

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Prognóza internetu věcí

Forecast of Internet of Things

STUDIJNÍ PROGRAM

Projektové řízení inovací

VEDOUcí PRÁCE

doc. RNDr. Bohumír Štědroň, CSc.

KREJČÍ

MONIKA

2020

KREJČÍ, Monika. *Prognóza internetu věcí*. Praha: ČVUT 2020. Diplomová práce. České vysoké učení technické v Praze, Masarykův ústav vyšších studií.



**MASARYKŮV ÚSTAV
VYŠŠÍCH STUDIÍ
ČVUT V PRAZE**

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou diplomovou práci vypracovala samostatně. Dále prohlašuji, že jsem všechny použité zdroje správně a úplně citovala a uvádím je v příloženém seznamu použité literatury.

Nemám závažný důvod proti zpřístupnění této závěrečné práce v souladu se zákonem č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), v platném znění.

V Praze dne: 15. 04. 2020

Podpis:

Poděkování

Ráda bych poděkovala vedoucímu práce doc. RNDr. Bohumíru Štědroňovi, CSc., za přístup, ochotu a pomoc. Také děkuji Ing. Daliboru Lukešovi za podporu při studiu a Ing. Zdeňku Sýkorovi za cenné rady a zdroje. Rovněž děkuji všem osobám ve firmě Siemens Industry Software, s.r.o., a firmě samotné, že mi umožnila získat inspiraci a důležité informace z praxe.

Abstrakt

Diplomová práce se věnuje aktuálnímu tématu internetu věcí (IoT). Jejím cílem je tento pojem vysvětlit a specifikovat prognózu vývoje trhu IoT. Práce je rozdělena na dvě části, teoretickou a praktickou. V teoretické části seznamuje s pojmem internet věcí, jeho historií a vývojem. Dále uvádí nejnovější trendy, rozdělení a technické specifikace internetu věcí. Zabývá se také jednotlivými segmenty, kde se IoT používá, a vysvětluje, jak ho lze aplikovat v reálném světě. Oproti tomu v praktické části jsou uvedeny použité metody na zjištění aktuální situace na trhu IoT a taktéž je zde uveden přehled společností, které se implementací IoT zabývají. Na základě Gartnerova magického kvadrantu je pak z tohoto seznamu proveden výběr tří společností pro důkladnou finančně-ekonomickou analýzu, sloužící jako podklad pro určení prognóz. Výsledkem práce je stanovení vývoje a prognózy trhu IoT a vybraných společností na základě vývoje lineární regrese a vývoje algoritmu exponenciálního vyrovnávání. Následně práce shrnuje směr, predikce a dopad trhu IoT na společnost spolu s využitelnými daty prognóz. Data jsou explicitně graficky vysvětlena a dána do souvislosti s využitím IoT a predikce v praxi.

Klíčová slova

Internet of Things, internet věcí, IoT, chytrá zařízení, vývoj, aditivní výroba, prognóza internetu věcí, internet, Průmysl 4.0, průmyslová revoluce, budoucnost, strojové učení

Abstract

The diploma thesis describes the current topic of the Internet of Things (IoT). Its primary goal is to explain this term and specify the forecast of IoT market development. The thesis is divided into two parts, theoretical and practical. The theoretical part introduces the term Internet of Things, its history and development. It also presents the latest trends, divisions and technical specifications of the Internet of Things. It shows the individual segments where IoT is used and explains how it can be applied in the real world. In the practical part are presented the methods used to determine the current situation on the IoT market and there is an overview of companies that are involved in the implementation of IoT. Based on Gartner's magic quadrant, three companies are then selected from this list for a thorough financial-economic analysis to serve as a basis for forecasting. The result of this work is to determine the development and forecast of IoT and selected companies based on linear regression and exponential equalization algorithm. Subsequently, the work summarizes the direction, prediction and impact of IoT market on the company together with usable forecast data. The data are explicitly graphically explained and related to the use of IoT and prediction in practice.

Key words

Internet of Things, IoT, smart devices, development, additive manufacturing, Internet of Things forecast, internet, industry 4.0, industrial revolution, future, machine learning

Obsah

Seznam zkratk	10
Úvod	5
1 Úvod k internetu věcí	7
1.1 Vize	7
1.2 Definice	8
1.2.1 Vlastnosti IoT	8
1.3 Technická specifikace	9
1.3.1 Architektura IoT	9
1.3.2 Komunikační technologie	10
1.4 Historie	13
1.4.1 1. průmyslová revoluce	13
1.4.2 2. průmyslová revoluce	13
1.4.3 3. průmyslová revoluce	14
1.4.4 4. průmyslová revoluce	14
2 Vývoj IoT	16
2.1 Výzkum a inovace	16
2.2 Trendy IoT	17
2.2.1 Big data	17
2.2.2 Digitální dvojče	18
2.2.3 Cloud computing	18
2.2.4 Bezpečnost	18
2.3 Hrozby IoT	19
2.4 Metodika zkoumání	20
3 Oblasti užití	21
3.1 Specifická rozdělení IoT	21
3.1.1 Masivní IoT	21
3.1.2 Kritické IoT	21
3.2 Specifické oblasti využití IoT	22
3.2.1 Vodní hospodářství	22
3.2.2 Zemědělství	25
3.2.3 Smart City	27
3.2.4 Smart Home	31
4 Prognostické metody	35
4.1 Výzkumné otázky a cíle	35
4.2 Kvalitativní prognostické metody	35
4.2.1 Extrapolace trendů	35
4.2.2 Metoda regresní analýzy	36
4.2.3 Metoda scénářů	36
4.3 Kvantitativní prognostické metody	37

4.3.1	Časové řady	37
4.4	Logistický trend	38
5	Ekonomická analýza.....	39
5.1	Analýza trhu s platformami IoT.....	39
5.2	Specifikace společností zabývajících se IoT platformou	40
5.2.1	SAP SE.....	41
5.2.2	Oracle Corporation.....	46
5.2.3	Microsoft	51
5.3	Porovnání společností	55
6	Prognóza vývoje.....	57
6.1	Prognóza vývoje trhu IoT.....	57
6.2	Prognóza vývoje společností.....	59
6.2.1	SAP	60
6.2.2	Oracle	62
6.2.3	Microsoft	63
6.3	Vyhodnocení	64
7	Praktický příklad implementace IoT.....	66
7.1	Motocykl Honda CBR 600RR	66
7.2	MindSphere	67
	Závěr	68
	Seznam použité literatury	70
	Seznam obrázků	73
	Seznam tabulek.....	74
	Seznam grafů.....	75

Seznam zkratek

AI	Umělá inteligence
AP	Přístupový bod
ARPA	Předchozí název pro agenturu amerického ministerstva obrany, zodpovědnou za vývoj nových technologií
CAGR	Ukazatel návratnosti investice, složená roční míra růstu
DPH	Daň z přidané hodnoty
GPS	Navigační systém
GSM	Globální systém mobilní komunikace
HTTP	Internetový protokol určený pro komunikaci
IaaS	Infrastruktura jako služba, je jedním z distribučních modelů cloud computingu
ID	Identifikace
IDC	Firma zabývající se shromažďováním informací
IKT	Informační a komunikační technologie
IoT	Internet věcí
IP	Internetový protokol
IT	Informační technologie
LTE	Technologie pro vysokorychlostní internet v mobilních sítích
NFC	Protokol pro bezdrátovou komunikaci dvou zařízení na velmi krátkou vzdálenost
PaaS	Výpočetní platforma, která se pronajímá jako integrované řešení či služba prostřednictvím připojení k internetu
RFID	Technologie identifikace objektů pomocí radiofrekvenčních vln
SaaS	Software jako služba – je jedním z distribučních modelů cloud computingu
USD	Americký dolar
VPN	Virtuální privátní síť
UI	Uživatelské rozhraní
Wi-Fi	Bezdrátová komunikace v počítačových sítích
WWW	World Wide Web – systém prohlížení a odkazování dokumentů na internetu

Úvod

Internet věcí (Internet of Things, IoT) je inteligentní technologie 21. století, která tvoří systém spojených chytrých zařízení, která jsou schopna přijímat, shromažďovat a přenášet data přes síť. Tuto technologii využívá v dnešní době většina lidí, a to spíše nevědomě, protože až 87 % lidí o tomto termínu dosud neslyšelo. Cílem první poloviny práce, teoretické části, je proto detailně vysvětlit a popsat princip fungování internetu věcí a predikovat jeho vývoj a směr. Dále jsou představeny nejnovější informace o vizi IoT, trendech, architektuře, specifikaci a použití.

Morgan Stanley prostřednictvím BI Intelligence odhadl, že do konce roku 2020 bude aktivních více než 75 miliard zařízení internetu věcí, to znamená přibližně sedm zařízení na osobu. S takovým množstvím zařízení si ani běžný uživatel není schopen uvědomit jeho reálné možnosti každodenního používání. Tato práce představuje několik oblastí, kde se platforma IoT využívá – od struktury vodního hospodářství až po inteligentní lednici, která upozorní na docházející mléko. Například tyto inteligentní domácnosti, které používají technologii IoT, se stanou zcela běžnými a několikanásobně se zvýší globální trh inteligentních domů. Na základě těchto faktů je důležité rozšířit téma internetu věcí do povědomí široké veřejnosti, případně prohloubit již získané znalosti.

Ve druhé polovině práce, v praktické části, je uveden žebříček firem, které se implementací internetu věcí zabývají. Podle nejnovější analýzy pomocí Gartnerova magického kvadrantu jsou vybrány tři společnosti, kterými se pak práce detailně zabývá. Tyto společnosti jsou analyzovány dle jejich aktiv, tržeb a nákladů v průběhu deseti let. Výsledné informace jsou zpracovány do přehledných tabulek a grafů, které vysvětlují rostoucí, klesající a stagnující příčiny či jejich výkyvy v průběhu fungování společností. Finálním výsledkem je porovnání těchto společností, nalezení společných proměnných a zpracování podkladů pro určení prognózy internetu věcí v následujících pěti letech.

Prognózování se zabývá předvíáním budoucího vývoje nejen společností, ale i obecně trhu, ekonomiky, odvětví, životního prostředí apod. Obecným cílem je získat představu o budoucím stavu, který je založen na racionálních způsobech předvíání. Získané předpovědi a prognostická data v konkrétních společnostech mají velký význam pro určení dalších kroků strategického řízení, řízení rizik či plánování. Prognózy v této práci jsou tvořeny z historických dat společností a pro názornou prezentaci jednotlivých výsledných hodnot byly popsány a vytvořeny grafy, které vizualizují výpočty prognóz. Grafy jsou vypočteny z lineárního vývoje a vývoje na základě algoritmu exponenciálního vyrovnávání tržeb.

Závěr práce shrnuje použité metody, vysvětluje výsledná data a odpovídá na otázky současného a budoucího postavení internetu věcí. Dále obsahuje názornou ukázkou použití a vysvětlení IoT v praxi s predikcí dopadu na společnost.

TEORETICKÁ ČÁST

1 Úvod k internetu věcí

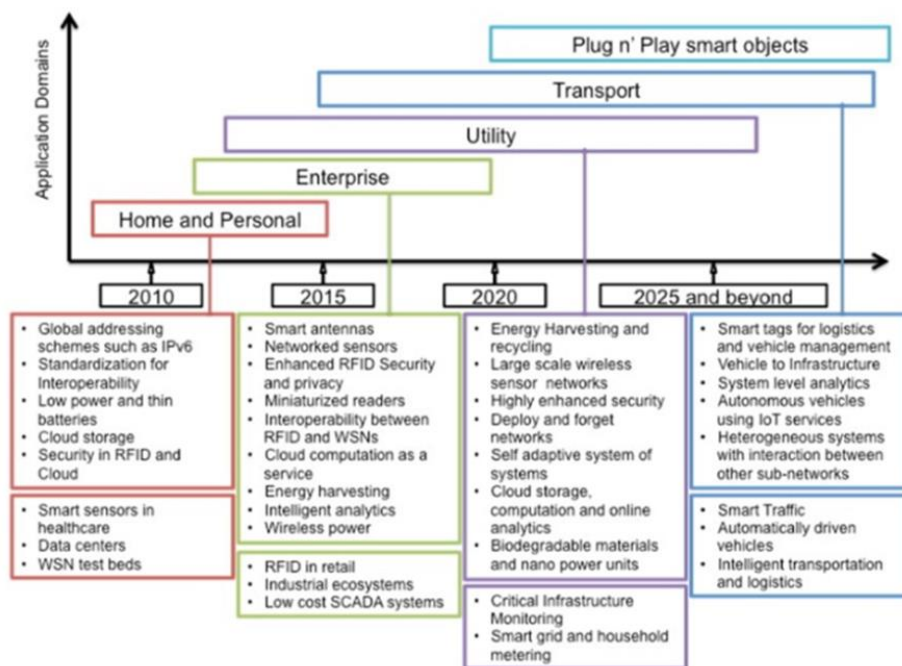
Internet věcí, zkráceně IoT, je koncept, který zvažuje objekty a věci, které prostřednictvím bezdrátových a drátových spojení mohou vzájemně spolupracovat. Níže je vysvětleno podrobně, jak IoT vznikl, jak se vyvíjel, co je vizí a definicí tohoto pojmu.

1.1 Vize

Internet věcí chce vytvořit inteligentní svět, kde se skutečné digitální a virtuální předměty sblíží a vytvářejí inteligentní prostředí. Cílem internetu věcí je být ve spojení kdekoli, s čímkoliv a kýmkoliv, kdo využívá síť internetu. Tato vize je taktéž nazývána jako nová revoluce internetu a úzce souvisí s Průmyslem 4.0.

Množství zařízení připojených k internetu se stále zvyšuje a již v roce 2011 jich bylo více než počet lidí na planetě. Očekává se, že v roce 2020 bude počet těchto zařízení dosahovat 30–50 miliard.

Vývoj internetu věcí taktéž naznačuje, že prostředí, města, budovy, vozidla a další zařízení mají čím dál tím větší schopnost vnímat a vytvářet nové informace. Síťové technologie se s rostoucím počtem uživatelů musí vyrovnávat s novými výzvami, jako je vysoká rychlost přenosu dat, hustota aktivních uživatelů, nízká spotřeba energie, nízká cena a obrovské množství zařízení. Na základě těchto skutečností a poznatků je zřejmá nutnost průmyslové revoluce.



Obrázek 1 Vize IoT v průběhu času a budoucích let (Zdroj: Elsevier B.V. A., 2013, Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions)

Na Obrázku 1 lze vidět, v jakých oblastech IoT začínal a rozvíjel se. Tedy od počínajících senzorů v lékařství až po chytré domy v současnosti a s budoucím očekáváním chytré dopravy, logistiky a mnoha dalšího v příštích pěti letech.

1.2 Definice

Internet věcí je síť fyzických objektů, které obsahují technologii pro komunikaci a interakci s jejich vnitřním, ale i vnějším prostředím. Fungují na základě souběhu efektivních bezdrátových protokolů, senzorů a procesorů. IoT vytváří také propojení mezi průmyslem, obchodem a průmyslovým internetem věcí jako takovým. Tato konvergence tak vytváří globální síť spojující společnost, data a věci. Zjednodušeně řečeno je to propojení libovolných identifikovatelných zařízení s internetem, umožňující výměnu dat a dálkovou kontrolu.

Například pomocí mobilního telefonu jsme schopni se s touto online sítí spojit téměř odkudkoliv a kdykoliv. Výsledkem je tedy, jak již bylo zmíněno, přístupná globální síť obsahující věci, uživatele a spotřebitele, kteří takto vytváří její chod, přispívají i svým vlastním obsahem či vytváří nové služby.

Matthew Evans, ředitel programu IoT ve společnosti techUK definuje internet věcí následovně: „Jednoduše řečeno, internet věcí je tvořen zařízeními od jednoduchých senzorů až po smartphony a nosiče spojené dohromady. Spojením těchto připojených zařízení s automatizovanými systémy je možné shromažďovat informace, analyzovat a provádět akce, které pomáhají k tvorbě hodnot, usnadňují práci nebo zlepšují procesy.“¹

Základním stavebním kamenem pro fungování tohoto procesu je ukládání dat do tzv. „cloudu“, který vše vzájemně propojí a je schopen přenášet enormní množství dat. Tato data pomáhají vytvořit služby, které by bez této konektivity nebylo možné uskutečnit. Dále internet věcí umožňuje vytvářet sítě zahrnující celé výrobní procesy, vytváří tak inteligentní prostředí a tzv. „továrny budoucnosti“. Připomeňme si v této souvislosti předzvěst McLuhana², který v roce 1964 prohlásil, že pomocí elektronických médií jsme vytvořili dynamiku, s jejíž pomocí budou všechny předchozí technologie, včetně měst, převedeny do informačních systémů.

Tyto smart cities a továrny budoucnosti se vyznačují implementací právě IoT platformy (cloud computing, připojení senzorů, zpracování a analýza obrovského množství dat), dále digitalizací, robotizací, využitím umělé inteligence a plnou automatizací samotných procesů. A vzhledem k tomu, že se internet věcí stává součástí inteligentních továren, zvyšuje se tak i jeho objem, včetně vytvořených dat. Tato data jsou pak generována a přenášena samostatně inteligentními stroji, se kterými je však spojena řada specifických nebezpečí – například přečtení dat třetí stranou. To by mělo za následek proniknutí do obchodní strategie společnosti a ohrožení konkurenční výhody. Proto je potřeba neustále inovovat a regulovat stroje a programy tak, aby k tomuto nedocházelo.

1.2.1 Vlastnosti IoT

Mezi základní vlastnosti internetu věcí patří:

- propojitelnost,
- služby,

¹ BURGESS, Matt. *What is the Internet of Things?* [online]. UK: WIRED Explains. 2018. Dostupné z: <https://www.wired.co.uk/article/internet-of-things-what-is-explained-iot>

² Marshall McLuhan – kanadský filosof, spisovatel, literární kritik a mediální teoretik: *The Extensions of Man*, tato kniha se stala základem pro mediální teorii od jejího vydání roku 1964.

- heterogenita,
- dynamika.³

Co se týče IoT, je **propojitelnost** základním prvkem fungování celého systému. Téměř cokoliv může být propojeno s globálními informacemi a komunikační infrastrukturou. Dále je IoT schopen produkovat **služby** – tedy automaticky organizované inteligentní entity, v závislosti na kontextu, okolnostech a prostředí. A to na základě shromažďování a analýzy dat. Zařízení v IoT jsou **heterogenní**⁴, protože jsou založena na různých hardwarových platformách. Mohou komunikovat s jinými zařízeními či platformami prostřednictvím různých sítí. Označení **dynamika** značí neustálou změnu, vývoj, přizpůsobení. A IoT se neobejde bez dynamických změn – stav zařízení se často mění (zapnutí, vypnutí, usnutí, odpojení), komunikuje a mění také jak svoji rychlost, tak i kontext.

1.3 Technická specifikace

Z technického hlediska se IoT skládá ze souboru zařízení, snímačů, akčních prvků a senzorů, které jsou napojeny na síť prostřednictvím komunikačních kanálů. Tyto kanály využívají nejrůznější komunikační technologie a komunikační protokol přístupu (IP) ke globální síti.

1.3.1 Architektura IoT

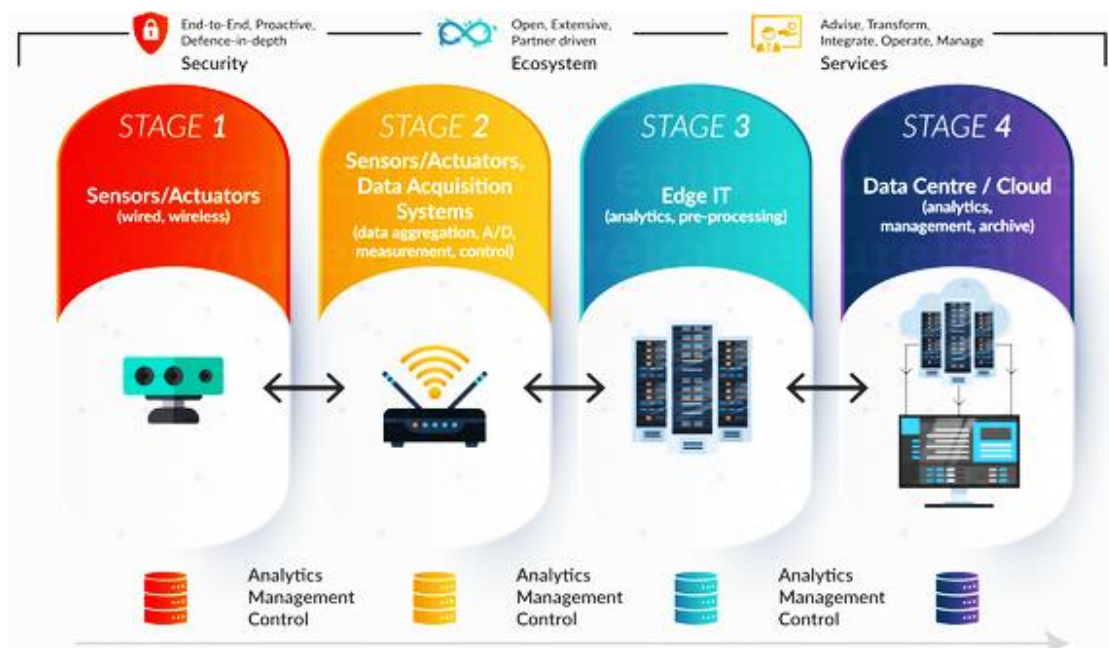
Architektura IoT je v podstatě systém mnoha prvků: senzorů, protokolů, akčních členů, cloudových služeb a vrstev. Vzhledem k jeho složitosti rozlišujeme 4 fáze architektury IoT:

- síť senzorů,
- zařízení,
- brána a síť,
- cloudové úložiště.

³ VERMESAN, Ovidiu. *Digitising the Industry Internet of Things Connecting the Physical, Digital and Virtual Worlds*. River Publishers, Gistrup, 2016.

⁴ Heterogenní prostředí či síť se skládá z různých typů síťových zařízení s potenciálně rozmanitými parametry jako rozdílná velikost paměti, výpočetní výkon, architektura apod.

Takové číslo je zvoleno proto, aby se tyto různé typy komponentů soustavně začleňovaly do sofistikované a sjednocené sítě.⁵



Obrázek 2 Fáze architektury IoT (Zdroj: <https://www.quora.com/>)

V první fázi, jak vidíme na Obrázku 2, senzory shromažďují analogová data z okolního prostředí a připravují je k dalšímu zpracování. Slouží jako prvotní vstup a umísťují se na jakýkoliv objekt či věc podle účelu, ke kterému budou sloužit. Mohou to být například detektory hladiny vody, senzory kvality ovzduší, monitoring srdeční frekvence či rychlosti pohybu.

Ve druhé fázi se systémy a zařízení nacházejí v blízkosti senzorů či akčních členů a analogová data se digitalizují. Tento tok dat pak předává digitalizovaná data do třetí fáze.

Ve třetí fázi jsou analogová data digitalizována a agregována a jsou připravena přejít do poslední oblasti. IT systémy (výpočetní, úložné či síťové) nejsou přímo v datovém centru či cloudu, proto se nazývají jako okraj IT, jelikož jsou spíše v této krajní oblasti. Analýzy a prognostické údaje o datech, která se v této oblasti odehrávají, jsou blíže bodu sběru dat, a to poskytuje rychlejší informace, kontrolu v reálném čase, snížené vyžití šířky pásma a náklady spojené s přenosem všech dat zpět do cloudu. Dále transformace v této krajní oblasti zvyšuje bezpečnost dat.

Ve čtvrté fázi jsou přijímána data ze třetí fáze a jsou předávána do fyzických datových center či cloudových systémů, kde se analyzují, spravují a bezpečně ukládají. Výsledkem a cílem je tedy poskytnout přesné a okamžité informace, které jsou spolehlivé a nabízejí efektivní řešení.

1.3.2 Komunikační technologie

Získaná a naměřená data je potřeba nějakým způsobem přenést. K tomuto účelu slouží právě komunikační technologie. Existuje bezdrátová a pevná (kabelová) komunikační síť. U pevné sítě je však

⁵ STOKES, Paul. *4 Stages of IoT architecture explained in simple words* [online]. DDI. 2018. Dostupné z: <https://medium.com/datadriveninvestor/4-stages-of-iot-architecture-explained-in-simple-words-b2ea8b4f777f>

nevýhodou náročná a nákladná implementace, a proto se v praxi využívá hlavně bezdrátová komunikační technologie. K nejčastěji používaným patří tyto bezdrátové komunikační protokoly:

1) Wi-Fi

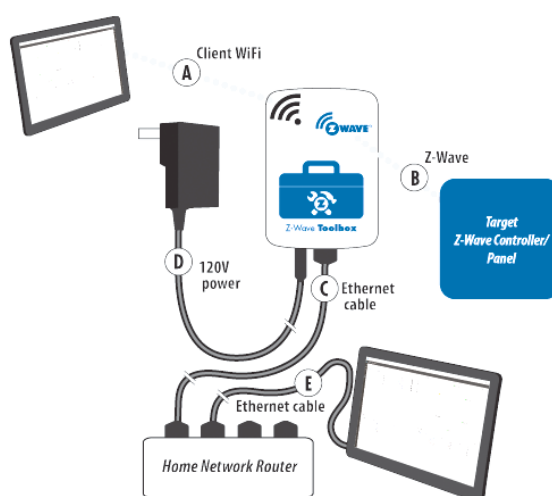
Wi-Fi je bezdrátová síťová technologie, založená na principu šíření elektromagnetické vlny volným prostorem a slouží k poskytování bezdrátového vysokorychlostního připojení k internetu a síti. Přenášená informace musí být pro bezdrátový přenos vhodně upravena (ochranné kódování, modulační schéma) a základním kamenem jakékoli bezdrátové sítě je přístupový bod (AP). Primární úlohou přístupového bodu je vysílat signál, který mohou počítače detekovat a „naladit“ jej. Aby se mohly počítače a zařízení připojit k přístupovému bodu a připojit se i k bezdrátové síti, musí být vybaveny adaptéry bezdrátové sítě. Wi-Fi síť je tedy levnější, bezpečná, spolehlivá a má vysokou rychlost. Na druhou stranu používá spektrum 2,4 GHz, které je obsazováno i dalšími zařízeními, spotřebovává hodně energie a má omezený rozsah sítě.

2) Zigbee

Zigbee je bezdrátová technologie založená na standardu IEEE 802.15.4. Tento komunikační protokol se používá k vytváření osobních sítí s malými nízkoenergetickými digitálními rádii. Například pro domácnosti či pro projekty malého rozsahu, které vyžadují bezdrátové připojení. Zigbee je bezdrátová ad hoc síť s nízkým výkonem, nízkou datovou rychlostí a rozsahem. Používá se v aplikacích s nízkým datovým tokem, které vyžadují dlouhou životnost baterie a bezpečné sítě. Technologie Zigbee v porovnání s jinými sítěmi, jako je Bluetooth či Wi-Fi, je jednodušší a levnější. Mezi aplikace patří například bezdrátové vypínače světla, monitoring spotřeby energie v domácnosti, systémy řízení provozu a další spotřební a průmyslová zařízení, která vyžadují bezdrátový přenos dat s krátkým dosahem.

3) Z-Wave

Z-Wave je bezdrátová síť, která zajišťuje komunikaci mezi zařízeními v domácí síti. Z-Wave lze použít k ovládání světel, topení a klimatizace, zabezpečení a k ovládání domácích spotřebičů. Z-Wave používá nízkofrekvenční pásma, což poskytuje nízkou míru rušení signálu a využívá se především tedy pro inteligentní řešení domácnosti – umožňuje sjednotit domácí elektroniku do jediné sítě bez nutnosti připojovat kabely nebo přeprogramovat zařízení.



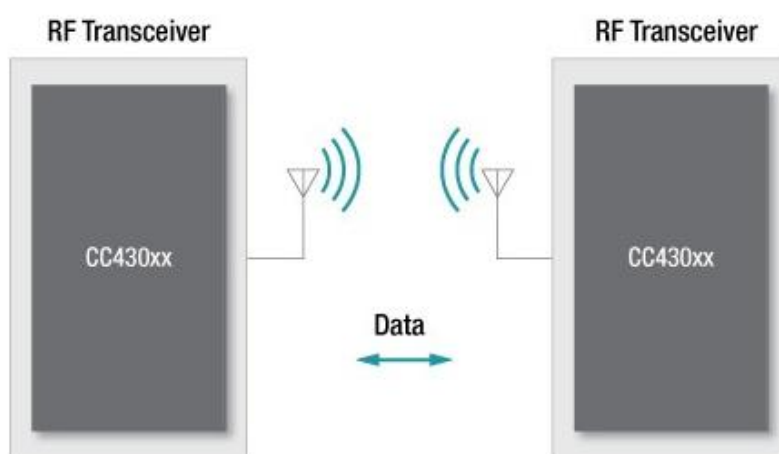
Obrázek 3 Z-Wave připojení (Zdroj: <https://www.zwaveproducts.com/>)

4) Bluetooth

Bluetooth je jednou z nejběžnějších bezdrátových technologií, jejímž cílem je zjednodušit komunikaci mezi internetovými zařízeními. Jedná se o komunikační technologii na krátkou vzdálenost založenou na standardu IEEE 802.15.1. Technologie Bluetooth vyžaduje, aby byl v každém zařízení zahrnut vysílací a přijímací čip. Vysílač a přijímač vysílá a přijímá v kmitočtovém pásmu 2,45 GHz. Na základě relativně vysoké rychlosti přenosu dat a dobré energetické náročnosti technologie je síť Bluetooth široce využívána v mobilních telefonech, stolních počítačích, notebookech, tiskárnách, fotoaparátech, sluchátkách, hodinkách a v mnoha dalších elektronických zařízeních.

5) Radiová frekvence

Vysokofrekvenční frekvence (RF) je frekvence kmitání střídavého elektrického proudu či napětí nebo elektromagnetického pole. Radiová frekvence se používá v mnoha oblastech, ale v souvislosti s informační a komunikační technologií se týká kmitočtového pásma, ve kterém jsou bezdrátové telekomunikační signály přijímány a vysílány. Frekvenční pásmo je rozděleno do různých částí, které jsou poté přiřazeny různým technologickým odvětvím. Toto je známé jako rádiové spektrum. Například pásmo VHF (velmi vysoké frekvence), které sahá od 30 do 300 MHz, se používá pro rádio FM, televizní vysílání a amatérská rádia. Pro mnoho elektronických komunikačních zařízení se používá pásmo ultra vysokofrekvenční (UHF). Jedná se o prostor využívaný mobilními telefony, bezdrátovou sítí LAN, Bluetooth, televizí a pozemním rádiem. Vysokofrekvenční frekvence je produkována oscilačním proudem specifikovaným množstvím kmitů a pak vysíláním z vodiče, označovaného jako anténa, do prázdného prostoru jako elektromagnetické rádiové vlny.



Obrázek 4 Vysílač a přijímač (Zdroj: <https://medium.com>)

6) NFC

NFC – tzv. komunikace v blízkém okolí. Tato bezdrátová technologie umožňuje zařízení sbírat a interpretovat data z jiného úzce umístěného zařízení nebo značky NFC. Využívá technologii induktivního spojování, ve které jsou energie a data sdíleny prostřednictvím propojených indukčních obvodů ve velmi blízké vzdálenosti několika centimetrů. NFC se často používá prostřednictvím mobilních telefonů nebo kreditních karet, kde lze informace číst, pokud jsou předávány velmi blízko jinému takovému zařízení nebo značce NFC.

Tato technologie je podobná značkám vysokofrekvenční identifikace (RFID), ale bezkontaktní způsob interakce zařízení NFC také nese podobnost s technologií Bluetooth. Štítky (nebo karty) NFC

jsou pasivní zařízení – ukládají data, která lze získat pomocí aktivních zařízení NFC. Nejobvyklejším příkladem použití je bezkontaktní platební systém, ve kterém lze smartphone převést na čtečku, aby mohla provést bezkontaktní platbu. Zařízení NFC přenáší informace o kreditní kartě uživatele smartphonu. V tomto případě je čtečkou značka NFC, zatímco smartphone funguje jako zařízení. Protože přenos musí nastat v krátkém rozsahu, transakce je považována za zabezpečenou.

7) LoRaWAN

LoRaWAN (Long Range Wireless Area Network) je protokol pro řízení přístupu k médiím pro rozsáhlé sítě. Je navržen tak, aby umožnil zařízením s nízkým výkonem komunikovat s aplikacemi připojenými k internetu přes bezdrátová připojení na velké vzdálenosti. Technologie LoRa zahrnuje modulátor signálů a otevřený síťový protokol LoRaWAN. Díky modulaci signálu mají přijímače LoRa vysokou citlivost, což má za následek právě komunikaci mezi zařízeními na vzdálenost až 30 km při rychlosti 0,3–50 Kb/s s minimální spotřebou energie.

8) SigFox

SigFox je bezdrátová síť pro připojení objektů s nízkou spotřebou, jako jsou elektroměry a smartwatches, které musí být neustále zapnuty a vydávat malá množství dat.

1.4 Historie

Internet věci se řadí po technické stránce mezi mladé obory, jeho vzniku předcházely dlouholetý technický vývoj. Můžeme se tedy na jeho vývojovou historii dívat z pohledu všech průmyslových revolucí.

1.4.1 1. průmyslová revoluce

První průmyslová revoluce se datuje do 18. století, jejím historickým milníkem byl vynález jednoduchého mechanického tkacího stroje. Edmund Cartwright⁶ tehdy odstartoval využívání alternativních zdrojů energie. Hlavním symbolem této průmyslové revoluce byla pára, využívaná k pohonu strojů. Dalším charakteristickým názvem pro tuto etapu je „období industrializace“. S tím souvisí dopad na celou společnost, který umožnil nejen zvýšení efektivity práce hlavně v zemědělství a průmyslu, ale také začaly vznikat továrny a lidé se stěhovali blíže k nim, což mělo za následek vznik velkoměst.

1.4.2 2. průmyslová revoluce

Druhá průmyslová revoluce navazuje na první a časově spadá do 19. století. Pojí se hlavně s elektrifikací a vznikem montážních linek. Mezi hlavní osobnosti tohoto období patří Thomas Alva Edison⁷ či Alexander Graham Bell⁸. Opět zde po mnoha vynálezech nastal prudký rozvoj průmyslové výroby.

⁶ Edmund Cartwright byl anglický duchovní a vynálezce textilních strojů.

⁷ Thomas Alva Edison byl americký vynálezce a podnikatel. Mezi nejznámější Edisonovy vynálezy patří fonograf (předchůdce gramofonu) a mylně je k nim počítána i žárovka, kterou ovšem pouze zdokonalil a nechal si patentovat. Edison je také zakladatelem dodnes vydávaného prestižního časopisu Science.

⁸ Alexander Graham Bell byl skotsko-americký vědec a vynálezce, který se zabýval tvorbou lidské řeči, elektromagnetickým přenosem řeči. Vynalezl mikrofon, zkonstruoval první použitelný telefon a gramofon.

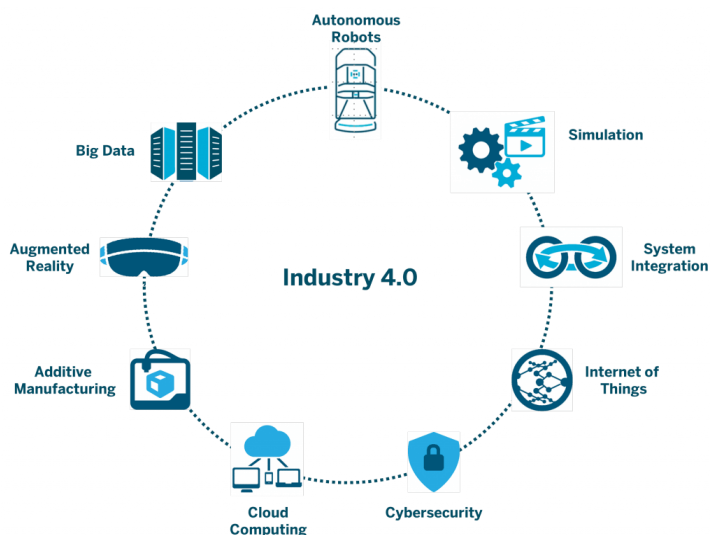
1.4.3 3. průmyslová revoluce

Třetí průmyslová revoluce má počátek ve 20. století a spočívá v plynulém přechodu od mechanizace k automatizaci. Nastal rozmach informačních technologií a elektroniky. Důležitým bodem tohoto období byl rok 1969, kdy byl vyroben programovatelný logický automat – nazýván jako PLC.⁹ Zjednodušeně řečeno to znamená, že byl vytvořen první malý průmyslový počítač, sloužící k automatizaci procesů například na výrobních linkách.

1.4.4 4. průmyslová revoluce

Poslední v řadě, z hlediska tématu této práce nejdůležitější, přichází současná průmyslová revoluce, taktéž nazývaná jako Průmysl 4.0 či Industry 4.0. Jejím hlavním znakem je masové rozšíření internetu a jeho průnik do všech oblastí lidské činnosti, procesů výroby i do dalších odvětví. Internet sice existoval již dříve, například v souvislosti s projektem počítačového výzkumu agentury ARPA, která vyvinula první komunikační síť. Avšak k jeho komercializaci a uživatelskému použití došlo výrazně později.

Nejedná se tedy jen o nárůst uživatelů sítí, ale i strojů a věcí, a proto se internet věcí na základě této revoluce velmi rychle rozvíjí. Dá se říci, že za touto revolucí stojí iniciativa velkých evropských společností a vládních institucí, které svým konceptem chtějí napomoci rozvoji průmyslových technologií, výrobních postupů a urychlit tak modernizaci a robotizaci autonomních systémů. Dále nastává konvergence komunikačních, počítačových a automatizačních technologií a příliv nových technologií, jako je například kybernetika, cloud systémy, 3D tisk, umělá inteligence a strojové učení. Vize průmyslové revoluce spočívá hlavně v počítačovém propojení výrobních strojů, produktů a polotovarů, směřujícím k vytvoření inteligentní distribuované série entit, které vytváří hodnotu, přičemž systémy pracují autonomně. A v neposlední řadě propojení internetu věcí a internetu služeb vytváří kyberneticko-fyzický prostor, kde se nachází relevantní data a znalosti ve virtuálním informačním prostoru nul a jedniček.



Obrázek 5 Odvětví Průmyslu 4.0 (Zdroj: Firemní materiály)

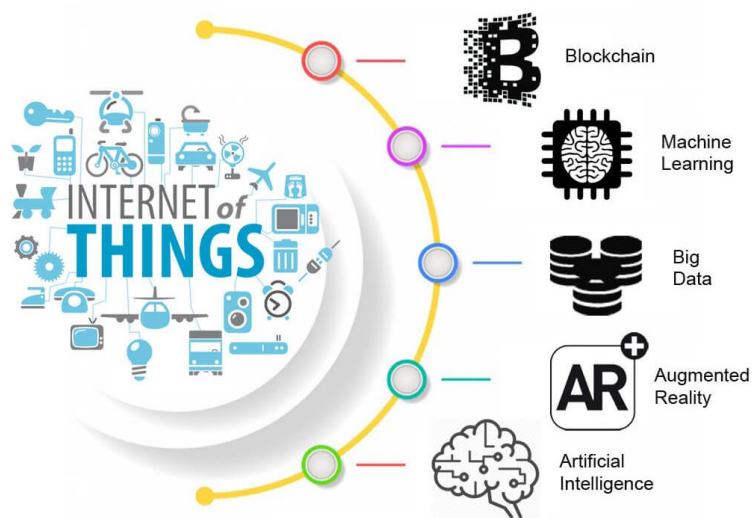
⁹ Programovatelný logický automat (z anglického programmable logic controller).

Čtvrtá průmyslová revoluce přináší myšlenky a technologie, které zasáhnou i další oblasti:

- Energetika při řízení a koordinaci decentralizovaných zdrojů: na úspěšnosti myšlenek bude záviset, kolik centrálních zdrojů budeme muset vybudovat.
- Doprava a logistika.
- Smart Cities: jde též o distribuované procesy s možností permanentní optimalizace a nutností flexibilní reakce na změny.
- Zdravotní péče: zde se jedná především o optimalizaci distribuovaných služeb.¹⁰

Nedílnou součástí internetu věcí a čtvrté průmyslové revoluce je bezpochyby umělá inteligence. V zásadě se jedná o schopnost stroje vykonávat různé činnosti, které dříve mohl vykonávat jen člověk. Například ty činnosti, kterými se lidská rasa liší od té zvířecí. Může to znamenat chápání a učení se řeči, rozeznávání tvarů, řešení situací, logické uvažování a vyhodnocování, reagování na situace, uzpůsobení se etickému a sociálnímu chování apod. Umělá inteligence v současnosti existuje, ale jen v omezené míře, která se zatím nepřibližuje stoprocentní podobnosti s člověkem.

V roce 2014 vydal BCG (Boston Consulting Group) článek nazvaný „The Rise of Robotics“¹¹, ve kterém autoři předpovídají, že roboti se stanou chytřejšími, flexibilnějšími a lépe se budou hodit k potenciálním novým činnostem. Očekává se, že roboti budou také mobilní, autonomní, víceúčeloví a přizpůsobení specifickým potřebám. Předvídá se, že nahradí lidskou práci a transformují se do výrobní ekonomiky a procesů spolu s internetem věcí.



Obrázek 6 IoT technologie (Zdroj: www.GoodFirms.com)

¹⁰ MAŘÍK, Vladimír. *Od Průmyslu 4.0 k Myšlení 4.0*. Brno, 28.2.2017. Dostupné z: www.ciirc.cvut.cz. Český institut informatiky, robotiky a kybernetiky (CIIRC).

¹¹ SANDER, Alison. *The Rise of Robotics*. The Boston Consulting Group, Inc. 2014. Dostupné z: http://image-src.bcg.com/Images/The_Rise_of_Robotics_Aug_2014_tcm9-82495.pdf

2 Vývoj IoT

Jak již bylo zmíněno výše, termín „internet věcí“ je poměrně mladý, ale myšlenka na propojení zařízení tu byla mnohem dříve. Současný termín byl vytvořen Kevinem Ashtonem v roce 1999 během jeho působení ve společnosti Protect & Gamble.¹² Poté téměř deset let čekal na své znovuobjevení.

V posledních letech se internet věcí stal úspěšnou součástí celé řady průmyslových odvětví. Podle výzkumné poradenské firmy Gartner se očekává, že v roce 2020 bude napojeno na internet věcí více než 20 miliard zařízení. V rámci této projekce navíc odhadují, že více než 8 miliard těchto připojených zařízení bude v rámci podnikového prostoru.¹³ Tento růst zařízení IoT byl využíván napříč podniky k zajištění lepší viditelnosti a množství dat, která mohou být shromažďována a analyzována automaticky počítači. Cílem je pomoci lidem lépe se rozhodovat na základě praktických poznatků.

2.1 Výzkum a inovace

Vývoj technologií, jako je například nanoelektronika, cloudové sítě, inteligentní aplikace, virtualizace softwaru či chytrý telefon, podporuje, aby věci byly připojené odkudkoliv a kdykoliv. Vývoj těchto a dalších věcí je nezbytným krokem pro vytvoření úspěšné budoucnosti a inovace produktů IoT.

Předpokládá se, že například mobilní datový provoz se bude meziročně zdvojnásobovat a mobilní operátoři budou mít stále větší problémy s pokrytím takové šířky pásma, kterou požadují jejich zákazníci. Navrhovaná řešení v průběhu vývoje směřují k integraci stávajících Wi-Fi sítí do mobilního ekosystému. Tato situace bude mít přímý dopad na systémy internetu věcí – integrované sítě, zpracování informací a ovládání umožňují fyzickým zařízením pracovat v měnícím se prostředí.

Jak již bylo zmíněno u čtvrté průmyslové revoluce, spojení kybernetických a fyzikálních systémů, které vykazují vysokou úroveň integrované inteligence, vede k vytvoření kyberneticko-fyzického prostoru. Tyto systémy jsou součástí podpůrných technologií pro aplikaci IoT, kde se nachází softwarové a fyzikální procesy. Ty jsou propojeny a koordinovány tak, aby účinně spolupracovaly s lidmi, ale i samy mezi sebou.

Témata IoT mohou být velmi různorodá a specializovaná, je tedy potřeba se zaměřovat vždy na určité části, aby to vedlo k výsledkům. Mnohé výzkumy jsou prováděny pod záštitou evropských projektů, které se zabývají technologiemi a vědomostmi o IoT, a je to zásadní priorita pro vytváření evropského průmyslu.

¹² LEUTH, Knud. *Why the Internet of Things is called Internet of Things: Definition, history, disambiguation* [online]. 2014. Dostupné z: <https://iot-analytics.com/internet-of-things-definition/>

¹³ HUNG, Mark. *Leading the IoT*. Gartner Insights on How to Lead in Connected World. [online]. Gartner, 2017. Dostupné z: https://www.gartner.com/imagesrv/books/iot/iotEbook_digital.pdf

2.2 Trendy IoT

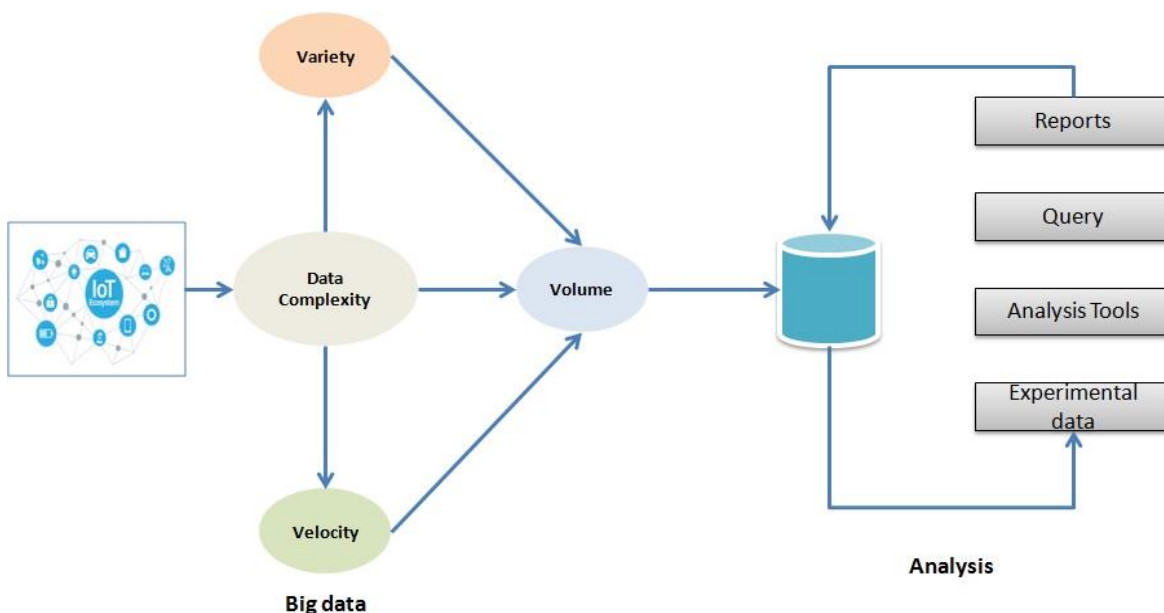
Technologie IoT budou mít zásadní dopad na organizace a podniky. Ovlivní automatizaci, řídicí procesy, ale i obchodní strategie a konkurenceschopnost. Některé obecné a zásadní trendy, které odhadují významnější analytické společnosti na základě důvěrných zdrojů, popisuje tato kapitola.

2.2.1 Big data

Internet věcí nezdůrazňuje pouze dopady na organizace či změnu způsobu života, ale také sleduje generování obrovského množství dat.

Každá organizace sbírá určitá data za účelem statistických analýz, a právě IoT je klíčový zdroj pro tato data. Generovaná data z připojených zařízení jsou analyzována a vedou k úspěšnému budoucímu strategickému rozhodování. Toto zpracování probíhá v několika krocích (viz Obrázek 7). Velké množství nestrukturovaných dat je generováno zařízeními IoT, která jsou shromažďována v systému. Tato IoT generovaná velká data do značné míry závisí na jejich **3V faktorech, kterými jsou objem, rychlost a rozmanitost**.¹⁴

Ve velkém datovém systému, který je v podstatě sdílenou distribuovanou databází, je obrovské množství dat uloženo ve velkých datových souborech. Protože v IoT jsou nestrukturovaná data sbírána prostřednictvím internetu, velká data pro internet věcí tedy vyžadují velmi rychlou analýzu, aby bylo možné získat rychlý přehled o datech a bylo možné se rychle rozhodovat. Zjednodušeně řečeno „big data“ jsou palivem pro funkčnost IoT.



Obrázek 7 IoT Zpracování dat (Zdroj: <https://www.whizlabs.com>)

¹⁴ ROUSE, Margaret. 3Vs (volume, variety and velocity). [online]. TechTarget, 2013. Dostupné z: <https://whatis.techtarget.com/definition/3Vs>

2.2.2 Digitální dvojče

Výhledem do budoucna je vytvoření inteligentní distribuované sítě vzájemně propojených a jednoznačně identifikovatelných objektů a jejich virtuálních obrazů v podobné struktuře internetu, která je umístěna do sítě propojených počítačů umožňujících vytvoření nové platformy pro ekonomický růst. Tímto klíčovým nástrojem pro zlepšení práce s digitálními daty má být právě digitální dvojče. Jedná se tedy zjednodušeně o virtuální dvojče skutečného světa. Tímto způsobem se organizaci lépe podaří proniknout mezi fyzický a digitální objekt. Tento trend pomůže při implementaci internetu věcí a tím při vytváření inteligentního prostředí. Například při vývoji produktu urychluje procesy a šetří náklady.

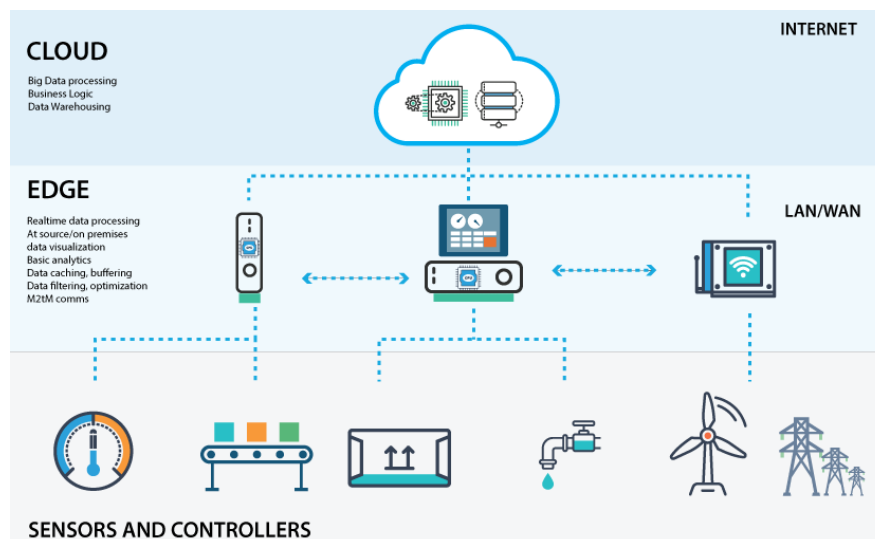
2.2.3 Cloud computing

Cloud computing je jedním z vývojových trendů v IT odvětví, kde je možné ukládat data do určitého úložiště. Poskytuje služby či programy dostupné z internetu s možností vzdáleného přístupu uživatelů. Cloud computing umožňuje společností snižovat náklady, jelikož v případě využití vlastní IT infrastruktury je nezbytná investice do pořízení softwarového vybavení, dále náklady na energii, správu a pravidelnou údržbu. V případě cloud systému společnost platí pouze pronájem, přesněji cenu za to, co opravdu využijí. Nevýhoda spočívá v závislosti na internetovém připojení, které je nezbytné k připojení ke cloudovému úložišti. Další hrozba je v zabezpečení uložených dat, proto je nutné využívat pouze osvědčené poskytovatele těchto služeb.

2.2.4 Bezpečnost

Integrace technologií a rychlejší analýza údajů například na úrovni města povede ke koordinovanějšímu, účinnějšímu a bezpečnějšímu chodu společnosti. Obecným klíčovým cílem je modernizace města pomocí optimalizace zdrojů pro obyvatele městského zemědělství, snížení zatížení dopravní infrastruktury, rychlejší městská doprava, zvýšení dostupnosti služeb, ulehčení administrativních úkonů a nezbytné inteligentní bezpečnostní systémy na klíčových místech.

Co se týče firemních budov, bude bezpečnostní technologie integrována do systémů a bude poskytovat návratnost investorovi nebo zaměstnavateli prostřednictvím využití technologie ve více aplikacích – například skrz HR, docházku, předvídaní chování zákazníků apod.



Obrázek 8 Funkce trendu IoT (Zdroj: www.ubuntupit.com)

IoT tedy přináší paradigma, ve kterém je vše propojeno, a mění definici stylu, jakým lidé a stroje propojují svět, a způsobu, jakým společně komunikují.

2.3 Hrozby IoT

Nehledě na pozitiva, která vývoj IoT přináší, se zde nacházejí i hrozby a rizika. S množstvím nových technologií vstupujících na trh se musí stupňovat i míra bezpečnosti. Podniky vytvářejí neustále nová a inovativnější řešení a tím na sebe vážou větší rizika. Obecná bezpečnostní technologie tedy musí představovat účinnou ochranu nejen zařízení jako takového, ale i platformy IoT, aby tak pokryla větší škálu hrozeb. Komplikace bezpečnosti IoT tkví v nedostatku zkušených odborníků v této oblasti a ve skutečnosti, že mnoho objektů a věcí používá jednodušší procesory a operační systémy, které jsou snadněji napadnutelné a nemusejí zdaleka podporovat sofistikované bezpečnostní přístupy.

Analytici z IDC upozorňují na tři základní oblasti, na které je třeba se soustředit:

- fyzická bezpečnost,
- bezpečnost přístupu do sítě,
- bezpečnost přenášených dat.¹⁵

Zajištění **fyzické bezpečnosti** koncových bodů IoT je důležité pro omezení neautorizovaného přístupu. Zajištění bezpečnosti **přístupu do sítě** se provádí například sestavením seznamu povolených zařízení a správným řízením bezpečnosti aplikací. A dále zajištění **bezpečnosti přenášených dat** je realizováno prostřednictvím šifrovaných tunelů s monitorovací schopností koncových bodů a možností reagovat na možné odchylky od normálního stavu či vývoje klienta. Trh bezpečnostních řešení pro IoT je zatím poměrně malý, ale s nastupujícím vývojem a stupňujícím se počtem uživatelů bude bezpochyby velmi rychle růst. S nástupem IoT se tedy změní situace v oblasti bezpečnosti IT, protože při stále větším množství dat, které je třeba chránit, tomu musejí odpovídat i přístupy a řešení.

¹⁵ WESTERVELT, Robyn. *Data Security*. [online]. IDC, 2019. Dostupné z: https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=IDC_P33456

V podrobné studii s názvem *IoT Security: Review, Blockchain Solutions, and Open Challenges* jsou rozlišovány tři úrovně ohrožení¹⁶. Od nízkého rizika, přes střední až po vysoké riziko hrozby. Například mezi nízká rizika ohrožení patří vzdálené útoky pomocí uspání zařízení nebo nechtěné rušení signálu, což jsou rizika, která zmiňuje i organizace ISACA, avšak bez určení míry ohrožení. Mezi odbornou veřejností nejčastěji zmiňované útoky patří tzv. sinkhole attack a wormhole attack (červí díra). Tyto útoky spočívají v aplikaci směrovacího algoritmu, kdy se útočník snaží provést útok odchytem zpráv v části sítě a následným přesměrováním odchytených zpráv do jiné části sítě. Systém je pak narušen tím, že jsou přesměrovány i řídicí zprávy. Mezi největší hrozby patří podle bezpečnostních odborníků middleware, nezabezpečené prostředí (interface), nebo zabezpečení CoAP.¹⁷ Protokol je určen pro aplikace typu M2M, jako je inteligentní distribuce energie a automatizace budov.¹⁸

2.4 Metodika zkoumání

Koncept internetu věcí odkazuje na jedinečně identifikovatelné věci s jejich virtuální reprezentací ve struktuře podobné internetu a řešení IoT – například zabudovaný modul v mobilním telefonu umožňuje spojení i v krátkém dosahu bezdrátového rozhraní. Tento modul je zodpovědný za získávání a předávání dat vzdáleným serverům pro analýzu a trvalé uložení. Dále modul pro analýzu a zpracování specifických dat aplikace běží na mobilních a webových klientech a příslušných pozorováních IoT jako vstup, provádí příslušné algoritmy pro zpracování dat a generuje výstup z hlediska znalostí, které jsou později prezentovány uživatelům.

Jedním z nezbytných faktorů úspěchu implementace IoT je interakce s uživatelem. Je důležité zdůraznit, že jedním z klíčových bodů IoT je odklon od vertikálně orientovaných uzavřených systémů směrem k otevřeným systémům založeným na standardizované úrovni protokolů. Klíčovým hlediskem je, jak umožnit vývoj a aplikaci komplexních architektonických rámců, které zahrnují jak fyzické, tak počítačové prvky založené na podporujících technologiích. Kromě toho je potřeba zohlednit i trend technologické konvergence, který je nezbytně nutný pro podporu platform pro komunikaci a pro efektivní extrakci informací z velkého množství nezpracovaných dat. Současně jsou předem stanoveny požadavky na řízení a synchronizaci složitých síťových, fyzicko-kybernetických či virtuálních systémů.

Například u chytrých mobilních telefonů vedla k úspěchu skutečnost, že bylo na aplikačních trzích dostupné velké množství aplikací. Vývoj tak velkého počtu aplikací chytrých telefonů je způsoben především zapojením vývojářské komunity jako celku. Vývojáři využili otevřené platformy pro chytré telefony a odpovídající vývojové nástroje, aby vytvořili řadu aplikací a snadno je nabídli rostoucímu počtu uživatelů a zasytili tak poptávku trhu.

¹⁶ KHAN, M.A. & SALAH, K. *IoT Security: Review, blockchain solutions, and open challenges*. [online]. ResearchGate, 2017. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/321017113_IoT_Security_Review_Blockchain_Solutions_and_Open_Challenges/link/5a1d5e96a6fdcc0af326d1e4/download

¹⁷ CoAP je zkráceně specializovaný protokol pro přenos webových stránek pro použití s omezenými uzly v internetu věcí.

¹⁸ BORMANN, Niels. *Enhancing the impact of IASi observations through an updated observation-error covariance matrix*. [online]. RMetS, 2016. Dostupné z: <https://rmets.onlinelibrary.wiley.com>

3 Oblasti užití

Využití internetu věcí se neustále stupňuje, a proto je vhodné si ujasnit základní rozdělení oblastí užití, které v současné době existují a dělí se na dvě kategorie. Dále je v této kapitole uveden princip užití v nejvíce se rozvíjejících oblastech.

3.1 Specifická rozdělení IoT

3.1.1 Masivní IoT

Masivní IoT se obecně vyznačuje vysokým počtem připojených zařízení, objektů a strojů, které vyžadují interakci a konektivitu i na vzdálenějších místech. Potřebují méně dat, ale pravidelně je hlásí do cloudu, to vše s nízkou spotřebou energie a dobrým pokrytím. Možnostmi celulární sítě s nízkou spotřebou (LPWAN) jsou různé regiony, kde jsou technologie rozmístěny paralelně jako doplněk navzájem. Očekává se, že rozsáhlé nasazení a výsledné velkoobjemové čipové sady sníží ceny čipových sad a zrychlí růst celulárních připojení IoT. Sítě LPWAN jsou nejvhodnější k tomu, aby vyhověly potřebám masivního množství zařízení a aplikací IoT.

LPWAN je komunikace v dlouhém dosahu při nízké bitové rychlosti a podle ABI Research se očekává, že do roku 2025 budou na této síti záviset 4 miliardy připojených zařízení.¹⁹ Při důkladnějším zkoumání mobilní sítě LPWAN je důležité si uvědomit, že tyto sítě využívají stávající buněčné technologie, jako je 2G, 3G a 4G LTE. Existuje několik výhod pro nasazení nových technologií IoT na síti LPWAN, například schopnost velmi rychle škálovat systémy díky dobrému pokrytí.

Dle Ericsson Technology je aplikací pro masivní IoT například automatizace budov, městské parkoviště, inteligentní zemědělství, inteligentní rozvodná síť, logistika, sledování a řízení vozového parku vyžadující připojení, které je spolehlivé a snadno se měří.²⁰

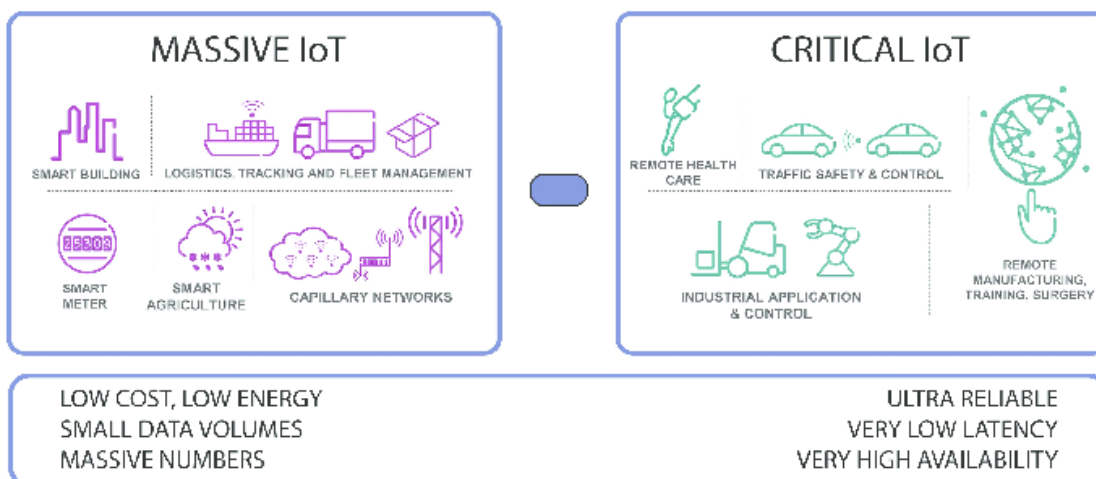
3.1.2 Kritické IoT

Kritické IoT je spíše dlouhodobější vize pro širokopásmová zařízení a aplikace s nízkou latencí. Nově se v současnosti začíná vytvářet 5G síť, která je například hlavním faktorem kritického IoT, který se tedy zaměřuje na vysokou spolehlivost a nízkou latenci.

¹⁹ BAY, Oyster. *4 Billion IoT Devices Will Rely on LPWAN Technologies by 2025, Ecosystem Creation Matters*. [online]. ABI Research, 2016. Dostupné z: <https://www.abiresearch.com/press/4-billion-iot-devices-will-rely-lpwan-technologies/>

²⁰ LUNDQVIST, Claes. *Key technology choices for optimal massive IoT devices* [online]. Ericsson Technology, 2019. Dostupné z: <https://www.ericsson.com/en/reports-and-papers/ericsson-technology-review/articles/key-technology-choices-for-optimal-massive-iot-devices>

V posledních několika letech došlo k obrovskému vývoji trhů a aplikací, a proto se jejich ekonomický potenciál a dopad na řešení společenských výzev v příštích desetiletích dramaticky změnil. Společenské trendy můžeme rozdělit do několika skupin. Patří sem například zdraví a krása, doprava, bezpečnost, energie a životní prostředí, komunikace apod. Tyto trendy vytváří významné příležitosti na trzích spotřební elektroniky, maloobchodu, zemědělství, průmyslového internetu, lékařství, v komunikaci, automobilové přepravě atd. Aplikace v těchto oblastech mají přímý prospěch z technologií, sítí a softwaru. Možné aplikace internetu věcí jsou tedy časté, nutné a pronikají prakticky do všech oblastí každodenního života jednotlivců, podniků a společnosti jako celku.



Obrázek 9 Rozdíl rozdělení IoT (Zdroj: www.researchgate.net)

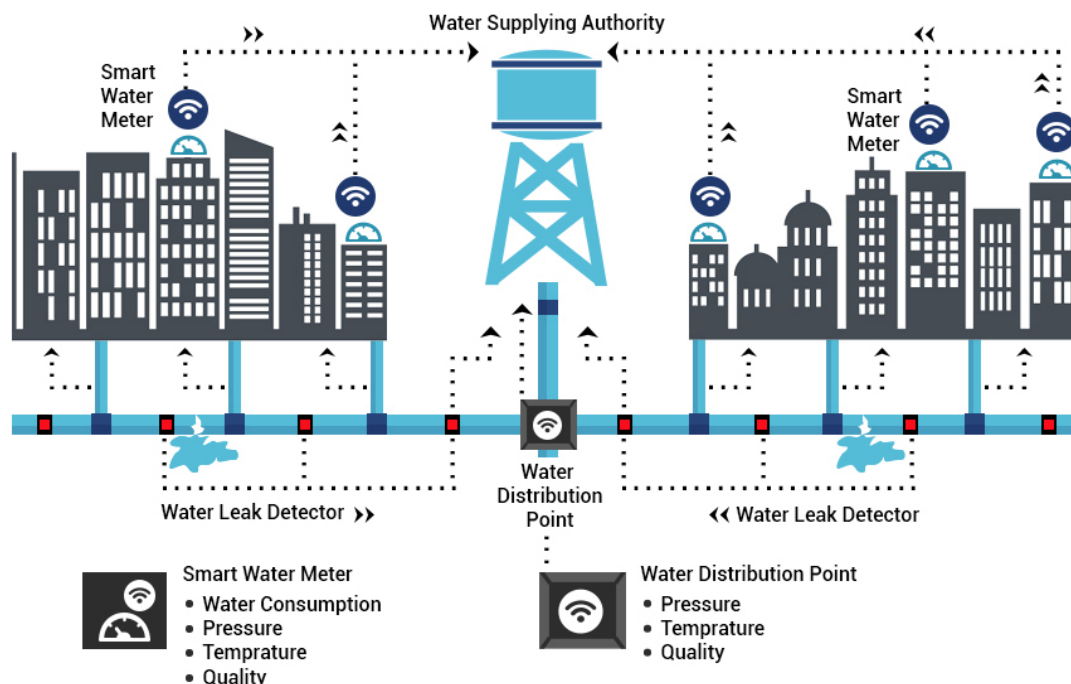
3.2 Specifické oblasti využití IoT

Podívejme se na aplikace IoT v různých oblastech, kterých je opravdu velké množství. V níže uvedeném přehledu může jít o názorný příklad některého ze strategických trendů budoucích let.

3.2.1 Vodní hospodářství

Nedílnou a nepostradatelnou součástí našich životů a přežití je voda. A vodní hospodářství je jednou z oblastí, na které má internet věcí velký dopad.²¹ Pro budoucnost lidstva je důležité, aby s vodou bylo správně, šetrně a inteligentně zacházeno, neboť právě špatným řízením zdroje je způsoben nedostatek vody. V průběhu naší historie bylo velmi náročné zajistit správné využití vody, ale nyní pomocí implementace technologie IoT do vodohospodářských systémů to může být klíč k zajištění tohoto zdroje. Zařízení, která tuto implementaci umožňují, se nazývají inteligentní měřiče a jsou zobrazeny na Obrázku 10.

²¹ WESTERLING, Kevin. 2020 *Vision For Water: Better Days Ahead*. [online]. WaterOnline, 2020. Dostupné z: <https://www.wateronline.com>

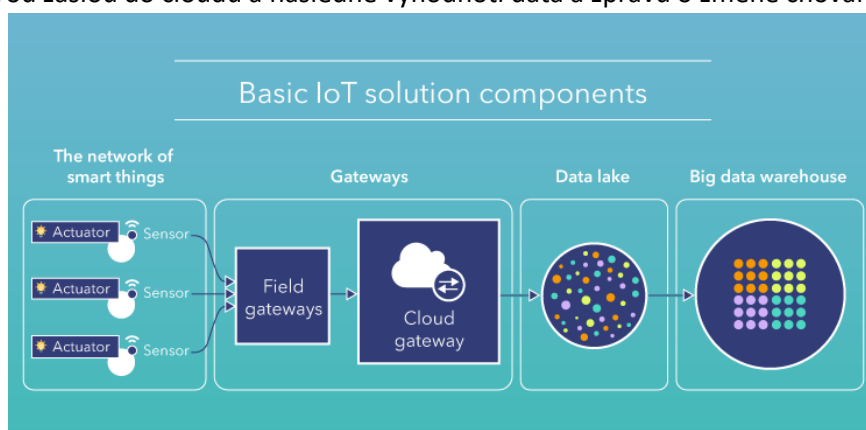


Obrázek 10 Inteligentní zpracování vodního zdroje (Zdroj: <https://www.finoit.com/>)

Nejdůležitější je **ochrana vody** – pomocí senzorů lze měřit a pozorovat denní hladinu vody v nádrži, monitorovat její kvalitu, míru znečištění a případně zjistit zdroj znečištění. Sensory také mohou detekovat přítomnost kapaliny mimo nádrže („Water Leak Detector“), kolísání tlaku podél potrubí („Water Distribution Point“) a vnitřních součástí konstrukce nádrže („Water Supplying Authority“).

Nejedná se tedy jen o ochranu vody ve vodních nádržích, ale také o ochranu vody v řekách, přehradách a mořích. Sensory jsou schopny při **detekci zvýšené hladiny vody** velmi rychle varovat před povodněmi či tsunami.

Dále jsme pomocí IoT schopni sbírat **informace o využití vody**, stavu vodních toků či vlhkosti půdy, což má za následek snížení nákladů na práci, údržbu a také hlavně na snížení spotřeby vody.²² Tento proces můžeme vidět na Obrázku 11, který znázorňuje, jak senzory zachytí dle svého programu změnu, kterou zašlou do cloudu a následně vyhodnotí data a zprávu o změně chování.



Obrázek 11 Analýza vody pomocí IoT (Zdroj: <https://www.scnsoft.com>)

²² Ayaz, Muhammad & Uddin, Ammad & Sharif, Zubair & Mansour, Ali & Aggoune, el-Hadi. (2019). Internet-of-Things (IoT) based Smart Agriculture: Towards Making the Fields Talk. IEEE Access. PP. 1-1. 10.1109/ACCESS.2019.2932609.

Snížení spotřeby vody je jedním z hlavních globálních cílů – například v současné době vidíme obrovské množství vody, kterou se plýtvá. Převážně v zemědělství je potřeba zásadní změny, protože spotřebovává 70 % veškeré sladké vody. Například dle zdroje The Economist je potřeba 1 250 litrů vody k vypěstování kila pšenice a na produkci kila hovězího až 15 tisíc litrů vody.²³ A se zvyšujícím se počtem lidí na Zemi se tyto nároky na plodiny a chov zvířat ještě zvýší. Je tedy nutná celoplošná automatizace a využití technologií, které pomohou šetřit nejdůležitější přírodní zdroj. Například jen nahrazením současného způsobu zavlažování můžeme spotřebu vody snížit o 30 až 70 %.²⁴



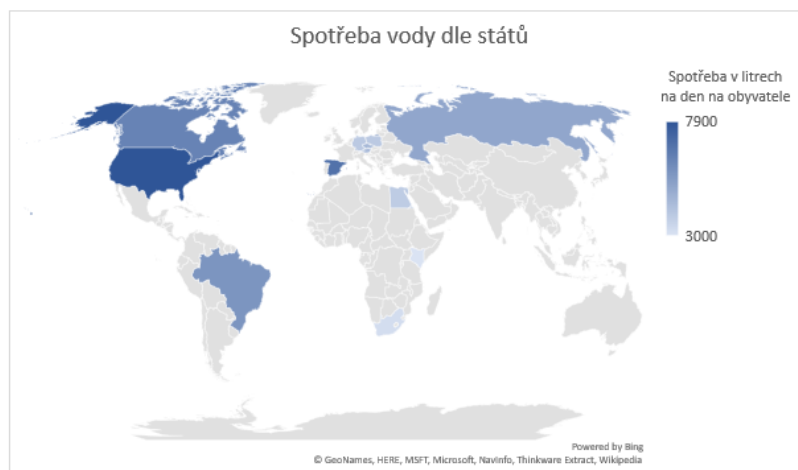
Obrázek 12 Rostoucí spotřeba vody (Zdroj: infografiky.ined.cz)

Za růstem spotřeby stojí nejen zvyšující se počet obyvatel na Zemi, ale také dlouhodobý způsob života, na který jsme zvyklí – výroba obrovského množství potravin (kvantita, druhy), zvyšující se spotřeba energií a zvyšující se nároky na hygienu. Dalším problémem je globální oteplování, extrémní sucha, vyšší procento výskytu rozsáhlých požárů apod. Dle analýzy Spojených národů do roku 2030 bude žít více než třetina světové populace na území s výrazným nedostatkem vody a do roku 2050 téměř šest miliard lidí bude žít v oblastech s výpadky vody (trvajícím alespoň jeden měsíc v roce). Dnes je takových lidí 3,6 miliardy. Do roku 2030 vzroste světová spotřeba vody ze současných 4,5 miliardy m³ na 6,9 miliardy m³ – to je 40 % nad současně spolehlivé a zajištěné zdroje.²⁵

²³ <https://www.economist.com>

²⁴ <https://www.seametrics.com>

²⁵ MILER, Marek. *Spotřeba vody bude globálně i nadále stoupat. Očekává se růst cen.* [online]. Hospodářské noviny, 2019. Dostupné z: <https://www.infografiky.ihned.cz/hodnota-vody>

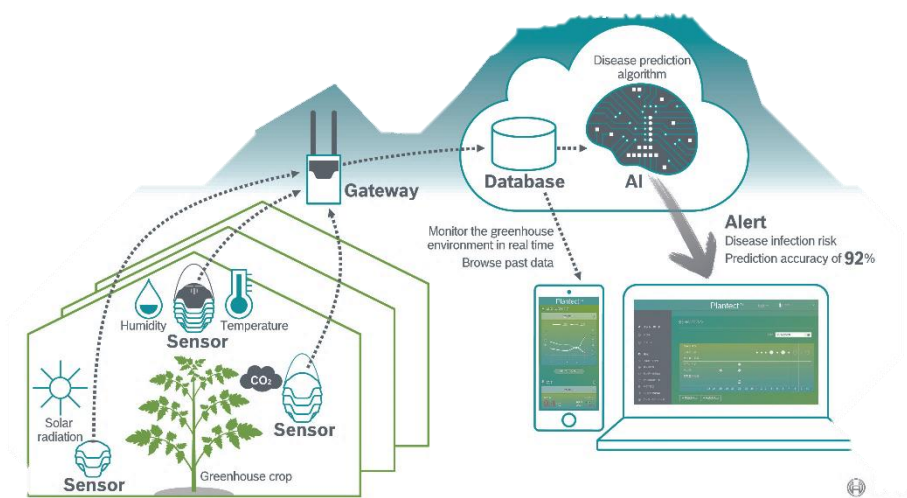


Obrázek 13 Spotřeba vody dle států (Zdroj: Vlastní zpracování)

S čím se ve vodním hospodářství v neposlední řadě potýkáme, je nakládání s odpadními vodami. Zde implementace IoT dokáže sledovat pomocí nainstalovaných senzorů na různých místech průtok vody různými kanály, únik vody a chemikálií, změnu teploty či úroveň tlaku. Tyto senzory poté nashromáždí informace a odešlou je na hlavní server. Tím zajistíme, že servisní technici vyřeší jakékoliv problémy velmi rychle a účinně. Také pomocí IoT dokážeme detekovat a vypočítat množství chemického zbytku přítomného ve vodě. Můžeme tak předcházet vysoké kontaminaci a snažit se o co nejúčinnější recyklaci.

3.2.2 Zemědělství

Další specifickou oblastí pro využití IoT je již výše zmíněné zemědělství. Abychom předcházeli plýtvání nejen v případě vody, ale i plodin či při chovu zvířat, je potřeba nastavit koncept řízení zemědělství využívající jak moderní informační, tak i komunikační technologie. IoT koncept připojených inteligentních strojů a senzorů integrovaných na farmách řídí právě tyto zemědělské procesy, které ovlivní nejen spotřebu, ale i množství a kvalitu. Tento zemědělský cyklus založený na internetu věcí má několik fází.



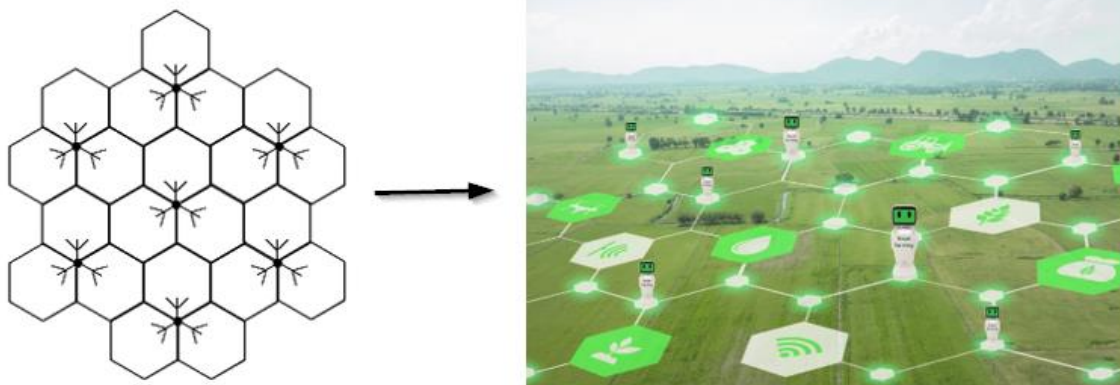
Obrázek 14 Funkce IoT v zemědělství (Zdroj: bosch.com/Vlastní zpracování)

Jádrum IoT je nepřeborné množství dat. Pro optimalizaci zemědělského procesu zařízení IoT instalované na farmě shromažďuje a zpracovává data v opakovaném cyklu, který zemědělcům umožňuje rychle reagovat na vznikající problémy a změny okolních podmínek.

Jak můžeme vidět z Obrázku 14 senzory zaznamenávají pozorovací údaje z plodin, hospodářských zvířat, půdy nebo atmosféry. Hodnoty senzorů jsou pak převáděny do konkrétního softwaru s předdefinovanými pravidly a modely rozhodování (cloud), které zjišťují stav zkoumaného objektu a případné nedostatky nebo potřeby. Po důkladné analýze a po odhalení problémů software určí, zda je nutné specifické ošetření pro danou lokalitu, a pokud ano, tak jaké. Následně je závěrečné řešení implementováno a po skončení a vyhodnocení se tento cyklus opakuje.

Díky IoT je tedy zemědělství mnohem lépe kontrolovatelnější a přesnější. Rostliny a skot získají přesně takovou léčbu, jakou potřebují, a to s velkou přesností. Technologie inteligentního zemědělství zemědělcům dále umožňuje lépe sledovat potřeby jednotlivých zvířat a odpovídajícím způsobem upravovat jejich výživu, čímž předchází chorobám a zlepšují zdraví stáda. Kromě toho mohou velcí majitelé farem používat bezdrátové aplikace internetu věcí ke sledování polohy a zdraví svého skotu. Na základě těchto informací mohou identifikovat nemocná zvířata, aby se mohla oddělit od stáda, a zabránit šíření nemoci.

Největší rozdíl oproti klasickému přístupu spočívá v tom, že IoT v zemědělství umožňuje provádět rozhodnutí na metr čtvereční, nebo dokonce individuálně na rostlinu či zvíře. Pokrytí polí, půdy či lesů si můžeme představit jako pokrytí celulárních radiových sítí v praxi, které se také skládají z jednotlivých buněk s vysílačem, konkrétně na zemědělské půdě mohou senzory pokrýt větší plochu.



Obrázek 15 Princip buňkového systému (Zdroj: Vlastní zpracování/<https://www.tomas.richtr.cz>)

Aby tyto obrovské plochy mohly být plošně kontrolovány a monitorovány, využívají se vzdušné drony, které dále slouží i k hodnocení zdravotního stavu plodin, zavlažování, sledování plodin, postřiku plodin, výsadbě, analýze půdy a pole. Protože drony shromažďují během letu multispektrální, termální a vizuální zobrazení, shromážděná data poskytují zemědělcům vhled do indexů zdravotního stavu, umožňují počítání a měření výšky rostlin, mapování rybníků, zprávy o vyhledávání, měření zásob, měření chlorofylu, obsahu dusíku, mapování tlaku atd.²⁶

²⁶Anonym. *5 Useful Irrigation Tools for Saving Water* [online]. Seametrics, 2018. Dostupné z: <https://www.seametrics.com/blog/irrigation-tools/>

Jak již bylo zmíněno, v budoucnosti technologie internetu věcí umožní lepší sledovatelnost potravin. To povede ke zvýšení bezpečnosti konzumování a bude to také prospěšné pro životní prostředí, například již zmíněným účinnějším využíváním vody. Inteligentní zemědělství má proto skutečný potenciál k zajištění produktivnější a udržitelnější zemědělské produkce, založené na přesnějším a účinnějším přístupu.

3.2.3 Smart City

Intelligentní město využívá informační a komunikační technologie (IKT) ke zvýšení provozní efektivity, sdílení informací s veřejností a ke zlepšení vládních služeb. Je definováno jako město, které monitoruje a koordinuje veškerou infrastrukturu, včetně silnic, mostů, tunelů, železnic, letišť, vody, energie, budov a bezpečnosti.

Intelligentní města používají kombinaci zařízení internetu věcí, softwarových řešení, uživatelských rozhraní (UI) a komunikačních sítí. Spoléhají se však především na internet věcí. IoT je síť připojených zařízení, například vozidel, senzorů nebo domácích spotřebičů, která umí komunikovat a vyměňovat si data. Data shromažďovaná a dodaná senzory a zařízeními IoT jsou uložena v cloudu nebo na serverech. Propojení těchto zařízení a použití datové analýzy (DA) usnadňuje sblížení fyzických a digitálních městských prvků, a zlepšuje tak efektivitu veřejného i soukromého sektoru, umožňuje ekonomické výhody a zlepšuje životy občanů.



Obrázek 16 Role IoT ve Smart Cities (Zdroj: <https://www.finoit.com/>)

Hlavními cíli „Smart Cities“ jsou úspora energie a účinnost. Pomocí inteligentních senzorů se inteligentní pouliční světla ztmaví, když na vozovkách nejsou auta nebo chodci. Inteligentní síťovou

technologii lze použít jak ke zlepšení provozu, údržby a plánování a k dodávce energie na vyžádání, tak k monitorování výpadků energie.

Dalším důležitým cílem iniciativ inteligentních měst je také sledovat a řešit **environmentální problémy**, jako jsou změny klimatu a znečištění ovzduší, například řízením emisí CO₂ v továrnách, automobilech a kontrolou toxických plynů produkovaných v zemědělských podnicích. Dále je velmi užitečná detekce a prevence lesních požárů nebo prevence sesunu půdy a laviny za pomoci celolárně rozmístěných senzorů, které jsou schopny detekovat vibrace a hustotu země za účelem zajištění bezpečnosti v půdních podmínkách. Pomocí sledovacích obojků využívajících systémy GPS/GSM a čipů lze zajistit ochranu ohrožených zvířecích druhů.²⁷ Dále lze také pomocí inteligentní technologie vylepšit nakládání s odpady, zejména se jedná o odpadní plechovky připojené k internetu a systémy pro správu vozového parku s podporou IoT pro sběr a odstranění odpadu. Pomocí senzorů je možné měřit parametry vody a zajistit kvalitu pitné vody.

Dalším z příkladů specifického využití internetu věcí je **dopravní oblast**, která zahrnuje:

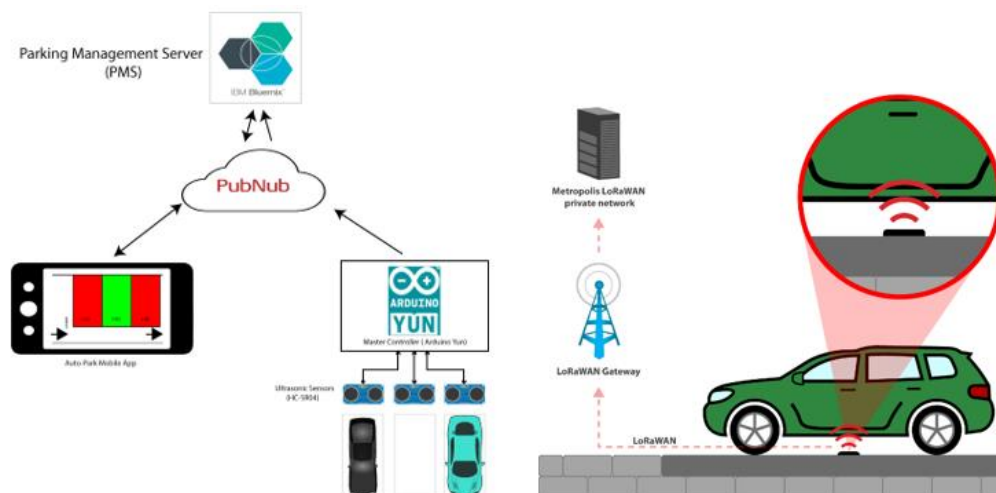
- inteligentní parkování,
- bezpečnostní dohled,
- monitoring vibrací, úderů rychlosti,
- monitoring a propojení systémů vozidel,
- chytré asistence řízení předcházející nehodám,
- cloudový sběr dat o vozidlech,
- automatizovaná hlášení pro IZS a okolní vozidla,
- management vozového parku v reálném čase,
- optimalizace nákladní dopravy a minimalizování dopadu na životní prostředí,
- předpověď nutných oprav dopravních komunikací.²⁸

Ukažme si funkci IoT na jednom z výše zmíněných bodů, na příkladu inteligentního parkovacího systému. Parkovací automat či mobilní aplikace pomáhá řidičům najít dostupná parkovací místa bez zbytečného kroužení v přeplněných městských blocích. Případně zajistí budoucí rezervaci a ověření daného volného místa v destinaci. Jak vidíme na Obrázku 17, na parkovacích místech jsou umístěny

²⁷ Kjellstrom T, Lodh M, McMichael T, et al. Air and Water Pollution: Burden and Strategies for Control. In: Jamison DT, Breman JG, Measham AR, et al., editors. Disease Control Priorities in Developing Countries. 2nd edition. Washington (DC): The International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank; 2006. Chapter 43. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK11769/> Co-published by Oxford University Press, New York.

²⁸ KUBEČ, Radek. *Chytré technologie uleví dopravě ve městech* [online]. Hospodářské noviny, 2019. Dostupné z: https://ictrevue.ihned.cz/c3-66575980-0ICT00_d-66575980-chytre-technologie-ulevi-doprave-ve-mes-tech

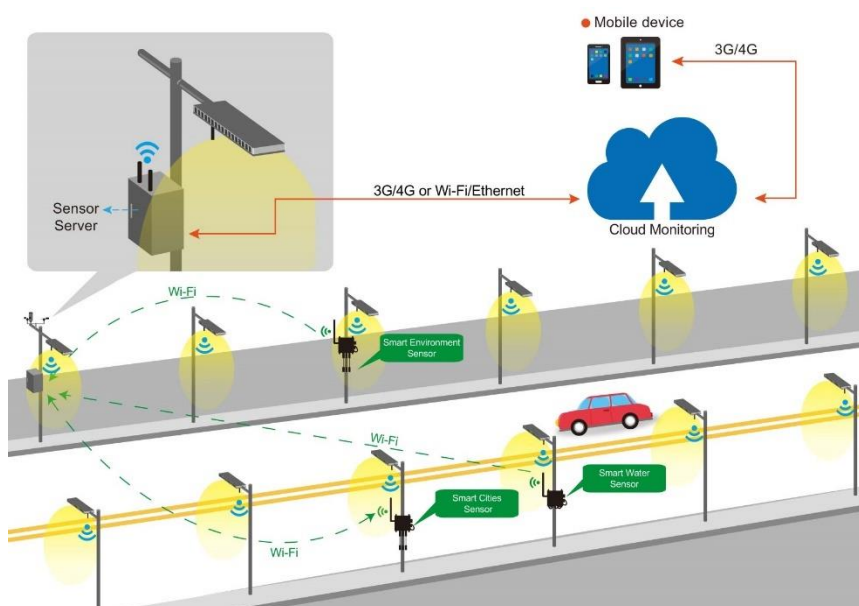
senzory, které odešlou data do cloudu a z cloudu přecházejí ucelené informace do aplikace, která předá informaci o tom, zda je vybrané parkovací místo volné či obsazené.



Obrázek 17 Inteligentní parkovací systém (Zdroj: <https://www.pubnub.com/>)

Detailnější pohled na Obrázek 17 vpravo ukazuje situaci, kdy automobil zaparkuje na daném místě a senzor ho zachytí. V aplikaci potvrdíme svůj příjezd, a pokud by senzor zaznamenal pohyb auta bez vědomí majitele, informuje policii o případném odcizení.

Inteligentní správa provozu se používá ke sledování a analýze dopravních toků s cílem optimalizovat pouliční osvětlení a zabránit přílišnému přetížení vozovek na základě denních nebo dopravních špiček. Na Obrázku 18 vidíme funkci inteligentního veřejného osvětlení, kde jsou senzory rozmístěny po celé délce silnice v celém městě a odesílají nashromážděná data do cloudu a z cloudu do monitorovacího zařízení. A to je jen jedna z funkcí, senzory jsou dále schopny detekovat kvalitu vzduchu, škodlivé plyny, výši hluku apod.

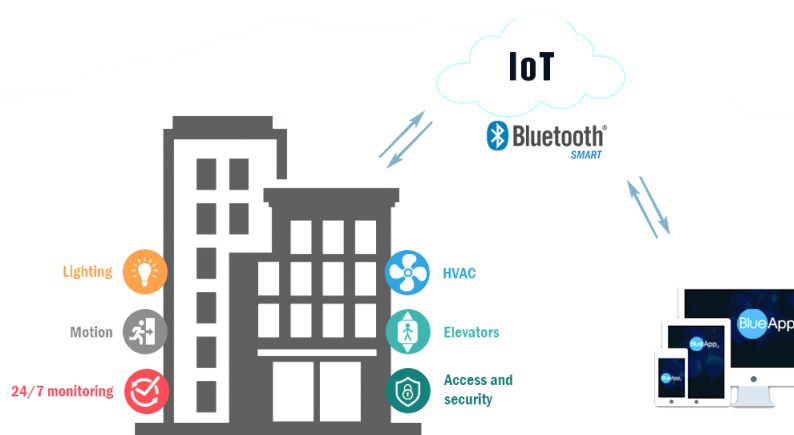


Obrázek 18 Inteligentní veřejné osvětlení (Zdroj: <http://www.3rgit.com/>)

Inteligentní veřejná doprava je další aspekt inteligentních měst, který slouží k zajištění toho, aby veřejná doprava splňovala požadavky uživatelů. Inteligentní dopravní společnosti jsou schopny

koordinovat služby a plnit potřeby klientů v reálném čase, zvyšovat efektivitu a spokojenost. Sdílené jízdy a sdílení kol jsou v chytrém městě také běžnými službami.

Nedílnou součástí inteligentních měst jsou **inteligentní budovy**. Fungují opět pomocí senzorů, které nejen zajistí správu prostoru a bezpečnost, ale také monitorují strukturální stav budov. Připojení senzorů k budovám a jiným strukturám může odhalit opotřebení a upozornit, pokud je to nutné, jak majitele, tak úředníky. Občané mohou být v této situaci zapojeni prostřednictvím inteligentní městské aplikace. Například jsou-li zapotřebí opravy v budovách či jiných veřejných institucích, mohou občané pomocí aplikace nahlásit své poznatky, případně dotazy. Senzory lze také použít k detekci netěsností ve vodovodních a jiných potrubních systémech. To pomáhá snižovat náklady a zvyšovat efektivitu veřejných prací. Dále je možné uvnitř inteligentních budov kontrolovat pomocí senzorů a zabudované sítě přístup do vyhrazených oblastí a detekovat osoby v neautorizovaných oblastech.



Obrázek 19 Inteligentní budovy (Zdroj: Vlastní zpracování, <http://blueapp.io/>)

Další důležitou oblastí je **lékařská péče**, která zahrnuje nejen již dnes fungující elektronické recepty, ale také domácí a osobní zdravotnickou dálkovou péči. Například na Obrázku 20 vidíme monitoring fyzické aktivity pomocí připojení sítě senzorů na část lidského těla, prostřednictvím aplikace se zobrazí změřená tepová frekvence, pohyb, vitalita, funkčnost. To vše vytváří vizualizaci a data o činnosti orgánů a celkovém stavu člověka. Přesněji to znamená odesílání dat do elektronické karty pacienta, průběžné vedení informací o jeho zdraví a následně pak předcházení případným nemocem a komplikacím. Znamená to tedy automatizaci všech nynějších zastaralých procesů na urychlující vzdálený proces, který umožní zkrátit dobu čekání na vyšetření nebo se mu úplně vyhnout. Nezbytnou individuální péči potřebují hlavně starší občané, handicapovaní či lidé trpící těžce léčitelnými nemocemi, kteří se bez cizí pomoci nemohou obejít. Implementace inteligentního asistenta by detekovala

nejen popsané vitální funkce pacienta, ale byla by schopna detekovat pád či jiné zranění a okamžitě zavolat pomoc.

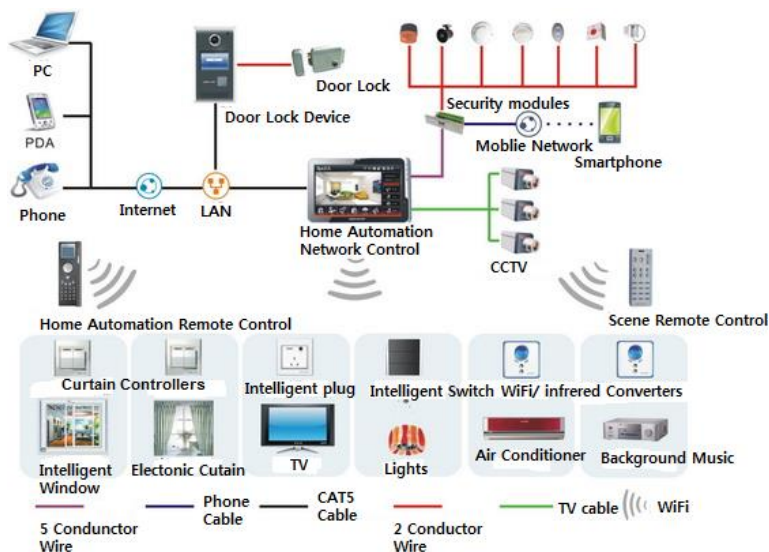


Obrázek 20 Inteligentní lékařská péče (Zdroj: <http://icoscientist.com/>)

Velký rozvoj mají před sebou i lékařská střediska, kde implementace internetu věcí a umělé inteligence zajistí monitoring pacientů v nemocnicích a domovech pro seniory, monitoring hygieny, např. čas umytí rukou, sledování infekcí či zvýšený výskyt bakterií, ale také řízení spánku – sledování pohybu, dýchání, srdeční frekvence pomocí bezdrátových senzorů. Systémy monitorování pacientů s komplexními statistikami jsou k dispozici i ve vzdáleném sledování.

3.2.4 Smart Home

Smart Home nebo také inteligentní dům je pojem, který se vztahuje na moderní domácnosti. Spotřebiče, osvětlení nebo elektronická zařízení mohou být vlastníkem domu dálkově ovládána, a to nejčastěji prostřednictvím mobilní aplikace. Inteligentní domácí zařízení mohou také fungovat ve spojení s jinými zařízeními v domácnosti a předávat informace jiným chytrým zařízením, jak lze vidět na Obrázku 21. Každé zařízení je vybaveno jiným systémem a senzory, princip je však stejný. Data jsou pomocí komunikačních sítí předávána koncovému zařízení, kde je možné je ovládat a regulovat. Následující přehled představuje nejčastěji využívaná zařízení v chytré domácnosti.



Obrázek 21 Struktura Smart Home (Zdroj: www.wiznetmuseum.com)

Chytré televizory se připojují k internetu a získávají přístup k obsahu prostřednictvím aplikací, jako je video a hudba, na vyžádání. Některé chytré televizory také zahrnují rozpoznávání hlasu nebo gesta.

Inteligentní osvětlení kromě možnosti dálkového ovládání a přizpůsobení se střídání dne a noci, mohou detekovat, kdy jsou v místnosti lidé, a podle potřeby upravit osvětlení. **Inteligentní žárovky** se také mohou regulovat na základě dostupnosti a úrovně denního světla.

Inteligentní termostaty přicházejí s integrovaným Wi-Fi připojením, které uživatelům umožňuje naplánovat, monitorovat a dálkově řídit teplotu v domácnosti. Inteligentní termostaty mohou také hlásit spotřebu energie v aplikaci a připomínat uživatelům, aby vyměnili filtry či jiné důležité komponenty.

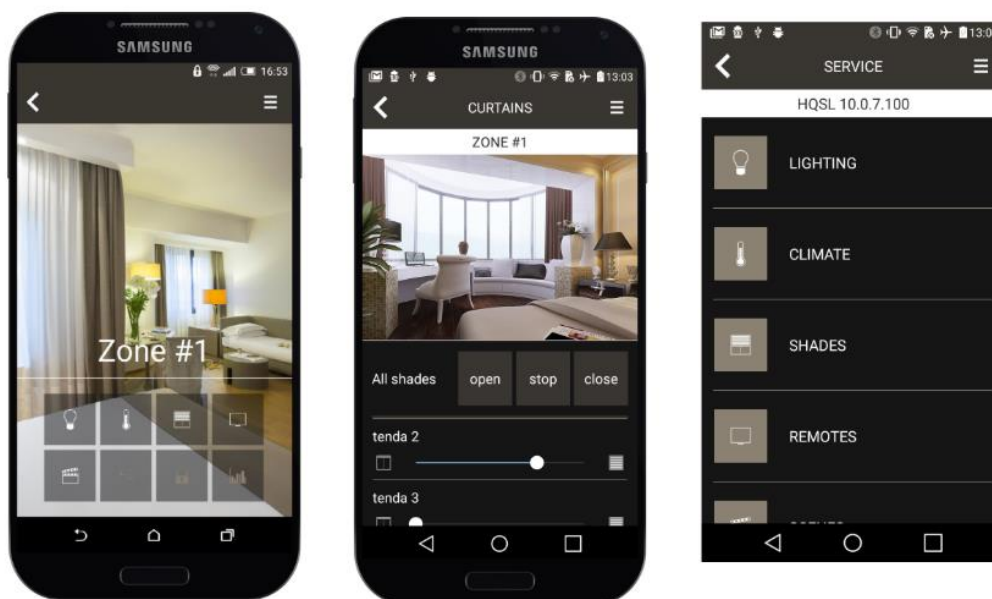
Dále pomocí **inteligentních zámků** a otevíračů garážových dveří mohou uživatelé udělit přístup či zákaz určitým návštěvníkům. Inteligentní zámky mohou také zjistit, kdy jsou majitelé domácnosti blízko, a odemknout jim dveře.

Díky **inteligentním bezpečnostním kamerám** mohou majitelé sledovat své domovy, když jsou venku nebo na dovolené. Inteligentní pohybové senzory jsou také schopny identifikovat rozdíl mezi majiteli, návštěvníky, domácími zvířaty a zloději a mohou upozornit úřady, pokud je zjištěno podezřelé chování.

Dále chytrá domácnost obsahuje **kuchyňské spotřebiče** všeho druhu, včetně chytrých kávovarů, které uvaří čerstvý šálek, jakmile se spustí budík na mobilním telefonu. Chytré ledničky sledují data expirace, vytvářejí nákupní seznamy, nebo dokonce vytvářejí recepty na základě ingrediencí, které jsou v současné době k dispozici. Dalšími spotřebiči jsou například vařiče a toustovače, v prádelně pak pračky a sušičky, které jsou propojeny s chytrým telefonem a obyvatel domácnosti tak může praní či rychlost provozu sledovat na dálku.

Monitory domácích systémů mohou například snímat elektrický ráz a vypínat spotřebiče nebo snímat poruchy vody nebo mrznoucí potrubí a vypínat vodu, takže ve sklepě nehrozí povodeň a lze tak předcházet větším neštěstím. Na Obrázku 22 lze nahlédnout do aplikace pro chytrou domácnost, kde je seznam zařízení, které je možné kontrolovat či ovládat. Dále je aplikace schopna komunikovat a upozorňovat uživatele na probíhající a ukončené činnosti či na výměnu, opravu, nedostatek,

přebytek apod. Jednou z nejvíce nabízených výhod domácí automatizace je zajištění klidu majitelů domů, což jim umožňuje vzdáleně sledovat jejich domovy.



Obrázek 22 Ukázka aplikace Smart Home (Zdroj: <https://elandroidelibre.elespanol.com>)

Na druhou stranu i přes všechny pozitivní aspekty, které Smart Home má, je velkým problémem zabezpečení domů. Zpráva společnosti NTT Data Corp. z roku 2016 zjistila, že například 80 % amerických zákazníků se obává o bezpečnost svých údajů o inteligentních domácnostech. Pokud hackeři dokážou proniknout do inteligentního zařízení, mohli by potenciálně zhasnout světla, deaktivovat poplachy a odemknout dveře. Hackeři by dále mohli mít přístup k síti majitelů domů, což by vedlo k horším útokům nebo exfiltraci dat. Jak již bylo zmíněno v úvodu této práce, výzkumná společnost Gartner odhaduje, že v roce 2020 bude připojeno více než 20 miliard zařízení, z nichž většina bude v segmentu spotřebitelů. To znamená 20 miliard možných přístupových bodů k útoku.²⁹ Mezi doporučení pro ochranu dat uživatele patří ochrana domácí sítě, nejnovější firmware routeru, pravidelná změna Wi-Fi hesla, síť vytvořená a určená pro hosty či využití VPN³⁰ sítě.

²⁹ Reuters Plus. *The Internet of Things Era: 6 Ways to Stay Safe* [online]. Reuters, 2018. Dostupné z: <https://www.reuters.com/article/idUSWAOA6XIH2J6Z1858>

³⁰ Virtuální privátní síť, která zabezpečuje připojení k internetu a šifruje odesílaná data.

PRAKTICKÁ ČÁST

4 Prognostické metody

K systematicky odvozené výpovědi o budoucím stavu určité objektivní skutečnosti se používá prognóza. K tomu, aby se jí správně docílilo, je nezbytné se opřít o vědecké poznatky a využít různé prognostické metody a způsoby prognózování. Tyto metody se dělí na dvě základní skupiny – kvantitativní a kvalitativní prognostické metody. V této kapitole je problematika prognostických metod rozebrána podrobněji pro lepší všeobecný přehled, a taktéž na základě práce s některými vybranými metodami, které jsou uvedeny v kapitole 6, Prognóza vývoje.

4.1 Výzkumné otázky a cíle

Tato práce se v první polovině zabývá hlavně teoretickými znalostmi a snaží se o přiblížení poměrně nového tématu – internetu věcí. Druhá polovina této práce se zaměřuje na praktické využití a budoucí vývoj.

Hlavní výzkumné otázky:

Jaký je budoucí vývoj IoT v příštích 5 až 10 letech?

Jakým směrem predikce povede již zavedené společnosti na trhu?

Jakým způsobem tyto inovace a změny zasáhnou společnost?

4.2 Kvalitativní prognostické metody

4.2.1 Extrapolace trendů

Jedním z nejjednodušších způsobů, jak získat přibližné odhady budoucích (nebo minulých) podmínek, je extrapolace dat, která máme v průběhu času. Pokud potřebujeme odhadnout budoucí jev určitého současného stavu, můžeme tak učinit výpočtem trendu v posledních letech a promítnout ho do budoucnosti.

Extrapolace lze provést pomocí různých metod. V mnoha případech se porovnají nejnovější data a intuitivně se odhadne, co by mohlo být odrazem do budoucnosti. Avšak objektivněji lze trendy odvodit statisticky pomocí regrese či v zásadě jako výpočetní algoritmus různých regresních čar, vypočítaných z dat nezávisle proměnných. Výpočtem a finálním znázorněním se dosáhne podoby přímky, exponenciály, logaritmické křivky či hyperboly.

Bez ohledu na použitou metodu je při extrapolaci nutné dávat pozor na vychýlení a chybovost. Extrapolace se opírá o minulá data a předpokládá, že budoucnost je podmíněna stejnými proměnnými, jež se vyskytovaly i dříve. Souhrn těchto dat se také liší délkou záznamu či přesností údajů. To vše je nutno brát v potaz a novějším údajům by měla být přikládána větší váha, protože je pravděpodobné, že budou přesnější a relevantnější pro současné podmínky. Přesto může hrozit při náhodných a krátkodobých odchylkách, že výsledný zjevný trend je krátkodobý, tudíž do značné míry dezinformační.

Nakonec se zdá být zřejmé, že nejlepších extrapolací se obvykle dosáhne, když předchodí znalosti o kauzálních procesech fungujících v systému jsou kombinovány s robustními statistickými technikami a jsou podporovány stejně robustními údaji o časových řadách.

4.2.2 Metoda regresní analýzy

Metoda regresní analýzy se zabývá vytvořením vhodného matematického modelu kauzální závislosti – konkrétně závislosti určité kvantitativní proměnné na jedné nebo více dalších kvantitativních proměnných. Nezávislá i závislá proměnná je předem dána.

Hlavními cíli této analýzy je popsat a modelovat ekonomickou realitu, testovat hypotézy, predikovat budoucí vývoj, kvantifikovat dopad jednotlivých nezávislých proměnných a očistit model od vlivu dalších významných proměnných tak, aby byl správně specifikován.

Dalším ze základních předpokladů správné specifikace při budování regresního modelu je porozumění tomu, co je příčina a co důsledek.

Výsledkem regresní analýzy není prokázání kauzality, ale potvrzení či vyvrácení existence statisticky významné závislosti.

4.2.3 Metoda scénářů

Obecně můžeme vycházet z klasické definice scénářů od Kahna a Wienera, která říká, že scénář je „hypotetický sled událostí vytvořený pro účely zaměření pozornosti na kauzální procesy a klíčové události“.³¹ Výsledné scénáře jsou obrazem uspořádaným ze všech dosažitelných a významných prognóz a informací a dávají odpověď na to, co je nutno činit po nastání určité situace. Cílem metody scénářů je určení kritických okamžiků vývoje, u kterých je třeba uskutečnit zásadní rozhodnutí.

Existuje poměrně široká klasifikace scénářů, přičemž jedna z možných klasifikací zahrnuje dělení scénářů na klasické a na hojněji využívané prognostické a retrospektivní (backcasting) scénáře. Retrospektivní scénář definuje určitý předpokládaný stav k určitému časovému horizontu a zpětně identifikuje podmínky, které mohou vést k naplnění tohoto stavu, včetně návrhu strategií, které mohou vést k naplnění tohoto (toužebného) stavu.³²

Kvalitní scénáře vyznačují tím, že jsou:

- hodnověrné a přesvědčivé,
- vnitřně konzistentní a logické,
- dostatečně zajímavé a inspirující s cílem ovlivnit rozhodování (užitečný základ pro strategie a vize),
- kreativní (neprodužují mechanicky současný stav do budoucnosti),
- stručné, ale propracované,

³¹ VRIENS, Dirk. *Information and Communication Technology for Competitive Intelligence*. London: IRM Press, 2004. ISBN 1-59140-214-X.

³² SLACH, Ondřej. *Metoda scénářů a její využití v kontextu plánování* [online]. Wolters Kluwer ČR, 2015. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/313369646_Metoda_scenaru_a_jeji_vyuziti_v_kontextu_planovani

- zaměřené na určitý problém, ale obsahující vnější kontext (tj. zaměřenost i komplexnost),
- jasné a transparentní v předpokladech, na kterých stojí,
- odpovídají danému účelu (podněcování diskuse, tvorba strategií atd.).³³

4.3 Kvantitativní prognostické metody

4.3.1 Časové řady

Časové řady jsou chronologicky uspořádané údaje sledovaného jevu a patří mezi hlavní kvantitativní metody. Dělí se na deterministické a stochastické.

- Deterministické časové řady neobsahují žádný náhodný prvek a jejich hodnoty lze přesně předvídat.
- Stochastické časové řady na rozdíl od výše zmíněných obsahují náhodný prvek a nelze je přesně popsat matematickým vztahem s konstantními funkčními parametry.

Dalšími ukazateli, které časové řady obsahují, jsou ukazatele absolutní a relativní.

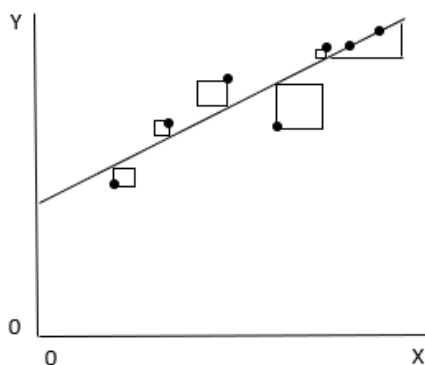
- Absolutní ukazatele jsou původně měřitelné či vypočítatelné hodnoty.
- Naopak relativní ukazatele vznikly dopočítáním z absolutních ukazatelů.
- Poslední dělení časových řad, které rozlišujeme je okamžikové a intervalové.
- Okamžikové časové řady jsou hodnotami vyjadřujícími se právě k současnému určitému okamžiku (například počet, stav).
- Intervalové časové řady vyjadřují hodnotu v konkrétním časovém sledu či úseku (například objem, produkce).³⁴

K tomu, aby z časových řad vznikla určitá prognóza, je nutné vytvoření matematického modelu, který nám zobrazí budoucí hodnoty. Je tedy nezbytné sestavení **modelu** časové řady. Jednou z nejpoužívanějších metod analýzy časových řad je „dekompozice časové řady“. Tato metoda předpokládá, že náhodný proces, který generuje danou časovou řadu, je závislý pouze na čase. Časová řada lze dekomponovat na několik nezávislých složek. Toto rozložení na složky slouží k lepšímu rozpoznání chování časové řady v řadě původních hodnot.

Pro finální tvorbu prognózy na základě analýzy časových řad je potřeba zjistit statistická data, a to například pomocí metody nejmenších čtverců.

³³ JEŽEK, J. a kol. 2015. *Strategické plánování obcí, měst a regionů. Vybrané problémy, výzvy a možnosti řešení*. 1. vydání. Praha: Wolters Kluwer ČR, 2015.

³⁴ ŠTĚDRONĚ, Bohumír, Martin POTŮČEK, Jaroslav KNÁPEK, Petr MAZOUCH a kol. *Prognostické metody a jejich aplikace*. Praha: C.H. Beck, 2012. ISBN 978-80-7179-174-4.



Obrázek 23 Metoda nejmenších čtverců (Zdroj: Vlastní zpracování)

Tato metoda je založena na principu hledání minimálního součtu druhých mocnin odchylek skutečných a vyrovnaných hodnot. Hledá takové hodnoty koeficientů, aby součet čtverců „odchylek“ jejich funkčních hodnot od daných naměřených hodnot byl nejmenší možný. Slouží k eliminaci chyb, kterou provádí optimálně vzhledem k pevně danému kritériu.

4.4 Logistický trend

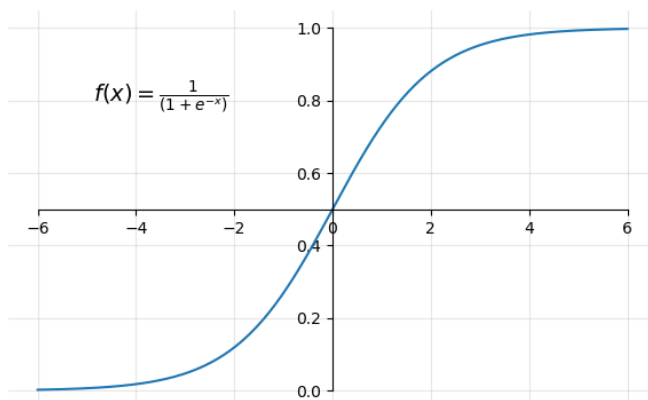
Logistická funkce se často používá pro modelování vývoje v čase, a proto je vhodné ji použít k modelování prediktivního vývoje. Model logistické křivky je v první fázi přibližně exponenciální, ve druhé fázi zpomaluje a ve třetí se zastaví – dokud není nulový.

$$\text{logistic}(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}} = \frac{e^x}{e^x + 1}$$

Obrázek 24 Logistická funkce (Zdroj: Vlastní zpracování v Excelu)

Na Obrázku 24 Logistická funkce je rovnice, kterou tvoří v horní části maximální hodnota křivky, která je rovna 1 (lze vidět z Obrázku 25). V dolní části se nachází $1 + e^{-x}$, kdy „e“ je známé jako Eulerovo číslo (přirozený logaritmus) a „-x“ znázorňuje logistický růst křivky. Stejný výsledek nám dá i vzorec vpravo, který je znázorněn Eulerovým číslem a logistickým růstem křivky.

Logistická křivka se stejně jako Gompertzova křivka řadí mezi růstové neboli rozvojové modely. Průběh křivky je znázorněn na Obrázku 25.



Obrázek 25 Průběh logistické křivky (Zdroj: www.openclassrooms.com)

5 Ekonomická analýza

5.1 Analýza trhu s platformami IoT

Na tuto analýzu je použit Gartnerův magický kvadrant, který slouží k přehledu a pochopení poskytovatelů technologií a jejich aktuálnímu umístění na trhu. Poskytuje grafické postavení čtyř tržních typů.

Levý horní kvadrant obsahuje tzv. „Challengers“ – firmy si zde vedou dobře až dominantně, ale neprokazují úplné pochopení směru trhu.

Levý dolní kvadrant obsahuje tzv. „Niche players“ – firmy se úspěšně zaměřují na menší segment, avšak nepřevyšují ostatní ani nedominují.

Pravý horní kvadrant obsahuje tzv. „Leaders“ – nejlepší možné umístění.

Pravý dolní kvadrant obsahuje tzv. „Visionaries“ – firmy vědí, kam trh směřuje, a mají vizi, jak postupovat dál, ale zatím jsou v neutrální pozici.



Obrázek 26 Gartnerův magický kvadrant pro IoT 2018 (Zdroj: Gartner, Inc)

Nedávno společnost Gartner zveřejnila svůj vůbec první magický kvadrant zaměřený na průmyslové platformy IoT (Obrázek 26). Jak můžeme vyzpozorovat, žádná firma se neumístila v pravém horním kvadrantu. Takové hodnocení je pro tuto metodu velmi neobvyklé. Na základě reportu společnosti Gartner bylo zjištěno, že se tato analýza zaměřila pouze na platformy, které se týkaly dvou nebo více oblastí (například výroba a doprava, zdravotnictví, ...). Takováto přítomnost více oblastí je pozitivní pro dodavatele softwaru, ale zákazníkovi nepřináší v konkrétní oblasti jedinečnou hodnotu. Pokud se Gartnerův magický kvadrant zaměří pouze na jednu platformu – například strojové učení, výsledek je již znatelně jiný (Obrázek 27).

Mezi lídry v tomto odvětví patří KNIME, Alteryx, SAS a úspěšnými firmami zaměřujícími se na menší segment jsou například SAP, Angoss, Anaconda a Teradata. Mezi vizionáře patří IBM, Microsoft, Domino Data Lab a v neposlední řadě firmy, které nejsou úplně úspěšné, ale stále jsou na trhu, například MathWorks, TIBCO Software. Na základě tohoto průzkumu byly pro analýzu trhu a porovnání vybrány společnosti SAP, IBM a Oracle.



Obrázek 27 Gartnerův magický kvadrant pro Machine Learning 2018 (Zdroj: Gartner, Inc)

5.2 Specifikace společností zabývajících se IoT platformou

Dle nejnovějšího průzkumu trhu pomocí Gartnerova magického kvadrantu a současných trendů byly vybrány tři společnosti, které jsou níže detailně rozebrány a analyzovány. Na základě ověřených zdrojů a dat dle výročních zpráv (Form 10-K)³⁵ byla vytvořena finanční analýza a grafické zpracování vývoje ve sledovaném období deseti let. Tato analýza je podkladem pro zpracování prognóz jednotlivých společností, které jsou rozebrány v další kapitole.

Pro širší pohled do této tematiky je níže uveden nejnovější žebříček společností zabývajících se platformou IoT. Měření, dle kterého tento žebříček vznikl, jsou založena na popularitě portfolia výrobků a společnosti jako takové, vyhledávání společnosti ve spojitosti s IoT, četnosti zmínění v odborných článcích a novinách a na odbornících pracujících na pozicích nesoucích název IoT. Všichni tito průkopníci používají komponenty internetu věcí k vytvoření nové, účinnější technologie.

³⁵ Výroční zpráva splňující US Securities and Exchange Commission (SEC), která dává ucelený přehled o firemní finanční výkonnosti

Top 5 společností	Celosvětových top 20 společností
IBM	Alibaba Group
Google	JD.com
Intel	DHL
Microsoft	Konux
Cisco	Nexiot
	Hitachi
	Huawei
	SAP
	General Electric
	Rolls Royce
	Dell
	Bosch
	Cisco
	Ingenu
	Oracle
	Centrica
	AT&T
	Fujitsu
	Google
	Microsoft

Tabulka 1 Žebříček společností zabývajících se IoT (Zdroj: Vlastní zpracování)

5.2.1 SAP SE

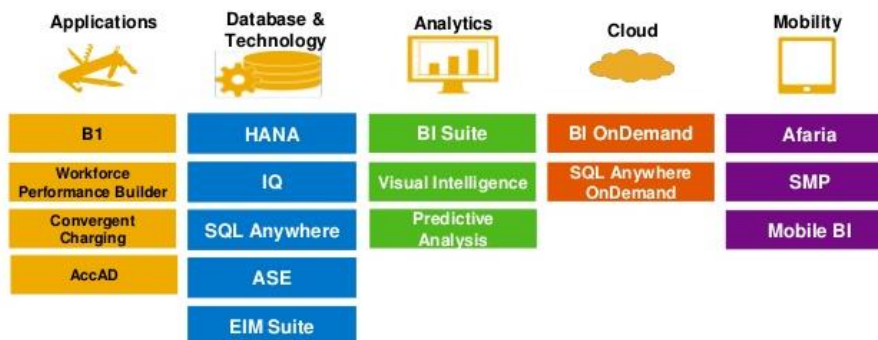
SAP je německá firma se sídlem ve Walldorfu a byla založena v roce 1972 pěti bývalými zaměstnanci IBM (Klaus Wellenreuther, Hans-Werner Hector, Klaus Tschira, Dietmar Hopp a Hasso Plattner) pod jménem „SAP Systemanalyse und Programmentwicklung“. SAP je lídrem na trhu podnikového aplikačního softwaru. Firma se zabývá konkrétně strojovým učením, internetem věcí a pokročilými analytickými technologiemi, které pomáhají podnikům a zákazníkům přeměnit se na továrny budoucnosti a inteligentní budovy.



Produkty společnosti se skládají převážně z ERP a Digital Core, cloudových a datových platforem, IoT a digitálních dodavatelských řetězců. Firma působí v oblastech pro energetiku a přírodní zdroje, finanční služby, spotřební průmysl, diskrétní průmyslová odvětví, odvětví služeb a veřejné služby.

Produkty a portfolio

Společnost SAP působí v několika segmentech, které jsou znázorněny na Obrázku 28. Segment aplikace, technologie a služby se zabývá prodejem softwarových licencí, předplatným cloudových aplikací a souvisejících služeb (především podpůrných služeb a různých profesionálních služeb, včetně i implementačních služeb svých softwarových produktů a vzdělávacích služeb).



Obrázek 28 SAP portfolio (Zdroj: <https://www.slideshare.net>)

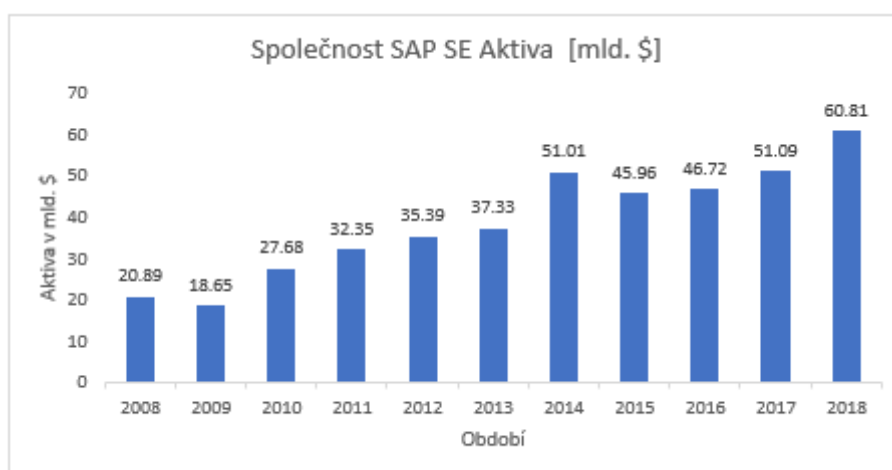
Mezi hlavní produkty společnosti SAP patří:

- SAP S/4HANA,
- SAP Cloud Platform,
- SAP ERP (Enterprise Resource Planning),
- SAP PLM (Product Lifecycle Management),
- SAP SCM (Supply Chain Management),
- SAP SRM (Supplier Relationship Management),
- Concur Expense,
- SAP Ariba Strategic Sourcing Suite,
- SAP Commerce Cloud.³⁶

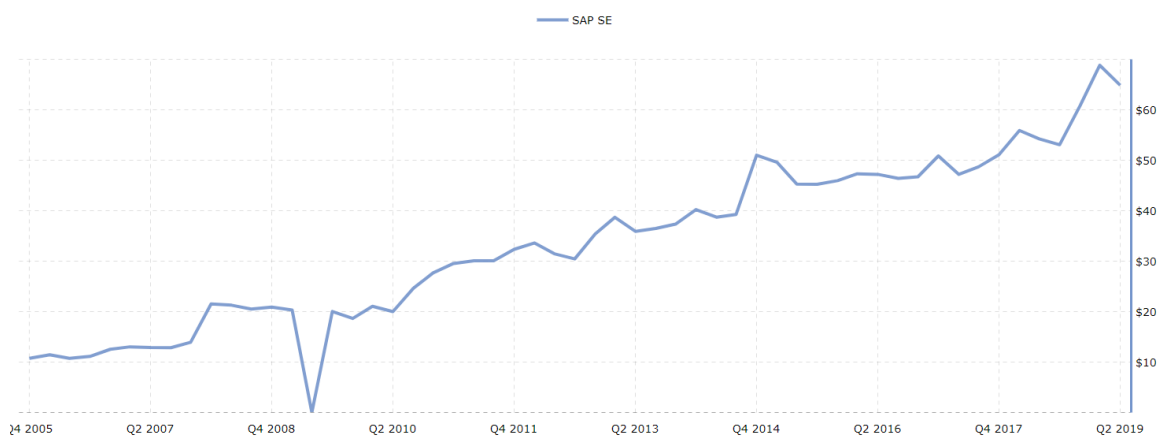
Finanční ukazatele společnosti SAP

Celková aktiva společnosti zobrazená v Grafu 1 na první pohled prošla dvěma stoupajícími vlnami. Po celou dobu od roku 2009 mírně rostla až do roku 2014, kdy nastal pokles odprodejem určitého kapitálu. A poté znovu růst až do současnosti. Pokud se zaměříme na podrobnější vývoj (Graf 2), tak aktiva jsou v mírném růstu až na prudký pokles zhruba v polovině roku 2019, způsobený zavedením povinné kapitalizace nákladů na pořízení v určitém cenovém rozmezí a špatnou situací na finančním trhu, kdy společnost zaznamenala strmý pokles akcií. Nejvyšší hodnota aktiv je zaznamenána na počátku roku 2019 a nejvyšším skokem je zaznamenán počátek a konec roku 2009, kdy ve společnosti došlo k úplnému odprodání aktiv.

³⁶ <https://www.sap.com/corporate/en/company.html>

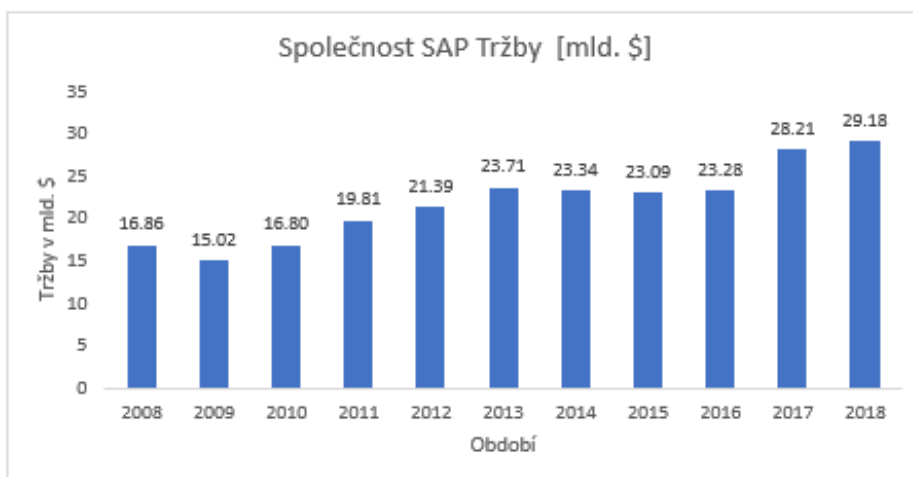


Graf 1 Vývoj aktiv společnosti SAP (Zdroj: Vlastní zpracování)

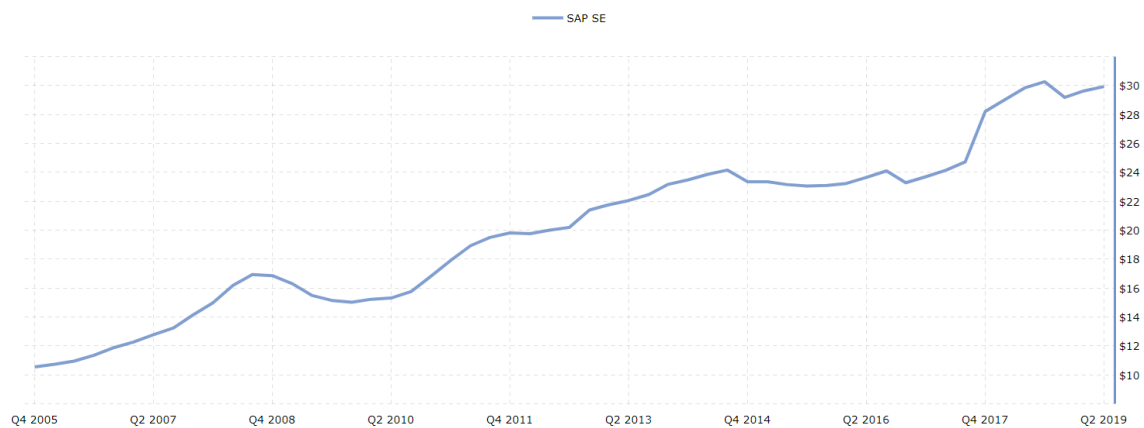


Graf 2 Kvartální vývoj aktiv společnosti SAP (Zdroj: MacroTrends)

Tržby měly stoupající tendenci od roku 2009, jak ukazuje Graf 3, a poté se držely okolo průměru 23 miliard dolarů. V podrobnějším sledovaném období (Graf 4) rostly do konce roku 2008, kdy došlo k nejvyššímu poklesu do počátku roku 2010. Roční příjem SAP SE tak za rok 2016 činil 23,28 miliardy dolarů, což je o 0,81 % více než v roce 2015. Od tohoto období jsou tržby v mírném růstu až k předposlednímu kvartálu roku 2017, kdy byl rapidní nárůst a roční příjem SAP SE za rok 2017 činil 28,205 miliardy dolarů a od roku 2016 vzrostl o 21,16 %. To bylo způsobené vyšší poptávkou a prodejem cloudových služeb. Průměrný roční nárůst se pohybuje mezi 6–7 %.



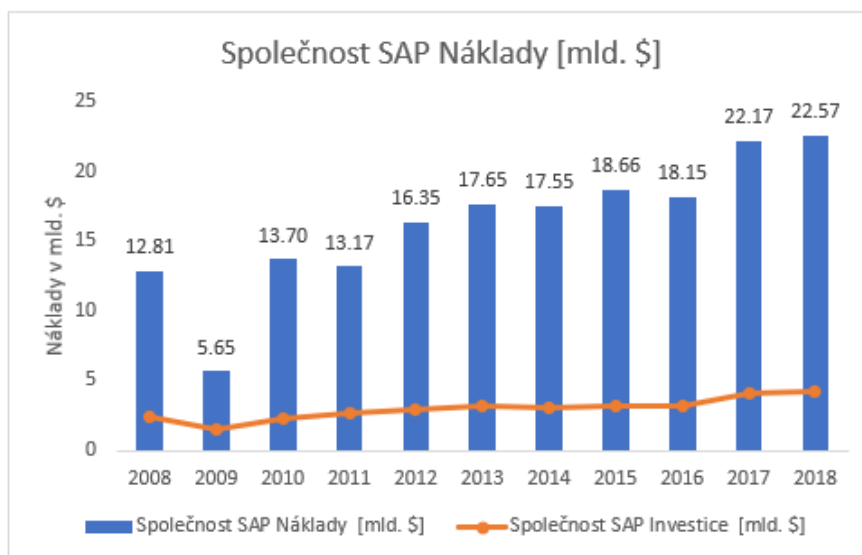
Graf 3 Vývoj tržeb společnosti SAP (Zdroj: Vlastní zpracování)



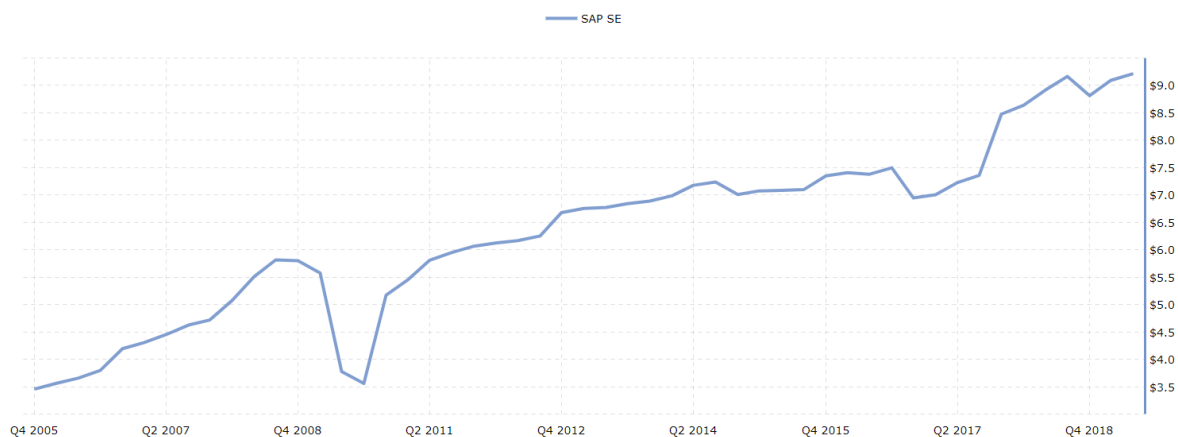
Graf 4 Kvartální vývoj tržeb společnosti SAP (Zdroj: MacroTrends)

Náklady společnosti SAP (Graf 6) se kvartálně pohybovaly přibližně po stejné linii jako tržby (Graf 4) bez větších výkyvů. Rostoucí tendence nastala od roku 2005 až do konce roku 2008. Dále na přelomu roku 2009 a 2010 je vidět prudký pokles a velmi nízké náklady oproti tržbám, což je způsobené nízkými až nulovými aktivy, kterými v té době společnost disponovala. Odprodejem většiny svých aktiv tak snížila náklady a zvýšila tržby. Další vývoj byl téměř totožný s tržbami tak, aby společnost udržovala přibližně zisk trojnásobku svých nákladů. Podrobný rozpis celkových nákladů je uveden v Tabulce 2.

Graf 5 znázorňuje poměr veškerých nákladů a nákladů na technologický výzkum a vývoj (strojové učení, IoT, cloudové systémy). Tyto náklady na výzkum a vývoj tvoří v každém roce průměrně 19 % veškerých nákladů (Tabulka 3).



Graf 5 Vývoj nákladů společnosti SAP (Zdroj: Vlastní zpracování)



Graf 6 Kvartální vývoj nákladů společnosti SAP (Zdroj: MacroTrends)

Finanční analýza [mld. \$]	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Tržby	16.9	15.0	16.8	19.8	21.4	23.7	23.3	23.1	23.3	28.2	29.2
EBT	4.1	9.4	3.1	6.6	5.0	6.1	5.8	4.4	5.1	6.0	6.6
Variabilní náklady	5.8	3.8	5.2	6.1	6.7	6.9	7.0	7.4	7.0	8.5	8.8
Náklady na výzkum a vývoj	2.4	1.5	2.3	2.7	3.0	3.2	3.1	3.2	3.2	4.0	4.3
Fixní náklady	4.6	0.3	6.2	4.4	6.7	7.6	7.4	8.1	8.0	9.7	9.5
Σ Celkové náklady	12.8	5.7	13.7	13.2	16.3	17.7	17.6	18.7	18.1	22.2	22.6

Tabulka 2 Rozpis nákladů společnosti SAP (Zdroj: Vlastní zpracování)

Průměr nákladů na rozvoj na celkové náklady [%]	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Ø
Podíl	19%	27%	17%	21%	18%	18%	18%	17%	18%	18%	19%	19%

Tabulka 3 Průměrná investice na výzkum a vývoj (Zdroj: Vlastní zpracování)

Společnost SAP byla zisková v průběhu celého sledovaného období. Toto postavení je způsobeno dlouholetou historií společnosti a neustálými inovacemi ve svém oboru. Pokud bude pokračovat stejným tempem během příštích let, je schopna tuto pozici udržet a vykazovat tak ještě vyšší zisk.

Finanční analýza	Zisk [mld. \$]											
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
EAT	2.84	9.08	2.41	4.79	3.72	4.58	4.36	3.40	3.83	4.88	4.83	
EBT	4.05	9.37	3.11	6.64	5.04	6.06	5.79	4.43	5.13	6.04	6.61	
EBIT	4.02	9.61	4.99	5.79	5.36	6.17	5.76	4.72	5.42	5.86	6.74	
EBITDA	4.83	9.94	5.70	6.72	6.50	7.48	7.10	6.15	6.76	7.39	8.35	
Daň (Tax)	1.21	0.29	0.70	1.85	1.32	1.48	1.44	1.03	1.30	1.17	1.79	
ROE	27%	31%	20%	31%	22%	23%	18%	14%	15%	17%	15%	
ROA	13%	17%	10%	16%	11%	12%	10%	7%	8%	10%	9%	
ROI	150%	110%	43%	28%	25%	24%	19%	14%	15%	17%	16%	

Tabulka 4 Finanční analýza společnosti SAP (Zdroj: Vlastní zpracování)

Z Tabulky 4 je patrné, že je společnost v celkovém zisku s nepatrnými výkyvy. Ukazatel ROE (rentabilita vlastního kapitálu) označuje, kolik čistého zisku připadá na jednu jednotku měny investovaného kapitálu, a je klíčový například pro investory. Z Tabulky 4 lze vidět, že ukazatel je od počátku sledovaného období střídatý, ale pořád se procentuálně snaží udržovat na 21 %.

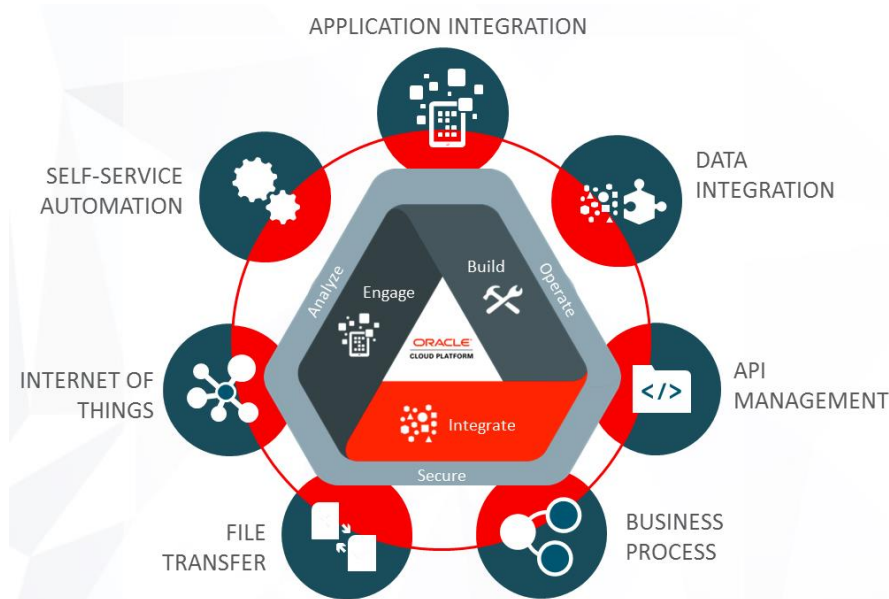
Oproti tomu ukazatel ROA (rentabilita aktiv) vypovídá o tom, jak firma efektivně hospodáří se svými aktivy. Zde se ukazatel drží průměrných 11 %. Posledním ukazatelem je ROI (návrtnost investice). V tabulce lze vidět, že v roce 2008 společnost úspěšně představila nový produkt, do kterého v minulosti investovala a postupně z něj několik let těžila. Poté byly investice zřejmě menší, a tudíž i návratnost.

5.2.2 Oracle Corporation

Oracle Corporation je společnost se sídlem ve Spojených státech, poskytující produkty a služby, které se zabývají prostředím podnikových informačních technologií, včetně aplikací, platform a infrastruktury. Mezi obchodní aktivity společnosti patří cloudový a on-premise software, hardware a služby. Její cloudové a on-premise softwarové podnikání se skládá ze tří segmentů, včetně cloudového softwaru a on-premise softwaru, který zahrnuje nabídky softwaru jako služby (SaaS) a platformy jako služby (PaaS). Dále nabízí cloudovou infrastrukturu jako službu (IaaS) a aktualizace softwarových licencí a podporu produktů. Jeho hardwarové podnikání se skládá ze dvou segmentů, včetně hardwarových produktů a hardwarové podpory. Dále společnost poskytuje služby zahrnující poradenské služby, služby podpory a vzdělávání.

Produkty a portfolio

Společnost Oracle Corporation působí v několika segmentech, které jsou znázorněny na Obrázku 29. Oracle Corporation je jedna z hlavních společností vyvíjejících relační databáze, nástroje pro vývoj a správu databází či customer relationship management (zkráceně CRM) systémů. Jednoslovný název „Oracle“ je systém řízení báze dat (Oracle database management system – DBMS), moderní multiplatformní databázový systém s velice pokročilými možnostmi zpracování dat, vysokým výkonem a snadnou škálovatelností.



Obrázek 29 Portfolio společnosti Oracle (Zdroj: <https://technology.amis.nl>)

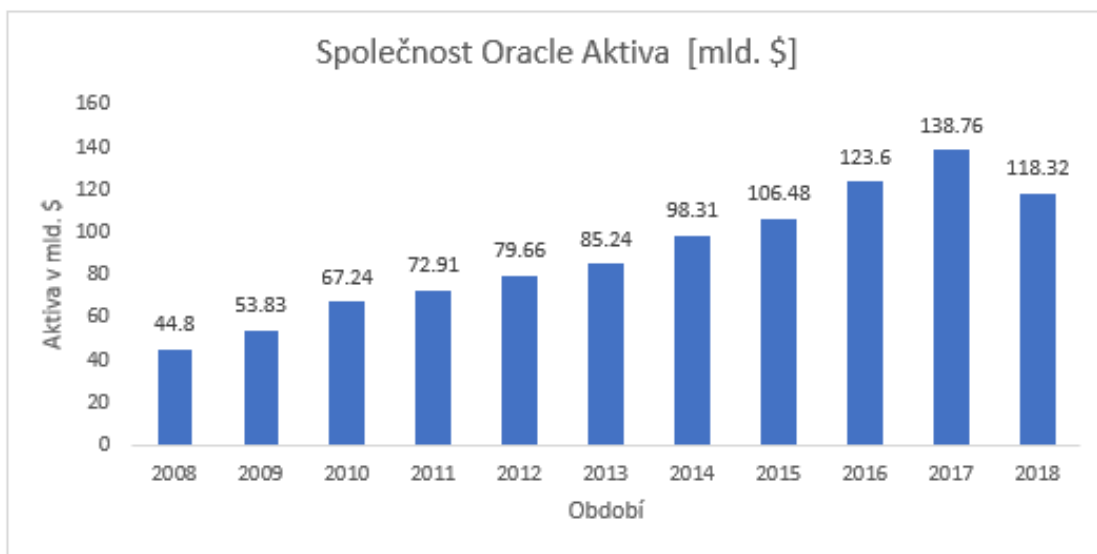
Segmenty, ve kterých společnost Oracle působí:

- Databases,
- Middleware,
- Applications,
- Enterprise management,
- Development software,

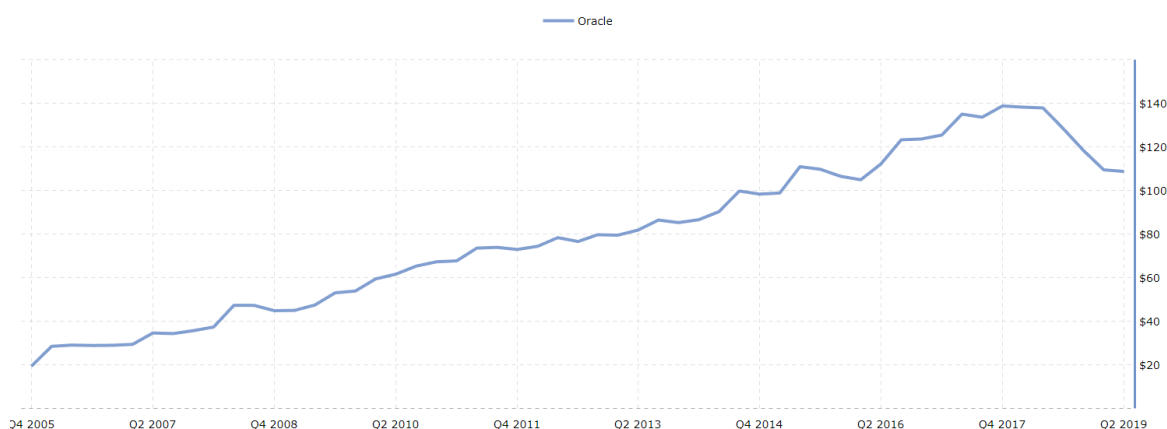
- File systems,
- Operating systems,
- Oracle Cloud.³⁷

5.2.2.1 Finanční ukazatele společnosti Oracle Corporation

Aktiva společnosti mají v průběhu 10 let postupnou rostoucí tendenci (Graf 7) s jediným poklesem na přelomu roku 2017 a 2018 o téměř 20 % oproti pozorovanému vývoji v přechozích letech. Tento pokles je způsoben odpisováním čtených aktiv společnosti Oracle o 100 % z důvodu změny daňového zákona.



Graf 7 Vývoj aktiv společnosti Oracle (Zdroj: Vlastní zpracování)

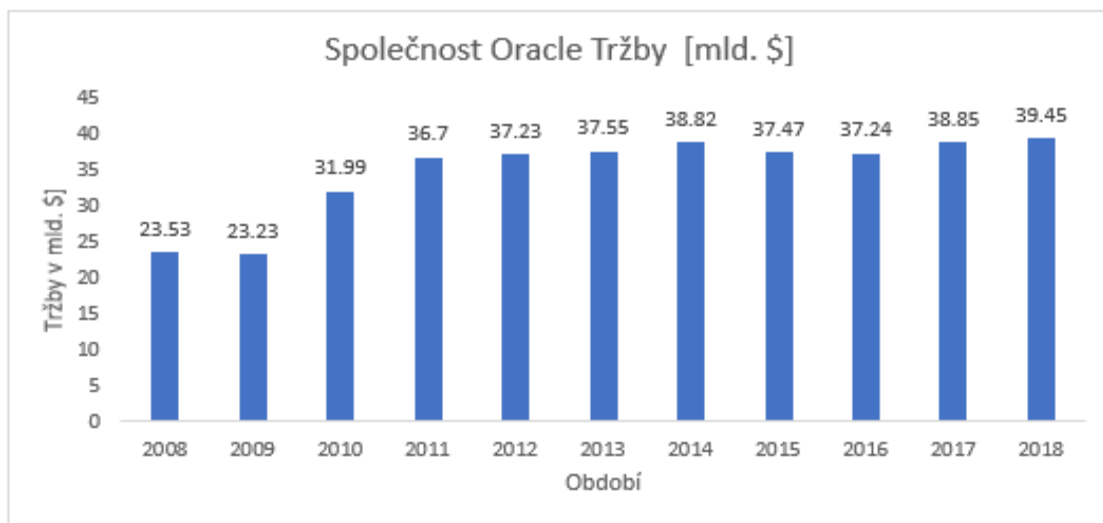


Graf 8 Kvartální vývoj aktiv společnosti Oracle (Zdroj: MacroTrends)

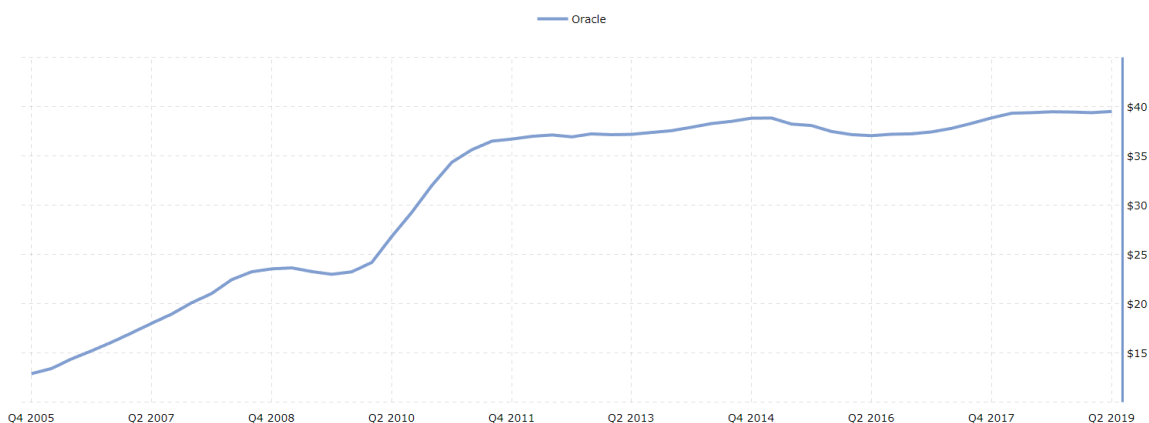
Tržby, které pozorujeme na Grafu 9, měly velký nárůst až ke konci roku 2011, kdy se pak růst pozastavil a držel se přibližně na 38 miliardách dolarů až do konce sledovaného období. Dále roční výnos společnosti Oracle za rok 2017 byl přibližně 37 miliard dolarů, což je o 2 % více než v roce 2016. Roční tržby společnosti Oracle za rok 2018 činily přibližně 39 miliard dolarů, což je o 4 % více než

³⁷ www.oracle.com

v roce 2017. Roční výnos společnosti Oracle za rok 2019 byl 39 miliard dolarů, což je o 0,31 % více než v roce 2018. Průměrný roční nárůst se pohybuje mezi 1 až 2 %.



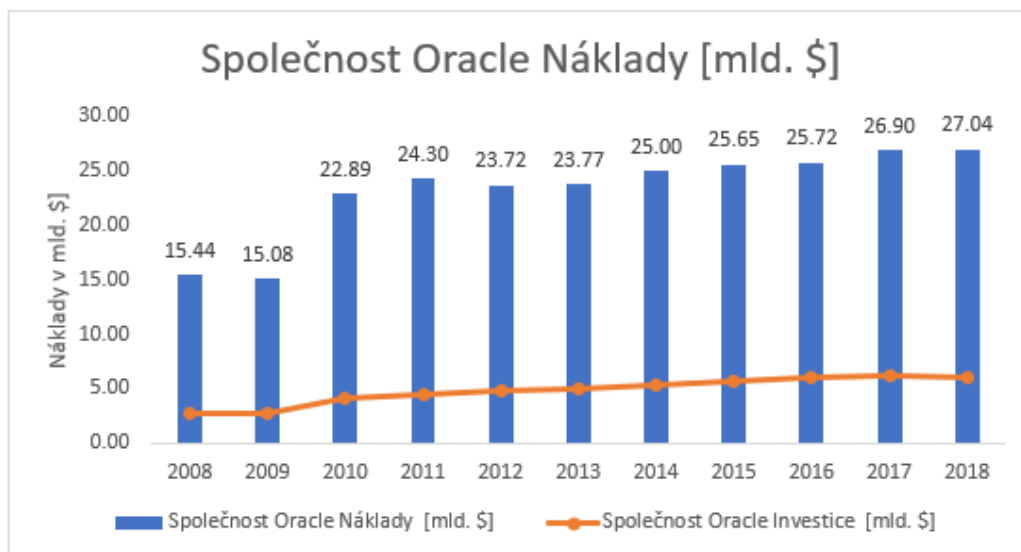
Graf 9 Vývoj tržeb společnosti Oracle (Zdroj: Vlastní zpracování)



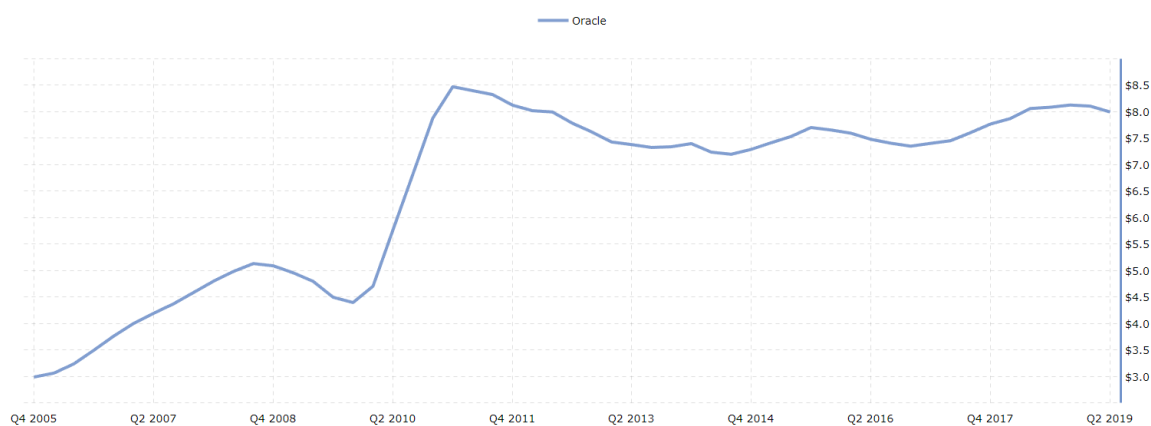
Graf 10 Kvartální vývoj tržeb společnosti Oracle (Zdroj: MacroTrends)

Kvartální náklady (Graf 10) společnosti Oracle se graficky pohybovaly přibližně stejně jako tržby (Graf 10) od počátku sledovaného období až do roku 2010, kdy byl dvojnásobný nárůst během jednoho roku. Tomu také odpovídají tržby společnosti, které měly nejvyšší růst za celou dobu její existence. Poté se společnost snažila náklady snížit a od prudkého nárůstu pozorujeme od počátku roku 2011 mírnou klesající tendenci až do roku 2014 a zároveň u tržeb mírnou rostoucí tendenci. Podrobný rozpis celkových nákladů ukazuje Tabulka 5.

Graf 11 znázorňuje opět poměr veškerých nákladů a nákladů na technologický výzkum a vývoj. Tyto náklady na výzkum tvoří v každém roce průměrně 20 % veškerých nákladů (Tabulka 3). I přesto, že v letech 2008 až 2009 byly skoro dvojnásobně nižší tržby, investice tvořila 18 %.



Graf 11 Vývoj nákladů společnosti Oracle (Zdroj: Vlastní zpracování)



Graf 12 Kvartální vývoj nákladů společnosti Oracle (Zdroj: MacroTrends)

Finanční analýza [mld. \$]	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Tržby	23.53	23.23	31.99	36.7	37.23	37.55	38.82	37.47	37.24	38.85	39.45
EBT	8.1	8.1	9.1	12.4	13.5	13.8	13.8	11.8	11.5	11.9	12.4
Variabilní náklady	5.1	4.4	7.9	8.1	7.6	7.3	7.3	7.7	7.4	7.8	8.1
Náklady na výzkum a vývoj	2.8	2.8	4.1	4.5	4.8	5.0	5.4	5.6	6.0	6.2	6.1
Fixní náklady	7.6	7.9	10.9	11.7	11.3	11.5	12.3	12.3	12.4	13.0	12.8
Σ Celkové náklady	15.4	15.1	22.9	24.3	23.7	23.8	25.0	25.6	25.7	26.9	27.0

Tabulka 5 Rozpis nákladů společnosti Oracle (Zdroj: Vlastní zpracování)

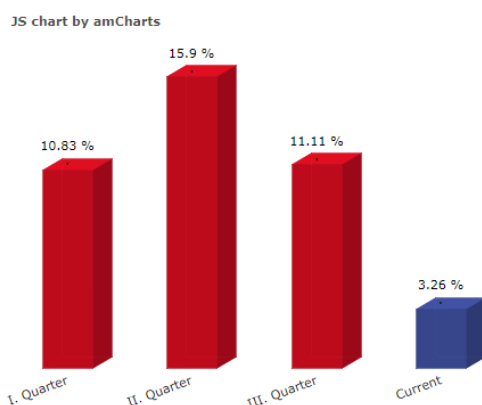
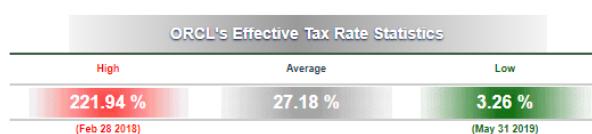
Průměr nákladů na rozvoj na celkové náklady [%]	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Ø
Podíl	18%	18%	18%	18%	20%	21%	21%	22%	23%	23%	22%	20%

Tabulka 6 Průměrná investice na výzkum a vývoj (Zdroj: Vlastní zpracování)

Z Tabulky 7 je patrné, že společnost je v pozorovaném období od roku 2008 až 2013 v rostoucím zisku. Poté nastal mírný pokles a v roce 2018 prudký pokles čistého zisku. Z tabulky lze vydedukovat, že tento pokles je způsoben obrovskými platbami za daně, které společnost snížila až v současném roce 2019. Úplný přehled vývoje daňového hospodaření je zobrazen v Grafu 13.

Finanční analýza	Zisk [mld. \$]										
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
EAT	5.75	5.80	6.78	9.36	10.56	11.05	10.90	9.20	8.82	9.95	3.83
EBT	8.09	8.15	9.10	12.40	13.51	13.78	13.83	11.83	11.52	11.95	12.41
EBIT	8.34	8.74	9.83	13.14	14.26	14.62	14.98	12.98	12.67	13.02	13.36
EBITDA	10.08	10.71	12.52	15.94	17.23	17.56	17.86	15.70	14.95	15.78	16.18
Daň (Tax)	2.34	2.35	2.32	3.04	2.95	2.73	2.93	2.63	2.70	2.00	8.59
ROE	25%	23%	21%	23%	24%	25%	23%	19%	18%	18%	9%
ROA	13%	12%	11%	13%	14%	13%	12%	9%	8%	7%	3%
ROI	26%	23%	22%	24%	24%	23%	20%	15%	14%	12%	14%

Tabulka 7 Finanční analýza společnosti Oracle (Zdroj: Vlastní zpracování)



Graf 13 Statistika daňových sazeb (Zdroj: www.csimarket.com)

Tento daňový propad byl způsoben obrovskou daňovou reformou v prosinci roku 2017, kterou prosadil současný prezident Donald Trump. Sazba daně z příjmu právnických osob v USA byla stanovena na 35 procent. Avšak díky různým výjimkám, úlevám a dalším možnostem, které daňový zákon nabízí, byla reálně daňová sazba přibližně na 22 procentech.

Ukazatel ROE se průměrně držel na 21 %, avšak opět k roku 2018 prudce klesl k 9 %, a to vzhledem k celkovému propadu zisku společnosti a poklesu akcií. Ukazatel ROA je kolem průměrných 10 %. V roce 2018, kdy byly sazby opravdu vysoké (Graf 13), se společnosti podařilo díky efektivní daňové sazbě svůj daňový index snížit na 3,26 % ve srovnání s předchozím čtvrtletím.

Posledním ukazatelem je ROI. V tabulce lze vidět, že průměrná návratnost investice je 20 %, což je pozitivní výsledek.

5.2.3 Microsoft

Microsoft Corporation je americká technologická společnost se sídlem v Redmondu ve státě Washington. Mezi hlavní segmenty společnosti patří vývoj, výroba, licencování a podpora produktů a služeb, které jsou spjaté především s počítači.



Mezi produkty společnosti patří operační systémy, aplikace pro produktivitu napříč zařízeními, serverové aplikace, aplikace podnikových řešení, nástroje pro správu desktopů a serverů, nástroje pro vývoj softwaru, videohry, školení a certifikace integrátorů a vývojářů počítačových systémů. Rovněž navrhuje, vyrábí a prodává zařízení, včetně osobních počítačů, tabletů, herních a zábavních konzolí, telefonů, dalších inteligentních zařízení a souvisejícího příslušenství, které se integrují do cloudových nabídek. Nabízí také řadu služeb, včetně cloudových řešení, které zákazníkům poskytují software, služby, platformy a obsah včetně podpory řešení a konzultačních služeb.

Produkty a portfolio

Segment produkce a obchodu společnosti nabízí produkty Office, Exchange, SharePoint, Microsoft Teams, Office 365 Security and Compliance a Skype for Business, jakož i související licence pro klientský přístup k aplikaci Skype, Outlook.com a OneDrive. Poskytuje také LinkedIn, Dynamics 365, soubor cloudových a lokálních podnikových řešení pro malé a střední podniky, velké organizace a divize podniků. Segment Inteligentní cloud společnosti poskytuje licence na servery SQL a Windows, Visual Studio, System Center a související licence CAL a GitHub, který poskytuje platformu pro spolupráci a hostování kódů pro vývojáře. Nabízí také servisní a poradenské služby, které pomáhají zákazníkům při vývoji, nasazení a správě serverových a desktopových řešení společnosti Microsoft včetně školení a certifikace vývojářů a odborníků v oblasti IT pro různé produkty společnosti Microsoft.³⁸

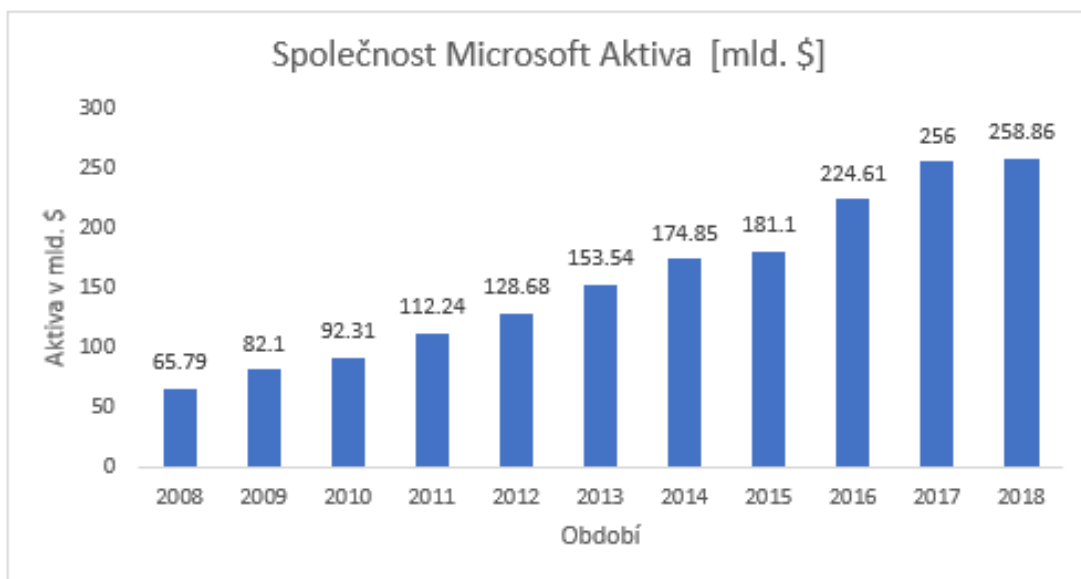


Obrázek 30 Portfolio společnosti Microsoft (Zdroj: <https://alotrip.com>)

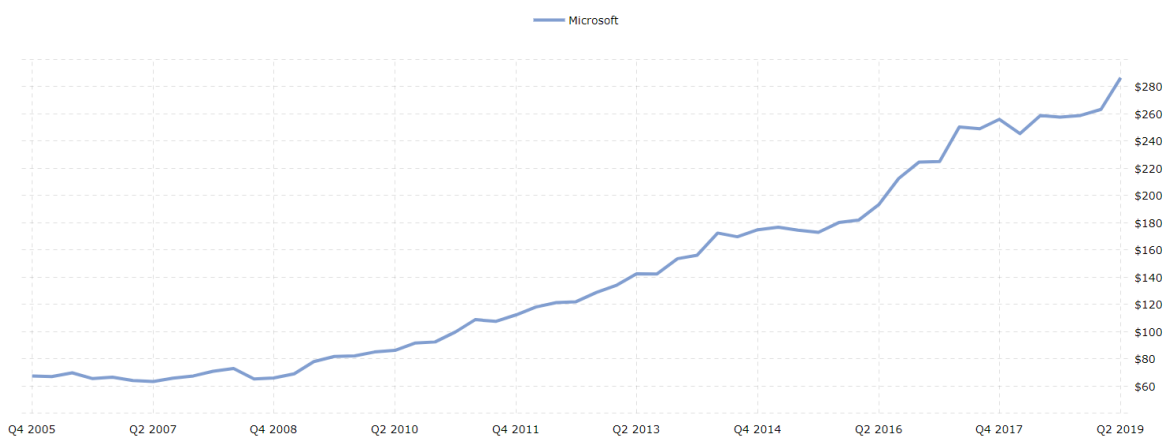
³⁸ <https://www.microsoft.com/fr-be/>

Finanční ukazatele společnosti Microsoft

Aktiva společnosti (Graf 14) mají vyšší růstovou tendenci každým rokem. V podrobnějším kvartálním přehledu je lehká kolísavost mezi jednotlivými obdobími a nejvyšší růst je zaznamenán od konce roku 2011. Celková aktiva společnosti Microsoft za rok 2017 činila 250 miliard dolarů, což je o 29 % více než v roce 2016. Za rok 2018 to bylo téměř 260 miliard dolarů a o 3,4 % více než v roce 2017. Celková aktiva společnosti Microsoft za čtvrtletí končící 30. června 2019 činila okolo 286 miliard dolarů, což je meziroční nárůst o téměř 11 %.

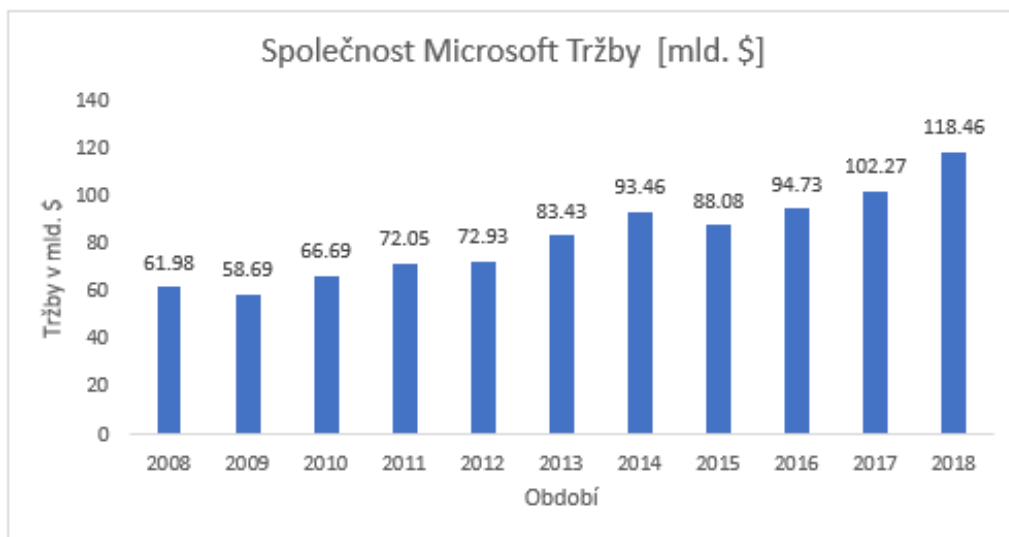


Graf 14 Vývoj aktiv společnosti Microsoft (Zdroj: Vlastní zpracování)

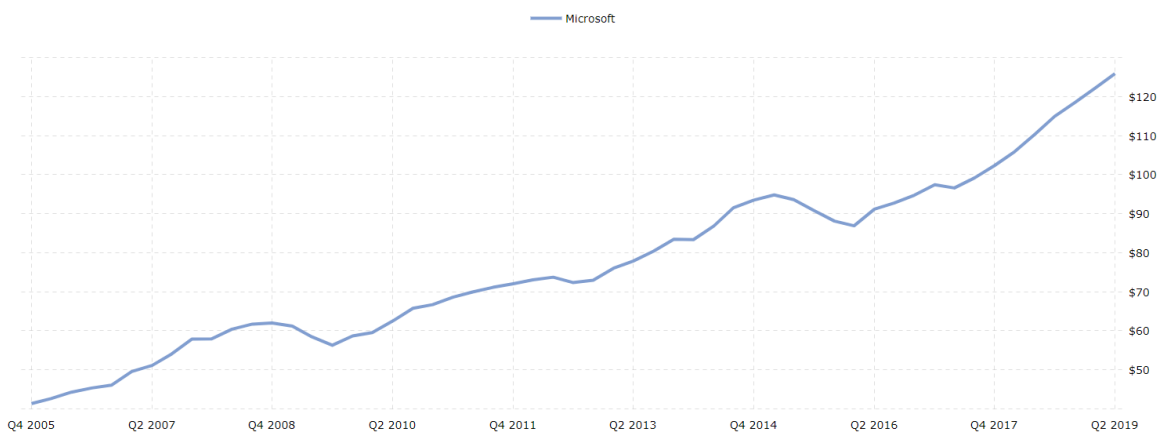


Graf 15 Kvartální vývoj aktiv společnosti Microsoft (Zdroj: MacroTrends)

Tržby v průběhu sledovaného období měly střídavou tendenci (Graf 16). Nejvyšší body jsou zaznamenané v letech 2014 a o 4 roky později v roce 2018. Roční příjem společnosti Microsoft za rok 2017 byl 96,5 miliardy dolarů, což je o 5,94 % více než v roce 2016. Za rok 2018 činil příjem 110 miliard dolarů, tudíž o více než 14 % více než v roce 2017. Příjmy společnosti Microsoft za dvanáct měsíců končících 30. června 2019 byly téměř 126 miliard dolarů, což je meziroční nárůst o 14,03 %.

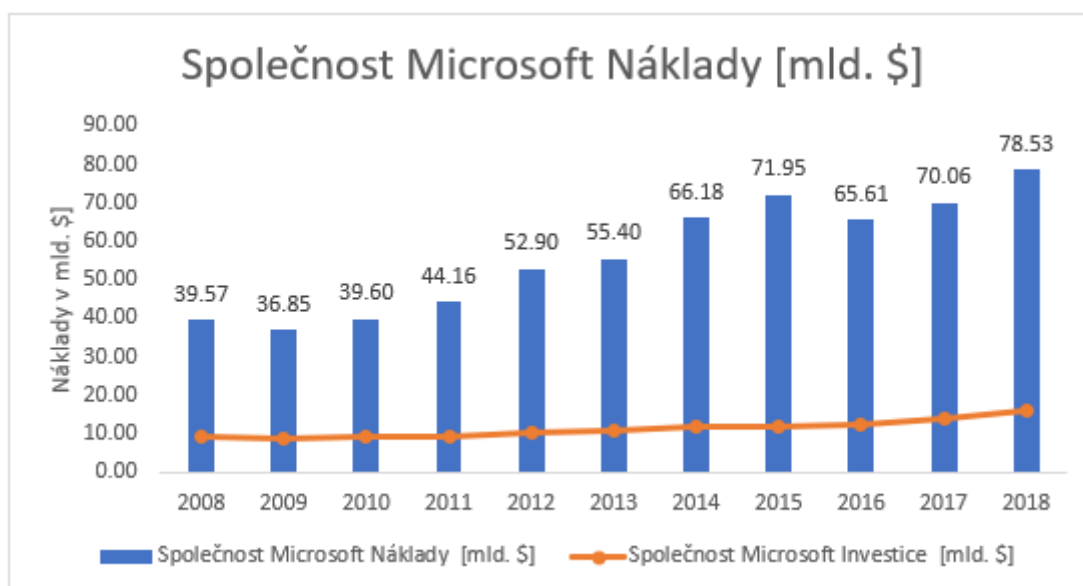


Graf 16 Vývoj tržeb společnosti Microsoft (Zdroj: Vlastní zpracování)



Graf 17 Kvartální vývoj tržeb společnosti Microsoft (Zdroj: MacroTrends)

Náklady společnosti Microsoft (Graf 18) se graficky pohybovaly stejně jako tržby (Graf 16) od počátku sledovaného období až do konce se stejnými výkyvy a s největšími náklady v letech 2014 a 2018. Z těch to nákladů téměř jednu čtvrtinu tvořily náklady na výzkum a vývoj, které můžeme pozorovat v podrobné Tabulce 9.



Graf 18 Vývoj nákladů společnosti Microsoft (Zdroj: Vlastní zpracování)

Finanční analýza [mld. \$]	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Tržby	61.98	58.69	66.69	72.05	72.93	83.43	93.46	88.08	94.73	102.27	118.46
EBT	22.4	21.8	27.1	27.9	20.0	28.0	27.3	16.1	29.1	32.2	39.9
Variabilní náklady	12.1	11.9	13.9	17.0	18.0	24.0	32.0	31.7	33.5	35.9	41.3
Náklady na výzkum a vývoj	9.0	8.6	9.0	9.4	10.1	10.9	11.8	11.9	12.3	14.0	15.7
Fixní náklady	18.4	16.4	16.8	17.8	24.8	20.5	22.3	28.3	19.9	20.3	21.5
Σ Celkové náklady	39.6	36.9	39.6	44.2	52.9	55.4	66.2	72.0	65.6	70.1	78.5

Tabulka 8 Rozpis nákladů společnosti Microsoft (Zdroj: Vlastní zpracování)

Průměr nákladů na rozvoj na celkové náklady [%]	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Ø
Podíl	23%	23%	23%	21%	19%	20%	18%	17%	19%	20%	20%	20%

Tabulka 9 Průměrná investice na výzkum a vývoj (Zdroj: Vlastní zpracování)

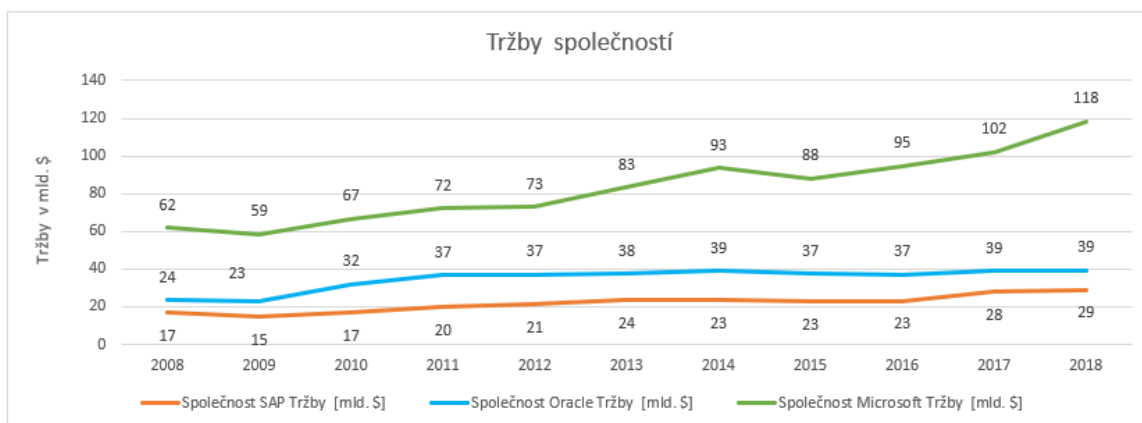
Z Tabulky 10 je patrné, že čistý zisk společnosti hodně kolísá. Velký výkyv byl zaznamenán v roce 2017, kdy byl na daních zaplacen trojnásobek průměrného odvodu. Ukazatel ROE se průměrně drží kolem 31–32 %, což je v optimu, a v současnosti roste. Ukazatel ROA je kolem průměrných 15 %, s nejnižšími hodnotami v letech 2015 a 2017. Hodnoty vykazují i tak zdravý finanční podnik. Posledním ukazatelem je ROI. V tabulce lze vidět, že návratnost se drží kolem 31 %, což je velmi dobrý výsledek.

Finanční analýza	Zisk [mld. \$]										
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
EAT	17.23	16.26	20.57	23.47	15.46	22.82	20.68	11.71	22.55	13.83	33.54
EBT	22.41	21.84	27.09	27.89	20.03	28.03	27.28	16.13	29.12	32.21	39.93
EBIT	21.91	21.42	26.38	27.08	19.65	27.99	27.08	16.36	28.88	30.79	38.88
EBITDA	24.26	24.03	29.15	29.89	29.12	32.24	33.02	29.87	37.11	40.62	49.94
Daň (Tax)	5.18	5.58	6.52	4.42	4.57	5.21	6.60	4.42	6.57	18.38	6.39
ROE	49%	40%	44%	40%	22%	28%	23%	14%	32%	17%	39%
ROA	25%	21%	23%	22%	13%	16%	12%	7%	11%	6%	13%
ROI	X	63%	49%	38%	25%	29%	25%	15%	24%	19%	24%

Tabulka 10 Finanční analýza společnosti Microsoft (Zdroj: Vlastní zpracování)

5.3 Porovnání společností

Porovnáme-li tržby všech společností (Graf 19), nejvyšší obrat po celou dobu generuje Microsoft. Za ním s trojnásobně nižšími tržbami je společnost Oracle a s nejnižšími společnost SAP, u nichž se průměrné tržby pohybovaly okolo 22 (SAP) až 35 miliard dolarů (Oracle). Pro naprosto přesné srovnání slouží Tabulka 11 s výší výdělku na jednoho zaměstnance firmy ke konci fiskálního roku 2018. Z tabulky vidíme, že vedoucí místo stále zaujímá Microsoft, ale co se týče přepočtu zaměstnanců na tržby, na druhém místě je SAP a za ním následuje Oracle.

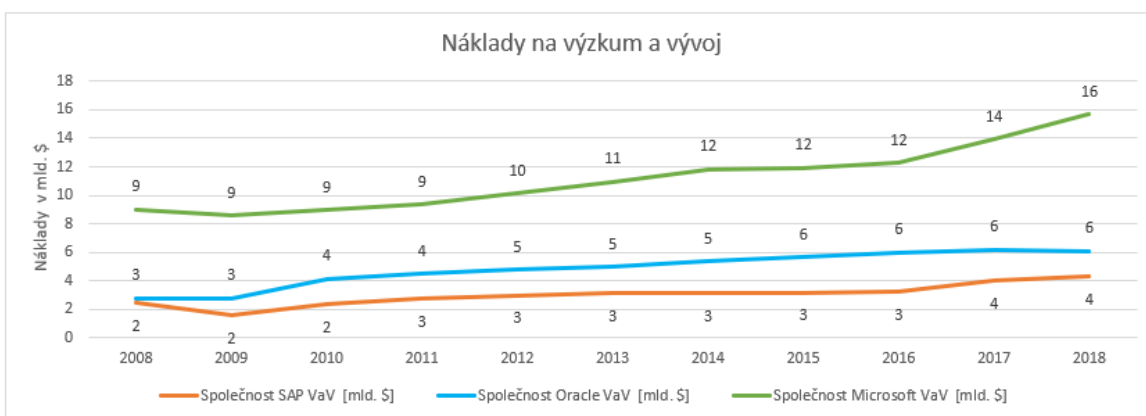


Graf 19 Porovnání tržeb společností (Zdroj: Vlastní zpracování)

Finanční analýza	Počet zaměstnanců	Tržby 2018 [\$]	Tržby na jednoho zaměstnance [\$]
SAP	96 498	29 000 000 000	300 524
ORACLE	137 000	39 450 000 000	287 956
Microsoft	144 106	118 460 000 000	822 034

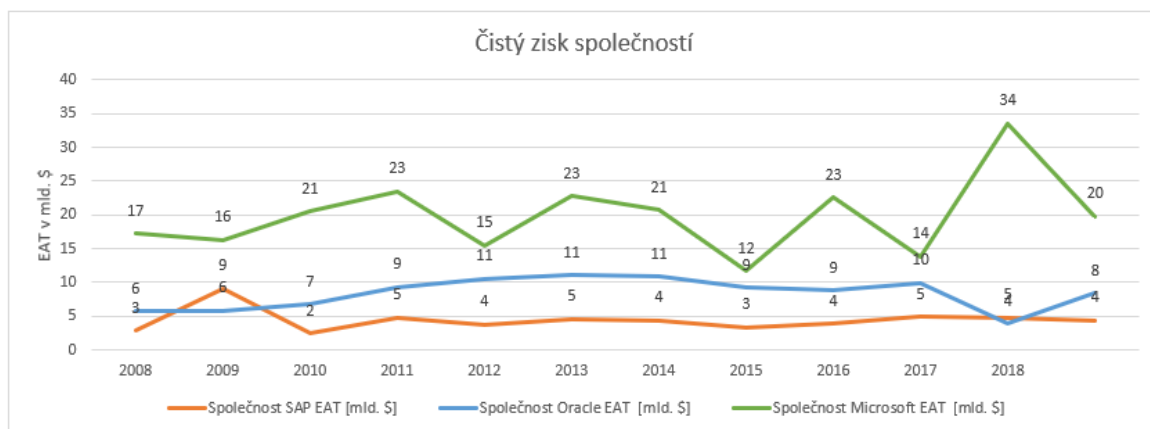
Tabulka 11 Tržby na jednoho zaměstnance (Zdroj: Vlastní zpracování)

Sledované společnosti a jejich investice ukazuje Graf 20. U společnosti Microsoft můžeme pozorovat investici na vývoj a výzkum dle aktuálních tržeb – pokud rostou tržby, rostou i jejich investice, a i při mírném poklesu udrželi výši investice jako v předchozím roce. Společnost Oracle je na tom obdobně, pouze v menších číslech, průměrná investice je zde 5 miliard dolarů ročně. Společnost SAP se i přes výkyvy a růsty snažila udržet jednotnou částku v průměru 3 miliard dolarů.



Graf 20 Porovnání investic společností (Zdroj: Vlastní zpracování)

V Grafu 21 vidíme porovnání společností na základě čistého zisku. U společnosti Microsoft jsou značně viditelné příjmové skoky, které jsou způsobeny odvodem daní. Jelikož Microsoft a Oracle jsou americké firmy, týkala se jich na konci roku 2018 daňová reforma, která viditelně zasáhla do jejich příjmů, jak můžeme vidět v grafu. Společnost SAP se drží po dobu sledovaného období na průměru necelých 4,5 miliardy dolarů, jak ukazuje Tabulka 12.



Graf 21 Porovnání čistého zisku společností (Zdroj: Vlastní zpracování)

Finanční analýza	Zisk [mld. \$]											
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Průměrný zisk [mld. \$]
SAP	2.84	9.08	2.41	4.79	3.72	4.58	4.36	3.40	3.83	4.88	4.83	4.43
Oracle	5.75	5.80	6.78	9.36	10.56	11.05	10.90	9.20	8.82	9.95	3.83	8.36
Microsoft	17.23	16.26	20.57	23.47	15.46	22.82	20.68	11.71	22.55	13.83	33.54	19.83

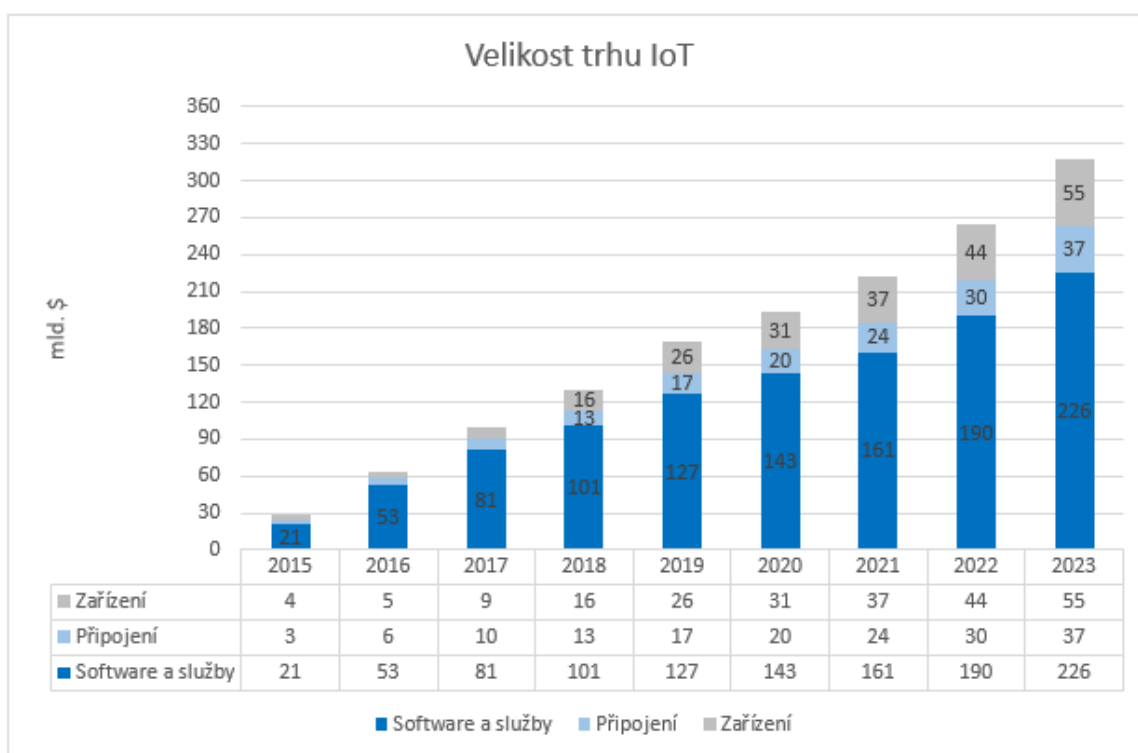
Tabulka 12 Čistý zisk společností (Zdroj: Vlastní zpracování)

6 Prognóza vývoje

Tato kapitola se zabývá prognózou vývoje technického trhu, vývoje jednotlivých společností a vývoje trhu IoT. Vytvoření této části práce bylo obzvláště náročné vzhledem k obecné absenci relevantních dat způsobené krátkým působením oblasti IoT na trhu. Prognózy jsou vytvořeny na základě historických dat dostupných z více ověřených zdrojů, kde autoři blíže nespécifikovali způsoby výpočtu dat (GlobalData, TIC, MacroTrends,) a výročních zpráv společností. Ke zpracování těchto dat došlo na základě požadavků firmy Siemens s.r.o. pro účely vizualizace možné velikosti a směru trhu. Tato data jsou časové řady absolutních ukazatelů v níže uvedených prognózách a jsou to konkrétně tržby. K jejich vyrovnání u prognózy IoT je použita funkce lineární, jelikož absolutní přírůstky tržeb jsou přibližně konstantní a předpokládá se i obdobný vývoj. U prognóz jednotlivých společností je použita funkce lineární a funkce exponenciálního vyrovnávání, kdy je vyrovnání hodnoty v časovém bodě založeno na všech dostupných minulých hodnotách. Pro odhad parametrů se používá vážená metoda nejmenších čtverců, kdy váhy exponenciálně klesají směrem do minulosti.

6.1 Prognóza vývoje trhu IoT

Globální trh s technologií internetu věcí, který se skládá ze softwaru, služeb, připojených uživatelů a zařízení, dosáhl v roce 2018 přibližně 130 miliard dolarů. Na základě dat a analýz poskytnutých společností Global Data se do roku 2023 má dosáhnout 318 miliard dolarů při složené roční míře růstu (CAGR) 20 %.³⁹



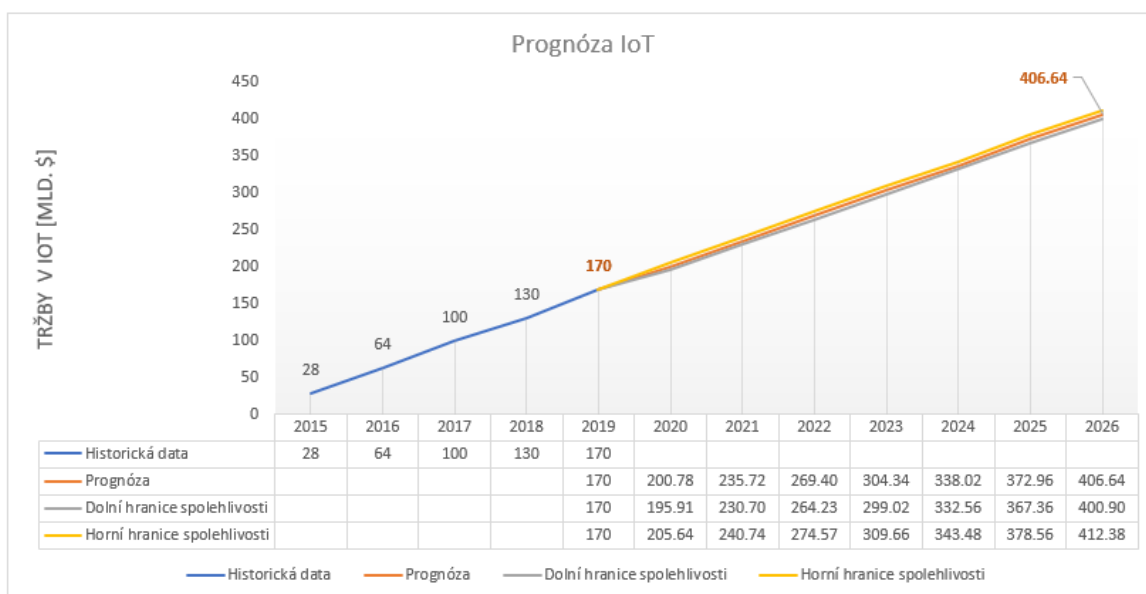
Obrázek 31 Celosvětové tržby technického segmentu (Zdroj: Vlastní zpracování)

³⁹ <https://www.globaldata.com/>

Zatímco software a služby do konce období stále jednoznačně vedou k výnosům, tempo růstu od roku 2018 do roku 2023 je mírně vyšší u připojení a zařízení, protože nové služby LPWAN a 5G a nárůst hraničních výpočtů povedou k vyšším výnosům.

Společnosti začínají používat IoT nejen pro kontrolu nákladů nebo zvýšení produktivity a provozu, ale spolu s implementací vidí další příležitosti k využití – například technologie, jako je rozšířená a virtuální realita, strojové učení a umělá inteligence (AI). Postupně se tedy mění způsob, jakým společnosti využívají IoT, s cílem nejen zlepšit své současné produkty a procesy, ale také vytvářet nové příjmy prostřednictvím vývoje svých vlastních nových produktů a služeb. S tímto vývojem souvisí porovnání aktuálního roku 2019 s odhadem na rok 2023, kdy se mají zařízení spolu se softwarem více jak zdvojnásobit.

Na základě údajů od GlobaData a TIC byla vytvořena prognóza (Graf 22) pomocí lineární regrese, která představuje vyjádření hodnot přímkou metodou nejmenších čtverců. Pro přesnost prognózy byl použit 95% interval spolehlivosti. Vidíme tedy, že v roce 2026 by tržby měly dosáhnout hranice okolo 407 miliard dolarů.



Graf 22 Prognóza vývoje trhu IoT (Zdroj: Vlastní zpracování)

Oproti tomu vynaložené výdaje jsou ale zatím mnohem větší. Dle nejnovějších dat IDC a prediktivního vývoje celosvětových výdajů na internet věcí se předpokládá dosažení částky ve výši 745 miliard dolarů v roce 2019, což je nárůst o 15,4 % oproti 646 miliardám dolarů vynaloženým v roce 2018. Společnost IDC také odhaduje, že v roce 2022 celosvětové výdaje na internet věcí překročí hranici 1 bilionu dolarů.

Po globální implementaci IoT a celkovém přijetí této technologie napříč všemi segmenty je pozorovatelné, že výsledná data z chytrých zařízeních velmi zefektivňují chod podnikových, ale i obchodních procesů. Odvětví, u nichž se očekává, že v roce 2020 nejvíce utratí za řešení IoT, je **diskrétní výroba** (119 miliard USD). Výrobní prostředí je zde charakterizováno samostatně oddělenou výrobní jednotkou s více produkty, které jsou často přepínány z výroby jednoho výrobku na druhý na základě objednávek a jednotlivých šarží. Dále pak výrobní **proces** (78 miliard USD), což je proces,

kde jsou vstupy přeměněny na výstupy = výrobky, **doprava** (71 miliard USD) a **veřejné služby** (61 miliard USD).⁴⁰ Dle IDC půjde v dopravě více než polovina výdajů na internet na sledování nákladu a následně na správu vozového parku. Výdaje na internet věcí v odvětví veřejných služeb budou dominovat inteligentní sítě pro elektřinu, plyn a vodu. Odvětvími, která uvidí nejrychlejší složené roční míry růstu (CAGR) za pětileté předpovědní období, jsou pojištění (17,1 %), federální nebo ústřední vláda (16,1 %) a zdravotnictví (15,4 %).

Marcus Torchia, ředitel výzkumu společnosti Customer Insights & Analysis, zmínil ve své výroční zprávě, že hlavní případy použití internetu věcí pro spotřebitele budou souviset s inteligentním domovem. Případy použití internetu věcí, které v roce 2019 dosáhly nejvyšší úrovně investic, jsou výrobní procesy (100 miliard USD), správa výrobních aktiv (44,2 miliardy USD), inteligentní dům (44,1 miliardy USD) a sledování nákladu (41,7 miliardy USD).⁴¹

6.2 Prognóza vývoje společností

U jednotlivých společností jsou použita dostupná data, která byla již podrobně zmíněna a popsána v předchozích kapitolách. Jedná se o okamžikové časové řady⁴², jejichž finální číslice je dána koncem fiskálního roku společnosti. Přesně se jedná o pozorovací období s počátečním rokem 2008 a konečným rokem 2018. Vzhledem k stoupajícímu vývoji je vytvářena prognóza přibližně na 4 až 5 let, aby nebyly výsledky příliš nadhodnoceny. Není vhodné používat delší časová rozmezí vzhledem k tomu, že v dnešní době je vše velmi rychlé a neustále se vyvíjející, výsledek by pak nebyl směrodatný. Totéž platí i u rozhodovacích a plánovacích procesů firem.

Pro úplné pochopení jednotlivých výsledných hodnot jsou níže popsány a vytvořeny grafy, které vizualizují výpočty prognóz. U každé společnosti jsou tyto grafy tři, přičemž první graf zachycuje lineární vývoj tržeb, jehož hodnoty jsou předpovídány na základě lineární regrese. Druhý graf zachycuje vývoj na základě algoritmu exponenciálního vyrovnávání. Při této metodě je vyrovnání hodnoty v časovém bodě (např. rok 2008) založeno na všech dostupných minulých hodnotách. Třetí graf zobrazuje tyto dvě zmíněné metody a přidává jejich průměrný vývoj.

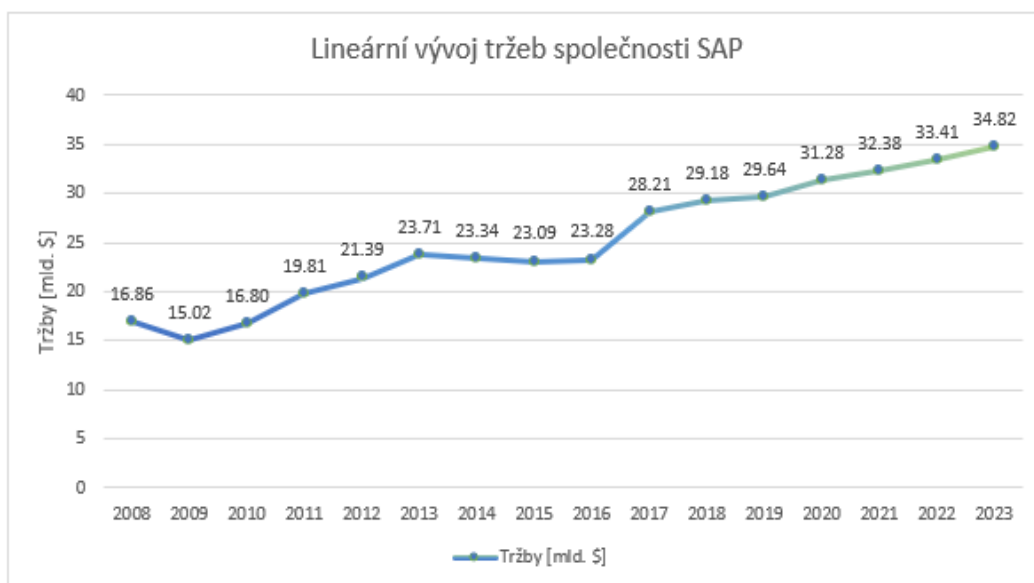
⁴⁰ <https://www.i-scoop.eu/iot-2019-spending/>

⁴¹ <https://www.idc.com/>

⁴² Časová řada okamžiková: příslušný ukazatel udává, kolik jevů existuje v daném časovém okamžiku

6.2.1 SAP

Tržby společnosti za předpokladu lineárního růstu dosáhnou hodnoty 34,82 miliardy amerických dolarů v horizontu 5 let. Přibližně tedy 19,22% nárůst oproti roku 2018.

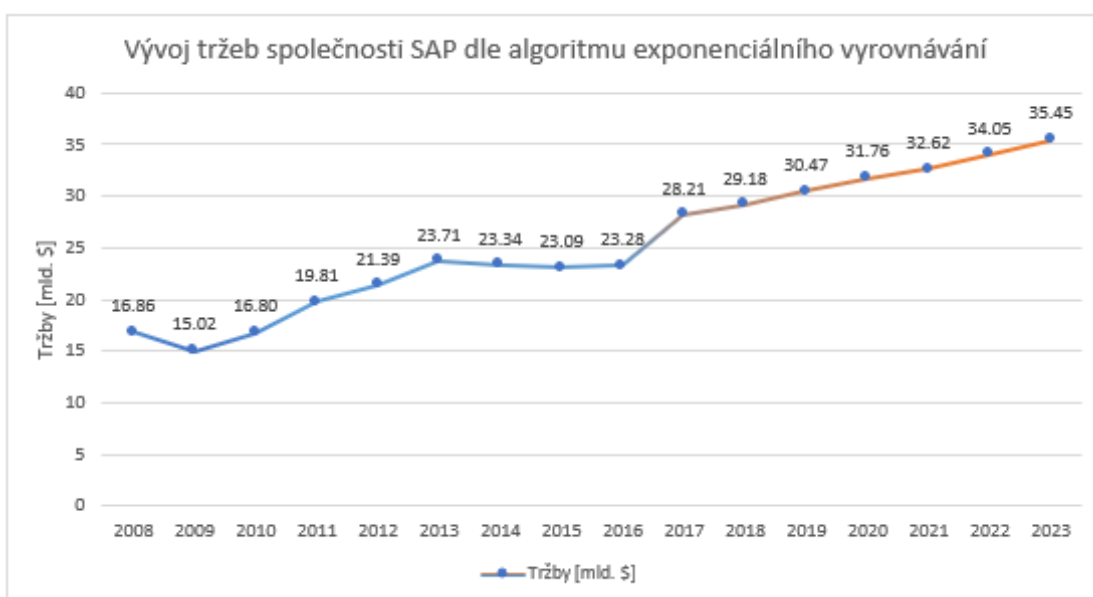


Graf 23 Lineární vývoj tržeb společnosti SAP (Zdroj: Vlastní zpracování)

FORECAST LINEAR																
Rok	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Tržby [mld. \$]	16.86	15.02	16.80	19.81	21.39	23.71	23.34	23.09	23.28	28.21	29.18	29.64	31.28	32.38	33.41	34.82

Tabulka 13 Výpočet lineární prognózy společnosti SAP (Zdroj: Vlastní zpracování)

Prognóza vývoje tržeb dle exponenciálního vyrovnání je mírně vyšší než předchozí hodnota. Konkrétně tedy v roce 2023 by společnost měla dosáhnout 35,45 miliardy amerických dolarů. Jedná se o 21,49% nárůst oproti roku 2018.

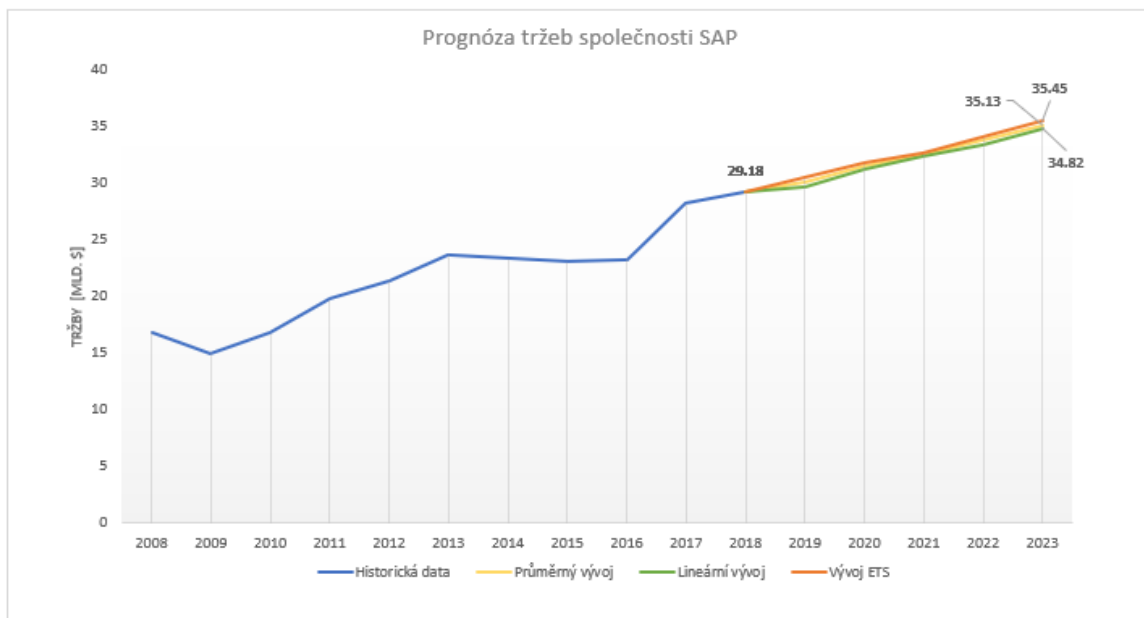


Graf 24 Vývoj tržeb společnosti SAP dle ETS (Zdroj: Vlastní zpracování)

FORECAST ETS																
Rok	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Tržby [mld. \$]	16.86	15.02	16.80	19.81	21.39	23.71	23.34	23.09	23.28	28.21	29.18	30.47	31.76	32.62	34.05	35.45

Tabulka 14 Výpočet algoritmu dle ETS prognózy společnosti SAP (Zdroj: Vlastní zpracování)

Poslední graf se týká celkového srovnání použitých metod a průměrného vývoje. Do roku 2023 dojde dle prognózy k průměrné hodnotě 35,13 miliardy americký dolarů, což je zvýšení o 20,4 % oproti roku 2018.



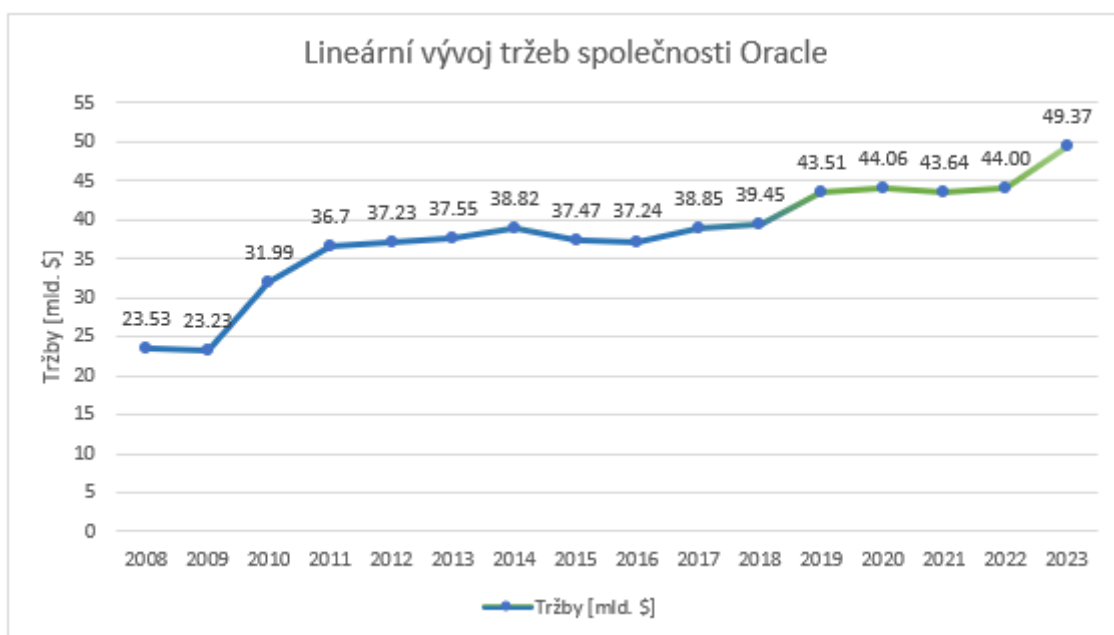
Graf 25 Porovnání prognózy společnosti SAP (Zdroj: Vlastní zpracování)

Prognóza (Tržby)																
Rok	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Tržby LINEAR [mld. \$]	16.86	15.02	16.80	19.81	21.39	23.71	23.34	23.09	23.28	28.21	29.18	29.64	31.28	32.38	33.41	34.82
Tržby ETS [mld. \$]	16.86	15.02	16.80	19.81	21.39	23.71	23.34	23.09	23.28	28.21	29.18	30.47	31.76	32.62	34.05	35.45
Tržby Ø [mld. \$]	16.86	15.02	16.80	19.81	21.39	23.71	23.34	23.09	23.28	28.21	29.18	30.06	31.52	32.50	33.73	35.13

Tabulka 15 Souhrn dat pro prognózu vývoje tržeb (Zdroj: Vlastní zpracování)

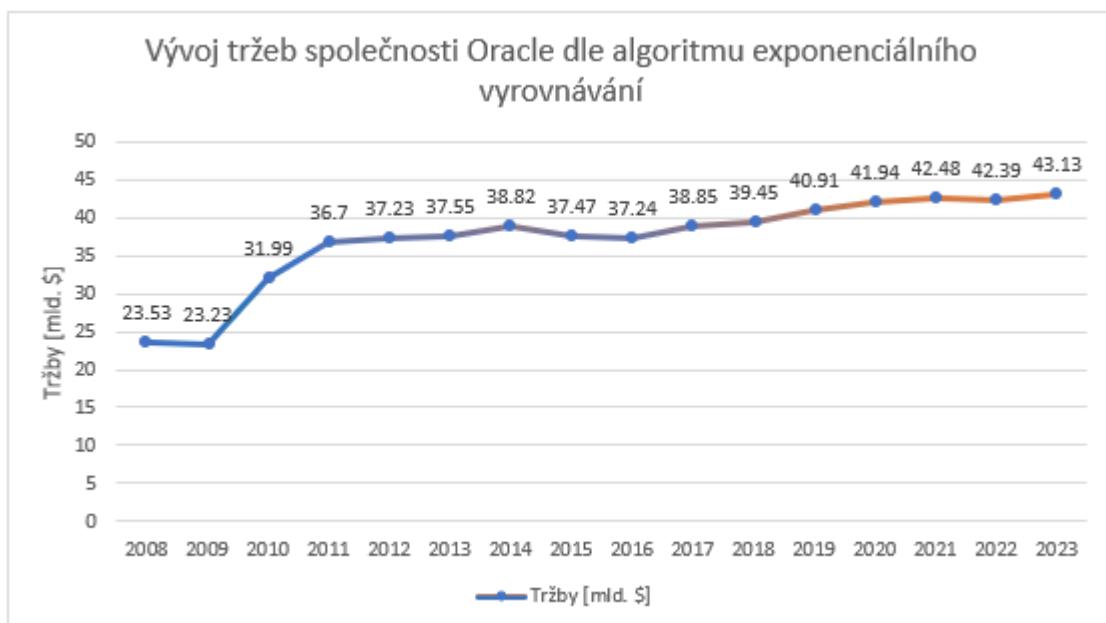
6.2.2 Oracle

Tržby společnosti za předpokladu lineárního růstu dosáhnou hodnoty 49,37 miliardy amerických dolarů v horizontu 5 let. Přibližně jde tedy 25% nárůst oproti roku 2018.



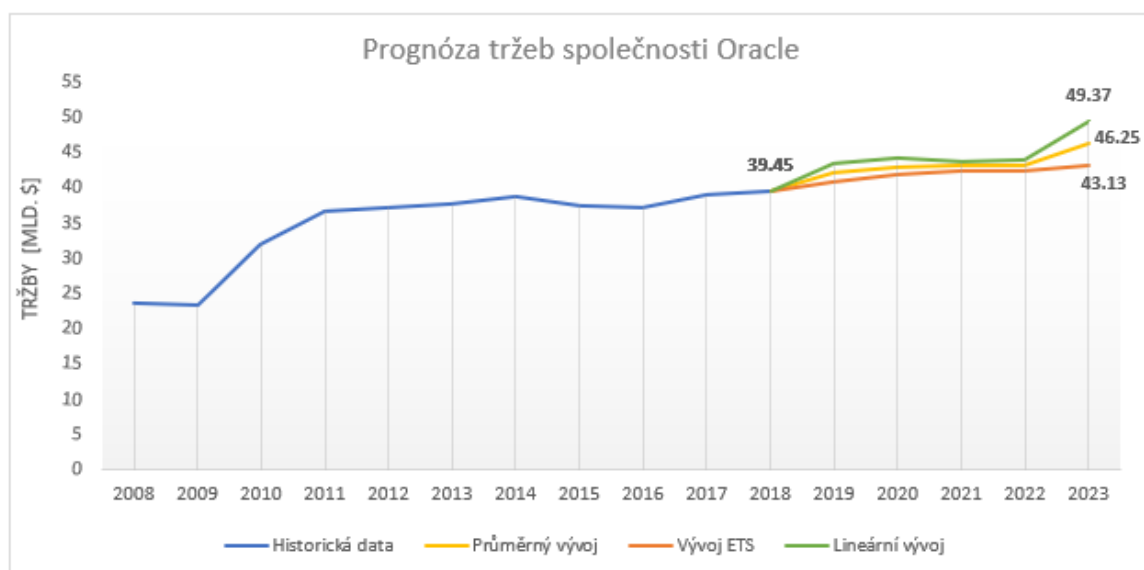
Graf 26 Lineární vývoj tržeb společnosti Oracle (Zdroj: Vlastní zpracování)

Prognóza vývoje tržeb dle exponenciálního vyrovnání je nižší než předchozí hodnota. Konkrétně tedy v roce 2023 by společnost měla dosáhnout 43,13 miliardy amerických dolarů. Jedná se o 9,3% nárůst oproti roku 2018.



Graf 27 Vývoj tržeb společnosti Oracle dle ETS (Zdroj: Vlastní zpracování)

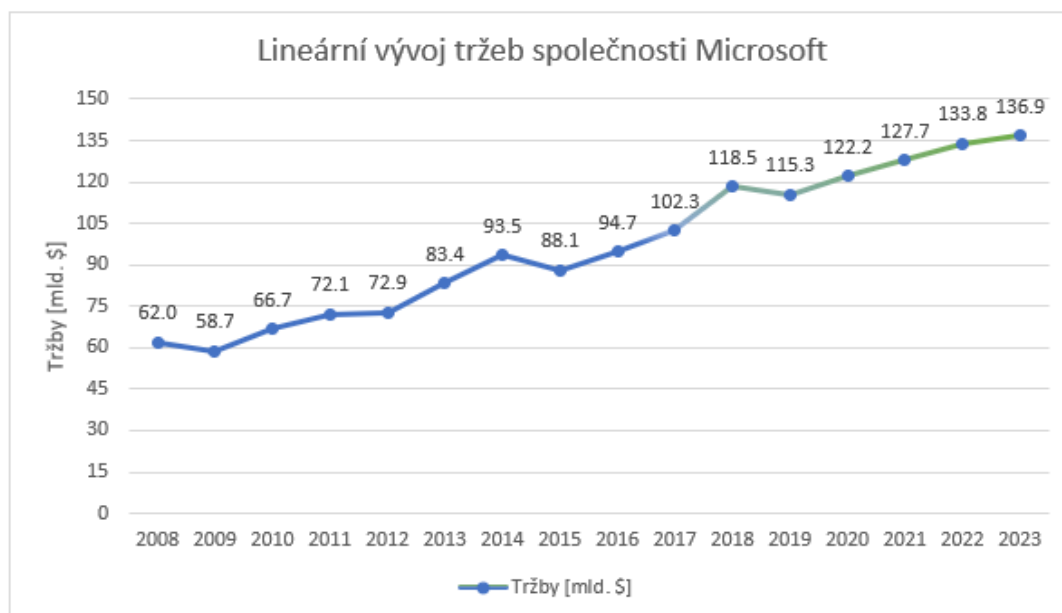
Poslední graf se týká celkového srovnání použitých metod a průměrného vývoje. Do roku 2023 dojde dle prognózy k průměrné hodnotě 46,25 miliardy amerických dolarů, což je zvýšení o 17,24 % oproti roku 2018.



Graf 28 Porovnání prognózy společnosti Oracle (Zdroj: Vlastní zpracování)

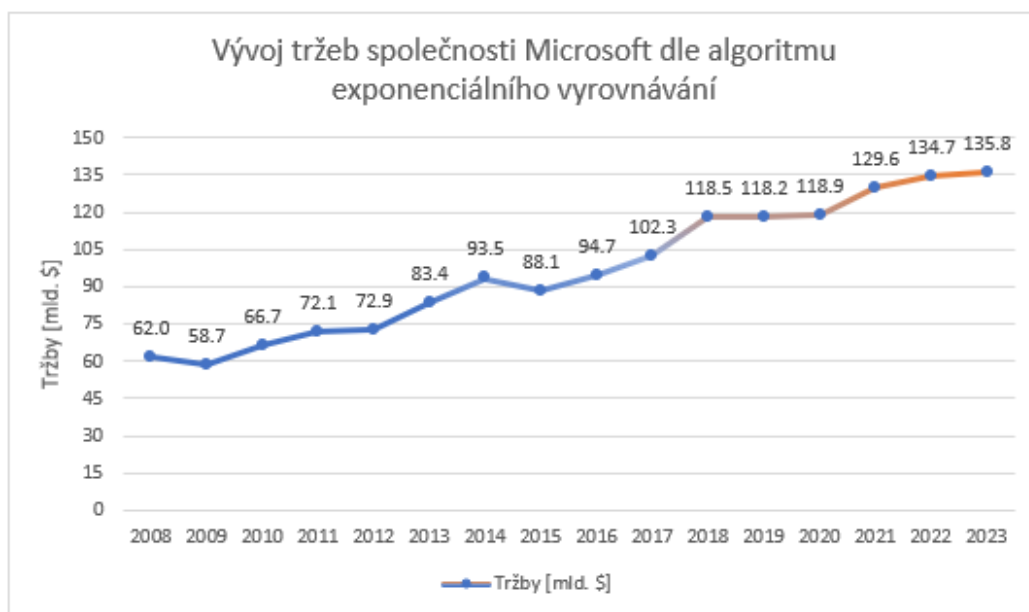
6.2.3 Microsoft

Tržby společnosti za předpokladu lineárního růstu dosáhnou hodnoty téměř 137 miliard amerických dolarů v horizontu 5 let, což je velmi vysoké číslo a je to nárůst o 15,5 % oproti roku 2018.



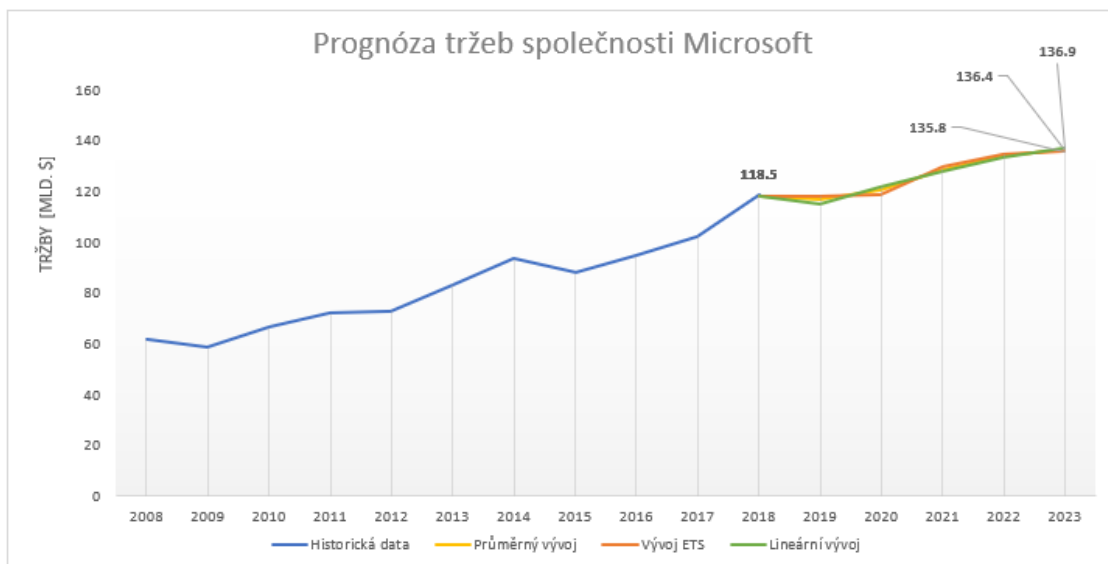
Graf 29 Lineární vývoj tržeb společnosti Microsoft (Zdroj: Vlastní zpracování)

Prognóza vývoje tržeb dle exponenciálního vyrovnání je o něco nižší než předchozí hodnota. Konkrétně tedy v roce 2023 by společnost měla dosáhnout téměř 136 miliard amerických dolarů. Jedná se o 14,5% nárůst oproti roku 2018.



Graf 30 Vývoj tržeb společnosti Microsoft dle ETS (Zdroj: Vlastní zpracování)

Následující graf se týká celkového srovnání použitých metod a průměrného vývoje. Do roku 2023 dojde dle prognózy k průměrné výši 136,4 miliardy amerických dolarů, což je zvýšení o 15,1 % oproti roku 2018.



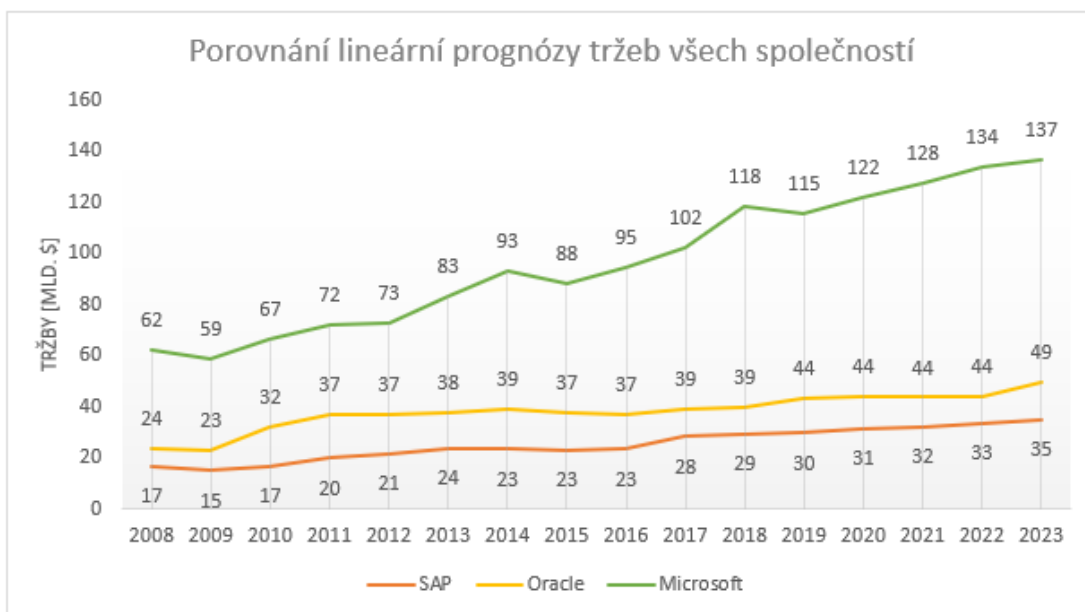
Graf 31 Porovnání prognózy společnosti Microsoft (Zdroj: Vlastní zpracování)

6.3 Vyhodnocení

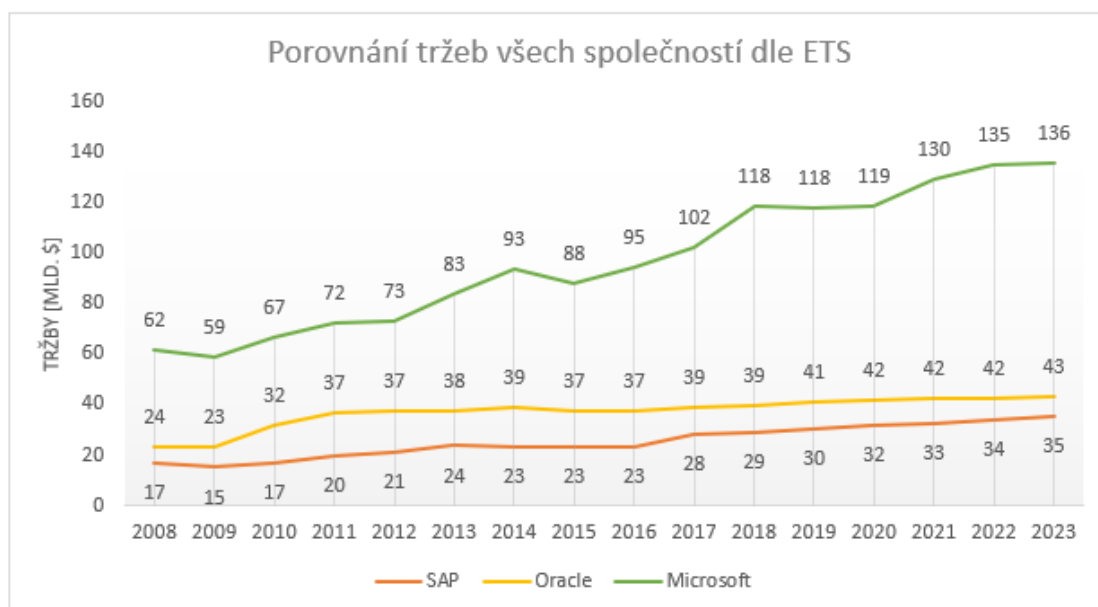
Globální trh s platformou IoT bude mít dle zvolených dat při lineární regresi tendenci růstu a v roce 2026 by hodnota měla dosáhnout hranice kolo 407 miliard dolarů. Předpokládá se, že během 5 let od roku 2018 má být více než dvojnásobný. Tento vysoký nárůst je ovlivněn i tím, že internet věcí je relativní novinkou, co se týče implementací, a předcházela mu delší vývoj. Nyní se ocitáme v době,

kdy si nejen firmy, ale i státy uvědomují, jaké výhody může implementace této platformy pro ně znamenat. Vysoký nárůst tržeb s sebou nese také vysoké náklady, které se budou postupně s četností uživatelů v budoucnu snižovat.

Trh dle zvolených společností specializujících se na IoT bude mít mírnou růstovou tendenci. Největší procentuální vývoj a nejvyšší růst tržeb má jednoznačně společnost Microsoft. Tržby se se odhadují na 137 miliard amerických dolarů. Hlavním důvodem, proč je Microsoft oproti dvěma ostatním společnostem výrazně výš, je to, že jeho portfolio produktů je velmi úspěšné a neváže se pouze na cloudové datové platformy. Do zaměření na IoT tak může investovat více než jiné firmy. Srovnáme-li historická a prognostická data, nejstabilnější růstový potenciál má společnost SAP.



Graf 32 Porovnání lineárního vývoje tržeb všech společností (Zdroj: Vlastní zpracování)



Graf 33 Porovnání tržeb všech společností dle ETS (Zdroj: Vlastní zpracování)

7 Praktický příklad implementace IoT

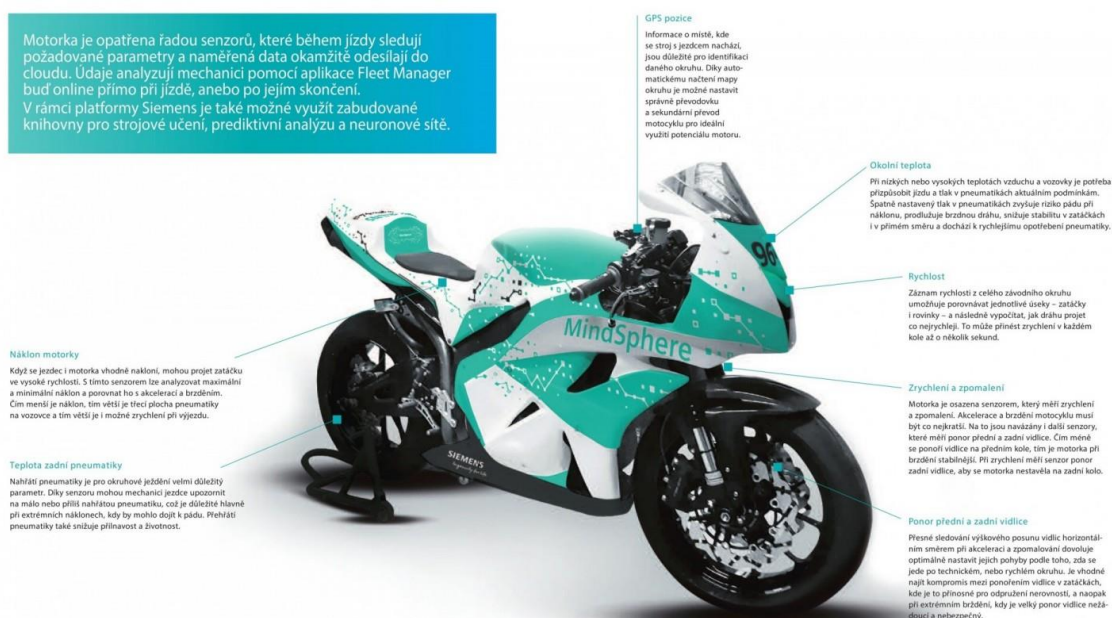
V říjnu roku 2019 firma Siemens, s.r.o., představila na Mezinárodním strojírenském veletrhu v Brně unikátní koncept závodní motorky napojené na IoT. Na základě dostupných informací poskytnutých firmou Siemens byla zpracována podrobná analýza této „chytré“ motorky a související cloudové platformy „MindSphere“. Jde tedy o názornou ukázkou toho, že cloudová platforma, podrobněji zmíněná níže v podkapitole 7.2, je platformou univerzální a lze ji použít i v reálném životě jednotlivce, nejen v klasickém průmyslovém prostředí.

7.1 Motocykl Honda CBR 600RR

Motocykl je opatřen řadou senzorů, které během jízdy sledují požadované parametry a naměřená data okamžitě odesílají do cloudu. Údaje analyzují mechanici pomocí aplikace Fleet Manager buď online přímo při jízdě, anebo po jejím skončení. V rámci platformy Siemens je také možné využít zabudované knihovny pro strojové učení, prediktivní analýzu a neuronové sítě.⁴³

Tento unikátní koncept je velkým přínosem pro závodníka, který na základě výše zmíněné analýzy dat přímo na okruhu dostává informace a může spolu se závodním týmem reagovat na stávající i přicházející situace. Také může zpětně analyzovat a využít historická data pro budoucí vývoj a zlepšení.

Na Obrázku 37 je popsán motocykl spolu se senzory, které sledují níže zmíněné veličiny. Jedná se například o záznam rychlosti ze závodního okruhu, akceleraci, brzdění, náklon motorky, GPS pozice, ponor přední a zadní vidlice, teploty zadní pneumatiky či změření okolní teploty.



Obrázek 32 Motocykl Honda CBR 600RR (Zdroj: Industry Fórum – Siemens)

⁴³ <https://www.siemens.cz>

7.2 MindSphere

MindSphere je relativně nová cloudová platforma pro internet věcí (IoT), kterou v ČR v roce 2018 představila firma Siemens. Operační systém dokáže propojit produkty, systémy a stroje a umožňuje využít potenciál dat pomocí pokročilého analyzování. Jak lze vidět z Obrázku 38, celý proces obsahuje několik kroků ke správnému využití platformy. Pomocí těchto zařízení se budou sbírat data a používat se ke zlepšení procesů, zvýšení spokojenosti zákazníka a snížení doby například vyhodnocení či výroby.

Na levé straně obrázku je zobrazen pod názvem „Connect Assets“ krok č. 1. Robotické ruce zde zobrazují připojení zařízení a systému k platformě MindSphere, jenž zahrnuje například shromažďování dat, což má za následek zlepšování procesů nebo snižování prostojů. Krok č. 2 „Platform as a Service“ symbolizuje analýzu dat, která následně slouží především k možnosti vytvářet analytické modely a získané poznatky aplikovat na automatizované procesy. Následující krok č. 3 „Applications“ – digitalizace a transformace přináší možnost vytvářet a využívat aplikace transformací, které umožňují vývoj nových schopností, služeb nebo obchodních modelů. Posledním krokem je „MindSphere OS“ – systém, kde se výstupní data zobrazují v ucelené a přehledné formě.



Obrázek 33 Platforma MindSphere (Zdroj: <https://siemens.mindsphere.io/en>)

Výsledkem je plná transparentnost výrobních procesů, optimalizace údržby a postupný nárůst produktivity.

Závěr

V první, teoretické části práce byl představen pojem internet věcí (IoT), jeho vize, vlastnosti a technická specifikace. Pro lepší názornost a snazší pochopení byl princip internetu věcí vysvětlen prostřednictvím podrobných charakteristik a grafických vizualizací. Byly zařazeny praktické ukázky, aby bylo zřejmé fungování těchto zařízení v reálném životě. Nedílnou součástí teoretické části je popsání historického vývoje z pohledu průmyslových revolucí, a to jak vývoje internetu samotného, tak internetu věcí, který se od něho osamostatňuje a odráží. Byl zde identifikován nejnovější trend a skutečnost v podobě Průmyslu 4.0, který je přelomovou revolucí. Přináší myšlenky a technologie, které v minulosti neměly obdoby a zásadně zasáhnou v průběhu příštích let celou společnost. Dalšími identifikovatelnými trendy, které výrazně ovlivní budoucí vývoj, jsou big data, digitální dvojče či cloud computing. Prozatímními překážkami v tomto vývoji pak jsou bezpečnost, vysoké náklady a nutnost neustálého připojení k síti. V této části práce jsou dále identifikované nejrozšířenější oblasti použití internetu věcí a popsán princip jeho fungování v praxi. Tato technologie umožňuje nejen šetřit náklady firem, urychlit jejich výrobní procesy či zefektivnit chod, ale dokáže šetřit cenné přírodní zdroje, optimalizovat spotřebu populace, celkově zlepšit a zachránit zemědělské a hospodářské podmínky na Zemi. V jejích možnostech je také celoplošná úspora energie a řešení environmentálních problémů.

Druhá část práce se zabývá prognostickými metodami, které jsou pak využity v analýzách společností poskytujících IoT řešení. Na pozorování byly vybrány celkem tři společnosti, které se vyskytovaly v nejnovějším seznamu Top 20 společností v oblasti IoT a v průzkumu Gartnerova magického kvadrantu, který byl poprvé v roce 2019 poskytnut přímo pro platformu IoT. Potřebná data pro praktickou část diplomové práce byla získána z reportů a výročních zpráv o výsledcích hospodaření jednotlivých společností. Zpracování těchto dat bylo přeloženo do českého jazyka, vlastních grafů a tabulek poskytujících přehled o finančně-ekonomických ukazatelích. Jednotlivé grafy poté konkrétně zobrazují aktiva, tržby a náklady společnosti v průběhu deseti let. Spolu s výší nákladů, je zde i procentuální analýza, včetně toho, jak velký podíl z nákladů činila investice do výzkumu a vývoje (umělá inteligence, strojové učení, IoT, cloud computing). Průměrná roční investice všech společností do výzkumu byla 19,7 %, ať již byly v růstu, či poklesu tržeb a nákladů.

Na základě zpracovaných podkladů je v závěru diplomové práce představena prognóza trhu IoT a jednotlivých společností. Velikost trhu by se dle prognózy od roku 2019 do roku 2023 zvýšila více než dvojnásobně. Při příznivém vývoji do roku 2026 se odhaduje již trojnásobek. Tato čísla se zdají být opravdu vysoká, ale oproti tomu také stojí náklady, které jsou prozatím dvojnásobně vyšší. To je způsobeno dlouholetými vývojem a investicemi, kdy vyvíjené produkty nemohly být představeny a nabízeny na základě nedostatečných technologií a financí.

Prognózy finančně-ekonomických ukazatelů jednotlivých společností byly provedeny na základě výpočtu lineární regrese a vývoje exponenciálního vyrovnávání. Výsledkem pozorování je stabilní růst, který je také způsoben tím, že všechny společnosti mají různorodá portfolia služeb a výrobků a jsou schopny financovat vývoj a implementaci IoT, který v minulosti nebyl ziskový, ale dle predikce blízké budoucnosti stoupá jeho hodnota velmi rychlým tempem.

Praktický příklad využití IoT v poslední kapitole detailně vysvětlil princip jeho fungování a možnost reálného působení v praxi. Aktuální implementace této platformy se využívají hlavně ve strojírenském průmyslu, který by do budoucna mohl otevřít zcela nové dveře do světa fungování internetu věcí nejen pro výrobní firmy, města či státy, ale i pro běžné uživatele. To bylo představeno na konkrétním, unikátním konceptu platformy Siemens.

Závěrem lze shrnout, že vývoj internetu věcí bude mít velký vliv na celkový chod společnosti. Je tedy nezbytné toto téma dále rozšiřovat a informovat o jeho využití a následcích, které mohou být pro lidskou populaci zásadní. Z důvodu tohoto velkého boomu je obtížné budoucí vývoj přesně předvídat, ale lze předpokládat jeho růst, a proto je nutné se na tento vývoj připravit a pozitivně ho využít.

Nejen praktická část diplomové práce, ale i část teoretická zodpověděly položené výzkumné otázky ohledně vývoje, predikce a zásahu do společnosti. Dále práce sloužila jako podklad pro odborný článek v českém a anglickém jazyce, a jako podklad pro firmu Siemens Industry Software s.r.o., která specifikovala určité požadavky v obou částech diplomové práce. Ty byly do práce zahrnuty, a proto je možné další budoucí použití diplomové práce v obchodní a zákaznické sféře.

Seznam použité literatury

1. VERMESAN, Ovidiu. *Internet of Things*. Praha: River Publishers, 2014. ISBN 978-87-9310-294-1.
2. SIEGEL, Eric. *Predictive analytics*. New Jersey: Wiley, 2016. ISBN 978-11-1914-567-7.
3. ŠTĚDROŇ, Bohumír, Martin POTŮČEK, Jaroslav KNÁPEK, Petr MAZOUCH a kol. *Prognostické metody a jejich aplikace*. Praha: C.H. Beck, 2012. ISBN 978-80-7179-174-4.
4. GREENGARD, Samuel. *The Internet of Things*. Massachusetts: MIT Press, 2015. ISBN 978-02-6252-773-6.
5. VACULÍK, Juraj. *Od telemetrie k internetu věcí I*. Žilina: Edis, 2019. ISBN 978-80-5541-521-5.
6. BURIAN, Pavel. *Internet inteligentních aktivit*. Praha: Grada Publishing a.s., 2014. ISBN 978-80-247-9076-3.
7. ARMSTRONG, J.S. *Principles of Forecasting: A Handbook for Researchers and Practitioners*. Norwell, MA : Kluwer Academic Publishers, 2001.
8. CAIRNCROSS, ALEC. *Economic forecasting*, 1969.
9. MAKRIDES, S. *Journal of Forecasting*. USA : John Wiley & Sons Inc., 1997.
10. TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. *Průmysl 4.0, aneb, Nikdo sám nevyhraje*. Průhonice: Professional Publishing, 2017. ISBN 978-80-906594-4-5.
11. SRIVATSAN, T.S. *Additive manufacturing: Innovations, advances, and applications*. Boca Raton: CRC Press, 2015. ISBN 978-1-4987-1478-5.
12. ORD, J.K. *Principles of business forecasting*. Mason, OH: South Western Cengage Learning, 2013. ISBN 978-0-324-31127-3.
13. MAŘÍK, Vladimír. *Průmysl 4.0: výzva pro Českou republiku*. Praha: Management Press, 2016. ISBN 978-807-2614-400.
14. PŘIBYL, Pavel a Miroslav SVÍTEK. *Inteligentní dopravní systémy*. Praha: BEN – technická literatura, 2001.
15. POKORNÝ, Miroslav. *Umělá inteligence v modelování řízení*. Praha: BEN - technická literatura, 1996.
16. STUHLÝ, Jan. *Statistické metody v managementu*. Praha: VŠE, 2001.
17. KOVANICOVÁ, Dana. *Abeceda účetních znalostí pro každého*. Praha: Polygon, 2012. ISBN 978-80-7273-169-5.
18. FOTR, Jiří. *Manažerské rozhodování*. Praha: Ekopress, 2003. ISBN 80-861-1969-6.
19. VEBER, Jaromír, Lenka ŠVECOVÁ a kol. *Digitalizace ekonomiky a společnosti*. Praha: Management Press, 2018. ISBN 978-80-7261-554-4.
20. KOVANICOVÁ, Dana. *Abeceda účetních znalostí pro každého*. Praha: Polygon, 2012. ISBN 978-80-7273-169-5.
21. HATCH, Mark. *The maker movement manifesto: rules for innovation in the new world of crafters, hackers, and tinkerers*. New York: McGraw-Hill Education, [2014]. ISBN 978-0071821124.
22. TAN, Liu. *Future Internet: The Internet of Things*. Chengdu: Advanced Computer Theory and Engineering, 2010. ISBN 978-1-4244-6539-2.
23. MARTINS, J. F., J. A. OLIVIER-LIMA a Vasco DELGADO-GOMEZ. *Smart Homes and Smart Buildings*. Tallinn: Biennial Baltic Electronics Conference, 2012.
24. BOJANOVA, Irena, Jia ZHANG a Jeffrey VOAS. *Cloud Computing*. IT Professional. 2013. DOI 10.1109/MITP.2013.26

25. MALLYA, Thaddeus. *Základy strategického řízení a rozhodování*. Praha: Grada Publishing a.s. 2007. ISBN 9788024719115.

Elektronické zdroje:

1. <https://cs.wallmine.com> [online]
2. <https://www.macrotrends.net> [online]
3. MPO. Iniciativa Průmysl 4.0 [online]. 2017 [cit. 2019-01-06]. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/cz/rozcestnik/ministerstvo/aplikace-zakona-c-106-1999-sb/informace-zve-rejnovane-podle-paragrafu-5-odstavec-3-zakona/-ini-ciativa-prumysl-4-0--230485>
4. SUNG, Dan. *The connected everything: Your ultimate smart home of the future*. In: Wareable [online]. 2015. [cit. 15. 5. 2016]. Dostupné z: <http://www.wareable.com/smart-home/your-ultimate-connected-home-of-the-future-592>
5. Internet of Things [online]. Gartner, Inc. [cit. 15. 10. 2015]. Dostupné z: <http://www.gartner.com/it-glossary/internet-of-things>
6. 5 key benefits of IoT for healthcare organizations [online]. [x]cube LABS. 2015. [cit. 02. 12. 2015]. Dostupné z: <http://www.xcubelabs.com/our-blog/benefits-iot-in-healthcare/>
7. CEJNAROVÁ, Andrea. *Od 1. průmyslové revoluce ke 4.* [online]. Praha: Business Media CZ. 2015. Dostupné z: http://www.technickytydenik.cz/rubriky/ekonomika-byznys/od-1-prumyslove-revoluce-ke-4_31001.html
8. Metody prognózování v Excelu. Dostupné z www: <http://www.lokad.com/>
9. THE ECONOMIST. The ultimate marketing machine. The Economist [online]. 6. července. 2006 [cit. 7. dubna 2015]. Dostupné z: <http://www.economist.com/node/7138905>
10. <https://iot-analytics.com> [online]
11. <https://elearninginfographics.com> [online]
12. HURT, Ondřej. *Využití logistické regrese a Gompertzovy křivky v ekonomické praxi*. [online] Dostupné z: <https://dk.upce.cz/>
13. BURGESS, Matt. *What is the Internet of Things?* [online]. UK: WIRED Explains. 2018. Dostupné z: <https://www.wired.co.uk/article/internet-of-things-what-is-explained-iot>
14. STOKES, Paul. *4 Stages of IoT architecture explained in simple words* [online]. DDI. 2018. Dostupné z: <https://medium.com/datadriveninvestor/4-stages-of-iot-architecture-explained-in-simple-words-b2ea8b4f777f>
15. MAŘÍK, Vladimír. *Od Průmyslu 4.0 k Myšlení 4.0*. Brno, 28.2.2017. Dostupné z: www.ciirc.cvut.cz. Český institut informatiky, robotiky a kybernetiky (CIIRC).
16. LEUTH, Knud. Why the Internet of Things is called Internet of Things: Definition, history, disambiguation [online]. 2014. Dostupné z: <https://iot-analytics.com/internet-of-things-definition/>
17. HUNG, Mark. *Leading the IoT*. Gartner Insights on How to Lead in Connected World. [online]. Gartner, 2017. Dostupné z: https://www.gartner.com/imagesrv/books/iot/iotEbook_digital.pdf
18. ROUSE, Margaret. *3Vs (volume, variety and velocity)*. [online]. TechTarget, 2013. Dostupné z: <https://whatis.techtarget.com/definition/3Vs>
19. BAY, Oyster. *4 Billion IoT Devices Will Rely on LPWAN Technologies by 2025, Ecosystem Creation Matters*. [online]. ABI Research, 2016. Dostupné z: <https://www.abiresearch.com/press/4-billion-iot-devices-will-rely-lpwan-technologies/>

20. WESTERLING, Kevin. *2020 Vision For Water: Better Days Ahead*. [online]. WaterOnline, 2020. Dostupné z: <https://www.wateronline.com>
21. AYAZ, Muhammad & Uddin, Ammad & Sharif, Zubair & Mansour, Ali & Aggoune, el-Hadi. *Internet-of-Things (IoT) based Smart Agriculture: Towards Making the Fields Talk*. [online]. IEEE Access, 2019. PP. 1-1. 10.1109/ACCESS.2019.2932609.
22. MILER, Marek. *Spotřeba vody bude globálně i nadále stoupat. Očekává se růst cen*. [online]. Hospodářské noviny, 2019. Dostupné z: <https://www.infografiky.ihned.cz/hodnota-vody>
23. Anonym. *5 Useful Irrigation Tools for Saving Water* [online]. Seametrics, 2018. Dostupné z: <https://www.seametrics.com/blog/irrigation-tools/>
24. KJELLSTROM T., M. LODH, T. MCMICHAEL a spol. *Air and Water Pollution: Burden and Strategies for Control*. [online] In: Jamison DT, Breman JG, Measham AR, et al., editors. *Disease Control Priorities in Developing Countries*. 2nd edition. Washington (DC): The International Bank for Reconstruction and Development/The World Bank; 2006. Chapter 43. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK11769/> Co-published by Oxford University Press, New York.
25. KUBEČ, Radek. *Chytré technologie uleví dopravě ve městech* [online]. Hospodářské noviny, 2019. Dostupné z: https://ictrevue.ihned.cz/c3-66575980-0ICT00_d-66575980-chytre-technologie-ulevi-doprave-ve-mestech
26. PETRÁŠKOVÁ, Vladimíra. *Statistika* [online]. Dostupné z: <http://www.pf.jcu.cz>

Seznam obrázků

Obrázek 1 Vize IoT v průběhu času a budoucích let	7
Obrázek 2 Fáze architektury IoT	10
Obrázek 3 Z-Wave připojení	11
Obrázek 4 Vysílač a přijímač	12
Obrázek 5 Odvětví Průmyslu 4.0	14
Obrázek 6 IoT technologie.....	15
Obrázek 7 IoT Zpracování dat	17
Obrázek 8 Funkce trendu IoT	19
Obrázek 9 Rozdíl rozdělení IoT	22
Obrázek 10 Inteligentní zpracování vodního zdroje	23
Obrázek 11 Analýza vody pomocí IoT	23
Obrázek 12 Rostoucí spotřeba vody	24
Obrázek 13 Spotřeba vody dle států.....	25
Obrázek 14 Funkce IoT v zemědělství.....	25
Obrázek 15 Princip buňkového systému	26
Obrázek 16 Role IoT ve Smart Cities	27
Obrázek 17 Inteligentní parkovací systém	29
Obrázek 18 Inteligentní veřejné osvětlení	29
Obrázek 19 Inteligentní budovy	30
Obrázek 20 Inteligentní lékařská péče.....	31
Obrázek 21 Struktura Smart Home.....	31
Obrázek 22 Ukázka aplikace Smart Home.....	33
Obrázek 23 Metoda nejmenších čtverců	38
Obrázek 24 Logistická funkce	38
Obrázek 25 Průběh logistické křivky	38
Obrázek 26 Gartnerův magický kvadrant pro IoT 2018	39
Obrázek 27 Gartnerův magický kvadrant pro Machine Learning 2018	40
Obrázek 28 SAP portfolio	42
Obrázek 29 Portfolio společnosti Oracle.....	46
Obrázek 30 Portfolio společnosti Microsoft.....	51
Obrázek 31 Celosvětové tržby technického segmentu	57
Obrázek 32 Motocykl Honda CBR 600RR	66
Obrázek 33 Platforma MindSphere	67

Seznam tabulek

Tabulka 1 Žebříček společností zabývajících se IoT	41
Tabulka 2 Rozpis nákladů společnosti SAP	45
Tabulka 3 Průměrná investice na výzkum a vývoj	45
Tabulka 4 Finanční analýza společnosti SAP	45
Tabulka 5 Rozpis nákladů společnosti Oracle	49
Tabulka 6 Průměrná investice na výzkum a vývoj	49
Tabulka 7 Finanční analýza společnosti Oracle	50
Tabulka 8 Rozpis nákladů společnosti Microsoft	54
Tabulka 9 Průměrná investice na výzkum a vývoj	54
Tabulka 10 Finanční analýza společnosti Microsoft	54
Tabulka 11 Tržby na jednoho zaměstnance	55
Tabulka 12 Čistý zisk společností	56
Tabulka 13 Výpočet lineární prognózy společnosti SAP	60
Tabulka 14 Výpočet algoritmu dle ETS prognózy společnosti SAP	61
Tabulka 15 Souhrn dat pro prognózu vývoje tržeb	61

Seznam grafů

Graf 1 Vývoj aktiv společnosti SAP.....	42
Graf 2 Kvartální vývoj aktiv společnosti SAP	43
Graf 3 Vývoj tržeb společnosti SAP	43
Graf 4 Kvartální vývoj tržeb společnosti SAP	44
Graf 5 Vývoj nákladů společnosti SAP.....	44
Graf 6 Kvartální vývoj nákladů společnosti SAP.....	45
Graf 7 Vývoj aktiv společnosti Oracle	47
Graf 8 Kvartální vývoj aktiv společnosti Oracle	47
Graf 9 Vývoj tržeb společnosti Oracle.....	48
Graf 10 Kvartální vývoj tržeb společnosti Oracle.....	48
Graf 11 Vývoj nákladů společnosti Oracle.....	49
Graf 12 Kvartální vývoj nákladů společnosti Oracle	49
Graf 13 Statistika daňových sazeb	50
Graf 14 Vývoj aktiv společnosti Microsoft	52
Graf 15 Kvartální vývoj aktiv společnosti Microsoft	52
Graf 16 Vývoj tržeb společnosti Microsoft	53
Graf 17 Kvartální vývoj tržeb společnosti Microsoft.....	53
Graf 18 Vývoj nákladů společnosti Microsoft.....	54
Graf 19 Porovnání tržeb společností.....	55
Graf 20 Porovnání investic společností.....	55
Graf 21 Porovnání čistého zisku společností	56
Graf 22 Prognóza vývoje trhu IoT	58
Graf 23 Lineární vývoj tržeb společnosti SAP	60
Graf 24 Vývoj tržeb společnosti SAP dle ETS	60
Graf 25 Porovnání prognózy společnosti SAP	61
Graf 26 Lineární vývoj tržeb společnosti Oracle	62
Graf 27 Vývoj tržeb společnosti Oracle dle ETS.....	62
Graf 28 Porovnání prognózy společnosti Oracle	63
Graf 29 Lineární vývoj tržeb společnosti Microsoft	63
Graf 30 Vývoj tržeb společnosti Microsoft dle ETS.....	64
Graf 31 Porovnání prognózy společnosti Microsoft	64
Graf 32 Porovnání lineárního vývoje tržeb všech společností.....	65
Graf 32 Porovnání tržeb všech společností dle ETS	65

Evidence vypůjček

Prohlášení:

Dávám svolení k půjčování této diplomové práce. Uživatel potvrzuje svým podpisem, že bude tuto práci řádně citovat v seznamu použité literatury.

Jméno a příjmení: Monika Krejčí

V Praze dne: 15. 04. 2020

Podpis:

Jméno	Oddělení/ Pracoviště	Datum	Podpis