

EKONOMICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE
FAKULTA HOSPODÁRSKEJ INFORMATIKY

Evidenčné číslo: 103004/B/2024/36145173628282116

SMART KANCELÁRIA
Bakalárska práca

2024

Tetiana Nikitchenkova

EKONOMICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE
FAKULTA HOSPODÁRSKEJ INFORMATIKY

SMART KANCELÁRIA
Bakalárska práca

Študijný program: Hospodárska Informatika
Študijný odbor: Ekonómia a manažment
Školiace pracovisko: Katedra aplikovanej informatiky
Vedúci záverečnej práce: prof. Ing. Peter Procházka, PhD.

Bratislava 2024

Tetiana Nikitchenkova



Ekonomická univerzita v Bratislave
Fakulta hospodárskej informatiky

ZADANIE ZÁVEREČNEJ PRÁCE

Meno a priezvisko študenta: Tetiana Nikitchenkova
Študijný program: hospodárska informatika (Jednoodborové štúdium, bakalársky I. st., denná forma)
Študijný odbor: ekonómia a manažment
Typ záverečnej práce: Bakalárska záverečná práca
Jazyk záverečnej práce: slovenský
Sekundárny jazyk: anglický

Názov: Smart kancelária
Anotácia: Študent v BP pomocou Arduina, alebo obdobnej riadiacej jednotky vytvorí a naprogramuje IoT zariadenie na ovládanie smart kancelárie a rozhranie na jej rezerváciu a nastavenie.

Vedúci: Ing. Peter Procházka
Katedra: KAI FHI - Katedra aplikovanej informatiky
Vedúci katedry: Ing. Mgr. Peter Schmidt, PhD.
Dátum zadania: 03.03.2023

Dátum schválenia: 10.03.2023

doc. Ing. Martin Mišút, CSc.
osoba zodpovedná za realizáciu študijného programu

Abstrakt

NIKITCHENKOVA, Tetiana: *Smart kancelária*. – Ekonomická univerzita v Bratislave. Fakulta hospodárskej informatiky; Katedra aplikovanej informatiky. – Vedúci záverečnej práce: prof. Ing. Peter Procházka, PhD. Bratislava: FHI, 2024, počet strán 45.

Tato bakalárska práca sa zaoberá integráciou Internetu vecí v kancelárskom priestore. Jej cieľom je pomocou platformy Arduino, alebo obdobnej riadiacej jednotky navrhnuť a naprogramovať ovládacie IoT zariadenie pre smart kanceláriu a taktiež vytvoriť interface na jej rezerváciu a nastavenie pracovných podmienok požadovaných klientom. Práca je rozdelená do troch kapitol. Obsahuje 2 grafy, 1 tabuľku a 22 obrázkov. Prvá kapitola je venovaná teoretickým konceptom súvisiacim s IoT, architektúre, aplikáciám, bezpečnosti a súkromiu pri využívaní týchto technológií a taktiež kanceláriám. V ďalšej časti sa charakterizuje hlavný cieľ a vedľajšie ciele, ako aj metódy ich dosiahnutia. Záverečná kapitola sa zaoberá návrhom a realizáciou systému inteligentnej kancelárie pomocou rôznych komponentov a rezervačného systému. Výsledkom riešenia danej problematiky je funkčné zariadenie, ktoré môže zlepšiť efektivitu práce a pohodlie užívateľov.

Kľúčové slová: IoT, smart kancelária, Arduino

Abstract

NIKITCHENKOVA, Tetiana: *Smart office*. – University of Economics in Bratislava. Faculty of Economic Informatics; Department of Applied Informatics. – Leader of the final thesis: prof. Ing. Peter Procházka, PhD. Bratislava: FHI, 2024, number of pages 45.

This bachelor's thesis is about integration of the Internet of Things in the office space. Its goal is to use the Arduino platform or a similar control unit to design and program an IoT control device for a smart office and also to create an interface for booking it and setting the working conditions required by the client. The work is divided into three chapters. Contains 2 graphs, 1 table and 22 images. The first chapter is devoted to theoretical concepts related to IoT, architecture, applications, security, and privacy when using these technologies and also offices. The next part describes the main goal and secondary goals, as well as the methods of achieving them. The final chapter deals with the design and implementation of a smart office system using various components and a reservation system. The result of solving the given problem is a functional device that can improve work efficiency and user comfort.

Key words: IoT, smart office, Arduino

Obsah

ÚVOD.....	7
1. SÚČASNÝ STAV RIEŠENEJ PROBLEMATIKY DOMA A V ZAHRANIČÍ.....	8
1.1 Kancelárie	8
1.1.1 Tradičná kancelária.....	8
1.1.2 Zmeny v potrebe tradičnej kancelárie.....	8
1.1.3 Flexibilné kancelárie	9
1.1.4 Smart offices.....	10
1.1.5 Situácia vo svete.....	11
1.1.6 Situácia na Slovensku	11
1.2 IoT	11
1.2.1 Vznik a vývoj	12
1.2.2 Architektúra internetu vecí.....	13
1.2.4 Aplikácie	14
1.2.5 Otázky bezpečnosti a súkromia.....	15
1.3 Ako môže IoT zlepšiť prácu v kancelárii.....	15
1.4 Technológie a platformy pre implementáciu IoT zariadení	17
1.4.1 Definícia	17
1.4.2 Hlavné funkcie platforiem internetu vecí	17
1.4.3 Cloud computing	19
1.4.4 Príklady platforiem.....	19
2. CIEĽ PRÁCE A METODIKA PRÁCE.....	20
2.1 Hlavné a čiastkové ciele	20
2.2 Metódy a metodika práce, charakteristika objektu skúmania	20
3. VÝSLEDKY PRÁCE A DISKUSIA.....	23
3.1 Použité komponenty.....	23
3.1.1 Arduino Mega 2560.....	23
3.1.2 Maticová klávesnica 3*4.....	24
3.1.3 Wi-fi modul ESP8266-01 a Logic Level Converter.....	24
3.1.4 Modul teploty a vlhkosti – DHT11	25
3.1.5 Ultrazvukový senzor	25
3.1.6 Fotorezistor.....	26
3.1.7 LED dióda.....	26
3.1.8 Relé.....	26
3.1.9 Servomotor.....	27
3.1.10 Modul pasívneho buzzera (bzučička).....	27
3.1.11 MQ135 senzor	27
3.1.12 Dodatočné vybavenie.....	27
3.2 Arduino IDE a Adafruit IO	28
3.3 Bezpečnostný a vstupný systém.....	28
3.4 Systém osvetlenia	29
3.5 Systém klimatizácie	30
3.6 Systém detekcie obsadenosti	31
3.7 Riešenie problému a výmena mikrokontroléra	33
3.8 Rezervačný systém.....	33
3.8.1 Power Apps	33
3.8.2 Popis stránok a funkcií aplikácie.....	33
ZÁVER.....	41
ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY	42

Úvod

Príchod nových technológií mení náš každodenný život a kancelária nie je výnimkou. Tradičný pracovný priestor nahrádzajú inteligentné, vylepšené kancelárie. V tejto práci sa pozrieme na rôzne typy kancelárií a vplyv internetu vecí na kancelárske priestory.

Začneme štúdiou klasických kancelárií a potrebami zmien v nich, potom prejdeme k moderným typom kancelárií a konkrétnym príkladom ich realizácie vo svete a na Slovensku. V druhej kapitole budeme analyzovať, čo je to internet vecí, ako vznikol, prvé inteligentné veci, zväžeme, v ktorých odvetviach sa v súčasnosti využívajú, a pozrieme sa na architektúru a vrstvy internetu vecí. Okrem toho spomenieme význam ochrany údajov a prečo je tento aspekt dôležitý pri práci s internetom vecí.

Jednou z dôležitých častí tejto práce je analýza integrácie inteligentných vecí v kancelárii a zber údajov v reálnom čase o faktoroch, ako je obsadenosť, teplota a iné ukazovatele. Tieto údaje sa potom môžu analyzovať a použiť na zlepšenie rôznych systémov a vytvorenie efektívnejšieho pracovného prostredia.

Na ďalšiu ilustráciu tohto konceptu sme vytvorili vlastný model kancelárie, ktorý zahŕňa senzory a ďalšie pomocné prvky, a vyvinuli sme aplikáciu na rezerváciu miestností. Na základe tohto konkrétneho príkladu môžeme hlbšie pochopiť aspekty implementácie tejto technológie v praxi v kancelárskom prostredí.

1. Súčasný stav riešenej problematiky doma a v zahraničí

Táto kapitola sa zameriava na dve hlavné témy: vývoj moderných pracovných prostredí a implementáciu technológií internetu vecí (IoT) do kancelárskych prostredí.

1.1 Kancelárie

Až do 18. storočia bola väčšina podnikov rodinná a riadila sa z domu, takže obrovské kancelárie neboli potrebné. Po priemyselnej revolúcii v polovici 18. storočia sa začali stavať nové továrne s potrebou administratívnej podpory. Vtedy sa objavili prvé kancelárie. Vôbec sa nepodobali moderným a ich hlavným účelom bola správa dokumentov a evidencia.

V dnešnej dobe je investícia do kancelárskych priestorov bolestivou témou pre majiteľa akéhokoľvek podniku. V skutočnosti majiteľ investuje do stien, nábytku, osvetlenia a textílií, ktoré samy o sebe neprinášajú peniaze. Ľudia, ktorí pracujú v týchto priestoroch, prinášajú zisk. Preto si samotné organizácie musia vybrať, ktorý model kancelárskych priestorov chcú prijať v závislosti od svojich cieľov a potrieb.

1.1.1 Tradičná kancelária

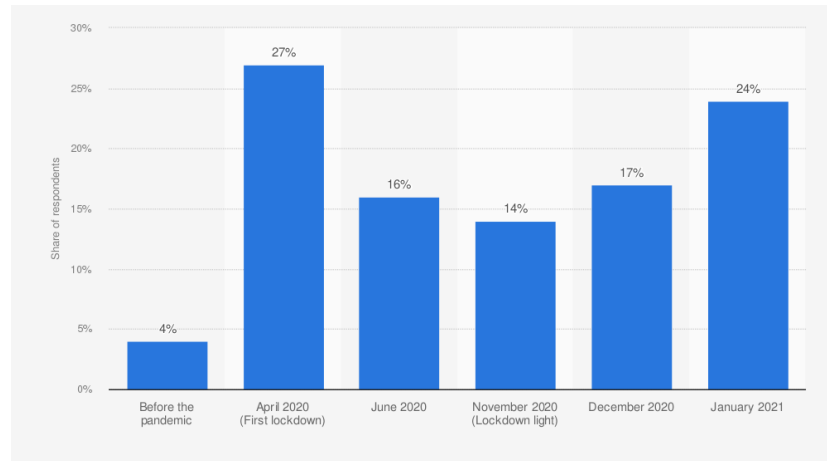
Recepcia, kancelárie, otvorené kancelárske priestory, konferenčné miestnosti, kuchyňa či jedáleň, počítače a iné vybavenie, takto vyzerá tradičný kancelársky model. Tradičný model ktorý prechádza postupným vylepšovaním je reagovanie na neustály pokrok vo svete IT. Mnohé prieskumy a štúdie uskutočnené za posledných 5 rokov poukazujú na pokles záujmu trhu o tradičné kancelárie. Týka sa to najmä IT firiem, startupov, malých a stredných podnikov.

Ale aj tento tradičný model má svoje výhody. Po prvé, rýchlejšia interakcia s kolegami – niekedy je jednoduchšie osloviť a opýtať sa, dohodnúť, vydiskutovať niečo naživo ako mailom. Po druhé, atmosféra v kancelárii má pozitívny vplyv na produktivitu. Niektorým ľuďom môže naozaj zlepšiť prácu skutočnosť, že nemajú žiadne rozptýlenie alebo jednoducho majú vlastný pracovný priestor. Ďalšou pozitívnou stránkou kancelárie je prítomnosť lepšieho vybavenia a prístup ku všetkým potrebným programom. Internet nemôže vždy pomôcť vyriešiť problém, tu prichádzajú na pomoc kolegovia. Preto je ľahšie sa učiť od kolegov v kancelárii.

1.1.2 Zmeny v potrebe tradičnej kancelárie

Pandémia covidu-19 mála významný vplyv na to, ako ľudia vnímajú prácu z domu. Väčšina spoločností ani nepomyslela na to, že nebude mať kanceláriu alebo že bude ponúkať

prácu na diaľku väčšine zamestnancov. Podľa štatistík v Nemecku do roku 2020 nenavštevovali kanceláriu denne iba 4% pracovníkov v porovnaní s 20% po začiatku pandémie (v priemere 2020 a 2021) [1].



Graf 1 – Podiel zamestnancov pracujúcich z domu v Nemecku pred a počas pandémie koronavírusu (COVID-19) v rokoch 2020 a 2021

Zdroj: (Hans-Böckler-Stiftung, statista.com, 2022)

Objavila sa však hybridná forma práce, čo zjednodušene znamená kombináciu práce na diaľku a práce v kancelárii. Podľa prieskumu Wakefield Research by takmer polovica zamestnancov (47 percent) pravdepodobne hľadala inú prácu, ak by ich zamestnávateľ neponúkal hybridný pracovný model [2]. Nie je teda žiadnym prekvapením, že údaje z prieskumu z apríla 2022 ukázali, že 77 percent spoločností sa už v nejakej forme rozhodlo ponúkať hybridnú formu práce. A čo viac, 56 percent z týchto spoločností umožňuje zamestnancom vybrať si, kedy a ako často chcú prísť do kancelárie. Táto forma práce nepochovala kancelárie, ale viedla k prudkej premene kancelárskych priestorov.

1.1.3 Flexibilné kancelárie

Spoločnosť Cushman&Wakefield vo svojom prieskume sa pýtala 800 ľudí, ktorí pracujú vo flexibilnom priestore, a dostala ďalšie výsledky – zamestnanci trávia 40% svojho pracovného času vo flexibilných kancelárskych priestoroch, 55% doma a približne 5% inde. Pri pohľade do budúcnosti respondenti uviedli, že chcú byť vo flexibilných kancelárskych priestoroch 50% času a skrátiť svoj čas prácou z domu na približne 45%, čo predstavuje zníženie o 19% [2]. Čo teda tieto kancelárie môžu ponúknuť a prečo to ľudí tak láka?

Ide o model pracoviska, ktorý poskytuje zamestnancom rôzne pracovné prostredia pre rôzne typy práce. Zamestnávatelia namiesto toho, aby každému zamestnancovi poskytli jedno vyhradené pracovné miesto, ponúkajú rôzne možnosti na výber na základe ich

okamžitých potrieb. Každý priestor je optimalizovaný pre konkrétne úlohy a zamestnanec nemá k dispozícii iba jeden konkrétny priestor, ktorý spĺňa všetky jeho potreby [4].

Tento termín sa prvýkrát objavil v knihe Erica Veldgoena z roku 1995 „The Demise of the Office“. Vo svojej knihe hovorí o tom, že telekomunikácie čoskoro vytlačia taký model kancelárií, ako ho poznáme v súčasnosti [17]. Skutočne, za posledných 20-30 rokov sa to stalo skutočnosťou a tento koncept si len získava na popularite. Veldgoenovú spoločnosť najala holandská poisťovňa Interpolis s cieľom zlepšiť produktivitu a zvýšiť svoje tržby. Na každom poschodí vytvorili rôzne plochy pre prácu, zrušili viazanie na konkrétnu pracovnú plochu a umožnili čiastočne pracovať z domu. V tých časoch to bolo niečo nezvyčajné, a preto existovala obava, že zamestnanci jednoducho odídu. Všetko však dopadlo naopak.

Podľa jednej štúdie v roku 1996 holandského výskumného inštitútu Center for People and Buildings mali zamestnanci Interpolisu tendenciu viac komunikovať so svojimi kolegami a celkovo sa zvýšila interná komunikácia [5]. Roky práce v environmentálnej psychológii naznačili, že nároky na postavenie a súkromie, ako aj túžba personalizovať pracovný priestor (napríklad fotografiami) boli vážnymi prekážkami „flexibilnej práce“ bez vlastného stola, no po určitom čase a po počiatočnom odpore sa pracovníci rýchlo adaptovali na nové miesto.

1.1.4 Smart offices

Tradičnú a flexibilnú kanceláriu sme už spomenuli, no je stále kam sa posúvať? A tu nám pomáhajú technológie.

Inteligentná kancelária alebo adaptívne pracovisko je pracovný priestor, ktorý sa prostredníctvom technológie prispôsobuje meniacim sa potrebám svojich používateľov. Tento koncept je dosť podobný flexibilným kanceláriám, no s trocha viac technológiami. To znamená, že každý aspekt pracoviska, od nástrojov spolupráce až po vstavaný priestor, je schopný reagovať na potreby a kontext človeka.

„Inteligentné kancelárie“ využívajú technológie na automatizáciu rutinných a každodenných úloh, aby skutočne optimalizovali prácu a uvoľnili čas na kreativitu – vyvíjanie nových produktov, nápady, ako zvýšiť príjmy spoločnosti atď. [6].

Každý biznis je individuálny a preto vznikajú „inteligentné“ kancelárie na zákazku a technológie sa kombinujú v závislosti od špecifik odvetvia a želaní zákazníka. Ako povedal Ervis Zeqo, manažér rozvoja podnikania a konzultant bezpečnosti IT v spoločnosti eMazzanti Technologies, “Môže to byť IoT pre výrobcu, VR pre dizajnérsku firmu alebo AI

pre veľkú dátovú spoločnosť. Čo je múdre pre jedného, nemusí byť múdre pre druhého a stále sa to mení“ [34].

1.1.5 Situácia vo svete

Microsoft prebudoval svoje kancelárie v Amsterdame, Sydney, ako aj v Bratislave na flexibilný formát: spoločný pracovný priestor, posluchárne, hlboká zóna – na sústredenie len na svoju prácu, kapsule na ticho, otvorené a kryté jedálne, hry, oddychové miestnosti. Náklady na údržbu majetku klesli o 30%, produktivita tímu vzrástla o 25% [3].

Finančná spoločnosť ANZ po implementácii flexibilného konceptu vo svojom sídle v Melbourne zvýšila obrat o 50 miliónov dolárov. Google a Amazon tiež pracujú v tomto formáte.

1.1.6 Situácia na Slovensku

Aj na Slovensku sú firmy, ktoré ponúkajú svoje služby v smere implementácie smart kancelárií. Jednou z nich je spoločnosť „Smart kancelária“, ktorá spolupracuje s ďalšími technologickými spoločnosťami a vyvíja vlastné produkty a následne ich inštaluje. Napríklad s rezervačným systémom Evoko Liso môžu zamestnanci vidieť, ktoré kancelárie sú hneď k dispozícii alebo si môžu priebežne zarezervovať prázdne kancelárie.

Ďalším vývojom je interaktívny displej NovoTouch a bezdrôtový systém NovoConnect. Pomocou nich je možné pripojiť displej k notebooku alebo tabletu a môžete začať pracovať. Softvér umožňuje zdieľať výsledky predaja a ciele v tabuľke a každý môže komentovať, prepisovať a prispievať k číslam a plánom v reálnom čase.

1.2 IoT

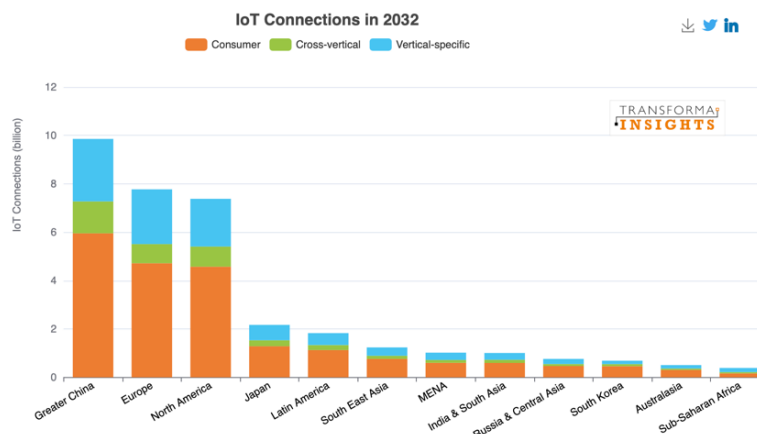
Internet vecí (IoT) alebo Internet všetkého (IoE) je sieť fyzických objektov, v ktorých je zabudovaná elektronika, obvody, softvér a senzory, aby sa mohli pripojiť k sieti [7]. Hoci ide o relatívne novú technológiu, každý z nás tieto zariadenia určite používa v každodennom živote.

Existujú tri kategórie zariadení IoT: Machine-to-Person, Autonómne systémy, Smart Environment, ktoré možno zase rozdeliť do 27 rôznych skupín. Machine-to-Person – interakcia technológie s človekom – sem patria napr. autá s prístupom na internet, inteligentné domácnosti, práčky, chladničky, bankomaty, kancelárska technika, inteligentné okuliare atď. Ďalšou skupinou sú Autonómne systémy – teda zariadenia a systémy, ktoré fungujú bez ľudského zásahu – autonómne vozidlá, sledovanie a monitorovanie majetku,

inteligentný energetický systém. Posledná skupina – Smart Environment – monitorovanie životného prostredia, parkovanie, video dohľad, osvetlenie, požiarny alarm [9].

Základnou myšlienkou internetu vecí je, že zariadenia prepojené medzi sebou a do siete zbierajú a vymieňajú si užitočné informácie. Pomocou tejto technológie dokážeme detekovať a na diaľku ovládať objekty. Čo zase poskytuje priamejšie začlenenie fyzického sveta do počítačových systémov a tiež vedie k zvýšeniu efektívnosti a presnosti [8].

Okrem toho je internet vecí schopný vzájomnej interakcie bez ľudského zásahu. Táto technológia sa začína rozširovať a získava na popularite a v budúcnosti bude počet pripojených zariadení narastať. Podľa najnovších údajov, ktoré máme k dispozícii, je v roku 2023 približne 15,14 miliardy pripojených zariadení internetu vecí [9]. Podľa predpovedí sa do roku 2032 môže počet takýchto zariadení zvýšiť na 34,6 miliárd, z ktorých 72 percent sa bude používať spolu v Číne, Európe a Severnej Amerike [9].



Graf 2 – Predpoveď množstva použitých IoT pripojení v rôznych častiach sveta

Zdroj: (transformainsights.com, 2023)

1.2.1 Vznik a vývoj

Koncom 60. rokov sa internet začal rozvíjať rýchlou blesku. ARPANET, ako prototyp moderného internetu, prvá správa, prvý e-mail, webová stránka – to všetko sa stalo len za 20 rokov. Nasledovali ďalšie etapy: Internet dokumentov, obchodu, aplikácii, ľudí a na začiatku 21. storočia sa objavil internet vecí. Samotný koncept internetu vecí prvýkrát navrhol Kevin Ashton, výkonný riaditeľ Auto-ID Labs na MIT, v roku 1999. IoT definoval ako jedinečne identifikovateľné objekty prepojené pomocou technológie rádiofrekvenčnej identifikácie (RFID).

Evolúcia internetu vecí začala už v 80. rokoch 20. storočia automatom na Coca-Colu. Išlo o prvé zariadenie, ktoré bolo pripojené na internet a dalo sa ovládať na diaľku. V roku

1982 študenti na Carnegie Mellon University napísali serverový program, ktorý sledoval, ako dlho uplynulo, kým bola priehradka v predajnom automate prázdna. Programátori sa mohli pripojiť k stroju cez internet, skontrolovať stav stroja a určiť, či na nich bude čakať chladený nápoj, ak sa rozhodnú ísť dolu k stroju [10].

Ďalším podobným zariadením, ktoré o 7 rokov neskôr vynášli John Romkey so Simonom Hackettom, bol hriankovač. Pomocou internetu mohol človek zapnúť a vypnúť napájanie a opekanie hriankov bolo riadené dĺžkou zapnutia.

1.2.2 Architektúra internetu vecí

Aby sme úspešne implementovali internet vecí, musíme spojiť fyzický a virtuálny svet. Pri návrhu architektúry je potrebné brať do úvahy také faktory ako sieť, komunikácia a procesy. Ďalšou vlastnosťou by mala byť prispôsobivosť, aby zariadenia mohli dynamicky interagovať s ostatnými a udržiavať medzi sebou komunikáciu, keďže veci môžu meniť aj svoju polohu [7].

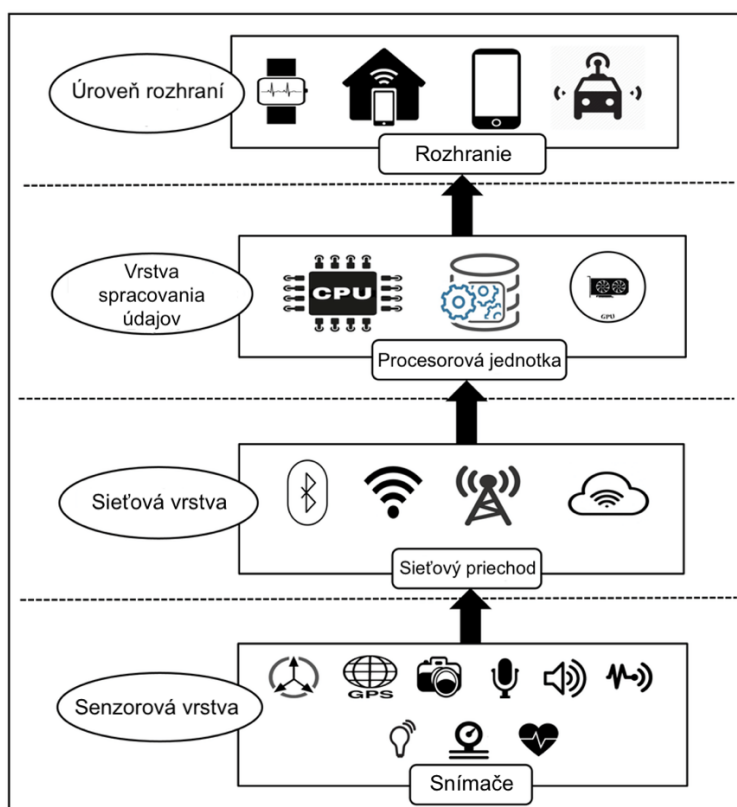
Servisne orientovaná architektúra (SOA) predstavuje koncept či prístup k tvorbe informačných systémov. V poňatí SOA predstavuje informačný systém alebo aplikácie previazanú množinu poskytovaných služieb, ktoré ako celok tvoria požadovanú funkcionálnosť [32].

Pozostáva zo štyroch vrstiev s rôznymi funkciami, ktoré umožňujú interakciu medzi zariadeniami niekoľkými spôsobmi [11]:

- Senzorová vrstva využíva pohybové, environmentálne a polohové senzory, ktorá sa využíva na integráciu všetkých dostupných vecí, na určenie ich stavu a na zhromažďovanie údajov na ďalšiu analýzu.
- Sieťová vrstva slúži ako komunikačný kanál na prenos údajov zozbieraných na vrstve senzorov do iných pripojených zariadení. Sieťová vrstva je implementovaná pomocou rôznych bezdrôtových alebo káblových technológií (Wi-Fi, Bluetooth, Zigbee, Z-Wave, LoRa, GSM, LAN) aby umožnila tok dát medzi inými zariadeniami v rovnakej sieti.
- Vrstva spracovania údajov je navrhnutá tak, aby prijímala údaje, ktoré boli zhromaždené na úrovni senzorov a analyzovala ich, aby bolo možné na základe výsledku prijať ďalšie rozhodnutia. V niektorých zariadeniach internetu vecí (napr. inteligentné hodinky, inteligentné domáce centrum atď.) vrstva spracovania údajov tiež ukladá výsledok predchádzajúcej analýzy, aby sa zlepšila používateľská

skúsenosť. Táto vrstva môže zdieľať výsledok spracovania údajov s inými pripojenými zariadeniami prostredníctvom sieťovej vrstvy.

- Úroveň rozhraní pozostáva z metód interakcie s používateľmi alebo programami. Implementuje a prezentuje výsledky vrstvy spracovania údajov na vykonávanie rôznych aplikácií zariadení IoT, ako je inteligentná doprava, inteligentná domácnosť, osobná starostlivosť, zdravotná starostlivosť atď.



Obrázok 1 – štyri vrstvy internetu vecí

Zdroj: Vlastné spracovanie na základe „A Survey on Sensor-based Threats to Internet-of-Things (IoT) Devices and Applications“

1.2.4 Aplikácie

Technológie internetu vecí možno uplatniť v rôznych odvetviach vrátane priemyselnej automatizácie, dopravy a logistiky, poľnohospodárstva a ďalších. Technológiu priemyselného internetu vecí je možné implementovať do riadenia zásob, roboticky poháňaných vozidiel a automatického napojenia na konkrétneho dodávateľa [16]. Senzory môžu byť použité na meranie podmienok v nákladných autách a poskytujú návrhy na použitie iných trás [20]. Majitelia fariem môžu navyše využívať internet vecí na sledovanie polohy, pohody a zdravia svojich hospodárskych zvierat. V poľnohospodárstve senzory možno využiť na meranie látok v pôde – aby sme vedeli, aké hnojivá použiť a čo konkrétnej

rastline chýba; množstvo vody, svetla, vlhkosti a teploty [18]. Tieto zmeny môžu zvýšiť bezpečnosť a produktivitu pracovníkov.

1.2.5 Otázky bezpečnosti a súkromia

Jedným z hlavných účelov internetu vecí je zber a ďalšia analýza informácií. Každá z týchto „vecí“ môže uchovávať, spracovávať a distribuovať viac ako 50 miliárd osobných informácií [15]. Z tohto dôvodu musí toto odvetvie, ako každé iné, kde sú nejakým spôsobom zapojené používateľské údaje, chrániť informácie, ktoré dostáva. Európsky parlament prijal 14. apríla 2016 všeobecné nariadenie o ochrane údajov (GDPR). Toto nariadenie posilňuje práva dotknutých osôb na súkromie a definuje možnosti prenosu osobných informácií medzi členskými štátmi EÚ.

Hoci EÚ má vyhlásenie o ochrane údajov už od roku 1995, GDPR posilnilo ochranu osobných údajov a prinieslo nové zmeny. Napríklad osobné informácie boli najskôr definované ako všetky informácie týkajúce sa identifikovaných alebo identifikovateľných dotknutých osôb. Po roku 2016 boli zahrnuté informácie o polohe, online identifikátory a genetické informácie.

Internet vecí sa v posledných rokoch stal pre hackerov atraktívnym cieľom. Podľa HP News má jedno IoT zariadenie v priemere 25 problémov zraniteľností, ktoré môžu viesť k úniku dát [12]. Prebehlo aj mnoho štúdií, ktoré potvrdili, že IoT zariadenia majú zraniteľné miesta, ktoré sú vystavené útočníkom [13].

Na rozdiel od internetu IoT analyzuje nielen správanie používateľov pri práci na internete, ale aj rôzne životné vzorce jednotlivých používateľov. Takto je možné zbierať rôznorodejšie a dôvernejšie informácie. Každé zariadenie internetu vecí má svoje vlastné zásady a typy zberu údajov, ako aj riadenie prístupu pre každú „vec“, čo zase môže byť v rozpore s článkami GDPR ohľadom ustanovení politiky kontroly.

Navyše proces digitálneho zabudnutia, ktorý si vyžaduje vymazanie osobných informácií, môže byť dosť zložitý [14]. Pretože v situácii internetu vecí databázy obsahujú množstvo rôznych a rozsiahlych osobných informácií, pričom spoločnosť potrebuje skontrolovať všetky informácie, ktoré má.

1.3 Ako môže IoT zlepšiť prácu v kancelárii

Práca v menej stresujúcom prostredí – so správnou teplotou, atmosférickým tlakom, rezerváciou pracovného priestoru a zasadacej miestnosti a využitím priestoru – má potenciál urobiť zamestnancov šťastnejšími, menej stresovanými a produktívnejšími.

Pozrime sa na príklad, ako bude fungovať inteligentná kancelária. Kým je zamestnanec na ceste do práce, môže si sám upravovať rôzne fyzikálne parametre – teplotu, vlhkosť, zapínať hudbu do práce, teplotu osvetlenia, spúšťať programy na počítači, vyťahovať žalúzie, zapnúť klimatizáciu, aby sa dosiahla požadovaná teplota alebo naopak vypnúť klimatizáciu, keď teplota splňa požiadavky atď. Potom takýto systém sám urobí všetko potrebné, aby dosiahol stav, ktorý chce mať používateľ.

Ak sa pokazí nejaké zariadenie – kávovar, bezpečnostný systém, dokonca aj nefunkčná žiarovka alebo napríklad existuje možnosť nejakého nebezpečenstva – požiar, vlámanie, povodeň – všetky tieto veci môžu byť naprogramované tak, aby poslali upozornenie alebo varovanie zamestnancovi alebo majiteľovi daného zariadenia. V prípade ohrozenia ľudského zdravia existuje možnosť doprogramovania odoslania/uskutočnenia tiesňového volania.

Podľa Raziela Bareketa, obchodného riaditeľa UbiqiSense, sa táto technológia rýchlo celosvetovo prijíma, pretože prináša výhody facility manažérom, finančným riaditeľom a HR: „So zvyšujúcim sa dopytom po produktivite ľudí, zameranie sa na pohodu zamestnancov, vytváranie inteligentnejších a udržateľnejších budov a priestorov môžu senzorové riešenia a technológie v oblasti nehnuteľností pomôcť všetkým osobám s rozhodovacou právomocou, nielen tým, ktorí sa zaoberajú technologickými aspektmi.“ [37]

Organizácie zase môžu pochopiť, ako zamestnanci využívajú svoje priestory, optimálny pracovný čas, mŕtve zóny a najčastejšie používané vybavenie. Tieto informácie im pomáhajú implementovať riešenia, ktoré odrážajú meniace sa potreby zamestnancov.

Okrem toho správa Programu OSN pre životné prostredie odhaduje, že budovy spotrebúvajú 40% svetovej energie, 25% svetovej vody, 40% svetových zdrojov a tvoria približne tretinu svetových emisií skleníkových plynov z ľudskej činnosti. Správne technológie teda môžu byť obrovským faktorom v tom, aby bol svet ekologickejší. Prostredníctvom internetu vecí prepojenie zariadení uľahčí implementáciu technológií „smart grid“, ktorá využíva merače, senzory a iné digitálne nástroje na riadenie toku energie pri integrácii alternatívnych zdrojov energie, ako je slnečná i veterná a prispôsobuje ponuku a dopyt elektriny v reálnom čase pri minimalizácii nákladov a udržiavaní stability a spoľahlivosti siete [33].

Podľa FM Link je prenájom nehnuteľností pre firmy druhým najväčším výdavkom po mzdách, preto je dôležité, aby firmy svoje kancelárie využívali správne [19]. Senzory im môžu pomôcť prenajať priestor navyše alebo sa presťahovať do menšej kancelárie.

1.4 Technológie a platformy pre implementáciu IoT zariadení

V predchádzajúcich častiach už bola spomenutá architektúra IoT zariadení, teda aké komponenty sú potrebné na implementáciu tejto technológie. V tejto časti zväžíme platformy pre zariadenia internetu vecí a ďalšie technológie súvisiace s internetom vecí.

1.4.1 Definícia

Čo je to „platforma IoT“? Na túto otázku neexistuje jednoznačná odpoveď, keďže IoT zariadenia sa využívajú v mnohých odvetviach a pre každý smer sa používa určitá modifikácia platformy pre určité potreby.

IHS Technology, spoločnosť zaoberajúca sa vývojom softvéru, popisuje platformu internetu vecí ako „balíky softvéru, cloudové aj lokálne, a súvisiace služby, ktoré umožňujú a podporujú komplexné služby internetu vecí“ [20]. Poskytujú vstavané nástroje a možnosti na prepojenie každej „veci“ v ekosystéme internetu vecí. Poskytovanie funkcií, ako je správa životného cyklu zariadenia, zdieľanie údajov, analýza údajov, integrácia a aktivácia aplikácií.

Ďalšou definíciou platformy internetu vecí, ktorú uviedol Mahdi Fahmideh vo svojom článku o výskume vývoja platformy internetu vecí je „Platforma internetu vecí je súbor entít s podporou technológií vrátane fyzických inteligentných objektov (napríklad senzorov, ovládačov, videokamier, inteligentných značiek a sledovacích štítkov), ako aj softvérových služieb a systémov, ktoré sú prepojené a spolupracujú.“ [35]

Podľa Minerauda et al. „platforma internetu vecí je definovaná ako middleware a infraštruktúra, ktorá umožňuje koncovým používateľom interakciu s inteligentnými objektmi“ [36].

1.4.2 Hlavné funkcie platforiem internetu vecí

Platformy internetu vecí zahŕňajú množstvo základných funkcií na zabezpečenie správnej a bezpečnej implementácie internetu vecí a ich komplexného dohľadu, kontroly a rozvoja. V tejto podsekcii sa budeme zaoberať hlavnými funkciami platforiem služieb internetu vecí.



Obrázok 2 – Bežné funkcie platformy služieb IoT

Zdroj: Vlastné spracovanie na základe “Internet of Things From Hype to Reality“

Správca platformy je určený na ovládanie a správu bežných funkcií. Umožňuje správcovi systému alebo aplikačnej vrstve spravovať komponenty a rozhrania platformy IoT. Používa sa tiež na monitorovanie, konfiguráciu, riešenie problémov a aktualizáciu modulov platformy [21].

Zisťovanie a registrácia sú procesy identifikácie a komunikácie informácií o existujúcich objektoch internetu vecí a ich umiestnení. Presná detekcia je nevyhnutná pre väčšinu úloh správy internetu vecí, ako je správa aktív, monitorovanie, plánovanie a diagnostika siete, analýza porúch.

Správca komunikácie je zodpovedný za udržiavanie komunikácie s ostatnými funkciami platformy, aplikáciami a zariadeniami. Ďalšou funkciou komunikačného manažéra je schopnosť poskytnúť globálny pohľad na stav celej základnej siete platformy.

Zhromažďovanie, ukladanie a zdieľanie informácií medzi rôznymi entitami platformy je jednou z kľúčových požiadaviek na platformu služieb internetu vecí. Za to zodpovedá *správca údajov a úložiska*.

Na rozdiel od minulosti s *riadením firmvéru* nebol problém, pretože staršie zariadenia vyžadovali aktualizáciu operačného systému len zriedka. Dnes dodávatelia poskytujú pravidelné aktualizácie firmvéru, často ako spôsob, ako opraviť chyby alebo zaviesť nové funkcie.

Topológia siete IoT označuje umiestnenie rôznych prvkov (senzory, brány, prepínače, spojenia medzi bránami a prepínačmi atď.). Topológia môže byť fyzická (umiestnenie skutočných prvkov IoT do grafu) alebo logická (reprezentujúca virtuálne informácie, ako sú údaje o virtualizácii siete, tok údajov v sieti) a často je explicitne znázornená v štruktúrovanom grafe. Jednou z funkcií je schopnosť mapovať fyzickú IoT sieť, ktorá

zahŕňa IoT zariadenia a sieťové prvky. Používateľ by mal mať možnosť filtrovať, ktoré zariadenia sa majú zobrazit'.

V odvetví služieb môže byť prítomná funkcia *správy účtovania*. Používa sa na výpočet a vykazovanie nákladov na základe predplatného alebo používania služby. Podporuje rôzne modely spoplatňovania vrátane online kontroly kreditu v reálnom čase, ktoré sú prepojené so systémom spoplatňovania v základnej sieti internetu vecí.

1.4.3 Cloud computing

Cloudový internet vecí (Cloud Internet of Things) využíva služby cloud computingu na zhromažďovanie a spracovanie údajov zo zariadení internetu vecí, ako aj na vzdialené ovládanie zariadení. Škálovateľnosť cloudových platforiem umožňuje spracovávať veľké množstvo dát. Okrem toho umožňuje analýzu údajov v reálnom čase, čo umožňuje lepšie informované rozhodovanie, optimalizáciu a zmiernovanie rizík. Cloud IoT tiež uľahčuje správu pripojených zariadení vo veľkom rozsahu.

1.4.4 Príklady platforiem

Nedávne štúdie poukazujú na skutočnosť, že existuje viac ako 30 platforiem internetu vecí používaných rôznymi spoločnosťami a tento počet neustále rastie [22]. Aby si firmy vybrali poskytovateľa služieb, musia pred zvažovaním investície do konkrétnej platformy internetu vecí zvažovať určité faktory, ako je typ hardvéru, protokoly, vizualizácia dát, doplnkové služby atď. Keďže každý poskytovateľ má svoje vlastné charakteristiky a odlišné služby, ktoré ho odlišujú od ostatných.

Platformy môžu byť napríklad open source, ako je Arduino, alebo komerčné riešenia, ako je AWS IoT, Azure IoT Hub alebo Google Cloud IoT. Na zber dát je možné použiť rôzne protokoly – MQTT, HTTP, CoAP, AMQP. Ďalším rozdielom sú bezpečnostné opatrenia: Šifrovanie linky (SSL/TSL), autentifikácia (X.509, založená na SIM), správa identity (LDAP).

2. Cieľ práce a metodika práce

Tato kapitola sa zameriava na stanovenie hlavných a čiastkových cieľov práce, ako aj na popis jej metód a metodiky.

2.1 Hlavné a čiastkové ciele

Hlavným cieľom bakalárskej práce bolo pomocou platformy Arduino alebo obdobnej riadiacej jednotky navrhnuť a naprogramovať ovládacie IoT zariadenie pre smart kanceláriu a taktiež vytvoriť interface na jej rezerváciu a nastavenie pracovných podmienok požadovaných klientom. Postupom času bude kancelársky pracovník schopný monitorovať dostupné ukazovatele, ktoré senzory nasnímali počas dňa, čo pomôže v budúcnosti ďalej udržiavať primerané podmienky pre prácu.

Na uľahčenie dosiahnutia základného cieľu tejto práce, sme ho rozdelili do niekoľkých čiastkových cieľov.

Po prvé, navrhnutie hardvéru – identifikovať potrebné snímače na základe vopred nami vybraných ukazovateľov, ktoré chceme merať – teplota, vlhkosť, kvalita ovzdušia atď., zvoliť vhodné komunikačné protokoly (WIFI alebo Bluetooth).

Po druhé, vývoj softvéru – naprogramovali sme mikrokontroler Arduino na prijímanie, spracovanie a posielanie údajov na server, navrhnuť aplikáciu pre koncového užívateľa, ktorá mu uľahčí rezerváciu kancelárskych priestorov a nastavenie požadovaných pracovných podmienok. Taktiež našim cieľom bolo testovanie zariadenia ako celku a jeho komunikácie medzi serverom a klientskou aplikáciou.

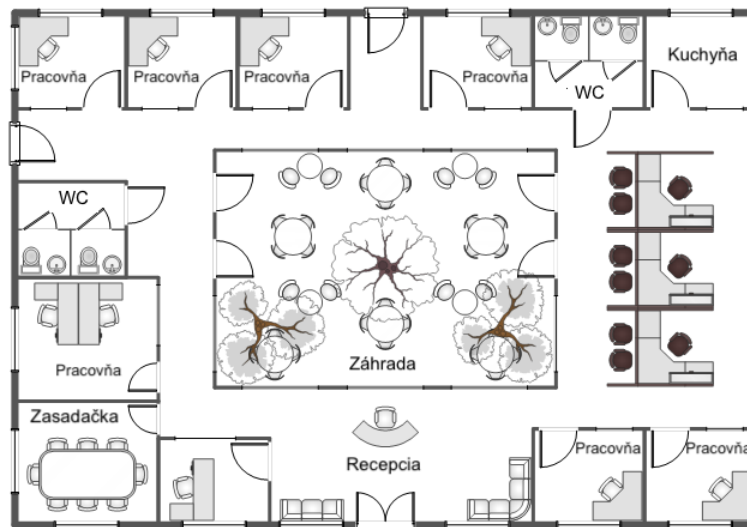
A v neposlednom rade, zabezpečili sme ľahkú udržiateľnosť systému a pripravili jeho budúce úpravy a rozšírenie funkcionality na základe potrieb a požiadaviek používateľa.

2.2 Metódy a metodika práce, charakteristika objektu skúmania

Objektom našej štúdie je komplexný systém inteligentnej kancelárie, ktorý sme vyvinuli pomocou platformy Arduino, snímačov a ďalších kritických komponentov. Pri návrhu konceptu inteligentnej kancelárie sme vychádzali z modelu kancelárie znázornenej na obrázku 3.

Sústredili sme sa na návrh a realizáciu senzorov len pre jednu miestnosť a časť chodby, aby sme názorne ukázali, ako vyzerajú ostatné podobné miestnosti. Tento dizajn kancelárskej miestnosti je navrhnutý pre jednu osobu, keďže naše riešenie je zamerané na výber pohodlných pracovných podmienok pre jedného zamestnanca. Ak sú v miestnosti dvaja alebo viacerí ľudia, nastavenie určitých fyzických hodnôt sa stáva problematickým.

Niektor napríklad preferuje prácu v chladnejších podmienkach, iný chce vyššiu teplotu vzduchu v miestnosti atď.



Obrázok 3 – plán kancelárie, na ktorom je založený náš model

Zdroj: Vlastné spracovanie na základe www.conceptdraw.com

Podľa Nariadenia vlády č. 391/2006 Z. z., ktoré popisuje minimálne bezpečnostné a zdravotné požiadavky na pracovisku sme pri modelovaní kancelárskych priestorov každému prideliť 9 m² s dĺžkou 3,5 metra a šírkou 2,5 metre. Vzhľadom na veľkosť nášho modelu ti činí v danej mierke 30 cm na dĺžku a 20 cm na šírku.

Ďalšia etapa pozostávala z výberu a inštalácie mikrokontroléra, snímačov a doplnkových prvkov pre správnu činnosť systému. V našom modeli môžeme všetky použité prvky rozdeliť do troch skupín – mikrokontrolér Arduino, senzory a pomocné prvky, ako ventilátor, objímka, žiarovka, ale aj vodiče atď. Niektoré nápady a inšpirácie na realizáciu prvkov boli prevzaté z už hotových projektov.

Poslednou časťou tohto projektu je systém rezervácie miestnosti, pričom typ našej kancelárie je ad hoc kancelária, teda kancelária na požiadanie. V prípade potreby kancelárie si klient môže za pár minút rezervovať priestor pre seba. Preto sme vyvinuli aplikáciu, v ktorej si používateľ môže zvoliť nielen umiestnenie miestnosti a kam smerujú jej okná, ale aj rôzne nastavenia ako je teplota, vlhkosť či množstvo svetla. Aplikácia bola vyvinutá pomocou platformy PowerApps, čo výrazne zjednodušilo a skrátilo čas vykonania tohto projektu.

Na dosiahnutie stanovených cieľov sme použili nasledovné výskumné metódy. Prvá je porovnávacía pre výber snímačov, dosiek a ďalších prvkov. Na začiatku sme určili technické požiadavky na komponenty, následne sme si preštudovali ponuky rôznych firiem

a vybrali súčiastky, ktoré spĺňali naše kritériá. Ďalšou metódou bol experiment – tu sme testovali funkčnosť modelu kancelárie – správnu činnosť senzorov, výmenu dát s cloudom a sledovanie zmien fyzikálnych veličín (teplota, vlhkosť, svetlo). Pre rezervačný systém sme použili metódu užívateľského testovania, počas ktorej mali reálni užívatelia možnosť si aplikáciu vyskúšať a následne dať spätnú väzbu na intuitívnosť, funkčnosť a možné vylepšenia aplikácie.

3. Výsledky práce a diskusia

V tejto časti sa budeme podrobne zaoberať použitými prvkami, princípom ich fungovania a na čo slúžia, jednotlivými kancelárskymi systémami, ako je bezpečnostný a vstupný systém, klimatizácia, osvetlenie atď. a taktiež ako bol vytvorený rezervačný systém a ako funguje.

3.1 Použité komponenty

V tejto podkapitole detailne vysvetlíme, aké komponenty sme využili na vytvorenie systému ovládania kanceláriu.

3.1.1 Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 je doska mikrokontroléra, ktorá umožňuje vytvárať projekty v rôznych oblastiach, napríklad na vytvorenie 3D tlačiarne, v oblasti robotiky na ovládanie robota, alebo pomocou senzorov a modulov je možné realizovať množstvo nápadov v oblasti IoT, napríklad ovládanie svetla a hudby a podobne.

Ako hlavný procesor (CPU) Arduino Mega používa mikročip ATmega2560, s frekvenciou 16 MHz. S 256 KB ISP flash pamäte, 8 KB SRAM a 4 KB EEPROM.

Má 54 digitálnych I/O¹ pinov (15 z nich možno použiť ako PWM² výstupy) a 16 analógových vstupov. Na pripojenie napájania k doske môžeme použiť USB pripojenie alebo externý AC/DC adaptér [24].

Na rozdiel od svojho príbuzného Arduino Uno je Mega navrhnutý pre zložitejšie projekty, ktoré vyžadujú viac I/O a viac pamäte. Tabuľka 1 ukazuje hlavné rozdiely medzi týmito dvoma mikropočítačmi.

ARDUINO	UNO	MEGA
Mikrokontrolér	ATmega328	ATmega2560
Prevádzkové napätie	5V	5V
Vstupné napätie	7-12V	7-12V
Digitálne I/O piny	14	54
Analógové vstupné piny	6	16
Jednosm. prúd na I/O pin	40 mA	40 mA
Jednosm. prúd pre 3,3V pin	50 mA	50 mA
Flash pamäť	32 KB	256KB
SRAM	2 KB	8KB
EEPROM	1 KB	4KB
Hodinový takt	16 MHz	16 MHz

Tabuľka 1 – porovnávanie Arduino Uno a Arduino Mega Zdroj: vlastné spracovanie

¹ Input/Output

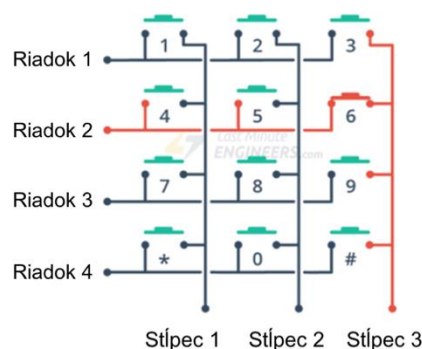
² Pulse-width modulation

3.1.2 Maticová klávesnica 3*4

Maticová klávesnica bola použitá ako jeden z troch prvkov nášho kancelárskeho bezpečnostného systému. Najbežnejšie typy klávesníc sú 4*4 (16 kláves) a 4*3 (12 kláves, 4 riadky a 3 stĺpce). V prvom sú písmená aj číslice, v druhom len čísla a doplnkové znaky. Naša voľba padla na klávesnicu s 12 klávesmi.

Je to vstupné zariadenie, ktoré umožňuje užívateľovi zadať heslo, využíva techniku multiplexovania. Používa sa na zníženie počtu I/O pripojení. V prípade ovládania 4*3 klávesnicou je potrebných len 7 pinov, ktoré sa následne pripoja k mikrokontroléru. Ak by táto technológia nebola implementovaná, potrebovali by sme 12 pinov pre tlačidlá a jeden pre spoločnú zem. Na riadiacom module by sme teda obsadili až 13 pinov [23].

Ako môžeme vidieť na obrázku 4, stlačením klávesu „6“ sa spojí riadok 2 a stĺpec 3, čím sa umožní prenos elektrického signálu medzi nimi. Mikro počítač identifikuje, ktorý stĺpec a riadok sú aktuálne pripojené a určí, ktoré tlačidlo bolo stlačené.



Obrázok 4 – príklad fungovania maticovej klávesnice

Zdroj: Vlastné spracovanie na základe lastminuteengineers.com

3.1.3 Wi-fi modul ESP8266-01 a Logic Level Converter

ESP8266 je kompaktný modul so zabudovaným TCP/IP protokolom, umožňujúci akémukoľvek mikrokontroléru prístup k WiFi pripojeniu. Obsahuje prednastavený firmware³ s AT príkazmi⁴, cez ktoré je možné riadiť jeho funkcie [25]. Okrem toho má ESP8266 zabudovaný samostatný procesor a pamäť, čo umožňuje, aby bol modul samostatným zariadením, ktoré pre fungovanie nepotrebuje pripojenie k Arduino. Používali sme ho na odosielanie dát do cloudu, ktoré boli nasnímané pomocou senzorov a na odosielanie príkazov do Arduino, ak chceme niečo zapnúť alebo vypnúť.

³ Firmware je typ softvéru, ktorý poskytuje strojové pokyny hardvérovým komponentom zariadenia

⁴ AT príkazy (“AT” znamená “pozornosť”) sú inštrukcie používané na ovládanie modemu

Keďže doska Arduino má napätie 5 voltov a modul ESP8266 má napätie 3,3 voltu, pre správnu komunikáciu spolu s modulom Wi-fi je potrebné použiť aj konvertor logickej úrovne. Ak ho nepoužijeme, môže to spôsobiť množstvo problémov. Po prvé, existuje riziko poškodenia kontaktov na esp8266 v dôsledku poškodenia prekročením napätia 5V. Druhým dôvodom použitia prevodníka je efektívnosť procesu odosielania dát. Samotný mikrokontrolér bude môcť odosielať dáta do Wi-Fi modulu, ale v opačnom procese mikrokontrolér ich nebude môcť prijímať. Je to preto, že 3V signál nemusí byť dostatočne vysoký na to, aby sa 5V systém spoľahlivo zaregistroval ako logický vysoký.

3.1.4 Modul teploty a vlhkosti – DHT11

DHT11 je senzor na snímanie vlhkosti a teploty okolitého prostredia. V našom projekte sme využili verziu modulu na malom plošnom spoji s tromi vývodmi, ktorý nevyžaduje použitie rezistora, pretože je už zabudovaný. Senzor meria teplotu v rozsahu 0 až 50 stupňov Celzia s presnosťou ± 1 °C a vlhkosť v rozmedzí 20 – 90% s presnosťou $\pm 4\%$ [26].

Pomocou komponentu na snímanie vlhkosti, DHT11 meria relatívnu vlhkosť. Toto je miera vlhkosti vo vzduchu vzhľadom na to, koľko vodnej pary vzduch aktuálne obsahuje vzhľadom na maximálne množstvo, ktorú môže držať pri danej teplote. Tento komponent zadržiava vlhkosť a porovnáva nameranú hustotu vodnej pary a hustotu vodnej pary v bode nasýtenia.

DHT11 obsahuje aj NTC termistor na meranie teploty. Termistor je typ rezistoru, ktorého odpor sa mení s teplotou, ak teplota v miestnosti stúpa, odpor klesá [23].

3.1.5 Ultrazvukový senzor

Ultrazvukový senzor je prístroj, ktorý meria vzdialenosť k objektu vyžarovaním ultrazvukových vln a premenou odrazeného zvuku na elektrické signály. Princíp fungovania ultrazvukového senzora zahŕňa využitie ultrazvuku, ktorý sa šíri rýchlejšie ako počuteľný zvuk, na určenie vzdialenosti. Tento senzor obsahuje dva primárne prvky – vysielateľ, ktorý využíva piezoelektrický kryštál na vysielanie zvukových vln a prijímač, ktorý detekuje odrazené ultrazvukové vlny [27].

Pomocou neho sme vedeli, či je človek prítomný v miestnosti, kedy zamestnanec prišiel do kancelárie, kedy skončil v práci, koľkokrát mal prestávku atď. Ak sa nameraná vzdialenosť mení v malých odchýlkach, znamená to, že osoba je prítomná na pracovisku, ak sa nameraná vzdialenosť nemení, zamestnanec opustil miestnosť.

Jednou z nevýhod tohto snímača je úzky uhol merania efektívnej vzdialenosti, iba 15 stupňov. Aby sme tento problém vyriešili, umiestnili sme snímač blízko počítača. Senzor teda nebude reagovať na to, že niekto vstúpil do miestnosti, keďže ona sa nebude nachádzať v poli jeho merania, ale iba prítomnosť zamestnanca na pracovnom mieste.

3.1.6 Fotorezistor

Fotorezistory sú zariadenia citlivé na svetlo, ktoré sa najčastejšie používajú na indikáciu prítomnosti alebo neprítomnosti svetla alebo na meranie intenzity svetla. Menia svoj odpor, keď na ne dopadá svetlo. Vysoká intenzita svetla dopadajúca na povrch spôsobí nižší odpor, zatiaľ čo nižšia intenzita svetla spôsobí vyšší odpor.

Použili sme modul, ktorý pozostáva zo samotného fotorezistora a vstavaného 10 k Ω odporu. V našom projekte sme ho použili ako súčasť systému inteligentného osvetlenia.

3.1.7 LED dióda

LED dióda je elektronický prvok, ktorý vyžaruje úzko spektrálne svetlo. Vyžarovaná farba závisí od štruktúry PN prechodu a použitého materiálu, navyše vzhľadom na vyžarovanú farbu LED diódy využívajú rôzne napätia a prúdy. Typicky 1,9 V až 3,5 V a 20 mA až 25 mA.

V našom projekte slúži dióda ako analógia žiarovky, aby sme ukázali, ako funguje inteligentné osvetlenie. Pre diódu sme pridali aj odpor 220 Ohm. Rezistory znižujú prietok elektrického prúdu. Čím je nominálna hodnota odporu vyššia, tým má väčší odpor a tým menej elektrického prúdu ním prejde [31]. Použili sme ho na nastavenie veľkosti prúdu pretekajúceho cez LED a teda toho, ako jasne svieti.

3.1.8 Relé

Do schémy sme pridali aj reléový modul, ktorý pozostáva zo štyroch relé a modulu ovládania relé. Modul riadenia relé je rozhranie, s ktorým komunikuje riadiaca jednotka. Obsahuje vstupné svorky pre pripojenie k mikrokontroléru ako aj výstupné svorky pre pripojenie k záťaži. Obsahuje aj ochrannú diódu, tranzistor a rezistor.

Samotné relé sa používa ako elektromagnetický spínač, ktorý možno použiť na aktiváciu alebo deaktiváciu zariadenia alebo komponentu. Arduino sa pripája k reléovému modulu a dodáva mu vstupné napätie, čo mu umožňuje zapínať a vypínať vysokonapäťové záťaže. Vďaka tomu je užitočný na ovládanie zariadení vyžadujúcich vyššie napätie, ako sú

lampy, elektrospotrebiče a pod. [28]. Používali sme ho na zapínanie a vypínanie ventilátora a zvlhčovača pri splnení určitých podmienok.

3.1.9 Servomotor

Servomotory sú motory, ktoré nám umožňujú presne ovládať fyzický pohyb. Dĺžka impulzu určuje polohu servomotora, napríklad impulz 2 ms otočí motor o 180 stupňov [23].

V našej simulácii kancelárie máme jeden servomotor ako súčasť vstupného systému na ovládanie otvárania a zatvárania dverí kancelárie.

3.1.10 Modul pasívneho buzzera (bzučiaka)

Piezo bzučiaky sú typom zvukového meniča, ktorý možno použiť na generovanie zvuku. Existujú dva typy bzučiakov na základe zvukov, ktoré vydávajú – aktívne a pasívne.

Privedenie napätia na svorky piezo bzučiaka spôsobí miernu deformáciu piezo disku a zmenou tohto napätia bude piezo disk vibrovať a vydávať zvuk. To nám umožňuje generovať akúkoľvek notovú frekvenciu, ktorú chceme hrať [29].

My sme využili modul pasívneho bzučiaka, ktorý už obsahuje tranzistor i rezistor a, teda má výhodu, že môže meniť výšku alebo tón zvuku [30]. Pridali sme ho ako prvok bezpečnostného a vstupného systému, aby používateľ pochopil, či bolo zadané správne heslo alebo nie. Aktívne bzučiaky môžu vydávať iba jeden zvuk, a preto padla voľba na pasívne kvôli možnosti naprogramovať vyžarovanie širokej škály zvukov.

3.1.11 MQ135 senzor

Na meranie kvality vzduchu sme použili senzor MQ135. Tento detekuje množstvo škodlivých plynov vo vzduchu, ako je síra, amoniak, oxidy dusíka, oxid uhličitý, dym atď. Obsahuje prvok, ktorý pri zahrievaní interaguje s plynmi vo vzduchu. Ak senzor zaznamená prítomnosť plynov vo vzduchu, jeho odpor sa zvýši alebo zníži v závislosti od druhu plynu. V súlade s tým sa zmení aj napätie na rezistore, čo bude indikovať prítomnosť škodlivých látok vo vzduchu.

3.1.12 Dodatočné vybavenie

V neposlednom rade je to ventilátor, zvlhčovač a elektrická zásuvka. Ventilátor funguje ako imitácia klimatizácie. K relé sme pripojili aj zásuvku, do ktorej sme zapli zvlhčovač. Všetky tri zariadenia sa používajú v klimatizačnom systéme, sú pripojené k relé a sú riadené mikrokontrolérom.

3.2 Arduino IDE a Adafruit IO

Na napísanie kódu sme použili Arduino IDE – platformu vytvorenú na programovanie senzorov a mikrokontrolérov, ako sú Arduino Mega, Uno atď. Najčastejšie sa používa na projekty internetu vecí alebo robotiky. Programovací jazyk je založený na C++ a je navrhnutý tak, aby sa ľahko dal naučiť aj začiatočníkom a neprogramátorom. Okrem toho má platforma veľkú knižnicu s vopred napísaným kódom.

Na ukladanie údajov sme použili platformu Adafruit IO. Hlavným dôvodom výberu tejto konkrétnej cloudovej platformy je jej funkčnosť. Po prvé, podpora pre dosku Arduino Mega, ktorú sme si vybrali. Po druhé, prítomnosť ovládacích tlačidiel, okrem prezerania minulých údajov, sme schopní komunikovať s pripojeným zariadením. Ďalšou výhodou je odosielanie upozornení, ak sa niektorý z ukazovateľov dramaticky zmení.

3.3 Bezpečnostný a vstupný systém

Náš bezpečnostný a vstupný systém pozostáva z troch hlavných prvkov – klávesnice, servomotora a modulu bzučiaka, ktoré sú pripojené k Arduino na odosielanie a prijímanie dát.

Pre vstup do kancelárie používateľ zadá pomocou klávesnice štvormiestne heslo a na konci symbol mriežky – program tak bude vedieť, že zadávanie hesla je ukončené. Heslo sme predtým v programe zakódovali ako pole znakov (pozri obrázok 5). Funkcia strcmp() potom symbolicky porovná reťazec „enteredPassword“ (heslo zadané používateľom) s reťazcom „password“. Ak sa kódy zhodujú, funkcia vráti 0, po ktorej program pokračuje. Ďalej používateľ začuje dlhý zvuk bzučiaka, čo znamená, že bolo zadané správne heslo a Arduino spustí servomotor otočením o 90 stupňov, po ktorom sa dvere otvoria a po krátkej pauze ich servomotor zatvorí.

```
char password[] = "1234";
```

Obrázok 5 – ukážka kódu Zdroj: (vlastné spracovanie)

Ak sa heslá nezhodujú, aktivuje sa iný akčný algoritmus. Najskôr bzučiak vydá dve krátke pípnutia, aby informoval používateľa o neúspešnom pokuse o overenie. Potom sa program vráti na úplný začiatok, čo umožňuje užívateľovi zadať heslo znova, bez obmedzenia počtu neúspešných pokusov.

Pre správne fungovanie prvkov boli do programu pridané dve knižnice (balíky kódu – väčšinou funkcie) – pre klávesnicu a pre servomotor, čo výrazne redukuje náš kód.

```
#include <Keypad.h>
#include <Servo.h>
```

Obrázok 6 – ukážka kódu Zdroj: (vlastné spracovanie)

Použili sme aj funkciu `memset()`, ktorá sa prejaví ako v prípade správneho hesla, tak aj v prípade nesprávneho hesla. Táto funkcia sa používa na vymazanie obsahu poľa „`enteredPassword`“, každému prvku priradí hodnotu 0.

```
memset(enteredPassword, 0, sizeof(enteredPassword));
```

Obrázok 7 – ukážka kódu Zdroj: (vlastné spracovanie)

3.4 Systém osvetlenia

Ďalším systémom v našej simulácii kancelárie je systém inteligentného osvetlenia. Zahrnuli sme fotorezistorový modul, červenú LED a rezistor pre diódu. Tieto dve zariadenia budú vykonávať dve hlavné funkcie: automatické osvetlenie v závislosti od množstva prirodzeného svetla a diaľkové ovládanie intenzity svetla cez Adafruit IO. Výhodou je, že systém je zameraný na optimalizáciu spotreby energie, no zároveň si užívateľ môže nastaviť úroveň osvetlenia podľa vlastného želania.

Hlavným prvkom v tomto systéme je fotorezistor, ktorý nepretržite meria úroveň osvetlenia v miestnosti a na základe jeho indikátorov program určí, či je potrebné svetlo zapnúť alebo nie. Ak množstvo slnečného svetla klesne na 60 percent, čo znamená, že sa blíži západ slnka alebo zamračené počasie, systém rozsvieti červenú LED diódu, ktorú sme použili ako náhradu za bežnú žiarovku. Po dosiahnutí 60% sa intenzita svetla lampy úmerne zvýši v závislosti od hodnoty nameranej fotorezistorom.

Zoberme si časť kódu, na začiatku funkcia `io.run()` aktualizuje pripojenie k platforme, potom `analogRead()` načítava hodnotu z fotorezistora. Následne ho `map()` skonvertuje na percentá, takže príkaz `if else` porovná, či jas presahuje nastavenú hranicu 60%. A na konci sa upraví jas LED.

```

void loop() {
  io.run();

  int photoResistorValue = analogRead(photoResistorPin);
  int lightPercentage = map(photoResistorValue, 0, 1023, 0, 100);

  if (lightPercentage < lightThreshold) {
    int targetBrightness = map(lightPercentage, 0, lightThreshold, 255, 0);
    setBrightness(targetBrightness);
  }
}

```

Obrázok 8 – ukážka kódu Zdroj: (vlastné spracovanie)

Ďalšou vlastnosťou tohto systému je manuálne ovládanie svetla podľa potrieb užívateľa. Aby sme mohli tento ukazovateľ spraviť, pripojili sme platformu Adafruit IO, ku ktorej je možné pristupovať odkiaľkoľvek s pripojením na internet. Je to funkcia `io.feed(„Brightness“)` s argumentom „Brightness“, čo znamená feed v Adafruit IO na ovládanie LED. Tato funkcia vytvára spojenie medzi mikrokontrolérom a pripojenými prvkami a riadiacou platformou.

3.5 Systém klimatizácie

Náš tretí systém, ovládanie klimatizácie, má tri prvky a štyri funkcie. Je navrhnutý tak, aby monitoroval a reguloval podmienky vnútorného prostredia, ako je teplota, vlhkosť a kvalita vzduchu, čím sa zaisťuje optimálny komfort a kvalita vzduchu pre pracovníka. Komponenty tohto systému sú nasledovné: dva senzory – DHT11, na meranie teploty a vlhkosti a senzor MQ135 na monitorovanie kvality vzduchu. Pridali sme aj relé, ktoré je zodpovedné za zapínanie a vypínanie ventilátora, zvlhčovača a čističky vzduchu. Rovnako ako v predchádzajúcich systémoch sú všetky časti pripojené k Arduinu na výmenu dát.

Pozrime sa na funkčnosť systému. Prvé tri funkcie sú si dosť podobné – ak je nameraná hodnota väčšia alebo menšia ako nastavená hodnota, zapne sa určité zariadenie. Napríklad DHT11 meria teplotu, ak je vyššia ako 25 stupňov, mikrokontrolér a relé zapne ventilátor. Rovnaký senzor meria vlhkosť, tu nastavíme prah 30%, ak je nameraná vlhkosť rovná alebo nižšia ako táto hodnota, osviežovač vzduchu sa aktivuje. Okrem toho môže systém zapnúť čističku vzduchu, ak senzor MQ135 zaznamená príliš veľa škodlivín.

A poslednou funkciou je ovládanie indikátorov užívateľom cez Adafruit IO. Užívateľ si môže nastaviť konkrétne hodnoty teploty a vlhkosti, po ktorých ich program porovná s reálnymi hodnotami, po ktorých môže zapnúť alebo vypnúť určité zariadenie, aby dosiahol požadované hodnoty.

Na ovládanie zariadení sme použili vnorený príkaz `if else`, pred kontrolou či je podmienka splnená a pred zapnutím relé program skontroluje, či má používateľ zapnutý automatický režim v Adafruit IO alebo si sám nastavil požadovanú teplotu. Podobný kód bol napísaný pre vlhkosť. Čo sa týka kvality vzduchu, tam sme pridali len automatický režim.

```
if (tempAutomaticMode) {
  if (temperature > 25) {
    digitalWrite(fanRelayPin, HIGH);
  } else {
    digitalWrite(fanRelayPin, LOW);
  }
} else {
  if (temperature > getCloudPropertyTemperature()) {
    digitalWrite(fanRelayPin, HIGH);
  } else {
    digitalWrite(fanRelayPin, LOW);
  }
}
```

Obrázok 9 – ukážka kódu Zdroj: (vlastné spracovanie)

3.6 Systém detekcie obsadenosti

Opísaný systém detekcie prítomnosti využíva ultrazvukový senzor pripojený k mikrokontroléru Arduino a pripája sa k Adafruit IO na vzdialené monitorovanie a ovládanie. Tento systém je navrhnutý tak, aby zisťoval prítomnosť predmetov alebo osôb v danom dosahu a hlásil stav prítomnosti v reálnom čase.

Vo svojom jadre sa systém spolieha na ultrazvukový senzor, ktorý vysiela vysokofrekvenčné zvukové vlny a meria čas, za ktorý sa vlny odrazia po dopade na predmet. Toto meranie času umožňuje systému vypočítať vzdialenosť medzi senzorom a objektom a poskytnúť tak indikáciu obsadenosti.

Mikrokontrolér Arduino spracováva dáta senzora a určuje obsadenosť na základe vopred definovaných prahov vzdialenosti. V poskytnutom kóde, ak je objekt detekovaný do 100 cm od snímača, priestor sa považuje za obsadený; inak sa považuje za neobsadený. Tento stav zaneprázdnenia sa potom prenáša na platformu Adafruit IO.

Na začiatku sme pridali dve knižnice pre pripojenie ku cloudu a pre ultrazvukový senzor a tiež sme definovali piny, kam sme senzor pripojili a názov, id, názov konštant pre dáta Adafruit IO.

```

void loop() {
  if (!mqtt.connected()) {
    MQTT_connect();
  }

  int occupancy = detectOccupancy();
  Serial.print("Occupancy: ");
  Serial.println(occupancy);
  occupancyFeed.publish(occupancy);

  mqtt.processPackets(10000);
  delay(1000);
}

int detectOccupancy() {
  long duration, distance;
  digitalWrite(triggerPin, LOW);
  delayMicroseconds(2);
  digitalWrite(triggerPin, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(triggerPin, LOW);
  duration = pulseIn(echoPin, HIGH);
  distance = (duration * 0.0343) / 2;

  if (distance < 100) {
    return 1;
  } else {
    return 0;
  }
}

```

Obrázok 10 – ukážka kódu Zdroj: (vlastné spracovanie)

Aby sme zistili, či je niekto v miestnosti, vytvorili sme funkciu `int detectOccupancy`, ktorá sa potom volá funkciou kontinuálnej `void` slučky. Najprv definujeme premenné s dátovým typom `long`, po čom príkaz `digitalWrite(triggerPin, HIGH)` aktivuje senzor a odošle impulz. Pred a po vyslaní impulzu musíme dať snímač do stavu `LOW`, aby nedochádzalo k rušeniu alebo falošnému spusteniu. Potom `pulseIn()` prijme signál späť a meria trvanie zachytávania v mikrosekundách. Aby sme toto trvanie previedli na vzdialenosť, vynásobíme ho rýchlosťou zvuku (asi 343 metrov za sekundu) a vydělíme dvoma, pretože impulz prejde vzdialenosť k objektu a späť. A na záver sme pridali príkaz `else`, aby sme skontrolovali, či je nameraná vzdialenosť menšia ako 100 cm, ak áno, tak sa vráti hodnota 1, teda osoba je prítomná na pracovisku, inak sa vráti 0. Ako prahovú hodnotu sme zvolili vzdialenosť 1 m, keďže odporúčaná vzdialenosť medzi monitorom by mala byť medzi 50 a 100 cm.

Po vykonaní tejto funkcie `occupancyFeed.publish(occupancy)` aktualizuje hodnotu a funkcia opäť pokračuje v meraní.

3.7 Riešenie problému a výmena mikrokontroléra

Na začiatku sme si ako základnú dosku vybrali Arduino Mega kvôli jej vlastnostiam popísaným v časti 3.1.1. Žiaľ, počas fázy implementácie projektu a testovania zariadenia sme narazili na problém, ktorý nám zabránil pokračovať v projekte. Problém bol v tom, že wifi modul a doska sa nevedeli pripojiť na internet.

Ako náhradu sme zvolili NodeMCU 1.0 už so zabudovaným wifi modulom, vďaka čomu sme mohli náš problém vyriešiť. Keďže je tento mikrokontrolér kompatibilný s Arduino IDE a cloudovou platformou, to nám umožnilo urobiť len minimálne zmeny v našom kóde, ako napríklad názvy pinov na doske atď.

3.8 Rezervačný systém

V prvom rade je potrebný systém rezervácie miestností, aby mal klient možnosť si ju zarezervovať a vybrať si konkrétne miesto výkonu práce, dátum a čas, ako aj uviesť svoje želania. Okrem toho si používateľ môže v aplikácii označiť, že prišiel a na recepcii pomocou qr kódu zobrazí informácie o rezervácii, vidieť svoje budúce a minulé rezervácie alebo ich zrušiť.

3.8.1 Power Apps

Power Apps je platforma ako služba (PaaS) vyvinutá spoločnosťou Microsoft, ktorá poskytuje prostredie rýchleho vývoja na vytváranie podnikových aplikácií. Veľkou výhodou platformy je uľahčenie procesu tvorby programov, pričom vývojár píše minimálne množstvo kódu. Existuje tiež niekoľko možností ukladania údajov aplikácie – základná dátová platforma (Microsoft Dataverse), rôzne online a lokálne zdroje údajov (ako napríklad Microsoft SharePoint, Excel, Dynamics 365, SQL Server). Tretím prvkom potrebným na fungovanie sú aplikačné programové rozhrania (API), ktoré poskytujú dátové spojenia medzi aplikáciou a zdrojom dát resp. rôznymi aplikáciami. Práve kvôli všetkým výhodám tejto platformy sme si ju vybrali na vytvorenie rezervačného systému.

3.8.2 Popis stránok a funkcií aplikácie

Do našej aplikácie sme zahrnuli celkovo 10 stránok.

Log In stránka: Hneď ako ju používateľ otvorí, dostane sa na prihlasovaciu stránku, kde musí zadať svoje používateľské meno a heslo a následne kliknúť na tlačidlo “Log in”. Funkcia LookUp vyhľadáva v databáze v tabuľke „Users and Passwords“ zadané hodnoty a

porovnáva ich, ak je heslo a meno správne, používateľ získa prístup do aplikácie, inak sa zobrazí upozornenie, že heslo alebo meno je nesprávne a skúste to znova.

```
LookUp(  
    'Users and Passwords',  
    Title = TextInput2.Text && Password = TextInput3.Text  
)
```

Obrázok 11 – ukážka kódu Zdroj: (vlastné spracovanie)

Na to, aby mal systém k dispozícii ďalšie používateľské údaje, ako je meno, priezvisko a e-mail, sme použili funkciu `set`, ktorá nastaví hodnotu premennej `currentUserEmail`. Funkcia `Filter` vyhledá hodnoty zadané používateľom a následne načíta e-mail z databázy.

```
Navigate('Sign up', Cover)
```

Obrázok 12 – ukážka kódu Zdroj: (vlastné spracovanie)

Ak používateľ ešte nie je zaregistrovaný, klikne na tlačidlo “Sign up” a funkcia navigácie ho pošle na stránku vytvorenia účtu.

Sign up stránka: Na tejto stránke používateľ zadá svoje údaje, ako je e-mail, meno, priezvisko, používateľské meno, vytvorí si heslo a pridá profilovú fotografiu. Najprv funkcia `IsBlank` skontroluje, či sú vyplnené všetky polia, ak nie, zobrazí sa upozornenie „Please fill in all fields.“, v opačnom prípade funkcia `Patch` pridá všetky informácie do tabuľky „Users and Passwords“. Potom nasleduje prechod na prihlasovaciu stránku, kde používateľ zadá svoje údaje a získa prístup do aplikácie.

```
Patch(  
    'Users and Passwords',  
    Defaults('Users and Passwords'),  
    {  
        Title: TI_Username.Text,  
        Email: TI_Email.Text,  
        Password: TI_Password.Text,  
        FirstName: TI_Name.Text,  
        Surname: TI_Surname.Text  
    }  
);
```

Obrázok 13 – ukážka kódu Zdroj: (vlastné spracovanie)

Home stránka: Na úvodnej stránke sa používateľovi zobrazí pozdrav s jeho menom, dve najbližšie rezervácie, ak boli predtým uskutočnené, s informáciami o dátume, čase, čísle miestnosti a stave rezervácie, ako aj tlačidlo pre novú rezerváciu. Opäť sme použili funkciu Filter, ale vyhľadávanie už prebieha v tabuľke “Rooms Reservations” a pridali sme funkcie FirstN s indexom 2 a SortByColumns s vlastnosťou SortOrder.Ascending, aby sa zobrazili najbližšie dve rezervácie.

Môžu existovať dva stavy rezervácie, rezervovaný a obsadený, t. j. osoba sa dostavila do kancelárie. Tlačidlom novej rezervácie pomocou funkcie navigácie sa dostanete na stránku Nová rezervácia.

Používateľ sa do menu dostane kliknutím na svoju fotografiu v pravom hornom rohu. Tam si môže pozrieť svoje informácie alebo odhlásiť sa.

Proces rezervácie: Na stránke “New Reservation“ používateľ vytvorí novú rezerváciu miestnosti, vyberie dátum a čas, miestnosť a uvedie svoje preferencie, ako je teplota, vlhkosť a podobne. Pre výber dátumu a času používateľ klikne na šípku a prejde na stránku s kalendárom a dvoma rozbaľovacími zoznamami na výber času začiatku a konca rezervácie.

```
With(  
  {  
    Interval: 30  
  },  
  ForAll(  
    Sequence((22 - 7) * 60 / Interval + 1),  
    Text(  
      Time(  
        7,  
        Interval * (Value - 1),  
        0  
      ),  
      "$-sk-SK]hh:mm"  
    )  
  )  
)
```

Obrázok 14 – ukážka kódu Zdroj: (vlastné spracovanie)

Na vytvorenie kalendára bola použitá záložka komponenty, kde sme zvlášť vytvorili kalendár a doplnili všetky potrebné funkcie pre jeho správne fungovanie. Na výber času sme použili niekoľko funkcií. Funkcie With a ForAll slúžia na aplikovanie vzorca na všetky záznamy v zozname záznamov, a to na vytvorenie časového okna od 7:00 do 22:00 v polhodinových intervaloch. Práve funkcia Sequence nám vygeneruje 31 časových hodnôt s potrebnými obmedzeniami. Na zobrazenie času v 24-hodinovom formáte sme použili

funkciu Text a určili sme tvar hh:mm. Rovnaký princíp bol použitý pri výbere výsledného času.

Po výbere dátumu a času užívateľ klikne na tlačidlo „continue“, kde nastavená funkcia nastaví selectedDate, selectedEndDate, startTime, endTime. Vybraté dátumy z kalendára sa použijú pre selectedDate a selectedEndDate.

```
Set(selectedDate, Calendar_1.StartDate);  
Set(selectedEndDate, Calendar_1.EndDate);
```

Obrázok 15 – ukážka kódu Zdroj: (vlastné spracovanie)

Nasledujúca funkcia „set“ nastavuje hodnotu dátumu a času pre premennú „startTime“. Kombinuje vybraný dátum „selectedDate“ s používateľom vybraným časom z prvku „ddTimeFrom“ a „endTime“ je nastavený rovnakým spôsobom.

```
Set(startTime,  
    DateTimeValue(  
        Text(selectedStartDate, DateTimeFormat.ShortDate) & " " & ddTimeFrom.Selected.Value  
    )  
);  
  
Set(  
    endTime,  
    DateTimeValue(  
        Text(selectedEndDate, DateTimeFormat.ShortDate) & " " & ddTimeTo.Selected.Value  
    )  
);
```

Obrázok 16 – ukážka kódu Zdroj: (vlastné spracovanie)

V tejto časti kódu pridávame filtrované údaje z tabuľky rezervácií do kolekcie col_Reservations na použitie na stránke výberu miestnosti. Naším hlavným cieľom je nájsť všetky rezervácie, ktoré čiastočne alebo úplne spadajú do časového obdobia, ktoré si používateľ vybral. Do zbierky tak spadajú už rezervované miestnosti na toto obdobie. Ak je dátum začiatku už vykonanej rezervácie neskorší ako dátum aktuálnej rezervácie, do zbierky sa pridá už vykonaná rezervácia. Podobne sa aktuálny dátum ukončenia porovnáva s dátumom ukončenia zvoleným používateľom, len prvý musí byť skorší.

Pridali sme aj kontrolu, či bol zvolený dátum a čas a či sa čas začiatku nezhoduje s časom ukončenia. Ak sú splnené tieto dve podmienky, používateľ môže prejsť na ďalšiu stránku, inak sa zobrazí upozornenie.

Stránka výberu miestnosti: Pre zobrazenie dostupných miestnosti používame funkcie Filter a Sort. Aby sa nezobrazovali už rezervované, použili sme funkciu *Not*, ktorá vylúči zo zoznamu už rezervované miestnosti uložené v kolekcii `col_Reservations`. Je tiež možné vyhľadať miestnosť podľa názvu alebo popisu.

```
Filter(  
    Sort('Rooms List',Title),  
    Not(  
        Title in col_Reservations.RoomNumber  
    ) && Active = 1 && Or(RoomSearchFilter.Text in Title , RoomSearchFilter.Text in Description)  
)
```

Obrázok 17 – ukážka kódu Zdroj: (vlastné spracovanie)

Pre výber miestnosti užívateľ začiarke požadovanú miestnosť, potom sa vytvorí collection s názvom “selectedRoom“ a tam sa zapíšu informácie o vybranom prvku, teda o vybranej miestnosti. Collection má podobnú funkčnosť ako premenné, ale vo forme tabuľky, to znamená, že do collection je možné zadať niekoľko hodnôt a prvkov. Pri collection sme zvolili tento spôsob, pretože ThisItem obsahuje viacero hodnôt, nielen názov vybranej miestnosti, ale aj popis, mapu, poschodie atď.

```
If(  
    IsEmpty(selectedRoom),  
    Notify(  
        "Please select a room to continue",  
        Warning  
    ),  
    Navigate(NewBooking)  
)
```

Obrázok 18 – ukážka kódu Zdroj: (vlastné spracovanie)

Po výbere miestnosti používateľ klikne na tlačidlo pokračovať a vráti sa na novú stránku rezervácie. Pridali sme aj funkciu *if* na kontrolu, či bola miestnosť vybratá, ak nie, zobrazí sa varovanie “Please select a room to continue”.

Stránka potvrdenia rezervácie: Na tejto stránke si používateľ prezerá všetky informácie o svojej rezervácii – vybranú miestnosť, dátum, čas a preferencie. Ak chce niečo zmeniť, je to možné pomocou tlačidla „Make changes“ a vráti sa na predchádzajúcu stránku. Ak mu všetko vyhovuje, klikne na tlačidlo „Looks good“ a funkcia Patch pridá všetky informácie o rezervácii do tabuľky „Rooms Reservation“. Okrem toho používateľ dostane

notifikáciu e-mailom. Podarilo sa nám to uskutočniť pomocou programu Power Automate, ktorá slúži na optimalizáciu a automatizáciu pracovných procesov. Vytvorili sme tok na odosielanie e-mailov s názvom *sendanemail*, ktorý spája našu aplikáciu a e-mail.

```
Sendanemail.Run(currentUserEmail, "You made a booking!", "Dear " & currentUserName & ",  
    thank you for succesfully booking " & Concat(selectedRoom, Title, ", ") & " in our office space from " &  
Text(startTime,DateTimeFormat.LongDate) & " to " & Char(10) &Text(endTime,DateTimeFormat.LongDate) & ", " &  
Text(startTime,DateTimeFormat.ShortTime24) & " to " &Text(endTime,DateTimeFormat.ShortTime24) & "."  
);
```

Obrázok 19 – ukážka kódu Zdroj: (vlastné spracovanie)

Potom používateľ prejde na stránku Úspech, kde sa mu zobrazí text „*Reservation was successful*“. Po 3 sekundách, ako je nastavené na časovači, sa rezervačná tabuľa aktualizuje a stránka sa zmení na domovskú stránku.

Moje rezervácie a informácie o rezerváciách: Na týchto dvoch stránkach môže používateľ vidieť svoje predchádzajúce a budúce rezervácie, zmeniť stav rezervácie na obsadený, zobrazit' informácie o rezervácii a získať QR kód na vstup na recepciu.

Na zobrazenie rezervácií sme použili rovnakú funkciu ako na domovskej stránke, *SortByColumns* a *Filter*. S jedným rozdielom, že v prípade predchádzajúcich rezervácií je stĺpec „*Check Out From Number*“ z tabuľky „*Rooms Reservation*“ filtrovaný podľa hodnôt, ktoré sú menšie ako dnešný dátum.

```
SortByColumns(  
    Filter(  
        'Rooms Reservations List',  
        Email = currentUserEmail && 'Check Out From Number' >= Value(  
            Text(  
                Today(),  
                "yyyymmddhmm"  
            )  
        )  
    ),  
    "CheckOutFromNumber",  
    Ascending  
)
```

Obrázok 20 – ukážka kódu Zdroj: (vlastné spracovanie)

Na prepínanie medzi záložkami medzi predchádzajúcimi a budúcimi rezerváciami musí používateľ kliknúť na príslušné tlačidlo, čím sa zobrazí sa galéria s rezerváciami. Funkcia *UpdateContext* prepína hodnoty dvoch premenných *upSelected* a *prevSelected*,

ktoré sú zodpovedné za viditeľnosť zvýraznenia aktívneho člena a galérie s rezerváciami. Ak premenná mala hodnotu *true*, tak nadobúda hodnotu *false* a naopak.

Rovnaká funkcia sa používa na zobrazenie okna zrušenia rezervácii, ak používateľ klikne na tlačidlo „Cancel“, hodnota premennej sa zmení na *true* a zobrazí sa okno zrušenia. Ak používateľ omylom klikne na tlačidlo zrušiť, môže kliknúť na „Never mind“ a okno na zrušenie zmizne. V opačnom prípade klikne na „Confirm“, vybraná rezervácia zmizne z tabuľky „Room Reservations“ a pomocou funkcie `UpdateContext` okno opäť zmizne.

```
Set(varSelectedReservation, ThisItem);  
Navigate(Reservation)
```

Obrázok 21 – ukážka kódu Zdroj: (vlastné spracovanie)

Po kliknutí na tlačidlo „Check in“ funkcia `Set` vyberie vybranú rezerváciu a túto hodnotu priradí premennej `varSelectedReservation`, po čom funkcia `Navigate` presmeruje užívateľa na stránku s informáciou o rezervácii.

Na ďalšej stránke si používateľ môže zobrazíť informácie o vybranej rezervácii, ako aj QR kód, ktorý si naskenuje na recepcii. Na zobrazenie informácií sme použili premennú `varSelectedReservation.RoomNumber`. `RoomNumber` odkazuje na vlastnosť uloženú v tejto premennej. Rovnaký princíp sa používa pre ostatné prvky – dátumy od, do a kedy bola rezervácia vykonaná. Pre poschodie sme použili funkciu `Lookup`, keďže tieto informácie sú v inej tabuľke.

Na vygenerovanie QR kódu sme použili rozhranie `Quickchart.io` – API tretej strany a pridali sme premenné, v ktorých sú uložené informácie o rezervácii a používateľovi, ktoré sa zobrazia pri naskenovaní kódu.

```
"https://quickchart.io/qr?text=" & currentUserName & " " & currentUserSurname & ", " &  
varSelectedReservation.RoomNumber & " " & Text(varSelectedReservation.'Check Out From Text') &  
" " & Text(varSelectedReservation.'Check Out To Text')
```

Obrázok 22 – ukážka kódu Zdroj: (vlastné spracovanie)

Share Point: Ako databázu sme použili *Share Point*, pretože je to najjednoduchšia dostupná možnosť. Tam sme vytvorili 3 tabuľky na ukladanie a používanie údajov – Zoznam miestností, Zoznam rezervácií miestností a Používatelia a heslá. V tabuľke Zoznam miestností sú uložené informácie o voľných miestnostiach – názov, popis, činnosť (1 – ak je aktívna, 0 – neaktívna, možno použiť v prípade opráv a pod.), číslo poschodia a mapa. V druhej tabuľke “Zoznam rezervácií miestností“ sú tieto stĺpce – meno, ktoré sa skladá z

mena užívateľa, ktorý si miestnosť rezervoval a jej číslo, e-mail, dva dátumy začiatku a konca rezervácie, stav – rezervovaný alebo obsadený, preferencie užívateľa a dátum vytvorenia rezervácie. A posledná záložka obsahuje všetky informácie o registrovaných užívateľoch – užívateľské mená, heslá, meno, priezvisko, e-mail, dátum vytvorenia účtu a fotografiu užívateľa.

Záver

Táto bakalárska práca je venovaná vytvoreniu systému inteligentnej kancelárie, ktorý na základe preferencií klienta reguluje teplotu, vlhkosť a osvetlenie v miestnosti a obsahuje aj bezpečnostný systém. Okrem toho sme vytvorili aplikáciu na rezervovanie kancelárskych priestorov, kde si užívateľ môže zvoliť dátum, čas, priestor, svoje želania, ako aj zobrazit' informácie o minulých a budúcich rezerváciách a označiť svoj príchod. Na dosiahnutie stanovených cieľov sme použili rôzne metódy, ako sú testovacie, experimentálne a porovnávacie metódy, ktoré sú podrobnejšie popísané v časti 3.

Budúce rozšírenia nášho modelu môžu zahŕňať prídanie novej funkcionality a sledovanie ďalších parametrov prostredia, ako je inteligentný kávovar, ovládanie hudby, stôl s automatickým nastavením výšky atď. Náš zavedený systém má potenciál zlepšiť pohodlie a produktivitu v kancelárskych prostrediach.

Hlavný prínos však vidíme v tom že systém na rezerváciu miestnosti a systém na ovládanie kancelárie sa zjednotia do jedného systému. Užívateľia budú mať k dispozícii jednotne rozhranie, čo uľahčí rezerváciu a ovládanie miestnosti, tak ako užívateľ bude nastavovať preferované podmienky v jednej aplikácii pri rezervácii priestoru. Týmto spôsobom sa zabezpečí že po vstupe do miestnosti budú automaticky aplikované zadane preferencie, čo ušetri užívateľom čas.

Zoznam použitej literatúry

- [1] DAVIES, K. Home Office before and during COVID-19 germany 2020-2021. In *Statista* [online]. 2022. Dostupné na internete: <<https://www.statista.com/statistics/1285245/home-office-employees-share-before-during-covid-19-germany/>>.
- [2] BERTHOLD, B. - DOUCET, N. Flexible office is a powerful part of your workplace strategy. In *Cushman&wakefield* [online]. 2022. Dostupné na internete: <www.cushmanwakefield.com>.
- [3] AIHINI, D. 6 companies thriving with an activity-based working environment: Robin. In *RSS* [online]. 2019. Dostupné na internete: <<https://robinpowered.com/blog/six-companies-activity-based-working-environment>>.
- [4] ARUNDELL, L. - SUDHOLZ, B. - TEYCHENNE, M. - SALMON, J. - HAYWARD, B. - HEALY, G. - TIMPERIO, A. The impact of activity based working (ABW) on workplace activity, eating behaviours, productivity, and satisfaction. In *International Journal of Environmental Research and Public Health* . 2018. Vol. 15, no. 5.
- [5] SAVAL, N. The office and its ends. In *Harper's Magazine* [online]. 2014. Dostupné na internete: <<https://harpers.org/archive/2014/04/the-office-and-its-ends/>>.
- [6] PAPAGIANNIDIS, S. - MARIKYAN, D. Smart offices: A productivity and well-being perspective. In *International Journal of Information Management* . 2020. Vol. 51.
- [7] GOKHALE, P. - BHAT, O. - BHAT, S. Introduction to IOT. In *International Advanced Research Journal in Science, Engineering and Technology* . 2018. Vol. 5, no. 1, s. 41–44.
- [8] FAROOQ, M.U. - WASEEM, M. - MAZHAR, S. - KHAIRI, A. - KAMAL, T. A review on internet of things (IOT). In *International Journal of Computer Applications* . 2015. Vol. 113, no. 1, s. 1–7.
- [9] Current IOT forecast highlights. In *Transforma Insights* [online]. 2024. Dostupné na internete: <<https://transformainsights.com/research/forecast/highlights>>.
- [10] The “Only” Coke Machine on the Internet. Carnegie Mellon University
- [11] SIKDER, A. K. - PETRACCA, G. - AKSU, H. - JAEGER, T. - ULUAGAC, S. (2018). A Survey on Sensor-based Threats to Internet-of-Things (IoT) Devices and Applications

- [12] SHULER, R.L. - SMITH, B.G. Internet of things behavioral-economic security design, actors & Cyber War. In *Advances in Internet of Things* . 2017. Vol. 07, no. 02, s. 25–45.
- [13] SHARMA, V. - LEE, K. - KWON, S. - KIM, J. - PARK, H. - YIM, K. - LEE, S.-Y. A consensus framework for reliability and mitigation of zero-day attacks in IOT. In *Security and Communication Networks* . 2017. Vol. 2017, s. 1–24.
- [14] XU, T. – WENDT, J. B. - POTKONJAK, M. Security of IoT systems: design challenges and opportunities. In *Proceedings of 2014 IEEE/ACM International Conference on Computer-Aided Design*. 2014. s. 417–423.
- [15] SEO, J. - KIM, K. - PARK, M. - PARK, M. - LEE, K. An analysis of economic impact on IOT industry under GDPR. In *Mobile Information Systems* . 2018. Vol. 2018, s. 1–6.
- [16] DEBASISH, M. The Internet of Thing (IOT) and Industrial Automation: a future perspective. In *World Journal of Modelling and Simulation*. 2019. Vol. 15, no. 02, s. 140-149.
- [17] VELDHOEN, E. - PIEPERS, B. - MUSCH, F. - HALL, T. - DUFFY, F. The demise of the Office: The Digital Workplace in a thriving organization. . Rotterdam, Netherlands: Uitgeverij 010, 1995.
- [18] NAVARRO, E. - COSTA, N. - PEREIRA, A. A systematic review of IOT solutions for Smart Farming. In *Sensors* . 2020. Vol. 20, no. 15.
- [19] POLE, S. - MACKAY, D. Occupancy cost reduction: Proven techniques for these tough times. In *FMLink* [online]. 2019. Dostupné na internete: <<https://www.fmlink.com/articles/occupancy-cost-reduction-proven-techniques-for-these-tough-times/>>.
- [20] LUCERO, S. IoT platforms: enabling the Internet of Things. HIS Technology [White paper]. 2016.
- [21] SAMER, R.A.S. *Internet of things from hype to reality: The road to digitization*. 2. vyd. San Jose, CA: SPRINGER NATURE, 2023.
- [22] HEJAZI, H. - RAJAB, H. - CINKLER, T. - LENGYEL, L. Survey of platforms for massive IOT. In *2018 IEEE International Conference on Future IoT Technologies (Future IoT)* . 2018.
- [23] Last minute engineers. In *Last Minute Engineers* [online]. Dostupné na internete: <<https://lastminuteengineers.com/>>.

- [24] Arduino Mega 2560 REV3. In *Arduino Official Store* [online]. Dostupné na internete: <<https://store.arduino.cc/products/arduino-mega-2560-rev3>>.
- [25] WIFI Modul ESP8266. In *Techfun.sk – Naj Arduino shop* [online]. Dostupné na internete: <<https://techfun.sk/produkt/wifi-modul-esp8266/>>.
- [26] SCARON, R. Dht11 a dht22 – Meranie Teploty a vlhkosti. In *Arduino po slovensky* [online]. 2023. Dostupné na internete: <<https://arduinoposlovensky.sk/projekty/dht11-a-dht22/>>.
- [27] What is ultrasonic sensor: Working Principle & Applications. In *Robocraze* [online]. Dostupné na internete: <<https://robocraze.com/blogs/post/what-is-ultrasonic-sensor>>.
- [28] WILLIAM. How to use a relay module with Arduino. In *GEYA Electrical Equipment Supply* [online]. 2024. Dostupné na internete: <<https://www.geya.net/how-to-use-a-relay-module-with-arduino/>>.
- [29] MAGDY, K. Active buzzer VS passive buzzer. In *DeepBlue* [online]. 2023. Dostupné na internete: <https://deepbluembedded.com/active-buzzer-vs-passive-buzzer/?utm_content=cmp-true>.
- [30] LAUTARO. Active or passive buzzer for Arduino, ESP8266, NODEMCU, ESP32, etc. In *eMariete* [online]. 2021. Dostupné na internete: <<https://emariete.com/en/buzzer-active-or-passive-buzzer-for-arduino-esp8266-nodemcu-esp32-etc/>>.
- [31] MONK, S. Arduino lesson 2. leds. In *Adafruit Learning System* [online]. Dostupné na internete: <<https://learn.adafruit.com/adafruit-arduino-lesson-2-leds/resistors>>.
- [32] LASKEY, K.B. - LASKEY, K. Service oriented architecture. In *WIREs Computational Statistics* . 2009. Vol. 1, no. 1, s. 101–105.
- [33] EKANAYAKE, J. - JENKINS, N. - LIYANAGE, K. - WU, J. - YOKOYAMA, A. *Smart Grid: Technology and Applications*. London: John Wiley & Sons, Ltd., 2012.
- [34] What is a smart office? In *Business News Daily* [online]. 2023. Dostupné na internete: <<https://www.businessnewsdaily.com/9463-smart-office-responsive-workplace.html>>.
- [35] FAHMIDEH, M. - ZOWGHI, D. An exploration of IOT platform development. In *Information Systems* . 2020. Vol. 87.
- [36] MINERAUD, J. - MAZHELIS, O. - SU, X. - TARKOMA, S. A gap analysis of internet-of-things platforms. In *Computer Communications* . 2016. Vol. 89–90, s. 5–16.
- [37] UBIQISENSE Office Space Utilization & Efficiency: Guide to getting it right. In *Saving Energy Through Occupancy* [online]. 2023. Dostupné na internete:

<<https://www.ubiqisense.com/blog-posts/office-space-utilization-efficiency-guide-to-getting-it-right>>.