

Univerzita Hradec Králové  
Fakulta Informatiky a managementu  
Katedra informačních technologií

# Smart Office

IoT trendy v moderním firemním prostředí

Diplomová práce

Autor: Bc. Michaela Rýznarová

Studijní program: Systémové inženýrství

Studijní obor: Informační management

Vedoucí práce: Ing. Karel Mls, Ph.D.

Hradec Králové

srpen 2020

## Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracovala samostatně a s použitím uvedené literatury.

V Hradci Králové dne 14. 8. 2020

Bc. Rýznarová Michaela

## Poděkování:

Chtěla bych poděkovat panu Ing. Karlu Mlsovi, Ph.D. za odborné vedení, cenné rady a pomoc při zpracování této diplomové práce. Dále bych chtěla poděkovat vybrané technologické Společnosti za spolupráci a umožněný prostor pro zpracování práce v reálném firemním prostředí.

## **Anotace**

Diplomová práce se zabývá analýzou požadavků na systém Smart Office a návrhem pro jeho řešení. Tato práce je rozdělena na dvě hlavní části, kde v teoretické části jsou představeny pojmy jako Ambientní inteligence, Internet věcí, Inteligentní prostředí a jejich využití. Praktická část obsahuje návrh za pomoci jazyka UML a diagramů, kdy diagram tříd představuje hlavní myšlenku chytré kanceláře a zaměřuje se na funkcionalitu. Pomoci sekvenčních diagramů jsou přiblíženy konkrétní procesy, které byly zautomatizovány. V poslední části práce jsou představeny moderní technologie, které jsou zahrnuty v návrhu pro chytrou kancelář. Výstupem diplomové práce je tak návrh pro řešení chytré kanceláře ve vybrané technologické Společnosti spolu se shrnutými výhodami a nevýhodami, které firmě přinesl při jeho implementaci.

**Klíčová slova:** Ambientní inteligence, Internet věcí, Inteligentní prostředí, Smart Office

## **Annotation**

This work deals with the proposal of Smart Office solution and provides analysis of the system requirements. Thesis is divided into two main parts, there the initial theoretical parts deals with introduction of concepts such as Ambient Intelligence, Internet of Things, Smart Environment and their adoption in real life. The following practical parts employs UML principles and diagrams in order to outline the design of the system, while using class diagram to convey the essential idea and functionalities of the Smart Office. By the means of Sequence diagrams, the work describes the specific processes that have been automated. In the last part, the work presents modern technologies that were involved in the design of the Smart Office system. The outcome of this work is therefore an overall proposal of the Smart Office solution designed for the Company together with summarization of the pros and cons that Smart Office solution will bring to the company upon its implementation.

**Key words:** Ambient Intelligence, Internet of Things, Smart Environment, Smart Office

# Obsah

Úvod.....	1
Literární rešerše.....	2
1.1. Ambientní inteligence a Internet věcí.....	2
1.2. Historie.....	4
1.3. Ubiquitous computing.....	6
1.4. Human-computer interaction.....	9
1.5. Senzory.....	12
1.6. Síťové technologie.....	12
1.7. Smart Environment.....	17
1.8. Využití Ambientní inteligence.....	18
1.8.1. Chytrá města.....	18
1.8.2. Chytré vzdělávání.....	19
1.8.3. Chytrá zdravotní péče.....	20
1.8.4. Chytrá domácnost.....	21
1.8.5. Chytrá kancelář.....	22
Cíl práce a metodický postup řešení.....	24
2.1. Cíl práce.....	24
2.2. Metodický postup řešení.....	24
Analýza požadavků.....	26
3.1. Požadavky kladené Společností.....	27
3.2. Požadavky kladené zaměstnanci.....	29
Návrh scénáře.....	31
3.1. Funkcionalita systému.....	31
3.2. Automatizované řízení procesů.....	38
3.2.1. Vstup do chytré kanceláře.....	38
3.2.2. Automatizované řízení osvětlení.....	40
3.2.3. Automatizované řízení topení a kvality vzduchu.....	41
3.2.4. Automatické snímání lidské teploty a řízená dezinfekce kanceláře.....	44
3.2.5. Správa zařízení a automatická notifikace správce.....	46
3.3. Zařízení využitelná pro účely chytré kanceláře.....	47
3.4. Záložní zdroj systému v podobě zelené energie.....	50
Shrnutí výsledků.....	52
Závěr a doporučení.....	54

Seznam grafů .....	57
Seznam obrázků .....	57
Seznam použité literatury .....	58

# Úvod

V důsledku měnící se demografie pracovních sil a technologických požadavků jsou organizace nuceny neustále se vyvíjet a přizpůsobovat se potřebám trhu. Z toho důvodu lze očekávat, že se mnoho společností po celém světě přikloní k řešení inteligentních kanceláří. S přihlédnutím k rostoucím obavám týkajících se zvyšování spotřeby energie je pravděpodobné, že se zvýší poptávka takového pracovního prostředí na trhu. Obecně rostoucí využívání Internetu věcí způsobuje růst tohoto trhu, neboť umožňuje vzájemné propojení fyzických zařízení prostřednictvím senzorů, síťového připojení a softwaru. Takovéto prostředí se zabývá novým světem všudypřítomných výpočetních zařízení, kde fyzická prostředí komunikují inteligentně a nenápadně s lidmi. Tato prostředí by měla být přizpůsobena potřebám lidí, jejich požadavkům a předpokládat jejich chování. Zaměstnavatelé tak budou schopni zvýšit flexibilitu a konektivitu takového pracovního prostředí a zároveň budou schopni zlepšit produktivitu. Technologie chytré kanceláře zvyšují technickou zdatnost zaměstnanců, což se integrace dat a intuitivnosti týče. Přejít na více propojené, digitálně vylepšené pracoviště tak usnadní život mnoha lidem na pracovišti.

Řešení chytré kanceláře obvykle sestává ze sady technologií, které spojují zaměstnance, budovu Společnosti a existující IT infrastruktury k dosažení požadovaných cílů. Rostoucí popularita inteligentních kanceláří motivuje výrobce technologií, aby investovali do výzkumných a vývojových činností s cílem vytvářet nákladově efektivní a spolehlivé produkty. Vybavují se ale obavy spojené s ochranou soukromí, škodlivými útoky a obecně otázky bezpečnosti, které brání růstu poptávky po takovém řešení.

Existuje mnoho různých způsobů, jak vytvořit chytrou kancelář. Od inteligentních senzorů, přes analýzu energetických dat pro optimalizaci spotřeby energie až po řešení reagující na dění v dané kanceláři. Prostor Ambientní inteligence může být různorodý. V této diplomové práci budou předloženy základní poznatky o Ambientní inteligenci a jejího využití, díky kterým bude možno navrhnout samotné řešení chytré kanceláře.

# Literární rešerše

## 1.1. Ambientní inteligence a Internet věcí

Ambientní Inteligence, dále jen Aml, označuje elektronické prostředí, které je schopné reagovat na přítomnost lidí, přizpůsobit se jim, poučit se z jejich chování a případně jednat jejich jménem. Ve světě Aml fungují zařízení kolektivně pomocí informací a umělou inteligencí v síti, která spojuje veškerá elektronická zařízení. Aml odráží potřebu zabudovat technologie tak, aby byly nenápadně integrovány do běžných objektů (Aarts, 2006).

Jedním z nejdůležitějších cílů tohoto elektronického prostředí je pomáhat uživatelům v jejich každodenním životě automatizací jejich rutinních úkolů a porozumět tak jejich vzorcům chování. Vzorec chování je sada úkonů, které jsou obvykle prováděny, když se objeví podobné kontexty. Kontextově orientované přístupy učinily velké pokroky v zavádění kontextu do systémů. Některé z těchto přístupů používají tento kontext k automatizaci uživatelských akcí. Příkladem této techniky je rozsvícení světel, když je detekován pohyb či přítomnost. Nicméně tyto techniky jsou vhodné pouze pro automatizaci relativně jednoduchých úkolů a obvykle vyžadují velké množství pravidel, která musí být naprogramována ručně. To samozřejmě ztěžuje správu a porozumění těmto systémům.

Jiné přístupy ovšem odvedly vynikající práci v automatizaci vzorců chování uživatelů a dokázaly je odvodit z předcházejících činností uživatelů pomocí algoritmů strojového učení. Příkladem takového přístupu může být každodenní ranní situace, kdy v osm hodin ráno zazvoní budík, musíte jít rozsvítit světla, zapnout topení v koupelně a poté připravit kávu. Představme si, že díky Aml bude provádění těchto úkolů automaticky spuštěno v osm hodin ráno. Tyto přístupy se tedy přizpůsobí každému uživateli provedením jeho opakovaných sekvencí.

Využitím tohoto přístupu lze podrobně analyzovat vzorce chování uživatelů, následně je zautomatizovat a dosáhnout tak toho, že úkoly budou moci být prováděny příjemnějším a efektivnějším způsobem z hlediska času a energie. Pokud systém bude znát vzorec uživatelského chování, bude moci například uživatele probudit preferovanou hudbou, zkontrolovat, zda je slunečný den a v takovém by byly zvednuty



žaluzie, aby byla šetřena energie. Místo zapnutí topení v koupelně v osm hodin ráno jej zapnout deset minut před, aby byla dosažena optimální teplota, když se uživatel sprchuje, a kromě toho by systém mohl počkat, až uživatel vstoupí do kuchyně, aby připravovaná káva byla vždy horká. Systém AmI tedy uživatelům poskytuje inteligentní všudypřítomné služby schopné snímání kontextu jejich chování a ovládání zařízení v daném prostředí (Kaptein a spol, 2010).

Pojem Ambientní inteligence je často zaměňován s termínem Internet věcí. V zásadě jsou si tyto pojmy velmi podobné. Oba totiž představují vizi budoucnosti, kde je naše prostředí plné inteligentních, interaktivních a propojených objektů. Taktéž se zabývají stejnými technologiemi, problémy a čelí stejným výzvám. Oba tyto termíny pomohly rozšířit a podpořit vize budoucích technologií v různých částech světa. Termín Ambientní inteligence je například velmi rozšířený napříč Evropou, zatímco v USA se více setkáváme s Internetem věcí. Ačkoliv se jedná o rovnocenné termíny, z vědeckého hlediska nejsou tyto termíny vhodné pro záměnu. Můžeme říci, že AmI je primárně zaměřeno na vytvoření inteligentního a citlivého prostředí, které usnadní a zlepší náš celkový každodenní život. Naopak Internet věcí je zaměřen více na vytvoření komplexní sítě vzájemně propojených zařízení (Augusto a spol., 2010). Internet věcí je tedy přirozená kontinuita AmI, kde je inteligentní prostředí vytvořeno integrací většího množství inteligentních objektů. Slučuje fyzické a virtuální světy a vytváří tak inteligentní prostředí. Internet věcí představuje další krok k digitalizaci naší společnosti a ekonomiky, kde jsou objekty a lidé propojeni prostřednictvím komunikačních sítí.

## 1.2. Historie

Byl to kouzelný okamžik, když Watson poprvé uslyšel Bellovo volání přes elektrický nástroj. Když byl poprvé spatřen vůz s motorem s vnitřním spalováním, který se pohyboval po silnici, byla to magie. Slyšet hudební melodii vycházející z černé skříňky nebo sledovat, jak malé osoby za skleněnou stěnou mluví a tančí, bylo kouzlo. Ohlédneme-li se do historie, technologický pokrok umožnil vzniku v dnešní době naprosto běžných věcí. Hraná hudba namísto knih, elektrické světlo, ústřední topení, či telefon. Všechna tato zařízení se zprvu zdála jako výplod magie. Postupem času se ale celá tato magie včlenila do struktury života a nyní to považujeme za samozřejmost. Pokročilá technologie se často jeví jako nerozeznatelná od magie, ale pokud je technologie inteligentní a dostatečně blízko lidem, pak zmizí. Technologická zařízení můžeme snadno ovládat a používat bez toho, abychom o jejich fungování přemýšleli. Neviditelnost by měla být cílem technologií (Do, 2013).

Pojem Internet věcí se do našeho každodenního života zakořenil teprve nedávno. Do roku 1999 tento pojem ani neexistoval. Propojení všeho se vším možná znělo jako nějaká futuristická myšlenka, ale ne jako něco, s čím bychom se v životě setkali. Přičemž samotný koncept připojených zařízení sahá až do roku 1832, kdy byl navržen první elektromagnetický telegraf, který umožňoval přímou komunikaci mezi dvěma stroji prostřednictvím přenosu elektrických signálů. Skutečná historie Internetu věcí však počala s vynálezem Internetu na konci šedesátých let, kdy po další desetiletí se koncept rychle rozvíjel. Zajímavým poznatkem je, že prvním připojeným zařízením byl prodejní automat Coca-Cola umístěný na Univerzitě Carnegie Mellon a provozovaný místními programátory. Ti integrovali mikropřepínače do stroje a použili ranou podobu Internetu, aby zjistili, zda jsou plechovky s nápoji stále k dispozici a zda je chladicí zařízení udržuje dostatečně studené a zda jsou k dispozici plechovky. Tento vynález podpořil další studie v oboru a vývoj vzájemně propojených strojů po celém světě. Tehdy se tento nápad nazýval vestavěný Internet nebo všudypřítomný výpočetní systém.

Skutečný termín Internet věcí vyslovil Kevin Ashton v roce 1999, kdy pracoval na optimalizaci dodavatelského řetězce a chtěl přilákat pozornost vrcholného vedení k nové vzrušující technologii nazvané RFID. A protože byl Internet zrovna v tu dobu

nejpopulárnějším novým trendem, nazval svou prezentaci „Internet věcí.“ Ovšem i tak koncept IoT začal nabírat na oblibě až v létě roku 2010 (Foote, 2016).

Ačkoli je počáteční použití pojmu Internet věcí přičítáno Kevinu Ashtonovi, odborníkovi na digitální inovace, ve skutečnosti ale existuje mnoho různých skupin, včetně akademiků, výzkumných pracovníků, odborníků z praxe, inovátorů, vývojářů a korporátních lidí, kteří tento pojem definovali. Neexistuje proto žádná jedinečná definice pro Internet věcí, která by byla akceptovatelná světovou komunitou uživatelů. Všechny definice mají však stejnou myšlenku (Muntjir, 2017).

Samotný Ashton o IoT říkal, že „ve srovnání s dvacátým stoletím, kdy všechna data byla do počítače nahrána osobou, která používá další zařízení, jednadvacáté století nám přináší gadgety, které mohou shromažďovat a odesílat data samy. Například pokud vezmu jednoduchý smartphone, který umí určit kde je, v jakém směru se pohybuje, jak se mění tlak nebo čas a předpovídat tak počasí. Díky mobilním aplikacím smartphone shromažďuje všechna data. Jedná se tedy o podstatu Internetu věcí, kdy data jsou shromažďována, zpracovávána a přenášena pomocí zařízení bez lidského zásahu“ (Ashton, 1999).

Nejčastěji používaná definice zní, že Internet věcí je síť veškerých fyzických objektů. Je to nejen síť počítačů, ale vyvinula se v síť zařízení všech typů a velikostí, vozidel, chytrých mobilních telefonů, domácích spotřebičů, hraček, fotoaparátů, lékařských nástrojů a průmyslových systémů, lidí, budov, veškerá komunikace a sdílení informací na základě stanovených protokolů za účelem dosažení inteligentní reorganizace, sledování, bezpečného ovládní, monitorování v reálném čase a řízení procesů (Vermesan, 2013).

Hlavním cílem umělé inteligence je uskutečnit úkoly pomáhajících technologií, které mají být nápomocné lidem při jejich každodenních aktivitách. Internet věcí, či Ambientní inteligence jsou vědní oblasti, které vycházejí z výzkumu umělé inteligence a z problematiky všudypřítomných výpočtů, neboli Ubiquitous computing, související s rozvojem bezdrátové komunikační technologie, s výzkumem interakce člověka s počítačem, i technologiemi inteligentních senzorů (Mikulecký, 2012).

### 1.3. Ubiquitous computing

Ubiquitous computing, zkráceně Ubicomp, je o všudypřítomné dostupnosti miniaturizovaných počítačových zařízení obklopující lidské bytosti (Resatch, 2010). Tyto počítače jsou zabudovány do běžných objektů a interagují s přirozeným prostředím - fyzickým i sociálním. Všudypřítomná práce na počítači pomáhá organizovat a zprostředkovávat sociální interakce kdykoliv a kdekoliv, kde tyto interakce mohou nastat. Myšlenka takového prostředí se objevila už více jak před dvaceti lety ve článku Weisera a jeho vývoj této myšlenky byl urychlen vylepšením bezdrátových telekomunikačních možností, neustálým zvyšováním výpočetního výkonu a vznikem flexibilní softwarové architektury (Lyytinen, 2002).

Jedná se tak o mezidisciplinární oblast s obrovským potenciálem, kde nové výpočetní modely s využitím souvisejících aplikací a scénářů odhalovaly širokou škálu výzkumných témat jako je nízká spotřeba energie, integrované technologie, bezdrátové a mobilní sítě, zabezpečení soukromí a mnoho dalších. Všudypřítomné počítače neznamenal jen počítače, které se mohou vzít do džungle, na letiště nebo na pláž. I ten nejvýkonnější notebook s přístupem k celosvětovým informačním sítím stále zaměřuje pozornost na jednu krabičku. „Vlastnit takovýto superlaptop je v tomto případě jako nést jednu velmi důležitou knížku. Přizpůsobení této knihy, dokonce ani psaní milionu jiných knih, nezačne zachycovat skutečnou sílu gramotnosti“ (Weiser, 1991).

Dle Marka Weisera je Ubicomp popsán jako neviditelný počítač různé velikosti, umístěný dle potřeby konkrétního úkolu. „Lidé je jednoduše používají nevědomě k dosažení každodenních úkolů“ (Weiser, 1991). S ohledem na tento výrok je tedy patrné, že záměrem Ubicompu bylo zaměření se na člověka. Hlavní myšlenkou všudypřítomné práce s počítačem je vytvořit inteligentní prostředí plné zařízení a technologií, které nenápadně interagují s lidmi. Všudypřítomné počítače budou integrovány do předmětů každodenního života. Uživatel by tyto počítače neměl vnímat ve známém prostředí. Všudypřítomné systémy by měly být neviditelné a nenápadné. Dalším základním rysem je jejich znalost kontextových informací. Kontext je situace, která vzniká při realizaci a interpretaci informací o daném prostředí. Tato zařízení mohou budovat síť senzorů a komunikovat mezi sebou přes bezdrátová média. Pro zahrnutí polohy osoby do kontextových informací lze použít různé systémy

sledování polohy. Kromě toho jsou nezbytné osobní informace, jako jsou profily, preference a návyky. Všudypřítomné systémy mohou tato data použít k přizpůsobení se dané situaci a reagovat na změny bez aktivních zásahů uživatele (Bagci, 2006).

Další dimenzí pro neviditelné počítače je všudypřítomná práce na těchto zařízeních. Tento koncept znamená, že počítač má schopnost získat informace z prostředí, do kterého je vložen. Dané prostředí by se tak mělo stát inteligentní v tom smyslu, že má schopnost detekovat ostatní zařízení, která do něj vstupují. Takovéto vzájemné závislosti a interakce vedou k nové schopnosti počítačů jednat inteligentně všude, kde se pohybujeme. Hlavní výzvy všudypřítomné práce na počítači tak vycházejí z integrace rozsáhlé mobility s výpočetní funkcí. V konečné podobě všudypřítomný počítač znamená, že jakékoliv počítačové zařízení, které se pohybuje s námi, může stavět inkrementálně dynamické modely v různých prostředí a odpovídajícím způsobem konfigurovat své služby. Kromě toho jsou zařízení schopna pamatovat si minulá prostředí, v nichž operovala, což nám pomáhá v případě, že znovu vstoupíme do daného prostředí, nebo když aktivně budujeme služby v nových prostředích, kdykoli do nich vstoupíme (Lyytinen, 2002).

Podle Marka Weisera můžeme technologie pro všudypřítomná zařízení rozdělit do tří základních částí, kterými jsou levné, nízkoenergetické počítače, které disponují stejně pohodlným displejem, software pro všudypřítomné aplikace a síť, která všechno spojí dohromady (Weiser, 1991). Současné trendy naznačují, že tyto požadavky lze lehkou splnit.

Z vědeckého hlediska je důležité diferencovat mobilní všudypřítomné počítače, jelikož od běžných všudypřítomných počítačů jsou koncepčně odlišné a používají různé myšlenky pro organizování a správu výpočetních služeb. Mobilní výpočetní technika je v zásadě o zvyšování naší schopnosti fyzicky přesouvat výpočetní služby spolu s námi. Výsledkem je, že se počítač stává samozřejmým a všudypřítomným zařízením, které rozšiřuje možnosti komunikace či zápisu dat a zařízení je nezávislé na umístění v prostoru. V zásadě byl tento vývoj označen jako přesun všudypřítomných počítačů z izolovaných a utěsněných prostor do našich kanceláří, následně do našich laptopů a až do kapes. Navíc v dnešní době už se setkáváme s touto technikou i na oblečení či těle (Lyytinen, 2002).

Tato zařízení mohou mít podobu senzorů, chytrých telefonů, tabletů, přenosných počítačů a jiných přenosných zařízení, jako jsou chytré hodinky a náramky. Daná zařízení jsou obvykle vyhrazena pro jednu osobu, takže za bezpečnost a ochranu osobních údajů odpovídá uživatel. Nevýhodou těchto zařízení je, že je musí vždy přenášet osoba, která je vlastní. Spotřeba energie nositelných zařízení je dalším problémem. Může to vést ke ztrátě dostupnosti. Pro uživatele je často nevhodné přenášet taková zařízení a uživatelé mají sklon zapomenout na zařízení ve svých kancelářích nebo doma (Bagci, 2006).

Weiser velmi sofistikovaně předpokládal, že v budoucnu budou existovat zařízení, která sahají pouze od nanometrů po milimetry, a budou schopna provádět úkoly, jako je detekování pohybů, světla, teploty, chemikálií, vibrací nebo magnetismu. V dnešní době se tato zařízení nejvíce podobají RFID čipům, senzorům nebo nanorobotům. Obvykle používají radiofrekvenční identifikaci k distribuci informací a komunikaci s jinými zařízeními. Weiser tento koncept všudypřítomné práce s počítačem poprvé popsal v roce 1993 a je těžko uvěřitelné, že přesně předpověděl tento trend zavádění menších a levnějších bezdrátových komunikačních technologií. Všudypřítomný výpočetní systém je stále se rozvíjející oblast výzkumu, která přináší revoluční paradigmatu pro výpočetní modely v 21. století. Je to třetí vlna v oblasti výpočetní techniky po distribuovaných systémech a mobilních počítačích. Ve skutečnosti je všudypřítomný výpočetní model interakce člověka s počítačem, ve kterém je zpracování informací důkladně integrováno do každodenních objektů a činností (Zhao, 2010).

## 1.4. Human-computer interaction

Human-computer interaction, zkráceně HCI, je interakce člověka s počítačem, která studuje výměnu informací mezi technologickými prvky a lidmi, kteří je používají. Interakce HCI je multidisciplinární obor zaměřený na návrh výpočetní techniky a zejména na interakci mezi lidmi neboli uživateli a počítači. Přestože se HCI původně zabývala pouze počítači, v dnešní době je pojem rozšířen tak, aby zahrnoval téměř všechny formy designu informačních technologií (Ruiz, 2019).

Termín počítačová technologie dnes zahrnuje většinu technologií od běžných počítačů s obrazovkami a klávesnicemi až po mobilní telefony, domácí spotřebiče, navigační systémy v automobilech, či dokonce zabudované senzory a aktuátory, jako je automatické osvětlení. HCI má přidruženou designovou disciplínu, která se zaměřuje na to, jak navrhnout počítačovou technologii tak, aby byla co nejjednodušší a nejpřívětivější k běžnému používání (Dix, 2009).

Systémové rozhraní je hlavním mostem mezi interakcí člověka a stroje pro přenos interaktivních informací. Průmyslová oblast, komplikovaná obsluha, nekonzistentní uspořádání a zobrazení nevhodných informací může způsobit, že by se uživatel mohl kvůli této interakci cítit frustrovaně. Interakce člověk-počítač jsou obvykle složitější než interakce fyzického světa. Ovšem stojí za zmínku, že nedostatečná integrace neexistuje pouze mezi digitálním a fyzickým prostorem. Často je pozorována nedostatečná integrace i ve stejných prostorech, jako jsou například webové stránky či mobilní aplikace mnoha společností, které nejsou dostatečně sjednocené a nevzbuzují tak bezproblémový uživatelský dojem (Fu, 2013).

Základním cílem výzkumu interakce člověka s počítačem je vytvoření takových systémů, které budou přehlednější, prospěšnější a budou uživatelům umožňovat kroky, které zefektivní výměnu dat, minimalizovat chyby a zvyšovat produktivitu interakce mezi lidmi a danými prvky, stejně tak jako umožňovat uživatelům kroky pro specifikaci jejich uživatelského pozadí a znalosti pro dosažení požadovaného cíle. Výzvou ve světě bohatém na informace není jen zpřístupnění informací lidem kdykoli, kdekoli a v jakékoli formě, ale konkrétně zjistit správnou informaci ve správný čas (Fischer, 2001).

Při tvorbě interakce člověka a počítače je důležité navrhnout interaktivní počítačový systém tak, aby byl efektivní, snadný a příjemný na používání, takže lidé i společnost si mohou uvědomit výhody výpočetních zařízení. Existuje však proces pro návrh samotné interakce a objektů, ať už virtuálních nebo fyzických, s nimiž je třeba interagovat. Prvním nutným krokem je interakční inženýrství. Druhým krokem je interakční návrh, například návrh pracovního postupu pro zaznamenávání nějaké činnosti, a zatřetí je nutné využít interakční vědu, například použití Fittsova zákona pro návrh optimální velikosti interaktivních tlačítek v aplikaci, neboli cílů. Tento vědecký zákon je široce používán v designu uživatelských rozhraní a předpovídá, že čas potřebný k dosažení cíle je funkcí podílu vzdálenosti a velikosti cíle. Cíle by proto měly být dostatečně velké, aby uživatelé mohli rozeznat, co to je a přesně je vybrat. Měly mít mezi sebou dostatečné odstupny a být umístěny v dobře dostupné oblasti uživatelského rozhraní. Ve skutečnosti je význam HCI hlubší, než se může zdát, protože se jedná o vzájemné propojení inženýrství, designu i vědy (Card, 2014).

Návrháři vytvářejí interakce ve virtuálních světech a vkládají je do světů fyzických. Lidé jako uživatelé, a jejich souvislosti kolem nich, jsou hlavními součástmi konstrukčního problému pro použití interakce. Ve skutečnosti se největší část programového kódu ve většině interaktivních systémech zabývá uživatelskými rozhraními, což ohrožuje celé systémy. Přestože mezi jednotlivými uživateli nikdy nepřestane existovat mnoho individuálních rozdílů, schopnosti lidské mysli jsou pro všechny téměř stejně omezené. Proto porozumění těmto kognitivním omezením a schopnostem je klíčem k návrhu interakce a uživatelské přívětivosti. Zkušenosti s jinými lidsko-technickými disciplínami vedou k souboru závěrů o tom, jak by měla být organizována disciplína interakce člověka s počítačem, aby byla úspěšná. Jednotlivé kroky ve své knize Human - computer Interaction popsal Dix a spol. následovně:

- Za prvé, design je potřeba tam, kde má být vykonána akce. Efektivní kázeň interakce člověka a počítače by neměla být do značné míry založena na analýze použitelnosti, ačkoliv i to může být důležité. Analýza použitelnosti probíhá příliš pozdě a není generativní. Design pomáhá k porozumění omezením, vzhledu do konstrukčního prostoru a hluboké znalosti návrhu. Klasické mezníky v interakci člověk a počítač jako je Apple Macintosh, nebyly vytvořeny z analýzy použitelnosti, ačkoliv analýza měla důležité role. Byly vytvořeny podle



generativních principů jejich návrhů od návrhářů uživatelského rozhraní, kteří měli kontrolu nad návrhem a následnou implementací.

- Za druhé, ačkoliv design zaměřený na uživatele je důležitým prvkem při návrhu interakce, měl by být spíše zdůrazněn design zaměřený na úkoly. Pochopení účelu a kontextu systému je klíčem k alokaci funkcí mezi lidmi a stroji při navrhování jejich interakce. Lidské a technické problémy mohou být vyřešeny pouze při rozhodování o tom, co by měl přesně systém člověk-stroj udělat, a vymezit tak daný cíl. Pro potřeby návrhu zaměřeného na úkoly je důležité zaměřit se na metody analýzy úkolu jako ústřední součást návrhu systému.
- Za třetí, interakce člověk a počítač musí být strukturována tak, aby zahrnovala analytické i implementační metody společně do stejné disciplíny a myšlenky jako součást celku.
- Jako poslední je důležité, aby souhrn metod byl uspořádán tak, aby systém mohl něco dělat. Musí se zobrazovat konečné výsledky dat, které mohou používat lidé, kteří nejsou původci zobrazovaných informací. Nejužitečnějšími metodami a teoriemi jsou generativní teorie, kdy z analýzy některých úloh je možné vypočítat nějakou propracovanou vlastnost, která omezuje konstrukční prostor systému. Může například předpovídat, že pokud grafický systém nemůže aktualizovat zobrazení rychleji než desetkrát za sekundu, začne se iluze animace rozpadat. Toto omezení má zpětné architektonické důsledky pro to, jak zaručit potřebnou rychlost zobrazení při proměnlivé výpočetní zátěži (Dix, 2004).

## 1.5. Senzory

Technologie Ambientní inteligence jsou určeny pro reálný fyzický svět, proto je u nich velice důležité použití senzorů. Obecně provoz IoT je založen na kooperativních funkcích mnoha senzorů a mobilních zařízení pro sídlení dat přes Internet. V dnešní době vyžaduje infrastruktura inteligentních domů a měst rozsáhlou sbírku informací pro monitorování a kontrolu (Sundhari, 2020).

*„Senzory jsou ta zásadní technologie, která propojuje reálný svět s dostupnou výpočetní silou počítačů, pracujících v pozadí těchto aplikací. Senzory jsou obvykle malých rozměrů, lze je proto vestavět v podstatě do každé aplikace ambientní inteligence“* (Mikulecký, 2012).

Pro uspokojení rostoucích potřeb aplikací Internetu věcí, jako je automatizovaný dohled, monitorování životního prostředí a inteligentní města, jsou zapotřebí pokročilé senzorové sítě. Aby byla zajištěna trvalá autonomní síť senzorů, měly by být snímací uzly schopny zpracovávat a komunikovat data s omezením na sběr a spotřebu energie. Očekává se, že senzory odebírají pouze nutnou energii zajišťující vlastní provoz, aby získávaly přesná data, které dále poskytují dalším zařízením v systému (Bushnaq, 2020).

## 1.6. Síťové technologie

Jelikož Ubiquitous computing předpokládá obrovské množství bezdrátových zařízení, z nichž každé vyžaduje značné množství dat, je zapotřebí pokrýt technologie s dostatečnou šířkou pásma, která by umožnila přenos požadovaných informací. Existuje mnoho možností pro přenos dat mezi zařízeními IoT.

V dnešní době je celosvětově nejrozšířenější bezdrátová technologie 4G. Tato technologie sama o sobě nestačí k implementaci všudypřítomné výpočetní koncepce v celém rozsahu a naplnění jejího potenciálu, již však můžeme vidět intenzivnější úsilí o implementaci revoluční bezdrátové technologie 5G, která by umožnila rozšíření připojených zařízení, jako jsou mobilní telefony, počítačová zařízení, zabezpečovací systémy a mnoho dalších. Problém této technologie spočívá prozatím v drahých a poměrně rozměrných vybaveních, které jsou k této síti připojeny

a v jejich velké spotřebě energie. Je tak obtížné propojit malé zařízení nebo zařízení, které není připojené na elektrický zdroj. V této souvislosti se objevily nízkoenergetické síťové technologie Low Power Wide Area Network, dále jen LPWAN, a cílem této síťové technologie je propojit senzory IoT, které mohou být bezdrátové, malé, levné a fungující na baterii s výdrží až deset let. Komunikační zařízení tak lze umístit kamkoliv a je umožněn přenos dat mezi IoT zařízeními na velkou vzdálenost. Jednotlivá zařízení nemají IP adresu, jako je tomu u klasického Internetu, ale nesou pouze identifikátor, podle kterého se určí původ získaných dat (Lom, 2017).

V České republice jsou vybudované tři komunikační infrastruktury pro Internet věcí. Jedná se o komunikační sítě Sigfox, LoRa a NB-IoT.

### **Sigfox**

Sigfox je celosvětovou veřejnou sítí určenou pro Internet věcí a v České republice pokrývá 96% území. Každé zařízení musí obsahovat komunikační čip, který umožňuje přenos po síti a má přiřazeno výrobní identifikační číslo, podle kterého je při komunikaci rozpoznáváno (Sigfox, 2020). Samotná komunikace systému je zachycena na Obrázku 1.

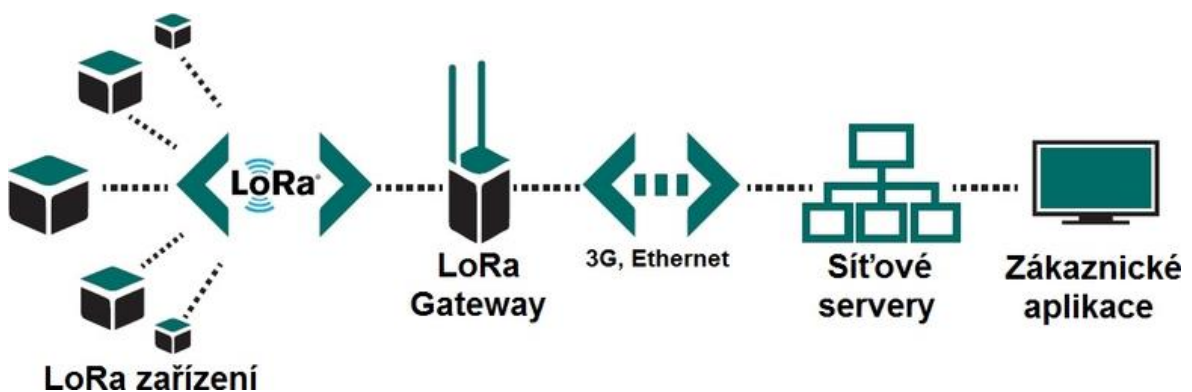


Obrázek 1 Sigfox zařízení (Lom, 2017)

Zařízení jsou připojena k Internetu pomocí sítě Sigfox a zasílají zjištěná data do základnové stanice, odkud jsou data přeposílány zabezpečeným spojením do centrálního cloudu, kde jsou data dostupná koncovým vlastníkům daných zařízení k dalšímu zpracování. Tato síťová technologie je vhodná pro měření a sledování hodnot, ale není vyhovující pro oboustrannou komunikaci v reálném čase (Lom, 2017).

## LoRa

Síťová technologie LoRa vychází z pojmu Long Range a pro svou přenosovou síť využívá radiovou komunikaci, která zařízením umožňuje oboustrannou výměnu dat. Umožňuje tak bezdrátové připojení chytrých zařízení na velké vzdálenosti s minimální energetickou náročností a je tak vhodná k připojení senzorů do systému. Tato síť pro bezpečnost přenosu dat využívá několik technik, jako je komplexní šifrování systémem dvou klíčů, kdy jeden má provozovatel sítě a druhý koncový zákazník. Každý typ zařízení podléhá požadované certifikaci a do systému tak mohou vstoupit pouze certifikovaná zařízení (Cra, 2020). Komunikace systému je zobrazena na Obrázku 2.

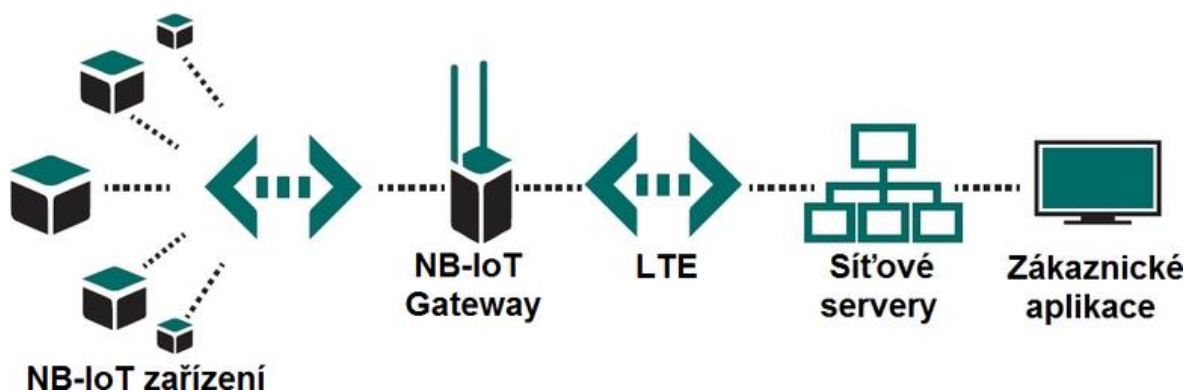


Obrázek 2 LoRa zařízení (Lom, 2017)

Obrázek 2 představuje komunikaci mezi jednotlivými čidly vybavenými rádiovou jednotkou a základnovou stanicí. Aby stanice mohla dále komunikovat se síťovým serverem, musí být připojena vyhrazenou přípojkou, nebo prostřednictvím zabezpečeného připojení k Internetu. Síťový server řídí a dynamicky mění radiové spektrum komunikace, monitoruje stav celé sítě a zajišťuje směrování zpráv tak, aby byly doručeny pouze danému uživateli. Data mohou být koncovým uživatelům zpřístupněny prostřednictvím webové stránky nebo mobilní aplikace (Lom, 2020).

## **NB-IoT**

Poslední síť, která je v České republice vybudována, využívá technologie Narrow Band IoT a je určena výhradně pro přenos dat. Komunikace s IoT zařízeními probíhá na základě LTE pásma a umožňuje efektivní výměnu informací mezi zařízeními, jejichž pracovní režim není náročný na množství přenesených dat. Zařízení obsahují komunikační moduly se zabudovanou SIM kartou (Vodafone, 2020). Komunikace systému je zobrazena na Obrázku 3.



*Obrázek 3 NB-IoT (Lom, 2017)*

Uživatel aktivuje SIM kartu a připojí se k NB-IoT síti. Zařízení pak vysílají nebo přijímají data ze základnové stanice, odkud jsou dále přeposílána do cloudu. Zde jsou data uložena a jsou zpřístupněna koncovému uživateli prostřednictvím mobilní aplikace nebo webové stránky (Lom, 2017).

Internet věcí využívá síťové technologie jako páteř komunikačního systému k vytvoření inteligentní interakce mezi lidmi a okolními objekty. Klíčovou součástí IoT, která poskytuje cenné služby, je cloud. Na trhu se v současné době objevuje řada poskytovatelů cloud computing, kteří využívají vhodné a specifické služby založené na Internetu věcí.

Cloud computing, často nazývaný jednoduše Cloud, je využití výpočetních prostředků – serverů, správy databází, ukládání dat, sítí, softwarových aplikací a zvláštních funkcí, jako je blockchain a umělá inteligence – přes Internet s tím, že k těmto prostředkům se uživatelé dostanou vzdáleně (IBM, 2020).

Dle specifikace IBM lze obecně říci, že existují čtyři modely cloud computingu.

Prvním z nich je **veřejný cloud**, ve kterém poskytovatel cloudových služeb nabízí přístup ke cloudu, který běží na některé části své soukromé infrastruktury prostřednictvím Internetu. Zákazníci nemusí kupovat žádný hardware, software ani podpůrnou infrastrukturu. Vše je tedy vlastněno a spravováno poskytovatelem cloudu a zákazník si část pronajímá za poplatek.

**Soukromý cloud** je cloudová infrastruktura provozovaná výhradně pro jednu společnost. Je spravována danou společností nebo třetí stranou. Soukromý cloud umožňuje společnosti využívat výhody cloudových technologií a zároveň poskytovat větší kontrolu nad zdroji, zabezpečení dat a dodržování předpisů a vyhýbat se možnému dopadu sdílení zdrojů s jiným zákazníkem v cloudu.

**Hybridní cloud** kombinuje soukromý a veřejný cloud pomocí technologií a nástrojů pro správu, pomocí kterých je umožněn bezproblémový přesun sdílených dat a aplikací mezi oběma typy cloudu. Například hybridní cloud umožňuje společnosti uchovávat citlivá data. Možnost hybridního cloudu dává flexibilitu práce zaměstnanců, pomáhá optimalizovat zabezpečení, dodržování předpisů a snižuje investiční náklady.

**Multicloud** označuje infrastrukturu zahrnující veřejné cloudy více dodavatelů nebo služeb od hlavního poskytovatele cloudu a alespoň jednoho dodavatele softwaru. Hybridní multicloud označuje použití soukromého cloudu a multicloudu (IBM, 2020).

Tato digitální transformace má potenciál výrazně ovlivnit způsob, jakým lidé dnes žijí a pracují. Kromě toho bude nepochybně podporovat chytré životní prostředí při vytváření konceptů, jako jsou chytrá města, chytrá síť, strojové učení, vozidla s autonomním řízením a mnohé další.

## 1.7. Smart Environment

Chytré životní prostředí, dále jen SE, je fyzické prostředí obohacené schopnostmi nepřetržitého snímání, komunikace a výpočtů zaměřené na získávání a aplikování znalostí o prostředí tak, aby se přizpůsobilo preferencím a požadavkům svých obyvatel. SE je nedílnou součástí Internetu věcí, který v posledním desetiletí otevírá nové scénáře v každodenním životě, kde každý objekt, člověk i prostředí, lze oslovit a získat přístup odkudkoli pro nespočetné účely. Prostředí lze považovat za chytré, pouze pokud je schopno poskytovat koncovým uživatelům kybernetické funkce a pokud je proaktivní, tedy jednající v zájmu lidí využitím agentů.

Agenti mohou mít podobu softwarových i hardwarových entit, které mají schopnost vnímat dané prostředí, znají své cíle a umí jednat ve spolupráci k dosažení požadovaných cílů (Mikulecký, 2012). Kromě toho musí být přidělování a poskytování služeb prováděno v co nejkratší době. Poskytování služeb musí v ideálním případě předvídat požadavky uživatelů tak, aby prostředí mohlo reagovat rychle a efektivně poskytovat služby. Přidělení služby je klíčovým problémem v inteligentních prostředích, kde jednotlivé komponenty systému spolupracují na dosažení celkového cíle.

Správné přidělení služeb spočívá v dokončení přiřazené úlohy, ideálně v předem definovaném čase, efektivním využitím systémových zdrojů nebo součástí jako jsou agenti, roboti, senzory apod. Proto problém přidělování služeb musí brát v úvahu omezení priorit a datové závislosti spojené s požadovanými službami, schopnosti, dostupností zdrojů a komponent, jejich fyzickým umístěním a lidskými interakcemi, jako i dvěma typy služeb – proaktivní a na vyžádání. Služby na vyžádání jsou požadovány uživateli, zatímco proaktivní služby jsou poskytovány inteligentním prostředím na základě očekávaných požadavků a preferencí uživatelů. Inteligentní prostředí nabízí svým uživatelům několik služeb různého typu, proto je pro jejich uspokojení s různými potřebami klíčová přiměřená koordinace a distribuce nabízených služeb. Problém přidělování služeb v Aml je analogický problému přidělování zdrojů nebo úkolů v distribuovaných systémech.

Inteligentní prostředí je rozděleno do tří vrstev. Fyzická vrstva shromažďuje informace z prostředí Aml. Jedná se tak například o informace o teplotě, světelnosti prostředí atd.

Vrstva agentů se používá k přidělování služeb požadovaných uživateli. Jako poslední je vrstva služeb. Ta zvažuje soubor okolních podmínek a schopností, které systém nabízí uživatelům (Restrepo a spol., 2017).

## 1.8. Využití Ambientní inteligence

Využití AmI a IoT může být různorodé. Technologie AmI a IoT jsou schopny rozpoznávat situace, sociální prostředí, umístění a reagovat tak autonomně, adaptivně a bez zásahu člověka. Tato nová technologická funkce má velký potenciál pro zlepšení environmentální a společenské udržitelnosti. AmI a IoT se zaměřují na vytváření inteligentních prostředí, jako jsou inteligentní budovy, doprava, průmyslová odvětví, inteligentní zdravotní péče, inteligentní města, inteligentní bydlení a mnoho dalších. Vzhledem k jejich všudypřítomné povaze jsou AmI a IoT stále více vnímány jako slibná reakce na problémy spojené s udržitelností rozvoje, umožňují podstatné úspory energií a snížení emisí skleníkových plynů ve většině hospodářských a městských odvětví a řešit společenské výzvy v oblasti zdravotní péče (Cook, 2009).

### 1.8.1. Chytrá města

Internet věcí je jednou z klíčových součástí infrastruktury inteligentních měst. Ta se totiž obvykle spoléhají na splnění různých vizí o všudypřítomných počítačích, kde každodenní objekty spolu komunikují a spolupracují napříč heterogenními a distribuovanými výpočetními prostředím, aby poskytovaly informace a služby městským entitám a občanům (Bibri, 2015).

IoT pomáhá při sledování inteligentních dopravních signálů k úpravě intervalů a provozu během dovolené a udržení vozů v pohybu bez lidského zásahu. Městským úřadům pomáhá shromažďovat informace o provozu ze silničních senzorů, o vozidlech na dopravních kamerách a postupně sledovat dopravní obslužnost bez jakýchkoliv problémů. Pomocí IoT ve veřejné dopravě lze využít expertní systémy v reálném čase, provádět havarijní plány a zajistit tak obyvatelům bezpečnost. V dnešní době mají



inteligentní města stovky kamerových systémů s inteligentní bránou a monitorovanou kontrolou provozu pro případy bezpečnostních komplikací na veřejných komunikacích.

Rychlý růst populace vedl v nedávných dopravních systémech ke značným problémům s dopravou. To nejen způsobuje významné znečištění ovzduší a plýtvá časem a energií, ale také to znamená problém s nedostatkem parkovacích míst. V dobách IoT a inteligentních městských ekosystémů jsou nezbytné inteligentní parkování a příslušná inovativní řešení k udržitelnějším budoucím městům. Inteligentní parkování pomocí senzorů zabudovaných do automobilů a městské infrastruktury může zmírnit zablokování ve městech a problémy s parkováním a poskytnout tak občanům nejlepší kvalitu služeb a zisk (Al-Turjman, 2019).

### 1.8.2. Chytré vzdělávání

Cílem adaptivních vzdělávacích systémů je přizpůsobit obsah a vzdělávací metody studentům. Díky novým technologiím lze minimalizovat studentovu dezorientaci a kognitivní přetížení a maximalizovat tak efektivitu učení. Současné vzdělávací systémy postrádají přizpůsobivost, jelikož nabízejí stejné zdroje materiálů pro všechny uživatele bez ohledu na jejich individuální potřeby a preference. Studenti se učí podle svých učebních stylů a jejich stanovení je klíčovým krokem k přizpůsobení eLearningu nebo tradičního vzdělávání (Bajaj, 2018).

ELearning lze používat současně ve fyzické nebo virtuální učebně. Příkladem výhod eLearningu je využití zařízení inteligentních tříd, jako je například epódium, k záznamu přednáškových materiálů v reálném čase. Profesor může zaznamenávat data, zatímco přednáší ve třídě. Následně je přednáška nahrána na daný server, ze kterého se k přednáškám dostanou studenti z univerzity. Jakmile je přednáška nahrána, studentům se stačí přihlásit, a tak získají přístup k materiálům, které mohou prohlížet a poslouchat prostřednictvím mobilních telefonů nebo počítačů připojených k Internetu. Jedním z problémů spojených s tímto systémem je fakt, že studenti nemohou spolu s přednášejícím komunikovat. Aby se nejednalo pouze o jednosměrnou komunikaci, lze tento problém řešit inteligentní učebnou vybavenou vylepšenou moderní technologií. Inteligentní učebnu lze definovat jako třídu vybavenou

technologiami, jako jsou 4G sítě, technologiemi pro interaktivní učení, nepřetržitý přenos zvuku i videa a nahrávání získaných dat na server (Alelaiwi, 2015).

Pedagogové by v dnešní době měli být schopni nabídnout moderní vzdělávací metody schopné integrovat novinky vědy a techniky se zapojením žáků do „lepšího“ učení. Inteligentní materiály představují nové a zajímavé technologické téma výuky. Tyto materiály mohou měnit své fyzikální vlastnosti a lze s nimi manipulovat (Minuto, 2015).

### 1.8.3. Chytrá zdravotní péče

S rozvojem informačních technologií se postupně objevuje koncept inteligentní zdravotní péče. Inteligentní zdravotní péče používá novou generaci informačních technologií, jako je Internet věcí, Big data a umělou inteligenci, aby transformovaly tradiční lékařský systém všestranným způsobem, čímž se zdravotní péče zefektivňuje, zvyhodňuje a více přizpůsobuje (Tian, 2019). Jedná se tak například o modely s vysokým rozlišením jednotlivých pacientů, které jsou výpočetně léčeny tisíci léky za účelem nalezení léku, který je pro pacienta optimální. Digitální a genomická medicína může tuto mezeru překlenout monitorováním, zpracováním a integrací obrovského množství dat z přenosných digitálních zařízení a elektronických lékařských záznamů. Integrace a klinické využívání těchto komplexních údajů jsou však stále nevyřešenými výzvami.

Digitální dvojčata jsou konceptem systémového inženýrství, který byl použit u složitých systémů, jako jsou letadla nebo dokonce města. Cílem je modelovat tyto systémy výpočetně tak, aby mohly být vyvíjeny a testovány rychleji a ekonomičtěji, než je tomu v reálném prostředí. V ideálním případě lze koncept digitálních dvojčat převést na pacienty za účelem přesnější diagnostiky a rychlejší léčby. Síťové nástroje lze také použít k propojení interakcí mezi typy buněk v různých tkáních. Například buňky v artritickém kloubu mohou interagovat s buňkami v sousedních lymfatických uzlinách prostřednictvím různých mediátorů. Multicelulární síťové modely z různých tkání tak mohou být spojeny do meta-sítě interakčních modelů, čímž se vytvoří komplexní digitální dvojčata. Síťové modely mohou být poté použity k upřednostnění nejdůležitějších tkání, typů buněk a genů. Díky tomu se mohou lékaři zaměřit na větší

spektrum tkání a orgánů než jen na ty, co přímo souvisí s danými příznaky, a urychlit a zlepšit tak proces léčby pacienta. Například u revmatoidní artritidy bylo navrženo, že plíce mají takovou roli a mohou být vhodnější pro terapeutické cílení než klouby (Björnsson, 2019). Ovšem klinická implementace digitálních dvojčat bude vyžadovat řešení celé řady technických, lékařských, etických a teoretických výzev.

#### 1.8.4. Chytrá domácnost

Prostupující Internet věcí vedl k jeho využití v mnoha aspektech našeho každodenního života. Začlenění IoT do inteligentního domácího systému tak bylo pouhou otázkou času. Lidé však nesmí zapomínat, že inteligentní domácí systémy sestávají ze součástí, které lze ovládat pomocí Internetu, a proto jsou tyto systémy náchylné stát se hlavním zdrojem ohrožení našeho soukromého života v důsledku bezpečnostních mezer (Yassein, 2019).

Optimalizace energetické náročnosti domácích spotřebičů v inteligentní síti je hlavním úkolem, kterému čelí dodavatelské společnosti. Zejména v období energetické špičky, která má značný dopad na stabilitu energetického systému. Proto společnosti dodávající elektřinu zavedly dynamické systémy stanovující cenu v závislosti na různých časových obdobích. Ve zmiňovaném období špičky jsou ceny elektřin vyšší, než je tomu například během noci. Inteligentní domy tento problém řeší pomocí rozvrhování napájení domácích spotřebičů ve vhodných obdobích v předem definovaném časovém horizontu v souladu s dynamickým cenovým schématem. Primárním cílem tohoto řešení je snížit účty za elektřinu uživatelů a udržet stabilitu energetického systému (Makhadmeh, 2019).

### 1.8.5. Chytrá kancelář

Chytrá kancelář je pracoviště, kde jsou využívány moderní IoT technologie, které pomáhají zaměstnancům pracovat lépe, rychleji a chytřeji. Toho lze dosáhnout tím, že jsou zaměstnancům odstraněny zbytečné překážky k výkonu práce. Jedná se například o eliminování podřadných úkolů a činností, které spotřebovávají energii a čas zaměstnanců.

Zavedení inteligentních kanceláří přináší ale mnoho dalších výhod. Jedním z nejoblíbenějších důvodů pro implementaci řešení inteligentní kanceláře je zvýšení produktivity práce zaměstnanců dané organizace. Usnadňuje se provádění nezvyklých úkolů, jako je například hledání a následné rezervování volné zasedací místnosti. Řešení inteligentních kanceláří umožňují i lepší využití kancelářských prostor. To znamená, že existuje značný potenciál pro snižování kancelářských prostor za současného zachování potřeb zaměstnanců. Zároveň zlepšuje spolupráci a usnadňuje tak zaměstnancům setkat se v nejbližší dostupné kanceláři či zasedací místnosti v případech improvizované schůzky. Informace o tom, jaké prostory jsou zaměstnanci využívány nejvíce, mohou podpořit rozhodnutí o zmodernizování daného pracoviště, a tím tak zajistit zaměstnancům firemní prostředí, kde se budou cítit dobře. Kromě toho je třeba zvážit, jak lze optimalizovat náklady na provoz a údržbu těchto prostorů. Může být urychlena i oprava či doplnění chybějícího vybavení díky jednoduchému zasílání informací z jednotlivých prostor v budově. Urychlení oprav je zásadní pro všechny, jak pro zaměstnance, tak i zaměstnavatele. Vytvořením moderního firemního prostředí využitím inteligentních kanceláří pomohou společnosti poskytovat zaměstnancům prožitky, které pomáhají přilákat a udržet zaměstnance. Cílem je zlepšit pohodu zaměstnanců, očistit je od nepotřebných činností a zajistit jim více volného času. Dostupný čas mohou využít k soustředěnosti na podstatné úkoly a zaměstnanci tak budou schopni vykonat více práce s menším úsilím a pod nižším tlakem.

Inteligentní kancelář vytváří hodnotu v různých oblastech podnikání, od úspory energie, lepšího využití nemovitosti až po zvýšení produktivity zaměstnanců. Inteligentní kancelář je ale především o efektivnějším využívání zdrojů. Čím chytřeji jsou zdroje využívány, tím méně je plýtváno časem i penězi.

Koncept inteligentního kancelářského prostředí s uživatelsky přizpůsobenou interakcí může být zabezpečen multimodálním rozhraním, které využívá identifikaci obličeje, otisku prstů či rozpoznávání řeči. Systém agentů může být sestaven tak, aby předpokládal, že uživatel sedí na židli. Tento předpoklad je založen na skutečnosti, že zaměstnanci stráví nejvíce času u svého stolu a na židli. Předmětem, který nejvíce používají je jejich počítač. V zásadě navrhovaný systém klade důraz na snadno použitelná a uživatelsky přívětivá rozhraní strojního zařízení a umožňuje bezpečnou interakci mezi uživateli a jejich systémem agentů. Přístup k soukromé informační databázi je umožněn na základě identifikace obličeje a otisku prstu. Tyto metodiky identifikace se používají pro ochranu soukromí a stejně tak pro zabezpečení kancelářských prostor. Z návrhu vyplývá, že prostředí založené na systému agentů je vhodné pro realizaci řešení s cílem poskytnout pohodlnější a efektivnější kancelářské prostředí. Výsledky experimentálních hodnocení ukázaly, že navrhovaný systém založený na multiagentním systému byl relativně snadno použitelný a užitečný (Kim, 2011).

Prostředí chytré kanceláře dává prostor pro využití mobilních agentů. Ti nabízejí možnost zapouzdřit informace o osobě i s jejími preferencemi a dokážou tak provádět uživatelské služby všudypřítomného systému jménem uživatele. Inteligentní prostředí zajistí ukládání a zasílání osobních údajů a daná osoba je tak vždy doprovázena mobilním virtuálním objektem. Je možné nabízet služby založené na poloze přizpůsobené osobním profilům. Mezi hlavními problémy mobilních agentů patří otázky zabezpečení a soukromí. Pokud jde o inteligentní prostředí, centrální server by se mohl rychle stát problémovým místem kvůli množství klientů a služeb běžících v systému. Navíc by selhání serveru mohlo ohrozit celý systém. Systém mobilních agentů tedy ideálně zapadá do decentralizovaného přístupu. Mobilní agent představuje virtuální odraz uživatele a nese osobní informace, které agentovi umožňují provádět různé operace (Bagci, 2006).

# Cíl práce a metodický postup řešení

## 2.1. Cíl práce

Jedním z nejdůležitějších cílů výstavby Ambientního prostředí je pomáhat uživatelům v jejich každodenním životě automatizací rutinních úkolů. Z této myšlenky vychází i tato diplomová práce, která si klade za cíl analyzovat potřeby zaměstnanců i zástupců vedení vybrané technologické společnosti – dále jen Společnost, na základě kterých je nastíněn návrh řešení nejen pro zjednodušení každodenních aktivit a zvýšení efektivity při práci v kanceláři budoucnosti využitím Internetu věcí. Tato práce je zpracovávána z pohledu business analytika, jehož cílem je navrhnout podklad pro možné řešení problému chytré kanceláře nikoliv řešení samotné. Návrh se nezabývá implementací konkrétního hardwaru ani technickou proveditelností.

## 2.2. Metodický postup řešení

Pro účely dosažení výše definovaného cíle jsou v práci aplikovány principy a výzkumné metodiky informačních technologií. V první části práce budou identifikovány problémy, které budou klíčové pro splnění stanoveného cíle. Problémy budou identifikovány na základě rozhovoru s pracovníky napříč odbornými pozicemi. Tématem rozhovoru budou každodenní pracovní činnosti, a jaké z těchto rutinních aktivit by zaměstnancům ušetřily čas, pokud by je nemuseli sami provádět. Na základě získaných informací bude možné identifikovat vzorce chování pracovníků a určit, které činnosti by mohly být automatizovány a které by pomohly ke zvýšení efektivity při práci v kanceláři. Důležité slovo pro řešení požadovaného modelu pro inteligentní kancelář bude mít i vedoucí pracovník Společnosti, jimž budou stanovena východiska, kterých bude nutno dosáhnout, aby Společnost byla ochotna do chytrých kanceláří investovat.

Poté, co budou analyzovány podněty od všech zúčastněných stran, bude se zaměstnanci i s vedením Společnosti diskutováno nad možným řešením vymezených problémů. Součástí diskuse bude i téma jednotlivých technologií, které budou moci být v řešení využity k co nejlepšímu dosažení cíle. Řešení pro chytrou

kancelář bude navrženo pomocí modelovacího jazyka UML, díky kterému bude vystižena funkčnost chytré kanceláře a udržována přehlednost navrhovaného systému. Zde bude využito znalostí modelovacích metod, technologií a aplikovatelných teorií, aby bylo možné vytvořit vhodnou strukturu pro budování chytré kanceláře. Dalším krokem bude přiblížení jednotlivých zautomatizovaných procesů, kdy za pomoci sekvenčních diagramů bude vytvořen přehledný popis fungování daných funkcionalit systému. V poslední části se práce bude zabývat zakomponováním inteligentních zařízení do navrhovaného systému pro zlepšení technologického dojmu z kanceláře a zvýšit tak zaměstnancům prožitek z pracovního prostředí, který by mohl mít přímý vliv na jejich produktivitu práce. Celkovým výsledkem této diplomové práce bude návrh na řešení chytré kanceláře, která by příznivě ovlivňovala produktivitu zaměstnanců a jejich efektivitu práce, spolu se zhodnocením možných výhod a nevýhod implementace chytrých kanceláří v prostorách dané Společnosti.

## Analýza požadavků

Inteligentní technologie mění způsob, jakým zaměstnanci pracují ve svých kancelářích. Moderní kancelář je inteligentní kancelář. Design firemních prostor není jen o profesionálním rozmístování moderních prvků. Je potřeba inteligentního kancelářského prostoru, který zaměstnance v kanceláři inspiruje každým dnem.

Nedávná studie společnosti Microsoft dospěla k závěru, že čím silnější je digitální kultura ve společnosti, tím nižší je procento zaměstnanců, kteří se cítí neproduktivní a postrádající inovativnost (Microsoft, 2018). Chytrá kancelářská technologie je také navržena tak, aby zlepšovala celkové prostředí tím, že kanceláře budou energeticky účinnější, bezpečnější a pohodlnější. Pomáhají také společnostem lépe se rozhodovat o prostorech, které mají zaměstnanci k dispozici. Inteligentní technologie vytvářejí a ukládají data o využití a obsazenosti, která jsou cenná při určování, jak zlepšit využití stávajícího prostoru.

Internet a neustále se rozvíjející designový trh zcela předefinovaly a revolucionizovaly způsob, jakým vnímáme prostory. Integrovaný design inteligentních kanceláří je další velká věc a majitelé i zaměstnanci se snaží vytvořit více prostor pro spolupráci, který se méně zaměřuje na individualistickou práci. Výsledkem je inteligentnější a progresivnější pracovní prostředí.

V dnešní době mnoho podniků zjistilo, že díky konkrétním typům chytrého designu dokáží díky tomu se svými kanceláři udělat velmi dobrý dojem na zaměstnance i na klienty. Pro každé pracoviště je podstatné heslo: pracujte inteligentně, žijte chytré a vaše pracoviště bude také chytré.

Investice do inteligentních technologií je investice do kanceláře jako celku – jak do efektivnější práce zaměstnanců, tak do samotných prostor. Správné nástroje, které jsou intuitivní a komunikativní, zefektivní pracovní postupy a odstraní nestrategické úkoly ze seznamu restů. Zaměstnanci získávají více času, aby se zaměřili na to, co je důležité.

Aby však investice do chytré kanceláře byla úspěšná, je potřeba splnit jednak takové požadavky, které jsou vyžadovány podnikem, a stejně tak splnit přání a očekávání zaměstnanců. Pro tyto účely je tak nezbytné požadavky analyzovat. Analýza probíhala ve spolupráci s mezinárodní technologickou Společností, která v současné době patří



mezi nejoblíbenější zaměstnavatele v České republice a snaží se co nejvíce využívat trendy IoT pro vývoj a výrobu svých produktů. Analýza probíhala formou rozhovoru s vedoucím pracovníkem pro zjištění požadavků kladených ze strany Společnosti. Bylo zjišťováno, jaké jsou dle něj, z pohledu běžného zaměstnance, očekávání, co vše by mohla chytrá kancelář přinést do pracovního prostředí a práce v něm. Tyto informace byly rozšířeny o poznatky dalších deseti zaměstnanců napříč odděleními, se kterými byl veden řízený rozhovor o jejich představách a požadavcích na chytrou kancelář.

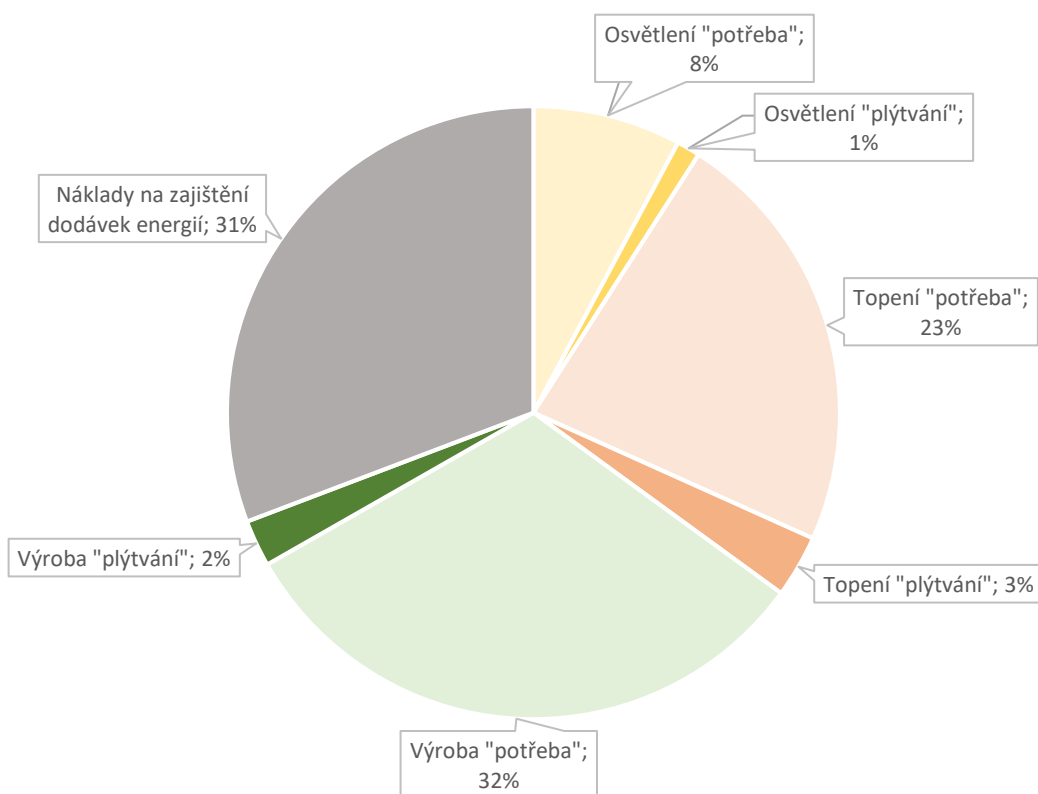
### 3.1. Požadavky kladené Společností

Společnost se řadí mezi jedny z větších spotřebitelů energie v České republice. Vedení Společnosti si je tak vědomo, že náklady na energii i dopad její spotřeby na životní prostředí jsou zásadní. Proto se také ochrana životního prostředí stala nedílnou součástí firemní strategie.

Aby byl ve Společnosti zajištěn hospodárný, spolehlivý a environmentálně ohleduplný provoz při pokrytí všech energetických potřeb, je využíváno souboru nástrojů a opatření pro vědomé energetické řízení. Systém se opírá o tři základní pilíře, mezi které patří lidský potenciál, technické inovace a organizační zlepšení. Pod pojmem lidský potenciál je možné si představit povinné školení pro zaměstnance, jak hospodařit s energiemi, nebo tým, který dohlíží na správu a úsporu energií. Technické inovace zahrnují úsporné spotřebiče nebo moderní techniku budov jako je správná izolace a rekuperace tepla. Organizační zlepšení zahrnují systémy pro sledování a vyhodnocování spotřeb energií. Jako zajímavost lze poznamenat, že roční spotřeba energie ve Společnosti je přibližně srovnatelná, jako je roční spotřeba energie v celém Hradci Králové (Interní dokumentace Společnosti, 2019).

Cílem, a tedy požadavkem na chytrou kancelář v prostorách Společnosti, je zamezit plýtvání s energiemi.

Dle dokumentů interní komunikace je možné rozdělit náklady Společnosti spojené se spotřebou energie na náklady pro zajištění dodávek energií, náklady za osvětlení, topení i vzduchotechniku a na náklady za spotřebu energie spojenou s výrobou produktů (Interní dokumentace Společnosti, 2019). Následující graf zobrazuje procentuální zobrazení jednotlivých skupin s ohledem na zjištěné plýtvání energiemi v jednotlivých oddílech.



Graf 1 Roční náklady spojené se skutečnou spotřebou a plýtvání energiemi (Interní dokumentů Společnosti, 2019)

Ačkoliv se zobrazená data na grafu na první pohled nejeví nijak zle, je třeba si uvědomit, že jediné procento představuje částku v řádech několika milionů korun. Plýtváním energiemi se dle dostupných informací Společnost potýká napříč všemi oblastmi. Nejméně je plýtváno osvětlením, které představuje již zmiňované podstatné jedno procento. Nejvíce by Společnost mohla ušetřit, pokud by zamezila plýtvání s topením, a to až o tři procenta. Snížením plýtvání lze dosáhnout efektivní automatizací, ale i odpovědným přístupem obsluhy. Mezi nejběžnější situace, při kterých dochází k největšímu plýtvání energií, patří radiátory udržující teplotu v místnosti, i když v ní nikdo není nebo jsou otevřená okna. Pro tyto účely se zcela hodí řešení chytré kanceláře, která by si uměla poradit s osvětlením i topením. Díky inteligentní technologii je možno docílit, že přístroj detekuje, že je někdo v místnosti a upraví podle toho teplotu. Zařízení může neustále kontrolovat kvalitu vzduchu uvnitř i vně daných prostor a bude se tak dát předejít zmiňovanému scénáři, kdy okna budou otevřená a topení bude běžet naplno. Stejně tak by mělo fungovat i osvětlení, které by bylo zapnuto pouze, pokud by byla detekována přítomnost osob. Takto by Společnost mohla dosáhnout významných úspor a ušetřit až několik desítek milionů korun ročně.

### 3.2. Požadavky kladené zaměstnanci

Mezi základní pravidla, která vedou ke zvýšení efektivity práce, patří to, aby se zaměstnanci ve svých kancelářích cítili pohodlně. A přesně v tomto bodě se shodli i všichni dotazovaní zaměstnanci. Cítit se pohodlně. Lidé ve své práci stráví přibližně jednu čtvrtinu svého života a fyzické prostředí tak přímo ovlivňuje jejich pohodu a pracovní výkon. Proto je kancelářský prostor důležitý pro rozvoj dobrého a zdravého pracovního prostředí. Předpokládá se, že zaměstnanci, kteří jsou spokojeni s fyzickým prostředím, budou s větší pravděpodobností dosahovat lepších pracovních výsledků. Teplota, kvalita vzduchu, osvětlení i hlukové podmínky v kanceláři ovlivňují koncentraci a produktivitu práce. Je dokázáno, že produktivita klesá o dvě procenta s každým stupněm nad teplotu 25 °C a (Kamarulzaman, 2011). Spokojenost zaměstnance je považována za důležitý faktor úspěchu organizace a je považována za klíčový ukazatel výkonnosti.

Tyto požadavky jdou ruku v ruce s požadavky kladené Společností. Díky tomu, že bude v kanceláři vytvořeno tepelně vhodné pracovní prostředí, nebudou zaměstnanci nuceni otevírat okna, či pouštět topení. Dle zjištění navíc mnoho lidí zápasí s klimatizací v tom smyslu, že ji nelze ovládat, a proto vše řeší otevřenými okny. Těmi ale do místnosti proniká hluk z okolí a zaměstnanci se tak opět nedokáží plně soustředit.

Dalším problémem, se kterým se skoro denně potýkají, je ten, že zaměstnanci nemají přehled o ostatních lidech v kanceláři. V dnešní době je moderní využívat home-office, ostatní kolegové však ztrácí přehled o tom, zda fyzicky do kanceláře někdo dorazí, či nikoliv. Bud' zbytečně vyčkávají s potřebným dotazem, čekajíc, aby problém mohli řešit osobně. Nebo obvolávají jednotlivé kolegy a zjišťují si sami, zda dorazí, čímž dané kolegy vyrušují od práce. Jedno z přání, co by taková chytrá kancelář mohla umět, bylo automatické shromažďování a třídění emailů, které obsahují stejný předmět zprávy. Posledním přáním zaměstnanců bylo, aby jim chytrá kancelář pomohla odejít z práce dřív domů.

V následující části této práce budou zpracovány požadavky na chytrou kancelář z analýzy, na základě kterých bude sestaven návrhový model řešení.

## Návrh scénáře

Zaměstnanec, který má na své ruce chytré hodinky, či mobilní telefon v kapse, vezme za kliku své kanceláře, systém rozezná uživatele a dveře se odemknou. Při vstupu do místnosti kamera změří zaměstnanci teplotu a zkontroluje tak fyzický stav uživatele. Senzory rozpoznají přítomnost osob v místnosti, zareagují přizpůsobením osvětlení dle úrovně denního světla a přizpůsobením teploty v místnosti v závislosti na okolních vlivech. Zapne se rádio a na interaktivní obrazovce se zobrazí harmonogram práce a informace o kolezích v týmu, zda dnes dorazí do práce. Pracovník usedne za svůj stůl, který hlídá, jak dlouho už uživatel sedí a na základě toho jej vyzve, aby se postavil. Následně stůl uzpůsobí i výšku pro pohodlnou práci ve stoje. Stejně tak i naopak. Pracovník může v kanceláři využívat veškerá dostupná zařízení a nemusí řešit, zda došel toner v tiskárně, či některé zařízení hlásí poruchu. O vše je postaráno. Při odchodu domů se automaticky vše zhasne, topení ustálí a kancelář se zamkne. O nic se nemusí starat. V průběhu noci jsou pak vyhodnocena data získaná z naměřených hodnot termokamery, a pokud byla v průběhu dne některému uživateli kanceláře naměřena zvýšená teplota, je zkontrolováno, zda se nenachází nikdo v daném prostoru, a automaticky se prostor kanceláře vydezinfikuje ozonem. Kancelář je tak připravena k bezpečnému užívání pro další den.

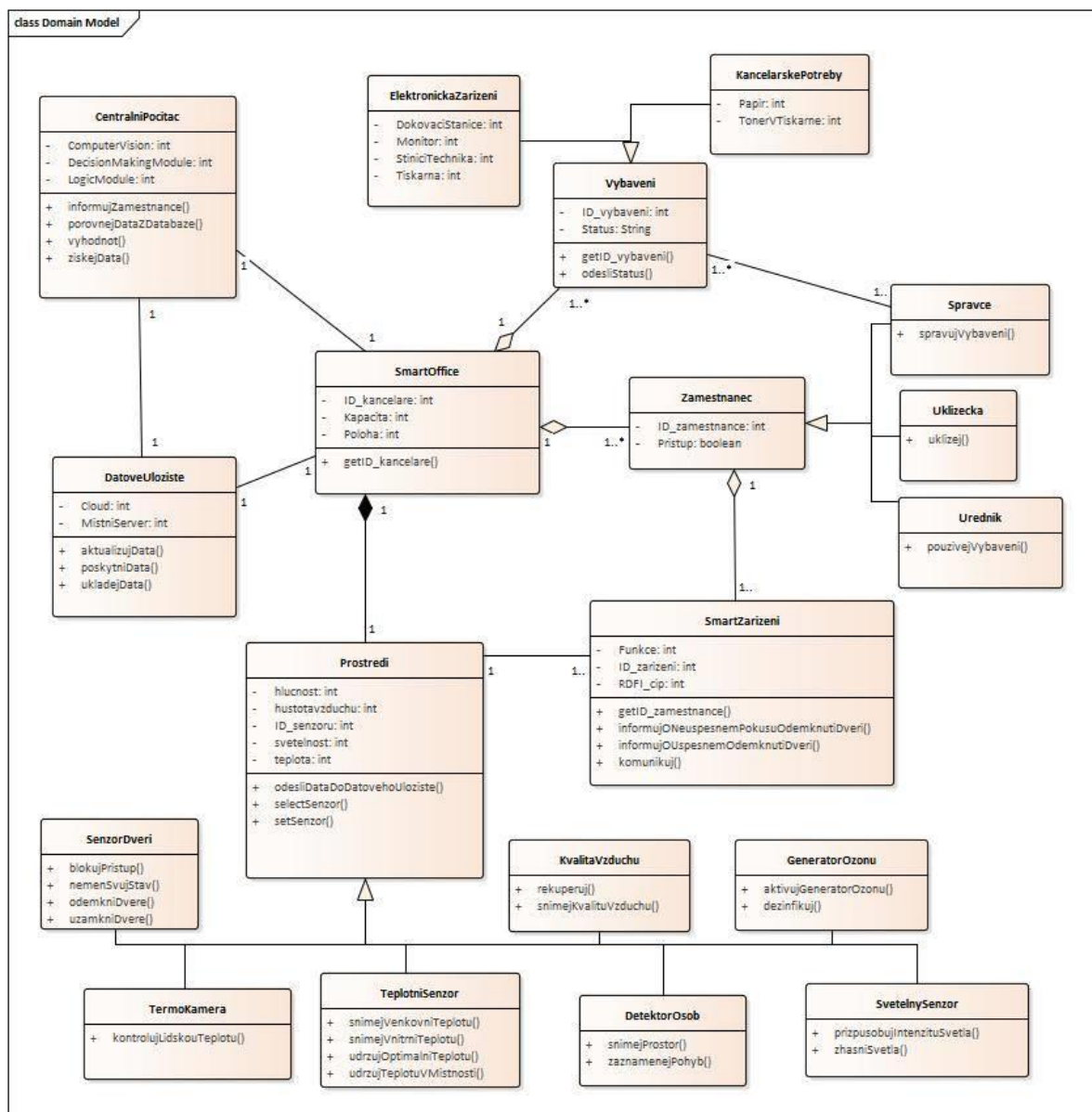
Takto by mohl vypadat scénář běžného všedního dne zaměstnance. Pracovníkům by tak byl umožněn komfortní pobyt v kanceláři pro efektivní práci.

### 3.1. Funkcionalita systému

Aby bylo možné výše zmiňovaný scénář zrealizovat, jsou v následující části této práce navrhovány diagramy, které využívají standardní přístup k modelování a popisu systému v objektově orientovaném prostředí známém jako Unified Modeling Language, zkráceně UML. Tento přístup je v souladu se zásadami Ubiquitous Computing, a proto je vhodný jako nástroj pro návrh řešení. Celý koncept Smart Office je navržen na základě hlavních cílů a požadavků kladených zaměstnanci a vedoucím

pracovníkem, zastupujícími Společnost. Návrh se nezabývá implementací hardwaru ani technickou proveditelností.

Obrázek 4 obsahuje podrobnější diagram tříd spolu s atributy a funkcemi konkrétních tříd v systému. Aby byla zachována přehlednost diagramu, jsou třídy rozšířeny o atributy a metody. Dále je třeba vzít v úvahu, že navrhované diagramy nejsou určeny k implementaci v žádném z počítačových programovacích jazyků, jelikož to ani není cílem této práce. Proto také atributy ani metody nedodržují přesná sémantická pravidla UML, díky čemuž ale diagramy dokážou udržet co největší přehlednost a univerzálnost.



Obrázek 4 Diagram tříd představující funkčnost systému (vlastní zpracování)

Obrázek 4 představuje celkem 19 tříd, které reprezentují funkcionalitu systému. Třída *Smart Office* má jako své atributy ID kanceláře, kapacitu a polohu. Tyto atributy byly vloženy proto, že kancelář musí mít své identifikační číslo a polohu, aby správce mohl v případě nutnosti rychle vyhledat požadovanou kancelář. Identifikační číslo také slouží ke správnému přiřazení objektů do patřičné kanceláře. Kapacita je uvedena jako běžný atribut kanceláří, který říká, pro kolik osob je uzpůsobena daná kancelář. S třídou *Smart Office* je spojena agregační vazbou třída *Zaměstnanec*. Touto vazbou je vyjádřeno, že v každé kanceláři může být vždy alespoň jeden zaměstnanec.

Třída *Zaměstnanec* má pak atributy ID zaměstnance a *Přístup*. Tyto atributy jsou důležité pro použití v systému chytré kanceláře, kdy bude rozlišováno, zda identifikační číslo zaměstnance je na seznamu uživatelů, kteří mají povolený přístup do patřičné kanceláře. Zaměstnanci jsou rozlišováni do tří skupin, a proto jsou tyto třídy dále spojené vazbou generace, a tedy sdílí stejné atributy od třídy *Zaměstnanec*. Do kanceláře má přístup jak běžný úředník, který používá zařízení dostupné na pracovišti, tak uklízečka, která provádí běžné úklidy. Přístup do kanceláře má také správce, který má na starosti jak správu kanceláře, tak správu vybavení, které je dostupné v kancelářích.

Třída *Vybavení* má opět jako atribut identifikační číslo a status. Atribut status správci říká, v jaké stavu je vybavení v kanceláři. Jestli je zapnuté či nehlásí nějakou závadu. Proto jsou v diagramu uvedeny metody pro získání identifikačního čísla vybavení a pro odeslání statusu daného přístroje, aby správce ihned věděl, jaké konkrétní zařízení případně nefunguje správně.

Každá kancelář má své chytré prostředí agentů, které kontroluje teplotu, intenzitu světla a kvalitu vzduchu. Tyto vlastnosti se promítají v attributech třídy *Prostředí* uvedené v diagramu. Každý agent má opět své identifikační číslo a umí odesílat získaná data. Prostředí agentů se skládá z pěti různých senzorů snímajících daný prostor, termokamerou kontrolující lidskou teplotu a generátorem ozonu pro případnou dezinfekci daného prostředí. Tyto agenti byli do návrhu zakomponováni v návaznosti na koronavirovou krizi, která propukla v průběhu zpracování této diplomové práce, jelikož mají vliv na splnění zaměstnaneckých požadavků týkajících se pohodlí a bezpečnosti v rámci pracovního prostředí.

Prvním senzorem, který je systémem využíván ihned při vstupu do kanceláře, je *Senzor dveří*. Pod tímto senzorem si lze představit chytrý zámek. V dnešní době je trh s inteligentními zámky poměrně rozsáhlý. Mezi zámky existují rozdíly týkající se instalace, bezdrátové technologie, komunikace a integrace s dalšími produkty. V zásadě ale umožňují stejnou věc. Poskytují výhodu ovládat a převzít kontrolu nad tím, komu je umožněn vstup do zabezpečeného prostoru. Zařízení komunikuje se systémem, který umožní snadné odemknutí dveří a pohodlný vstup do prostoru bez časového prodlení. Stačí, aby zaměstnanec u sebe měl chytré zařízení, kterým může být jeho mobilní telefon, či jiné chytré zařízení, bez nutnosti přikládání jej k zámku.

Dalším senzorem, jehož funkce jsou v návrhu využívány, je *Senzor přítomnosti*, který detekuje přítomnost osob. Senzor přítomnosti je v tomto návrhu jedním z nejpodstatnějších agentů, jelikož na základě jeho fungování jsou závislé činnosti ostatních agentů a tvoří tak základ automatizace navrhovaného systému. Vzhledem k důležitosti tohoto senzoru je nutné jej odlišit od klasických senzorů detekující pohyb. Zaměstnanci často sedí u svých počítačů a konají jen poměrně nezaznamenané pohyby. Běžné senzory pohybu by pak nemusely fungovat správně a v návaznosti na nich by celý systém automatizace vykazoval nežádoucí chyby. Je proto podstatné, aby senzor přítomnosti detekoval osobu ve všech situacích a snímal celý prostor kancelářského prostředí.

Pro vytvoření příznivých podmínek vhodných pro práci je jedním ze základních prvků pracovního prostředí správné osvětlení. Světlo totiž může mít významný dopad na celkovou koncentraci a produktivitu zaměstnanců. Průzkum společnosti Philips poukazuje na to, že osvětlení snižuje depresi a zlepšuje náladu, energii, bdělost i již zmiňovanou produktivitu (výzkum společnosti Philips, Alton, 2017). Moderní technologie je v dnešní době natolik vyspělá, aby umožnila osvětlením napodobovat účinky přirozeného světla v kanceláři, a pomáhá tak optimalizovat biorytmy lidí a tím zlepšovat náladu a pracovní výkon. Vzhledem k tomu, že prevence zdraví a pocit pohodlí v chytré kanceláři je základním požadavkem na navrhovaný systém, aspekt optimálního kancelářského osvětlení je jednou z priorit návrhu.

V návaznosti na předchozí senzor přítomnosti je proto v návrhu řešené automatizované osvětlení s využitím *Světelných senzorů*. Pokud je v prostoru zaznamenán pohyb a detekována přítomnost osob, rozsvítí se světla na základě



okolních podmínek. Díky světelným sensorům lze uzpůsobit intenzitu světla přesně tam, kde je a kdy je zrovna potřeba svítit. Intenzitu lze zajistit změnou světelného výkonu, díky členění svítidel lze svítit pouze tam, kde je potřeba a automaticky vypnout světlo, pokud je prostor neobsazený.

Podobný vliv na člověka, jako má osvětlení, mají i teplotní podmínky v pracovním prostředí. Několik výzkumů prováděných na téma „jak teplota ovlivňuje produktivitu zaměstnanců“ potvrzuje, že se zvyšující se teplotou klesá jejich produktivita práce. Dle vládního nařízení č. 361/2007 Sb. nesmí teplota na pracovišti přesáhnout maximální povolenou hodnotu, kterou pro práci v kanceláři je 27 °C. Stejně tak by teplota neměla být nižší než 20 °C (Vyhláška č. 361/2007 Sb.). Ačkoliv preference na optimální teplotu se bude pravděpodobně u každého zaměstnance lišit, dle dostupných informací z vědeckých výzkumů lze vymezit teplotní interval, při kterém budou spokojeni všichni zaměstnanci. Optimální teplotu lze tedy předpokládat v rozmezí od 21 °C do 25 °C (SJA, 2017). V souvislosti s vládními nařízení je nutné dodržovat rozdíly vnějších a vnitřních teplot, pokud je na pracovišti používána klimatizace. V takovém případě nesmí rozdíl teplot překročit 5 až 6 °C.

V navrhovaném řešení je tedy počítáno i s automatickým řízením teploty s využitím *Teplotních sensorů*. Sensory snímají teplotu ve vnitřním i venkovním prostoru a uzpůsobují tak optimální teplotu v kanceláři pro příjemný pobyt v ní.

S tím souvisí i funkce dalšího senzoru, který snímá kvalitu vzduchu v prostředí chytré kanceláře a představuje jej třída *Kvalita vzduchu*. Pokud je v kanceláři vydýchaný vzduch, či znečištěný výpary, spustí se řízená rekuperace vzduchu. Rekuperace je proces, kdy je do budovy přes vzduchotechniku přiváděn venkovní čerstvý vzduch, při kterém zároveň dojde k výměně, tedy zpětnému získávání tepla. Principem se proces podobá otevření okna, s tím rozdílem, že takto teplo neuniká. Výsledkem je, že ačkoliv do prostoru přivádíme čerstvý vzduch, uniká z něj minimální množství tepla. Rekuperační jednotky jsou ve většině budovách Společnosti již zabudovány, a proto se vybízelo jejich zakomponování do systému chytré kanceláře.

V průběhu zpracovávání této práce došlo k celosvětové koronavirové krizi, která se dotkla vnímání pracovního prostředí. Klád se důraz na prevenci a ochranu zdraví na pracovišti a bylo nařizováno mnoho bezpečnostních opatření. Vzhledem

k analýze požadavků na návrh chytré kanceláře, mezi které patřila nezbytnost cítit se na pracovišti pohodlně a bezpečně, byla tato mimořádná situace zahrnuta do návrhu této práce. Mezi časté příznaky onemocnění COVID-19 patří zvýšená teplota. Do chytrých kanceláří je proto navržena *Termokamera*, která snímá a kontroluje teplotu každého zaměstnance, který vstoupí do vymezeného pracovního prostředí. Záznamy v průběhu dne jsou pak vyhodnocovány a v případě pozitivního zjištění zvýšené teploty na pracovišti, bude prostor kanceláře vydezinfikován a celém procesu je informován správce.

Dezinfekce je prováděna ozonem za pomoci *Generátoru ozonu*, který je zakomponován ve vzduchotechnice. Dezinfekce ozonem je velmi účinná v boji proti virům a bakteriím, ale také k odstraňování pachů. Po samotném procesu dezinfekce se ozon samovolně rozpadne a kancelář je tak brzy připravena k bezpečnému používání pro další den. Vzhledem k tomu, že ozon je pro člověka poměrně nebezpečný, k dezinfekci prostoru dochází pouze v nočních hodinách, kdy je ověřeno senzory, že v prostoru se nikdo nenachází. Vše funguje jako dokonalá souhra jednotlivých sensorů, o kterou se stará centrální počítač.

*Centrální počítač* je mozkiem celého navrhované systému chytré kanceláře. Jako atributy v diagramu tříd jsou uvedeny Computer vision, Decision Making Module a Logic Module, jelikož dokonale vystihují jeho vlastnosti. Počítačové vidění se zaměřuje na replikaci částí složitosti systému lidskému vidění a umožňuje počítačům identifikovat a zpracovávat objekty v obrazech a videích stejným způsobem jako lidé. Díky umělé inteligenci však v mnohých úkolech už počítače dokáží překonat člověka. Především co se týče úkolů se zpracováním dat. Počítače fungují mnohem rychleji a přesněji. Oblast počítačového vidění umožňuje umělé inteligenci nejen data zpracovávat, ale také analyzovat. Díky tomu je pak umělá inteligence schopna rozpoznávat vzorce chování a dochází tak ke strojovému učení. Logic Module (logické moduly) jsou programovatelné ovladače, které umožňují strojům provádět procesy bez zásahu člověka. Pro návrh systému chytré kanceláře jsou tyto logické moduly žádoucí, protože dokáží pracovat s mnoho různými automatizovanými procesy. Díky těmto vlastnostem je centrální počítač právem nazývám mozkiem systému, jelikož dokáže zpracovávat ohromné množství získaných dat, rozhodovat o nich a následně provádět změny v prostředí bez zásahu člověka.

Všechna data jsou centrálnímu počítači dostupná v *Datovém úložišti*, který má podobu místního serveru nebo cloudového řešení. Díky takto uloženým informacím jsou centrálnímu počítači k dispozici vždy potřebná aktuální data, díky kterým pak může rozhodovat o dalších činnostech ostatních komponent v systému.

Aby každý zaměstnanec byl systémem rozpoznán, a mohl se systémem komunikovat, vlastní některé z *Chytrých zařízení*, který disponuje RFID čipem. RFID je zkratka anglického pojmu Radio Frequency Identification, který v překladu označuje identifikaci pomocí elektromagnetických vln. Jedná se tak o automatickou identifikační technologii, která se vyznačuje spolehlivostí a rychlostí při čtení a sběru dat. Což je v případě vstupu do chytré kanceláře přesně to, co je žádoucí. Chytré zařízení může fungovat i jako uživatelské rozhraní při komunikaci se systémem.

Díky všem těmto zmiňovaným komponentám a jejich funkcionalitě je možné určité procesy v navrhovaném systému plně zautomatizovat.

## 3.2. Automatizované řízení procesů

Pro účely této diplomové práce bylo vytyčeno celkem pět hlavních činností, které by měly být určitým způsobem plně automatizovány. V následující části jsou jednotlivé automatizované procesy blíže představeny pomocí sekvenčních diagramů. Jelikož je modelované prostředí plné agentů, bylo za účelem představení jednotlivých automatizovaných procesů využito programu StarUML, který ve svém rozšíření umožňuje modelovat multiagentní systémy.

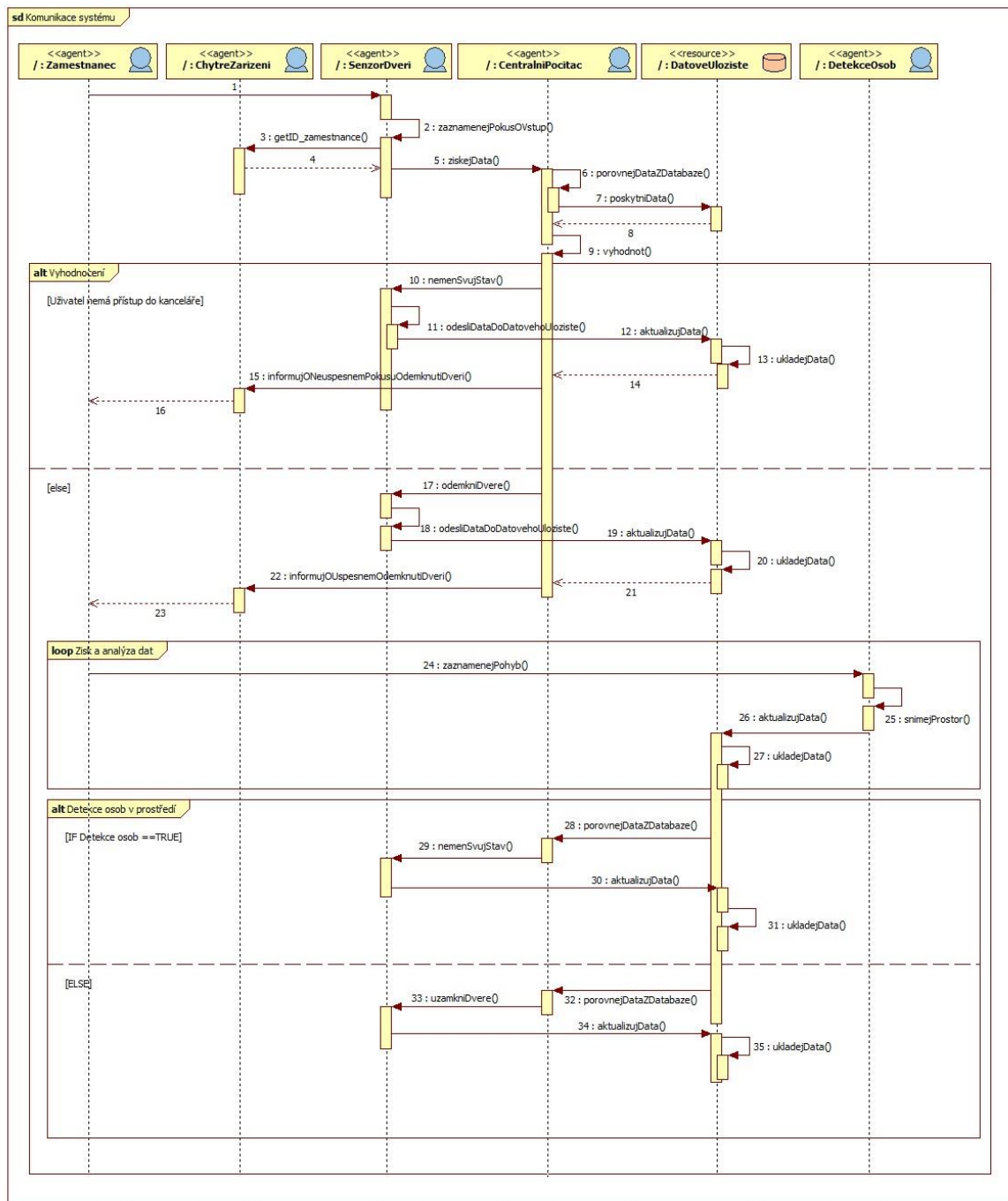
### 3.2.1. Vstup do chytré kanceláře

Při vstupu do kanceláře zaměstnanec klasicky vezme za kliku, s tím rozdílem, že nemusí řešit, zda je odemčeno či nikoliv. Systém rozpozná, že se uživatel pokouší o vstup a načte jeho identifikační číslo, které nese RFID čip jeho chytrého zařízení. Centrální počítač pak porovná získaná data s daty uloženými na datovém úložišti a vyhodnotí, zda je daný uživatel beroucí za kliku na seznamu zaměstnanců s oprávněným přístupem do kanceláře.

V případě, že zaměstnanec nemá oprávněný přístup do kanceláře, nebude mu umožněn vstup, dveře se neodemknou a uživatel je informován o neúspěšném pokusu při odemykání dveří. Pokud byl zaměstnanci přístup do kanceláře přiřazen, dveře se odemknou a je mu umožněn vstup. Jakmile pracovník vstoupí do prostoru kanceláře, zaznamená jej senzor detekující osoby, který začne snímat prostor. Dokud je detekce osob v pracovním prostředí pozitivní, dveře jsou odemčené a je tak umožněn vstup do kanceláře i osobám bez patřičných přístupových oprávnění. Pokud ale zaměstnanec kancelář opustí a nebude tedy detekována žádná osoba v kanceláři, dveře se opět uzamknou a systém přejde do základního stavu.

Díky takto řešenému vstupu do kanceláře zaměstnancům odpadá nutnost nošení klíčů a problémy související s nimi, jako například zapomenutí, ztráta, jeho zlomení či neustálé hledání toho správného klíče. Tím je zajištěn komfortnější vstup zaměstnanců do kanceláří. Tento návrh pomáhá zodpovídat i otázku bezpečnosti osobních věcí zaměstnance, ale i firemních dokumentů. Zaměstnanci často opouštějí kancelář v domnění, že se za chvíli vrátí a své kanceláře nezamykají. V tom případě

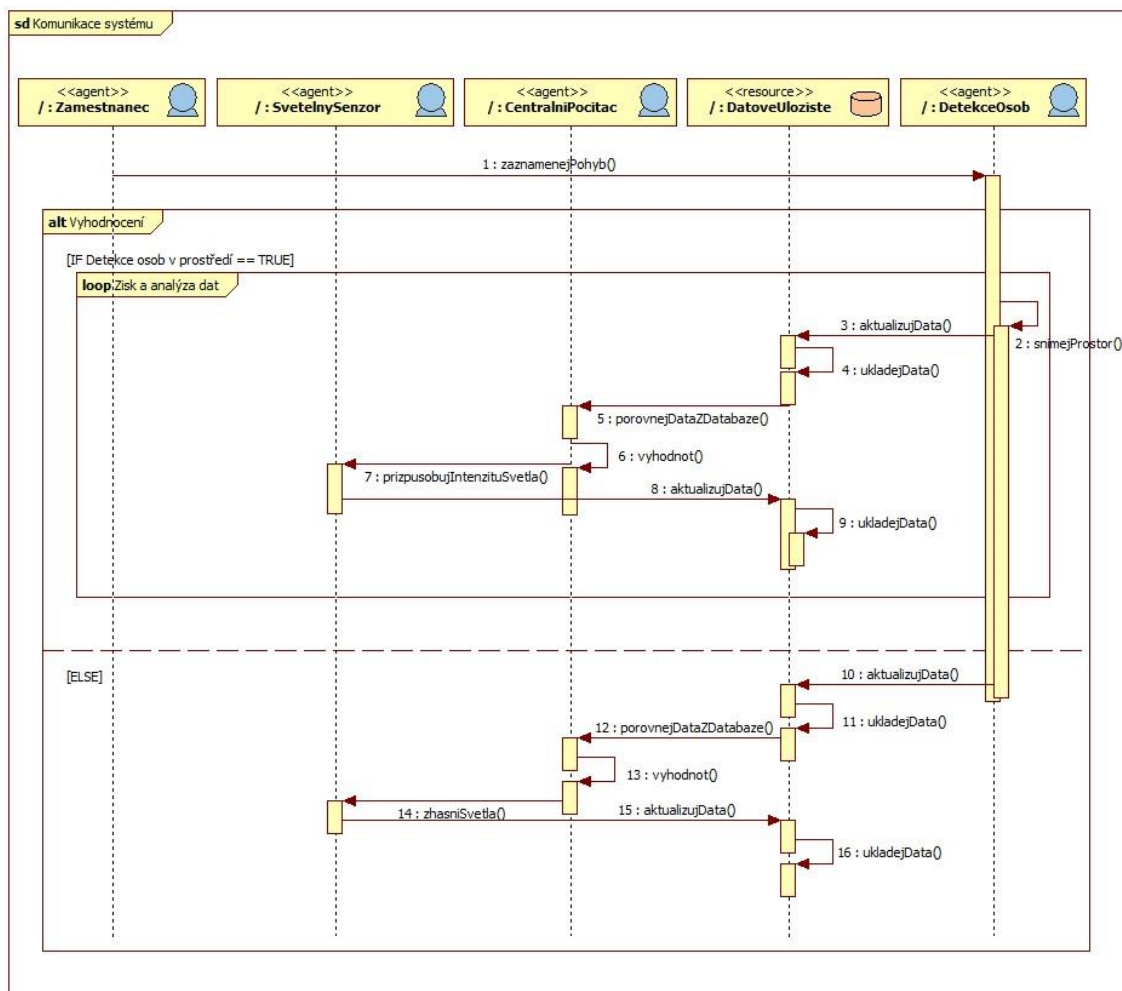
by mohlo dojít ke krádeži osobních věcí či firemních dat. Toto řešení tak předchází případným problémům a zaměstnancům je tak zařízen pohodlný vstup oprávněným zaměstnancům do kanceláří a jsou zabezpečeny veškeré osobní i firemní data a předměty.



Obrázek 5 Sekvenční diagram, komunikace systému při vstupu uživatele do kanceláře (vlastní zpracování)

### 3.2.2. Automatizované řízení osvětlení

Druhým automatizovaným procesem po vstupu do kanceláře je řízené osvětlení. Jeho princip je zobrazen na Obrázku 6.



Obrázek 6 Sekvenční diagram, komunikace systému pro automatizované osvětlení (vlastní zpracování)

Obrázek 6 představuje sekvenční diagram funkce chytrého osvětlení. Jakmile zaměstnanec vstoupí do prostoru chytré kanceláře, v návaznosti na předchozí diagram, senzor přítomnosti detekuje osobu v místnosti a začne v pravidelných intervalech a neustále snímat přiřazený pracovní prostor. Získané informace jsou aktualizovány a pravidelně ukládány na datovém úložišti. Centrální počítač pak s těmito získanými daty operuje a na jejich základě rozhoduje o dalších činnostech automatizovaného systému v chytré kanceláři. Pokud je v prostoru chytré kanceláře detekována přítomnost osoby, centrální počítač dá povel k přizpůsobení světla

světelným sensorům v závislosti na okolních podmínkách, jako je denní svit, tak, aby světlo v chytré kanceláři působilo přirozeně a bylo příjemné pro oči.

Centrální počítač vyhodnocuje získaná data a na základě svého algoritmu rozhoduje, zda upravit intenzitu osvětlení, kde jej upravit a jak změnit světelný výkon. Tyto procesy se budou stále opakovat. Dokud bude detekována přítomnost osob v prostoru kanceláře, bude neustále docházet k přizpůsobování intenzity světla. Pokud však v prostoru nebude detekována přítomnost žádné osoby, všechna světla zhasnou.

Díky automatizaci řízení osvětlení a její úpravou intenzity světla lze zvýšit spokojenost uživatelů, zlepšit jejich náladu a celkově změnit atmosféru v prostředí chytré kanceláře. Díky přizpůsobování osvětlení lze opticky změnit i vzhled prostoru. Především lze ale také automatizací snížit náklady na energii. Automatizace osvětlení tak směřuje ke splnění požadavků kladené ze strany zaměstnanců i ze strany Společnosti.

### 3.2.3. Automatizované řízení topení a kvality vzduchu

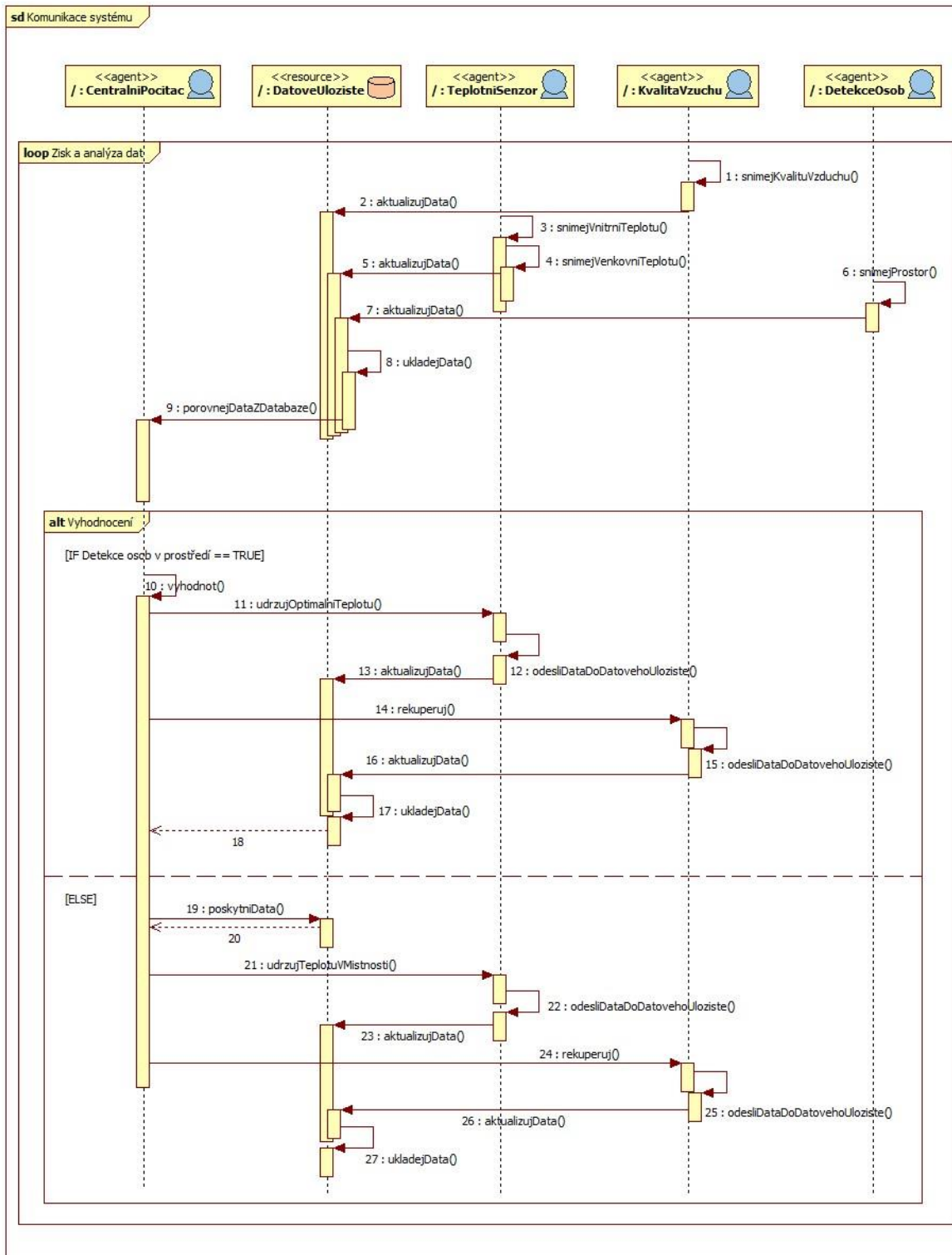
Obdobně, jako automatizované osvětlení funguje i topení. V prostředí chytré kanceláře dochází k neustálé kontrole kvality vzduchu, tedy snímání obsahu oxidu uhličitého a vlhkosti vzduchu, a k přizpůsobování teploty v prostoru. Sensory snímají venkovní teplotu okolního prostředí i vnitřní teplotu v prostoru a data se ukládají a uchovávají pro účely dalšího zpracování na datovém úložišti. Centrální počítač tato data pak vyhodnocuje, zpracovává a dále s nimi pracuje. V zásadě má systém, v případě automatizované regulace topení, za cíl dvě možné varianty.

Prvním scénářem je, že v prostoru chytré kanceláře je detekována přítomnost osob. V takovém případě systém porovná získaná data, tedy teplotu venkovního i vnitřního prostředí a kvalitu vzduchu v prostoru, a začne nastavovat optimální teplotní prostředí pro pobyt v kanceláři. Stejně tak je optimalizována i kvalita vzduchu, kdy pro jeho obnovu je využíváno rekuperace, díky které je vydýchaný či znečištěný vzduch odváděn mimo objekt a je nahrazen čerstvým, ať už ohřátým nebo ochlazeným vzduchem. Takto se scénář opakuje, dokud je v prostoru detekována přítomnost osob.

Jak již situace napovídá, druhým scénářem je situace, kdy přítomnost osob v prostorách chytré kanceláře není detekována. V takovém případě je v místnosti udržována jen nutná teplota. Pro účely zajištění topné stability autorka vycházela z vyhlášky č. 194/2007 Sb., která stanovuje pravidla pro vytápění a dodávky teplé vody. Vyhláška říká, že topné období začíná 1. září a končí 31. května následujícího roku. V tomto období by se měla zahájit dodávka energií, pokud průměrná teplota poklesne pod třináct stupňů Celsia a podle vývoje počasí nelze předpokládat zvýšení této průměrné teploty. Dle dostupných informací by tak teplota v administrativních budovách, tedy i v kancelářích, měla dosahovat 20 °C. Dále je možné, aby teplota v noci poklesla na 18 až 16 °C (Vyhláška, 194/2007 Sb.). Na základě těchto informací je v návrhu počítáno s nutnou udržovanou teplotou v objektu, aby bylo dosaženo tepelné stability. V návrhu je s uvedenou teplotou počítáno nehledě na topnou sezónu.

Díky automatizaci topení a využití rekuperace tepla lze dosáhnout stejně jako u automatizovaného řízení osvětlení zlepšení pohodlí zaměstnanců a snížení nákladů na energie. Dle informací, získaných při analýze požadavků, tvořily roční náklady na topení 23 % z celkových nákladů na energie. Stejně tak bylo zjištěno, že právě při topení dochází k nejrozsáhlejšímu plýtvání. Vzhledem k tomu, že toto plýtvání energiemi stojí Společnost několik desítek milionů ročně, realizace automatizace řízení topení by měla být pro firmu prioritou.





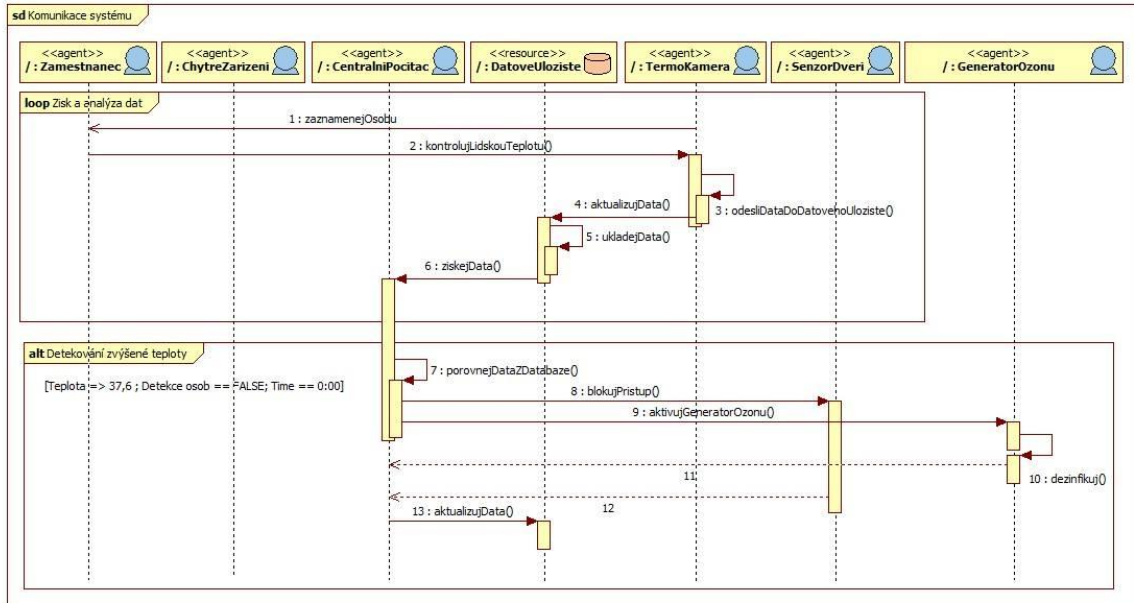
Obrázek 7 Sekvenční diagram, komunikace systému pro automatizované topení (vlastní zpracování)

### 3.2.4. Automatické snímání lidské teploty a řízená dezinfekce kanceláře

Aby bylo dosaženo prevence a ochrany zdraví zaměstnanců v důsledku koronavirové krize, která byla zaznamenána v průběhu zpracování této práce, byla k návrhu řešení pro splnění požadavků na bezpečnost a pohodlí zaměstnanců v chytré kanceláři přidána kontrola pomocí termokamery.

Při vstupu každého zaměstnance do kanceláře je kamerou kontrolována lidská teplota. Získaná data jsou opět vyhodnocována centrálním počítačem a ukládána na datovém úložišti. Aby nedocházelo k nežádoucí panice, nepokojům na pracovišti a k porušení zásad na ochranu osobních dat, kamera nesignalizuje výchyly a nedává žádnou zpětnou vazbu uživatelům o naměřené teplotě. Zjištěné hodnoty jsou pouze ukládány. V nočních hodinách, kdy je kancelář uzamčená a není tedy detekována přítomnost osob na pracovišti, pak centrální počítač porovnává naměřená data z databáze. Pokud centrální počítač zjistí, že v průběhu dne byla kamerou detekována osoba s naměřenou teplotou vyšší než 37,6 °C, dá příkaz kancelář vydezinfikovat.

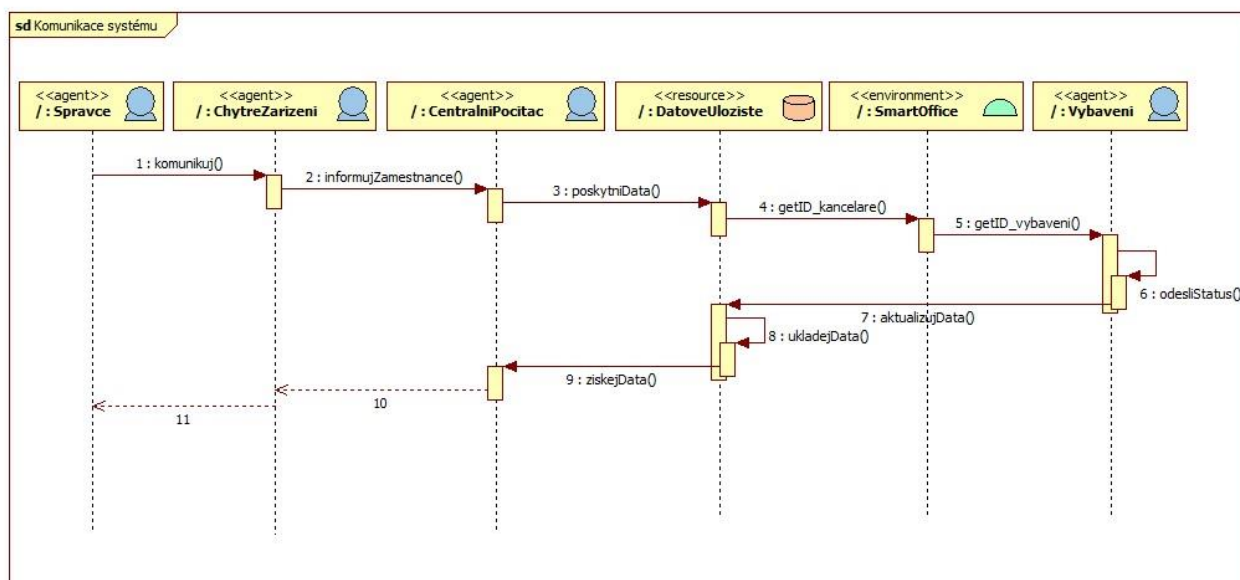
Jelikož se jedná o dezinfekci ozonem, který může být pro zaměstnance nebezpečným, samotná dezinfekce probíhá ve večerních hodinách a je blokován vstup do kanceláře. Po určité době se ozon samovolně rozpadne, ovšem doba rozpadu je závislá na velikosti kancelářské plochy, a tedy na době působení samotné dezinfekce. Po ukončení procesu dezinfekce a uplynutí potřebné doby k rozpadu ozonu je kancelář opět připravena k bezpečnému používání a přístup do ní je odblokován.



Obrázek 8 Sekvenční diagram, komunikace systému při snímání tělesné teploty (vlastní zpracování)

### 3.2.5. Správa zařízení a automatická notifikace správce

Jelikož chytrá kancelář spočívá ve využívání inteligentních zařízení, je potřeba počítat s tím, že časem se může vyskytnout nějaká technická závada na těchto zařízeních. V těchto případech je v návrhu modelu počítáno s funkcí správce, který bude mít na starosti jak technické závady systému, tak i běžnou správu kancelářského elektronického vybavení. Každé elektronické zařízení umí předat svůj stav a nahlásit tak případnou poruchu. Tyto informace jsou pak odesílány správci dané chytré kanceláře. Stejně tak, kdyby v kanceláři došel toner v tiskárně, správce dostane upozornění a zařídí jeho doplnění.



Obrázek 9 Sekvenční diagram, komunikace systému a správce zařízení

Díky tomu tak lze dosáhnout optimálního provozu Ambientního systému chytré kanceláře. Zaměstnanci mohou plně využívat vybavení, kterým kancelář disponuje a nemusí se starat o jeho údržbu. Správce má především přehled o spotřebě energií v dané kanceláři, což umožňuje Společnosti zpětnou kontrolu pro dosažení deklarovaných strategických cílů o snižování spotřeby energie.

### 3.3. Zařízení využitelná pro účely chytré kanceláře

V této části práce je přehled inteligentního vybavení, které je navrhováno do kancelářských prostor za účelem dosažení pohodlí zaměstnance a ke zvýšení celkové technologické úrovně pracovního prostředí.

#### Chytré stoly

Moderní inteligentní stoly jsou schopny zaměstnance upozornit, kdy je vhodný čas k sezení či stání a přizpůsobuje výškovou polohu svými motorizovanými nohami. Výšku si lze ručně upravit na dotykové obrazovce, která je zabudována přímo ve stole. Inteligentní stoly jsou schopné shromažďovat statistiky a informace o tom, jak dlouho zaměstnanec seděl, stál či byl mimo pracovní stůl díky samostatným sensorům, které získávají informace z polohy stolu v případě, že je detekována přítomnost zaměstnance. Díky tomu displej zobrazuje upozornění, kdy je čas vstát a začít se trochu pohybovat. Pokud je uživatel připraven změnit polohu, stačí, aby daný displej dvakrát poklepal. Obsluha je tedy velmi jednoduchá a stůl je tak především vhodný na prevenci zdraví zaměstnanců.



*Obrázek 10 Chytrý pracovní stůl (Stirworks, Inc, 2015)*

### Bezdrátové nabíječky

Aby zaměstnanec plně využíval automatizovaných funkcí chytré kanceláře, je nutné, aby měl k dispozici své chytré zařízení, kterým je z pravidla mobilní telefon. Problém by mohl nastat, pokud by zaměstnanec měl telefon vybitý. Je proto důležité, aby zařízení bylo nabité a tedy funkční. Jelikož je mobilní telefon jednou z nejpoužívanější věcí v pracovní době, bylo by neefektivní, kdyby byl telefon připevněn kabelem k zásuvce. Řešením je tak zabudovat bezdrátovou nabíječku na desku pracovního stolu. Pracovní stůl je běžným místem, kam si zaměstnanci odkládají svůj mobilní telefon. Díky takto zabudované bezdrátové nabíječce bude docíleno plně funkčního chytrého zařízení, přičemž zaměstnanec nebude nijak omezován.

### Interaktivní stěna

Ve Společnosti jsou videokonference běžnou součástí pracovního týdne, jelikož má své zázemí na mnoha místech v České republice, ale i po celém světě. V důsledku koronavirové krize se však omezilo cestování, a tím se i zvýšil podíl videokonferencí. Pro kvalitnější a pohodlnější on-line přenos chytrá kancelář disponuje inteligentní stěnou, která je vybavena širokoúhlou kamerou, dotykovou plochou a vestavěnými reproduktory. Umožňuje sdílet obsah z mobilního telefonu či počítačového zařízení. Největší výhodou přináší ve spolupráci na projektech, kdy je možné v reálném čase sdílet úpravy s kolegy. Na interaktivní stěně se pracuje na stejném principu jako na tabletu.

Interaktivní stěna najde své využití i při každodenních činnostech. Nahrazuje flip chart i běžnou tabuli. Uživatelé na ní mohou pracovat jako na klasické tabuli s tou výhodou, že tato dokáže transformovat obraz do digitální podoby a zaměstnanec s tím může ihned dále pracovat a sdílet mezi své kolegy. Trh s moderními technologiemi se neustále vyvíjí a přináší mnoho zajímavých řešení. Příkladem, jak by taková interaktivní stěna mohla vypadat, představuje Obrázek 11.



Obrázek 11 Interaktivní stěna (Hloušek, 2016)

I přesto, že v současné době je práce z domu velmi atraktivním benefitem, na běžném pracovišti mnohdy přináší zmatečnost. Ostatní kolegové v kanceláři nevědí, zda dotyčný přijde, či má tzv. home-office. Mnoho zaměstnanců Společnosti dochází do práce mezi 6 - 8 hodinou ranní. Není tak zcela jasné, zda spolupracovníci daný den dorazí, dorazí později, či nedorazí vůbec, protože mají dovolenou nebo pracují z domu. Na výše zmiňované interaktivní tabuli (Obr. 11), při běžném úsporném režimu obrazovky, by se tak zobrazovali jednotliví členové kanceláře a jejich harmonogram pracovního dne. Při vstupu do kanceláře by tak každý ihned věděl, co ho daný den čeká, zda jeho kolegové mají dovolenou, nebo pracují z domu.

### Chytré rádio

Aby byl pobyt v kanceláři příjemnější, často si zaměstnanci pouští rádio. Pokud ale vyřizují telefonáty, či mají videokonferenci, je žádoucí, aby rádio ztišili. Chytré rádio v chytré kanceláři dokáže zaznamenat, kdy zaměstnanci volají, ať už přes své mobilní telefony, pevné linky, Skype nebo jiné komunikační prostředky, a automaticky ztiší své vysílání a po ukončení přenosu opět začne hrát.

### 3.4. Záložní zdroj systému v podobě zelené energie

Ačkoliv je systém chytré kanceláře uzpůsoben na šetření energie, sám systém je na dodávce energie závislý. Pokud by došlo k výpadku elektrického proudu, systém by zkolaboval. Je proto nutné už i v návrhu řešení počítat se záložním zdrojem.

Vzhledem ke strategickým cílům Společnosti minimalizovat ekologickou stopu byla zvolena forma zelené energie, tedy energie získaná z obnovitelných zdrojů. V souvislosti s rozsáhlými zastavěnými plochami v areálu Společnosti se nabízí využití solárních panelů k výstavbě fotovoltaické elektrárny. Trh s fotovoltaickými systémy je v současné době velmi rozmanitý a ceny solárních panelů klesly na takovou hodnotu, že cena jimi vyrobené elektřiny je srovnatelná s cenou elektřiny vyrobenou klasickými zdroji využívajícími fosilní paliva.

Fotovoltaické systémy jsou připojeny na elektrickou rozvodnou síť a pracují paralelně s touto sítí. Takto vyrobená elektrická energie je pak primárně spotřebovávána v místě výroby. Nedochozí tak ke složité a nákladné distribuci elektřiny, která je zatížena ztrátami. Navíc odběratel šetří peníze, které by jinak za dopravu elektřiny zaplatil.

Přebytky vyrobené elektrické energie mohou být posílány do veřejné elektrické sítě a prodány na velkoobchodním trhu. V případě hybridních systémů, které pracují s bateriovými úložišti, se přebytky vyrobené elektřiny ukládají do akumulátorových baterií a následně se mohou využít k pokrytí spotřeby v době špičkového odběru elektřiny. Dochází tak k vyrovnávání odběrového diagramu a tím i k dalším úsporám plateb za odebranou elektřinu.

Výroba elektrické energie kolísá v závislosti na intenzitě slunečního svitu. Proto by pro účely chytré kanceláře mohly být využity právě tyto hybridní solární systémy. Takto uskladněná energie pomůže zefektivnit dodávku elektrického proudu, kdy při jejím nedostatku není potřeba čerpat energii ze sítě, ale z vlastních zdrojů, které byly získány formou přebytku solární energie uschované v akumulátorových bateriích.



Společnost by mohla využít prostoru svých několika rozlehlých parkovišť pro výstavbu fotovoltaických systémů, například jako je tomu na Obrázku 12. Nebo výstavbu těchto systémů uskutečnit na rovných plochách střech výrobních hal.



*Obrázek 12 Solární panelové parkoviště (Ecofriend, © 2012)*

Díky výstavbě fotovoltaického systému v prostorách Společnosti je možné zabezpečit nepřetržitý provoz chytrých kanceláří v budově Společnosti. Navíc si Společnost touto výstavbou pomůže vylepšit svou image a zlepšit veřejné mínění. Dále by tímto Společnost mohla svým zaměstnancům zastřešit jejich vozidla, což by mohlo mít pozitivní vliv na firemní kulturu. Jelikož se Společnost sama zabývá výrobou vozidel poháněných elektrickou energií, mohla by do výstavby zakomponovat nabíjení oněch vozů, rozšířit tak své vlastní bateriové úložiště o kapacitu nabíjených vozů a vytvořit „virtuální bateriové úložiště“ s mnohonásobně větší kapacitou než je vlastní kapacita fotovoltaického systému. Podpořila by tak prodej svých produktů i v řadách svých zaměstnanců. Především by se ale Společnost přiblížila ke splnění svého strategického cíle o minimalizaci dopadu na životní prostředí. „Solární systémy vytváří o 96 % méně CO<sub>2</sub> než výroba elektřiny z uhlí a o 91 % méně než zemní plyn“ (Solidsun, 2020).

## Shrnutí výsledků

Na základě požadavků ze strany zaměstnanců a vedoucího pracovníka Společnosti bylo v této diplomové práci navrženo možné řešení chytré kanceláře, které spočívá především v úspoře energií a ve zkvalitnění pracovního prostředí pro zaměstnance. Roční spotřeba energie Společnosti tvoří značné finanční zatížení pro firmu, stejně tak za sebou nechává ekologickou stopu, kterou se Společnost snaží minimalizovat. Zamezení plýtvání energiemi je tak pro Společnost velmi podstatným požadavkem jak z finančního, tak strategického hlediska. Zároveň je pro Společnost podstatné, aby se její zaměstnanci cítili v pracovním prostředí pohodlně. Vysoká či nízká teplota na pracovišti má nepříznivý vliv na zdravotní i psychický stav zaměstnanců. Klesá výkonnost i soustředěnost, což je pro Společnost neefektivní a nežádoucí. Je proto v zájmu Společnosti zajistit optimální podmínky pro práci svých zaměstnanců.

V první části návrhu bylo pomocí diagramu tříd nastíněno celé fungování chytré kanceláře a její funkcionality. Pro lepší přehlednost pak jednotlivé funkcionality byly vysvětleny pomocí sekvenčních diagramů. Mezi zmiňované funkcionality patří automatická identifikace zaměstnance, kdy systém sám rozpozná, zda má uživatel přístup a oprávnění vstoupit do uzamčené kanceláře, či nikoliv. Zaměstnanci k tomu stačí mít při sobě osobní chytré zařízení, kterým může být buď chytrý telefon, nebo chytré hodinky. Odpadají tak problémy se zapomenutými či ztracenými klíči, hledání toho správného klíče a neustálé zamykání kanceláře, kdykoliv si zaměstnanci potřebují na chvíli z kanceláře odskočit. Pokud totiž kancelář zaznamená, že v prostoru se nikdo nenachází, sama uzamkne dveře. Mezi další funkcionality pak patří automatické přizpůsobování osvětlení v místnosti, aby světlo působilo vždy přirozeně. Automaticky byla také snímána venkovní i vnitřní teplota, kontrolována kvalita vzduchu a detekovány osoby v místnosti za účelem přizpůsobení optimálních teplotních podmínek v kancelářském prostředí. Pro zvýšení bezpečnosti v souvislosti s aktuální koronavirovou krizí bylo do návrhu zakomponováno řešení pomocí termokamery, která při vstupu do kanceláře zaměstnancům snímá tělesnou teplotu. Pokud by kamera v průběhu dne zaznamenala zvýšenou teplotu, po ukončení pracovní doby, v prázdné a uzamčené kanceláři v průběhu noci dojde k dezinfekci kancelářského prostoru. Tak bude druhý den ráno kancelář připravena k bezpečnému využívání

zaměstnancům. V druhé části byl představen seznam moderních technologií, které by měly být v chytré kanceláři zakomponovány a kterých zaměstnanci mohou využívat. V poslední části bylo na kancelář pohlíženo jako na prostor, který potřebuje neustálý zdroj energie pro správné využívání. Bylo tedy nutné počítat se záložním zdrojem, a jelikož Společnost se snaží zmírnit dopad na životní prostředí, bylo počítáno se zelenou energií.

Tato práce Společnosti přispěla s možným návrhem pro řešení chytré kanceláře a pomohla zhodnotit, proč a jak by Společnost měla investovat do chytrých kanceláří. Mezi jejich hlavní výhody patří především to, že se značně omezí plýtvání energiemi. Dle poskytnutých informací Společnost ztrácela miliony korun ročně, kvůli nesprávnému hospodaření s energiemi. Omezením jejího plýtvání by pomohlo Společnosti dostát svému slovu o zmírnění dopadu na životní prostředí. Navíc, pokud by Společnost začala využívat i zelenou energii, zlepšilo by to i image firmy a pozitivně ovlivnilo veřejné mínění. Zaměstnancům lze takto zajistit kancelářské prostředí s optimálními podmínkami pro jejich efektivní činnosti a zároveň je kladen důraz na prevenci a ochranu zdraví daných zaměstnanců. Stávající zaměstnanci mimo jiné budou mít možnost pracovat v moderním digitálním prostředí a využívat pokrokové technologie. Mohlo by to dopomoci ke zvýšení povědomí o Internetu věcí u zaměstnanců napříč odděleními. Taktéž nové potenciální zaměstnanci by mohla lákat práce v takovémto moderním firemním prostředí a Společnost by tak mohla získat další výhodu na trhu práce.

Ačkoliv je trh s komponenty potřebných k realizaci návrhu chytré kanceláře velmi rozmanitý a díky dostatečné konkurenci je možné potřebné technologie koupit za příznivé ceny, lze vzhledem k vysokému počtu kanceláří v budovách Společnosti očekávat vyšší počáteční náklady na hardware a software, stejně tak náklady na údržbu systému. Vyšší počáteční náklady proto autorka řadí mezi nevýhody chytré kanceláře. Při výstavbě inteligentního prostředí je potřeba počítat s otázkou bezpečnosti. Proto i v případě chytré kanceláře bude muset být vynaloženo mnoho úsilí na odhalení všech bezpečnostních hrozeb, jako je únik firemních dat či ochrana osobních údajů zaměstnanců.

## Závěr a doporučení

Pojem chytrá kancelář se v současné koronavirové krizi stal velmi aktuálním celosvětovým tématem k diskuzi napříč společnostmi, podnikajícími v různých odvětvích. Ze dne na den bylo zaměstnancům umožněno nebo rovnou nařízeno pracovat v bezpečí ze svých domovů a z firemních kanceláří se tak náhle staly opuštěné prostory. Tedy alespoň do té doby, dokud by podniky nebyly schopny zajistit svým zaměstnancům nutné podmínky pro bezpečnost a ochranu zdraví na pracovišti.

Cílem diplomové práce „Smart Office – IoT trendy v moderním firemním prostředí“ bylo analyzovat potřeby zaměstnanců a vedení Společnosti a na základě těchto požadavků navrhnout IoT řešení pro zlepšení efektivity při práci v kanceláři budoucnosti využitím Internetu věcí. Mezi hlavní požadavky na návrh řešení bylo, aby byla snížena energetická spotřeba firemních kanceláří, a to nejen z důvodu úspor ze strany Společnosti, ale také ze závazku k ochraně životního prostředí, a tím související zamezení plýtvání energiemi a snížení ekologické stopy. Mezi základní požadavky zaměstnanců patřilo to, aby se ve svých kancelářích cítili pohodlně, bezpečně a aby se v kanceláři mohli plně koncentrovat na požadovanou práci a pracovat tak efektivně. Řešení, které autorka v této diplomové práci Společnosti navrhuje, spočívá ve využití Internetu věcí pro automatické řízení teploty, kontroly kvality vzduchu a přizpůsobení se osvětlení v závislosti na okolních vlivech. Řízenou automatizací těchto aktivit Společnost dosáhne zamezení plýtvání energiemi a zaměstnanci budou mít vždy k dispozici pracovní prostředí, které bude tvořit ideální podmínky pro práci v něm. Tímto jsou splněny požadavky na návrh řešení ze strany vedení Společnosti i ze strany zaměstnanců, čímž je splněn i cíl dané diplomové práce.

Tato práce navíc reaguje na stále aktuální koronavirovou krizi a pro zvýšení bezpečnosti zaměstnanců je v návrhu zakomponována i infrakamera, která zaměstnancům kontroluje jejich tělesnou teplotu. V souvislosti s omezením cestování je počítáno i s využitím moderních technologií pro lepší video přenos a online spolupráci. A ačkoliv se v průběhu krize kladl důraz především na virtuální pracovní prostředí, je důležité nezapomínat i na reálné fyzické prostředí. Ne všem práce z domova musí vyhovovat, a proto by měli mít jisté zázemí v prostorách firmy. Pokud by však některý ze zaměstnanců zapomněl při odchodu zhasnout světla, či vypnout

topení, je zde riziko, že bude docházet k plýtvání energií. Dané riziko je umocněno právě zmiňovanou prací z domova, kdy zaměstnanec po dlouhou dobu není fyzicky v kanceláři, ale energie jsou i tak stále spotřebovávány.

Nejen, že vytvořením digitálního firemního prostředí s využitím moderních technologií Společnost zaměstnancům zajistí optimální prostředí pro efektivní práci, ale také se tím otevře mladé generaci, která denně žije v digitálním světě a která bude očekávat i plně digitální pracovní prostředí. Společnost tak může získat i značnou výhodu na trhu práce, díky které bude motivovat kvalifikované uchazeče vybrat si právě Společnost za svého zaměstnavatele. Stejně tak by mohli být motivováni i stávající zaměstnanci Společnosti.

Společnost se v poslední době snaží zvýšit povědomí o Internetu věcí a jeho využití napříč zaměstnanci z různých oddělení. Pro tyto účely je využíváno interních školeních a webinářů, kterých ale využívají především zaměstnanci, kteří mají možnosti s IoT reálně pracovat. Společnost se totiž začala zabývat využitím IoT ve svých konečných produktech. Reálně se tak do vývoje produktu zapojí zaměstnanci z technického vývoje či IT oddělení a zbylí zaměstnanci jen matně tuší, k čemu dané funkcionality produktu slouží a v lepším případě je dokáží i plně využít. Takováto situace nedělá dobrý dojem na veřejnosti a kazí to firemní kulturu Společnosti. Navíc Společnost často platí externí firmy, aby přicházely s novými nápady a řešeními, jak více využít IoT ve svých produktech. Přitom pokud by i ostatní interní zaměstnanci měli možnost běžně pracovat v prostředí Internetu věcí, například v jednoduché chytré kanceláři, získali by skutečný přehled o fungování IoT a sami by mohli plodit návrhy na zlepšení, které by mohla Společnost zhodnotit. Chytrá kancelář by tak mohla mít pozitivní vliv na firemní kulturu Společnosti a funkcionality konečných produktů.

Možným rozšířením této práce by byla mobilní firemní aplikace, která by zaměstnancům, především těm novým, pomáhala s orientací ve firmě. Jelikož chytrá kancelář umí odesílat údaje o své poloze a zná „své zaměstnance,“ mohla by aplikace navigovat zaměstnance k nalezení správného cíle ve správné kanceláři tak, aby nedocházelo k porušení osobních dat. Takovéto rozšíření by novým, ale i těm stávajícím zaměstnancům mohlo ušetřit mnoho času, kdy místo bloudění po firmě se mohou věnovat své práci.

Dalším možným rozšířením práce by byla varianta, kde by kanceláře byly sdílené a zaměstnanci si mohli na dálku danou kancelář, s potřebným technickým vybavením na konkrétní den zamluvit.

Posledním a poměrně reálným rozšířením by bylo zakomponování virtuální asistentky, která navíc dokáže ovládat a plně komunikovat s automatizovaným prostředím chytré kanceláře. Virtuální asistentka s technologií Ambientní inteligence, je schopna hlasové interakce, dokáže přehrávat hudbu, vytvářet to-do seznam, tedy seznamy aktivit, které je nutné splnit, dokáže vyhledávat informace na Internetu. Společnost již vyvinula vlastní virtuální asistentku, která je ovšem zakomponovaná v jejich koncových produktech. V chytré kanceláři by však mohla být dominujícím prvkem celého systému a umocnila by tak technologický dojem na zaměstnance, a tak by Společnost měla zvažovat i její využití v kancelářském prostředí.

## Seznam grafů

Graf 1 Roční náklady spojené se skutečnou spotřebou a plýtvání energiemi (Interní dokumentů Společnosti, 2019) .....	28
--	----

## Seznam obrázků

Obrázek 1 Sigfox zařízení (Lom, 2017) .....	13
Obrázek 2 LoRa zařízení (Lom, 2017) .....	14
Obrázek 3 NB-IoT (Lom, 2017) .....	15
Obrázek 4 Diagram tříd představující funkčnost systému (vlastní zpracování) .....	32
Obrázek 5 Sekvenční diagram, komunikace systému při vstupu uživatele do kanceláře (vlastní zpracování) .....	39
Obrázek 6 Sekvenční diagram, komunikace systému pro automatizované osvětlení (vlastní zpracování) .....	40
Obrázek 7 Sekvenční diagram, komunikace systému pro automatizované topení (vlastní zpracování) .....	43
Obrázek 8 Sekvenční diagram, komunikace systému při snímání tělesné teploty (vlastní zpracování) .....	45
Obrázek 9 Sekvenční diagram, komunikace systému a správce zařízení .....	46
Obrázek 10 Chytrý pracovní stůl (Stirworks, Inc, 2015) .....	47
Obrázek 11 Interaktivní stěna (Hloušek, 2016) .....	49
Obrázek 12 Solární panelové parkoviště (Ecofriend, © 2012) .....	51

## Seznam použité literatury

AARTS E., Encarnação J. (2006) Into Ambient Intelligence. In: Aarts E., Encarnação J. (eds) True Visions. Springer, Berlin, Heidelberg. Dostupné z: [https://doi.org/10.1007/978-3-540-28974-6\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-540-28974-6_1)

ALELAIWI, Abdulhameed a Mohammad Shamim HOSSAIN. *Evaluating and Testing User Interfaces for E-Learning System: Blackboard Usability Testing* [online]. 2015, 5(No.1) [cit. 2020-07-13]. ISSN 2225-0506. Dostupné z: <https://www.iiste.org/Journals/index.php/JIEA/article/view/19314/19580>

AL-TURJMAN, Fadi a Arman MALEKLOO. Smart parking in IoT-enabled cities: A survey. *Sustainable Cities and Society* [online]. Elsevier, 2019 [cit. 2020-07-13]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101608>

ALTON, Liz. How Office Lighting Can Support Circadian Rhythm and Increase Worker Productivity. *Smart Connect* [online]. 2017 [cit. 2020-07-13]. Dostupné z: <http://applications.nam.lighting.philips.com/smartconnect-blog/how-office-lighting-can-support-circadian-rhythm-and-increase-worker-productivity/>

ASHTON, Kevin. *Inventor of IoT*, 1999, [cit. 2020-07-05]. Interview with Kevin Ashton

AUGUSTO, Juan Carlos, Hideyuki NAKASHIMA a Hamid AGHAJAN. Ambient Intelligence and Smart Environments: A State of the Art. *Handbook of Ambient Intelligence and Smart Environments* [online]. 2010, s. 3-31 [cit. 2020-07-13]. ISBN 978-0-387-93808-0. Dostupné z: [https://doi.org/10.1007/978-0-387-93808-0\\_1](https://doi.org/10.1007/978-0-387-93808-0_1) BAGCI, F., Schick, H., Petzold, J. et al. The reflective mobile agent paradigm implemented in a smart office environment. *Pers Ubiquit Comput* 11, 11–19 (2007). Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s00779-005-0059-y>

BAJAJ, Richa a Vidushi SHARMA. Smart Education with artificial intelligence based determination of learning styles. *Procedia Computer Science* [online]. Elsevier, 2018, s. 834-842 [cit. 2020-08-13]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.05.095>

BIBRI, S.E. Aml and the IoT and Environmental and Societal Sustainability: Risks, Challenges, and Underpinnings. In: *The Shaping of Ambient Intelligence and the Internet of Things*. Atlantis Ambient and Pervasive Intelligence, vol 10. Atlantis Press, Paris. 2015. Dostupné z: [https://doi.org/10.2991/978-94-6239-142-0\\_6](https://doi.org/10.2991/978-94-6239-142-0_6)



BJÖRNSSON, Bergthor, Carl BORREBAECK, Nils ELANDER a a spol. *Genome Medicine* [online]. 2019, 12(4) [cit. 2020-08-17]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1186/s13073-019-0701-3>

BUSHNAQ, Osama M., Anas CHAABAN, Sundeep Prabhakar CHEPURI, Geert LEUS, Tareq Y. AL-NAFFOURI. Sensor placement and resource allocation for energy harvesting IoT networks. *Digital Signal Processing* [online]. Elsevier, 2020 [cit. 2020-07-20]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.dsp.2020.102659>

CARD, Stuart K. Foreword. *Designing with the Mind in Mind Designing with the Mind in Mind: Simple Guide to Understanding User Interface Design Guidelines* [online]. Second Edition. Elsevier, 2014 [cit. 2020-07-20]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-407914-4.06001-2>

COOK, Diane J., C. AUGUSTO a Vikramaditya R. JAKKULA. Ambient intelligence: Technologies, applications, and opportunities.. *Pervasive and Mobile Computing* [online]. Elsevier, 2009, s. 277-298 [cit. 2020-07-20]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.pmcj.2009.04.001>

*Cra* [online]. © 2020 [cit. 2020-08-13]. Dostupné z: <https://www.cra.cz/sluzby-iot>

DIX, Alan, Janet FINLAY, Gregory D. ABOWD a Russell BEALE. *HUMAN-COMPUTER INTERACTION*. Third edition. England: Pearson Education Limited, 2004. ISBN 9780130461094.

DIX, Alan. *Human-Computer Interaction* [online]. Springer, Boston, MA, 2009 [cit. 2020-08-13]. ISBN 978-0-387-39940-9. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/978-0-387-39940-9>

DO, Ellen Yi-Luen. Designing Interactive Computing for Happy Healthy Life. *Intelligent Interactive Technologies and Multimedia* [online]. Vol. 276. 2013, s. 1-13 [cit. 2020-07-03]. ISBN 978-3-642-37462-3. Dostupné z: [https://rd.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-37463-0\\_1](https://rd.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-37463-0_1)

*Ecofriend*, Solar parking roof [foto]. In: *Ecofriend* [online]. ©2015 [cit. 2020-08-10]. Dostupné z: [https://ecofriend.com/wp-content/uploads/2012/08/vanguard-1\\_DRCPI\\_7071.jpg](https://ecofriend.com/wp-content/uploads/2012/08/vanguard-1_DRCPI_7071.jpg)

FISCHER, G. User Modeling in Human–Computer Interaction. *User Modeling and User-Adapted Interaction* 11, 65–86 (2001). Dostupné z: <https://doi.org/10.1023/A:1011145532042>

FOOTE, Keith D. A Brief History of the Internet of Things. *Datadiversity* [online]. 2016 [cit. 2020-07-03]. Dostupné z: <https://www.dataversity.net/brief-history-internet-things/>

FU Z. Designing Urban Experience for Beijing in the Context of Smart City. In: Rau P.L.P. (eds) *Cross-Cultural Design. Cultural Differences in Everyday Life*. CCD 2013. *Lecture Notes in Computer Science*, vol 8024. Springer, Berlin, Heidelberg. 2013. Dostupné z: [https://doi.org/10.1007/978-3-642-39137-8\\_31](https://doi.org/10.1007/978-3-642-39137-8_31)

HLOUŠEK, Jiří. Interaktivní stěna Smart-i-wall® [foto]. In: LIKO-S [online]. ©2016 [cit. 2020-08-10]. Dostupné z: <https://www.liko-pricky.cz/cs/interaktivni-stena-smart-i-wall-v-cyrrus#gallery-3>

*Interní dokumentace Společnosti, 2019*

IBM Cloud Learn Hub. *Cloud Computing* [online]. © 2018 [cit. 2020-07-13]. Dostupné z: <https://www.ibm.com/cloud/learn/cloud-computing>

KAMARULZAMAN, N., A.A SALEH, H HASHIM a A.A ABDUL-GHA. An Overview of the Influence of Physical Office Environments Towards Employee. *Procedia Ingeneering* [online]. 20. 2011, s. 262-268 [cit. 2020-07-12]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2011.11.164>

KIM, S. Agent system using multimodal interfaces for a smart office environment. *Int. J. Control Autom. Syst.* 9, 358 (2011). Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s12555-011-0218-z>

LOM, Michal a Ondřej PŘIBYL. *Sítě pro internet věcí v České republice* [online]. 2017 [cit. 2020-08-18]. Dostupné z: <https://elektro.tzb-info.cz/informacni-a-telekomunikacni-technologie/16519-site-pro-internet-veci-v-ceske-republice>

LYYTINEN, Kalle a Youngjin YOO. Issues and Challenges in Ubiquitous Computing [online]. 2002, 2016, (Vol. 45) [cit. 2020-07-13]. ISSN 0002-0782/02/1200. Dostupné z: <https://www.dataversity.net/brief-history-internet-things/>

MAKHADMEH, Sharif Naser, Ahamad Tajudin KHADER, Mohammed Azmi AL-BETAR, Syibrah NAIM, Ammar Kamal ABASI a Zaid Abdi Alkareem ALYASSERI. Optimization methods for power scheduling problems in smart home: Survey. Renewable and Sustainable Energy Reviews [online]. Elsevier, 2019 [cit. 2020-07-01]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.109362>

Microsoft, Digital culture: Your competitive advantage [online]. In: © 2018 [cit. 2020-06-17]. Dostupné z: <https://news.microsoft.com/uploads/2018/02/EEE-Insights-Report.pdf>

MIKULECKÝ, Peter. AMBIENTNÍ INTELIGENCE – PROČ A KAM [online]. 2012 [cit. 2020-07-01]. Dostupné z: [http://fim.uhk.cz/inkov/doc/SM\\_Mikulecky\\_09\\_05\\_2012.pdf](http://fim.uhk.cz/inkov/doc/SM_Mikulecky_09_05_2012.pdf). Studijní materiál ke kurzu Teoretické aspekty umělé inteligence. Fakulta informatiky a managementu Univerzity Hradec Králové.

MINUTO, Andrea, Fabio PITTARELLO a Anton NIJHOLT. Smart material interfaces for education. Journal of Visual Languages & Computing [online]. Vol.31. 2015, s. 267-274 [cit. 2020-07-13]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jvlc.2015.10.006>

MUNTJIR, Mohd, Rahul, Mohd, Alhumiany, Hesham. (2017). An Analysis of Internet of Things(IoT): Novel Architectures, Modern Applications, Security Aspects and Future Scope with Latest Case Studies. Building Services Engineering Research and Technology. 6. [online]. [cit. 2020-07-03]. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/317570955\\_An\\_Analysis\\_of\\_Internet\\_of\\_ThingsIoT\\_Novel\\_Architectures\\_Modern\\_ApplicationsSecurity\\_Aspects\\_and\\_Future\\_Scope\\_with\\_Latest\\_Case\\_Studies](https://www.researchgate.net/publication/317570955_An_Analysis_of_Internet_of_ThingsIoT_Novel_Architectures_Modern_ApplicationsSecurity_Aspects_and_Future_Scope_with_Latest_Case_Studies)

VERMESAN, Ovidiu a Peter FRIESS. Internet of Things: Converging Technologies for Smart Environments and Integrated Ecosystems [online]. River Publishers, 2013 [cit. 2020-08-13]. ISBN 978-87-92982-96-4. RAY, Partha Pratim. A survey of IoT cloud platforms. Future Computing and Informatics Journal [online]. 2016, s. 35-46 [cit. 2020-07-13]. Dostupné

z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2314728816300149>

RESATCH F. Designing an Ubiquitous Computing Application Development and Evaluation Process Model (UCAN). In: Ubiquitous Computing. Gabler. 2010. Dostupné z: [https://doi.org/10.1007/978-3-8349-8683-2\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-8349-8683-2_4)

RESTREPO, Silvia Elena, Jorge E. PEZOA a Mahshid R. NAEINI. A model for optimal service allocation in a smart environment. Pervasive and Mobile Computing [online]. Vol. 42. Elsevier, 2017, s. 45-57 [cit. 2020-07-13]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.pmcj.2017.09.007> Ruiz, 2019

KAPTEIN, Maurits, Markopoulos, Panos, Ruyter, Boris, Aarts, Emile. (2010). Persuasion in ambient intelligence. J. Ambient Intelligence and Humanized Computing. 1. 43-56. 10.1007/s12652-009-0005-3.

*Sigfox*[online]. © 2020 [cit. 2020-08-13]. Dostupné z: <https://sigfox.cz/cs/o-nas>

SJA. Health insurance independent advisor: HOW TEMPERATURE AFFECTS OFFICE PRODUCTIVITY [online]. 2017 [cit. 2020-07-13]. Dostupné z: <https://www.sjahealthinsurance.com/about/insights/how-temperature-affects-office-productivity-270/>

*SOLIDSUN* [online]. © 2020 [cit. 2020-08-13]. Dostupné z: [www.solidsun.cz](http://www.solidsun.cz)

STIRWORKS INC. A Smart Office Desk: That Tells You When It's Time to Stand [foto]. In: Wired [online]. ©2015 [cit. 2020-08-10]. Dostupné z: [https://media.wired.com/photos/59328eca5c4fbd732b55388e/master/w\\_900,c\\_limit/m1white04.jpg](https://media.wired.com/photos/59328eca5c4fbd732b55388e/master/w_900,c_limit/m1white04.jpg)

SUNDHARI, R.P.Meenaakshi a K. JAIKUMAR. IoT assisted Hierarchical Computation Strategic Making (HCSM) and Dynamic Stochastic Optimization Technique (DSOT) for energy optimization in wireless sensor networks for smart city monitoring. *Computer Communications* [online]. Elsevier, 2020, s. 226-234 [cit. 2020-06-17]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.comcom.2019.11.032>

TIAN, Shuo, Wenbo YANG, Jehane Michael LEGRANGE, Peng WANG, Wei HUANG, Zhewei YE. *Smart healthcare: making medical care more intelligent*. *Global Health Journal* [online]. Elsevier, 2019, s. 62-65 [cit. 2020-06-10]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.glohj.2019.07.001>

*Vodafone* [online]. © 2020 [cit. 2020-08-13]. Dostupné z: <https://www.vodafone.cz/firmy-a-korporace/internet-veci/nb-iot1/>

*Vyhláška č. 361/2007 Sb., o podmínkách ochrany zdraví při práci*

*Vyhláška č. 194/2007 Sb., o pravidlech pro vytápění*

WEISER, Mark. The Computer for the 21st Century. *Scientific American*, 1991, 265, 94 - 104, [cit. 2020-06-07]. Dostupné z: <http://dx.doi.org/10.1038/scientificamerican0991-94>

YASSEIN, Muneer Bani, Ismail HMEIDI, Farah SHATNAWI, Wail MARDINI a Yaser KHAMAYSEH. Smart Home Is Not Smart Enough to Protect You - Protocols, Challenges and Open Issues. *Procedia Computer Science* [online]. Elsevier, 2019, s. 134-141 [cit. 2020-07-05]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.09.453>

ZHAO, R., Wang, J. Visualizing the research on pervasive and ubiquitous computing. *Scientometrics* 2010, 86, 593–612, [cit. 2020-07-05]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s11192-010-0283-8>