickou normalizaci, 2011.
- [17] ČSN EN 12152 (747208) *A Lehké obvodové pláště - Průvzdušnost - Funkční požadavky a klasifikace*. Praha: Český normalizační institut, 2002.
- [18] ČSN EN 13829 (730577) *N Tepelné chování budov - Stanovení průvzdušnosti budov - Tlaková metoda*. Praha: Český normalizační institut, 2001.
- [19] ČSN EN 15665 (127021) *A Větrání budov - Stanovení výkonových kritérií pro větrací systémy obytných budov*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009.
- [20] ČSN EN 305 - *Výměníky tepla – Definování výkonnosti výměníků tepla a všeobecné metody zkoušek pro stanovení výkonnosti výměníků tepla*, Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 1998.
- [21] Ing. Martin Zálešák, CSc., Ing. Libor Lády a Ing. Petr Polách, MBA. *Projekt a realizace Laboratoře techniky prostředí [online]*. , 5 [cit. 2020-08-07]. Dostupné z: https://www.airtechnology.cz/wp-content/uploads/2014/12/AirTechnology_ClanekKlimatizace_122014.pdf.
- [22] *Manometry [online]*. . <http://www.airflow.cz/produkty/pristroje/ptsxrk.php>
- [23] *Pluggit implementace [online]*. . <https://www.youtube.com/watch?v=JQES-STCf1s>
- [24] *Viessmann web [online]*. . <https://www.viessmann.sk/sk/informacie-pre/rekuperacia-a-efektivne-vetranie.html>
- [25] *Zehnder umístění rekuperačního výměníku [online]*. . <https://www.rekuperacia-zehnder.sk/>
- [26] *Ziehl-Abegg ventilátor [online]*. . <https://www.ziehl-abegg.com/cz/cs/svety-produktu/vzduchotechnika/axialni-ventilatory/>
- [27] *Výměníky tepla - Metody měření parametrů potřebných pro stanovení výkonnosti*. 2. vydání. : Český normalizační institut Praha, 1998 .
- [28] *Rotronic HygroFlex5 - HF5 - HVAC TRANSMITTER [online]*. . <https://www.rotronic.com/en/hygroflex5-hf5.html>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

m^3	metr krychlový
m^2	metr čtverečný
cm	centimetr
$^{\circ}\text{C}$	stupeň Celsia
GB	gigabajt
GHz	gigahertz
kB	kilobajt
kg	kilogram
kW	kilowatt
A	referenční plocha povrchu přenosu tepla
C_f	součinitel čistoty
c_p	měrná tepelná kapacita při konstantním tlaku
e_1	součinitel typu budovy stanovený podle θ_{im} vnitřní teploty
$f_{Rsi,cr}$	kritický teplotní faktor vnitřního povrchu
F	korekční součinitel pro LMTD
g	gravitační zrychlení
hod	hodina
h	hodina, také výška sloupců kapaliny
k	celkový součinitel prostupu tepla
LMTD	střední logaritmický teplotní rozdíl
M	celková hmotnost pracovní látky v systému
M_c	zkondenzovaná vodní pára uvnitř konstrukce
n	intenzita přirozené výměny vzduchu
n_{50}	celková intenzita výměny vzduchu
$n_{50,N}$	celková intenzita výměny vzduchu [norma]
N	norma
NTU	počet jednotek přenosu tepla
P	tlak nebo tepelný výkon
P_{loss}	ztráta tepelného výkonu do prostředí nebo zisk
P_{max}	maximální vyměnitelný výkon
ρ	hustota kapaliny
Pa	Pascal
ppm	parts-per-million, počet jednotek na milion celkových jednotek
q_m	hmotnostní průtok
R_t	tepelný odpor zanášením
SM	rezerva plochy přenosu tepla
t	čas

t_s	perioda snímání
U_N	požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla
U_v	součinitel prostupu tepla části konstrukce mezi vnitřním prostředím a větranou vzduchovou vrstvou
U_x	lokální součinitel prostupu tepla v místě x vnitřního povrchu
U_z	součinitel prostupu tepla mezi větranou vzduchovou vrstvou a venkovním prostředím
y	poměr jmenovitých kapacit pro pracovní látky
max	maximum
min	minimum
Δ	rozdíl
Δp	tlaková ztráta
Δt_0	teplotní rozdíl mezi primárním výstupním bodem a sekundárním výstupním bodem nebo koncový teplotní rozdíl
Δt_1	teplotní rozdíl mezi primárním vstupním bodem a sekundárním vstupním nebo výstupním bodem
$\Delta \Theta_{10,N}$	pokles dotykové teploty podlahy
$\Delta \theta_{v,N}(t)$	požadovaná hodnota poklesu výsledné teploty v místnosti v zimním období
Θ_{si}	vnitřní povrchová teplota
Θ_e	teplota venkovního přivedeného vzduchu (návrhová venkovní teplota)
Θ_{ai}	návrhová teplota vnitřního vzduchu
Θ_i	navrhovaná vnitřní teplotu
Θ_{ex}	návrhová teplota vnějšího vzduchu přilehlého k stěně konstrukce budovy
$\Theta_{v,min}$	předepsaná nejnižší výsledná teplota
$\Theta_{ai,max,N}$	nejvyšší denní teplota vzduchu v místnosti v letním období
η_t	teplotní účinnost
φ_i	návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu
$\varphi_{i,r}$	relativní vlhkost vnitřního vzduchu pro stanovení požadavku na nejnižší vnitřní povrchovou teplotu konstrukce
$\varphi_{si,cr}$	kritická vnitřní povrchová vlhkost, která nesmí být překročena
1	primární strana (teplejší)
2	sekundární strana (chladnější)
11	stav na vstupu primární strany
12	stav na výstupu primární strany
21	stav na vstupu sekundární strany
22	stav na výstupu sekundární strany
LAN	Local Area Network
LP1	třída průvzdušnosti, odpovídající klasifikaci lehkých obvodových plášťů
LP2	třída průvzdušnosti, odpovídající klasifikaci lehkých obvodových plášťů
IDO	Vnitřní prostředí

ODO	Vnější prostředí
Y/n	Yes or no
3D	trojdimenzionální, trojrozměrný
SVG	Scalable Vector Graphics
HTML	Hyper Text Markup Language
W3C	World Wide Web Consortium
NPM	Node package manager
PHP	Hypertext Preprocessor
JS	JavaScript

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Ukázka aktivního rekuperačního systému s ohřevem užitkové vody pomocí nadbytečné energie získané ze systému.....	14
Obrázek 2: Ukázka pasivního rekuperačního systému v obytném bytě.....	15
Obrázek 3: Princip rekuperačního výměníku s protiproudem.....	18
Obrázek 4: Šetrné umístění lokální rekuperační jednotky PluggPlan jenom 10 cm v zdi...	21
Obrázek 5: Umístění centrální rekuperační jednotky do sklepa domu pro větší komfort uživatele.....	22
Obrázek 6: Odlišnost tepelného rozdílu podle druhu proudění.....	43
Obrázek 7: Vztah účinnosti na základě funkce NTU a poměrem jmenovitých tepelných kapacit	45
Obrázek 8: Ukázka teploměru TTIN-116U-12.....	48
Obrázek 9: Ukázka HygroFlex5.....	48
Obrázek 10: Ukázka ventilátoru Fansselect RH40CZID. DC.1R.....	49
Obrázek 11: Ukázka HMI PP520.....	50
Obrázek 12: Ukázka nainstalovaného localhostu a složky aplikace.....	57
Obrázek 13: Ukázka zprávy z webového serveru po správné instalaci.....	60
Obrázek 14: Ukázka databázového systému po přihlášení se do aplikace phpMyAdmin...	62
Obrázek 15: Ukázka interního aplikačního Plugin market s nejvíce populárními rozšířeními	64
Obrázek 16: Příklad nákresu domovské stránky.....	65
Obrázek 17: Schéma workflow pomocí bitbucketu.....	69
Obrázek 18: 1. úroveň složek systému.....	80
Obrázek 19: Složky obsahující objekty systému pro tvorbu stránek.....	81
Obrázek 20: Počáteční objekty, které se volají při generování stránky.....	82
Obrázek 21: Objekty dle objektového vzoru Builder mají na starosti konstrukci každého obsahu stránky.....	83
Obrázek 22: Objekty volané na stránkách.....	84
Obrázek 23: Přihlašovací brána s možností přihlášení emailem nebo telefonním číslem...	90

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Kritický teplotní faktor vnitřního povrchu $f_{Rsi,cr}$ pro návrhovou relativní vlhkost vnitřního vzduchu $\phi_i = 50\%$	25
Tabulka 2: Teplota odpovídající kritickému teplotnímu faktoru vnitřního povrchu $f_{Rsi,cr}$ pro návrhovou relativní vlhkost vnitřního vzduchu $\phi_i = 50\%$	25
Tabulka 3: Stanovení kritické vnitřní povrchové vlhkosti dle normy ČSN EN 73 0540.....	26
Tabulka 4: Požadované a doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla pro budovy s návrhovou vnitřní teplotou θ_{im} v intervalu 18 °C až 22 °C včetně.....	27
Tabulka 5: Kategorie podlah z hlediska poklesu dotykové teploty podlahy $\Delta\theta_{10,N}$	29
Tabulka 6: Kategorie podlah – požadované a doporučené hodnoty	29
Tabulka 7: Doporučené hodnoty celkové intenzity výměny vzduchu $n_{50,N}$	31
Tabulka 8: Požadované hodnoty poklesu výsledné teploty v místnosti v zimním období $\Delta\theta_{v,N(t)}$ Hodnotu $\Delta\theta_{v,min}$ udává budoucí majitel objektu	32
Tabulka 9: Požadované hodnoty nejvyšší denní teploty vzduchu v místnosti v letním období $\theta_{ai,max,N}$	32
Tabulka 10: Požadavky na větrání obytných budov dle ČSN EN 15665/Z1.....	33
Tabulka 11: požadavky na vnitřní prostředí podle vyhlášky číslo 343/2009 Sb.....	34
Tabulka 12: Vliv koncentrace oxidu uhličitého na lidský organismus.....	34
Tabulka 13: Veličiny používané pro charakterizaci výkonnosti rekuperačního výměníku tepla.....	44
Tabulka 14: Popularita webového serveru mezi doménami s porovnáním oproti konkurencí. Data jsou pořízená z netcraft.com.....	59
Tabulka 15: Umístění jazyka PHP v řebříčku oblíbenosti programátorů. Zdroj redmonk.com.....	63

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P 1: inicializační a konfigurační soubory aplikace

Příloha P 2: Ukázka orientačních grafických návrhů

PŘÍLOHA P 1: INICIALIZAČNÍ A KONFIGURAČNÍ SOUBORY APLIKACE

Inicializační soubory jsou ve složce `App/_scripts/_functions/`. Jsou pro továrenská nastavení. Konfigurační soubory jsou všechny ostatní slouží pro formátování, logiku programu a HTML kódy. Práce je rozsahově rozsáhlá bez pomoci externích nástrojů. Obsahuje přes 20 000 řádku kódu.

K nalezení je ve složce `App` v hlavním adresáři na CD.

PŘÍLOHA P 2: UKÁZKA ORIENTAČNÍCH GRAFICKÝCH NÁVRHŮ

Grafické návrhy jsem si vytvořil jako plán před programováním. K nalezení jsou ve složce plán v hlavním adresáři na CD.