

UNIVERZITA PARDUBICE
FAKULTA EKONOMICKO-SPRÁVNÍ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2022

Bogdan Kazakov

Univerzita Pardubice
Fakulta ekonomicko-správní

Možnosti využití prostředků IoT ve výrobním podniku

Bakalářská práce

Univerzita Pardubice
Fakulta ekonomicko-správní
Akademický rok: 2020/2021

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bogdan Kazakov**
Osobní číslo: **E18295**
Studijní program: **B6208 Ekonomika a management**
Studijní obor: **Ekonomika a provoz podniku**
Téma práce: **Možnosti využití prostředků IoT ve výrobním podniku**
Zadávací katedra: **Ústav podnikové ekonomiky a managementu**

Zásady pro vypracování

Cílem práce je vyhledat možnosti a rámcově navrhnout realizaci využití prostředků *Internet of Things* v provozu výrobního podniku.

Osnova:

- vyhledání a zpracování informací o současném stavu řešené oblasti
- návrh možností a realizace využití IoT na několika modelových subjektech
- porovnání a doporučení řešení pro vybrané cílové skupiny

Rozsah pracovní zprávy: **cca 35 stran**
Rozsah grafických prací:
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

SMITH, Ian G., ed. The Internet of Things 2012: new horizons. Halifax: IERC, 2012. ISBN 9780955370793.
VERMESAN, Ovidiu. Internet of Things. Praha: River Publishers, 2014. ISBN 978-87-9310-294-1.
GREENGARD, Samuel, 2015. The internet of things. Cambridge, Massachusetts: MIT Press. MIT press essential knowledge series. ISBN 978-0-262-52773-6.

Vedoucí bakalářské práce: **RNDr. Ing. Oldřich Horák, Ph.D.**
Ústav systémového inženýrství a informatiky

Datum zadání bakalářské práce: **1. září 2020**
Termín odevzdání bakalářské práce: **30. dubna 2021**

L.S.

prof. Ing. Jan Stejskal, Ph.D.
děkan

doc. Ing. Marcela Kožená, Ph.D.
vedoucí ústavu

Prohlašuji:

Práci s názvem „Možnosti využití prostředků IoT ve výrobním podniku“ jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 7/2019 Pravidla pro odevzdávání, zveřejňování a formální úpravu závěrečných prací, ve znění pozdějších dodatků, bude práce zveřejněna prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 16. 06. 2022

Kazakov Bogdan v.r

PODĚKOVÁNÍ

Tímto rád bych poděkoval svému vedoucímu bakalářské práce RNDr. Ing. Oldřichu Horákovi, Ph. D., za vedení, trpělivost a vstřícný přístup v průběhu vypracování práce. Dále bych chtěl poděkovat mé rodině a kamarádům za podporu, trpělivost a motivaci.

ANOTACE

Tato bakalářská práce se zabývá možnostmi využití Internetu věcí ve výrobních podnicích. V práci je zpracována teoretická část a současný stav v oboru IoT. Pak následuje praktická část, kde je několik návrhů k použití IoT v různých typech výrobních podniků. Práce je opatřena shrnutím a závěrem.

KLÍČOVÁ SLOVA

Internet věcí, IoT, Výroba, Technologie komunikace, Monitoring

TITLE

Possibilities of using IoT in a manufacturing company

ANNOTATION

This bachelor thesis deals with the possibilities of using the Internet of Things in manufacturing companies. The thesis deals with the theoretical part and the current state in the field of IoT. Then follows the practical part, where there are several suggestions for the use of IoT in different types of manufacturing companies. The work is provided with a summary and conclusion.

KEYWORDS

Internet of Things, IoT, Manufacturing, Communication Technology, Monitoring

OBSAH

SEZNAM TABULEK	7
SEZNAM ILUSTRACÍ	8
ÚVOD	9
1 TEORETICKÉ ASPEKTY IOT (INTERNET VĚCÍ)	11
1.1 Definice Internetu věcí	11
1.2 Dynamika trhů Internetu věcí	11
1.3 Historie vývoje Internetu věcí	13
1.4 Architektura Internetu věcí	14
1.5 Požadavky na prvky Internetu věcí	18
1.6 Možnosti využití Internetu věcí v různých oblastech	19
2 MOŽNOSTI VYUŽITÍ INTERNETU VĚCÍ VE VÝROBNÍM PODNIKU	21
2.1 Průmyslový internet věcí	21
2.2 Výhody využití Průmyslového internetu věcí	23
2.3 Bezpečnostní rizika použití IoT	25
2.4 Možné překážky při zavádění Internetu věcí ve výrobě	27
3 PŘÍPADOVÉ STUDIE	30
3.1 Implementace IoT s cílem zlepšení technologického procesu chlazení oceli. . .	30
3.2 Implementace IoT s cílem optimalizovat práci parku obráběcích strojů.	32
3.3 Implementace IoT s cílem optimalizovat práci balicí linky.	35
3.4 Použití senzoru IoT k měření bavlněného prachu v textilní továrně	38
ZÁVĚR	41
POUŽITÁ LITERATURA	43

SEZNAM TABULEK

1	Segmentace trhu IoT.	19
---	------------------------------	----

SEZNAM ILUSTRACÍ

1	Prognóza globálního trhu IoT	12
2	Prognóza celosvětových výdajů na IoT	13
3	Architektura Internetu věcí	15
4	Senzory IoT	16
5	Využití platformy IIoT v různých průmyslových odvětvích.	24

ÚVOD

Jak prohlásil Nikola Tesla v roce 1926: „Rádio se v budoucnu promění ve „velký mozek“, všechny věci se stanou součástí jediného celku a nástroje, které to umožňují, se snadno vejdou do kapsy." [46]. Přestože Tesla hovořil o rádiu a nepředpokládal současný vývoj událostí, předvídal budoucí vývoj elektroniky na několik desetiletí dopředu. Pokrok stále pokračuje a s každým rokem se objevují nové technologie a spolu s nimi se zmenšují zařízení a zvyšuje se jejich autonomie.

Naše 21. století je věkem informačních technologií a rychlé výměny informací. Z toho vyplývá, že kdo má více informací a aktuálnějších informací, bude v budoucnu na trhu nejkonzurenceschopnější. Některé společnosti však myšlením zůstávají stále v minulém století a snaží se shromažďovat a spravovat data pomocí papírování a vizuální analýzy pro kontrolu zařízení. Je to neefektivní, zvyšuje to riziko chyby a neposkytuje to žádnou zpětnou vazbu. Množství zařízení připojených k síti se každým rokem zvyšuje, což umožňuje nejen sledování, ale také analýzu dat prostřednictvím ukládání, porovnávání a hledání korelací.

Internet věcí je slibnou technologií, která by mohla v budoucnu ovlivnit všechny oblasti hospodářského rozvoje a s minimálními investicemi zvýšit životní úroveň v zemi, a to včetně toho, že přinese nové obchodní příležitosti zejména pro velké a malé podniky.

Tato bakalářská práce se zabývá možnostmi využití Internetu věcí ve výrobním podniku. Cílem práce je vyhledat možnosti a rámcově navrhnout realizaci využití prostředků Internet of Things v provozu výrobního podniku.

Druhým cílem této bakalářské práce je poskytnutí aktuální informace o jeho vývoji a seznámení se základními principy jeho fungování. Diskuse se nebude týkat technické, ale spíše uživatelské stránky, aby byla studie pro čtenáře srozumitelná.

Problematika Internetu věcí je aktuální a velmi obširná. S jeho zařízeními se denně setkává velká spousta lidí, kteří si to ani neuvědomují. Proto musíme přesně pochopit, co představuje sféra Internetu věcí a jak může sloužit každému z nás. Osobně jsem si toto téma vybral, protože je přínosné a Internet věcí používám v běžném životě. Měl jsem proto zájem poznat toto téma komplexněji a zamyslet se nad tím, jak lze Internet věcí využít i pro jiné účely než pro osobní potřebu.

Pro dosažení výše popsaného cíle musíme nejprve pochopit, co je Internet věcí, kde jej lze využít a z jakých komponent se skládá. Práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část a skládá se ze tří hlavních kapitol. První kapitola vysvětluje význam pojmu Internetu věcí a

jak se nyní vyvíjí trh s touto technologií. Dále se zabývá zásadními daty a událostmi při jejím vzniku. Kapitulu uzavírá zkoumání koncepce zařízení a architektury Internetu věcí a současně je představeno jeho využití v různých oblastech.

Druhá kapitola se podrobněji zabývá Průmyslovým internetem věcí a jeho využitím ve výrobě, také rozebírá algoritmus integrace takových přístrojů a jejich užitečnost v podniku. Internet věcí přináší velké výhody, ale je také důležité vědět, jak mohou tato zařízení ohrozit objekty, ve kterých jsou nainstalovány.

Praktické části je věnována třetí kapitola, jež se zabývá návrhem konkrétních řešení pro různé podniky a výhodami, které tato řešení mohou přinést.

Na základě znalostí, které jsem při psaní této práci získal, budu schopen v závěru odpovědět na otázky, které si v této práci kladu.

1 TEORETICKÉ ASPEKTY IOT (INTERNET VĚCÍ)

1.1 Definice Internetu věcí

Neexistuje univerzální definice Internetu věcí (IoT) a nikdo nemůže poskytnout jedinou definici pro takový široký pojem. **Internet věcí** jsou vlastně fyzické „objekty“ připojené k počítačům prostřednictvím digitálních sít'ových připojení. V rámci této sítě jsou „věci“ schopny shromažďovat a vyměňovat si data ze svého okolí. Díky tomu lze téměř každé zařízení učinit „chytrým“ a lze je sledovat i ovládat na dálku prostřednictvím softwaru. Koncept Internetu věcí umožňuje firmám i lidem větší propojení s okolním světem a efektivnější vykonávání práce. [28]

S tímto konceptem je již spojeno více věcí než lidí. K tomu došlo v letech 2008–2009, kdy počet zařízení v síti překonal počet obyvatel světa. [36]

Sám vynálezce Internetu věcí, britský technolog Kevin Ashton, definuje tento pojem takto :
„Ve srovnání s dvacátým stoletím, kdy všechna data nahrával do počítače člověk pomocí dalších zařízení, nám jednadvacáté století představuje přístroje, které mohou data shromažďovat a odesílat samy. Vezměme si například jednoduchý chytrý telefon. Ten dokáže určit, kde se nachází, jakým směrem se pohybuje, jak se mění tlak nebo čas, a také předpovídat počasí. Díky mobilním aplikacím chytré telefony všechny údaje samy shromažďují. To je podstata Internetu věcí: data jsou shromažďována, zpracovávána a přenášena zařízeními bez nutnosti zásahu člověka.“ [21]

1.2 Dynamika trhů Internetu věcí

Metody oceňování trhu s Internetem věcí se vyvíjely spolu s vývojem trhu. Vzhledem k tomu, že dosud neexistuje jednotná metodika, každá společnost, jež provádí hodnocení trhu, rozhoduje o tom, které technologie, produkty a služby by měly být klasifikovány jako Internet věcí, takže hodnocení jednotlivých společností se může značně lišit.

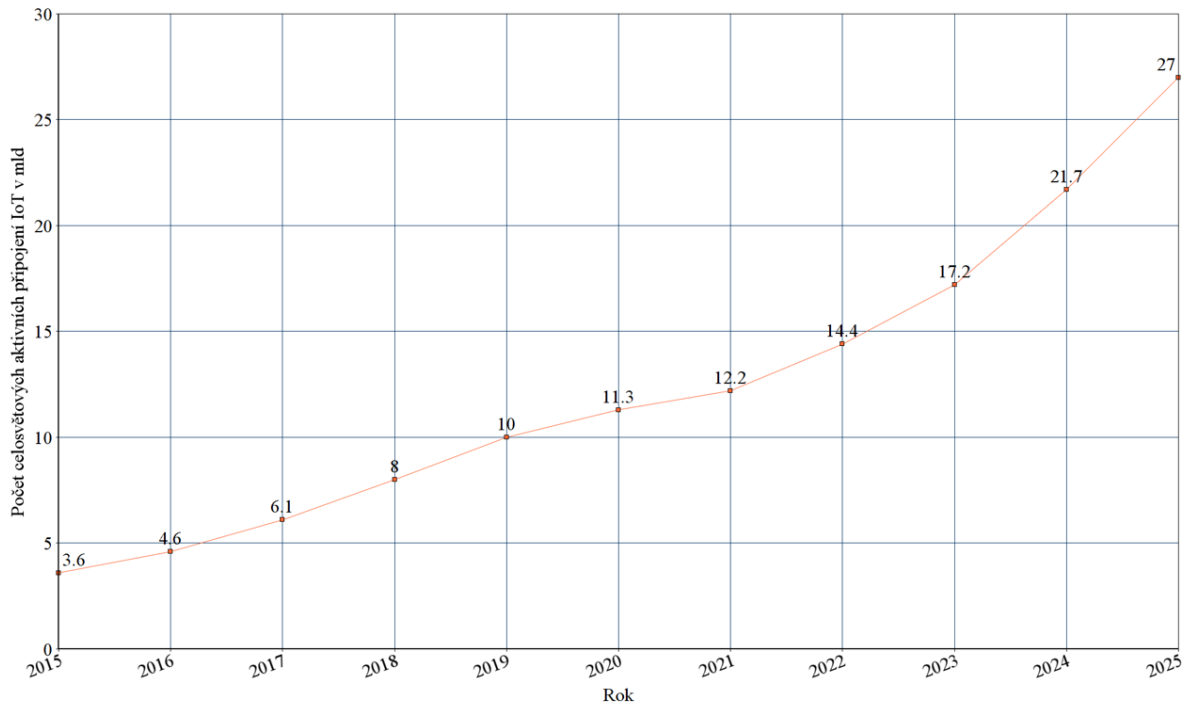
Dynamika objemu trhu

Podle údajů, které uvádí společnost MarketsandMarkets, by měl globální objem trhu IoT v roce 2021 činit téměř 384,5 miliardy dolarů [37] a podle Fortune Business Insights činila velikost globálního trhu Internetu věcí v roce 2020 308,97 miliardy USD a do roku 2021 vzrostla na 381,30 miliardy USD. Očekává se, že trh do roku 2028 vzroste na 1 854,76 miliardy USD při

průměrném ročním růstu 25,4 %. [38]

IoT ve fyzikálním vyjádření

Na grafu je zobrazena prognóza růstu Internetu věcí ve fyzickém vyjádření v letech 2015 až 2025.



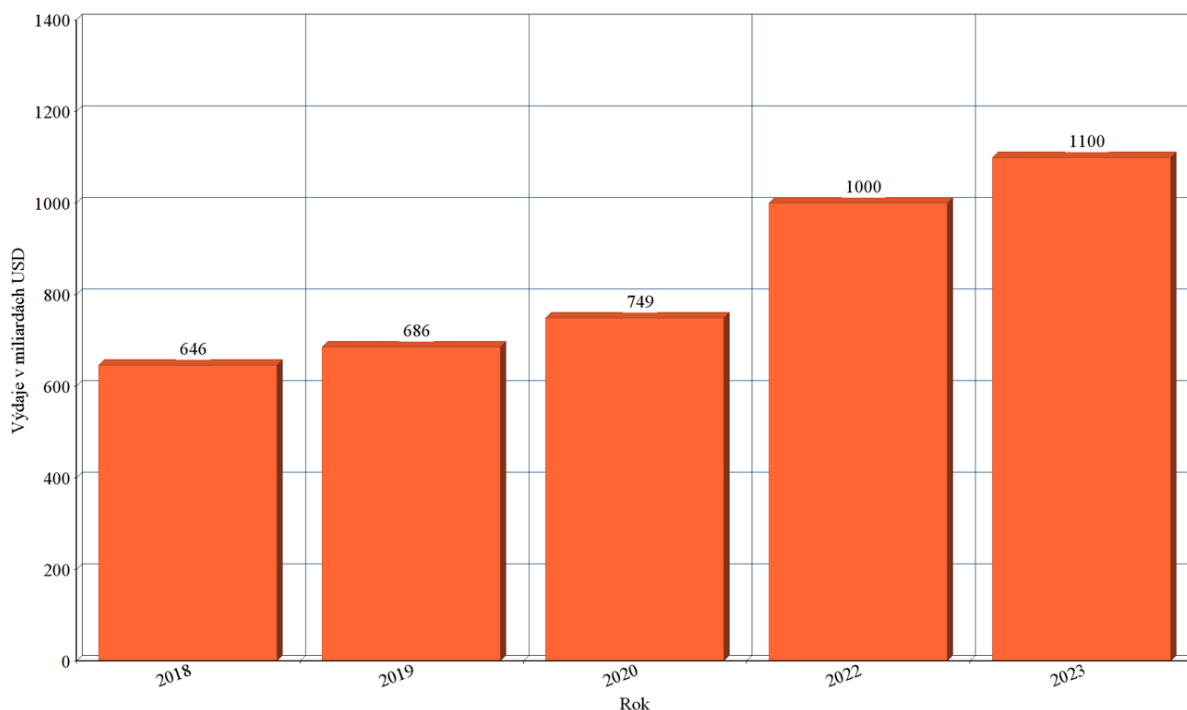
Obrázek 1: Prognóza globálního trhu IoT.

Zdroj: vlastní zpracování dle [39]

Globální výdaje na Internet věcí

Máme také k dispozici údaje o celosvětových výdajích na Internet věcí a vidíme, že rok od roku stoupají. Společnost Microsoft uvádí, že celosvětové výdaje na Internet věcí činily v roce 2018 772 miliard dolarů a v roce 2020 přesáhnou 1 bilion dolarů. [40]

Současně jsou k dispozici údaje společnosti Statista, která se specializuje na údaje o trhu a spotřebitelích.



Obrázek 2: Prognóza celosvětových výdajů na IoT.

Zdroj: vlastní zpracování dle [41]

1.3 Historie vývoje Internetu věcí

1980 - 2000

- První zařízení připojená ke globální síti se objevila počátkem **80.** let. Skupina studentů z Carnegie Mellon University přišla na způsob, jak zajistit, aby automat na Coca-Colu v jejich kampusu hlásil svůj obsah přes web a studenti nemuseli chodit k automatu. Několika jednoduchými údery do klávesnice tak mohli zjistit, zda je automat zásoben nápoji, a pokud ano, které jsou studené. Tak se zrodilo první zařízení Internetu věcí na světě. [19]
- V roce **1993** byl na univerzitě v Cambridgi nainstalován první prototyp webové kamery Trojan Room Coffee Pot, která monitorovala kávu ponechanou v kávovaru. Webová kamera byla vytvořena proto, aby lidé, kteří pracovali na jiných koncích budovy, nemuseli ztrácet energii a čas chozením pro kávu. Kamera poskytovala uživatelům aktuální černobílý obraz, ze kterého bylo možné odhadnout množství kávy. [20]
- V roce **1999** Brit Kevin Ashton popsal termín " Internet věcí", když pracoval na optimal-

izaci výrobního procesu ve společnosti Procter and Gamble. Poznamenal, že optimalizace výroby závisí na rychlosti přenosu a zpracování dat. Ashton chtěl upozornit vrcholové manažery na novou vzrušující technologii RFID (radiofrekvenční identifikace). Jeho koncept spočíval v instalaci tagů RFID pro řízení dodavatelského řetězce. Tato technologie umožnila urychlit proces přenosu dat přímo mezi zařízeními, to vše bez zásahu člověka. Trvalo téměř deset let, než se pojem Internet věcí aktivně prosadil. [21]

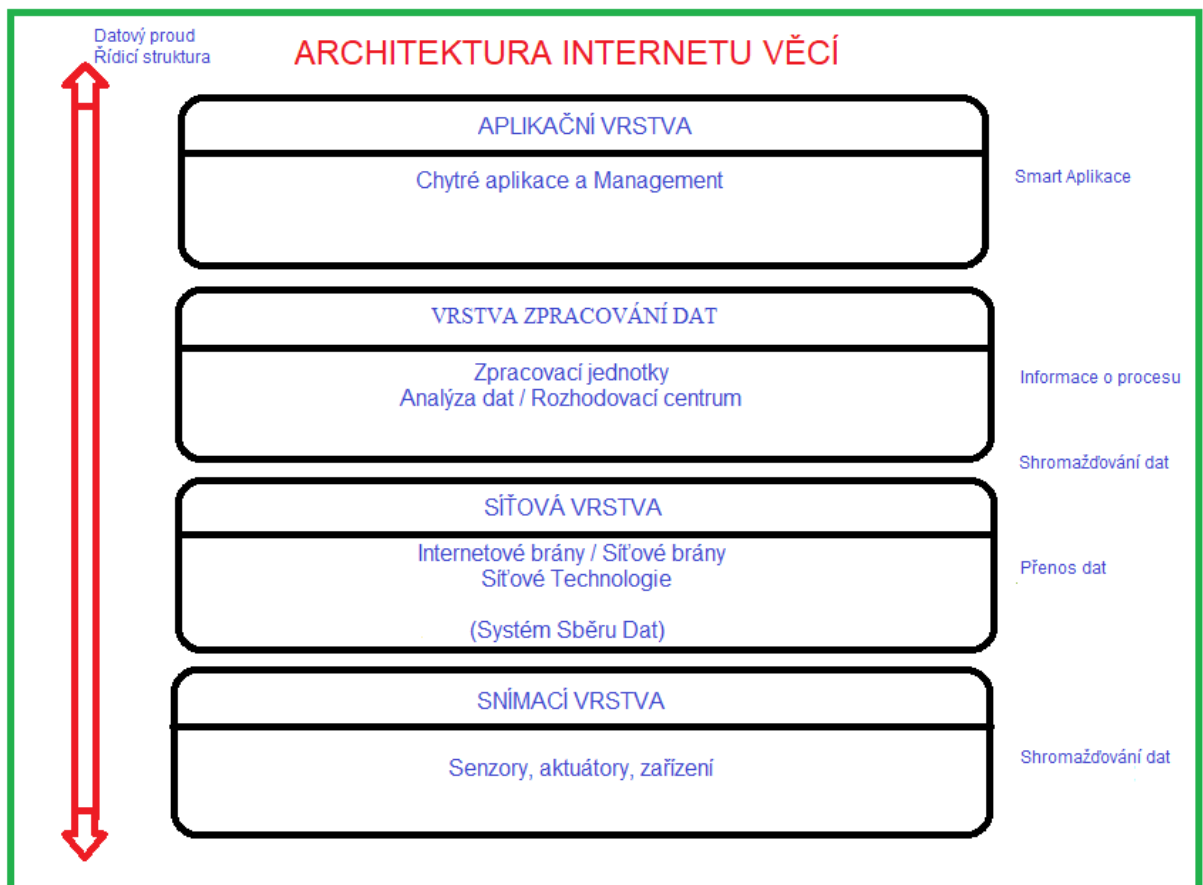
2000 - Současnost

- V létě roku **2010** vyšlo najevo, že služba Google StreetView nejen pořizuje 360 stupňové snímky, ale také ukládá spoustu dat z lidských sítí Wi-Fi. V tomtéž roce Čína vyhlásila IoT jako prioritu strategického výzkumu ve svém pětiletém plánu. [21]
- V lednu **2014** byla koupena společnost Nest, která vyrábí chytré domácí spotřebiče a systémy pro správu chytré domácnosti, společností Google za 3,2 milionu dolarů a v tomto roce se také konal nejznámější americký veletrh spotřební elektroniky CES (Consumer Electronics Show) pod hlavičkou Internetu věcí. Od té doby si svět uvědomil, že blízká budoucnost se týká této technologie. [21]

Velké rozšíření Internetu věcí bylo možné díky široké dostupnosti Internetu, chytrých telefonů, bezdrátových sítí, levných elektronických součástek a zpracování dat. Celý tento systematický vývoj probíhal díky rozvoji technologií, zvyšování výkonu a snižování nákladů i velikosti senzorů. Podle průzkumu společnosti Microsoft tak jejich průměrná cena do roku 2020 klesla na 0,38 USD z 1,30 USD v roce 2004. To je velmi významné snížení nákladů, což zase umožňuje zavedení delších senzorů. [40]

1.4 Architektura Internetu věcí

Internetem věcí se nerozumí pouze jedna technologie, nýbrž celá řada technologií. Internet věcí je postaven na rozsáhlé síti různých chytrých zařízení, akčních členů, protokolů, cloudových služeb a vrstev. Mezi všemi těmito prvky se však nachází rozsáhlá a do značné míry neviditelná infrastruktura, která zahrnuje mnoho prvků a interakcí. Neexistuje jednotná architektura Internetu věcí. V závislosti na konkrétním obchodním úkolu a aplikaci se uplatňují různá řešení IoT, ale bez ohledu na případ použití existuje základní architektura sestávající ze čtyř vrstev. [42]



Obrázek 3: Architektura Internetu věcí.

Zdroj: vlastní zpracování dle [43]

Architektura ukazuje, jak spolu základní komunikační technologie navzájem souvisejí. Tento obrázek schematicky ilustruje, jak jsou zařízení, sítě a služby zapojeny do procesu shromažďování, zpracování, analýzy dat a poskytování výsledků spotřebiteli, což poskytuje úplnější a systematičtější pohled na Internet věcí. [42]

Snímací vrstva

Výchozím bodem každého systému Internetu věcí jsou senzory, prováděcí mechanismy, které shromažďují data a posílají je dále prostřednictvím sítě. [43]

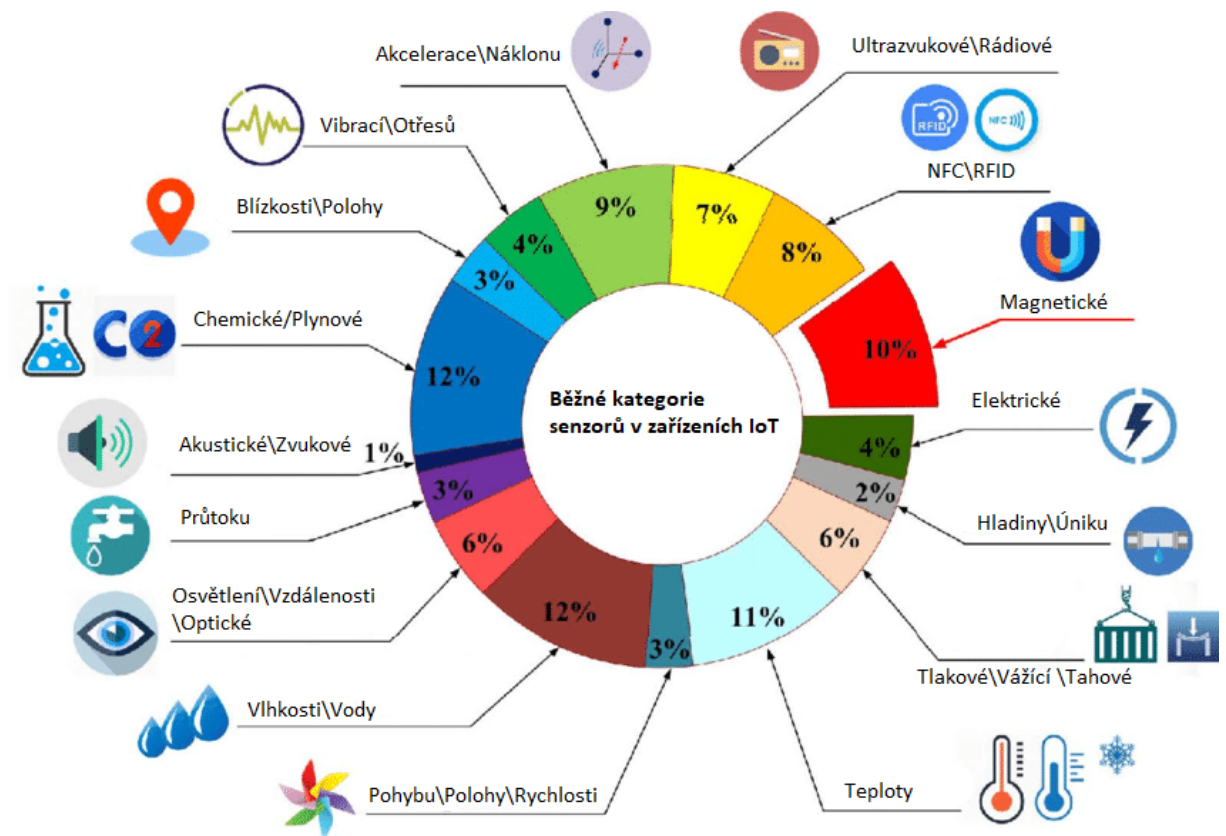
Senzory Internetu věcí

Senzory jsou potřebné ke sběru různých fyzikálních parametrů, jako jsou například:

- Umístění objektu

- Údaje o prostředí (vlhkost, teplota, úroveň hluku)
- Orientace předmětů v prostoru
- Stav otevření/zavření subjektu [44]

Právě ze senzorů systém určuje rozsah podmínek, ve kterých zařízení Internetu věcí fungují, stejně jako roboti a další zařízení, která získávají informace o sobě a svém fyzickém okolí. Jsou nutné vysoká přesnost a rychlost, zejména při práci v dynamicky se měnícím prostředí.



Obrázek 4: Sensory IoT.

Zdroj: vlastní zpracování dle [1]

Síťová vrstva

Druhá vrstva je zodpovědná za veškerou komunikaci mezi zařízeními, data získaná ze senzorů jsou odesílána na server nebo do cloudu prostřednictvím kabelové nebo bezdrátové komunikace. [43]

- **Wi-Fi** zajišťuje, že zařízení v okolí v určitém dosahu jsou připojena k Internetu. Nabízí rychlý přenos dat a je schopen zpracovávat velké objemy dat. Wi-Fi má dosah přibližně 50 metrů a rychlost přenosu dat se může pohybovat od 150-200 Mbit/s do 600 Mbit/s. [24]
- **NFC**, bezdrátová technologie s krátkým dosahem, umožňuje výměnu dat mezi zařízeními ve vzdálenosti do 4 cm od sebe. [24]
- **Bluetooth** je bezdrátová komunikační technologie, která umožňuje vzájemné propojení prakticky všech zařízení. Jedná se o levnou a všudypřítomnou technologii pro komunikaci na krátkou vzdálenost. Existuje také modifikovaný **Bluetooth Low Energy (BLE)**, který je vhodnější pro komunikaci zařízení IoT, protože je škálovatelný, flexibilní a má nižší spotřebu energie. Dosah: 50-150 m (BLE), rychlost přenosu dat: 1 Mbit/s. [24]
- **Mobilní technologie** je technologie, která propojuje fyzické objekty (např. senzory) s Internetem pomocí stejné mobilní sítě, jakou v současnosti používají chytré telefony. Tato technologie je schopna přenášet velké množství dat na velké vzdálenosti, ale spotřeba energie i náklady jsou také vysoké. Proto byly vyvinuty technologie jako LTE-M a NB-IoT, které jsou pro zařízení IoT vhodnější. **LTE-M** je vhodný pro zařízení s vysokou datovou propustností, jako jsou lékařská zařízení, automobily atd. **NB-IoT** je určen pro zařízení s nízkou spotřebou energie a malým objemem dat, jako jsou inteligentní půdní senzory nebo inteligentní senzory měřičů energie. [25]
- **LoRaWAN** síťový protokol pro připojení bezdrátových zařízení napájených bateriemi k internetu. Technologie je navržena pro podporu rozsáhlých sítí, jako je chytré město s mnoha zařízeními s nízkou spotřebou energie, která nepřenášejí velké množství dat. Rychlost přenosu dat činí 0,3 kbit/s až 50 kbit/s, dosah je 2-5 km (v městské oblasti), 15 km (v příměstské oblasti). [24]
- **ZigBee** je komunikační protokol zajišťující bezdrátovou výměnu informací s nízkou spotřebou energie a nízkou rychlostí přenosu dat, který se používá především v průmyslovém prostředí. Tato technologie je omezena na přenosové vzdálenosti 10 až 100 metrů. ZigBee má specifikovanou rychlost přenosu dat 250 kbit/s. [24]

Jak lze vidět, komunikační technologie mezi zařízeními IoT jsou již poměrně pokročilé a rozmanité, což nám umožňuje zvolit správné možnosti pro každou úlohu.

Úroveň zpracování dat

Velmi důležitá je extrakce znalostí ze získaných dat. Shromážděná data se odesílají na server, kde se ukládají a předem zpracovávají, analyzují se a přesměrovávají do datových středisek, kde se pak využívají pro Business Intelligence a zásadní obchodní rozhodnutí. [43]

Aplikační úroveň

Koncoví uživatelé mohou provádět správu dat prostřednictvím aplikací. Zde se systémy IoT připojují k middlewaru nebo softwaru, který dokáže přesněji porozumět datům. Na základě již zpracovaných dat mohou uživatelé dále rozhodovat o způsobu správy objektů a získávat data ve srozumitelné formě. [43]

1.5 Požadavky na prvky Internetu věcí

Vzhledem k tomu, že koncepce Internetu věcí je složitý úkol a zahrnuje použití různých technologií, technického vybavení, sítí a softwaru, musí být splněna řada předpokladů, aby se zvýšil počet a kvalita zařízení Internetu věcí, a to:

- **Minimalizace objemu přenášených informací**
- **Energetická nenáročnost.** Většina senzorů Internetu věcí funguje autonomně po mnoho let. Sensory IoT musí fungovat po delší dobu bez nutnosti dobíjení nebo výměny baterií.
- **Škálovatelnost.** V systému musí stabilně fungovat různé typy zařízení a připojování nových zařízení nesmí způsobovat problémy.
- **Globální pokrytí.** Internet věcí vyžaduje globální pokrytí, aby bylo možné přenášet data na jakoukoli vzdálenost, zejména na obtížně přístupných místech.
- **Dostupnost.** Provoz chytrých zařízení by měl být založen na principu „nainstaluj a zapomeň“; znamená to, že zařízení dále nevyžaduje žádnou další údržbu. Snadno se instaluje a pak funguje bez jakýchkoli problémů, musí být také cenově dostupné a snadno použitelné. [14, 26]

Zajištění všech těchto podmínek pomůže technologiím Internetu věcí rychleji a hlouběji se integrovat do různých aspektů našeho života.

1.6 Možnosti využití Internetu věcí v různých oblastech

Segmentace trhu IoT

Různá řešení Internetu věcí jsou rozdělena podle místa použití a také podle použitelných technologií i přístupů k zavádění a údržbě sítí.

Tabulka 1: Segmentace trhu IoT.

Segmentace trhu IoT			
Název segmentu IoT	Výrobní	Komerční	Spotřebitelský
Popis	IoT pro průmyslové aplikace umožňuje organizacím získávat ze svých provozů množství dat, která se dají využít.	Spojen s cíli, které mohou podnikům a jejich zákazníkům přinést viditelné výhody	Zahrnující řešení pro domácí uživatele a řešení pro inteligentní domácnosti
Použití	Možnost vzdáleného monitorování a řízení v automatickém režimu bez zásahu člověka ve výrobě.	Zlepšení úrovně poskytovaných služeb, zvýšení spokojenosti zákazníků, snížení provozních nákladů atd.	Poskytuje určitou domácí službu a zvyšuje komfort, zlepšuje kvalitu života a také zvyšuje informovanost atd.
Typy podniků či uživatelů	Výroba, stavebnictví, těžba, ropa a zemní plyn, farmaceutické výrobky, zemědělství atd.	Doprava, zdravotnictví, finanční služby, maloobchod, skladování, vzdělávání, komunální služby, zábava, lékárny atd.	Ženy, muži, děti, sportovci, pacienti, cestující, zákazníci, domácí zvířata atd.

Zdroj: vlastní zpracování dle [2]

Aplikace IoT v různých oblastech

Technologie Internetu věcí jsou široce využívány a již změnily řadu odvětví tím, že transformovaly způsob jejich fungování. Příkladů využití IoT v životě je již mnoho a můžeme si některé z nich uvést:

- **Chytrá města.** Díky Internetu věcí může město instalovat chytrá parkoviště, která budou zobrazovat počet volných míst. Město také monitoruje hluk a díky tomu lze vytvářet mapy hlučných míst, v neposlední řadě inteligentní senzory pomáhají efektivněji řídit dopravu na křižovatkách.
- **Chytré měřiče.** Umožňují sledovat úroveň vody, nafty a plynů v místech skladování. Produkty IoT pomáhají měřit tlak vody v trubkách a v celém systému.
- **Chytré prostředí.** Umožňuje sledování lesních požárů v reálném čase pomocí detekce produktů hoření v atmosféře. Senzory také umožňují kontrolu kvality vody a řízení znečištění ovzduší.
- **Chytré zemědělství.** Uplatňování kontroly nad podmínkami prostředí s cílem maximalizovat kvalitu ovoce a zeleniny. Technologie pomáhá zjistit polohu zvířat, která se pasou na volné půdě.
- **Bezpečnost a nouzové situace.** Kontroluje přístup do uzavřených oblastí a odhaluje osoby v nepovolených oblastech. Umožňuje monitorování zabezpečených zařízení a v případě narušení se spustí alarm. Průběžně monitoruje únik plynů a jiných látek v podnicích.
- **Maloobchod.** Platby prostřednictvím technologie NFC. Systém IoT umožňuje sledovat dodavatelský řetězec. Řízením rotace výrobků v regálech mohou podniky automatizovat proces nákupu výrobků.
- **Logistika.** Sledování fyzického dopadu na přepravované zboží, jakož i sledování otevření kontejneru a udržování chladného stavu, aby byla zajištěna kvalita zásilky. Lokalizace zboží pomůže rychle vyhledat potřebné předměty ve velkých prostorách. A konečně, senzory Internetu věcí sledují náklad během jeho přepravy.
- Další [3]

Internet věcí nabízí mnoho výhod pro využití v různých oblastech, a to jak z hlediska spotřebitelských zkušeností, tak z hlediska úspor. Díky Internetu věcí se například snižuje dopad lidských chyb v řadě oblastí.

2 MOŽNOSTI VYUŽITÍ INTERNETU VĚCÍ VE VÝROBNÍM PODNIKU

2.1 Průmyslový internet věcí

Globalizace a technologický pokrok vedou k tomu, že rutinní práce, které dříve vykonávali nájemní dělníci, stále častěji provádějí roboti nebo robotické mechanismy ovládané na dálku. Internet opletl svět a rychlost přenosu dat jeho prostřednictvím se každým rokem zvyšuje. Průmyslový internet věcí je důsledkem vývoje těchto technologií.

Definice Průmyslového internetu věcí

Průmyslový internet věcí (IIoT) je dalším stupněm technologie Internetu věcí (IoT), který vyžaduje vyšší úroveň zabezpečení, spolehlivosti a spolehlivé nepřetržité komunikace během průmyslových provozů. Jedná se o hlubší integraci senzorů, softwaru a komunikačních systémů ve výrobě. IIoT se široce používá v průmyslových odvětvích jako prostředek digitální transformace a propojuje kritická aktiva, včetně strojů a řídicích systémů, s informačními systémy a obchodními procesy. Integrita informací je klíčem k jejich kvalitní transformaci a využití. Nestačí pouze sbírat data ze senzorů, ale je třeba zajistit, aby je bylo možné interpretovat a využít způsobem, který zohlední všechny výrobní procesy a propojí je se všemi ostatními procesy ve výrobě, od dodávky materiálu až po dodání zboží uživateli. [27]

V oblasti IIoT je důležitý důraz na komunikaci mezi stroji (M2M), strojové učení a Big data: [35]

- **M2M** je typ spojení, které umožňuje dvěma nebo více „strojům“ komunikovat a vyměňovat si informace bez lidské interakce [28].
- **Big data**, instalované senzory a zařízení pro sběr dat IoT, shromažďují v reálném čase velké množství různorodých, netříděných dat, která jsou využívána pro další analýzu a přínos [33].
- **Machine learning** zahrnuje použití složitých algoritmů, algoritmů, které se automaticky učí z velkého množství dat a pomáhají předvídat budoucí chování a události [34].

Tyto technologie umožňují identifikovat a předvídat výskyt různých rizik s ohledem na všechny zvláštnosti výrobního procesu i celkový stav organizace.

Současné trendy v průmyslové automatizaci a výměně dat v průmyslových technologiích mají různé názvy, ale všechny se týkají stejného procesu. Jde o novou, efektivnější výrobu, která zahrnuje optimalizaci prostřednictvím inovací, kontrolu fyzických procesů, vytváření virtuálních kopií fyzického světa a přesnější i včasnější rozhodování. Zavedením inovací a strojové inteligence do výroby snižují podniky vliv lidských chyb při výrobních procesech. Všechny procesy a výrobní algoritmy jsou plně automatizované, robotizované a řízené softwarem založeným na umělé inteligenci(AI). Rozsáhlá integrace senzorů ve výrobě umožňuje automatizaci zasahovat do výroby a optimalizovat využití zařízení i spotřebu v reálném čase. [28]

Inteligentní výrobní rozhraní poskytuje lidem mechanismus pro analýzu dat ze systémů IoT. Pokud je rozhraní připojeno k fyzickému zařízení, může inteligentní výroba přijímat veškerá data přímo z tohoto zařízení bez zásahu člověka a poskytovat zpětnou vazbu operátorovi. Umožňuje zobrazovat informace v grafické podobě, přijímat automatická oznámení o problémech a v případě potřeby ovládat systém na dálku. [29]

Algoritmus pro úspěšnou integraci IoT

- **Prvním krokem** je, že od začátku musíte vědět, co od Internetu věcí potřebujete, a zhodnotit potenciální hrozby i výhody, které může Internet věcí přinést. Je nutné vytvářet koncepce se znalými partnery, protože digitalizace výroby není jednoduchá záležitost a vyžaduje týmovou práci.
- **Druhým krokem** je instalace všech prvků potřebných pro fungování: senzorů, ovládačů, pohonů, zařízení pro interakci člověka s počítačem. Všechna tato zařízení jsou zodpovědná za sběr a přenos dat.
- **Třetím krokem** je shromáždění a zadání všech potřebných informací do systému, aby bylo možné provést přesnou i aktuální analýzu celkového stavu společnosti a sledovat konkrétní údaje.
- **Ve čtvrtém kroku** jsou všechny informace odeslány na speciální vzdálený webový server, který je s pomocí AI analyzuje, zpracovává a přijímá operativní rozhodnutí.
- **Posledním krokem** je vizualizace a poskytnutí přístupu všem zaměstnancům pro operativní přenos dokumentů a komunikaci za účelem řešení výrobních úkolů bez narušení pracovního procesu. [37]

2.2 Výhody využití Průmyslového internetu věcí

Každá průmyslová revoluce je zajímavá tím, že se na první pohled zdá nemožná, a pak si lidé jen těžko dokážou představit, jak žili před ní.

Aplikace technologie Průmyslového internetu věcí ve výrobě přináší obchodní výhody v různých segmentech průmyslu. Jsou to tyto:

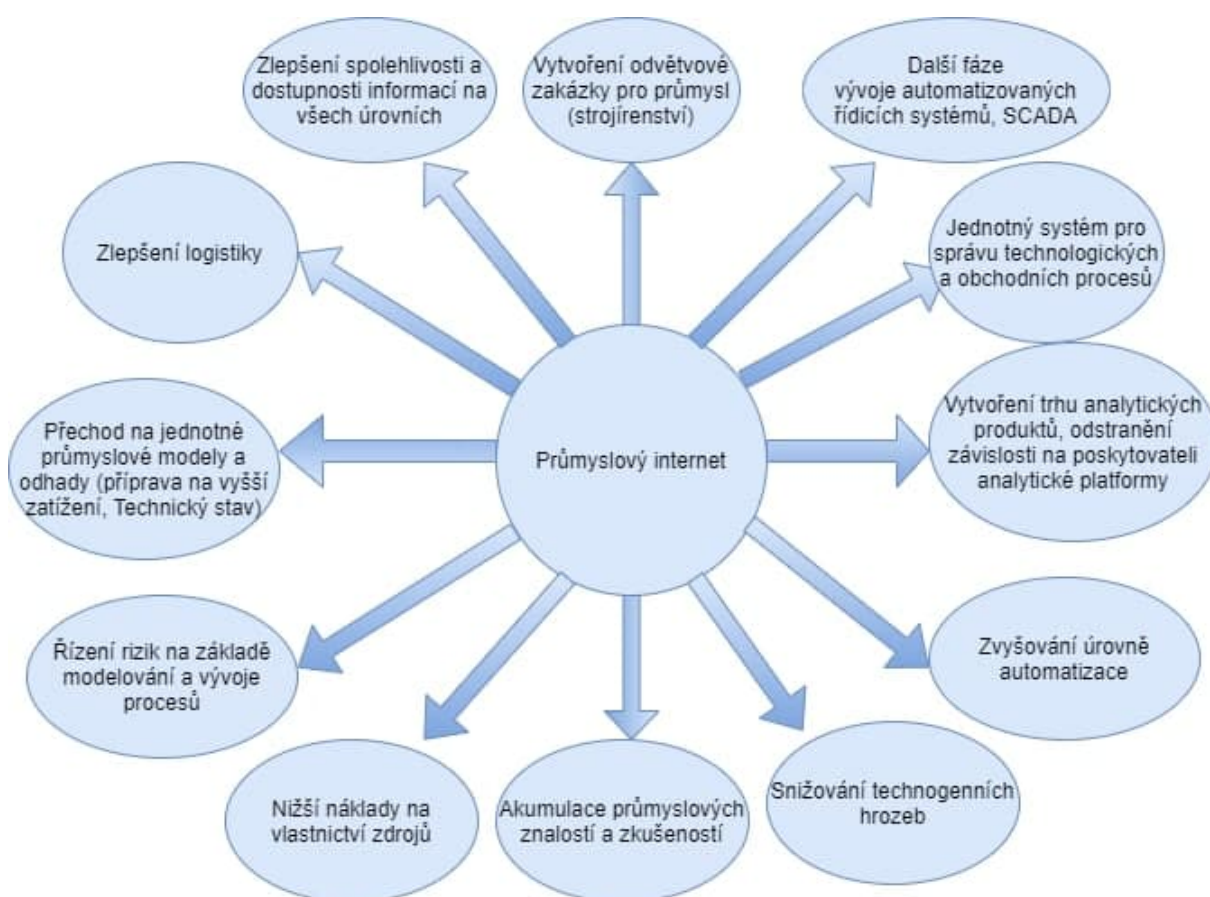
- **Preventivní údržba.** Použití senzorů pro monitorování zařízení umožňuje výrobcům sledovat zařízení na dálku, provádět včasnou údržbu, předvídat případné havarijní situace, provádět preventivní údržbu atd.
- **Optimalizace dodavatelského řetězce.** Sensory IoT se používají k měření okolního prostředí, což jim následně umožňuje řídit a monitorovat dodavatelský řetězec, stejně jako podmínky, jak je zboží skladováno, kde se právě nachází a kdy dorazí. Transparentnost dodavatelského řetězce pomáhá manažerům plánovat výrobu a hledat alternativní řešení v případě nepředvídatelných situací.
- **Správa průmyslových aktiv.** Díky nástrojům IoT mohou provozovatelé získávat informace a sledovat svůj majetek v reálném čase v aplikaci. Už nejsou nutné žádné vizuální kontroly a vyplňování papírů do tabulky Excelu. Díky technologiím lze rychle a efektivně sledovat a řídit veškeré dění ve firmě na dálku.
- **Rychlé přijímání rozhodnutí.** Inovace přinesly rychlý nárůst objemu informací, což zase poskytuje managementu příležitost optimalizovat dlouhodobé rozhodování pomocí historických dat a dat v reálném čase. [30]

Díky tomuto komplexnímu inteligentnímu přístupu lze vytvořit centralizovaný i integrovaný systém řízení výroby s následujícími výhodami:

- **Záruční údržbou.** Využití IoT umožňuje výrobcům efektivně řídit náklady na záruční údržbu, protože je možné zjistit, zda je porucha způsobena chybou výrobce, nebo způsobem používání výrobku.
- **Zlepšením kvality.** Data ze senzorů lze využívat k odhalování chyb ve výrobním procesu.
- **Optimalizací spotřeby materiálu** významnou optimalizací spotřeby materiálu lze dosáhnout začleněním aktuálních údajů o spotřebě a bilancích materiálu do výrobního procesu.

- **Snížením zásob** podle principu štíhlé výroby se připravují pouze díly, které jsou v určitém okamžiku potřebné. Včasné dodání dílů ve správný čas na správné místo snižuje potřebu prostoru pro meziskladování, což zase vede k nižší potřebě skladovacího prostoru a zkracuje dobu manipulace s materiálem, jelikož se zjednodušuje přístup k materiálům. [32]

Díky rozvoji a zlevnění spotřební elektroniky profituje i průmyslový IoT, protože se snižují náklady na komponenty. Již není nutné kupovat specializované a drahé vybavení, v dnešní době lze používat tablety nebo chytré telefony, které má téměř každý. V některých případech jsou zapotřebí speciální nástroje, ale pro výrobu je důležitá jakákoli úspora, i ta nejmenší. [28]



Obrázek 5: Využití platformy IIoT v různých průmyslových odvětvích.

Zdroj: vlastní zpracování dle [45]

Změny v ekonomice díky IIoT

Vývoj těchto technologií vedl k vývoji a změnám v ekonomice jako celku. Zavedení těchto technologií otevírá následující pozitivní aspekty:

- Uživatelům a zákazníkům jsou poskytovány nejlepší možné informace o produktech a zařízeních pro vhodné použití;
- Lepší využití stávajícího vybavení, zařízení a dalších aktiv společnosti, zrychlení výrobního procesu bez ztráty kvality a produktivity;
- Úspory energie umožňují společnosti čerpat uvolněný kapitál na další modernizaci i vývoj nových nabídek a produktů;
- Vizualizace všech výrobních procesů umožňuje zvolit nejlepší způsob řízení společnosti;
- Kvalitativní analýza všech podnikových dat umožňuje odhalit skryté zdroje;
- Zvýšená poptávka po kvalifikovaných odbornících se znalostí všech specifik údržby automatizované výroby;
- Vytváření nových společností a vznik nových obchodních modelů [31]

2.3 Bezpečnostní rizika použití IoT

Zatímco samotný Internet věcí je stále relativně novým konceptem, jeho základní komponenty se v průmyslových sítích běžně používají již mnohá desetiletí, což je skutečnost, která předpovídá některá potenciální rizika, s nimiž se již lze reálně setkávat. Na rozdíl od tradičních komponent informačních technologií jsou mnohem zranitelnější. Důvodem je to, že mnohé průmyslové sítě nebyly nikdy navrženy pro připojení k obecným sítím, jež jsou propojeny s prostředím Internetu, a za skutečnou hrozbu považují pouze fyzický útok. [10]

Podle údajů společnosti Kaspersky se počet kybernetických útoků na zařízení Internetu věcí více než zdvojnásobí z 639 milionů v roce 2020 na 1,51 miliardy v roce 2021. [11]

Řešení Internetu věcí pro podniky představují obrovskou škálu technologií, komunikačních protokolů a zařízení. Kromě toho má každý jednotlivý projekt svá vlastní rizika a potenciální slabiny, které je třeba mít na paměti. Čím více chytrých zařízení je k síti připojeno, tím vyšší jsou rizika spojená s neoprávněným přístupem do systému IoT a zneužitím jeho možností útočníky. [12]

Zařízení Internetu věcí bývají často sestavena z řešení od různých výrobců. Moderní zařízení Internetu věcí sestávají vesměs z typových komponent dodávaných různými výrobci. To pomáhá šetřit čas i peníze, ale má to také závažný dopad na zabezpečení zařízení. Fakt je, že plnohodnotné testy nejsou vždy prováděny specialisty na informační bezpečnost, když jsou instalována různá zařízení. Existuje pravděpodobnost, že právě ona pomohou útočnickům proniknout do systému. Vzhledem k této rozmanitosti je téměř nemožné představit si jediný bezpečnostní systém, který by bylo možné použít ve všech oblastech Internetu věcí. [13]

Internet věcí je skvělý v řadě aspektů. Tato technologie však bohužel ještě nedospěla a není zcela bezpečná. Celé prostředí Internetu věcí, a to od výrobců až po uživatele, stále čelí mnoha bezpečnostním výzvám, jako jsou ty následující:

Slabá ochrana heslem

Mnoho zařízení Internetu věcí je dodáváno s výchozím heslem, což pro uživatele představuje závažnou bezpečnostní chybu. Všechna tato hesla vytvářejí iluzi zabezpečení pro uživatele, kteří se domnívají, že když je zařízení opatřeno heslem z výroby, je již zabezpečené a nevyžaduje další ochranu. Bohužel tomu tak není, s výchozími hesly může útočník rychle získat přístup k samotnému zařízení a narušit celý systém, k němuž je zařízení připojeno. Výrobci musí lépe chránit svá zařízení IoT již při jejich vybalení z krabice, aby se vyhnuli problémům se zabezpečením sítě. [15]

Hardwarové problémy

Většina zařízení Internetu věcí má omezení, pokud jde o výkon, výpočetní kapacitu a paměť, což je způsobeno požadavky na tato zařízení: jejich malou velikost a dlouhým provozem bez nutnosti výměny baterie. Nedostatek výpočetního výkonu nezajišťuje účinné integrované zabezpečení, a proto nejsou vždy řízeny pokročilými bezpečnostními šablonami, takže jsou více ohroženy útoky nebo defekty. [16]

Nedostatek aktualizací

Podle průzkumu Ubuntu 31 % uživatelů aktualizuje svá připojená zařízení, jakmile mají k dispozici aktualizace [17]. To ukazuje, že většina uživatelů neaktualizuje svá zařízení do poslední verze, což vede ke snížení bezpečnosti v síti, protože i jediné infikované zařízení může infikovat celý řetězec. I když výrobce prodává zařízení zpočátku s nejnovější aktualizací

softwaru, zařízení se pak stávají zranitelnými, když hackeři objeví nové bezpečnostní problémy nebo chyby. Výrobce zařízení musí své produkty průběžně aktualizovat. Aktualizace mají zásadní význam pro zachování bezpečnosti zařízení IoT. [18]

Ransomware

Ransomware je specifická forma malwaru. Jde o jeden z nejhorších typů škodlivého softwaru, protože pokud útočníci najdou způsob, jak malware do systému IoT zavést, mohou změnit jeho funkčnost, shromažďovat osobní údaje a provádět další útoky, stejně jako ovlivňovat kritická zařízení IoT. Ransomware sice nezničí důležité soubory, ale blokuje k nim přístup pomocí šifrování. Hacker, který zařízení infikoval, pak požaduje výkupné za dešifrovací klíč, který soubor nebo zařízení odblokuje.

To vše komplikuje obchodní operace, takže infikované kritické zařízení způsobuje prostoje a přerušuje běžné obchodní procesy. Ransomware se neustále vyvíjí a potenciálním cílem jsou zařízení Internetu věcí s nedostatečnou ochranou. [18]

Útoky botnetu

Jedno IoT zařízení infikované škodlivým softwarem nepředstavuje skutečnou hrozbu, ale jejich kombinace je schopna zničit cokoli. Při útoku prostřednictvím botnetu vytvářejí kyberzločinecké skupiny armádu botů (zařízení, která jsou infikována a schopna pracovat samostatně na příkaz držitele botnetu), jež infikují malwarem. Zločinci se zmocňují zařízení Internetu věcí, spojují je dohromady a vytvářejí výpočetní sílu schopnou odesílat tisíce požadavků za sekundu a útočit s nimi na velké cíle. Zařízení IoT představují dobrý cíl pro útoky malwaru, jak jsem se již zmiňoval výše, tato zařízení nemají pravidelné aktualizace softwaru a nejsou zabezpečena, takže se z nich stávají „zombie“ a využívají ke generování a odesílání obrovského množství dat. [10]

Hackeři tak mohou představovat bezpečnostní hrozbu pro kritické objekty, jako jsou energetické sítě, výrobní závody, dopravní systémy a čistírny odpadních vod, což znamená ohrožení okolní veřejnosti. [16]

2.4 Možné překážky při zavádění Internetu věcí ve výrobě

Internet věcí je komplexní technologie složená z mnoha hardwarových, softwarových a síťových technologií, které se často potýkají s problémy. Internet věcí může organizacím přinést

mnoho potenciálních výhod, ale musí si být vědomy, že dosažení těchto výhod s sebou přináší potenciální neočekávaná rizika, jež jsou v této kapitole popsána.

Často se lze setkat se zprávami o průlomových řešeních v oblasti Internetu věcí, ale v současné době se většinou jedná o prototypy nebo řešení na míru, která lze použít pouze v určitém odvětví. Takových projektů není mnoho, a to z několika důvodů:

Náklady a návratnost investic

Zavedení Internetu věcí je spojeno s vysokými počátečními investicemi, včetně nákupu různých senzorů a sítí, nákladů na software, údržbu, školení atd. Z dlouhodobého hlediska jsou však náklady na technologii IoT pro společnosti většinou výhodné a v budoucnu budou moci využívat výhody IoT. Vysoké náklady je třeba považovat za významné riziko pro zavádění Internetu věcí. [23]

Nedostatek zkušeností v oblasti IoT

Trh s Internetem věcí neustále roste a v souvislosti s tím se společnosti potýkají s nedostatkem pracovníků a zkušeností v oblasti Internetu věcí, které jsou nezbytné pro efektivní implementaci technologie IoT. Pro práci s technologiemi Internetu věcí potřebují průmyslová odvětví kvalifikovanou pracovní sílu, která dokáže podporovat a využívat možnosti IoT. [23]

Bezpečnostní hrozby

Internetové věci, jak jsem uváděl výše, jsou náchylné k hackerským útokům a bezpečnost dat je vážným problémem, protože technologie IoT propojuje více zařízení, jež uchovávají citlivé informace, a ztráta těchto dat může způsobit velké škody a ztráty pro organizace. Aby se těmto problémům předešlo, musí výrobci zařízení a softwaru zlepšit mechanismy řízení přístupu, aby se zabránilo hrozbám souvisejícím se zabezpečením dat. [22]

Problémy s kompatibilitou/standards

Řada společností vyvíjí produkty Internetu věcí, ovšem hlavní překážkou pro nasazení těchto technologií je nedostatek jednotných standardů mezi různými zařízeními IoT. To vede ke složitosti implementace fragmentovaných řešení a k problémům s interoperabilitou. Odvětví potřebuje jasné standardy, neboť se vyvíjí tolik různých standardů pro Internet věcí, že jeden

standard se jen stěží prosadí. [22]

Firmy se musí naučit, jak se vypořádat s negativními stránkami Internetu věcí, aby zůstaly konkurenceschopné v rozvíjející se ekonomice. Jestliže si uvědomují překážky zavádění Internetu věcí, pak se mohou vyhnout bezpečnostním problémům a neočekávaným nákladům při zavádění nových systémů. Společnosti si také mohou najmout nezávislé odborníky, kteří jim pomohou vyvinout řešení IoT, jež budou vyhovovat jejich stávajícímu vybavení a potřebám výroby.

3 PŘÍPADOVÉ STUDIE

3.1 Implementace IoT s cílem zlepšení technologického procesu chlazení oceli.

Začít bych chtěl využitím Internetu věcí v těžkém průmyslu, protože tento sektor ekonomiky je jeden z nejstarších a nejdůležitějších.

Právě proto lze v dnešní době v tomto odvětví široce využít technologii IoT. Komplexní automatizace výroby se projevuje vytvořením jediné vzájemně propojené soustavy strojů, strojních zařízení, mechanismů a přístrojů k provedení celého předem definovaného technologického cyklu všech nebo většiny operací při výrobě výrobku nebo polotovaru.

Vzhledem ke specifčnosti průmyslu rozměry a hmotnost dávají o sobě vědět. Při komplexní automatizaci procesů dochází také k mnoha problémům. Především jde o pečlivé studium výrobní technologie, jejích vlastností spočívajících v diskrétnosti procesů, vypracování obecné teorie řízení automatických linek a plně automatizované výroby. Dalším inovacím brání morálně zastaralé budovy. Při automatizaci staletých provozů se technici setkávají s takovými problémy, jako jsou klimatické podmínky (nevytápěné prostory, vysoká vlhkost nebo příliš suchý vzduch), zastaralé nebo nefunkční ventilační systémy, které vedou k rychlému opotřebení součástí nově instalovaných zařízení, nedostatek stabilního napájení atd.

Popis situace

Komplexní procesy v hlavních fázích výroby oceli - v ocelárně a ve válcovně - nabízejí velké možnosti optimalizace a digitalizace zařízení. Pro optimální fungování výroby jsou zapotřebí podrobné provozní údaje o stavu polotovarů, válcovaných výrobků a schopnost řídit procesy v reálném čase.

Továrna XYZ je určena k výrobě vysoce kvalitní velkoplošné oceli, již továrna používá pro své vlastní výrobky. Kromě toho závod úspěšně prodává válcovanou ocel pro potřeby průmyslových odvětví, jako jsou stavba lodí, výroba ropy, těžké strojírenství atd. Každá třída oceli vyžaduje speciální technologický postup. Výrobky z této oceli se vyznačují zvýšenou odolností proti korozi a provozní spolehlivostí.

Výrobní proces výroby oceli je složitý a zdouhavý, proto se budeme zabývat pouze jeho hlavními částmi.

Nejprve se kov zahřívá v peci na teplotu 1300 stupňů Celsia po dobu 5–6 hodin, poté se

stlačí a vytvoří původní tvar obrobku, poté následuje zóna řízeného chlazení, kde ocel získá rovnoměrné vlastnosti a mikrostrukturu po celé délce i šířce plechu. Poté následují vyrovnání oceli, kontrola vad, konečné řezání a třídění. [5]

Zároveň je důležitá poloha desek v chladicí jámě a teplotní fón. Pokud jsou desky vyjmuty dříve, než dosáhnou správného stupně ochlazení, budou buď vyřazeny, nebo bude nutné přidat další operace zpracování, což naruší rytmus následujících úseků. Ponechání desek v jámě déle, než je nutné, má negativní dopad na výkon. To vše působí negativně na produktivitu závodu a jeho ziskovost.

Možnosti řešení

Pro úspěšnou optimalizaci jakéhokoli procesu je nutné nejprve pochopit, jak funguje, a poté hledat „optimalizační body“, ve kterých bude mít použití jakékoli technologie největší pozitivní efekt.

Problém je, že v této oblasti neexistují žádné speciální snímače a zařízení pro sledování teploty střední části plechu a proto se vyplatí použít řešení na míru. Právě minimalizace metalurgických vad byla pro závod nejsložitějším a nejnaléhavějším úkolem. Hlavními příčinami těchto vad jsou totiž nerovnoměrné ochlazování desek a porušení teplotního režimu. Stala se „bodem optimalizace“. Další výzvu představovalo nalezení souboru komponent, který by na jedné straně zaručeně zvládl všechny teploty i možné provozní podmínky a na druhé straně poskytl zákazníkovi co nejnižší náklady na technické řešení.

V rámci projektu bude ve výrobním závodě implementováno hardwarově-softwarové řešení pro měření okolní teploty. Senzory měří s vysokou přesností a splňují požadavky na vysokou třídu ochrany IP68. Optimální počet senzorů představují čtyři kusy v každé chladicí jámě. Tyto vysoce přesné snímače odesílají údaje o teplotě do firemní databáze a dále do softwaru. Tam se zpracovávají, vizualizují a používají jako základ pro další výrobní operace.

Z důvodu práce v obtížných podmínkách byly vybrány bezdrátové senzory s přenosovým protokolem LoRaWAN, který zajišťuje stabilní komunikaci mezi senzory a přijímací základnou pro příjem signálu v podmínkách dílenského rádiového rušení. V bezdrátových sensorových sítích, zejména při vysoké frekvenci dotazování dat, je problematickým bodem výdrž baterie. Zatímco v kancelářských budovách není výměna baterie, například jednou za měsíc, velký problém, pro senzory na těžko přístupných místech se stává kritickou.

Benefity

Toto řešení umožní:

- Získat přesnější a stabilnější údaje o teplotě během výrobního procesu.
- Omezit lidský faktor a převést pracovníka na jinou pozici.
- Vytvořit bezdrátové prostředí a zvýšit stabilitu přenosu dat.
- Sledovat nabití baterií senzorů

Bezdrátové řešení otevírá nové možnosti zvýšení produktivity i snížení nákladů a prakticky eliminuje použití kabelů a rozvodů, čímž se eliminuje možnost poškození během provozu. Stabilita přenosu dat se bude pohybovat kolem 99 %. [7]

Sníží se také náklady na personál a výrazně se zvýší kvalita výrobků, protože již nebude nutné, aby člověk během procesu prováděl ruční měření.

To významně zlepšilo kvalitu plánování provozu uzlu, umožnilo výrazně snížit počet prostojů technologických zařízení v předcházejících i následných výrobních úsecích. Zavedení nového systému zajistí záводу ekonomický efekt. Například z dlouhodobého hlediska by to mohlo přinést úspory z každé dávky plechů.

Pozitivní dopad IoT na automatizaci výroby lze zaznamenat ve zkrácení výrobního cyklu, snížení provozních nákladů, zlepšení plánování a zkrácení výrobních časů, optimalizaci používaných zdrojů, zvýšení provozuschopnosti strojů, snížení prostojů a zvýšení kvality výrobků .

Automatizační řešení lze zavést v odvětvích, které splňují kritéria velkosériové a hromadné výroby a mají velký počet zaměstnanců a kde existují faktory nebezpečí a monotónnosti výroby. Podniky s vysokou sériovostí a dobrou opakovatelností jsou pro automatizaci vhodnější.

3.2 Implementace IoT s cílem optimalizovat práci parku obráběcích strojů.

Popis situace

Podívejme se na výhody implementace Internetu věcí na příkladu továrny na ventilátory ZXC.

ZXC je velký průmyslový podnik založený roku 2000. Závod zaujímá celkovou plochu více než 9 400 m². Podnik je lídrem na trhu v oblasti radiálních ventilátorů. V letech 2008–2011

se uskutečnila rozsáhlá rekonstrukce výroby. To umožňuje produkovat výrobky v souladu s nejvyššími moderními požadavky. Celkem je 95 kusů strojního vybavení.

Chcete-li vyrobit ventilátor, musíte kov zpracovat, svařovat součásti k sobě, natřít celou konstrukci. Ve výrobě pracují ohýbačky, frézky a soustruhy, svářečky, lakovací kabiny. Závod je vybaven jak moderním zařízením, tak staršími modely. Moderní CNC-stroje lze připojit pomocí přímých protokolů a získat z nich všechny důležité informace. Aby byly starší stroje „chytré“, připojujeme je prostřednictvím logovacího terminálu, který je nainstalován na stroji, a tento terminál pak předává informace prostřednictvím protokolů na server, kde jsou analyzovány a následně využity.

Před vedením závodu stojí úkol najít optimální řešení při údržbě vysoce přesného a nákladného zařízení. V současné době je tento úkol řešen týdenní kontrolou obráběcích strojů a v případě zjištění problémů servisními opravami. Navzdory kvalitnímu provozu servisní služby v továrně dochází k vážným poruchám zařízení, které vyžadují nákladnou a dlouhou opravu, některé stroje jsou nečinné a čekají na servis.

Možnosti řešení

Všechna zařízení je možné připojit do jediné podnikové sítě, kde každý z 95 obráběcích strojů bude posílat 95 signálů za sekundu. Veškerý objem dat bude automaticky odeslán na interní server společnosti. Plánuje se, že přístup k těmto informacím bude poskytnut vedoucímu dílny, procesnímu i servisnímu technikovi.

Například rychlost je nastavena pro každý stroj – řekněme, že je to 200 pohybů za minutu. Pokud stroj nedodrží normu, to znamená, že dělá 190 pohybů nebo méně –, snímač vysílá signál, že je s ním něco v nepořádku. Ještě se nezlomil, ale začal pracovat hůř, takže nadchází čas na opravu. To pomáhá předcházet složitým poruchám a prostojům. Senzory namontované na zařízení sledují různé fyzikální ukazatele: tlak, proud, kolísání napětí, frekvenci pohybu atd. Na základě toho budou přijímány informace o normálním provozu stroje nebo o práci mimo normu.

Shromážděná data lze následně analyzovat a zjistit, kdy se stroj porouchá a jak často je třeba měnit díly. S těmito údaji lze pracovat – například předem plánovat opravy a náklady.

Podle plánu by k těmto informacím měli mít přístup vedoucí dílny, technolog a technik údržby.

– **Vedoucí dílny** bude sledovat provoz stroje prostřednictvím aplikace ve svém telefonu.

Bude mít k dispozici údaje, jež ho informují o tom, který stroj právě pracuje na dílu, jenž je zapnutý a jen čeká a který je vypnutý.

Každá součást musí být vyrobena podle určité technologie, v určitých režimech, jinak by se mohlo ukázat, že je vadná nebo by mohla stroj rozbít. Vedoucí tedy musí neustále sledovat postup výroby, nacházet takzvaná úzká místa a díky online monitoringu zvyšovat efektivitu práce.

- **Technologický inženýr** bude mít možnost sledovat výrobu ze své kanceláře. Zaměří se na následující parametry: jak dlouho je každý kus vyroben, jak rychle je nástroj spotřebován. Hrubý odhad maximální kapacity mu napoví, o kolik rychleji mohou stroje jet. Technolog bude muset najít procesy, které stroj zpomalují, přepsat řídicí program a zajistit zvýšení kapacity zařízení. Pokud se to podaří, zkrátí se tím výrobní časy a získají se nové zakázky.
- **Inženýr opravy** také rychle obdrží informace o nouzovém zastavení stroje, a oprava začne rychleji. Řadu strojů lze naprogramovat tak, aby přenášely informace o poruše nejen technikovi opravy, ale také do servisního střediska výrobce, kde pohotově pomohou opravárně opravit stroj a spustit jej co nejdříve. Díky prediktivní analýze a analýze nejčastějších poruch může navíc továrna skladovat dodatečnou sadu nejdůležitějších a nejčastěji porouchaných dílů, což rovněž pomůže ušetřit čas i peníze.

Benefits

Toto řešení umožní:

- Začít analyzovat stav zařízení a snížit ztráty na opravách a také snížit náklady na náhradní díly pro stroje
- Snížit počet zaměstnanců údržby nebo převést zaměstnance do jiných oddělení
- Snížit počet vážných poruch, které vedou k dlouhodobým odstávkám
- Zvýšení kvality výrobků díky přesnějšímu sledování činnosti zařízení
- Snížení množství zmetků a odpadu

Zavedení Internetu věcí za účelem optimalizace provozu a servisu strojů je vedeno přáním nejvyššího vedení továrny na výrobu ventilátorů být na vrcholu v oblasti množství a kvality výroby, stejně jako snahou optimalizovat výrobní časy a minimalizovat náklady a rizika poruch strojů i servisní údržby v továrně.

Odhaduje se, že se tím ušetří 40 % nákladů na oddělení údržby díky převedení jeho kvalifikovaných pracovníků do jiných oddělení v závodě. Zároveň by o 50 % ubylo počet vážných poruch, jež vedou k dlouhodobým odstávkám [9]. Například výměna ložiska s předstihem nestojí nic při době výměny 0,5 hodiny. Naproti tomu výměna celé jednotky, v jejímž rámci může být vyjmuto ložisko, stojí mnohonásobně více a její výměna trvá 4 – 6 hodin.

Stejně tak může zavedení Internetu věcí odložit nákup dalších zařízení, který byl naplánován, protože společnost pomocí monitorovacích systémů vyhodnotila množství dostupných zdrojů a zjistila, že pro splnění výrobního plánu není třeba nakupovat další zařízení.

Zavedení Internetu věcí do provozu továrny na ventilátory také zvýší její konkurenceschopnost. To přiláká nové zákazníky a zajistí, že budou dodržovat nejkratší termíny a nejvyšší kvalitu. Řešení IoT použité v tomto příkladu mohou využít i další společnosti v tomto odvětví. Obecně může být projekt zajímavý pro společnosti působící v průmyslovém odvětví a mající strojový park.

3.3 Implementace IoT s cílem optimalizovat práci balicí linky.

Popis situace

Proces balení je důležitou součástí každého moderního výrobního podniku, zejména pokud jde o výrobu spotřebního zboží, obaly plní několik různých funkcí a současně zajišťují bezpečnost zboží, jeho identifikaci, ochranu, prodejní vzhled a také propagaci značky výrobce.

Podívejme se na cukrářskou společnost ABC, která nedávno modernizovala své hlavní výrobní linky. Továrna dokázala zlepšit výrobní proces a recepturu svých výrobků, nicméně poslední a jedna z nejdůležitějších částí výroby se však zatím nezlepšila. Takže bez pozornosti zůstala balicí linka a právě na tomto úseku byly největší problémy.

Můžeme se podívat na zastaralou výrobní linku a najít nejslabší prvek konkrétního stroje. Již zabalené výrobky dále balí do krabic, které pak odjíždí do skladu za účelem dalšího skladování a expedice.

Balicí linka využívá velké množství mechanických zařízení, jako jsou balicí váhy, vázicové systémy atd. Toto zařízení je z různých důvodů ohroženo poškozením a poruchami. Vadné zařízení má za následek prostoje, což zapříčiňuje ztráty ve výrobě, v důsledku nepřesnosti vah se pak vyskytuje nadváha či podváha materiálu, což opět vede ke ztrátám pro společnost.

Výsledkem projektu by měl být systém, který bude shromažďovat údaje o haváriích,

odstávkách i výkonnosti zařízení a operativně je poskytovat výrobnímu personálu v požadované formě.

V posledních několika letech byla evidence dlouhých prostojů na této lince organizována operátory ručně na papíře. Krátké prostoje nebyly zaznamenány, protože by byly vzhledem k jejich velkému počtu náročné na pracovní sílu a odváděly by pozornost zaměstnanců od jejich hlavních výrobních povinností.

V důsledku toho se před balicí linkou hromadilo velké množství výrobků, jež nebylo možné zabalit, linka nezvládala objem a zpomalovala objednávky. Toto uspořádání pochopitelně neumožňovalo získat úplný přehled o tom, co se na místě děje, a provést odpovídající analýzu s cílem zlepšit účinnost linky. Proto je potřeba co nejvíce omezit prostoje a vytížit linku na nejvyšší možnou kapacitu, aby se maximalizovala kapacita „úzkého hrdla“.

Díky Big data můžeme provést analýzu základních příčin a řešit problémy, jež firmu brzdí.

Možnosti řešení

Existuje mnoho zařízení a senzorů, které pomáhají společně předvídat potřeby údržby zařízení a předcházet jim. Tímto způsobem pomáhají ušetřit nezanedbatelné množství nákladů na údržbu a zabránit ztrátám způsobeným výpadkem zařízení. Řadu problémů, s nimiž se potýkají zaměstnanci závodu, lze vyřešit lepším využitím stávajících dat, získáním nových a jejich následnou efektivnější analýzou.

Pro zlepšení efektivity balicí linky bylo nutné identifikovat takzvaná úzká místa - příčiny neplánovaných prostojů ovlivňujících ukazatele efektivity, kterými mohou být nekvalitní suroviny, poruchy zařízení, prostoje způsobené chybou personálu apod. Hlavním ukazatelem výkonnosti balicí linky je celková efektivita zařízení, OEE (Overall Equipment Effectiveness).

Cíle navrhovaného systému jsou:

- Získávání, analýza a ukládání technologických dat ze všech strojů balicích linek.
- Varování ohledně událostí, stejně jako zavedení údajů o objednávkách, surovinách, výrobních směnách a další informace potřebné pro analýzu efektivity balicí linky.
- Automatizovaný výpočet a analýza účinnosti zařízení, výpočet délky neplánovaných odstávek.
- Automatické sestavování zpráv, export do MS Excel a vizualizace
- Zjištění počtu vadných výrobků.

Pro organizaci sběru dat byl na balicí linku instalován průmyslový počítač, jehož pomocí může obsluha rychle a operativně sledovat příčiny dlouhých prostojů, otevírat objednávky, zaznamenávat instalaci nových zásobníků surovin a sdělovat stav linky.

Na balicích strojích budou v průběhu realizace projektu nahrazeny zastaralé řídicí jednotky různých typů programovatelnými logickými kontroléry (PLC) pro automatické řízení zařízení v reálném čase a umožňující sběr dat, jejich analýzu a monitorování provozu zařízení. To umožní instalaci operátorských panelů s dotykovou obrazovkou pro operativní ovládání stroje a zadávání dat.

Konfigurace software se navrhuje tak, aby se krátké odstávky linky (kratší než pět minut) zaznamenávaly automaticky na základě nouzových zpráv hlášených řídicími jednotkami balicího stroje. Informace o efektivitě a prostojích linky budou k dispozici jak na panelovém počítači na lince, tak prostřednictvím webového portálu na kancelářských počítačích technologického personálu. Na webovém portálu budou informace dostupné ve strukturované podobě ve formě zpráv s grafickým a tabulkovým zobrazením údajů.

V budoucnu se plánuje připojení zbývajících balicích linek a dalších zpracovatelských zařízení v továrně ke společnému systému. Realizace úkolu bude provedena připojením celého zařízení do sítě.

Benefity

Výsledkem projektu by měl být systém, který bude shromažďovat údaje o haváriích, odstávkách i výkonnosti zařízení a operativně je poskytovat výrobnímu personálu v požadované formě. Systém rovněž umožní získat údaje o krátkých prostojích a identifikovat jejich nejčastější příčiny. Shromažďování těchto údajů provozovatelem bez použití systému je prakticky nemožné, protože by to vedlo k nadměrnému zvýšení nákladů na pracovní sílu.

Vzdálené operace začínají být přínosné, jakmile nemusíme odvádět lidi od jejich hlavních povinností a posílat je na kontrolu zařízení. Z dlouhodobého hlediska se ukazuje, že lidé jsou dražší než technologie.

Pokud jde o obchodní přínosy, analýza dat shromážděných systémem umožní identifikovat „úzká místa“ na balicí lince, tj. příčiny nejčastějších prostojů, a přijmout opatření k jejich odstranění. V důsledku toho se výrazně zvýší účinnost balicí linky, což se v dlouhodobém horizontu projeví ve skutečném snížení výrobních nákladů balicí linky.

Při správném přístupu výsledky ospravedlní investované prostředky a posunou společnost na

novou úroveň efektivity i rozvoje.

Společnosti se zastaralými systémy jsou maximálně pozitivní a jsou připraveny efektivně využívat digitální transformaci. Přitom dalším významným plusem je předpokládaná údržba založená na umělé inteligenci a velkých datech. Taková řešení mohou pomoci identifikovat problémy s údržbou dříve, než nastanou, čímž se sníží neplánované prostoje, minimalizují se náklady a zvýší se produktivita ve správných oblastech.

Většina výrobců může tyto zásady aplikovat na svůj současný stav a nevyžaduje to velké investice. Jediným rozdílem bude specifikace podmínek balicího procesu, protože běžné předměty nevyžadují zvláštní podmínky balení na rozdíl od balení potravin, kde jsou vyžadovány větší kontrola bezpečnosti a stabilní teplota.

3.4 Použití senzoru IoT k měření bavlněného prachu v textilní továrně

Během výroby produkují textilní stroje vysoké koncentrace bavlněného prachu, který má vliv na zdraví pracovníků a v konečném důsledku ovlivňuje tempo výroby. Místa, kde se s vlákny (zejména bavlněnými) manipuluje a kde se skladují, se stávají zdrojem prachu, zejména pokud jde o pracovní prostory. Zaměstnavatelé mohou snížit úroveň prašnosti úpravou zařízení pro její regulaci.

Popis situace

Podívejme se na textilní výrobu společnosti QWE, která ve svých prostorách vyrábí různé druhy textilií. Při výrobě se používá velké množství materiálů, ale z hlediska objemu výroby tvoří hlavní složku bavlna.

Vedení společnosti obdrželo stížnosti na zdravotní stav zaměstnanců a bylo rozhodnuto tento problém řešit.

Znečištění ovzduší je klíčovým prvkem, se kterým se organizace obtížně zvládá vyrovnat. Nedostatek monitorování ovzduší v reálném čase zpožďuje nápravná opatření a následně ovlivňuje zdraví pracovníků i životní prostředí. Při provozu závodu vzniká velké množství prachových částic a dalších látek škodlivých pro člověka (více než 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). [8]

Tento problém způsobuje komplikace při plnění pracovních úkolů, protože znečištěný vzduch brání správné funkci plic, což může vést k velmi závažným zdravotním problémům, jako jsou astma, nedostatečné zásobování mozku kyslíkem, což může vést i k bezvědomí, závratím,

nevolnosti a dodatečnému zatížení srdce i celého nervového systému. Čistý vzduch naopak vede ke snížení počtu dnů pracovní neschopnosti, vyšší produktivitě a celkovému zlepšení zdravotního stavu pracovníků.

Odhad koncentrací bavlněného prachu v ovzduší továrny je nezbytný pro průběžné dodržování limitů kvality ovzduší. Zavedením monitorování pevných částic a plynů v reálném čase mohou společnosti sledovat svou výkonnost, zajistit lepší ochranu zdraví při práci a řešit potenciální bezpečnostní rizika.

Možnosti řešení

Navrhuje se, aby byly výrobní haly naplněny snímači částic a snímači vlhkosti a teploty.

Celý systém se bude skládat ze trojích součástí:

- **Senzorů** - přenášejí údaje o prostředí a odesílají je do mikrokontroléru.
- **Mikrokontrolérů** - snímají údaje ze senzorů a vyměňují data mezi senzory a stanicí.
- **Základnové stanice** - zajišťuje ukládání, analýzu a transformaci dat a vysílá příkazy k řízení ventilačního systému.

Síť IoT využívá model Wi-Fi, přičemž hodnoty jsou v reálném čase odesílány do cloudu, kde jsou data zpracovávána a vizualizována. Výrobní zařízení již byla vybavena Wi-Fi, což výrazně snižuje náklady a dobu realizace řešení.

Koncentrace bavlněného prachu, vlhkost a teplota se budou zobrazovat v mobilní aplikaci a na webovém portálu na počítačích v kanceláři.

Pokud koncentrace bavlněného prachu překročí přípustný limit, vedení závodu a osobám odpovědným za bezpečnost bude zaslána informace s upozorněním, že koncentrace bavlněného prachu překračuje stanovené parametry a že je třeba přijmout nějaké opatření. Hodnoty se zobrazují také ve výrobním prostoru pomocí LCD displeje.

Díky velkému počtu senzorů vedení společnosti prozkoumalo, v jakých oblastech byly dosahovány nejvyšší koncentrace prachu ve výrobě, což vedlo k revizi uspořádání pracovních zařízení i čisticích systémů.

Benefity

Údaje zpracované systémem umožnily vedení závodu:

- Určit kritické hodiny pro aktivaci čističky vzduchu a odstranění prachu z pracovních zón
- Snížit spotřebu energie na základě skutečných údajů, což vede ke snížení nákladů.
- Snížit riziko vznícení na pracovišti
- Zvýšit ekologičnost výroby, a tím zajistit i větší bezpečnost zaměstnanců na pracovišti.

Zaměstnavatelé mohou snížit úroveň prašnosti úpravou zařízení pro regulaci prašnosti. Instalace IoT pomůže továrně snížit nadměrné působení prachu na personál i výrobní zařízení. Společná interakce senzorů Internetu věcí a optimalizace úklidového systému do značné míry vyloučí znečištění objektu prachem.

Tento cíl bude dosažen volbou správné doby spuštění čističky, aby se optimalizoval proces čištění vzduchu. Tím se výrazně sníží provozní náklady čističky vzduchu, která se zapíná pouze v případě potřeby. Tento systém využívá bezdrátovou technologii Wi-Fi pro nepřetržitý širokopásmový přenos dat za nízkou cenu. Lze jej použít v textilním průmyslu i v jiných provozech, kde je kvalita vzduchu významným faktorem.

Důležitým doplňkem bude snížení rizika vzplanutí ve výrobě, protože bavlněný prach je vysoce hořlavý a potenciálně výbušný.

Nekontrolovaná textilní výroba může mít vážné důsledky pro pracovníky i majitele továren, takže využití Internetu věcí je pro tuto oblast výroby velmi vhodné, protože může vyřešit nesčetné množství stávajících i potenciálních problémů.

ZÁVĚR

Za účelem dosažení cílu bakalářské práce je správné ji rozdělit na jednotlivé kroky, aby bylo možné se ponořit do problematiky takového širokého tématu.

Prvním krokem jsem popsal důležité součásti Internetu věcí. Byla rozebrána jeho definice, jež uvádí, že se jedná o pojem značně široký a komplexní, jenž se stále vyvíjí. Internet věcí je souborem technologií a různých komponent. Pro komplexnější pochopení tématu byla následně uvedena dynamika růstu a historické souvislosti vývoje Internetu věcí. V této části práce jsou také popsány základy systému IoT a jeho architektury pro lepší přehlednost a pochopení jejich fungování. Kromě toho je stručně popsáno použití Internetu věcí v různých oblastech.

Po prostudování všech výše uvedených informací lze tedy konstatovat, že Internet věcí se stal nedílnou součástí života mnoha lidí, je široce využíván již nyní a má velký potenciál do budoucna. To vše je díky rozvoji bezdrátových technologií, standardů a levnějších senzorů, což zvyšuje počet nových připojených zařízení. Vzhledem k tomu, že pokrok lidské společnosti do značné míry závisí na správném zpracování dat a jejich následné přeměně na znalosti a cenné informace, přináší Internet věcí mnoho nových a užitečných možností.

Druhá část podrobněji vysvětluje, co je Průmyslový internet věcí a jaká jsou jeho specifika. Kromě toho je uveden algoritmus k jeho úspěšné integraci s cílem maximalizovat přínosy. Správně integrovaný systém IoT otevírá široké možnosti pro zlepšení výroby. Prediktivní údržba je považována za jeden z nejperspektivnějších trhů pro aplikace Průmyslového internetu věcí. Výrobní zařízení je vybaveno senzory a prostředky pro přenos informací o parametrech, což umožňuje sledovat jeho provoz a díky algoritmům předvídat údržbu každého konkrétního přístroje. Kromě toho můžeme říci, že zavádění Internetu věcí je nepřetržitý cyklus, jenž přináší další podstatné výhody, protože stimuluje další rozvoj ekonomiky, technologií, vytváření pracovních míst a kvality života.

Ale spolu s přínosem představuje tato technologie i bezpečnostní hrozby. Vzhledem k tomu, že jde o rozvíjející se technologii, zločinci hledají způsoby, jak by mohli do jejího systému proniknout, aby získali osobní údaje a kontrolu nad zařízením a tím působili škody uživatelům i podnikům.

Poslední krok práce spočíval v navržení možnosti využití Internetu věcí ve výrobě. Prvním příkladem je použití teplotních čidel pro řízení procesu při výrobě oceli. Navrhuje se instalovat teplotní čidla s dalším vybavením, aby se zajistila jasná kontrola teploty, snížil se vliv lidského faktoru, což následně sníží počet zmetků a chyb při výrobě. Druhým příkladem je použití

Internetu věcí při výrobě ventilátorů za účelem snížení nákladů na údržbu strojů a omezení počtu zaměstnanců v servisním oddělení. Připojením zařízení k síti IoT může management monitorovat výkonnost zařízení, snižovat náklady, a tím zvyšovat konkurenceschopnost závodu. Třetím příkladem bylo zlepšení a optimalizace balicí linky. Továrna si stěžovala na neustálé přerušování jejího provozu a na velké pracovní vytížení zaměstnanců při odstraňování příčin a následků poruch. Na balicí lince byly instalovány senzory a příslušné systémy, které detekují a upozorňují na prostoje a poruchy. To umožňuje automatický sběr informací o zařízení. Jako poslední příklad uvádím využití Internetu věcí pro měření bavlenného prachu vzniklého během výroby. Pro zlepšení zdravotních a pracovních podmínek byly ve výrobní hale nainstalovány senzory pro monitorování vzduchu, které v případě překročení nastaveného limitu vyšlou signál a spustí systém pro čištění vzduchu.

V průběhu psaní závěrečné práce bylo zjištěno, že Internet věcí lze považovat za novou etapu vývoje Internetu jako celku, která výrazně rozšiřuje možnosti sběru, analýzy a šíření dat, z nichž si může každý udělat informace nebo znalosti. Internet věcí může být užitečný jak pro kontrolu kvality a snižování nákladů ve výrobě, tak i pro život běžných lidí.

Tato práce rozšířila mé znalosti o Internetu věcí a komunikačních technologiích jako celku. Doufám také, že má práce čtenáři poskytne základní představu o Internetu věcí a jeho využití, a protože má velký potenciál a rychle se rozvíjí, otevírá velký prostor pro další konkrétnější a aplikované studie.

POUŽITÁ LITERATURA

- [1] What are the main parts of IoT systems? What are the basic elements of IoT? [online]. United States: Quora, 2021 [cit. 2022-05-10]. Dostupné z: <https://www.quora.com/What-are-the-main-parts-of-IoT-systems-What-are-the-basic-elements-of-IoT>
- [2] Simplifying and standardizing the market segments for Internet of Things [online]. United States: LinkedIn, 2018 [cit. 2022-06-06]. Dostupné z: <https://www.linkedin.com/pulse/iot-market-segments-ravi-chalaka/>
- [3] VERMESAN, Ovidiu. Internet of Things. Praha: River Publishers, 2014. ISBN 978-87-9310-294-1
- [4] The five phases of successful IoT implementation [online]. Ingenuity Siemens, 2019 [cit. 2022-05-11]. Dostupné z: <https://ingenuity.siemens.com/2019/06/the-five-phases-of-successful-iot-implementation/>
- [5] Heat Treatment of Metals: An Overview of the Processes and Benefits [online]. Čína: Rapid Direct [cit. 2022-04-10]. Dostupné z: <https://www.rapiddirect.com/blog/heat-treatment-of-metals/>
- [6] How IoT-Based Predictive Maintenance Can Reduce Costs [online]. Norsko: Nordic Semiconductor [cit. 2022-04-09]. Dostupné z: <https://blog.nordicsemi.com/getconnected/how-iot-based-predictive-maintenance-can-reduce-costs>
- [7] Opyt Primenenija Besprovodnyh Tehnologij v Promyshlennosti [online]. [cit. 2022-04-09]. Dostupné z: <https://inlnk.ru/XOD870> , <https://www.emerson.com/documents/automation/>
- [8] COTTON DUST (RAW). United States: New Jersey Department of Health and Senior Services, 2001. COTTON DUST (RAW) [online]. United States: New Jersey Department of Health and Senior Services, 2001 [cit. 2022-06-06]. Dostupné z: <https://www.nj.gov/health/eoh/rtkweb/documents/fs/0535.pdf>
- [9] How IoT-Based Predictive Maintenance Can Reduce Costs [online]. Norsko: Nordic Semiconductor [cit. 2022-04-09]. Dostupné z: <https://blog.nordicsemi.com/getconnected/how-iot-based-predictive-maintenance-can-reduce-costs>

- [10] Examining Top IoT Security Threats and Attack Vectors [online]. Fortinet, 2021 [cit. 2022-05-10]. Dostupné z: <https://www.fortinet.com/blog/industry-trends/examining-top-iot-security-threats-and-attack-vectors>
- [11] IoT Cyberattacks Escalate in 2021, According to Kaspersky [online]. IoT World Today, 2021 [cit. 2022-05-10]. Dostupné z: <https://www.iiotworldtoday.com/2021/09/17/iiot-cyber-attacks-escalate-in-2021-according-to-kaspersky/>
- [12] FAGAN, Michael, Katerina MEGAS, Karen SCARFONE a Matthew SMITH. Foundational Cybersecurity Activities for IoT Device Manufacturers [online]. In: . National Institute of Standards and Technology, 2020 [cit. 2022-05-10]. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.6028/NIST.IR.8259>
- [13] How manufacturers can protect IoT products from cyberattacks [online]. Design World, 2021 [cit. 2022-05-10]. Dostupné z: <https://www.designworldonline.com/how-manufacturers-can-protect-iiot-products-from-cyberattacks/>
- [14] SMITH, Ian G., ed. The Internet of Things 2012: new horizons. Halifax: IERC, 2012. ISBN 9780955370793.
- [15] IoT security issues in 2022: A business perspective [online]. Thales, 2022 [cit. 2022-05-10]. Dostupné z: <https://www.thalesgroup.com/en/markets/digital-identity-and-security/iiot/magazine/internet-threats>
- [16] Top 10 Biggest IoT Security Issues [online]. Intellectsoft, 2020 [cit. 2022-05-10]. Dostupné z: <https://www.intellectsoft.net/blog/biggest-iiot-security-issues/>
- [17] Users risk security issues by not updating connected IoT devices [online]. United States: Internet of business [cit. 2022-05-10]. Dostupné z: <https://internetofbusiness.com/ubuntu-security-iiot-devices/>
- [18] Internet of Things (IoT) Security: Challenges and Best Practices [online]. Ukraine: Apriorit, 2022 [cit. 2022-05-10]. Dostupné z: <https://www.apriorit.com/dev-blog/513-iiot-security>
- [19] History of the Internet of Things (IoT) [online]. United Kingdom: Itonlinelearning, 2020 [cit. 2022-05-23]. Dostupné z: <https://www.iiotonlinelearning.com/blog-history-iiot/>

- [20] A history of the Internet of Things [online]. United Kingdom: Fire Industry Association, 2021 [cit. 2022-05-23]. Dostupné z: <https://www.fia.uk.com/news/history-of-iot.html>
- [21] The History of the Internet of Things [online]. Prague: Perenio IoT, 2019 [cit. 2022-05-23]. Dostupné z: <https://perenio.com/blog/the-history-of-the-internet-of-things>
- [22] CARCARY, Marian, Giovanni MACCANI, Eileen DOHERTY a Gerard CONWAY. Exploring the Determinants of IoT Adoption: Findings from a Systematic Literature Review. Perspectives in Business Informatics Research [online]. Cham: Springer International Publishing, 2018, 2018-08-26, 113-125 [cit. 2022-05-31]. Lecture Notes in Business Information Processing. ISBN 978-3-319-99950-0. Dostupné z: doi:https://doi.org/10.1007/978-3-319-99951-7_8
- [23] BROUS, Paul, Marijn JANSSEN a Paulien HERDER. The dual effects of the Internet of Things (IoT): A systematic review of the benefits and risks of IoT adoption by organizations. International Journal of Information Management [online]. 2020(51) [cit. 2022-05-26]. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.05.008>
- [24] Internet of Things (IoT) Protocols and Connectivity Options: An Overview [online]. Germany: SaM Solutions, 2018 [cit. 2022-05-27]. Dostupné z: <https://www.sam-solutions.com/blog/internet-of-things-iot-protocols-and-connectivity-options-an-overview/>
- [25] A Guide to Cellular IoT [online]. India: Tata Communications, 2020 [cit. 2022-05-27]. Dostupné z: <https://www.tatacommunications.com/solutions/mobility-iot/cellular-iot-enablement/>
- [26] Chto takoye IoT? [online]. Russia: INTELVISION, 2020 [cit. 2022-05-29]. Dostupné z: <https://www.intelvision.ru/blog/what-is-iot>
- [27] SISINNI, Emiliano, Abusayeed SAIFULLAH, Song HAN, Ulf JENNEHAG a Mikael GIDLUND. Industrial Internet of Things: Challenges, Opportunities, and Directions. IEEE Transactions on Industrial Informatics [online]. 2018, 14(11) [cit. 2022-05-31]. ISSN 1551-3203. Dostupné z: doi:10.1109/TII.2018.2852491
- [28] GREENGARD, Samuel, 2015. The internet of things. Cambridge, Massachusetts: MIT Press. MIT press essential knowledge series. ISBN 978-0-262-52773-6.

- [29] How IoT Works – Part 4: User Interface [online]. Finland: Trackinno, 2018 [cit. 2022-05-31]. Dostupné z: <https://trackinno.com/iot/how-iot-works-part-4-user-interface/>
- [30] IoT in Manufacturing: Ultimate Guide and Use Cases [online]. Germany: SaM Solutions, 2021 [cit. 2022-05-31]. Dostupné z: <https://www.sam-solutions.com/blog/iot-in-smart-manufacturing/>
- [31] Impact of Internet of Things(IoT) on the Business Economy – 2022 Trends [online]. United States: SumatoSoft, 2022 [cit. 2022-05-31]. Dostupné z: <https://sumatosoft.com/blog/impact-of-internet-of-things-iot-on-the-business-economy-2022-trends>
- [32] «Umnoye» i Berezhlivoye Proizvodstvo [online]. Russia: Chemical Engineering, 2018 [cit. 2022-06-01]. Dostupné z: <https://chemtech.ru/umnoe-i-berezhlivoe-proizvodstvo/>
- [33] The relation between Big Data and IoT [online]. Spain: Nexus Integra, 2020 [cit. 2022-06-03]. Dostupné z: <https://nexusintegra.io/big-data-vs-iot/>
- [34] Machine Learning (ML) for IoT [online]. Germany: Software, 2020 [cit. 2022-06-03]. Dostupné z: https://www.softwareag.com/en_corporate/resources/what-is/machine-learning.html
- [35] Industrial Internet of Things (IIoT) [online]. Japan: Trend Micro, 2019 [cit. 2022-06-03]. Dostupné z: <https://www.trendmicro.com/vinfo/us/security/definition/industrial-internet-of-things-iiot>
- [36] EVANS, Dave. The Internet of Things: How the Next Evolution of the Internet Is Changing Everything. [online]. In: United States: Cisco, 2011 [cit. 2022-06-04]. Dostupné z: http://www.cisco.com/web/about/ac79/docs/innov/IoT_IBSG_0411FINAL.pdf
- [37] IoT Technology Market by Node Component (Sensor, Memory Device, Connectivity IC), Solution (Remote Monitoring, Data Management), Platform, Service, End-use Application, Geography (2021-2027) [online]. India: MarketsandMarkets, 2021 [cit. 2022-06-05]. Dostupné z: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/iot-application-technology-market-258239167.html>
- [38] IoT Market Size, Share, Growth, Trends, Business Opportunities, IoT Companies, Statistics, Report 2028 | Internet of Things Industry Report- Fortune Business Insights [online]. United

- States: GlobeNewswire, 2021 [cit. 2022-06-05]. Dostupné z: <https://www.globenewswire.com/news-release/2021/11/10/2331267/0/en/IoT-Market-Size-Share-Growth-Trends-Business-Opportunities-IoT-Companies-Statistics-Report-2028-Internet-of-Things-Industry-Report-Fortune-Business-Insights.html>
- [39] State of IoT 2022: Number of connected IoT devices growing 18% to 14.4 billion globally [online]. Germany: IoT Analytics, 2022 [cit. 2022-06-04]. Dostupné z: <https://iot-analytics.com/number-connected-iot-devices/>
- [40] 2019 Manufacturing Trends Report [online]. United States: Microsoft, 2019 [cit. 2022-06-04]. Dostupné z: <https://info.microsoft.com/rs/157-GQE-382/images/EN-US-CNTNT-Report-2019-Manufacturing-Trends.pdf>
- [41] Prognosis of worldwide spending on the Internet of Things (IoT) from 2018 to 2023 [online]. Germany: Statista, 2021 [cit. 2022-06-04]. Dostupné z: <https://www.statista.com/statistics/668996/worldwide-expenditures-for-the-internet-of-things/>
- [42] IoT Architecture: the Pathway from Physical Signals to Business Decisions [online]. Ukraine: AltexSoft, 2021 [cit. 2022-06-04]. Dostupné z: <https://www.altexsoft.com/blog/iot-architecture-layers-components/>
- [43] Architecture of Internet of Things (IoT) [online]. India: GeeksforGeeks, 2020 [cit. 2022-06-04]. Dostupné z: <https://www.geeksforgeeks.org/architecture-of-internet-of-things-iot/>
- [44] Arhitektura IoT - systemy [online]. ReadkonG, 2021 [cit. 2022-06-04]. Dostupné z: <https://ru.readkong.com/page/ar-itektura-iot-sistemy-anton-kuropyatnik-kseniya-sizova-3088240>
- [45] Industrial Internet of Things - IIoT Industrial Internet of Things in Russia [online]. Russia: TAdviser, 2020 [cit. 2022-06-06]. Dostupné z: [https://tadviser.com/index.php/Article:Industrial_Internet_of_Things_-_IIoT_\(industrial_Internet_of_Things\)_in_Russia](https://tadviser.com/index.php/Article:Industrial_Internet_of_Things_-_IIoT_(industrial_Internet_of_Things)_in_Russia)
- [46] Internet of Things Briefly [online]. Ukraine: New Line Technologies, 2019 [cit. 2022-06-06]. Dostupné z: <https://newline.tech/internet-of-things-briefly/>