

České vysoké učení technické v Praze
Fakulta elektrotechnická
Katedra ekonomiky, manažerství a humanitních věd



ŘÍZENÍ VÝROBY PRVKŮ INTERNETU VĚCÍ
PRODUCTION MANAGEMENT OF ELEMENTS
FOR THE INTERNET OF THINGS

Diplomová práce

Bc. Jakub Chromec

Praha, květen 2017

Studijní program: Elektrotechnika, energetika a management
Studijní obor: Ekonomika a řízení elektrotechniky

Vedoucí práce: Ing. Martin Borýsek
Konzultant: prof. Ing. Gustav Tomek, DrSc.

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Chromec** Jméno: **Jakub** Osobní číslo: **392894**
Fakulta/ústav: **Fakulta elektrotechnická**
Zadávající katedra/ústav: **Katedra ekonomiky, manažerství a humanitních věd**
Studijní program: **Elektrotechnika, energetika a management**
Studijní obor: **Ekonomika a řízení elektrotechniky**

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce:

Řízení výroby prvků internetu věcí

Název diplomové práce anglicky:

Production management of elements for the internet of things

Pokyny pro vypracování:

- problematika internetu věcí
- systém používaných prvků
- principy organizace a řízení výroby
- ekonomické hodnocení vlastního návrhu

Seznam doporučené literatury:

MAŘÍK, Vladimír. Průmysl 4.0: výzva pro Českou republiku. Praha: Management Press, 2016. ISBN 978-80-7261-440-0.
TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. Integrované řízení výroby: od operativního řízení výroby k dodavatelskému řetězci. Praha: Grada, 2014. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-4486-5.

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) diplomové práce:

Ing. Martin Borýsek, Byzance s.r.o.

Jméno a pracoviště druhé(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) diplomové práce:

Datum zadání diplomové práce: **17.02.2017**

Termín odevzdání diplomové práce: **26.05.2017**

Platnost zadání diplomové práce: **25.05.2018**

Podpis vedoucí(ho) práce

Podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

Podpis děkana(ky)

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Diplomant bere na vědomí, že je povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v diplomové práci.

Datum převzetí zadání

Podpis studenta

Abstrakt

Diplomová práce se zabývá řízením výroby prvků internetu věcí na příkladu firmy Byzance. Druhá kapitola po vlastním úvodu popisuje obecně internet věcí, jeho historii, úskalí a jeho vztah k celému průmyslu. Třetí kapitola představuje skutečnou firmu internetu věcí jako takovou, společnost Byzance. Analyzuje její cíle, klíčové procesy a další vnitřní i vnější faktory, které na ni působí. Čtvrtá kapitola rozebírá samotné řešení firmy Byzance od tzv. cloudu až po modulární hardware. Pátá kapitola navrhuje systém řízení výroby pro firmu Byzance na základě provedených analýz a z nich vyplývající obchodní strategii. Výsledný návrh je v této kapitole ekonomicky zhodnocen a uveden do praxe.

Klíčová slova: internet věcí, IoT, modulární hardware, cloud, cloudové nástroje, firemní analýza, obchodní strategie, řízení výroby, Byzance

Abstract

This diploma is mainly focused on the production management of elements for the Internet of Things in the company Byzance. The second chapter after the introduction describes the Internet of Things, its history, pitfalls and its relationship to the whole industry. The third chapter presents a real Internet of Things company called Byzance. It analyses its objectives, key processes and other internal and external factors that influence the company. The fourth chapter discusses the Byzance's own solution from the so-called Cloud to the modular hardware. The fifth chapter proposes a production management system for the Byzance company based on the performed analyses and the resulting business strategy. The business case is economically evaluated in this chapter and put into practice.

Key words: internet of things, IoT, modular hardware, cloud, cloud tools, company analysis, business strategy, production management, Byzance

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

.....
Bc. Jakub Chromec

Poděkování

Vedoucímu svojí diplomové práce, panu Ing. Martinu Borýskovi, děkuji za cenné technické rady a za celkový přehled v problematice hardwaru. Chtěl bych také touto cestou vřele poděkovat panu prof. Ing. Gustavu Tomkovi, DrSc. za poskytnutou odbornou konzultaci, jeho ochotu a trpělivost v průběhu vzniku této diplomové práce. Velký dík patří i celému týmu ve firmě Byzance, který mne v průběhu psaní diplomové práce podporoval.

Obsah

1	Úvod a cíle práce.....	13
2	Internet věci.....	17
2.1	<i>Historie.....</i>	18
2.2	<i>Koncepty.....</i>	22
2.2.1	Definice	22
2.2.2	Slučování technologií	23
2.2.3	Komunikační modely	23
2.2.4	Potenciál.....	26
2.3	<i>Výzvy.....</i>	26
2.3.1	Bezpečnost.....	26
2.3.2	Soukromí.....	28
2.3.3	Kompatibilita.....	29
2.3.4	Právo a regulace	30
2.3.5	Ekonomické dopady	31
2.4	<i>Současný stav.....</i>	32
2.5	<i>Budoucnost.....</i>	33
3	Firma internetu věci.....	35
3.1	<i>Poslání, cíle a úkoly podniku.....</i>	36
3.2	<i>Současné klíčové procesy a činnosti</i>	37
3.2.1	Hardware	37
3.2.2	Cloud	37
3.2.3	Uživatelská část	38
3.2.4	Marketing.....	38
3.2.5	Komunikace a personalistika	38
3.2.6	Výroba a nákup.....	38
3.3	<i>Organizační schéma</i>	39
3.4	<i>Analýza vnějších vlivů.....</i>	40
3.4.1	Politické faktory	40
3.4.2	Ekonomické faktory	42
3.4.3	Sociální faktory.....	43
3.4.4	Technologické faktory	43
3.5	<i>Analýza nákupního chování zákazníků.....</i>	44
3.5.1	Průmyslové nákupy	45
3.5.2	Analýza obchodních partnerů a odběratelů.....	46
3.6	<i>Analýza distribučních cest.....</i>	50
3.6.1	Druhy distribučních cest	50
3.7	<i>Analýza vnitřních faktorů.....</i>	52
3.7.1	Silné stránky	52
3.7.2	Slabé stránky	53
3.8	<i>Analýza trhu.....</i>	53
3.8.1	Současný trh	53
3.8.2	Primární výzkum trhu	54
3.8.3	Skryté trhy	60
3.8.4	Vznikající trhy	60
3.9	<i>Analýza konkurence</i>	61
3.9.1	Stávající konkurence	62
3.9.2	Potenciální konkurence	63
3.9.3	Dodavatelé	63

3.9.4	Odběratelé	64
3.9.5	Substituty	64
4	Systém prvků Byzance.....	65
4.1	<i>Cloud a nástroje.....</i>	66
4.1.1	Code	68
4.1.2	Blocko	69
4.1.3	Grid	70
4.2	<i>Hardware</i>	71
4.2.1	Technické specifikace	72
4.3	<i>Software.....</i>	75
4.3.1	HAL	76
4.3.2	Mbed OS.....	76
4.3.3	Aplikační vrstva.....	76
4.4	<i>Hardware jako služba.....</i>	77
5	Řízení výroby.....	79
5.1	<i>Analýza firemních dat.....</i>	81
5.1.1	Výstup z provedených analýz a rozborů	81
5.2	<i>Obchodní strategie.....</i>	82
5.2.1	Vize společnosti Byzance	82
5.2.2	Formulace strategie a cíle firmy.....	82
5.2.3	Oblasti podnikatelských aktivit.....	84
5.2.4	Konkurenční strategie	86
5.3	<i>Návrh řízení výroby Byzance.....</i>	88
5.3.1	Pravidla přijímání zakázek.....	89
5.3.2	Přijetí zakázky do výroby.....	91
5.3.3	Plán výroby.....	93
5.3.4	Evidence výroby.....	97
5.3.5	Změnové řízení ve výrobě.....	101
5.3.6	Nákup materiálu	102
5.4	<i>Ekonomické zhodnocení.....</i>	105
5.4.1	Studie proveditelnosti	106
6	Závěr.....	109
	Seznam použitých zkratk	111
	Seznam obrázků, grafů a tabulek.....	113
	Literatura	115

1 Úvod a cíle práce

Cílem této diplomové práce je definovat principy organizace a řízení výroby prvků internetu věcí na příkladu firmy Byzance IT Solutions s.r.o.¹ (dále Byzance). Mladá firma pohybující se v úplně novém tržním prostředí vyžaduje do značné míry zcela nová řešení a nestandardní přístupy. Východiskem pro vlastní řízení výroby konkrétního produktu jako komplexního řešení [2] k uspokojení současných i budoucích potřeb zákazníka bude analýza prostředí, vztahů a výchozích podmínek. Na základě tradičních analýz budou vypracovány konkrétní návrhy obchodní strategie firmy, a nakonec připraveno samotné doporučení pro vlastní organizaci a řízení výroby prvků internetu věcí. Vývoj komplexního řešení zahrnujícího jak hardware, tak i software, vyžaduje mimořádnou synchronizaci veškerých vnitropodnikových aktivit. A právě výroba modulární stavebnice hardwaru a její řízení se stane stavebním kamenem celého řešení firmy Byzance i této diplomové práce.

Internet věcí je novým fenoménem, který se zabývá zejména řešením komunikace mezi jednotlivými zařízeními různého druhu a určení – ať už to jsou domácí spotřebiče, městský mobiliář nebo tovární zařízení. Základem internetu věcí je především široká síť sběratelů dat, kteří pomocí nejrůznějších senzorů a ovládacích prvků spojených a řízených z tzv. „cloudu“², vytváří ohromné zdrojové databáze, tzv. „Big Data“³. Takováto infrastruktura počítačů ve formě serverů rozmístěných po celém světě také umožňuje univerzální přístup k datům odkudkoli na světě.

V tomto speciálním odvětví (internetu věcí) se prostředí a podmínky proměňují daleko rychleji než ve zbytku technologického trhu a firmy tak ještě silněji podléhají obvyklým zákonitostem. Společnost, která se pohybuje na trhu internetu věcí, musí neustále reagovat na měnící se situaci na trhu, se svými dodavateli i zákazníky budovat výhodné partnerské vztahy, vytvářet si tak před svými konkurenty výhody, a tím i hodnotu pro zákazníky. Internet věcí je nový trend, který je součástí průmyslu 4.0⁴, založený na permanentních

¹ Byzance – www.byzance.cz; obchodní rejstřík viz [8].

² Cloud – přes internet sdílené výpočetní prostředky a data na vyžádání.

³ Big Data – označení pro soubory dat, které jsou tak velké a komplexní, že běžné aplikace pro zpracování dat již nejsou schopny je pojmout a zpracovat.

⁴ Průmysl 4.0 – z něm. „Industrie 4.0“, označení čtvrté průmyslové revoluce, která značně vylepšuje nejen průmyslovou výrobu, ale i další sféry, a to skrze propojování internetu věcí, služeb a lidí s cílem generovat obrovské množství dat. [1, 3]

změnách a co největším dosahu. Na tyto změny je třeba rázně reagovat nebo je přímo vést. Aby tedy internet věcí správně fungoval a maximalizovaly se jeho přínosy, mělo by být připojeno co nejvíce zařízení v co nejkratším čase. Samotné téma průmyslu 4.0 v této práci nebude do detailu rozebíráno, je komplexně obsaženo v literatuře [1, 3].

Malá firma, jako je Byzance, nemůže svými finančními schopnostmi konkurovat velkým hráčům na poli internetu věcí, a proto se musí soustředit právě na to, aby svým zákazníkům dokázala nabídnout rychlejší, levnější a zejména originální řešení, ideálně bez rozdílu velikosti odběratelských firem.

Produktem firmy Byzance je služba. Hardware jako služba (z angl. Hardware as a Service – HaaS) je zcela nové pojetí v branži: firma sice může dodávat fyzické součástky či produkty, zákazník za ně však nezplatí pevnou cenu. Celá obchodní transakce je dlouhodobá, odběratel totiž pravidelně splácí službu v podobě správy, podpory a udržování bezpečnosti celého instalovaného systému internetu věcí. Hardware společnosti Byzance byl vyvinut jako unifikovaný systém modulárních komponent určených pro použití v průmyslu 4.0. Obecně vytvořený hardware ale nemůže splňovat rozmanité požadavky různých zákazníků, proto je potřeba mít jej otevřený a připravený na rozsáhlé úpravy ve velmi krátkém čase a s minimálními náklady. Je nutné naplánovat výrobu těchto chytrých prvků tak, aby bylo možné rychle nasadit internet věcí do firem, které o něj projeví zájem a které s tímto tématem ještě nikdy nepřišly do styku, tzn. nejsou na něj nijak připravené.

V rámci této diplomové práce bude vytvořen systém dat, na kterém v průběhu svého působení ve firmě Byzance budu pracovat spolu s odpovědnými vývojovými týmy. Následně budou tato data utříděna, analyzována a zpracována za účelem vytvoření validní obchodní strategie. Díky této strategii, která bude rozvedena v páté kapitole, bude možné oslovit více zákazníků vícero různými způsoby a také vlastní výrobu prvků bude možné na základě zvolené strategie optimalizovat.

Podstatou výroby je postupný proces přeměny zdrojů na produkty. Na základě metod řízení výroby bude definován výrobní proces, který úzce souvisí s plánováním, logistikou a řízením kvality. Při tom všem je nutné zohledňovat obchodní plán, který stanoví

požadované objemy a přinese tak další klíčové informace potřebné k efektivnímu řízení nákladů ve výrobě. Využití dat o všech tocích a souvisejících procesech, zejména na poli vývoje, bude klíčové. Na základě analýz firmy bude možné navrhnout systém řízení výroby vhodný pro prvky internetu věcí.

Ambicí firmy Byzance je být středobodem v implementaci internetu věcí do všech možných produktů s cílem minimalizovat náklady všech zúčastněných a zajistit neomezenou škálovatelnost celého internetu věcí. Je proto nutné vytvořit standard, který bude sloužit jak pro automatizaci výroby a spotřebičů, tak i pro celá chytrá města či továrny. Díky tomuto standardu bude možné eliminovat tzv. „vendor lock-in“⁵, který v současné době představuje například pro města velký problém.

Na základě výše uvedených cílů diplomové práce bude vypracováno ekonomické zhodnocení navrhovaného řešení výroby. Následně bude toto vybrané řešení aplikováno do praxe, přičemž důraz bude kladen na minimalizaci nákladů na implementaci internetu věcí v případě malých a středních zákazníků a na maximalizaci zkrácení tzv. „time-to-market“⁶ u velkých zákazníků.

Shrnutí cílů pro přehlednost do jednotlivých bodů:

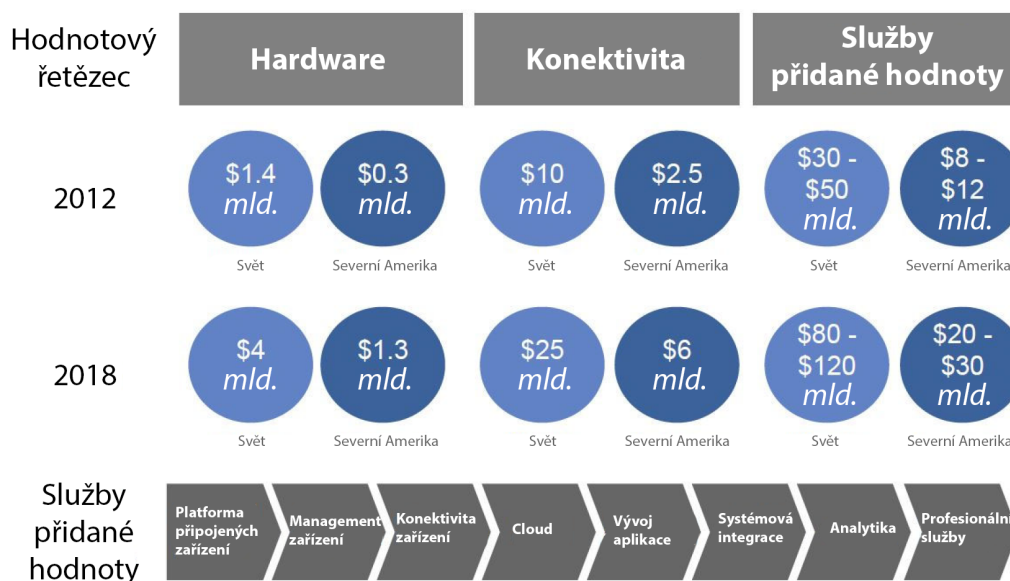
- *Vymezení problematiky internetu věcí, co toto téma představuje a pro koho je určené, pohled na současnou situaci na trhu. (Kapitola 2)*
- *Analýza firemního prostředí, vnějších vlivů a trhu jako takového. (Kapitola 3)*
- *Popis systému používaných prvků, jejich možností využití a komplexnosti. (Kapitola 4)*
- *Analýza získaných dat z firmy, zpracování obchodní strategie, vlastní návrh systému řízení výroby. (Kapitola 5)*
- *Ekonomické zhodnocení navrhovaných řešení. (Kapitola 5)*

⁵ Vendor lock-in – česky „proprietární uzamčení“ – zákazník je závislý na službách či produktech jediného dodavatele, čímž vznikají bariéry pro přechod na konkurenční řešení.

⁶ Time-to-market – česky „doba uvedení na trh“ – je čas, který uplyne mezi návrhem produktu či služby a jeho/jejím uvedením na trh.

2 Internet věcí

Internet věcí (z angl. Internet of Things – zkracováno IoT) je rychle rozvíjející se téma technického, sociálního a ekonomického významu. Spotřební zboží, zboží dlouhodobé spotřeby, osobní a nákladní dopravní prostředky, průmyslová zařízení, městský mobiliář, senzory různého druhu a další předměty, se kterými se každodenně setkáváme, jsou propojovány mezi sebou a také s internetem. V kombinaci s výkonnými datovými a analytickými schopnostmi v tzv. cloudových řešeních by měly změnit způsob, jakým pracujeme, žijeme a případně řídíme celá města a továrny. Prognózy firmy McKinsey [41] o vlivu internetu věcí na samotný internet a ekonomiku jsou působivé. Do roku 2022 má být podle této analýzy na světě mezi dvaceti až třiceti miliardami zařízení připojených na IoT. V roce 2018 má obrát v oblasti hardwaru, konektivity a ve službách IoT dosáhnout celosvětově kolem sto padesáti miliard dolarů viz obrázek 1.



Obrázek 1 – Předpověď tržeb hodnotového řetězce IoT podle ABI Research [42]

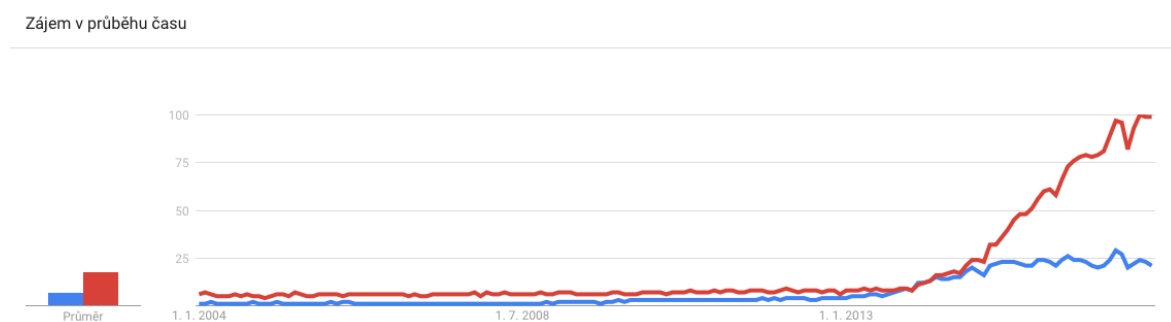
Na základě zmíněných skutečností je evidentní, že internet věcí představuje spoustu nových výzev, ale také lze tušit, že s sebou nese mnoho problémů. Ty by se mohly postavit do cesty k realizaci celé myšlenky globální „sítě sítí“, kterou se internet věcí má stát.

Přibývají zprávy a novinové titulky o hackingu⁷ zařízení připojených na internet [13, 14, 15]. Obavy ze sledování, dokonce šmírování a obecně ztráty soukromí nejsou mezi širokou veřejností ničím výjimečným [16]. Co je však v tomto směru ještě zásadnější, to je ochrana podnikového tajemství či dokonce národní bezpečnost [17]. Zkrátka, technické výzvy zůstávají, nově přibývají politické, právní, etické. A právě aplikace IoT do firem a měst bude tím rozhodujícím hnacím motorem jeho samotného vývoje. Firmy a města se stanou průkopníky internetu věcí zejména z hlediska bezpečnosti a spolehlivosti vzhledem ke konkurenčnímu boji a trendu modernizace společnosti a života ve městech. Teprve poté budou mít internet věcí a automatizace šanci dostat se ve větší míře i k jednotlivým spotřebitelům, a to už v podobě hotového připraveného řešení.

2.1 Historie

Vzhledem k tomu, jak často je v této diplomové práci zmiňován internet věcí jako takový, bude nyní ukázáno, jak to všechno začalo, kdo za tím stojí a jaké historické milníky a projekty k tomuto dnešnímu stavu vedly.

Na obrázku 2 je vidět, jak se vyvíjel zájem o pojmy „internet of things“ a „iot“ ve vyhledávači Google za posledních 12 let.



Obrázek 2 – Zájem o pojmy „internet of things“ (modře) a „iot“ (červeně) na vyhledávači Google v % od roku 2004 do současnosti [43]

⁷ Hacking – prolomení bezpečnostních opatření a nabourání se do počítačového systému či sítě s cílem je ovládnout, poškodit či odcizit data.

Přehled historie od samého počátku: [4, 12]

1832: *Byl vynalezen elektromagnetický telegraf baronem Schillingem v Rusku, následně v roce 1833 Carl Friedrich Gauss a Wilhelm Weber vynalezli svůj vlastní kód pro komunikaci na vzdálenost 1200 metrů.*

1926: *Nikola Tesla řekl pro Colliers magazin: „Jakmile bezdrátové spojení bude perfektně aplikované na celou Zemi, přemění se na obří mozek, kterým ve skutečnosti vlastně je, veškeré prvky patřící do celého skutečného a rytmického celku ... a ty nástroje, se kterými to budeme moci realizovat, budou úžasně jednoduché ve srovnání s dnešním telefonem. Ten si bude moci každý člověk nosit v náprsní kapse.“*

1964: *V knize Understanding Media, Marshall McLuhan uvedl: „... skrze elektronická média ustanovujeme dynamiku, se kterou všechny dosavadní technologie – včetně měst – budou přeloženy do informačních systémů.“*

1966: *Karl Steinbuch, německý průkopník ve výpočetní technice řekl: „Během několika dekád budou počítače vestavěné do téměř všech průmyslových produktů“.*

1989: *Tim Berners-Lee navrhuje World Wide Web, dnešní „podobu“ internetu.*

1990: *John Romkey vytvořil první internetové „zařízení“, toaster, který se dal zapnout a vypnout pomocí internetu – byl k němu připojený počítač schopný pracovat s TCP/IP⁸ síťovým protokolem.*

1991: *Tim Berners-Lee vytvořil první webovou stránku. Mark Weiser napsal článek s názvem ‚Počítač pro 21. století‘: „Ty nejhlubší technologie jsou ty, které zmizí. Zanoří se do struktury každodenního života tak, že už je od ní nerozeznáte.“*

1993: *V počítačové laboratoři v University of Cambridge vytvořili zařízení, které třikrát za minutu posílalo na vnitřní server budovy fotografie, na které bylo vidět, jak je konvice*

⁸ TCP/IP – sada protokolů pro komunikaci v počítačové síti.

s kávou plná. Později byla vytvořena internetová stránka, jakmile tehdejší internetové prohlížeče začaly podporovat obrázky.

1999: Kevin Ashton, výkonný ředitel Auto-ID Center, poprvé použil termín ‚internet věcí‘ v prezentaci pro firmu Procter & Gamble (P&G). Spojil nápad RFID⁹ s dodavatelským řetězcem P&G, kdy v tak žhavém tématu, jako byl internet, bylo velmi snadné získat pozornost vedení společnosti.

2006: S uznáním od Evropské unie se koná první evropská IoT konference [18].

2008: Skupina firem spouští IPSO Alianci [19], aby podporovala použití internetového protokolu (IP) v sítích „chytrých objektů“, což je prakticky umožnění internetu věcí. IPSO má v současné době přes 50 členských firem včetně Bosch, Cisco, Intel, SAP, Sun nebo Google.

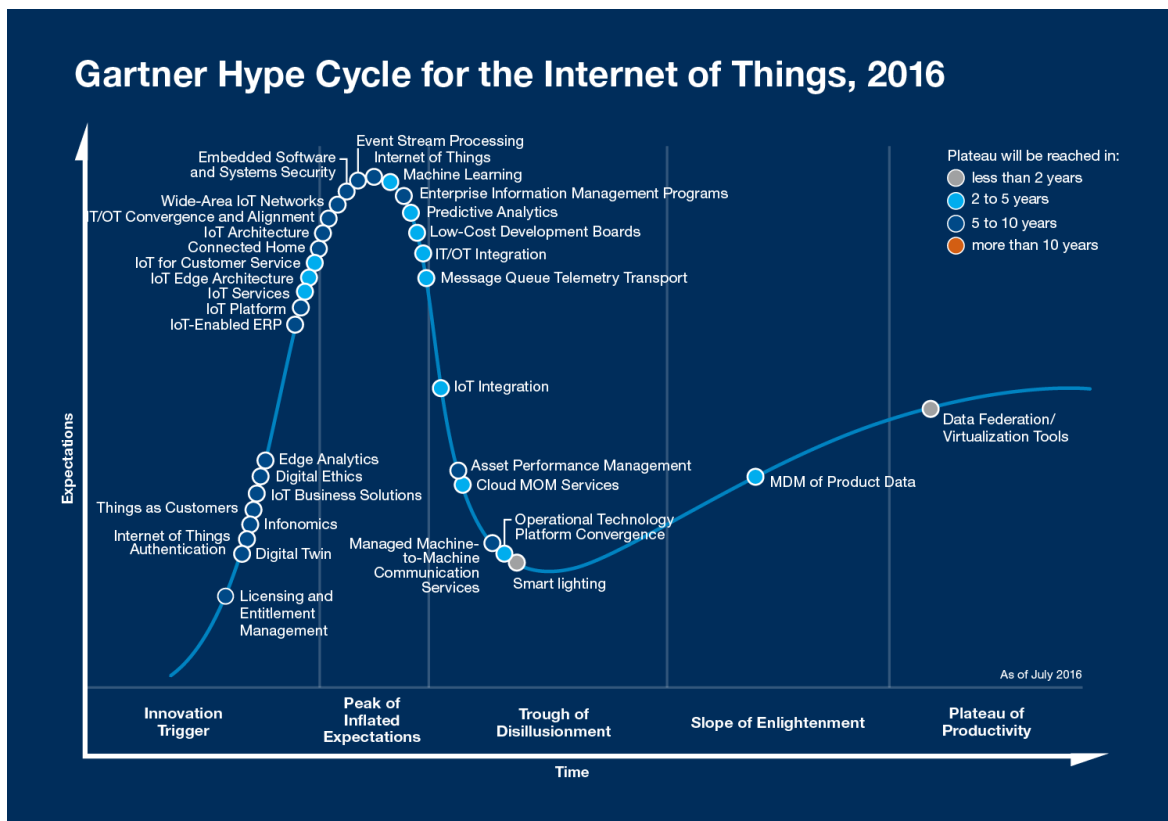
2008: US National Intelligence Council uvedla internet věcí jako jednu z šesti tzv. „disruptivních civilních technologií“ s možnými dopady na národní zájmy do roku 2025 [20].

2011: Veřejný start technologie IPv6¹⁰, která umožňuje adresování pro 2^{128} zařízení, což by stačilo na každý atom na povrchu Země a více než sto dalších „Zemí“. Firma Cisco na téma IoT podniká velké marketingové a vzdělávací kroky [21]. Arduino [22] a další hardwarové platformy uzrály do stavu, kdy je IoT dostupné i pro některé domácí vývojáře, kteří se o toto téma zajímají, což je možné demonstrovat na velikosti zájmu o pojem Arduino na vyhledávači Google [23].

⁹ RFID – zkratka angl. Radio-Frequency Identification neboli identifikace na radiové frekvenci sloužící k bezdrátové identifikaci a pro přenos dat na velmi krátkou vzdálenost.

¹⁰ IPv6 – nastupující protokol pro komunikaci v současném internetu, jenž nahrazuje dosluhující IPv4, kterému dochází rozsah adres.

2014: Po začlenění IoT do Gartner Hype Cycle¹¹ v roce 2011 se internet věcí dostal na „vrchol nafouknutých očekávání“. Tato očekávání přetrvávají dále i v roce 2016, jak je vidět na obrázku 3.



Obrázek 3 – Graf firmy Gartner s křivkou očekávání pro IoT technologie v roce 2016 [44]

2015: Založení firmy Byzance...



Obrázek 4 – Logo firmy Byzance [78]

¹¹ Gartner Hype Cycle – grafická reprezentace míry očekávání z nových informačních technologií v čase, viz literatura [9].

2.2 Koncepty

2.2.1 Definice

Pojem internet věcí není jednoduché vysvětlit nebo vyhledat v encyklopediích. Nejčastěji je odkazováno na scénáře, kdy se síťová konektivita a výpočetní výkon dostávají do objektů, senzorů a dalších každodenních zařízení, které se běžně neoznačují za počítače. Tyto speciální a přidané vlastnosti umožňují takovým zařízením generovat, vyměňovat i „konzumovat“ data s minimálním lidským zásahem [5]. Zatím pro tento pojem neexistuje žádná obecně používaná definice, což naznačuje i předešlý text.

2.2.1.1 Důležité technologie

Pro lepší porozumění různým konceptům v IoT je důležité zmínit několik základních technologií klíčových pro celkové fungování internetu věcí.

Mezi ty zásadní určitě patří zejména TCP/IP a UDP protokoly. Jedná se o nepsané standardy pro komunikaci v sítích, kdy první jmenovaný (protokol TCP/IP) využívá přímé směrování (z angl. routing), prakticky se jedná o přenos dat mezi síťovými uzly až na požadovaný cíl. Naproti tomu UDP protokol funguje mnohem jednodušším způsobem, kdy jsou data v síti posílána bezstavově – tzn. neexistuje záruka doručení [45]. To z něj dělá sice mnohem rychlejší, ale také méně spolehlivý protokol než TCP/IP. Je vhodný například pro nepřetržitý tok dat ze senzorů.

Již platný standard ISO/OSI [46], který organizace ISO (Mezinárodní organizace pro standardizaci) vypracovala s cílem standardizovat počítačové sítě, můžeme nalézt jako mezinárodní normu ISO 7498 a doporučení X.200. Model OSI rozděluje komunikaci v rámci sítě na sedm na sobě nezávislých vrstev, které si mezi sebou předávají zprávy, přičemž jen jedna z nich má na starosti samotný přenos dat jiným zařízením. Definiuje celý proces, jak by mělo být zařízení fyzicky připojeno až po aplikační vrstvu s přístupem k datům.

V souvislosti s internetem věcí vznikl nový komunikační standard MQTT [47], který řeší problematiku dat ze senzorů a jejich „odebírání“ ze strany těch, kteří o ně mají zájem.

Pro komunikaci mezi webovými prohlížeči a webovými servery vznikl komunikační protokol WebSocket [48], jenž udržuje plně duplexní (tzn. oboustranné) komunikační kanály.

Výše uvedené komunikační protokoly jsou používány napříč implementacemi internetu věcí a pokrývají oba typy konektivit – bezdrátové a drátové. Ty ještě budou zmíněny na příkladech v rámci čtvrté kapitoly o hardwaru vyvinutém společností Byzance. Pro bezdrátová zařízení se používají prvky s podporou standardu 802.15.4(c) [60].

2.2.2 Slučování technologií

Koncept propojení počítačů, senzorů a sítí pro monitorování a ovládání zařízení je znám a aplikován již několik desetiletí. V současné době se však některé technologie dostaly na takovou úroveň, že je lze snadno kombinovat – je možné spojovat různé senzory dohromady a pomocí kontinuálního sběru dat vyhodnocovat stavy, které nebyly v minulosti vůbec, nebo jen velmi obtížně detekovatelné. Jedním z příkladů může být v poslední době poptávané řešení měření vibrací ve třech osách na výrobních strojích v závislosti na klimatických a jiných podmínkách a jejich porovnání mezi sebou v reálném čase. Mimo jiné i tyto use-cases (z angl. potenciální použití) posouvají koncept internetu věcí mnohem blíže realitě a jeho masovému rozšíření v ní.

2.2.3 Komunikační modely

Zařízení a systémy internetu věcí používají několik odlišných komunikačních modelů. Každý z nich má různé vlastnosti a použití. Mezi četné architektury připojení patří přímá komunikace mezi jednotlivými zařízeními (Device-To-Device), dále komunikace zařízení s cloudem (Device-To-Cloud), s gateway¹² (Device-To-Gateway) a v neposlední řadě také sdílení dat na back-endu¹³ (Back-End Data-Sharing). Jednotlivé modely řešení poskytují širokou flexibilitu ve způsobu připojení IoT zařízení a představují různou přidanou hodnotu zákazníkovi nebo uživateli.

¹² Gateway – je síťový uzel s nejvyšším postavením sloužící jako brána mezi dvěma sítěmi, které pracují s odlišnými komunikačními protokoly.

¹³ Back-end – je vrstva softwaru, která je zodpovědná za přístup k datům.

2.2.3.1 Device-To-Device

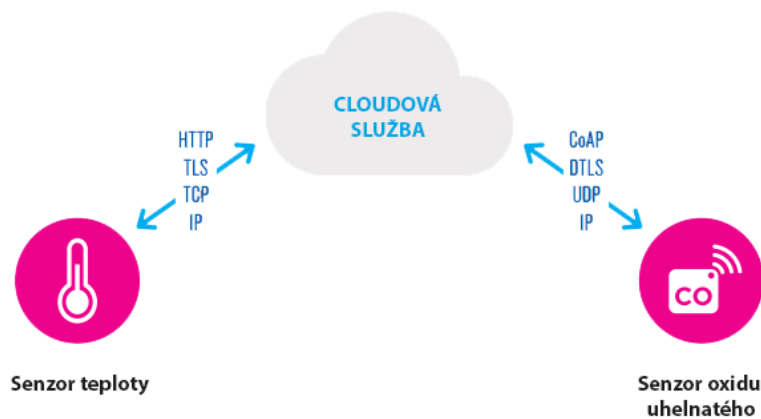
Komunikace mezi dvěma nebo více zařízeními, které jsou připojeny přímo. Tento model je nejčastěji používán v prostředí chytrých domácností, jelikož nejsou citlivé na rychlost přenosu a velikost doručovaných dat. Tento způsob komunikace je vhodný pro posílání malých zpráv mezi koncovými zařízeními [49, 50], viz obrázek 5.



Obrázek 5 – Device-To-Device model [49, 50]

2.2.3.2 Device-To-Cloud

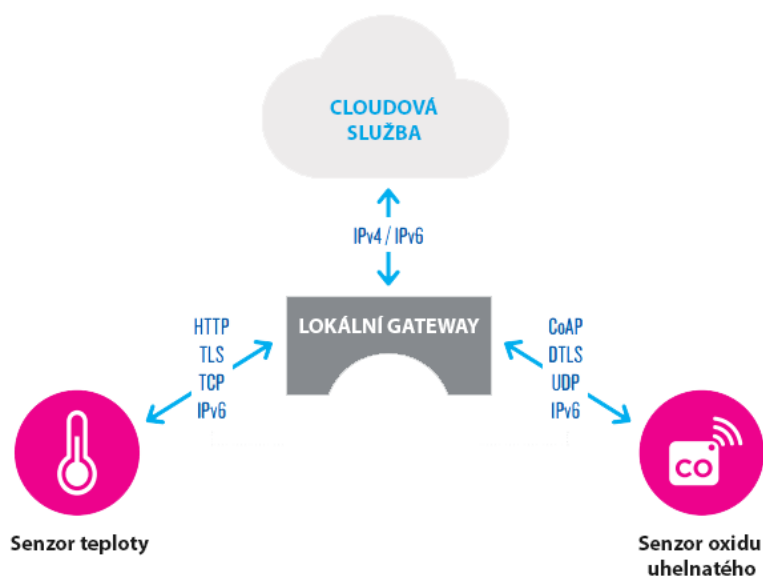
Komunikace zařízení s cloudem představuje přímé napojení zařízení na internetovou cloudovou službu. Probíhá mezi nimi výměna dat a řídicích zpráv. Výhodou tohoto modelu je možnost získat vzdálený přístup k zařízení ze strany uživatele, případně provádět jeho aktualizaci [49, 50], viz obrázek 6.



Obrázek 6 – Device-To-Cloud model [49, 50]

2.2.3.3 Device-To-Gateway

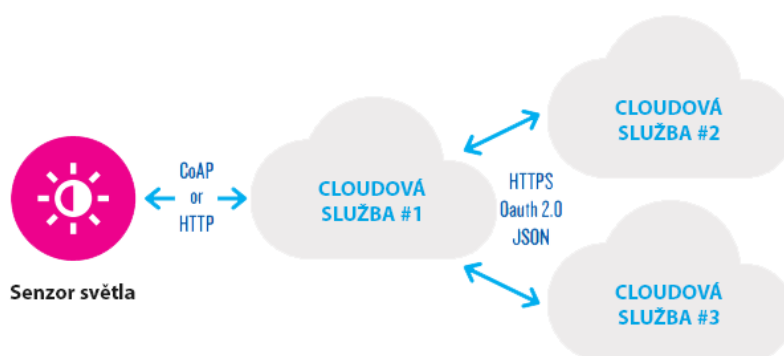
Gateway je prostředníkem mezi zařízeními a internetem, typicky se jedná o směrovací prvek lokální sítě, který poskytuje přístup k internetu. Výhodou modelu je řádově rychlejší komunikace mezi zařízeními připojenými ke stejné gateway [49, 50], viz obrázek 7.



Obrázek 7 – Device-To-Gateway model [49, 50]

2.2.3.4 Back-End Data-Sharing

Sdílení dat v back-endu v podstatě rozšiřuje model připojení zařízení ke cloudu tak, že je možné poskytnout přístup k samotným zařízením nebo k datům ze senzorů i třetím stranám. Tato filozofie přináší možnost agregovat data z vlastních zařízení a dalších zdrojů za účelem vytvoření komplexnějšího souboru dat určeného k analýze a dalšímu zpracování [49, 50], viz obrázek 8.



Obrázek 8 – Back-End Data-Sharing model [49, 50]

2.2.4 Potenciál

Pokud se různé průzkumy, očekávání a trendy směrem k IoT stanou skutečnou realitou, může se značně posunout myšlení a může dokonce dojít k ovlivnění nahlížení na důsledky a problémy globálního světa. V současnosti se zatím datově nejnáročnější interakce s internetem děje skrze aktivní uživatelský přístup zaměřený na obsah, tj. například prohlížení webových stránek uživatelem. V budoucnu to již bude umožněno prostřednictvím zařízení a prvků, a to bez aktivního zásahu uživatele, obsah mu bude nabízen automaticky na správném místě a ve správný čas [5]. Potenciální realizace tohoto výstupu v podobě takto propojeného světa je důkazem univerzality internetu jako takového. Zdá se, že neexistují tedy ani limitace pro aplikace nebo služby využívající tuto technologii.

2.3 Výzvy

Internet věcí jako nová a velmi rychle se rozšiřující technologie s sebou nese právě kvůli ohromné rychlosti svého vývoje několik klíčových výzev a otázek, které jsou rozebírány dále. Ty zasahují do technických až po lidskoprávní a ekonomická témata.

2.3.1 Bezpečnost

V kontextu informačních technologií rozhodně není bezpečnost nové téma. Internet věcí je však zvláštní v tom, že zasahuje do oblastí dříve ještě konektivitou nezasažených. To vyplývá už z jeho specifického cíle, a tím je permanentní sběr dat z co největšího počtu zařízení v reálném čase. A právě tam se vyskytují nové a dříve nepředpokládané bezpečnostní bariéry.

Řešení a překonávání těchto bariér u IoT produktů a služeb by mělo mít absolutní prioritu. Zákazníci, kteří si internet věcí adaptují, musejí být přesvědčeni, že je naprosto bezpečný a odolný vůči nepříznivým vlivům. Bohužel tomu tak ne vždy je a uživatelé v této problematice nebývají dostatečně informovaní [27]. To samozřejmě nelze zaručit u žádné výpočetní technologie, a to zejména do budoucna, avšak účinná prevence a rychlá reakční doba na hrozby internetu a konektivity obecně jsou prověřenými a funkčními

strategiemi v této oblasti. Nejvíce hrozeb a analogicky tedy nejvíce bezpečnostních požadavků se vyskytuje právě v případě technologií, které stále hlouběji zasahují do životů a práce čím dál tím více lidí. Všudypřítomná interakce vede k úzké provázanosti a závislosti jednotlivých systémů mezi sebou. Vyřazení jednoho z nich tak může způsobit pád celého systému, což by ve výrobním závodě či v řídicím mechanismu města mohlo znamenat katastrofu. Příkladem může být výpadek proudu na velké části území USA v roce 2003, viz [28]. Špatně zabezpečená IoT zařízení a služby totiž mohou sloužit jako vstupní body pro různé hackerské útoky a činit tak citlivá uživatelská data náchylnými ke krádežím nebo poškození tím, že jejich přenos nebude dostatečně zabezpečen.

Smyslem internetu věcí je co nejvíce svět propojit, a tak každý špatně zabezpečený a připojený prvek potenciálně ohrožuje bezpečnost, integritu a odolnost celé sítě. Tento případný problém může narůst do obřích rozměrů, jakmile se budou masivně vyrábět a implementovat homogenní IoT zařízení, která se budou umět autonomně připojovat k jiným zařízením a potenciálně se tak dostávat do nezabezpečených oblastí. Odtud pak mohou útočníci provozovat např. DDoS¹⁴ útoky. A právě taková činnost, která zahrnuje DDoS útoky, rozesílání spamu apod., je realizována tzv. botnety – tj. speciálním softwarem, který běží na infikovaných zařízeních a je centrálně řízený útočníkem [29]. Vytvoření standardu IoT je nevyhnutelné, přináší s sebou ale hrozby. Obrovskou výhodou je na druhé straně však jeho globálnost. Pokud bude takový hardware (a software) správně navržen, bude možné bezpečnost na všech příslušných zařízeních řešit také globálně a chyby objevené na jedné straně zeměkoule opravit i na té druhé.

Vývojáři a uživatelé internetu věcí principiálně nechtějí ohrozit ostatní uživatele nebo celou síť. Proto je uplatňováno kolektivní a tzv. open-source¹⁵ řešení bezpečnosti. Díky tomu může být dosaženo efektivního a komplexního zabezpečení, které bude schopné reagovat na širokou škálu problémů a hrozeb, ideálně na všechny z nich. Není však možné se domnívat, že použití open-source je zárukou bezpečnosti. Důkazem může být například kauza „Heartbleed Bug“, jež zasáhla oblíbenou kryptografickou softwarovou knihovnu OpenSSL, bližší informace viz uvedený zdroj [30].

¹⁴ DDoS – útok, kdy ovládnutím mnoha zařízení je vytvořena armáda „útočníků“, kteří vyřadí cíl z provozu, viz <http://www.digitalattackmap.com/understanding-ddos/>

¹⁵ Open-source – počítačový software, který je otevřený, tzn. uživatel může vidět jeho zdrojový kód.

2.3.2 Soukromí

Plný potenciál internetu věcí závisí také na uplatňovaných strategiích, které respektují jednotlivé požadavky na soukromí napříč širokého spektra očekávání. Datové toky úzce vázané na uživatele skrze IoT zařízení odemykají nové, neprozkoumané a vzrušující možnosti pro zákazníky. Ať už to je chytrá továrna s daty ze všech strojů na jednom místě nebo řízení dopravy v reálném čase v chytrém městě. Obavy ze ztráty soukromí a s tím související možné újmy však mohou zdržet a v nejhorším případě téměř zastavit kompletní implementaci internetu věcí. To znamená jediné – právo na soukromí a respekt vůči očekáváním uživatelů na něj jsou klíčové k získání a udržení přízně a důvěry zákazníka. Internet, připojená zařízení a související služby stojí a padají na těchto faktorech. Jakékoliv případné narušení soukromí se v síti velmi rychle rozšíří, což dozajista může zásadně ohrozit implementaci této pokročilé technologie a mimo jiné znamenat i velké ztráty pro každou ze zúčastněných stran.

Jsme na počátku éry, ve které se předpokládá, že zkrátka úplně „vše“ bude propojeno a „vše“ bude schopné komunikovat autonomně mezi sebou [31]. Je jasné, že internet věcí zcela ovlivní veškerou debatu o soukromí a souvisejících problémech. Mnoho různých implementací této technologie může dramaticky změnit cesty, kterými budou sbírána osobní data, a způsoby, jakými budou tato data analyzována, používána a zabezpečena.

Internet věcí zcela nepochybně vzbuzuje i zesiluje obavy z rostoucího dohledu a „vládního“ pronásledování. Důkazy o pronásledování a „šmírování“ předložil světu bývalý (a nyní perzekuovaný) pracovník NSA¹⁶ Edward Snowden a mnoho dokumentů zveřejnil také známý server WikiLeaks.com. Úplně se vyhnout takovému sběru dat vzhledem k všudypřítomnosti veškerých propojených senzorů a dalších zařízení je ale technologicky nemožné. Naopak díky této příležitosti mohou vlastníci dat daleko efektivněji tvořit detailní profily jednotlivých uživatelů s použitím agregovaných datových toků. Výzvy volající po efektivní ochraně soukromí však nejsou nepřekonatelné. Aby se mohly realizovat jednotlivé příležitosti internetu věcí a požadovaná ochrana soukromí se nestala překážkou, je třeba vyvinout a použít takové strategie, které budou respektovat jednotlivé konkrétní volby „druhu“ soukromí na širokém spektru očekávání. Díky šifrování

¹⁶ NSA – National Security Agency, Národní bezpečnostní agentura USA.

a použití bezpečného protokolu HTTPS [32] je to již v současnosti reálné. Vlastní očekávání od internetu věcí jsou totiž skutečně velká a tyto nové strategie mohou zajistit jejich plnění, což v konečném důsledku povede k inovacím v dalších technologiích a službách s internetem věcí spojených.

2.3.3 Kompatibilita

Hned po bezpečnosti a soukromí je kompatibilita další obrovskou výzvou v otázce internetu věcí. Pro tuto oblast však neexistuje mnoho jasně daných standardů, a tak mnohý výrobce, který IoT pro své výrobky řeší, sám vlastně znovu vymýšlí „kolo“ (tj. již jinde vymyšlené). Fragmentované prostředí proprietárních technických implementací internetu věcí snižuje hodnotu jak pro uživatele, tak pro celý průmysl. V souvislosti se zaváděním univerzálního protokolu MQTT, zmiňovaným v přechodí části této kapitoly se však situace zlepšuje. Na druhou stranu však plná kompatibilita mezi jednotlivými zařízeními není vždy možná nebo dokonce není ani přínosná. Potenciální zákazníci ale mohou být váhaví při výběru takové technologie, která nenabízí dostatečně modulární a univerzální řešení. Technologie nesmí být neflexibilní ani příliš komplexní na správu a integraci, a hlavně nesmí vzbuzovat obavy z tzv. vendor lock-inu (pozn.: vysvětleno v úvodní kapitole).

Mimo to hrozí, že špatně navržené a nakonfigurované IoT prvky budou mít negativní dopad na síťové zdroje, ke kterým se připojují. Správné vlastnosti hardwaru je nutné zaručit již na elementárních vlastnostech a komunikaci. Běžnou praxí je používat pro internet věcí malé, ale komplexní počítače typu Raspberry Pi [33], Orange Pi [34] nebo Intel Edison [35]. Vzhledem k plánovanému rozšíření internetu věcí to však může znamenat potenciální problém, obrovské množství prvků s vysokou komplexitou může být totiž přímo úměrné riziku chybovosti a napadnutelnosti.

Přiměřené standardy, referenční modely a osvědčené postupy mohou omezit šíření vadných zařízení ohrožujících integritu internetu věcí. Je dobré používat generické, otevřené a široce dostupné standardy a součástky jako hlavní stavební bloky pro prvky a služby internetu věcí. Vzhledem k tíze jednotlivých výzev je nutné vybrat takové postupy, které tyto výzvy řeší již na elementární úrovni a jsou od samého počátku navrženy pro internet věcí, nikoliv aplikovány jako původně určené k jiným účelům.

Bohužel většina norem a postupů v současnosti používaných pro IoT vznikla ve skutečnosti na zcela jiné účely.

2.3.4 Právo a regulace

Internet věcí a jeho prvky již dnes vyvolávají otázky v právní a regulační sféře, a ještě zesilují existující legální otazníky napříč celým internetem. Tyto otázky jsou tak široké a obsáhlé a přichází v tak rychlých intervalech, že na ně jednotlivé státní orgány nejsou ani zdaleka schopny včas a správně reagovat.

Jednou z největších takových otázek je mezistátní přenos dat. Ten například nastává v situaci, kdy IoT prvky sbírají data o lidech v jednom státě a následně tato data přenášejí do jiného státu, kde jsou pravidla pro zpracování takových dat odlišná od pravidel toho původního státu, kde byl proveden jejich sběr. K tomu je možné ještě připojit obavu ohledně potenciálního zneužití dat, nasbíraných prostřednictvím IoT prvků o jednotlivých konkrétních uživateli, což může dokonce vyvolat diskriminační efekty pro některé zákazníky. Nedávným konkrétním příkladem může být aféra kolem firmy Uber, která umožňuje klientům přes mobilní telefon objednat přepravu osobním automobilem (je to vlastně konkurence pro běžné taxi služby). Vysoce postavený manažer v této firmě využil tzv. God View nástroj, ve kterém je možné trackovat/vidět všechny uživatele a automobily používající Uber, a sledoval tak novináře, který měl zpoždění na domluvený rozhovor. Tento a řadu dalších případů zneužití je možné najít na zdroji [36]. Není vyloučeno, že se takové praktiky široce využívají nejen v této zmiňované firmě.

Další právní otázkou či problémem s IoT prvky je potenciální konflikt mezi občanskými právy a státním dohledem a s tím spojené vymáhání práva. Dále je třeba uvést i právní odpovědnost za zneužití, narušení bezpečnosti nebo porušení ochrany osobních údajů. Touto problematikou se zabývá i Evropská komise skrze instituty „Digital Single Market“ [37] a „Connecting Europe Facility“ [38]. Evropská unie se pomocí těchto programů snaží sjednotit pravidla digitálního světa v Evropě s cílem zrušit regulační bariéry a propojit Evropu.

Výzvy spojené s právem a regulací internetu věcí jsou komplexní a rozsáhlé. Pro vznik správných a fungujících zákonů a regulací internetu věcí, které posílí práva uživatelů, je třeba vyzdvihovat možnosti a práva uživatelů na připojení, projev, inovaci, sdílení, volby a důvěru k informačním zdrojům.

2.3.5 Ekonomické dopady

Internet věcí může nabídnout široké sociální a ekonomické benefity, a to i pro rozvojové země a pro toto téma nové a netradiční oblasti ekonomiky. Ať už to je tzv. udržitelné zemědělství, vodní hospodářství, zdravotnictví, industrializace rozvojových zemí nebo péče o životní prostředí. Internet věcí je Spojenými národy dokonce považován za nástroj pro splnění cílů udržitelného vývoje [39].

Široké spektrum výzev internetu věcí logicky nebude jen výsadou již průmyslově vyspělých zemí. Rozvojové regiony pravděpodobně budou muset na tuto skutečnost také náležitě reagovat. Jen tak budou mít šanci využít potenciál, který jim internet věcí přináší, a to zejména v oblasti přípravy infrastruktury, tržních a investičních pobídek, požadavků na technické vzdělávání, jakož i v oblasti samotné politiky. Díky internetu věcí totiž mohou být vlády v daleko užším kontaktu se svými vlastními občany, a to například prostřednictvím různých interakcí chytrých zařízení.

Jak již bylo naznačeno na začátku této kapitoly, očekávaný finanční význam internetu věcí je obrovský. Podle analýzy firmy McKinsey [40] propojení fyzického a digitálního světa v podobě internetu věcí vygeneruje mezi 3,9 a 11,1 bilionu amerických dolarů obratu ročně již do roku 2025 za předpokladu, že bude vše provedeno včas a správně zejména ze strany zákonodárců a firem. To odpovídá zhruba jedenácti procentům celosvětové ekonomiky, což představuje závratný podíl.

2.4 Současný stav

Internet věcí je dnes důležitým tématem nejen v technologickém průmyslu. Má nemalý dopad na zákonodárnou moc státu. Řeší tedy a zároveň generuje nové otázky jak technologického, tak i právního charakteru. Velký zájem vzbuzuje u elektrotechniků a dalších technických inženýrů. Často se diskutuje a rozebírá na čelních stranách vyhlášených periodik nebo internetových portálů, a to jak v pozitivním, tak i v negativním světle.

Situace na trhu odpovídá dynamice mladé technologie. Existuje řada firem, které nabízejí nejrůznější řešení (konkurence firmy Byzance bude rozebrána v analýze ve třetí kapitole). Ať už to jsou senzory, komunikační technologie nebo pro IoT uzpůsobené cloudové služby. Problémem však zůstává fakt, že pro vývoj zařízení kompatibilních s internetem věcí je právě potřeba vše spojit dohromady. V případě, že si toto zařízení firmy nevyvíjejí přímo vlastními silami, musejí investovat nemalé prostředky do implementace nejrůznějších řešení od mnoha dodavatelů. Tak či tak firmy trpí nejen z pohledu alokace schopných inženýrů na činnosti, na které nejsou specializované a které jim nevydělávají peníze ve srovnání s činnostmi hlavními, nýbrž také značným prodlužováním time-to-market. Spojování jednotlivých částí IoT totiž vede ke vzniku mnoha předem nepředvídatelných problémů, jak se také mohli přesvědčit i inženýři firmy Byzance, která se na tuto problematiku specializuje a která právě tento problém chce pro své zákazníky při vývoji IoT produktů a služeb vyřešit.

2.5 Budoucnost

Internet věcí se již „děje“ právě teď. Vztahy a interakce mezi jeho jednotlivými objekty, jejich prostředím a lidmi se dále ucelují s cílem zajistit plně propojený a „chytrý“ svět. Pro to, aby se tak mohlo stát, je nutné se výzvami spojenými s internetem věcí zabývat a překonávat jejich bariéry. Jedině pak se dá očekávat realizace obrovských potenciálních výhod pro lidi, společnost a její ekonomiku. Nelze však čekat maximalizaci potenciálu a minimalizaci rizik internetu věcí, pokud se o tomto tématu bude debatovat vyhraněně a proti každé výhodě budou stavěna možná negativa bez snahy o hledání řešení. Je třeba jednat informovaně a pokud možno spolupracovat se všemi dotčenými stranami tak, aby bylo možné pro internet věcí naplánovat ty nejefektivnější cesty kupředu.

3 Firma internetu věcí

Hlavní praktická náplň této diplomové práce se točí kolem firmy Byzance. Tento technologický start-up¹⁷ vznikl v polovině roku 2015 jako akademický projekt studentů Fakulty elektrotechnické Českého vysokého učení technického v Praze. V průběhu prvního roku se tým postupně rozšiřoval ze dvou až na sedm lidí, někteří odcházeli, jiní zase přicházeli. Jak už to bývá u začínajících firem věnujících se úplně novému a neprozkoumanému odvětví, mnoho času bylo „promarněno“ následováním slepých strategií a hledáním cest vedoucích ke skutečnému a chytrému řešení. V dnešní době má firma Byzance již čtrnáct pracovníků a velmi rychle se rozrůstá. A to i přesto, že zatím negeneruje žádné tržby – její řešení zatím nejsou k dostání na trhu.

Byzance vyvíjí sadu nástrojů pro návrh, vývoj a správu internetu věcí. To vše zejména pro průmyslové a profesionální využití, a tudíž v takové kvalitě, která dovolí nasazení nejenom v chytrých domácnostech, ale i ve vysoce citlivých sférách jakými jsou městská infrastruktura nebo průmyslové podniky. Právě tam je kladen ten největší důraz na značnou robustnost a zejména vysokou bezpečnost nabízených řešení.

Byzance tedy přímo nevyvíjí chytré pračky, chytrý městský mobiliář nebo například systémy pro diagnostiku a správu výrobních strojů v továrně. Vyvíjí však takové portfolio nástrojů, se kterými to bez větších problémů zvládnou její zákazníci, tedy výrobci těchto věcí nebo správci těchto systémů.

¹⁷ Start-up – nově založená či začínající společnost, která se rychle vyvíjí a mění.

3.1 Poslání, cíle a úkoly podniku

Byzance chce být změnou, tzv. „Game Changerem¹⁸“ v segmentu vývoje internetu věcí. K dosažení tohoto cíle si firma vytyčila vyvinout jedinečnou sadu cloudových nástrojů a modulárního hardwaru, přičemž jedinečnost řešení netkví v jeho jednotlivých složkách, nýbrž v celku. Byzance totiž pokrývá celé workflow od prototypu až po masovou výrobu. Největší výhodou a hodnotou takového řešení je dlouhodobá správa internetu věcí a z toho vyplývající řádová úspora pro zákazníka v oblasti personální. Například na vývojářích těchto funkcionalit pro konkrétní oblast lze ušetřit až čtyři pětiny jejich kapacity. Toto tvrzení je možné doložit provedenou interní analýzou firmy, kde byly porovnávány náklady na vývojáře s cenou nástroje, který je v dané činnosti může nahradit. Celková komplexnost pro zákazníka se též významně snižuje.

Firma Byzance má ambici stát se univerzální platformou vývoje internetu věcí, nebrání se integrovat i cizí řešení, chránit kód a know-how třetích stran a postupně přecházet i do B2C¹⁹ segmentu ve smyslu vzájemného propojování výrobků různých výrobců.

Úkolem podniku pro prvních několik let fungování je trvalý růst s permanentní reinvesticí veškerých příjmů do další expanze. Firma může mít v prvních letech růstu negativní cash flow, jako finanční zdroje budou sloužit Venture Capital²⁰ fondy. Bližší pohled na tuto problematiku přináší studie proveditelnosti v závěru diplomové práce.

¹⁸ Game Changer – je typ společnosti, která mění či tvoří zcela novou obchodní strategii, jež má potenciál zamíchat situací na trhu.

¹⁹ B2C – obchodní vztah Business to Customer neboli vztah mezi společností a zákazníkem.

²⁰ Venture Capital – je rozvojový a rizikový kapitál sloužící k financování inovačních projektů a počátečních fází společností.

3.2 Současné klíčové procesy a činnosti

Pro lepší představu o tom, kam v současné chvíli Byzance směřuje své kapacity, byl v rámci diplomové práce sestaven následující výčet klíčových procesů a jejich činností, viz další podkapitoly. Není pravidlem, že je za každý proces odpovědný ten či onen tým ve firmě izolovaně, v této fázi rozvoje firmy je více než v jiných případech nutná velmi úzká spolupráce všech zúčastněných. Například tým hardwaru se kromě samotných fyzických prvků stará společně s obchodním (z angl. sales) oddělením i o výrobu, softwarový tým řeší kromě cloudových nástrojů i uživatelské rozhraní, které musí být v souladu s komunikační grafikou marketingového týmu. Vedení firmy velmi detailně vstupuje do každého procesu za účelem vytvoření koherentního celku, jenž bude dobře připraven pro vstup na trh.

3.2.1 Hardware

- 1) Vývoj prvků a nadstavby nad Mbed²¹ OS
- 2) Vývoj elementárního Bootloaderu²²
- 3) Integrita komunikace prvků mezi sebou
- 4) Správa a vývoj komunikačních rozhraní MQTT protokolu do cloudového nástroje
- 5) Vývoj individuálních „shieldů“²³

3.2.2 Cloud

- 1) Správa centrálního řídicího serveru
- 2) Správa a vývoj obslužných serverových aplikací
- 3) Automatizované plánování aktivit

²¹ Mbed – operační systém běžící na úsporných procesorech ARM, které společně s Mbedem vyvíjí právě Konsorcium ARM a jeho partneři, viz [10], bude dále rozebírán ve čtvrté kapitole.

²² Bootloader – vrstva softwaru, která nese informaci o umístění operačního systému, aby tento systém pak mohla načíst.

²³ Shield – deska zpravidla bez výpočetního výkonu, která může nést celou škálu senzorů a dalších součástek.

3.2.3 Uživatelská část

- 1) Vývoj a správa vizuálního programovacího jazyka
- 2) Správa separátních logických bloků
- 3) Vývoj a správa widgetové aplikace a widgetů²⁴

3.2.4 Marketing

- 1) Průzkum trhu a predikce poptávky
- 2) Zkoumání požadavků na výrobu hardwaru podle ceny a dostupnosti na trhu
- 3) Plánování výroby tištěných spojů
- 4) Nákup součástek a plánování výroby hotových zařízení

3.2.5 Komunikace a personalistika

- 1) Oslovení a komunikace s potenciálními firemními zákazníky
- 2) Využití informačních kanálů k rozšíření povědomí o internetu věcí
- 3) Hledání odborníků na trhu práce
- 4) Podpora školních projektů
- 5) Vytvoření jednotné CI (Corporate Identity²⁵)

3.2.6 Výroba a nákup

- 1) Plánování výroby tištěných spojů
- 2) Nákup součástek a plánování výroby hotových zařízení
- 3) Vlastní výroba prototypů

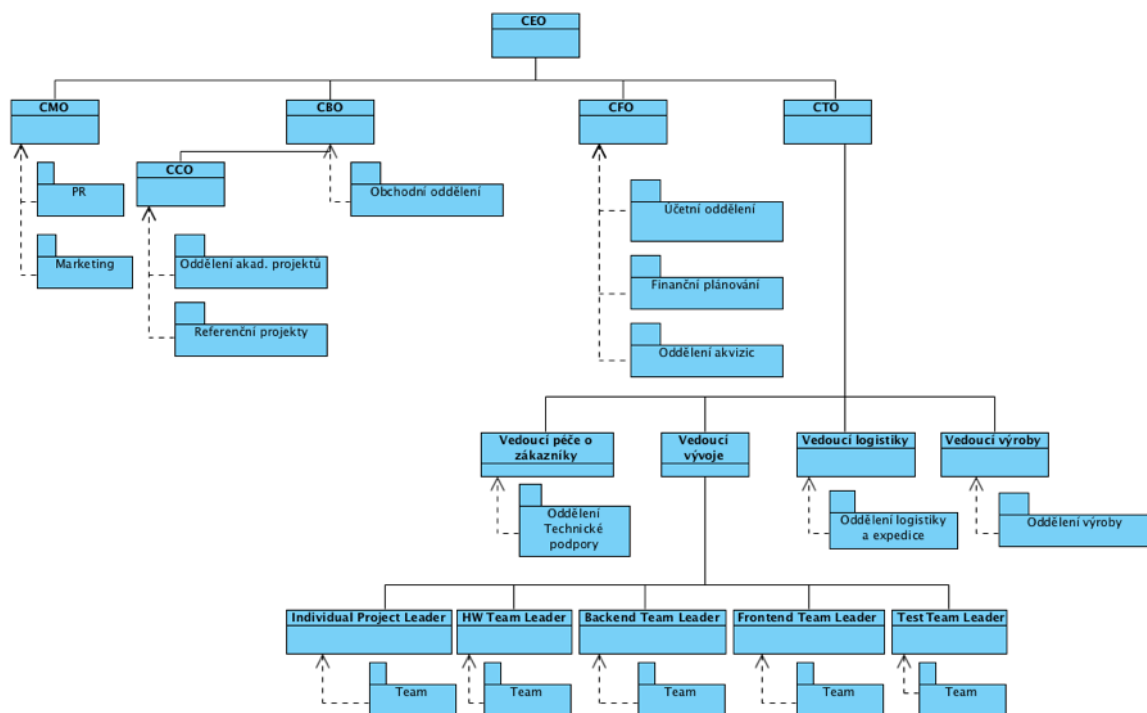
²⁴ Widget – je ovládací prvek uživatelského rozhraní zajišťující přímou manipulaci s daty.

²⁵ Corporate Identity – česky „firemní styl“, je soubor pravidel, které definují vztahy mezi zaměstnanci, komunikaci, řízení i vnější vystupování firmy.

3.3 Organizační schéma

Pro přesnější dokreslení toho, jak funguje organizace ve firmě Byzance, je třeba definovat organizační strukturu. Ta sama o sobě v našem případě znázorňuje hierarchické uspořádání pracovních míst v organizaci v rámci jednotlivých útvarů a vztahů.

Vzhledem k momentálnímu fázi vývoje firmy a také s ohledem na to, že se firma neustále a pružně rozšiřuje, však nemá jednoznačný smysl lpět na současné hierarchii. V aktuální podobě je firma (tedy každý její jednotlivý pracovník) dočasně velmi úzce – co se činností týče – provázaná za účelem snížení time-to-market. Proto je na místě definovat cílovou podobu organizační struktury, která již bude dlouhodobě udržitelná a zajistí hladký chod organizace po vstupu na trh, viz obrázek 9.



CEO – Chief Executive Officer
CBO – Chief Business Officer
CMO – Chief Marketing Officer
CFO – Chief Finance Officer
CTO – Chief Technology Officer
CCO – Chief Customer Officer

Obrázek 9 – Schéma plánované organizační struktury firmy Byzance krátce po vstupu na trh [78]

3.4 Analýza vnějších vlivů

Aby bylo možné vytvořit validní obchodní strategii, již se bude tato diplomová práce zabývat v páté kapitole, je třeba zanalyzovat vnější vlivy na danou společnost. K našemu účelu v této práci poslouží tzv. analýza PEST, která zhodnocuje vnější makroekonomické a další podmínky daného podnikání. Na tuto analýzu v následujících podkapitolách navážou analýzy další, a to zejména analýzy nákupního chování zákazníků a vnitřních faktorů.

PEST analýza se obecně zabývá následujícími faktory: [69]

- *politickými;*
- *ekonomickými;*
- *sociálními;*
- *technologickými.*

V každém ze zmiňovaných faktorů je možné rozebírat celou škálu vlivů, výsledná analýza tak může mít i stovky stran. To však v této práci není cílem, budou proto posuzovány jen klíčové vlivy na budoucí obchodní činnost firmy.

3.4.1 Politické faktory

V rámci podpory rozvoje průmyslu vypsalo Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR ve spolupráci s Evropskou unií dotační program OP PIK na období let 2014-2020. Tento program je orientován na čtyři základní oblasti s následujícími objemy prostředků:

Dotační program OP PIK na léta 2014-2020 [51]

- 1) Rozvoj výzkumu a vývoje pro inovace s cílem zvýšit inovační výkonnost podniků.
 - *Inovace (398 653 670 EUR)*

- 2) Rozvoj podnikání a konkurenceschopnost ve výzkumu, vývoji a inovacích s cílem zvýšit konkurenceschopnost začínajících a rozvojových malých a středních podniků.
 - *Technologie (220 795 917 EUR)*

- 3) Účinné nakládání s energiemi, rozvoj energetické infrastruktury a obnovitelných zdrojů energie, podpora zavádění nových technologií v oblasti nakládání s energiemi a využívání druhotných surovin s cílem:
- a) Zvýšit energetickou účinnost podnikatelského sektoru.
 - *Úspory energie (746 247 226 EUR)*
 - b) Zvýšit aplikaci prvků inteligentních sítí v distribučních soustavách.
 - *Smart Grids I (37 118 139 EUR)*
 - c) Uplatnit inovativní nízkouhlíkové technologie v oblasti nakládání s energiemi a při využívání druhotných surovin.
 - *Nízkouhlíkové technologie (37 549 745 EUR)*
 - d) Posílit energetickou bezpečnost přenosové soustavy.
 - *Smart Grids II (199 833 699 EUR)*
- 4) Rozvoj vysokorychlostních přístupových sítí k internetu a informačních a komunikačních technologií s cílem zvýšit využití potenciálu ICT sektoru pro konkurenceschopnost ekonomiky.
- *ICT a sdílené služby (222 277 225 EUR)*

Oblasti, na něž tento dotační program cílí, by se mohly stát dobrým prostředkem pro otevírání diskuze firmy s potenciálními zákazníky. Nezbytnou podmínkou získání této dotace je však existence sídla či pracoviště firmy, která dotaci přijímá, mimo hlavní město Prahu. Obecně tuto a mnoho dalších podmínek je nutné reflektovat při žádostech o prostředky z dotačních programů, ovšem jak pro potenciální zákazníky Byzance, tak i do budoucna pro firmu samotnou, mohou tyto dotační fondy představovat zajímavou možnost a zdroj financování svých záměrů. V případě firmy Byzance s nimi však pro nejbližší období počítáno zatím není.

3.4.2 Ekonomické faktory

Dle analýzy společnosti International Data Corporation (IDC) se trh IoT v České republice mezi roky 2014 a 2018 zdvojnásobí [55]. Ze 11,7 mld. korun v roce 2014 by měl dosáhnout hodnoty 24,3 mld. korun v roce 2018. To představuje složenou roční míru růstu (z angl. „Compound Annual Growth Rate“, zkracováno CAGR) ve výši 20,8 %. McKinsey Global Institute odhaduje, že až 70 % tohoto potenciálu tvoří B2B²⁶ aplikace [40].

Zatím nejatraktivnějším způsobem využití IoT v rámci průmyslu se jeví monitoring nákladní dopravy s příležitostí 2,2 mld. korun v roce 2018 [55]. Dalšími oblastmi, ve kterých by se dala předpokládat vysoká míra integrace IoT, jsou provoz průmyslové výroby, monitoring a zabezpečení domácností, tzv. chytrá doprava, přenosy energie a energetika jako taková, chytré domácnosti, budovy a města, maloobchod a zdravotní péče.

Celkově je možné sektor IoT rozdělit do těchto subsektorů:

- ***Wearables*** (nositelná zařízení): *známe je sice už nyní, ale do budoucna lze očekávat jejich rozšíření do monitoringu zdraví ve smyslu životních funkcí osob i domácích mazlíčků, například v podobě obojku psa nebo kočky připojeného do internetu.*
- ***Connected Cars*** (připojená auta): *vyhnu se zácpě nebo třeba upozorní na dopravní nehodu, která se právě stala pár kilometrů směrem, kterým jedou, nebo opačně odešlou zprávy záchranářům o tom, že se nehoda stala jim, viz služba eCall [73].*
- ***Connected Homes*** (připojené domácnosti): *může se jednat o řízení vytápění, kouřové detektory, monitoring optimálně plné lednice i zabezpečovací alarmy apod.*
- ***Connected Cities*** (připojená města): *využití nalezneme například pro řízení parkování, osvětlení, semaforů, sledování naplněnosti popelnic, monitoring bezpečnosti na veřejných místech s vysokou koncentrací lidí apod.*
- ***Industrial Internet*** (průmyslový internet): *jde o využití v dopravě, zdravotnictví, v továrnách a logistice.*

²⁶ B2B – obchodní vztah Business to Business neboli vztah mezi společnostmi a jinou společností.

3.4.3 Sociální faktory

Počínaje Generací Y²⁷ platí hlavně v České republice již výrazně odlišné preference, životní styl a cíle, které ovlivňují rozhodování jednotlivce o volbě povolání. Tyto odlišnosti jsou ve velké míře ohrožením pro klasická průmyslová odvětví a profese, které jsou touto generací vnímány mnohem více kriticky, a to jako málo perspektivní, nízko odměňované, nezajímavé a málo prestižní. Touto nastupující generací by tedy naopak mohly být právě společnosti zabývající se internetem věci vnímány velmi pozitivně.

3.4.4 Technologické faktory

Aktuálně neexistuje dostatečné portfolio produktů, které by byly navíc cenově dostupné většině firem v oblasti zpracování dat. Konkrétně pak zpracování dat v takovém objemu, jaký je IoT schopno generovat. Pro využití potenciálu celého trhu IoT je nutné data nejenom sbírat, ale umět je také dostatečně rychle analyzovat. Pokud tedy výrobci specializující se na analytické nástroje nezareagují, celý potenciál IoT nebude využit. To může mít velký vliv na navazování potenciálních obchodních kontraktů. Masivní analytické nástroje v současné době pracují ve větší míře díky cloudovým službám, které jsou zpoplatněny a pro mnoho podniků budou za hranicí jejich finančních možností.

Podle McKinsey je jedním z klíčů k IoT tzv. interoperabilita, ta však ještě nenastala [40]. Univerzálně platné standardy (tj. rozhraní, protokoly apod.) ještě v této oblasti nejsou rozšířené. Velké korporace, které mají předpoklady tyto standardy tvořit, spíše bojují mezi sebou, tvoří vzájemně nekompatibilní řešení, a zákazníky tak uzamykají ve svých platformách.

Aktuálně jsou jisté standardy definovány díky ITU (International Telecommunication Union) – viz dokument ITU-T Doporučení [53]. Standardizace by se měla věnovat také dostatečnému zabezpečení komunikace těchto zařízení tak, aby data z nich nebyla zneužitelná. Vzniklo také konsorcium Open Connectivity Foundation (OCF) za účelem sjednocení standardů týkajících se IoT, v němž se angažují globální technologické

²⁷ Generace Y – osoby narozené v období let 1980-1995 vstupující na trh práce přibližně od roku 1998 až do roku 2020. Více v literatuře [52].

korporace (například ARRIS, CableLabs, Cisco, Electrolux, GE Digital, Intel, Microsoft, Qualcomm, Samsung). Standardizace má být dosaženo za pomoci certifikace hardwaru, softwaru či koncového produktu. Certifikace je možná na základě platby měsíčního členství (v částkách \$350 000, \$50 000 nebo \$2 000, viz dále zdroj) [54].

Situace na poli standardizování protokolů pro přenos dat se však postupem času zlepšuje. Nové a moderní protokoly používá firma Byzance již od počátku jejího působení a tyto protokoly budou zmíněny ve čtvrté kapitole.

3.5 Analýza nákupního chování zákazníků

Další důležitou analýzou je analýza nákupního chování zákazníků. Firma totiž musí uspokojit své zákazníky požadovanou přidanou hodnotou svých výrobků a služeb. Čím je efektivita uspokojení potřeb zákazníků vyšší, tím roste i konkurenční výhoda společnosti. Na základě této analýzy je možné identifikovat zákazníky, které se svým řešením firma následně osloví a se kterými po případném uzavření zakázky obchodní vztah zrealizuje. Vztah mezi obchodními partnery je žádoucí dále upevňovat.

Při analýze zákazníků firmy Byzance je nejprve nutné připomenout fakt, že společnost podniká zejména v B2B segmentu. To znamená, že fakticky nenabízí žádné koncové (spotřební) řešení. Tudíž slouží výhradně jako významný článek dodavatelského řetězce pro průmyslové a IT firmy, které nabízejí řešení v rámci aplikace internetu věcí do svých produktů či chtějí IoT integrovat například do svého výrobního závodu.

3.5.1 Průmyslové nákupy

Vzhledem k průmyslové povaze nákupů v případě firmy Byzance je na místě vyjmenovat hlavní charakteristiky a rysy chování zákazníků při průmyslových nákupech na rozdíl od nákupů klasických spotřebitelských [56]:

- **Cíle nákupu:** *nakupované řešení není určeno k přímé spotřebě, má být prostředkem k tvorbě hodnoty, dosažení zisku, snížení nákladů či zlepšení kontinuity výroby.*
- **Systémový přístup:** *konečný nákup je realizován po důkladné analýze potřeb, přínosů, možností a zdrojů. Rozhodně není realizován emotivně nebo impulzivně, což bývá relativně běžné u nákupů spotřebitelských.*
- **Odvozená poptávka:** *vzhledem k povaze průmyslového dodavatelského řetězce je poptávka po řešení určena poptávkou po koncovém spotřebitelském zboží. Proto je třeba analyzovat a predikovat vývoj na spotřebitelských trzích i ze strany průmyslových dodavatelů.*
- **Počet zákazníků:** *specializované průmyslové nákupy, a to zejména v nových odvětvích, se omezují jen na úzkou skupinu dodavatelů a odběratelů. Na rozdíl od spotřebitelských nákupů existuje tedy znatelně menší počet potenciálních zákazníků.*
- **Velikost zákazníků:** *oproti spotřebitelským nákupům mají průmyslové nákupy dlouhodobý charakter a jsou realizovány v mnohem vyšších objemech.*
- **Cenová elasticita:** *reakce na změnu ceny u průmyslových nákupů není tak významná a rychlá, jako tomu je u těch spotřebitelských.*
- **Reciprocita obchodních vztahů:** *dodavatelé v průmyslových odvětvích realizují nákupy konečných produktů od svých odběratelů, což dále upevňuje jejich vzájemné obchodní vazby a snižuje se tak riziko vstupu konkurentů.*
- **Analýza hodnoty:** *průmyslové nákupy nejsou realizovány na základě srovnání jednotkové ceny nabízeného řešení, je uplatňována multikriteriální analýza hodnoty.*
- **Hodnocení dodavatelů:** *průběžné multikriteriální hodnocení dodavatelů v delším časovém úseku je též součástí standardního systému řízení kvality.*

3.5.2 Analýza obchodních partnerů a odběratelů

Analýza zákazníků zohledňuje zákaznické segmenty, jimž firma slouží. Identifikuje cílové zákazníky, formuluje jejich potřeby a ukazuje na konkrétní služby či produkty, které tyto potřeby případně uspokojí. Jak již bylo zmíněno, firma Byzance neprodává svá řešení přímo koncovým zákazníkům. Plánuje využití svých obchodních partnerů v podobě tzv. integrátorů²⁸, kteří tato řešení rozšíří dále mezi své partnery a zákazníky, zejména pak malé a střední firmy do velikosti sta zaměstnanců. Dále je samozřejmě na místě také realizace přímého spojení s odběrateli, a to zejména s průmyslovými výrobními závody typu automobilka ŠKODA, ale rovněž s dalšími technologickými, energetickými a těžařskými koncerny hledajícími řešení konkrétních problémů souvisejících s automatizací.

Pokud chce být firma úspěšná, musí se v rámci svého marketingu zaměřit na poznání svých obchodních partnerů a odběratelů. Nestačí pouze mířit na koncové zákazníky a přínosy řešení pro ně samotné, je nutné myslet na obchodní partnery, kteří musejí řešení dokázat prodat. Základem úspěchu je vyvážit zájmy koncových zákazníků (přidaná hodnota) se zájmy obchodních partnerů a odběratelů (snižování nákladů). [57]

Vzhledem k předprodejní povaze řešení Byzance je možné obchodní partnery a odběratele identifikovat obecně na základě jasně položených otázek [57]:

3.5.2.1 Kdo budou odběratelé Byzance?

Dle dosavadních zkušeností firmy Byzance jsou identifikovány dva typy tzv. platících odběratelů. V prvním případě se jedná o převážně lokální technologické integrátory a IT firmy, které na daném území disponují četnými kontakty na další, většinou menší technologické či výrobní společnosti. Není vyloučena ani přímá spolupráce s firmami bez využití služeb integrátorů. Integrátoři však mají velmi často i příznivé vztahy a kontakty s místní správou, jako jsou například obce či statutární města. Vzhledem k omezeným technickým znalostem lokálních samospráv jsou právě integrátoři těmi, kteří

²⁸ Integrátor – živnostník nebo firma, která se zabývá hledáním a slučováním nejen technických řešení, integruje řešení do systému.

slučují dohromady vhodné technologie pro městský provoz a nabízejí již hotová řešení seskládaná z produktů mnoha dodavatelů.

Druhým typem platících odběratelů jsou střední nebo velké výrobní závody. Ty již disponují celými odděleními, jež se věnují optimalizaci výroby a výrobku, a mají tak kapacity na to vymýšlet nová řešení s využitím dostupných nástrojů.

Třetím typem odběratelů jsou v případě firmy Byzance vzdělávací instituce. Záměrně s nimi nebylo počítáno jako s platícími odběrateli. Tito zákazníci z řad technických středních škol a univerzit budou odebírat řešení bez finanční kompenzace. Cílem takového „obchodu“ je zvýšení technologické vzdělanosti v oblasti internetu věcí, nábor nových talentů a zvýšení prestiže jak samotných škol, tak i firmy Byzance, která tak může těžit ze spolupráce s mnoha partnery těchto vzdělávacích institucí.

3.5.2.2 Kolik jich bude?

Podle průzkumu Czech ICT Alliance [58] v roce 2010 bylo na trhu v ČR zhruba 33 tisíc firem věnujících se informačním technologiím. Již v té době činil podíl informačně-technologických produktů a služeb 15 % na celkovém exportu České republiky, tj. 360 mld. Kč, a toto odvětví zaměstnávalo přes 130 tisíc lidí. Lze předpokládat, že v posledních letech ekonomického růstu tato čísla ještě významně vzrostla. Prostou úvahou tedy firmu Byzance při expanzi do světa čeká další množství firem, jakožto potenciálních odběratelů a partnerů.

3.5.2.3 Jaké potřeby mají?

Vzhledem k aktuální situaci na trhu a velkým očekáváním [44] hledají oslovení partneři stále častěji řešení, které nejenom že ukáže jistou funkčnost, kterou IoT slibuje, ale zajistí i úsporu nákladů a vyřešení skutečných problémů. Internet věcí, jak již bylo řečeno, není zatím přesně vymezen a definován. Jsou to de facto připojené prvky samy k sobě či k (průmyslovému) internetu. Co by ale tyto prvky měly konkrétně dělat, je čistě na přání zákazníka, pokud to samozřejmě není omezeno současnými technickými možnostmi.

Řada potenciálních zákazníků, se kterými firma Byzance již komunikuje, používá některé dostupné metody přenosu, jako jsou například technologie SigFox [61] nebo LoRa [62]. Díky nim je již možné úspěšně sbírat data, ať už to je teplota, tlak a mnoho dalších veličin. Zpětná komunikace je ale při použití těchto technologií přinejmenším problematická. V aplikacích, kde je nutné, aby prvky mezi sebou komunikovaly obousměrně a dokázaly na základě instrukcí vykonávat určité úkony, musí výrobci/dodavatelé používat síť LTE²⁹ nebo WiFi³⁰, které jsou v prvním případě drahé na provoz (vysoké poplatky pro mobilní operátory) nebo nevhodné pro průmyslové použití.

Zájemci o řešení Byzance, kteří firmu oslovili, hledají právě technologie, které uspokojí i průmyslovou poptávku po internetu věcí. Domácí automatizace je na trhu už dávno a táhnou ji giganti typu Apple se svým HomeKitem [63]. Sbíráni dat a řízení vybavení továren, městského mobiliáře či energetických sítí však vyžaduje velmi sofistikované a flexibilně modifikovatelné technologie.

3.5.2.4 Jak vysokou cenu jsou ochotni zaplatit?

Nezpochybnitelný fokus na průmyslovou kvalitu hardwaru i softwaru firmy Byzance znamená i vyšší cenu konečného řešení. Prémiové ocenění aplikací pro chytré domácnosti, které již ve větším množství pro koncové spotřebitele na trhu existují, však není způsobeno vysokou technologickou hodnotou. Jde spíše o jakýsi prémiový příplatek za to, že tyto konkrétní technologie ještě nejsou tolik rozšířené. V průmyslu, a tedy na trhu firmy Byzance, však zákazníci nemyslí na to, aby za každou cenu byli první, kteří tento další stupeň automatizace používají, tj. nepodléhají moderním trendům v prostém slova smyslu. Řešení, které jim za určitou cenu bude nabídnuto a které oni budou akceptovat, musí vyřešit daný problém, přinést přidanou hodnotu oproti alternativnímu řešení (statistická a real-time³¹ data) a musí v daném horizontu pokrýt své náklady, pokud zrovna není koncipováno pro zlepšení image firmy (např. zelené technologie).

²⁹ LTE – čtvrtá generace mobilních sítí, která je nástupcem dosluhující technologie GSM a poskytuje rychlost přenosu dat až 170Mbps/60Mbps.

³⁰ WiFi – označení pro několik standardů IEEE 802.11, které popisují bezdrátovou komunikaci v počítačových sítích a jsou standardně využívány pro šíření internetového připojení na krátké vzdálenosti (obydlí, firmy, náměstí atd.).

³¹ Real-time – česky „v reálném čase“, v informatice se tento výraz používá, když se změny vstupních či výstupních hodnot promítají bez zpoždění.

3.5.2.5 Za jakých podmínek jsou ochotni s námi obchodovat?

Podmínky pro obchod jsou v pozici, ve které se firma Byzance ocitá, relativně jasné. Kvalifikovaným oddělením/zaměstnancům potenciálních zákazníků je potřeba nejdříve dodat testovací sadu prvků určených pro integraci do stávajících či nových zařízení a zároveň bezplatné přístupy do systému správy IoT (o hardwaru i softwaru firmy Byzance bude hovořit čtvrtá kapitola). Potenciální zákazník si tím může vyzkoušet implementaci na „vlastní kůži“ a vzhledem k univerzálnosti řešení najít dokonce i další uplatnění technologie ve svém prostoru působnosti. Pro zákazníka je takovýto postup vstřícným gestem a společnosti Byzance nevzniká kromě zanedbatelných nákladů na hardware žádné riziko. Díky povaze systému jako služby s neustálou podporou je možné ji ze strany dodavatele (Byzance) kdykoli vypnout nebo přinejmenším omezit většinu pokročilých funkcí.

K uzavření zakázky je potřeba využít správné komunikace, která by v zákazníkovi měla vyvolat pocit, že našel správné a komplexní řešení. Také by měla iniciovat vlastní invenci, kdy zákazník sám začne přemýšlet, co s danými nástroji může sám vytvořit. V této tvorbě musí firma Byzance být zákazníkovi stále „k ruce“. Podle typu zakázky, tzn. jaké řešení bude chtít zákazník použít, se dále odvíjí i doba potřebná k jejímu uzavření. S nástroji, které mohou ihned uspokojit poptávku, může být zakázka uzavřena do jednoho měsíce, pokud se však bude jednat o komplexnější a nové využití, předpokládá se doba mezi třemi až šesti měsíci.

3.5.2.6 S jakými z našich konkurentů již spolupracují a jak tato spolupráce vypadá?

Mnoho z potenciálních odběratelů (zejména integrátoři) již nějakou dobu využívají již zmiňovaných technologií a služeb SigFox či LoRa. Někteří jsou dokonce tak úzce provázání, že je to vlastně jejich jediný byznys. I přesto firmu Byzance oslovují, a to zejména z důvodů zmiňovaných v předchozích odstavcích. Spolupráce s touto konkurencí je ze strany Byzance velmi „vlažná“, jelikož se jedná pouze o technologii, ke které je nutné podporovaný hardware a služby dokoupit od jiných dodavatelů. Společnost Byzance dokonce v poslední době kontaktoval samotný český „operátor“ technologie SigFox, firma SimpleCell. Vědoma si jak předností, tak hlavně zřejmých

nedostatků své technologie, navrhla firmě Byzance započítí spolupráce a v určitých případech možnost implementace řešení SigFox. Komplexní a snadno rozšiřitelná platforma Byzance by sice SigFox podporovat mohla, nicméně by to znamenalo právě částečnou ztrátu té průmyslové robustnosti a zejména výhody oboustranného řízení prvků internetu věcí.

Mnozí další potenciální zákazníci, ať už to jsou malé IT firmy či velké výrobní závody, používají řadu řešení, které by bylo možné nazvat konkurenčními. Platforma Byzance s tímto faktem ale počítá a podporuje integrování i konkurenčních technologií a jakési „zaobalení“ všech služeb do jedné.

3.6 Analýza distribučních cest

Vzhledem k povaze produktu a také fázi vývoje firmy Byzance nemá analýza odbytových cest v klasickém pojetí velkého významu. I tak by bylo ale vhodné definovat druhy distribučních cest a uvést obecný plán distribuce hardwaru a softwaru firmy Byzance.

3.6.1 Druhy distribučních cest

Produkty a služby se mohou od výrobce k odběrateli dostat přímou nebo nepřímou cestou. V rámci plánování firmy je třeba rozhodnout o tom, kterých cest bude pro její produkty využíváno.

3.6.1.1 Přímé distribuční cesty

Obecně se v průmyslu za přímou distribuční cestu považují dodávky různých strojů, zařízení, polotovarů či součástek, převážně do výrobních závodů. Jedná se o přímý kontakt výrobce se zákazníkem, který může být prospěšný zejména pokud jde o uzavírání strategických obchodů s velkými partnery, konkrétně například s velkým výrobním závodem. Individuální přístup a zvláštní podpora a servis pro takového zákazníka jsou v tomto případě na místě, v jistých případech dokonce nezbytností. Takový přístup však znamená vyšší náklady vzhledem k nutnosti alokování značného množství kapacit právě pro tento jeden obchod. Tento konkrétní typ exkluzivního obchodního vztahu je preferován

pouze v případě takových společností, které mohou svým jménem významně přispět k lepšímu povědomí o firmě Byzance a následně tak zvýšit zájem o její řešení skrze nepřímé distribuční cesty.

Firma Byzance je výhradně B2B partnerem, malou výjimku představují dodávky vývojových „balíčků“ obsahujících několik hardwarových prvků a základní licenci na cloudové (softwarové) služby. Firma má v plánu nabízet tyto balíčky přímo zákazníkům prostřednictvím firemního internetového obchodu (e-shopu). Nejedná se však o položku, která by měla významně přispět k zisku firmy. Slouží výhradně jako podpora budoucího prodeje komplexnějších řešení o řádově vyšším počtu prvků.

3.6.1.2 Nepřímé distribuční cesty

Distribuční mezičlánky budou standardním jevem ve většině obchodních aktivit firmy Byzance. Prostředníci v prodeji jsou typickým nástrojem snižování nákladů na vlastní kapacity obchodního oddělení a na hledání nových partnerů a zákazníků.

Rovněž vývojové balíčky, používající i přímou cestu, budou distribuovány také různými externími subjekty, ať už se jedná o další e-shopy či jiné prostředníky. V tomto případě bude nutné s těmito partnery vyjednat takové podmínky, které by zajistily jednotnou cenu balíčků z různých distribučních kanálů. Není žádoucí, aby vznikaly rozdílné ceny započítáváním různě vysoké marže obchodníka.

Největším článkem v nepřímých distribučních cestách firmy Byzance, a také pravděpodobně největším článkem obecně, jsou zprostředkovatelé. Zprostředkovatel ve formě integrátora přebírá velkou část činností a povinností, integruje řešení společně s dalšími články, které všechny dohromady tvoří jeden celek. Výsledný produkt takového uskupení je možné prodat pod svou vlastní značkou dalším obchodním partnerům. Strategickým cílem firmy Byzance je mít takových partnerů co nejvíce a zachovat si prostor pro maximální fokus na vlastní vývoj.

3.7 Analýza vnitřních faktorů

Vnitřními faktory rozumíme všechny prvky a jejich vzájemné vztahy ve firmě. Jedná se o otevřený systém, ve kterém vznikají komunikační a řídicí linky. Na rozdíl od uzavřených systémů, okolní svět ovlivňuje chování uvnitř této organizace množstvím závislostí. [57]

Pokud mají být vztahy mezi vnitřními a vnějšími faktory vyvážené, je nutné analyzovat a neustále sledovat vnitřní prostředí firmy, reagovat na změny, a vyhledávat potenciální zdroje úspěchu. Situační analýza vnitřního prostředí firmy definuje silné a slabé stránky organizace a pozici podniku na trhu a v konkrétních odvětvích.

3.7.1 Silné stránky

Následující silné stránky demonstrují přednosti firmy Byzance, kterými se oproti obdobným jiným firmám vyznačuje. Jedná se o takové oblasti a vlastnosti, ve kterých bez větší námahy firma dosáhne lepších výsledků než ostatní.

- *Unikátní, škálovatelný a kvalitní produkt/služba;*
- *dostatečná technická vybavenost;*
- *velmi nízké provozní náklady;*
- *komplexní produkt – pokrytí celého procesu vývoje IoT;*
- *jednoduché a intuitivní uživatelské rozhraní;*
- *flexibilita, rychlé reakce na změny na trhu;*
- *zájem investora;*
- *konexe a spolupráce se vzdělávacími institucemi;*
- *vlastní know-how;*
- *silná motivace a loajalita pracovníků.*

3.7.2 Slabé stránky

Následující slabé stránky jsou oblasti ke zlepšování, zpravidla je v nich firma Byzance horší než konkurence. Kromě posilování silných stránek musí společnost zároveň minimalizovat slabé stránky. Zejména u firmy právě vstupující na trh je klíčové držet si výraznou konkurenční výhodu, a to nejen v technickém řešení.

- *Nevybudovaná základna zákazníků;*
- *nevybudovaná značka;*
- *žádný produkt na trhu;*
- *malý vývojový tým;*
- *omezený kapitál pro růst a patentové přihlášky;*
- *závislost na investorovi;*
- *velmi mladý kolektiv;*
- ***neověřená obchodní strategie;***
- ***chybějící zkušenosti s řízením výroby.***

Z posledních slabých stránek firmy je možné vyvodit skutečný smysl a cíl této diplomové práce.

3.8 Analýza trhu

Mnoho ovlivňujících faktorů trhu zmiňovala již druhá kapitola, velikostí a růstovým potenciálem se zabývala také ekonomická část PEST analýzy ve formě sekundárního výzkumu. Potřeby zákazníků jsou vždy na prvním místě, až poté následují samotné produkty a služby, které tyto potřeby uspokojí. Současné trhy rozhodně nestačí, je třeba hledět i do budoucnosti a brát v potaz i ostatní typy trhů. [57]

3.8.1 Současný trh

Na současném trhu automatizace a internetu věci jsou potřeby zákazníků již uspokojovány zavedenými dodavateli. Pro novou firmu může být složité do trhu proniknout vzhledem k intenzivní konkurenci.

Současný trh, jak již bylo řečeno, se sestává z právě takových řešení v průmyslu, která dokáží přepravit data z A do B a ve velmi omezené míře naopak. Existují propracované řídicí systémy, které dokáží velmi sofistikovaně řídit části továrny, nicméně zde zákazníci narážejí na tzv. problém černé skříňky. Dostanou hotové a velmi drahé řešení, které však lze jen velmi omezeně vylepšovat. Jeho spojení s ostatními systémy je navíc také velmi problematické.

Internet věcí je zřejmě na vrcholu svých očekávání, ale ještě není dostatečně široce implementován vzhledem k jeho problémům a hrozbám (viz druhá kapitola). To může být také překážkou při oslovování potenciálních zákazníků. Mohou vznikat zklamání, že to, o čem se tolik mluví a je tak vyzdvižováno, je vlastně ještě v plenkách. S cílem zjistit názor a vztah potenciálních zákazníků k IoT byl proveden následující primární výzkum.

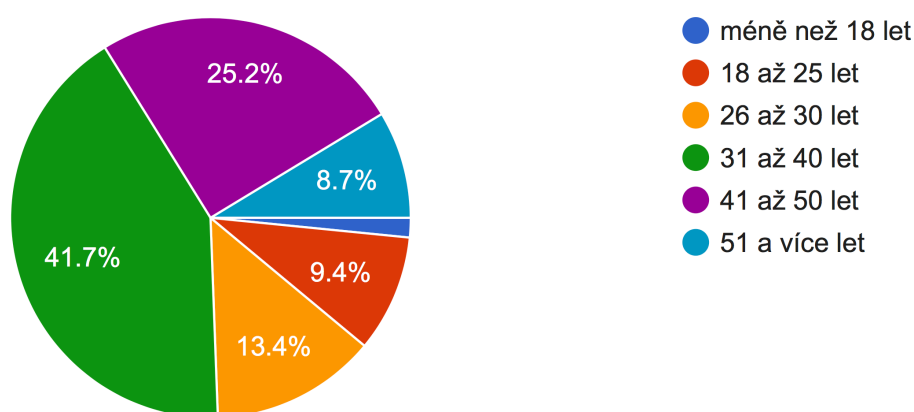
3.8.2 Primární výzkum trhu

Aby bylo možné analyzovat trh ze své perspektivy a nespolehat jen na data poskytovaná od jiných organizací, byl realizován vlastní primární výzkum trhu internetu věcí.

Z více než tří set vážných zájemců o první testování platformy Byzance z řad vývojářů, studentů, integrátorů a dalších firem, celkem 127 z nich odpovědělo na otázky spojené s IoT, firmou Byzance a dalšími plány. Výsledky tohoto výzkumu budou mimo jiné využity pro pozdější prvotní oslovení potenciálních zákazníků s nabídkou bezplatného testování platformy.

3.8.2.1 Věk

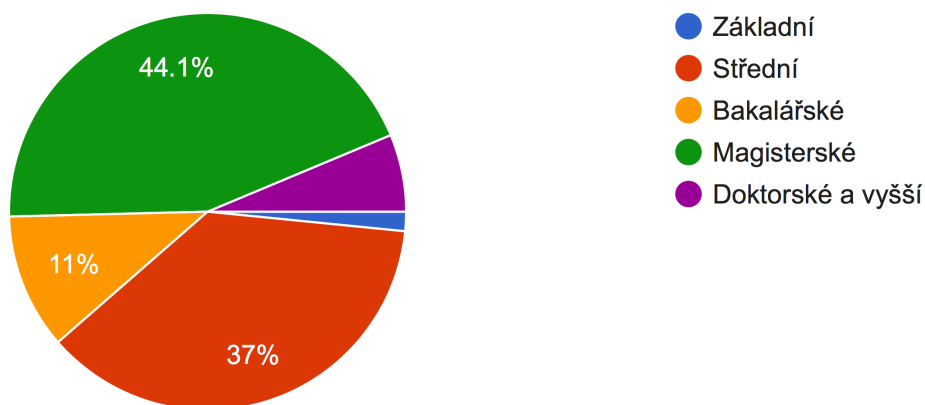
Prvním sledovaným parametrem (kromě jména a kontaktních údajů) bylo věkové složení aktivních zájemců o řešení vývoje internetu věcí. Zjistili jsme s trochou překvapení, že nejvíce zájemců je hlavně mezi lidmi středního věku, přibližně okolo 40 let. Pozitivem této skutečnosti je vysoce produktivní věk a poměrně bohaté zkušenosti takových zájemců. Naopak negativem je naše zklamání z menšího zájmu z řad studentů a obecně mladších lidí. Do jisté míry to může být způsobeno rovněž množstevně slabší nastupující generací, což by mohla potvrdit jakákoliv analýza demografického vývoje.



Obrázek 10 – Graf odpovědí na otázku „Kolik je Vám let?“ [Zdroj: vlastní]

3.8.2.2 Vzdělání

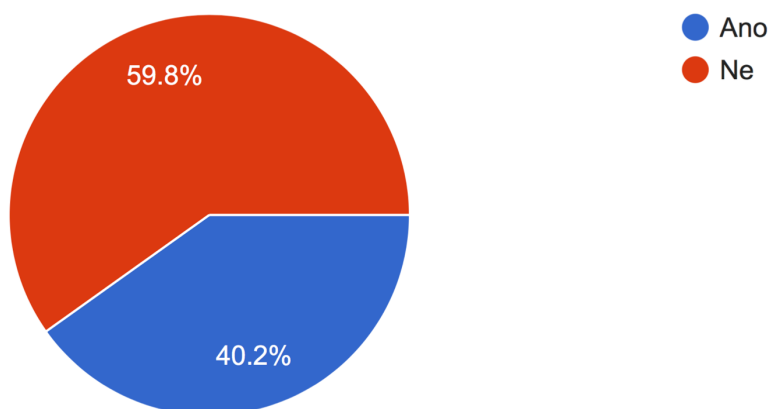
Neméně důležité je v tomto výzkumu i vzdělání sledované populace. Potvrdilo se, že o internet věcí mají zájem hlavně vzdělaní a kvalifikovaní lidé. Firma Byzance chce ale zároveň nabídnout výrazné zjednodušení vývoje IoT, čímž má šanci oslovit i velkou skupinu středoškolsky vzdělaných lidí. Dá se ale předpokládat, že velká část z námi oslovených středoškoláků mohou být ještě nedostudovaní bakaláři, tudíž budoucí vysokoškoláci. Zhruba 60 % dotázaných má bakalářské a vyšší vzdělání, 6 % dokonce doktorské a vyšší.



Obrázek 11 – Graf odpovědí na otázku „Jaké je Vaše nejvyšší dosažené vzdělání?“
[Zdroj: vlastní]

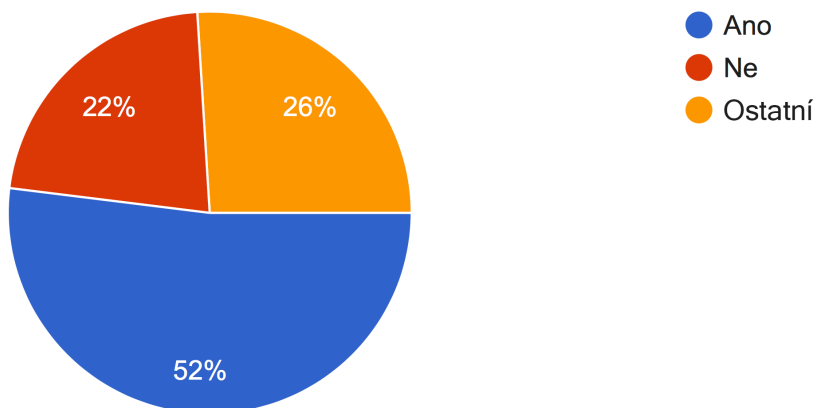
3.8.2.3 Firma, založení start-upu, sektor

Více než 40 % účastníků průzkumu uvádí, že mají vlastní firmu. Již tento podíl je velkým příslibem pro společnost Byzance, která právě na firmy míří. Jedním z cílů Byzance je ale také pomáhat ostatním založit vlastní firmu (tzv. start-up).



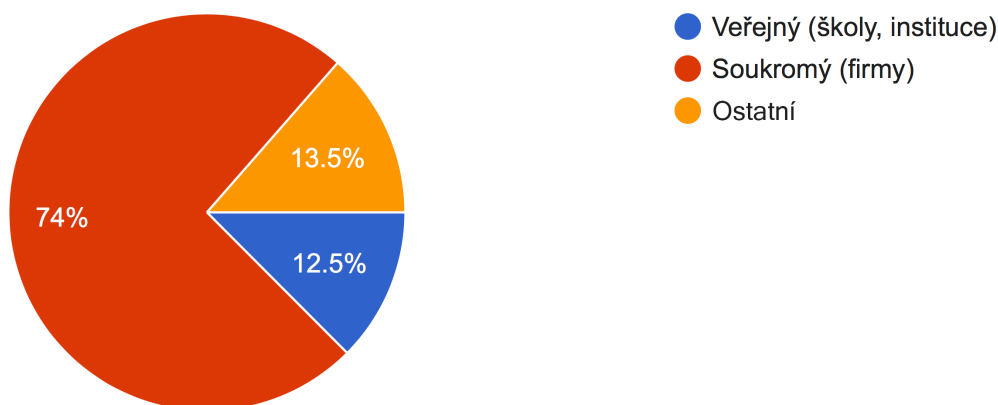
Obrázek 12 – Graf odpovědí na otázku „Máte vlastní firmu?“ [Zdroj: vlastní]

52 % dotázaných uvedli, že by založili vlastní nový start-up pro internet věci, kdyby problémy, které Byzance slibuje, že vyřeší, nemuseli řešit sami. A jen 22 % z nich by novou firmu určitě nezakládali, což má ale jistě souvislost s již existující firmou.



Obrázek 13 – Graf odpovědí na otázku „Založili byste nový start-up, kdyby problémy IoT byly již vyřešené?“ [Zdroj: vlastní]

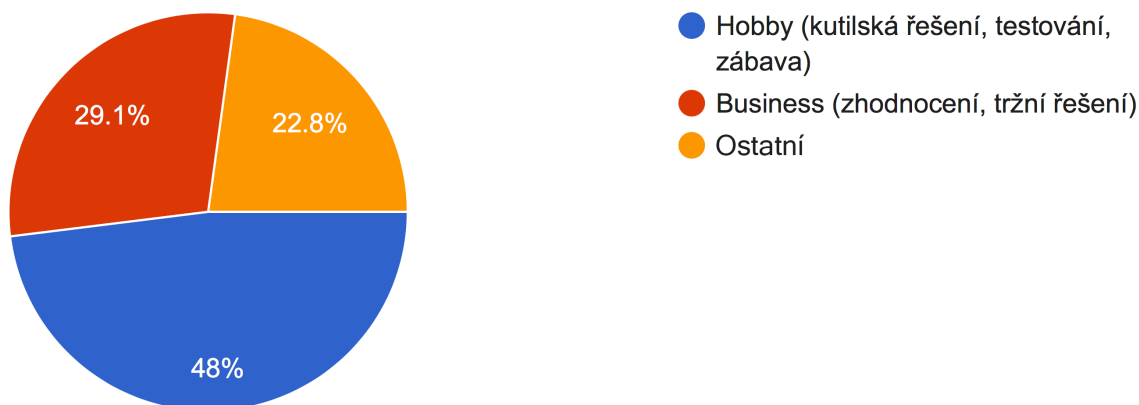
Ze všech dotázaných pracuje 74 % v soukromém sektoru a 12 % v sektoru veřejném. Lze ale předpokládat vzhledem k této statistice, že mnoho teprve studujících respondentů je již pracovně aktivních, zejména v soukromých firmách.



Obrázek 14 – Graf odpovědí na otázku „V jakém sektoru pracujete?“ [Zdroj: vlastní]

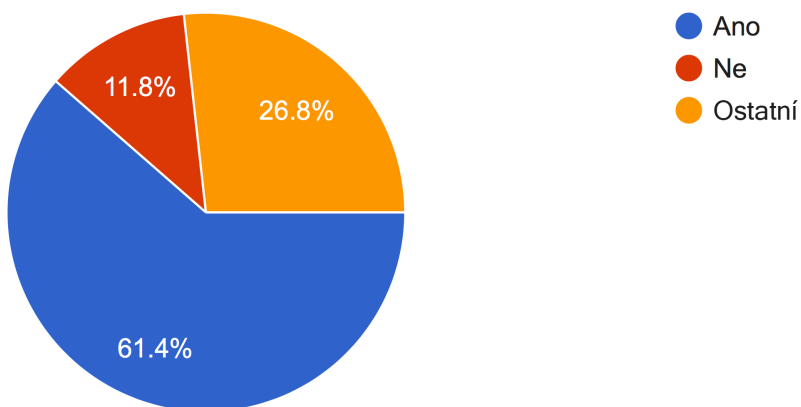
3.8.2.4 Využití řešení

Z pohledu firmy Byzance je klíčová identifikace použití jejího řešení respondentem. Hlavními sledovanými oblastmi bylo komerční použití a použití jako koníček (avšak včetně testování). 29 % respondentů se přímo vyjádřilo, že již mají představu komerčního využití. 48 % dotázaných zatím chce pouze testovat a „hrát si“, což v konečném důsledku může mít také pozitivní vliv na celkovou image tohoto řešení na trhu.



Obrázek 15 – Graf odpovědí na otázku „Za jakým účelem chcete vytvářet IoT řešení?“
[Zdroj: vlastní]

A právě na image řešení a firmu Byzance směřovala další otázka. A to, zda je respondent ochotný stát se tzv. influencerem³², tj. dál aktivně rozšiřovat povědomí o tomto řešení a napomáhat tak dalšímu rozvoji platformy firmy Byzance. 61 % respondentů odpověděli kladně a pouze necelých 12 % z nich takovou úlohu odmítli. Odpovědi na tuto otázku ale nemusejí mít nejvyšší vypovídající hodnotu vzhledem ke složení respondentů z přímých zájemců o řešení Byzance.

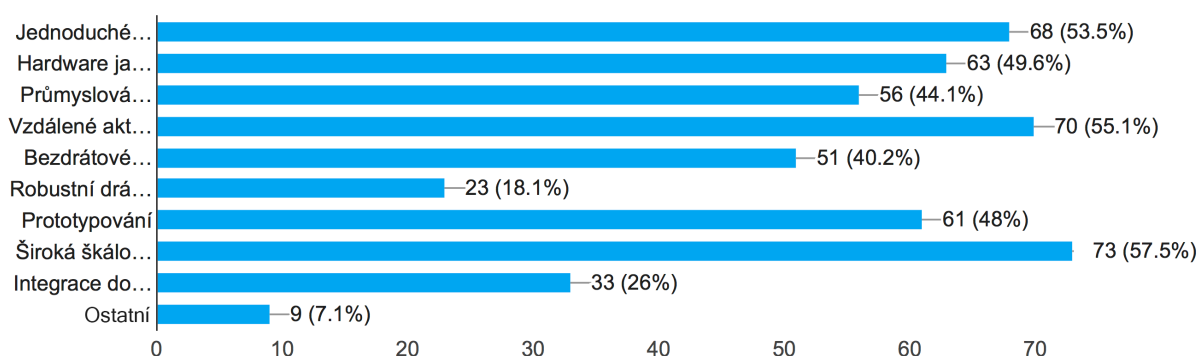


Obrázek 16 – Graf odpovědí na otázku „Jste ochotni se stát IoT influencerem a propagovat firmu Byzance?“ [Zdroj: vlastní]

³² Influencer – osoba ochotná kvalifikovaně ovlivňovat dění v branži, rozšiřovat povědomí či propagovat určité řešení.

3.8.2.5 Priority vývoje

Díky této analýze trhu i na základě výpovědí respondentů bylo možné seřadit priority vývoje jednotlivých částí platformy Byzance. V zájmu co nejrychlejšího vstupu na trh se funkčnost řešení stává prioritou klíčovou. Je nám jasné, jak obtížné je v počáteční fázi uvést na trh již dokonalý a hotový produkt. Zejména pak v případě služby Byzance se bude jednat o nekonečný vývoj a zlepšování právě na základě zpětné vazby zákazníků, ať už stávajících či potenciálních.



Obrázek 17 – Graf odpovědí na otázku „Které vlastnosti řešení Byzance byste ocenili nejvíce?“ [Zdroj: vlastní]

Seřazené priority vývoje na základě odpovědí respondentů:

1. *Široká škálovatelnost*
2. *Vzdálené aktualizace a bezpečnost*
3. *Jednoduché cloudové nástroje*
4. *Hardware jako služba*
5. *Prototypování*
6. *Průmyslová aplikovatelnost*
7. *Bezdrátové MESH³³ síťování*
8. *Integrace do masové výroby*
9. *Robustní drátové síťování*
10. *Ostatní*

³³ MESH síť – smíšená topologie zpravidla bezdrátové sítě, kdy jednotlivé prvky přijímají a zároveň vysílají informace ostatním prvkům. Vzniká tak síť, ve které si jednotlivé prvky mezi sebou tvoří cesty nezávisle na celé síti. Tato síť je odolná proti výpadkům jednotlivých prvků, dokud jsou ostatní prvky v dosahu. [72]

3.8.3 Skryté trhy

Skryté trhy nemusejí znamenat přímo nové trhy. Jedná se spíše o takové oblasti, kde zákazníci existují a mají potřeby, které si již uvědomují, avšak žádná firma se ještě nepřiblížila v podobě poskytnutí adekvátního řešení. Na základě předchozího provedeného výzkumu se jedná zejména o zjednodušování aktivit spojených s internetem věcí. Přesně na tento trh chce firma Byzance mířit, nabídnout řešení, které sice uspokojuje současné požadavky stejně jako konkurenční řešení, přináší však navíc další možnosti, mezi které mimo jiné patří:

- *univerzální zpracování konektivity, kdy zákazník neřeší, jak se přenáší data;*
- *bezpečnostní aktualizace pro všechny připojené prvky;*
- *služba přidávající nové funkce pro všechna zařízení;*
- *platforma pro decentralizované ovládání prvků;*
- *portfolio nástrojů fungující jako modulární stavebnice;*
- *cloudová infrastruktura zajišťující chod kdekoli na světě.*

3.8.4 Vznikající trhy

Aby firma byla dlouhodobě úspěšná, nemůže se soustředit na současné, byť skryté trhy a příležitosti. Tak rychle rostoucí segment, kterým internet věcí bezesporu je, v příštích letech může zasáhnout dosud neexistující trhy, se kterými dnes ještě není počítáno. Cílem společnosti Byzance je být leaderem na trhu a pomocí své platformy, která nabádá a umožňuje realizovat vize a nápady svých partnerů, přímo tyto vznikající trhy definovat.

3.9 Analýza konkurence

Poslední provedenou analýzou, která částečně využívá závěry všech uvedených předchozích analýz, je analýza konkurence. V momentální chvíli se lze domnívat, že neexistuje přímý konkurent pro firmu Byzance, který by se pohyboval na evropském trhu. Existuje však hned několik firem, které částečně konkurenční řešení nabízejí a může již vznikat i konkurence skrytá. V průmyslovém odvětví se dokonce jedná o velké giganty, pro které však IoT představuje jen nepatrnou část jejich výrobního portfolia. Vážná konkurence se však formuje za oceánem v severní Americe, proto je naprosto klíčové uvést řešení firmy Byzance na trh co nejdříve. Několik technologií, zejména v cloudových nástrojích a infrastruktuře, je plánováno patentovat ještě před vstupem na globální trh.

Konkurenci je možné v tomto případě popsat pomocí Porterovy analýzy pěti sil [70]. Hlavní podstatou této metody je vytvoření prognózy vývoje konkurence v daném segmentu, a to na základě predikce chování jednotlivých účastníků a potenciálního rizika, kterému vystavují firmu Byzance. Analýza pěti sil se skládá z následujících částí:

- ***Stávající konkurence*** – jak mohou ovlivnit cenu a nabízené množství daného řešení.
- ***Potenciální konkurence*** – pravděpodobnost vstupu nového hráče na trh a jak může ovlivnit cenu a nabízené množství daného řešení.
- ***Dodavatelé*** – jak mohou ovlivnit cenu a nabízené množství potřebných vstupů.
- ***Odběratelé*** – jak mohou ovlivnit cenu a nabízené množství daného řešení.
- ***Substituty*** – cena a nabízené množství řešení, které je alespoň částečně schopné nahradit dané řešení.

Podle jednotlivých bodů této analýzy lze usoudit, že vychází z již provedených analýz trhu, firmy a chování zákazníků.

3.9.1 Stávající konkurence

Stávající konkurence firmy Byzance je velmi různorodá. Rozhodně se nejedná o případ podobný automobilovému průmyslu, kde pod nátlakem pravidel, spousty regulací a dalších nařízení nakonec všichni výrobci nabízejí jen málo odlišný produkt. Všechna auta musejí mít čtyři kola (samozřejmě až na malé výjimky), světla, volant, sedačky atd., vše podle předem daných pravidel. V segmentu internetu věcí je však situace úplně jiná. Jedná se o relativně malá zařízení, případně jen součástky do již stávajících přístrojů, dále obslužný software a cloudové služby, to vše splňující jen elementární, většinou elektronická pravidla. Možností je tolik, že zavedená a zkušená firma pohybující se v oblasti informačních technologií může přijít s čímkoli nepředpokládaným, co zcela změní situaci na trhu. Ostatně o takový vstup se pokouší právě teď i firma Byzance.

Ze stávajících konkurentů je třeba zmínit zejména německý gigant Siemens. Inženýři v této firmě již pracují na IoT řešeních mnoho let a mnoho principů, které jsou dnes považovány za součást internetu věcí, dost možná používali již mnohem dříve. Siemens³⁴, a potažmo také další velká technologická korporace ABB³⁵, prakticky ovládají trh s průmyslovými řešeními veškerého druhu. Ostatně se není zodpovědným manažerům jejich zákaznických firem co divit, jedná se o velmi dobře prověřenou variantu s minimem rizik. Tyto firmy jsou leadery i co se týče množství výrobních závodů nebo rozsahu ovládaných dalších průmyslových odvětví. Taková „gigantičnost“ firem se ale může v určitých ohledech stát jejich nevýhodou. Tisíce inženýrů vyvíjejí komplexní systémy za miliardy dolarů. V takové situaci je velmi obtížné flexibilně reagovat na poptávku a nejnovější trendy nebo dokonce odepsat obrovské náklady na dosavadní vývoj a vrhnout se jiným směrem. A toto je velká příležitost pro firmu Byzance – start up, který internet věcí vyvinul tzv. „na zelené louce“ za opačných podmínek oproti zmiňovaným případům.

V současné chvíli působí nejbližší známý konkurent Byzance na druhé straně zeměkoule. Firma Particle³⁶ založená v roce 2012 má na Byzance již tříletý náskok. Nabízí cloudové nástroje spravující zařízení používající jejich hardware či pouze malý počítač založený na již zmiňovaném Raspberry Pi. Hlavním rozdílem je, že Particle nabízí

³⁴ Siemens – více o Siemens IoT zde: <http://w3.siemens.com/mcms/pc-based-automation/en/industrial-iot/pages/default.aspx>

³⁵ ABB – více o ABB IoT zde: <http://new.abb.com/about/technology/iots>

³⁶ Particle – více o Particle IoT platformě zde: <https://www.particle.io>

své hardwarové prvky pouze ve verzích WiFi a s modulem pro mobilní síť. Byzance vstoupí na trh s robustnějším, a tedy průmyslovějším spojením přes ethernet. I tak může ale Particle nabídnout schůdná konkurenční řešení zejména pro domácnosti či města. Mělo by být prioritou firmy Byzance se co nejdříve dostat na světové trhy, jelikož firma Particle již operuje ve více než 170 zemích světa.

3.9.2 Potenciální konkurence

Situace se však mění a Byzance již brzy nemusí být jedinou firmou, která nabízí komplexní, a přitom modulární řešení pro průmyslové účely. Například investiční fondy podporující inovativní řešení mají dostatek finančních prostředků, a tak může být jen otázkou času, než někdo svůj dobrý nápad, jak dále zlepšit vývoj IoT, bude chtít také zhodnotit.

Potenciální konkurencí se však mohou stát i již zavedení hráči na trhu. Firmy typu Microsoft či Apple jsou známé tím, že ve většině ohledů nejsou těmi prvními, kteří přijdou s nápadem na trh. Pokud však v určitém řešení naleznou dostatečný potenciál, dovedou z pouhého konceptu či experimentu menších konkurentů vytvořit skutečně funkční řešení. Tyto firmy mají takové prostředky, že dokáží doslova skoupit všechny články řetězce pro nějaký produkt a nabídnout komplexní řešení v poměrně vysoké kvalitě za velmi příznivou cenu, které svou silou „protlačí“ velmi vysokému počtu nových zákazníků.

3.9.3 Dodavatelé

Firma Byzance zatím nemá pevně určené nebo stálé dodavatele. Veškerý vývoj hardwaru i softwaru probíhá přímo ve firmě. Komponenty byly zatím objednávány pouze na prototypovou výrobu a byly vybírány varianty podle požadavků vývoje a od dodavatelů, kteří konkrétní součástky dodali v daném množství za nejnižší cenu. Všechny komponenty jsou běžně dostupné na trhu a mají mnoho substitutů s výjimkou plošných spojů, které jsou zhotovovány zakázkově na základě vlastního předloženého návrhu. Více informací o dodavatelích je možné nalézt ve čtvrté kapitole, v sekci o hardwaru.

V budoucnu je však možné, hlavně vzhledem k plánované integraci řešení třetích stran, že vznikne riziko proměnlivosti ceny nebo množství vstupních prvků pro komplexní

řešení tzv. „na klíč“. V těchto případech bude firma Byzance dodávat nikoli vývojový nástroj, nýbrž funkční řešení. Bude tak závislá na včasných dodávkách v určité cenové hladině a množství.

3.9.4 Odběratelé

Ovlivnit cenu a nabízené množství samozřejmě mohou samotní odběratelé. Jak již bylo zmíněno, firma Byzance plánuje své řešení prodávat prostřednictvím tzv. integrátorů a případných dalších zprostředkovatelů. Cenová politika a nabízené množství budou záviset na tom, jakou marži na prodeji budou chtít tito prostředníci utržit pro sebe. Zároveň budou do těchto úvah vstupovat samozřejmě i další faktory, a to zejména fakt, jakou cenu budou koncoví zákazníci ochotni vůbec zaplatit vzhledem k množství, které budou poptávat. To je velmi důležité s ohledem na rozmanité ceny komponent při odběru různě velkých množství. I vzhledem k těmto otázkám je nutné správně definovat řízení výroby prvků závislých na těchto faktorech.

3.9.5 Substituty

Úplné substituty pro řešení Byzance zatím zřejmě neexistují. Kombinace hardwaru, softwaru a cloudových nástrojů je v této branži zatím unikátní. Firma Byzance však plánuje umožnit svým zákazníkům substituovat řešení jednotlivých částí, pokud to bude technologicky možné. Zákazníci zkrátka nebudou muset využívat všechny nástroje služby. To samozřejmě znamená ovlivnění ceny celého řešení. Firma Byzance musí být schopna nabídnout takovou cenu, aby se zákazníkovi vyplatilo přejít, alespoň tedy částečně, na její řešení. Vzhledem ke zmíněné absenci komplexního řešení (přínejmenším za konkurenceschopnou cenu) by to v současné tržní situaci neměl být problém. Trh se však mění velice rychle, a tak by firma Byzance měla usilovat o kompletní nasazení řešení, dokud náklady či jiné problémy z přechodu od konkurenčního řešení nepřesáhnou zejména pro zákazníka unesitelnou mez. Je úkolem marketingového oddělení tuto problematiku zákazníkům správně vysvětlit.

4 Systém prvků Byzance

V této kapitole bude představeno kompletní řešení firmy Byzance. Vzhledem ke své šíři jej lze rozdělit na několik vzájemně se pronikajících množin, které jsou dále nabízeny potenciálním zákazníkům. Jejich hlavní charakteristikou je skutečnost, že se jedná o ucelené „all-in-one“³⁷ portfolio cloudu, nástrojů a hardwaru pro vývojáře internetu věcí. Díky tomu, že toto unikátní a svým způsobem univerzální řešení obsahuje vše nutné pro vývoj a dlouhodobou správu internetu věcí, ho lze tak rovnou označit za Game Changer v dané branži.



Obrázek 18 – Přehled možných použití prvků a služeb Byzance [78]

Se zkušenostmi po téměř dvouletém působení může firma Byzance říci, že překážek ve vývoji funkčního a finančně přijatelného řešení je velké množství. Pokud firma (zákazník), která s jakoukoli pokročilejší informační technologií (IT) nepřišla do styku vůbec nebo jen velmi okrajově, chce vyrobit produkt s funkcionalitou internetu věcí, musí překonat mnoho problémů. Problémů, které navíc vůbec nesouvisí s jejich oborem či zaměřením. Například výrobce praček ví, jak ohýbat plechy či kalibrovat a ovládat

³⁷ All-in-one – česky „vše v jednom“, bývá tím označováno komplexní řešení zahrnující veškeré komponenty fungujícího celku.

pohonné jednotky bubnu. Nikdy však nemusel řešit vzdálenou správu, diagnostiku a ovládání zařízení pomocí dalších chytrých zařízení, a to samozřejmě tak, že dané spojení by vykazovalo prvky bezpečnosti, stability a bylo by připravené čelit různým nepředvídatelným hrozbám v podobě hackerských útoků či náhodných chyb. Je možné si tak snadno představit, jak by bylo pro takového výrobce praček složité se od „jednoduchého“ praní prádla přenést a poprat se i s celou IT infrastrukturou potřebnou pro implementaci potenciálu internetu věcí. Je to zcela mimo jeho dosavadní obor.

Firma Byzance přichází s univerzálním řešením, které pokrývá celé workflow internetu věcí tak, jak je vyobrazeno na obrázku 19.

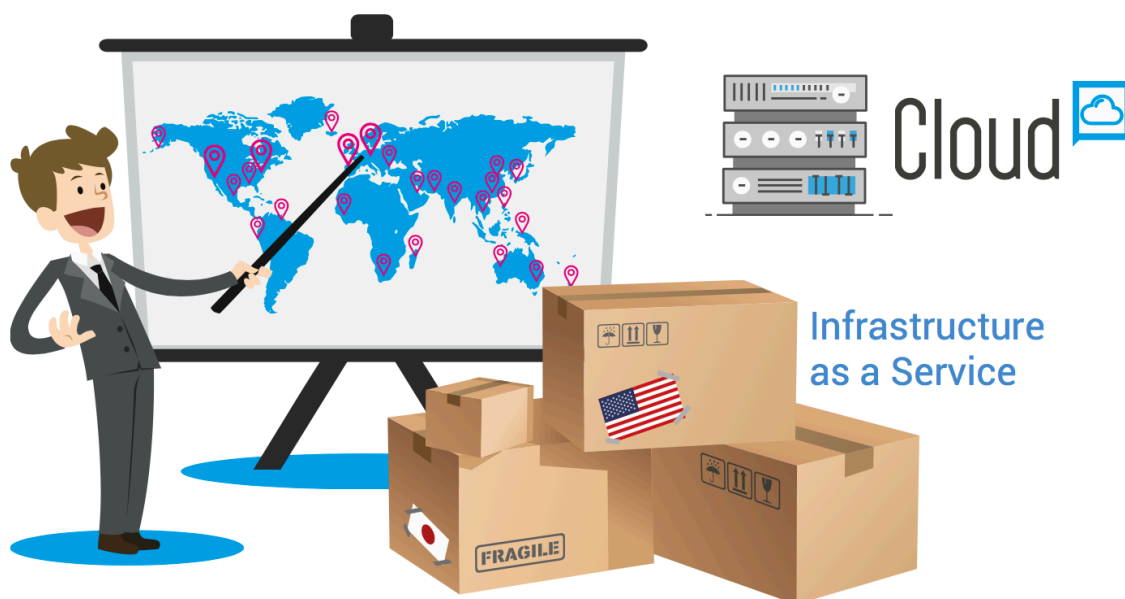


Obrázek 19 – Diagram postupu zákazníka Byzance od nápadu po masovou výrobu [78]

4.1 Cloud a nástroje

V rámci představení řešení Byzance je vhodné začít pomyslně shora. Jedná se o „horní“ konec řešení v tzv. cloudu. Cloud je hlavní internetovou infrastrukturou, která zajišťuje sdílený výpočetní výkon připojeným zařízením na vyžádání. Zároveň poskytuje i úložný prostor pro data a ta může následně i zpracovávat.

Většina vývojářů se pohybuje právě v oblasti cloudových řešení, kam patří cloudové nástroje, ERP³⁸, CRM³⁹, a také Business Intelligence⁴⁰. Byzance na to však jde odspodu, od koncového hardwaru až po cloud, kde končí. Nabízí svoje řešení na bázi univerzálního napojení na hotová cloudová řešení jako jsou Microsoft Azure a Amazon. Za tímto účelem bylo potřeba vytvořit centrální cloudový server a obslužné serverové aplikace, jež umožňují ovládání IoT zařízení kdekoli po světě bez typické odezvy, která může být způsobena přenosem dat na velké vzdálenosti. Byzance nabízí tuto cloudovou infrastrukturu jako službu, viz marketingový obrázek 20.



Obrázek 20 – Marketingový obrázek cloudové infrastruktury Byzance [78]

Celá tato infrastruktura je sice pro oči zákazníka skrytá, ale přináší další úroveň funkčnosti a bezstarostnosti, které chce firma Byzance dosáhnout a svým zákazníkům poskytovat. Na této infrastruktuře dále běží sada cloudových nástrojů, které již zákazník aktivně využívá.

³⁸ ERP – Enterprise Resource Planning, česky „plánování podnikových zdrojů“, je systém řízení většiny nebo dokonce všech oblastí činnosti společnosti.

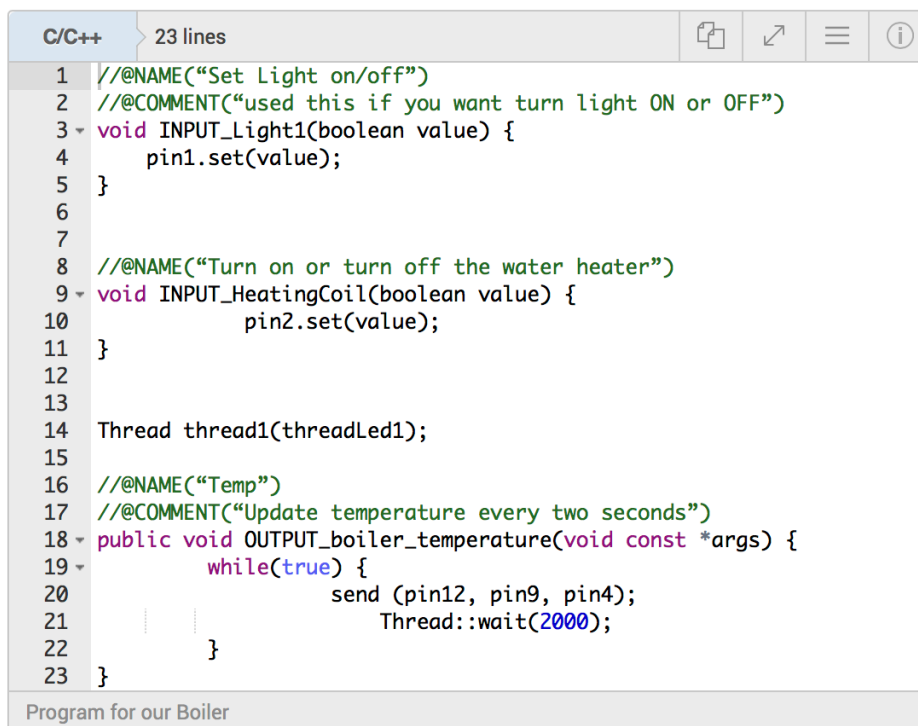
³⁹ CRM – Customer Relationship Management, česky „řízení vztahů se zákazníky“, je systém pro aktivní tvorbu a dlouhodobé udržování oboustranně pozitivních vztahů společnosti se zákazníky.

⁴⁰ Business Intelligence – aplikace, které zobrazují historické, aktuální a budoucí (prediktivní) obchodní operace s využitím již získaných dat.

Portfolio nástrojů, které zahrnuje vlastní webové programovací IDE⁴¹ a již předpřipravené komponenty (knihovny atp.), umožňuje i méně zkušeným vývojářům zákazníka postavit celé workflow internetu věci na průmyslové úrovni.

4.1.1 Code

Prvním nástrojem je tzv. „Code“. Již z názvu je možné odhadnout, že půjde o programovací prostředí. Díky tomuto nástroji bude moci vývojář psát jen takový kód, který firmě vydělá peníze. Code představuje definici vstupů a výstupů, zapínání a vypínání, nastavování hodnot tak, jak je možné vidět na příkladu v obrázku 21. Na jeden typ zařízení se množství řádků kódu může pohybovat v rámci desítek. Těchto několik desítek řádků kódu poté nástroj zpracuje a v cloudu zkompileje společně se zdrojovým kódem operačního systému Mbed a jeho nadstavbami. Ten si rozebereme dále v této kapitole. Systém je navíc natolik chytrý, že dokáže předcházet fatálním chybám zákazníka – pokud závažná chyba v kódu způsobí pád celého zařízení, nadstavba Mbed OS toto rozezná a do zařízení nahraje poslední funkční verzi kódu.



```
C/C++ 23 lines
1 //@NAME("Set Light on/off")
2 //@COMMENT("used this if you want turn light ON or OFF")
3 void INPUT_Light1(boolean value) {
4     pin1.set(value);
5 }
6
7
8 //@NAME("Turn on or turn off the water heater")
9 void INPUT_HeatingCoil(boolean value) {
10     pin2.set(value);
11 }
12
13
14 Thread thread1(threadLed1);
15
16 //@NAME("Temp")
17 //@COMMENT("Update temperature every two seconds")
18 public void OUTPUT_boiler_temperature(void const *args) {
19     while(true) {
20         send (pin12, pin9, pin4);
21         Thread::wait(2000);
22     }
23 }
```

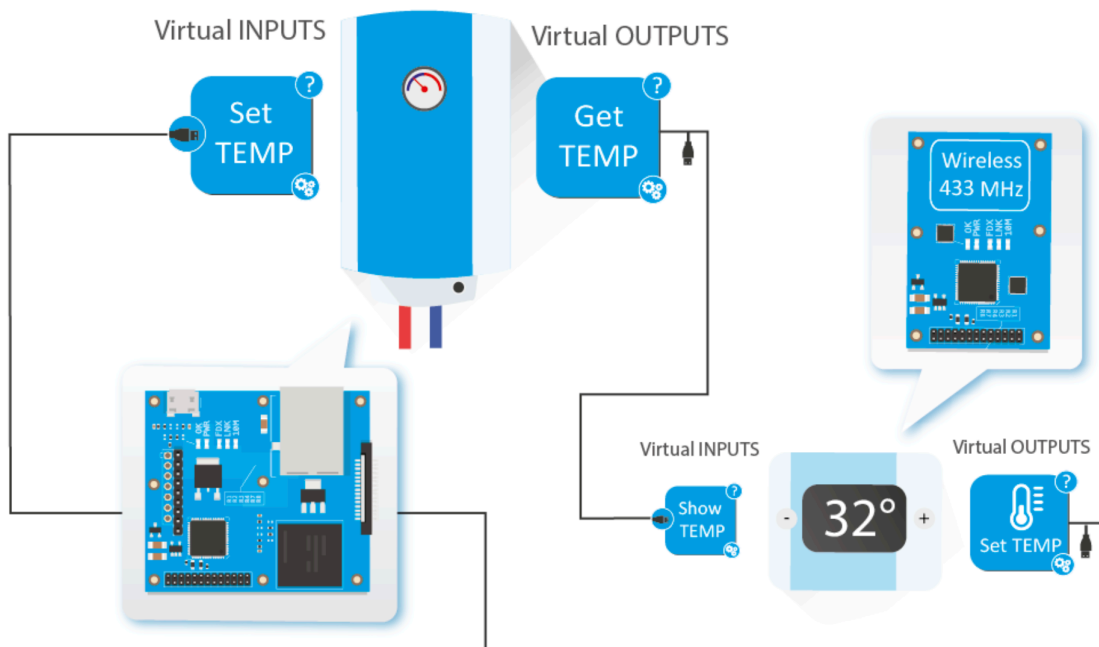
Program for our Boiler

Obrázek 21 – Příklad délky jednoduchého obslužného programu [78]

⁴¹ IDE – softwarové vývojové prostředí, které usnadňuje a zrychluje práci vývojářů.

4.1.2 Blocko

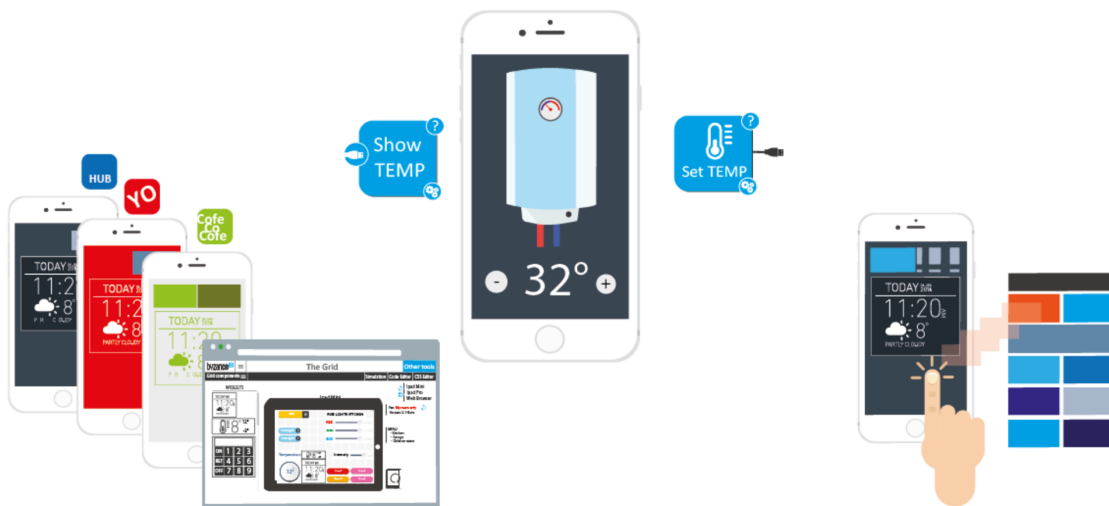
Dalším nástrojem je tzv. „Blocko“. Jedná se o vizuální programovací jazyk, jenž umožňuje klientům svá zařízení vzájemně propojovat, napojovat také ke službám třetích stran či je spojovat s mobilními aplikacemi. Vše, co vývojář v tomto nástroji dělá, může být v reálném čase přenášeno do skutečného světa, tj. do jeho zařízení. Pokud tedy v tomto nástroji aktivuje tlačítko, následný efekt se kromě vizuální podoby v prohlížeči může projevit přímo i na daném přístroji. Jedná se o nástroj od vývojářů pro vývojáře s cílem celý proces významně zjednodušit.



Obrázek 22 – Grafické znázornění vizuálního programovacího jazyka Byzance Blocko [78]

4.1.3 Grid

Poslední nástroj tzv. „Grid“ umožňuje bezpečně ovládat a sledovat prvky IoT. Jedná se opět o univerzální nástroj, který umožní vytvořit téměř libovolnou aplikaci. Díky JavaScriptové technologii je tato aplikace spustitelná téměř na všech typech zařízení od chytrého telefonu po řídicí stanici v továrně. Nezáleží tedy, zda potřebujete několik málo ovládacích prvků na přenosném chytrém telefonu nebo naopak mnoho složitějších aktivních grafů a tlačítek na velkoplošných monitorech ve výrobním závodě. Uživatelské rozhraní je díky tomuto nástroji možné sestavovat během sekund za pomoci tzv. Drag & Drop⁴² widgetů.



Obrázek 23 – Grafické znázornění nástroje Byzance Grid pro tvorbu aplikací [78]

⁴² Drag & Drop – česky „táhni a pusť“, je jeden ze základních principů ovládání uživatelského rozhraní, kdy uživatel pomocí kurzoru myši přesouvá grafické prvky a objekty na jiné místo.

4.2 Hardware

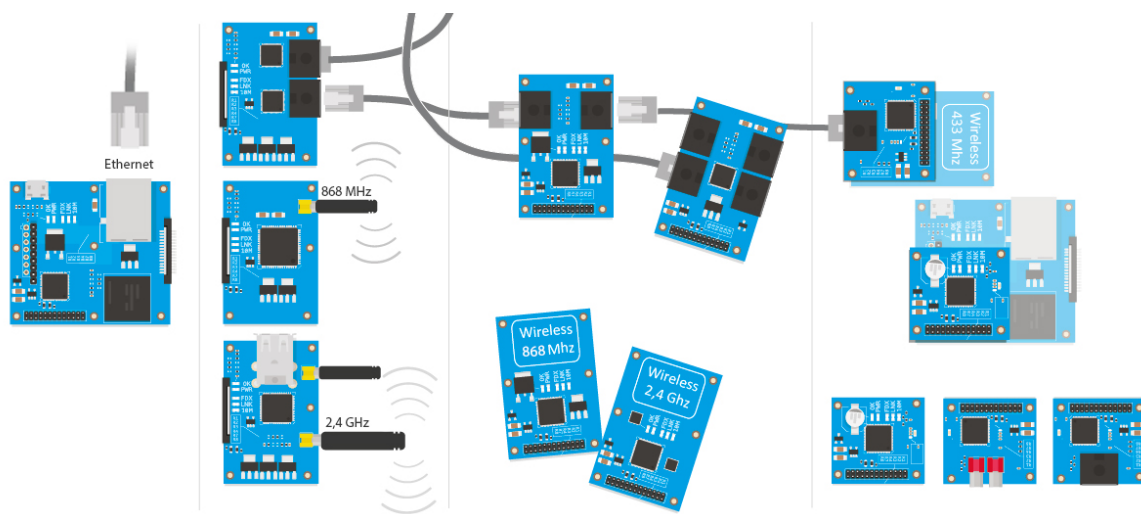
Jedním z klíčových atributů systému prvků firmy Byzance je skutečnost, že kromě softwaru a cloudových nástrojů obsahuje i vlastní vyvinutý hardware. Tato konkurenční výhoda, na kterou potenciální zákazníci na základě zkušeností z již proběhlých obchodních jednání velmi dobře „slyší“, pomůže společnosti stát se skutečně široce využívaným řešením pro aplikace nejen průmyslového internetu věcí.

Samotná kombinace vlastního softwaru a hardwaru však nestačí, řešení musí být navržené a poskládané tak, aby bylo navzájem kompatibilní. Na rozdíl od dosavadního konvenčního přístupu, kdy zákazník nakupuje zvlášť hardwarové prvky, ovládací software a cloudové nástroje, musí toto řešení nabídnout komplexní uspokojení potřeb. Proto, už od počátku vývojových aktivit firmy Byzance v roce 2015, bylo rozhodnuto, že se celý balíček nástrojů včetně hardwaru bude prodávat jako služba s pravidelnými poplatky za její správu a aktualizace. Samotný hardware bude prodáván bez znatelné marže, prakticky za výrobní náklady, avšak jako nedílná součást celého modulárního konceptu služby Byzance. Více o filozofii hardware jako služba bude pojednáno na konci této kapitoly.

Dalším v průmyslu neobvyklým krokem ze strany firmy Byzance je otevření veškerých plánů na výrobu třetím stranám bez jakýchkoli poplatků. Podobně jako se otevřeným softwarovým řešením říká „open-source“, hardware od Byzance je možné označit jako tzv. „open-hardware“. Tento postup v budoucnu umožní výrobním technologickým firmám integrovat obvody a součástky hardwaru Byzance do svých zařízení, aby tak dále mohly snižovat náklady a komplexitu. Příjmy firmy Byzance by tento krok neměl nijak ohrozit, jelikož poplatky budou účtovány za obsluhovaný hardware (tj. služba bez ohledu na výrobce), přičemž na vlastním hardwaru není plánována téměř žádná marže. Je to další ze vstřícných pro-tržních kroků firmy Byzance.

4.2.1 Technické specifikace

Sada modulárních prvků hardwaru je základem řešení Byzance a lze si pod ní představit jakýsi spoj mezi zařízeními zákazníků a cloudovými službami Byzance. Základem technologie jsou celosvětově nejrozšířenější procesory⁴³ z ARM [10] rodiny. Rozlišují se tři základní prvky. Hlavní neboli „master“ prvek interně značený Yoda, dále rozšiřující podřízené „slave“ (z angl. otrok) prvky Wireless Kit a Bus Kit. Jak již lze z označení vyčíst, první jmenovaný je spojený s prvkem Yoda bezdrátově a druhý pomocí drátové sběrnice, jak je možné vidět na obrázku 24.



Obrázek 24 – Potenciální možnosti topologie hardwarových prvků Byzance [78]

4.2.1.1 Yoda

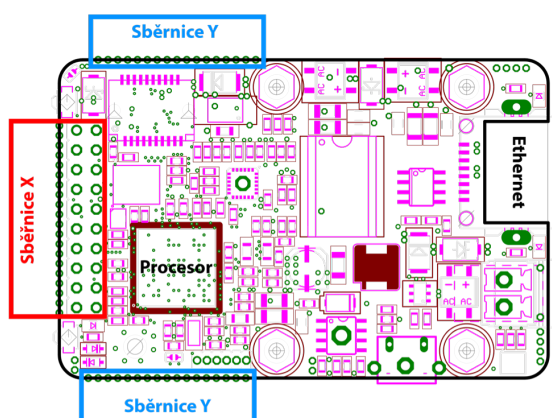
Srdcem hardwaru není nic jiného než prvek Yoda, který je aktuálně vyvíjen ve své třetí generaci určené již pro masivní průmyslové nasazení. Dá se říci, že jde o malý počítač speciálně vyvinutý pro obsluhu internetu věcí, respektive navrhnutý tak, aby na něm mohl běžet software optimalizovaný pro IoT. A samotný software potřebuje výpočetní jednotku, tj. procesor s dostatečným množstvím systémových prostředků pro jeho provoz. Firma Byzance si z technických důvodů vybrala procesor STM32F429IIH6 od společnosti ST⁴⁴, a to zejména s ohledem na univerzálnost nástrojů, které tato firma nabízí. Tato

⁴³ Procesor – hlavní výpočetní jednotka počítačového systému.

⁴⁴ ST Microelectronics – výrobce ARM procesorů, více na: http://www.st.com/content/st_com/en.html

univerzálnost umožňuje podle potřeby volit různé typy procesorů bez velkého vlivu na samotnou softwarovou vrstvu, která díky standardizovaným nástrojům zůstává kompatibilní. Tou se zabývá text dále v této kapitole.

Vybraný procesor STM32F429IHH6 [64] používá architekturu ARM Cortex M4 Core, obsahuje 2 MB flash paměti a 256 kB operační paměti RAM. Jeho maximální taktovací frekvence je 180 MHz, avšak z technických důvodů při použití specifických součástek je tato frekvence v prvku Yoda mírně snížena na 168 MHz. Pro srovnání: na podobných frekvencích běžely procesory Intel Pentium pro osobní počítače představené v roce 1997, ovšem s odlišnou architekturou. Procesor je napájen napětím 3,3 V, avšak většina dostupných pinů (tj. vývodů či konektorů) je 5 V tolerantních, čímž je zajištěna mimo jiné zpětná kompatibilita se staršími periferiemi a ochrana před přepětím samotného procesoru. Procesor je osazený na plošném spoji, který pro Byzance vyrábí česká firma PragoBoard [65]. Pro zajištění vyšší kvality bude při výrobním procesu použito zlacení konektorů a celá deska vzhledem k povaze procesoru bude čtyřvrstvá. Jednotlivé vrstvy slouží buď pro samotný přenos dat či pro napájení jednotlivých periferií. Prostorovou optimalizací bylo dosaženo toho, že tyto dvě úrovně užití mohou být navzájem dle potřeby promíchané. Pro vyšší stupeň standardizace je používán konektor RJ45 pro ethernet⁴⁵ jak pro datovou konektivitu (připojení k internetu), tak i pro napájení (PoE⁴⁶). Kompletní deska o velikosti 63 mm x 41 mm na sobě nese celkem 138 součástek, jak lze vypočítat z obrázku 25.



Obrázek 25 – Vizualizace prvku Yoda G3E v měřítku 1:1 [78]

⁴⁵ Ethernet – jeden z nejrozšířenějších standardů kabelového propojení síťových prvků.

⁴⁶ PoE – ze zkráceného angl. Power over Ethernet, česky napájení přes ethernet.

Na prvku Yoda se nalézají dvě sady konektorových pinů. Jsou interně označované jako X a Y sběrnice. X sběrnice představuje v rámci rodiny prvků Byzance univerzální garantovaný konektor, skrze který je možné připojovat řízená či sledovaná zařízení. Sběrnice Y je využívána výlučně na prvku Yoda pro další možnosti rozšiřování, vývoje a inovací.

Více informací a technických specifikací lze nalézt v literatuře [64]. Ceny součástek, a to zejména procesorů se mohou v závislosti na prodejci a poptávaném množství významně lišit. Firma Byzance využívá podle velikosti zakázky dodavatelů Farnell [74], Mouser [75] a Arrow [76].

4.2.1.2 Wireless kit

Ač je do prodeje určen teprve prvek Yoda 3GE (třetí generace s ethernetem), jsou již nyní vyvíjeny jeho rozšiřující prvky, které řešení dále zmodularizují a nabídnou možnost obsluhy v blízkosti se nacházejících prvků, a to s minimálními náklady. Rozšiřující deska (tzv. shield) prvku Yoda umožní bezdrátově komunikovat právě s Wireless kit prvky. Tyto bezdrátové prvky používají již dříve zmiňovaný standard IEEE 802.15.4 [60], z něhož pro průmyslové potřeby firma Byzance plánuje využít pásmo 868 MHz. Tato technologie podporuje také tzv. MESH síťování, každý prvek tedy slouží zároveň jako rozšíření vytvářené bezdrátové sítě. MESH síťování je jednou z požadovaných priorit, která vyplynula z výsledků primárního výzkumu trhu.

Stejně jako hlavní prvek Yoda má i Wireless kit standardizovanou sběrnici X. Co se týče výpočetního procesoru, je v plánu použít procesor ST, avšak na jednodušší ARM Cortex M0 architektuře. Napájení tohoto prvku se musí řešit individuálně, napětí je identické s prvkem Yoda, tudíž 3,3 V.

4.2.1.3 Bus kit

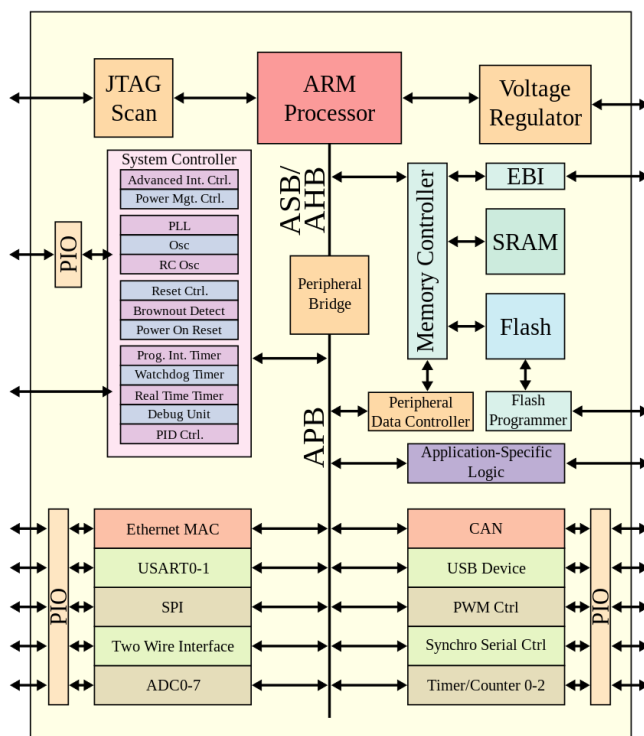
Bus kit na rozdíl od Wireless kit, jak je již zřejmé z názvu, místo technologie bezdrátového přenosu používá přenos přes sběrnici. Ta se u tohoto prvku skládá celkem ze čtyř vodičů, z čehož dva jsou používány pro data a dva pro napájení. Sběrnice X

i používaný procesor jsou totožné s prvkem Wireless kit. Na samotné desce se pak nacházejí dva konektory podporující standard RS-485⁴⁷, prvky tak lze připojovat v řadě za sebou a v případě potřeby je možné i pomocí speciálního rozbočovacího prvku takto vytvořenou „sérii“ dále větvit.

4.3 Software

Samotný návrh plošného spoje a osazení součástek jsou však paradoxně tím jednodušším úkolem v rámci vývoje hardwaru. Bez patřičného obslužného softwaru by hardware nefungoval, natož aby byl schopen se připojit ke cloudovým službám a vytvořit tak internet věcí.

Obslužný software úzce souvisí s osazenými procesory. Aby bylo možné postavit stavebnicovou sadu prvků, byla vybrána taková architektura (již zmiňovaná ARM Cortex M4 Core), která sama o sobě modularitu podporuje. Samotné jádro procesoru je také modulární, a právě díky této vlastnosti může být dosaženo univerzality jednotlivých druhů ARM procesorů, viz obrázek 26.



Obrázek 26 – Blokový diagram modulárního jádra ARM procesoru [66]

⁴⁷ RS-485 – běžný standard sériové komunikace přes dva vodiče.

4.3.1 HAL

Již dříve bylo v této kapitole zmíněno, že firma Byzance používá procesory výhradně s ARM architekturou. Výrobci těchto procesorů nabízejí tzv. HAL⁴⁸ knihovny, které dovolují obsluhovat jednotlivé části procesoru bez znalosti jejich konkrétního zapojení. Takové knihovny ve vlastním podání používá například i operační systém Windows proto, aby veškeré spuštěné programy fungovaly stejně nezávisle na použitém procesoru [67]. Každá HAL knihovna umožňuje obsluhovat jednotlivé periferie, jejich využíváním je tak možné vlastní software velmi jednoduše spouštět na různých verzích procesorů (v tomto případě přesněji mikrokontrolérů), například na hlavním prvku Yoda s výkonnou architekturou Cortex M4 a na rozšiřovacích Wireless a Bus kitech, které naopak využívají úspornou a výrazně jednodušší Cortex M0 architekturu.

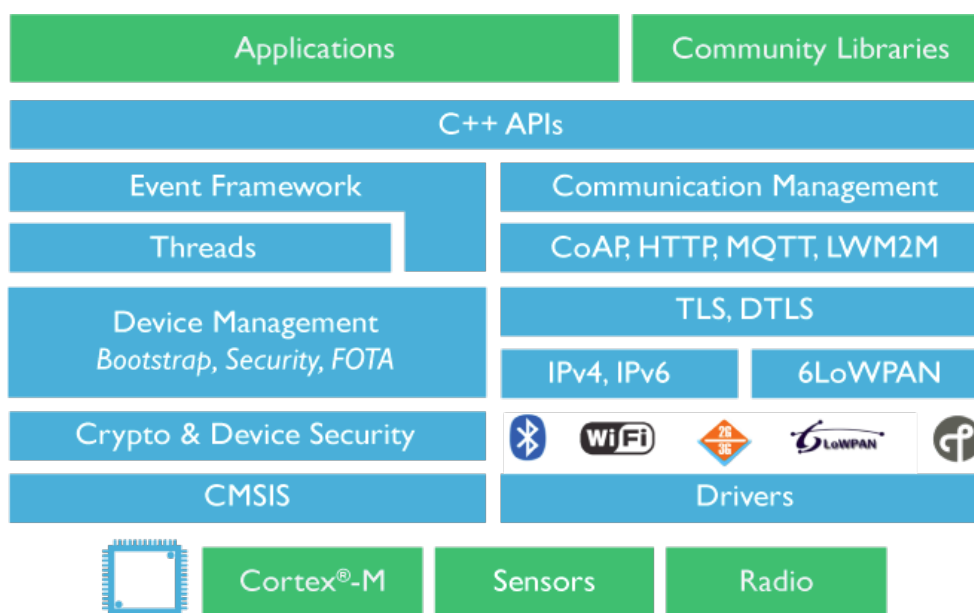
4.3.2 Mbed OS

Nadstavba Mbed OS [10] je malý operační systém běžící v reálném čase (RTOS – real-time operační systém), který sjednocuje HAL vrstvy jednotlivých výrobců procesorů. Obdobně jako již zmíněný operační systém Windows, Mbed OS zaručuje identický běh programu napříč výrobcí hardwaru. Mbed OS je vyvíjený konsorciem ARM a jejich partnery, kteří stojí za návrhem stejnojmenné architektury.

4.3.3 Aplikační vrstva

Aplikační vrstvou už rozumíme samotný program, který na prvku běží. V nástrojích Byzance se o tuto vrstvu na hardwaru stará cloudový nástroj Code, který již byl popisován v předchozí části této kapitoly. Celkový přehled softwarové architektury na ARM platformě je možné vidět na obrázku 27.

⁴⁸ HAL – z angl. Hardware Abstraction Layer, česky hardwarová abstrakční vrstva.



Obrázek 27 – Softwarová architektura Mbed OS [68]

4.4 Hardware jako služba

Hardware jako služba (z angl. Hardware as a Service – HaaS) je provizní model za použití hardware, který je definován různě na spravovaných zařízeních a v kontextu tzv. gridových výpočtů⁴⁹. Provizní model znamená, že firma do ceny hardwaru nezapočítává jeho obsluhu, která je účtována zvlášť jako služba. Firma Byzance nabízí právě své prvky, tedy spravovaná zařízení, jako službu.

Model HaaS je podobný leasingu či licencování. Jak již bylo řečeno, know-how firmy Byzance nespočívá v návrhu tištěných spojů prvků, které jako součást svého workflow firma nabízí. Vzdálená správa, bezpečnost, konektivita a další funkce v rámci operačního systému na jednotlivých tištěných spojích představují tu hlavní přidanou hodnotu pro zákazníky. A proto byl zvolen následující obchodní model:

Firma Byzance svým zákazníkům prodá (nebo za určitých okolností poskytne zdarma) samotné desky za cenu výrobních nákladů plošných spojů, jednotlivých součástí a práce – typicky několik desítek amerických dolarů za kus. Následně si za správu každého prvku

⁴⁹ Grid Computing – společné využití více výpočetních jednotek (počítačů) s cílem vyřešit jednu operaci (výpočet).

účtuje měsíční poplatek ve výši několika jednotek až desítek centů (amerického dolaru) v závislosti na celkovém počtu spravovaných zařízení pro konkrétního zákazníka. Tento model nabízí velkou flexibilitu a škálovatelnost. Není ovšem vyloučeno, že pro ty úplně největší korporátní zákazníky se zcela individuálními požadavky bude nabídnuta zcela individuální forma platby.

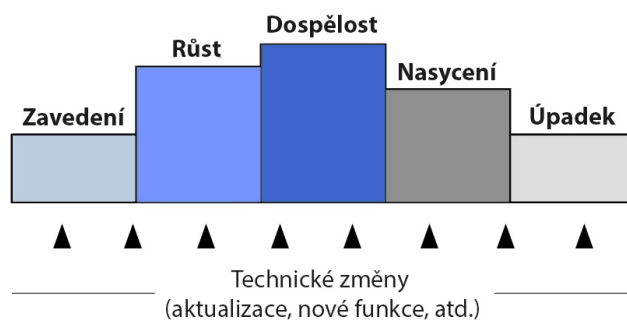
Výše poplatků za správu je nastavena zcela záměrně na minimální úrovni s cílem obsluhovat miliony zařízení. Následně se při sečtení všech poplatků může ukázat výsledná tržba již velmi zajímavou. Příjem z měsíčních poplatků ze samotných koncových prvků (zařízení) ale nemá být jediným příjmem. Je potřeba počítat i s platbami za samotnou platformu s cloudovými nástroji a případnými rozšiřujícími balíčky funkcionalit, které do budoucna budou nabízeny. Z tohoto záměru je odvozen i slogan firmy Byzance: „Tomorrow’s Features Included“ – česky „funkce zítřka zahrnuty“. Celá služba je připravena přidávat nové funkcionality do existujících zařízení, vzdáleně a bezdrátově tak, jak to ještě žádné univerzální IoT řešení na trhu nenabízí.

5 Řízení výroby

Na úvod k organizaci a řízení výroby je nutné poznamenat, že samotná technická dokonalost navrhovaného řešení nemusí vždy znamenat komerční úspěch. Oddělení vývoje, a to jak hardwaru, tak i softwaru, včetně vedení firmy Byzance průběžně generuje řadu návrhů a dílčích výsledků. Pokud ale má být dosaženo obchodního úspěchu, velkého tržního podílu nebo tržního růstu, potažmo také zisku, musí tyto výsledky pocházet, i když ne vždy přímo, od zákazníka [2]. Tím je myšlena skutečnost, že zákazník tyto výsledky vyžaduje, resp. „oceňuje“ a jsou mu k užítku. Proto je prvořadým úkolem marketingového a obchodního oddělení firmy Byzance příslušná data o zákaznících a také od zákazníků sbírat.

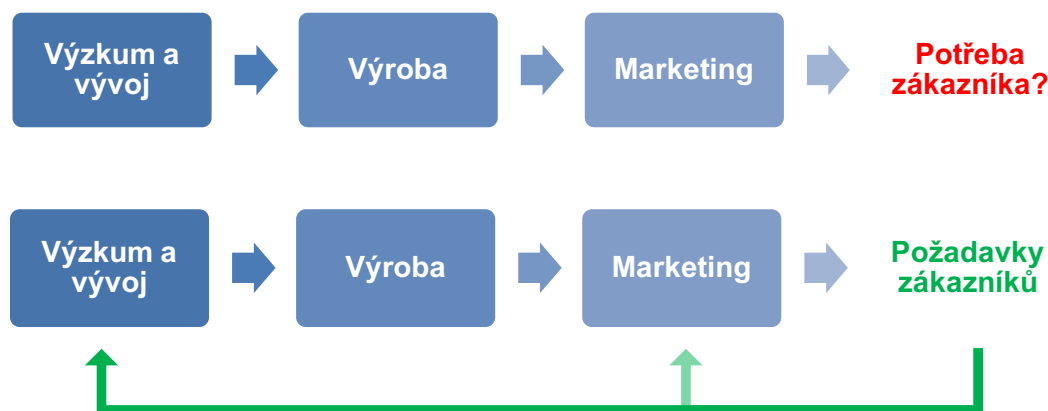
Aktivní integrace zákazníka do procesu tvůrčího myšlení přináší šance k nalezení nových produktových idejí. Na této integraci, a to včetně hodnocení samotných zákazníků, lze založit celou posloupnost vývoje řešení až po jeho uvedení na trh. Přání zákazníků mohou významnou měrou přispět k vlastnímu učení se firmy, čímž se výrazně snižuje nejistota a riziko, které mohou být mimo jiné zapříčiněny nedostatečným množstvím informací o technologických a tržních skutečnostech. [2]

Cílem výroby a jejího řízení je poskytnout trhu takový produkt, který si zákazník přeje, a to na správném místě a ve správný čas. Nesmí se jednat o pouhý prototyp, nýbrž produkt, který bude uspokojovat potřeby stále většího množství zákazníků a vzhledem k jeho povaze bude následovat i standardní křivku životnosti [2]. V případě firmy Byzance se navíc má jednat o řešení, které v průběhu svého životního cyklu bude neustále vylepšováno a doplňováno tak, že jeho životnost dosáhne nadstandardní délky a díky modulární architektuře bude i snadno aktualizovatelné. To vše v souladu s filozofií „vše jako služba“. Jedná se o formu tzv. „nekonečného vývoje“, kdy zákazník zaplatí nikoli za hotový produkt, ale za využívání produktu, který je v průběhu času neustále zdokonalován a doplňován, viz obrázek 28.



Obrázek 28 – Životní cyklus řešení Byzance [2]

Aby řešení vyhovovalo kapacitním, personálním, technologickým, kvalitativním a dalším možnostem firmy, stal se již průmyslovým standardem princip tahu (z angl. „pull“), který nahrazuje, nebo spíše doplňuje (viz obrázek 29), princip tlaku (z angl. „push“). Takovouto optimalizací samotného výrobního procesu je možné efektivněji vytvořit hodnotu pro zákazníka, která je pro něj akceptovatelná a odlišuje řešení od konkurence. Konečná hodnota je výsledkem hodnototvorného řetězce firmy, tj. horizontálních vztahů managementu produktu. [2]



Obrázek 29 – Principy push a pull ve výrobě [Zdroj: vlastní]

5.1 Analýza firemních dat

Marketingová věda poskytla široký rámec předmětu, obsahu, a také množství forem a metod komplexního marketingového výzkumu, což dokládají provedené analýzy ze třetí kapitoly. Díky primární analýze trhu a sbíráním požadavků od potenciálních obchodních partnerů bylo alespoň částečně možné poznat nákupní chování a z toho následně vyvodit rozhodnutí o tržní segmentaci. [2]

5.1.1 Výstup z provedených analýz a rozborů

Provedené standardní analýzy však v tomto případě samotné nestačí pro vytvoření validní obchodní strategie. Pro tu je nutné též pochopit a detailně rozebrat celý systém prvků firmy Byzance. Tento rozbor ukázal vysokou komplexitu a provázanost mezi jednotlivými prvky systému. Dalo by se říci, že produkt společnosti lze rozdělit na tři základní části:

- *Hardware*
- *Cloudové nástroje (Code, Blocko a Grid)*
- *Cloudová infrastruktura*

Cílem výzkumu a vývoje jako celku by měla být standardizace těchto částí a jejich komunikace mezi sebou a s nástroji, produkty a službami třetích stran pomocí předem definovaných rozhraní. Prioritou je co nejrychlejší uvedení této služby na trh, a tak tyto základní předpoklady jsou naprosto klíčové.

Sekundárním cílem je další prohloubení již zmiňované komplexní standardizace. Jednotlivé nástroje by měly být rozděleny do dalších menších celků neboli modulů. Díky takovému přístupu bude možné pružněji reagovat na poptávku zákazníků a rychleji uspokojovat jejich okamžité potřeby při současném vývoji nových a inovativních řešení určených pro skryté trhy v daném segmentu internetu věcí.

Díky výstupům z provedených analýz a rozboru systému prvků Byzance je možné následně vytvořit obchodní strategii, která bude ctít jak na jedné straně již probíhající vývoj celého řešení v rámci firmy, tak na straně druhé požadavky jednotlivých zákazníků.

Vypracované analýzy dále dovolují upřednostňovat určité kroky ve vývoji tak, aby výsledné řešení pokrylo co možná největší segment.

5.2 Obchodní strategie

5.2.1 Vize společnosti Byzance

Před vlastním definováním obchodní strategie Byzance je důležité formulovat vizi společnosti. Vize podniku vymezuje jeho směřování a vyjadřuje stav firmy, ke kterému má směřovat. Nejedná se pouze o samotný produkt zakladatelů firmy, s vizí se musí ztotožnit celá společnost a také její vlastní dodavatelé i odběratelé, jinak pozbývá svého významu. Vize musí všechny zainteresované účastníky v hodnototvorném řetězci motivovat k dosažení ideálního stavu firmy.

Zde je konkrétní vize firmy Byzance, kterou jsem na základě uvedených poznatků pro naše zákazníky formuloval: „Zrychlujeme a zjednodušujeme vývoj a správu internetu věcí. Naše služba vám umožní mít všechny potřebné nástroje na jednom místě a vždy aktuální, budete potřebovat méně vývojářů a ušetříte tak svůj čas i peníze. Je jedno, jestli tvoříte jeden atypický projekt, nebo sérii produktů čítající tisíce kusů.“

5.2.2 Formulace strategie a cíle firmy

Obchodní strategie firmy zahrnuje rozhodnutí a plány, které mají vést k větší ziskovosti firmy a jejímu celkovému úspěchu, umožňuje realizaci vlastní vize. Špatně zvolená strategie naopak může vést k neúspěchu či dokonce úplnému odchodu firmy z trhu.

Nástroje odborně zvané jako marketingový mix zvyšují možnosti uplatnění výrobku či služby na trhu, zahrnují několik skupin aktivit, které hledají způsoby odlišení nabídky oproti konkurenci včetně informování o této nabídce.

Rozšířený marketingový mix 7P [71] obsahuje sedm následujících prvků, ke kterým by v obchodní strategii měly být položeny konkrétní cíle:

- **Product** (výrobek či služba)
- **Price** (cena)
- **Place** (trh)
- **Promotion** (distribuce a propagace)
- **People** (pracovníci)
- **Process** (firemní procesy)
- **Planning** (plánování a řízení)

Vzhledem k začínající povaze podnikání firmy Byzance by mělo jít, na rozdíl od velkých a vnitřně komplexních korporací zatížených pravděpodobně i byrokracií, o co nejjasnější a nejjednodušší definice a přehlednost celé strategie de facto vstupu této firmy na trh. Flexibilita a ochota rychle jednat jsou rozhodujícími vlastnostmi firmy pro úspěch na současném trhu. Mnoho klíčových vlastností Byzance již bylo v této práci zmíněno, obchodní strategie tyto vlastnosti shrnuje do přehledu jednotlivých cílů.

Vzhledem k momentální absenci firmy Byzance na trhu a plánovanému vstupu na trh v průběhu léta roku 2017 není možné hovořit o jiné strategii než o strategii expanze. Firma Byzance zatím na trhu nemá žádné produkty či služby, které by byly v pokročilejším životním cyklu. Investice do žádoucí expanze bývá všeobecně vyšší a podléhá mnohem vyššímu riziku. To může vést k nižší ziskovosti a také velkému tlaku konkurentů, kteří se budou jistě snažit na nové řešení reagovat. Vzhledem k povaze trhu s internetem věcí a velkým hráčům v oblasti těchto technologií není v tuto chvíli prioritou Byzance zisk, nýbrž co nejrychlejší získávání tržního podílu při postupném pokrývání nákladů. V dnešní době už je prakticky nemožné stát se světovým gigantem, mnohem jednodušší a pro investory schůdnější je proto taková strategie, která povede k tzv. exitu, tj. následnému prodeji firmy jednomu z velkých hráčů trhu. Tím může být dosaženo nejen uspokojení a zisku pro investory a zakladatele, tato transakce může otevřít mnohé nové příležitosti pro vyvinuté řešení právě skrze světovou korporaci. Velmi pozitivní by toto vyústění bylo i pro zúčastněné pracovníky firmy vzhledem k jejich zapojení do úspěšného světového projektu.

Základním cílem a funkcemi firmy Byzance jsou tedy vývoj, výroba, distribuce a prodej sady nástrojů pro vývoj a správu internetu věcí. Počítá se jak s přímým, tak

i zprostředkovaným prodejem. Nedílnou součástí podnikatelského modelu je poskytování služeb, do kterých patří zakázkový vývoj, individuální výroba speciálních hardwarových prvků, technická podpora a trvalé bezpečnostní a funkční aktualizace. Firma neuvažuje o vertikální integraci, soustředí se zejména na samotný technologický vývoj a obchodní činnost. Vlastní výroba bude tudíž z velké části realizována zprostředkovaně.

5.2.3 Oblasti podnikatelských aktivit

Již provedené analýzy napověděly, jakým směrem firma Byzance aktuálně postupuje a kam by se měla i nadále ubírat. Pro vlastní definování obchodní strategie je třeba začít vymezením oblastí jednotlivých podnikatelských aktivit firmy Byzance.

5.2.3.1 Produkt

Produktem firmy Byzance je řešení umožňující pokrýt celý vývoj internetu věcí, a to od samotného hardwarového prvku v cílovém zařízení až po cloud (viz čtvrtá kapitola). Toto řešení se skládá z mnoha jednotlivých částí, které vzhledem k jejich standardizaci a modularizaci bude možné dále rozšiřovat o další části, což bude mít za následek širší možnosti využití a všeobecnou univerzalitu nejen v průmyslu 4.0. Při budování tohoto systému se zohledňují přání zákazníků a tržní vývoj. Co se týče významných zákazníků, bude uplatňován vysoce individuální přístup s možnostmi zakázkového vývoje kompletních řešení tzv. na klíč – tj. dodání takového řešení, které již nepotřebuje vývojové zásahy ze strany samotného zákazníka. Díky tomuto přístupu předpokládáme, že nově vyvinuté funkce „na přání“ budou integrovány zpětně i do univerzální platformy, která bude přes prostředníky (integrátory) nabízena dalším zákazníkům s vlastními vývojovými aktivitami. Řešení nabízené jako hotové řešení i univerzální platforma bude vždy splňovat požadované technické parametry, a to zejména s důrazem na spolehlivost, konektivitu a bezpečnost.

5.2.3.2 Trh a cena

Firma Byzance se zaměřuje zejména na firemní (B2B) zákazníky. Dodávané řešení je koncipované jako sada nástrojů. Ať už se jedná o zákazníka, který tyto nástroje použije k vlastnímu dalšímu vývoji, nebo o zákazníka, který vyžaduje hotové řešení „na klíč“, cena za řešení bude pro oba typy zákazníků stále stejná. Pouze v druhém případě bude

připočtena sazba za individuální úpravu jakožto službu navíc. Dále se počítá i s nabídkou tzv. rychlých vývojových sad, které si firemní, ale i soukromí zákazníci, budou moci zakoupit za účelem testování technologie. Vstup na trh je teritoriálně plánován v první fázi v České republice, na jejímž území byly také vypracovány veškeré analýzy. Vzhledem k povaze trhu internetu věcí se dá předpokládat, že situace v ostatních částech světa bude podobná, avšak rychlý vstup na cizí trhy, zejména pak ten v USA, bude klíčovým pro případný skutečný úspěch firmy Byzance. Z pohledu průmyslového internetu věcí je samotný český trh pouze malým zlomkem celosvětového potenciálu.

5.2.3.3 Distribuce

Celé řešení bude nabízeno výhradně přímým prodejem nebo prostřednictvím zprostředkovatelů (integrátorů). Vývojové sady a jednotlivé součásti modulární hardwarové stavebnice, včetně partnerských senzorů a zařízení od třetích stran, budou nabízeny ve firemním e-shopu, případně v e-shopech partnerů a odběratelů firmy Byzance.

5.2.3.4 Propagace a pracovní síla

Dalším významným faktorem působení firmy je její úzké propojení s Fakultou elektrotechnickou na Českém vysokém učení technickém v Praze, a to zejména vzhledem ke kvalifikaci většiny pracovníků coby absolventů právě této fakulty. Pokračování vzájemně výhodné spolupráce podle mého názoru v oblasti propagace, ale i ve formě neziskové podpory vzdělávání (konkrétně poskytováním vývojových sad na výukové účely), by mělo mít i v budoucnosti prioritu. Firma tak může získat cenný kredit a věrohodnost do svých obchodních záležitostí a také jisté výhody v oblasti nábory nových kvalifikovaných pracovníků právě z řad studentů této univerzity. Pro vyvážení mladého kolektivu je však třeba hledat a zaměstnávat i pracovníky se zkušenostmi z praxe, a tím i eliminovat jednu ze slabých stránek firmy.

5.2.3.5 Procesy

Jedním z klíčových obchodních cílů je vytvoření procesu uspokojování speciálních a individuálních požadavků zákazníků. Informace získané marketingovým oddělením mají proudit přes vedení společnosti, vývojové týmy až do výroby (nákupu). Všechny tyto procesy je třeba standardizovat a uplatňovat v modulárním systému řešení firmy Byzance.

Dalším klíčovým procesem jsou zpětná vazba a technická podpora. Za tímto účelem bude vytvořen systém tzv. ticketů⁵⁰, které na základě později definovaných parametrů budou proudit jednotlivými zodpovědnými odděleními a budou řešit dotazy, připomínky a nahlášené chyby a požadavky, a to buď od přímých zákazníků nebo zprostředkovatelů.

Vývojový proces je potřeba definovat tak, aby nedocházelo ke kolizím jednotlivých verzí nasazeného řešení. Na základě požadavků zákazníků a strategických rozhodnutí vedení firmy bude vytvořena tzv. roadmapa⁵¹, kde na časové lince budou znázorněny strategicky rozmístěné termíny splnění určitých úkolů.

5.2.3.6 Plánování a řízení

Klíčem k úspěchu každé firmy je nabídnout takové řešení, které uspokojí zákazníky, a nabídnout jej za takovou cenu, která pokryje veškeré náklady této obchodní transakce a vydělá firmě prostředky v podobě zisku na další rozvoj řešení nebo rozšíření produktového portfolia. Vývojové priority pro hardware i software jsou již pevně dané, pro úspěch firmy je však nutné správně naplánovat a začít řídit tu nejnákladnější a nejrizikovější část – výrobu hlavního hardwarového prvku internetu věcí, čemuž se bude věnovat následující klíčová část této práce 5.3 Návrh řízení výroby Byzance.

5.2.4 Konkurenční strategie

Jsou definovány tři obecné a vnitřně konzistentní strategie pro vytvoření dlouhodobého postavení na trhu a pro předstihnutí či udržení náskoku před konkurenty. Za strategii obecně je možno považovat vytvoření stálé, cenné a jedinečné pozice na trhu [59]:

- *Nákladová strategie* – pomocí opatření je dosahováno nižších nákladů v porovnání s konkurencí.
- *Diferenční strategie* – pomocí unikátního řešení je vytvořena speciální nabídka, která na trhu vyniká.

⁵⁰ Ticket – česky lístek, průmyslové označení pro záznam informací přímo od zákazníků, dodavatelů, odběratelů, partnerů či samotných zaměstnanců firmy.

⁵¹ Roadmap – časová linie využívaná na plánování, uskutečňování a kontrolu plnění firemních milníků.

- **Koncentrační strategie** – pomocí omezení velikosti cílového regionu či skupiny potenciálních zákazníků je nabízeno cílené řešení s přednostmi oproti konkurenčnímu, více široce zaměřenému řešení.



Obrázek 30 – Obecné konkurenční strategie, pozice firmy Byzance (modře) [59]

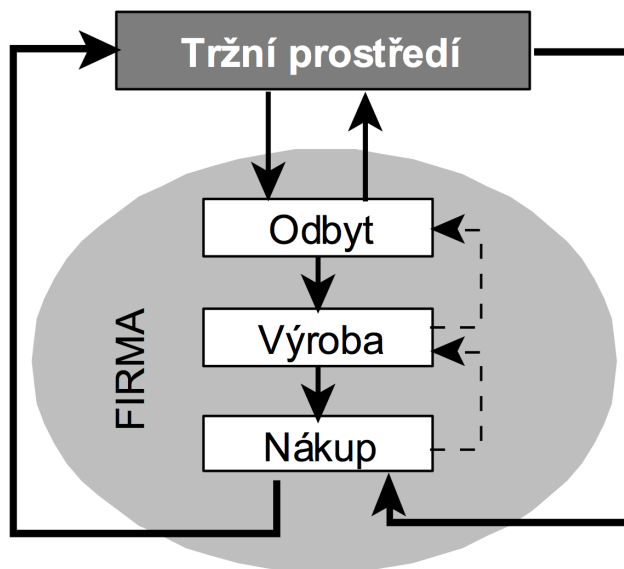
Forma konkurenčního boje firmy, ilustrovaná pomocí obrázku 30, je realizována diferenciací strategií. Jak již bylo dříve uvedeno, firma Byzance se zaměřuje jak na široký okruh převážně firemních zákazníků zajímajících se o internet věci, tak i na velmi úzkou skupinu zákazníků hledající vysoce individuální řešení, tedy na zákazníky ochotné zaplatit za speciální služby. Tento individuální přístup k řešení problémů a překonávání technologických, časových nebo i finančních bariér zákazníků poskytuje firmě Byzance jasně měřitelnou konkurenční výhodu, o čemž již bylo v předchozím textu několikrát pojednááno. Součástí diferenciací je i unikátní image firmy, jakožto jediného technologického start-upu v České republice pokrývajícího jak hardware, tak software v poskytování řešení internetu věcí.

5.3 Návrh řízení výroby Byzance

Výrobní program firmy Byzance je specifický a různorodý. Zahrnuje, jak již bylo mnohokrát zmíněno, hardwarové prvky, jejich obslužný software, dále pak cloudové nástroje a celkovou softwarovou infrastrukturu. V zásadě je celý tento „balík“ nabízen jako služba s dalšími doprovodnými činnostmi. Vývoj softwaru není zdaleka tak komplexní a náročný, jako je tomu u samotného hardwaru. Pokud programátor udělá v softwaru chybu, ve většině případů to lze řešit a napravit pouze malou změnou ve zdrojovém kódu. Vzhledem k základní charakteristice řešení Byzance, kdy je vše neustále připojeno, se dají tyto úpravy provádět již na nasazeném a fungujícím produktu. Ostatně podstatou celé služby je poskytnout zákazníkům veškerou podporu a aktualizace. Hardware již tak flexibilní není. Inženýři musejí jednotlivé prvky navrhnout, nasimulovat a nechat vyrobit. V případě jakékoliv chyby se celé zařízení stává bezcenným a je nutné zajistit nové. Předpokládaná a nasimulovaná funkčnost je navíc konfrontovaná s testy v reálném světě, tedy v proměnlivém prostředí, které může mít vliv na celkovou funkci zařízení a vyvolat další dříve nepředpokládané chyby. Je tedy více než žádoucí, aby výsledný navržený hardware byl takřka „dokonalý“.

Hardwarový výrobní program, jak již bylo také dříve naznačeno, zatím ve firmě Byzance zahrnuje pouze výrobu prototypů. S tím souvisí i získávání zkušeností a potřebných znalostí k vytvoření systému řízení výroby pro budoucí tržní produkt. V následujícím návrhu řízení vlastní výroby bude subjektem právě připravovaný prvek Yoda 3GE, který byl detailněji popsán ve čtvrté kapitole.

Řízení výroby je rozsáhlá činnost, ve které musí být důsledně uplatňován procesní přístup. Jedná se prakticky o velmi komplexní systém, který vychází z požadavků trhu, zajišťuje transformaci zakázek do výrobních plánů, plánů nákupu a také odbytu. Jde přes vlastní operativní řízení výroby v týmech včetně komunikace, evidenci výroby, řízení zásob až po rozhodování o změnách.



Obrázek 31 – Propojení nákupního a odbytového trhu [2]

5.3.1 Pravidla přijímání zakázek

Hlavní prvek internetu věcí Yoda 3GE bude prvním prvkem v řízeném výrobním programu hardwaru firmy Byzance. Vzhledem k jeho univerzálnosti není nutné pro většinu zákazníků implementovat žádné změny nebo specifika. Důležité je však definovat proces přijímání zakázek pro jejich zařazení do výroby vzhledem ke zvolené strategii, ekonomickým cílům a disponibilním kapacitám.

Návrh pravidel pro přijetí zakázky do výrobního programu firmy Byzance:

- *sortimentní shoda;*
- *minimální hodnota poptávky;*
- *kapacita;*
- *termín;*
- *cena výrobku a dodatečné náklady;*
- *hodnocení zákazníka.*

5.3.1.1 Sortimentní shoda

Prvním pravidlem přijetí zakázky do výroby je sortimentní shoda. V našem případě se sice jedná pouze o jeden produkt, a to Yoda 3GE, ten ale musí splňovat určitá kritéria. Velmi často musí být modulárně vybaven tzv. shieldy (popsanými v technických specifikacích ve čtvrté kapitole), jakožto nutnými prostředky k napojení zařízení, případně sloužícími pro přidávání dalších senzorů či řídicích prvků. Pokud konkrétní zakázka vyžaduje již vyvinuté shieldy či vůbec žádné, může v pravidlech postoupit dále. Pokud potřebuje dodatečný vývoj, záleží na dalších faktorech a rozhoduje se, zda se takovou zakázku vyplatí vůbec přijímat. Je-li ale zjevné, že zakázka vyžaduje vývoj neplánovaným směrem bez možnosti jeho dalšího využití, je odložena nebo rovnou stornována, tj. není přijata. Cílové užití prvků Byzance by mělo zachovávat soulad s aktuální obchodní strategií firmy.

5.3.1.2 Minimální hodnota poptávky

Dalším pravidlem pro přijetí zakázky je minimální hodnota poptávky. Vzhledem k tomu, že firma Byzance přímo nezapočítává náklady na vývoj prvku Yoda 3GE do ceny při jeho prodeji, je nutné zohledňovat hodnotu (velikost) poptávky zákazníka. A to se zřetelem na další objednané, zejména cloudové služby tak, aby se dlouhodobě (vývojová) investice do tohoto řešení vyplatila a mohl tak být financován potřebný vývoj a další fixní náklady. Yoda 3GE se až na výjimky nebude prodávat samostatně. V první fázi po vstupu na trh se počítá s maximálním důrazem na expanzi. Toto pravidlo nebude tudíž zprvu důsledně uplatňováno a výroba kusů spadajících do vývojových sad s bezplatným (a omezeným) přístupem do cloudových služeb i přes její krátkodobou ztrátovost tak nebude omezována.

5.3.1.3 Kapacita

Důležitým bodem je bezesporu kapacita. Není možné zadat do výroby zakázku, která by vyžadovala neúměrnou zátěž na kapacity firmy Byzance, ať už vývojové nebo obchodní. Přílišná koncentrace a závislost na jednom zákazníkovi zvyšuje riziko a může vést k velkým ztrátám v podobě ušlých příležitostí či jiným hlubším problémům. Toto umocňuje ještě fakt, že obchodní model firmy Byzance bude závislý právě na měsíčních

poplaticích. V případě přetížení kapacit v kombinaci s dodržováním smluvních podmínek vůči zákazníkovi by tento problém mohl vést k citelnému snížení příjmů.

5.3.1.4 Termín

Termín je další podmínkou, která se zkoumá při příjmu zakázky, zejména vzhledem k zatížení již zmíněných disponibilních kapacit a zároveň s ohledem na možnosti efektivního plánování a rozložení vývoje objednávaných prvků. V počátečních fázích vstupu na trh je velmi důležité držet rozumné rezervy času a kapacit, a jistit se tak proti nepředvídatelným událostem ve vlastním vývoji nebo na novém trhu, na který firma Byzance cílí.

5.3.1.5 Cena výrobku a dodatečné náklady

Cena nebo spíše v případě zvoleného obchodního modelu „náklady spojené se zakázkou“ mohou mít právě v počátečních fázích prodeje, potažmo fungování celé firmy, zásadní význam. Zakázky, které generují dodatečné náklady například v souvislosti s nutným cestováním či ubytováním obchodníků, musí také tyto vzniklé náklady pokrýt, což by u malých zakázek mohlo být problematické.

5.3.1.6 Hodnocení zákazníka

Hodnocení zákazníka je posledním kritériem výběru a zařazení zakázky do výroby. Relativně nepříznivé výsledky ostatních kritérií mohou být manažerským rozhodnutím vetovány s vidinou potenciálně lukrativního a také hlavně pro propagační aktivity firmy výhodného zákazníka. V rámci tohoto pravidla je zohledňován také budoucí potenciál dané zakázky, který může vést k dalším novým příležitostem. Po určitém čase fungování firmy se v tomto kritériu mohou promítnout i dosavadní získané zkušenosti s určitými zákazníky, jak pozitivní, tak i negativní.

5.3.2 Přijetí zakázky do výroby

Strategickým cílem firmy Byzance je diferenciacce a díky ní rychlá expanze do světových trhů. Dá se tedy zjednodušeně říci, že na základě předchozích pravidel budou vybírány hlavně takové zakázky, které budou s ohledem na kapacity firmy v daném čase

realizovatelné, ale také ty, které ponесou největší potenciál do budoucnosti i v souvislosti s propagací a hledáním nových příležitostí. Není cílem vybírat krátkodobě lukrativní, avšak úzce zaměřené zakázky, jež by firmě „zavřely dveře“ v oblasti univerzálnosti, ve které chce zejména vynikat a na níž chce stavět.

Ekonomickým cílem při prodeji hardwarových prvků ve fázi vstupu na trh bude zejména uhrazení variabilních nákladů a alespoň částečné uhrazení fixních nákladů v podobě mezd zapojených pracovníků. Díky kapitálu od investorů je možné krátkodobě udržet co nejnižší cenu a překonat tak bariéry nové technologie a neznámé značky. Jelikož je úzkým místem právě personální kapacita, dá se hovořit o prioritním výběru takové zakázky, která přinese co největší příspěvek na úhradu (zkráceně PÚ). Příspěvek na úhradu je rozdílem mezi předpokládanou cenou za výrobek a variabilními náklady na kus [2]:

$$PÚ_i^{abs} = p_i - n_{vi}$$

$PÚ_i^{abs}$ – absolutní příspěvek na úhradu

p_i – cena

n_{vi} – variabilní náklady

Relativní příspěvek na úhradu zachycuje i jednotku času daného úzkého místa, v případě firmy Byzance personálních kapacit. Pro výpočet nejvyššího příspěvku zakázky se tedy používá relativní příspěvek na úhradu [2]:

$$PÚ_i^{rel} = \frac{p_i - n_{vi}}{z_{ij}}$$

$PÚ_i^{rel}$ – relativní příspěvek na úhradu

z_{ij} – potřebný čas na výrobek i v úzkém místě j

Rozhodování pomocí tohoto vzorce bude probíhat propočítáním relativního příspěvku na úhradu pro jednotlivé výrobky a seřazením kladných výsledků sestupně. Do vyčerpání kapacit (úzkého místa) se budou výrobky v tomto pořadí zařazovat do výrobního plánu v maximálním prodejním množství.

5.3.3 Plán výroby

V dalším kroku bude vypracován samotný plán výroby, který určí velikost a pořadí výrobních zakázek. Pro sestavení efektivního plánu výroby je nejdříve nutné definovat úkoly operativního plánování výroby s cílem minimalizovat náklady a průběžné doby, maximalizovat využití kapacit a dodržet dodací lhůty [2]:

Úkoly operativního plánování výroby:

- *určení ekonomicky vhodných výrobních zakázek;*
- *určení potřeby kapacit;*
- *odsouhlasení kapacitní nabídky a poptávky;*
- *stanovení pořadí provádění operací.*

Plán zadávané výroby by měl zajistit rámcový úkol výrobního programu, vytvořit výrobní zakázky a určit jejich cestu výrobním procesem. Na výrobní proces se uplatňují nástroje řízení a sleduje se průběh výroby a plnění úkolů. [2]

5.3.3.1 Vlastní a cizí výroba

V rámci plánu zadávané výroby je nutné stanovit, které položky budou putovat do vlastní výroby a které bude firma Byzance nakupovat od dodavatelů. Před vlastní úvahou o algoritmu volby cizí nebo vlastní výroby bude uveden následující seznam výhod obou možností z odborné literatury [2]:

Výhody vlastní výroby:

- *uzavřený výrobní proces;*
- *levnější výroba;*
- *potenciálně vyšší kvalita (vlastní inovace);*
- *materiál může být výhodnější než hotový výrobek;*
- *vytížení kapacit;*
- *odstupňování výroby a její organizace;*
- *odbytové výhody (tajemství, větší množství, vlastní cenová politika atp.);*
- *lepší reakce na požadavky zákazníků.*

Výhody cizí výroby:

- výroba chráněná patenty;
- optimalizované náklady (materiál, speciální stroje, skladování, logistika atp.);
- potenciálně vyšší kvalita (zkušenosti, výzkum a vývoj atp.);
- fokus dodavatele na daný produkt;
- zvýšení odbytu bez pracovní síly a investic;
- zajištění dodatečných dodávek nad rámec vlastní výroby;
- menší kapitálové zatížení;
- elasticita při změně výrobního programu.

5.3.3.2 Plán zadávané výroby

Hlavní prvky výrobního programu Yoda 3GE je nutné si rozdělit na jednotlivé součásti, ze kterých se tyto komplety skládají. Yodu 3GE tvoří plošný spoj a celkem 138 dalších součástí včetně procesoru, ethernetového konektoru, různých odporových, kapacitních a jiných součástí.

U osazovaných součástek z logiky věci nedává vůbec smysl o vlastní výrobě uvažovat. Jedná se totiž o miniaturní technologii, jejíž ekonomická výhodnost je podmíněná obrovským vyráběným a potažmo prodávaným množstvím. Klíčovou součástkou v této skupině je řídicí procesor, který je navíc chráněn patenty a který může mít velmi vysokou kvalitu díky vyspělosti použité architektury a zkušenostem výrobce.

Vlastní výrobou, potažmo vývojem, prochází samotný plošný spoj. Na základě požadavků zákazníků a získaného know-how byl pro prvek Yoda 3GE vytvořen návrh plošného spoje splňující předpoklady a funkční atributy softwarového a nad ním běžícího cloudového systému. Na základě tohoto návrhu a použité technologie bude vybrán výrobce, který plošný spoj vyrobí a dodá do firmy Byzance. Následně bude tento plošný spoj osazen příslušnými součástkami. Pro malé série a v případě dostatečných kapacit tento proces proběhne přímo ve vlastní výrobě. V případě většího poptávaného množství zákazníkem ale může být rozhodnuto, že i osazení bude předáno do cizí výroby, a to na základě propočtu ekonomické výhodnosti oproti vlastním kapacitám vzhledem k ceně ušlé příležitosti.

5.3.3.3 Řízení zásob

Řízení zásob je soubor řídicích činností, jejichž smyslem je nalézt a zajistit takovou výši zásob, aby byl dosažen plynulý průběh výrobního procesu při optimální vázanosti kapitálu, spotřebě dodatečné práce a přijatelném stupni rizika. [2]

Z plánu zadávané výroby lze vytušit, které součásti jsou tzv. kritické a vyžadují pojistné zásoby. Nejkritičtější komponentou prvku Yoda 3GE je samotný plošný spoj, který jako jediný z množství součástí pochází z vlastní výroby a není běžně dostupný na trhu. V případě zjištění závady se musí záznam o chybě dostat do vývojového oddělení, kde se řádně otestuje, a výstupy se použijí k dalšímu rozhodování. Obecně existují dvě varianty. První může být chybou při samotné výrobě plošného spoje či jeho osazování a jedná se zpravidla o jednotky procent vyrobených prvků. Druhý a kritičtější případ je systémová chyba při návrhu hardwaru, která musí vést k úpravě celkového návrhu spoje. Taková chyba se týká již veškerých vyrobených kusů. Následně vznikají čekací (výrobní) lhůty podle možností zvoleného dodavatele, se kterými je nutné počítat v plánování výroby. Pojistná zásoba plošných spojů tak musí brát zřetel (pokud možno) na všechny okolnosti v případě nepředvídatelné situace.

U běžně dostupných součástek na trhu lze předpokládat, že případné vady jsou pouze kusovou záležitostí a stačí tedy počítat s běžnými dodacími lhůtami mnoha konkurujících dodavatelů. V případě takových součástek je tedy nákup víceméně synchronizovaný s výrobou, a tak nevzniká riziko spojené s jejich dlouhodobějším skladováním.

Zdroje nákupu

- *Je možno zabezpečiť náhradní zdroje?*
- *Jaká je spolehlivost dodavatele?*
- *Jaká je úplnost dodávek?*
- *Jaká je flexibilita dodavatele?*
- *Jak je dodavatel vstřícný a ochotný vůči změnám?*

Charakter spotřeby nakupovaných prvků

- *Plynulost či nepravidelnost?*
- *Jaké jsou možnosti náhrady materiálu či dodávky?*

Důsledky nedostatku pro firmu

- *Od mimořádných až po zanedbatelné.*
- *Jaká je plánovatelnost potřeby?*

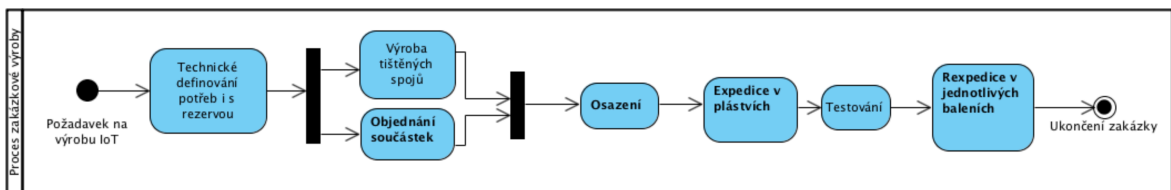
Obrázek 32 – Kritéria pro stanovení pojistné zásoby [Zdroj: vlastní]

Kritéria uvedená na obrázku 32 je třeba podle získaných zkušeností ohodnotit bodovou stupnicí, přičemž celkový počet bodů bude určovat nutnost zabývat se vyšší či menší pojistnou zásobou, kde dalším faktorem pak bude i velikost spotřeby za delší období. [2]

Moderní přístup k problematice řízení zásob si žádá využití principu integrace dodavatelů. Pro minimalizaci nákladů bude využíván systém Just-in-Time, který řeší problémy se skladováním, pořadím dodávek a výrobních a skladovacích ploch. Dodavatel se vzdává skladování a produkty dodává po ukončení výroby odběrateli přímo do výrobních prostor [2]. Tento přístup bude využíván také zejména v dodávkách již hotových prvků (Byzance jako dodavatel), zároveň by tímto způsobem měla fungovat z druhé strany výroba a dodávky plošných spojů (Byzance jako odběratel).

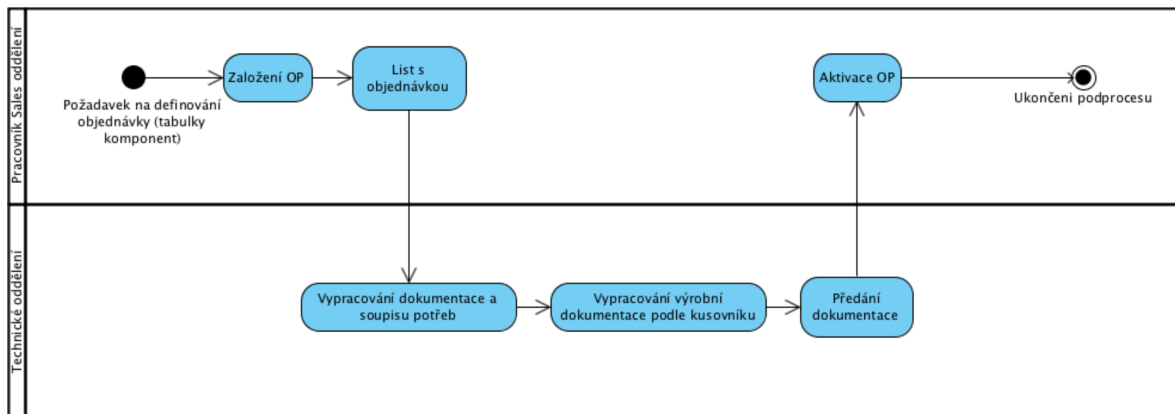
5.3.4 Evidence výroby

Z procesně orientovaného pohledu se výroba firmy Byzance dělí na několik řízených činností. Nejdůležitějším a nejkomplicovanějším procesem ve firmě je realizace výroby prvku Yoda 3GE a rozšiřujících shieldů. Vstupem tohoto procesu je požadavek obchodního oddělení v reakci na úspěšný obchodní případ (zkráceně OP). Výstupem procesu jsou výrobky expedované zákazníkům.



Obrázek 33 – Proces zakázkové výroby Byzance IoT [Zdroj: vlastní]

Proces uvedený na obrázku 33 je možné rozdělit na další podprocesy za účelem aplikace tzv. controllingové linky⁵². Pro účely řízení výroby firmy Byzance je klíčovým podprocesem definování potřeb výroby, jenž má za úkol vzájemnou komunikací jednotlivých oddělení určit postup při vyřizování zadané objednávky.

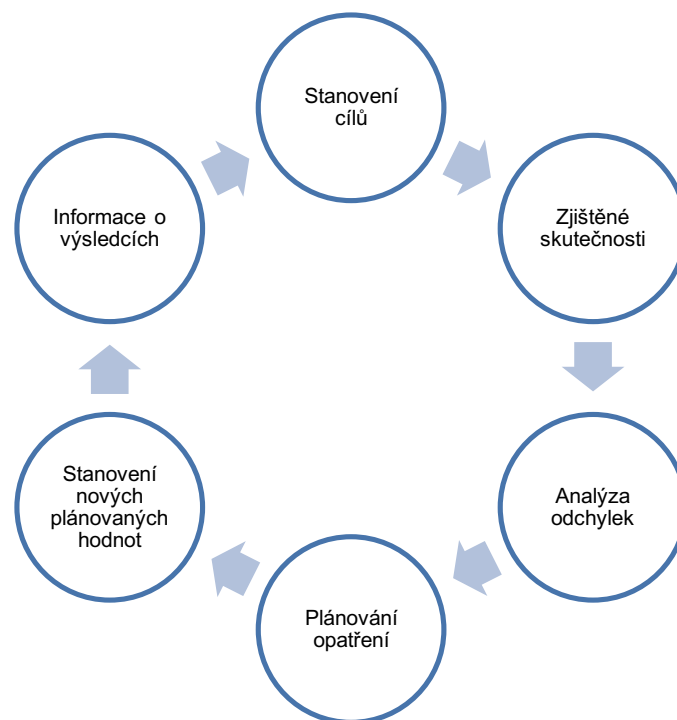


Obrázek 34 – Podproces definování potřeb výroby [Zdroj: vlastní]

⁵² Controllingová linka – nástroj, který v podniku slouží k analytickému rozpadu a tvorbě systémových nástrojů a opatření.

Na naznačené procesy řízení výroby bude aplikována controllingová linka, jejíž úlohou bude sledování, evidence a kontrola plnění úkolů příslušných k jednotlivým zakázkám. Z hlediska řízení výroby půjde o následující kroky, na základě kterých budou určovány další manažerské cíle [2]:

- záznam o převzetí a spotřebě materiálu;
- záznam o využití a výkonu zařízení;
- evidence chybových součástek;
- záznam o výkonu pracovníků;
- evidence režijních nákladů;
- plnění plánu výroby;
- plnění plánu kvality;
- záznam o rozpracovaných zakázkách.

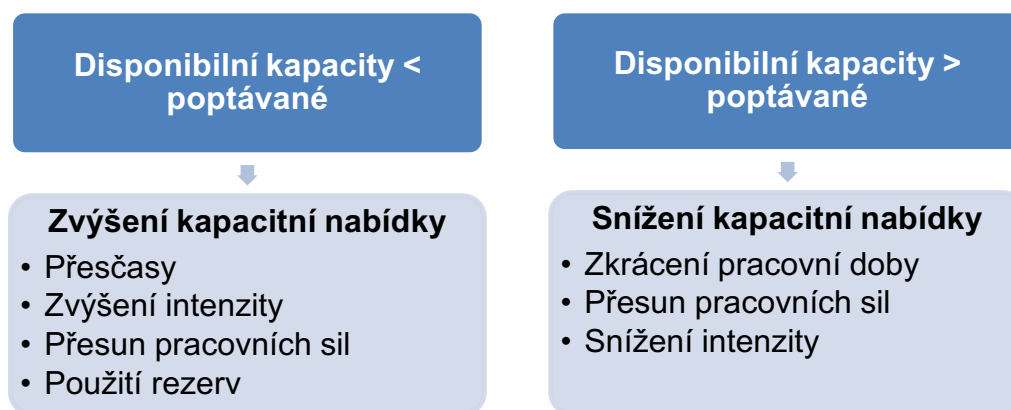


Obrázek 35 – Postupy controllingu v řízení výroby [2]

5.3.4.1 Zatížení kapacit

Vzhledem k aktuálnímu nedostatku kvalifikovaných inženýrů jsou výrobní kapacity pracovníků oddělení hardwaru velmi omezené. Prozatím je tento stav vyvážený modulární podstatou nabízených prvků a obchodní strategií mířící na právě takové zakázky, které budou vyžadovat co možná nejmenší zatížení těchto kapacit nebo přinesou největší budoucí přidanou hodnotu.

V rámci plánování budoucího rozvoje aktivit firmy Byzance je však nutné počítat s plánem zatížení kapacit, který příslušné zdroje využije co nejefektivněji a poskytne prostor pro další růst. Zároveň existuje i riziko snížené poptávky či výkyvů, a to hlavně v expanzní fázi plánované na nejbližší budoucnost. Pro takové případy budou definovány následující opatření k přizpůsobení kapacitní nabídky na základě informací z odborné literatury [2]:



Obrázek 36 – Opatření k přizpůsobení kapacit ve výrobě Byzance [2]

5.3.4.2 Prioritní pravidla

V souvislosti s krátkodobým plánováním výroby, konkrétně pak ve snaze o optimální využití kapacit v čase, je nasnadě uplatňovat prioritní pravidla pro přijímání zakázek do výrobního procesu firmy Byzance. Na základě těchto pravidel bude možné rozvrhnout výrobní program tak, aby kapacity výroby zůstaly v rozumných mezích a zároveň byla minimalizována nutnost zasahovat do kapacitní nabídky výše zmiňovanými opatřeními.

Nejvýznamnějšími prioritními pravidly pro výrobu ve firmě Byzance jsou hodnotová pravidla. Ta souvisí s již rozebíranou minimální hodnotou zakázky a největším příspěvkem na úhradu. Operace, které umožní finalizaci zakázek a ty, které přinesou vysokou hodnotu, tedy budou upřednostňovány.

Pouze hodnotovými pravidly se však nemůže výroba řídit. To by mohlo mít za následek ztrátu důvěry zákazníků s méně hodnotnými objednávkami a mohlo by to vést k negativním dopadům na firemní image vzhledem ke strategii, která počítá s velkým množstvím malých a středních firem jako zákazníků.

Prioritní pravidla nepočítající s hodnotou mohou být definována ve výrobě firmy Byzance následovně:

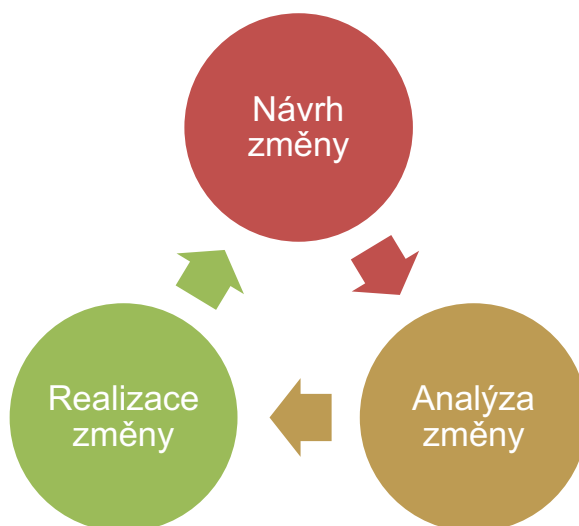
- „*kdo dřív přijde, ten dřív mele*“;
- *zbývající čas práce (nejdelší/nejkratší);*
- *zbývající operace (nejvíce/nejméně);*
- *operační čas na stroji (nejdelší/nejkratší);*
- *požadovaný termín dokončení;*
- *zpoždění oproti plánu.*

O volbě prioritního pravidla pro konkrétní zakázku rozhodují aktuální potřeby výroby. Kromě maximálního využití kapacit to může být snižování průběžné doby výroby, optimalizace nákladů (čas, skladování) či eliminace odchylek od požadovaných termínů. [2]

5.3.5 Změnové řízení ve výrobě

Firma Byzance klade velký důraz na inovace. Musí tak neustále upravovat plán a přinášet nové nápady, které reflektují situaci na trhu, nové technologie a kroky konkurence. Jedině tak je možné si udržet náskok, případně držet krok s ostatními výrobci v tak dynamickém odvětví, jakým je průmyslový internet věcí.

Změnové řízení bude definováno jako cyklický proces napříč příslušnými odděleními ve firmě Byzance. Cílem procesu by mělo být opakovaně navrhovat, analyzovat a realizovat takové změny na produktu či ve výrobě, které budou přínosem pro celé nabízené řešení.



Obrázek 37 – Cyklus změnového řízení [Zdroj: vlastní]

Návrh změny může být přijat od kohokoli uvnitř firmy Byzance, původně však vždy bude pocházet od zákazníka, ať už to bude jeho přání, potřeba či nahlášená chyba. Generování a realizace nových nápadů které zvyšují celkovou kvalitu a hodnotu řešení, ale také optimalizují jeho náklady, jsou nezbytným předpokladem k budoucím tržním úspěchům firmy.

Navržené změny budou podléhat analýzám technické proveditelnosti. Dále bude posuzováno, zda splňují požadované technické či legislativní normy, zda jsou relevantní

pro koncové zákazníky, či jaký mají výsledný ekonomický efekt v daném časovém horizontu. Pokud změna těmito analýzami projde, přechází do poslední, tj. realizační fáze.

Finální rozhodnutí o konečném nasazení se bude přijímat těsně před fází realizace. Změna musí splňovat tři hlavní podmínky, a to celkový přínos změněného řešení pro zákazníka, časovou a finanční relevantnost změny (tj. musí se vyplatit). Než celý změnový cyklus proběhne, může dojít k odchylce na trhu a původně zamýšlenou změnu se již nevyplatí realizovat. V rámci odsouhlasené realizace změny je nakonec nutné, pokud to změna požaduje, upravit příslušný výrobní plán nebo upravit výrobní pracoviště v případě změny výrobního procesu.

5.3.6 Nákup materiálu

Nákup materiálu představuje jednu z klíčových činností celého procesu řízení výroby. Bez nakupovaného materiálu (s výjimkou vlastního vytěžení) se zkrátka žádná výroba reálných věcí (v tomto případě hardwaru) neobejde. Na výrobu firmy Byzance lze aplikovat několik základních strategií outsourcingu [2]:

- **Global / Local sourcing** – globální nákup, nebo lokální nákup.
- **Single / Multiple sourcing** – jediný dodavatel součástí, nebo více dodavatelů součástí.

Na základě rozdělení hlavních komponent produktu, v tomto případě prvku Yoda 3GE, lze prediktivně určit i outsourcing jednotlivých komponent.

Plošný spoj je typickým příkladem Local-Single sourcingu, firma Byzance nakupuje na základě svých vlastních technických plánů na míru vyrobené desky od jediného lokálního dodavatele. Snahou nákupu je do budoucna najít alternativního výrobce/dodavatele s cílem optimalizovat náklady (lepší cena) a snižovat riziko (výpadek u původního dodavatele).

Další neméně důležitou komponentou je procesor, srdce výsledného produktu. Firma Byzance používá procesory od jednoho výrobce, které jsou však dostupné od řady lokálních i globálních distributorů. Jedná se tedy o příklad Global-Single sourcingu.

Na rozdíl od plošného spoje zde nehrozí riziko výpadku, jedná se o globální produkt ve velkých celosvětových objemech.

Další součástky, ať už jde o odporové nebo kapacitní součástky, či standardizované konektory a řídicí jednotky, mají již zcela nahraditelné globální dodavatele. Je to tedy případ Global-Multiple sourcingu. Výběr těchto komponent by měl odrážet kvalitativní, funkční a cenové požadavky výroby.

5.3.6.1 Hodnocení dodavatele

Hodnocení dodavatele je trvalým procesem, který nekončí jeho výběrem a dodávkou, ale musí pokračovat i v průběhu celého dodavatelsko-odběratelského procesu tak, aby mohli být nespolehliví dodavatelé vyloučeni. Kritéria hodnocení dodavatele je třeba sledovat ve dvou fázích [2]:

Volba trhu:

- *schopnost výkonnosti trhu;*
- *spolehlivost trhu;*
- *náklady spojené s využitím trhu.*

Volba dodavatele:

- *kapacitní možnosti;*
- *spolupráce ve výzkumu a vývoji;*
- *kvalita dodávek;*
- *včasnost dodávek;*
- *vzdálenost;*
- *způsob dopravy;*
- *dodací podmínky;*
- *cena a platební podmínky;*
- *možnosti dalších služeb;*
- *spolehlivost a ochota;*
- *pomoc při změnách programu;*
- *otevřenost informačních toků;*
- *a další...*

V rámci hodnocení dodavatelů, případně i při řízení pojistných zásob, je třeba brát v úvahu diferenciaci nakupovaných položek. Všechny nemají stejnou závažnost. Proto se využívá metod analýzy diferenciacie položek, např. ABX a XYZ. Tyto metody dovolují firmě Byzance hodnotit také jednotlivé dodavatele. Metoda ABC vychází z tzv. Paretova pravidla, které říká, že 80 % veškerých důsledků je způsobeno 20 % příčin. Metoda v tomto případě analyzuje podíl jednotlivých dodávek na jejich celkovém obratu a umožňuje tak rozlišovat závažnost případných problémů s dodávkami konkrétních položek. Naproti tomu metoda XYZ sleduje charakter neboli stabilitu spotřeby pro dodávané součástky. Metodu ABC lze doplnit metodou XYZ do jedné přehledné klasifikační tabulky. Výsledkem je devět segmentů, do kterých se jednotlivé materiály (dodavatelé) příčně roztřídí, díky čemuž může být zvolena vhodná logistická technologie.

Dodavatel	A	B	C
X	Vysoká hodnota spotřeby	Střední hodnota spotřeby	Nízká hodnota spotřeby
	Vysoká kvalita prognózy	Vysoká kvalita prognózy	Vysoká kvalita prognózy
Y	Vysoká hodnota spotřeby	Střední hodnota spotřeby	Nízká hodnota spotřeby
	Střední kvalita prognózy	Střední kvalita prognózy	Střední kvalita prognózy
Z	Vysoká hodnota spotřeby	Střední hodnota spotřeby	Nízká hodnota spotřeby
	Nízká kvalita prognózy	Nízká kvalita prognózy	Nízká kvalita prognózy

Obrázek 38 – Kombinační tabulka metod ABC a XYZ [Zdroj: vlastní]

Pro nejdůležitější dodavatele znázorněné ve spektru do červena (A-X) je vhodné použít systém Just-in-Time nebo podobnou logistickou integrační technologii, jelikož jsou jejich dodávky ve výrobě potřeba v co nejkratším čase a velmi stabilně. V případě firmy Byzance se jedná například o již zmiňované plošné spoje. V přechodu do odstínů žluté je již rozptyl dodávek očekáván v delších intervalech a na modré (C-Z) se nacházejí dodavatelé, od nichž firma odebírá jen velmi sporadicky v malém množství, může se jednat například o speciální testovací součástky apod.

5.4 Ekonomické zhodnocení

Pokud má být firma Byzance na globálním trhu úspěšná, je třeba implementovat také efektivní výrobu. Věřím, že řízení výroby navržené v této kapitole se může stát solidním základem k dosažení požadované efektivity ještě před vlastním začátkem prodeje. Výrobu je potřeba řídit již v počátcích, stejně tak reflektovat vypracované prognózy, analýzy a obchodní strategii za účelem splnění kýžených ekonomických výsledků. Správně nastavený systém řízení výroby, práce se skladovými zásobami a efektivní spolupráce s klíčovými dodavateli pomůže firmě lépe řídit a snižovat náklady a samozřejmě plnit vytčený cíl: dostat vyráběné produkty co nejdříve k zákazníkům v co nejvyšší kvalitě a za správnou cenu.

Efektivní výroba se může vyvinout v konkurenční zbraň, jsou-li k tomu vytvořeny patřičné podmínky. Mezi ně rozhodně patří vhodný systém řízení výroby, jenž pro svůj efektivní chod potřebuje přesná a včasná data. Výroba firmy Byzance musí fungovat na principech tzv. štíhlé výroby⁵³ a v maximální míře uspokojovat požadavky a potřeby zákazníka. Jinak řečeno: je nutné vyrábět přesně to, co zákazník požaduje. S ohledem na konkurenci se tak musí dít co nejrychleji a pokud možno s co nejnižšími náklady při zachování požadované kvality. Tento způsob řízení vede k minimalizaci plýtvání [77].

Standardní pohled na zisk v tomto systému řízení výroby neplatí. Mění toto:

$$\text{Náklady} + \text{Zisk} = \text{Cena}$$

na toto:

$$\text{Cena} - \text{Náklady} = \text{Zisk}$$

Platí tedy heslo „naš zákazník je náš pán“. Důsledkem této filozofie je fakt, že zákazník neplatí za chyby, které firma udělá. Firma Byzance by pomocí navržených

⁵³ Štíhlá výroba – z angl. Lean Manufacturing je metodika vyvinutá firmou Toyota v období po 2. světové válce. Více o metodě v literatuře [77].

strategií a metod řízení výroby měla mít možnost soustředit se na neustálý proces optimalizace svých nákladů.

Za účelem ověření navrhovaných řešení byla v rámci ekonomického zhodnocení vypracována studie proveditelnosti pro hlavní produkt firmy Byzance (prvek Yoda 3GE + služby). Stručnou analýzou podnikatelského záměru firmy Byzance se zabývá následující podkapitola.

5.4.1 Studie proveditelnosti

5.4.1.1 Základní teze

Firma Byzance, která již nyní funguje v reálném světě, připravuje nový produkt na relativně neprobádaném trhu. Jedná se o nový byznys tvořený jedinečným start-upem na českém trhu, který se mimo obslužného softwaru a cloudu věnuje i vlastnímu hardwaru, což by se dalo v mnoha ohledech považovat za nejsložitější a zároveň nákladově nejnáročnější činnost podnikání. Vzhledem k právě zmíněné povaze firmy vzniká extrémní riziko pro investory, kteří takový projekt financují. Z toho vyplývají následující skutečnosti:

- *Extrémní požadavek na zúročení investovaného kapitálu.*
- *Nutnost dosažení přiměřeně vysoké marže, resp. rentability tržeb (RoS), aby zúročení budoucích cash flow⁵⁴ za příštích pět let dosáhlo okolo **tisíce procent**.*

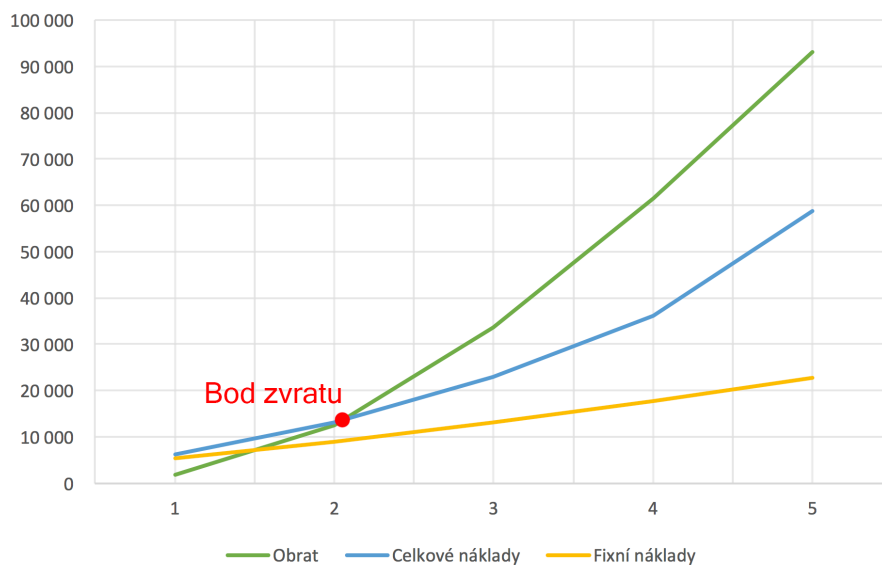
5.4.1.2 Výpočet podnikatelského záměru pro Yoda 3GE a služby

Aby bylo možné verifikovat, zda je podnikatelský záměr reálný, byl proveden následující výpočet (viz obrázek 39). Původní investice byla stanovena na 5 mil. Kč. Bod zvratu navrhovaného záměru přichází již okolo druhého roku (viz obrázek 40), do té doby je plánované negativní cash flow. Záporné cash flow v prvním roce bude na základě dohody pokryté provozním, nezúročeným úvěrem od investora. Tento úvěr bude následně splácen z vlastního cash flow budoucích let.

⁵⁴ Cash Flow – Peněžní tok za určité období, rozdíl mezi příjmy a výdaji peněžních prostředků za toto období.

Cena a její vývoj	6	0,0%	5,0%	7,5%	-10,0%	-25,0%
Diskont	5%					
Rok	0	1	2	3	4	5
Investice (náklady na projekt)	-5 000	<i>pilotní provoz</i>	<i>první výroby</i>	<i>výrobní závody</i>	<i>městský mobiliář</i>	<i>integrace do spotřebičů</i>
Objemy	300	300	2 000	5 000	10 000	20 000
Obrat	1 800	1 800	12 600	33 750	61 500	93 000
Jednicové náklady						
Materiál		540	3 500	8 500	16 500	32 000
Personál		75	400	900	1 600	3 000
Logistika		15	80	150	200	400
Servis/garance		15	80	150	300	600
Příspěvek na úhradu vůči obratu		1 155 64,2%	8 540 67,8%	24 050 71,3%	42 900 69,8%	57 000 61,3%
Fixní náklady						
Odpisy		1 000	1 000	1 000	1 000	1 000
Vývoj		1 000	2 000	3 000	4 000	5 000
Personál		1 000	1 400	2 000	2 700	3 500
Režie		500	600	750	900	1 200
Prodej, marketing, riziko PZ		2 000	4 000	6 500	9 000	12 000
Oprativní výsledek vůči obratu		-4 345 -241,4%	-460 -3,7%	10 800 32,0%	25 250 41,1%	34 300 36,9%
CASH FLOW	-5 000	-3 345	540	11 800	26 250	35 300
Variabilní náklady						
Fixní náklady		645	4 060	9 700	18 600	36 000
Celkové náklady		5 500	9 000	13 250	17 650	22 700
Celkové náklady		6 145	13 060	22 950	36 250	58 700
NPV	49 287					
					NPV: Čistá současná hodnota	PZ: Podnikatelský záměr

Obrázek 39 – Výpočet podnikatelského záměru pro prvek Yoda 3GE a služby (jednotky v tis. Kč) [Zdroj: vlastní]



Obrázek 40 – Grafické znázornění bodu zvratu z podnikatelského záměru [Zdroj: vlastní]

5.4.1.3 Zhodnocení podnikatelského záměru

Před samotnou realizací navrhované obchodní strategie a systému řízení výroby bylo nutné propočítat celkovou rentitu (tj. reálnou výnosnost) prvku Yoda 3GE (s doprovodnými službami). Jeho cena byla tedy nastavena tak, aby byl splněn požadavek na zúročení investovaného kapitálu. Cena produktu v plánovaném objemu musela však pro potenciální zákazníky zůstat stále atraktivní.

Rentabilita tržeb (RoS) pro daný podnikatelský záměr vychází na úrovni 37 % vzhledem k poměrně nízkým fixním nákladům a v plánovaných objemech na příštích pět let splňuje požadavek na zúročení investovaného kapitálu ve výši 986 %. Riziko daného reálného podnikatelského záměru je nadále velmi vysoké, ale odpovídá očekávání investorů. Pokud se podaří z daného záměru stvořit reálný obchod, bude se jednat o řídký jev. A také obrovský úspěch!

6 Závěr

Internet věcí je fenoménem současné doby, ocitá se na samém vrcholu očekávání. Na trhu zatím není dostatek adekvátních řešení, která by tato očekávání byla schopna splnit. Hrozí proto všeobecné zklamání. Zákazníci jsou obezřetní a všudypřítomným slibům firem pohybujících se v tomto odvětví jen tak nepodléhají. I přes momentální všeobecnou potřebu a vysokou hladinu poptávky musejí firmy usilující o vstup na tento trh nabídnout svá řešení ve správný čas, ale hlavně za správnou cenu. Aby bylo možné žádané řešení uvést na trh, bylo nutné analyzovat celkovou situaci na trhu a posoudit veškerá úskalí tohoto nového odvětví internetu věcí. Informace se podařilo za tímto účelem získat z převážně zahraničních zdrojů. Takto komplexní analýza internetu věcí do této doby nebyla v České republice k dispozici.

Internet věcí je pokládán za jednu z klíčových součástí čtvrté průmyslové revoluce neboli průmyslu 4.0. Tímto tématem se zabývají vědci, akademici, ale i technologické firmy po celém světě. Hlavním principem průmyslu 4.0 je pokročilá automatizace v rámci výrobních závodů a průmyslových podniků. Díky internetu věcí, tedy spojení co nejvíce zařízení mezi sebou a k internetu, je možné otevírat nové obzory, automatizovat a „udělat chytřejšími“ věci a úkony, které by v minulosti byly nepředstavitelné.

Firma Byzance IoT Solutions s.r.o., která již brzy na trh uvede unikátní řešení pro průmyslovou aplikaci internetu věcí, byla v této práci důkladně analyzována. Analýzy vnějších vlivů, nákupního chování zákazníků, distribučních cest, vnitřních faktorů, trhu a konkurence patří ke standardním metodám komplexního vyhodnocování postavení podniku. Díky provedeným analýzám bylo možné přesně definovat obchodní strategii založenou skutečných faktech, formulovat strategické cíle a budoucí směřování a segmentaci firmy. Firma Byzance sází na diferenciací strategii, nabídne jedinečné řešení pro zákazníka, které bude prodávat jako službu. Zatímco u konkurence dodáním hotových produktů zákazníkům vše končí, v případě firmy Byzance tímto okamžikem, dá se říci, vše začíná. Firma Byzance bude spolu s hotovým produktem dodávat komplexní technickou podporu, bezpečnostní aktualizace nebo dokonce doplňování nových funkcí, to vše na bázi měsíčních poplatků za službu.

Řízení výroby patří k nejdůležitějším činnostem managementu každé společnosti, která na trhu nabízí své produkty. Aby bylo možné systém řízení výroby správně nastavit, bylo třeba provést důkladné analýzy firmy, vytvořit validní strategii a použít správné metody a postupy vedoucí k efektivní výrobě zvoleného produktu. V případě firmy Byzance, která zatím ještě na trhu nepůsobí a vstup teprve plánuje, je tento důsledný přístup velmi důležitý. Chybně nastavené řízení výroby v rané fázi podniku by mohlo znamenat jeho rychlý konec. Ani dosavadní vývoj firmy Byzance se neobešel bez slepých cest, které stály nemalé úsilí a prostředky. I za účelem předejití dalším potenciálním problémům vznikla tato diplomová práce, která bude mít nepochybně přímý vliv na další fungování firmy Byzance.

Cíle této práce – návrhu řízení výroby prvků internetu věcí – bylo dosaženo s pomocí ve firmě Byzance získaných dat a známých metod a postupů čerpaných z odborné literatury. Na základě závěrů z provedených analýz je možné předpokládat, že navržený systém řízení výroby bude efektivní a dovolí tak firmě Byzance aplikovat její „agresivní“ diferenciacní strategii, tj. prodávat kvalitní řešení za správné ceny s minimálními náklady. To potvrdila i na závěr vypracovaná studie proveditelnosti, která brala v potaz finanční hledisko celého obchodního případu zejména s ohledem na zájmy investorů.

Tato diplomová práce, domnívám se, nad rámec plnění svých odborných cílů poskytuje čtenářům kvalitní a v České republice jedinečný pohled do problematiky internetu věcí. Představuje firmu Byzance jako příklad pro budoucí české i světové start-upy, které bývají zdrojem těch největších inovací na trhu. Zároveň ukazuje, jak důležité je i pro malou začínající firmu uplatňovat principy řízení, které byly formované a zdokonalované prakticky po celou historii od první průmyslové revoluce.

Díky této práci bylo managementu firmy Byzance umožněno uvědomit si souvislosti a zpracovat data na teoretické, ale i praktické úrovni. Tato jedinečná příležitost pomohla této nadějně společnosti s obrovskými očekáváními i enormním rizikem pochopit celý byznys z jiné, reálné perspektivy. Zkušenosti ze studia završené touto závěrečnou prací mají pro firmu Byzance a mne osobně nevyčísitelnou hodnotu.

Seznam použitých zkratek

IT – Informační technologie

HaaS – Hardware as a Service

IoT – Internet of Things

TCP/IP – Transmission Control Protocol/Internet Protocol

RFID – Radio Frequency Identification

P&G – Procter & Gamble

IPv6 – Internetový protokol verze 6

UDP – User Datagram Protocol

ISO – International Organization for Standardization

OSI – Open Systems Interconnection

MQTT – Message Queuing Telemetry Transport

DDoS – Distributed Denial of Service

SSL – Secure Sockets Layer

NSA – National Security Agency

HTTPS – Hypertext Transfer Protocol Secure

B2C – Business to Customer

CI – Corporate Identity

OP PIK – Operační program Podnikání a inovace pro konkurenceschopnost

ICT – Information and Communication Technologies

IDC – International Data Corporation

CAGR – Compound Annual Growth Rate

B2B – Business to Business

ITU – International Telecommunication Union

OCF – Open Connectivity Foundation

LTE – Long-Term Evolution

ERP – Enterprise Resource Planning

CRM – Customer Relationship Management

IDE – Integrated Development Environment

OS – Operační systém

PoE – Power over Ethernet

IEEE – Institute of Electrical and Electronics Engineers

HAL – Hardware Abstraction Layer

RTOS – Real-Time operační systém

PÚ – Příspěvek na úhradu

OP – Obchodní případ

RoS – Return on Sales

NPV – Net Present Value

PZ – Podnikatelský záměr

Seznam obrázků, grafů a tabulek

Obrázek 1 – Předpověď tržeb hodnotového řetězce IoT podle ABI Research [42]	17
Obrázek 2 – Zájem o pojmy „internet of things“ (modře) a „iot“ (červeně) na vyhledávači Google v % od roku 2004 do současnosti [43]	18
Obrázek 3 – Graf firmy Gartner s křivkou očekávání pro IoT technologie v roce 2016 [44]	21
Obrázek 4 – Logo firmy Byzance [78]	21
Obrázek 5 – Device-To-Device model [49, 50].....	24
Obrázek 6 – Device-To-Cloud model [49, 50]	24
Obrázek 7 – Device-To-Gateway model [49, 50].....	25
Obrázek 8 – Back-End Data-Sharing model [49, 50]	25
Obrázek 9 – Schéma plánované organizační struktury firmy Byzance krátce po vstupu na trh [78]	39
Obrázek 10 – Graf odpovědí na otázku „Kolik je Vám let?“ [Zdroj: vlastní].....	55
Obrázek 11 – Graf odpovědí na otázku „Jaké je Vaše nejvyšší dosažené vzdělání?“ [Zdroj: vlastní].....	56
Obrázek 12 – Graf odpovědí na otázku „Máte vlastní firmu?“ [Zdroj: vlastní]	56
Obrázek 13 – Graf odpovědí na otázku „Založili byste nový start-up, kdyby problémy IoT byly již vyřešené?“ [Zdroj: vlastní]	57
Obrázek 14 – Graf odpovědí na otázku „V jakém sektoru pracujete?“ [Zdroj: vlastní].....	57
Obrázek 15 – Graf odpovědí na otázku „Za jakým účelem chcete vytvářet IoT řešení?“ [Zdroj: vlastní]	58
Obrázek 16 – Graf odpovědí na otázku „Jste ochotni se stát IoT influencerem a propagovat firmu Byzance?“ [Zdroj: vlastní]	58
Obrázek 17 – Graf odpovědí na otázku „Které vlastnosti řešení Byzance byste ocenili nejvíce?“ [Zdroj: vlastní]	59
Obrázek 18 – Přehled možných použití prvků a služeb Byzance [78]	65
Obrázek 19 – Diagram postupu zákazníka Byzance od nápadu po masovou výrobu [78]..	66
Obrázek 20 – Marketingový obrázek cloudové infrastruktury Byzance [78].....	67
Obrázek 21 – Příklad délky jednoduchého obslužného programu [78].....	68
Obrázek 22 – Grafické znázornění vizuálního programovacího jazyka Byzance Blocko [78].....	69

Obrázek 23 – Grafické znázornění nástroje Byzance Grid pro tvorbu aplikací [78].....	70
Obrázek 24 – Potenciální možnosti topologie hardwarových prvků Byzance [78].....	72
Obrázek 25 – Vizualizace prvku Yoda G3E v měřítku 1:1 [78].....	73
Obrázek 26 – Blokový diagram modulárního jádra ARM procesoru [66]	75
Obrázek 27 – Softwarová architektura Mbed OS [68]	77
Obrázek 28 – Životní cyklus řešení Byzance [2].....	80
Obrázek 29 – Principy push a pull ve výrobě [Zdroj: vlastní].....	80
Obrázek 30 – Obecné konkurenční strategie, pozice firmy Byzance (modře) [59].....	87
Obrázek 31 – Propojení nákupního a odbytového trhu [2].....	89
Obrázek 32 – Kritéria pro stanovení pojistné zásoby [Zdroj: vlastní].....	96
Obrázek 33 – Proces zakázkové výroby Byzance IoT [Zdroj: vlastní]	97
Obrázek 34 – Podproces definování potřeb výroby [Zdroj: vlastní]	97
Obrázek 35 – Postupy controllingu v řízení výroby [2]	98
Obrázek 36 – Opatření k přizpůsobení kapacit ve výrobě Byzance [2]	99
Obrázek 37 – Cyklus změnového řízení [Zdroj: vlastní].....	101
Obrázek 38 – Kombinační tabulka metod ABC a XYZ [Zdroj: vlastní].....	104
Obrázek 39 – Výpočet podnikatelského záměru pro prvek Yoda 3GE a služby (jednotky v tis. Kč) [Zdroj: vlastní]	107
Obrázek 40 – Grafické znázornění bodu zvratu z podnikatelského záměru [Zdroj: vlastní]	107

Literatura

1. MAŘÍK, Vladimír. Průmysl 4.0: výzva pro Českou republiku. Praha: Management Press, 2016. ISBN 978-80-7261-440-0
2. TOMEK, Gustav a VÁVROVÁ, Věra. Integrované řízení výroby: od operativního řízení výroby k dodavatelskému řetězci. Praha: Grada, 2014. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-4486-5
3. TOMEK, Gustav a VÁVROVÁ, Věra. Průmysl 4.0: aneb Nikdo sám nevyhraje. Praha: Professional Publishing, 2017. ISBN 978-80-906594-4-5
4. POSTSCAPES. Internet of Things (IoT) History [online]. [Cit. 15.12.2016]. Dostupné z: <https://www.postscapes.com/internet-of-things-history/>
5. INTERNET SOCIETY. The Internet of Things (IoT): An Overview [online]. [Cit. 5.1.2017]. Dostupné z: <https://www.internetsociety.org/doc/iot-overview>
6. SAS Institute Inc. Internet of Things: Visualise the Impact [online]. [Cit. 12.1.2017]. Dostupné z: <https://www.sas.com/sas/offers/16/iot-visualise-the-impact-2458546.html>
7. MINISTERSTVO PRŮMYSLU A OBCHODU České republiky. Iniciativa Průmysl 4.0 [online]. [Cit. 14.1.2017]. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/cz/prumysl/zpracovatelsky-prumysl/prumysl-4-0-ma-v-cesku-sve-misto--176055/>
8. MINISTERSTVO SPRAVEDLNOSTI České republiky. Veřejný rejstřík a Sběrka listin: Výpis z obchodního rejstříku [online]. [Cit. 20.4.2017]. Dostupné z: <https://or.justice.cz/ias/ui/rejstrik-firma.vysledky?subjektId=967721>
9. GARTNER Inc. Gartner Hype Cycle [online]. 2017 [Cit. 2.2.2017]. Dostupné z: <http://www.gartner.com/technology/research/methodologies/hype-cycle.jsp>
10. ARM Ltd. Mbed Operating System [online]. 2017 [Cit. 29.3.2017]. Dostupné z: <https://www.mbed.com/en/platform/mbed-os/>
11. LINKS, Cees. Keynote: The Internet of Things will Change our World [online]. 2015 [Cit. 20.4.2017]. Dostupné z: <https://ercim-news.ercim.eu/en101/keynote/1605-the-internet-of-things-will-change-our-world>
12. FORBES. A Very Short History Of The Internet Of Things [online]. 2014 [Cit. 3.2.2017]. Dostupné z: <https://www.forbes.com/sites/gilpress/2014/06/18/a-very-short-history-of-the-internet-of-things/#199fc46a10de>
13. ZDNet. IoT devices can be hacked in minutes, warn researchers [online]. 2016 [Cit.

- 23.1.2017]. Dostupné z: <http://www.zdnet.com/article/iot-devices-can-be-hacked-in-minuteswarn-researchers/>
14. FUTURISM. This Is How Quickly the IoT Can Be Hacked [online]. 2016 [Cit. 23.1.2017]. Dostupné z: <https://futurism.com/this-is-how-quickly-the-iot-can-be-hacked/>
 15. THE HACKER NEWS. An Army of Million Hacked IoT Devices Almost Broke the Internet Today [online]. 2016 [Cit. 23.1.2017]. Dostupné z: <http://thehackernews.com/2016/10/iot-dyn-ddos-attack.html>
 16. THE GUARDIAN. US intelligence chief: we might use the internet of things to spy on you [online]. 2016 [Cit. 25.1.2017]. Dostupné z: <https://www.theguardian.com/technology/2016/feb/09/internet-of-things-smart-home-devices-government-surveillance-james-clapper>
 17. NÁRODNÍ BEZPEČNOSTNÍ ÚŘAD České Republiky. Národní centrum kybernetické bezpečnosti: Zpráva o stavu kybernetické bezpečnosti České republiky za rok 2016 [online]. 2016 [Cit. 3.2.2017]. Dostupné z: <https://www.govcert.cz/download/Zpravy-KB-vCR/Zpráva-stavu-KB-2016.pdf>
 18. IoT Conference. Internet of Things 2008 [online]. 2008 [Cit. 5.2.2017]. Dostupné z: <http://www.the-internet-of-things.org/iot2008/>
 19. IPSO Alliance. About us [online]. 2016 [Cit. 5.2.2017]. Dostupné z: <https://www.ipso-alliance.org/about-us/>
 20. FAS.org. Disruptive Civil Technologies [online]. 2008 [Cit. 5.2.2017]. Dostupné z: <https://fas.org/irp/nic/disruptive.pdf>
 21. CISCO Systems. The Internet of Things [INFOGRAPHIC] [online]. 2011 [Cit. 13.2.2017]. Dostupné z: <https://blogs.cisco.com/diversity/the-internet-of-things-infographic>
 22. ARDUINO. What is Arduino? [online]. 2017 [Cit. 15.2.2017]. Dostupné z: <https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>
 23. GOOGLE Inc. Trends: „Arduino“ [online]. 2017 [Cit. 15.2.2017]. Dostupné z: <https://trends.google.com/trends/explore?date=all&q=arduino&hl=cs-CS>
 24. IEEE Xplore. IEEE Communications Surveys & Tutorials: IoT devices can be hacked in minutes, warn researchers [online]. Q4 2015, 2347 – 2376 [Cit. 24.3.2017]. DOI: 10.1109/COMST.2015.2444095. ISSN 1553-877X. Dostupné z: <http://ieeexplore.ieee.org/document/7123563/>

25. IoT MASHUPS. The Future of IoT – some stats, opinions and expectations [online]. 2016 [Cit. 24.3.2017]. Dostupné z: <http://www.iotmashups.com/the-future-of-iot-some-stats-opinions-and-expectations/>
26. BUSINESS Insider Inc. Here are IoT trends that will change the way businesses, governments, and consumers interact with the world [online]. 2016 [Cit. 24.3.2017]. Dostupné z: <http://www.businessinsider.com/top-internet-of-things-trends-2016-1>
27. AOL Inc. TECH CRUNCH. Why IoT Security Is So Critical [online]. 2015 [Cit. 25.3.2017]. Dostupné z: <https://techcrunch.com/2015/10/24/why-iot-security-is-so-critical/>
28. WIKIPEDIA. Northeast Blackout of 2003 [online]. 2017 [Cit. 27.3.2017]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Northeast_blackout_of_2003
29. AIRA GROUP s.r.o., SPRÁVA SÍTĚ. Botnet [online]. 2017 [Cit. 27.3.2017]. Dostupné z: <http://www.sprava-site.eu/botnet/>
30. SYNOPSISYS Inc. The Heartbleed Bug [online]. 2014 [Cit.27.3.2017]. Dostupné z: <http://heartbleed.com>
31. BATALLA, J.M., MASTORAKIS, G., MAVROMOUSTAKIS, C.X. a PALLIS, E. Beyond the Internet of Things: Everything interconnected. Springer Publishing, 2017. ISBN-13: 978-3319507569
32. WIKIPEDIA. HTTPS [online]. 2017 [Cit. 28.3.2017]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/HTTPS>
33. RASPBERRY Pi Foundation. About us [online]. 2017 [Cit. 2.4.2017]. Dostupné z: <https://www.raspberrypi.org/about/>
34. XULONG Software CO. Ltd. Orange Pi [online]. 2017 [Cit. 2.4.2017]. Dostupné z: <http://www.orange-pi.org>
35. INTEL Corporation. Intel Edison Compute Module [online]. 2017 [Cit. 2.4.2017]. Dostupné z: <https://software.intel.com/en-us/iot/hardware/edison>
36. ObserveIT. Examples of The Misuse of Data [online]. 2015 [Cit. 2.4.2017]. Dostupné z: <https://www.observeit.com/blog/examples-misuse-data>
37. EU – EUROPEAN COMMISSION. Digital single market [online]. 2016 [Cit. 3.4.2017]. Dostupné z: https://ec.europa.eu/commission/priorities/digital-single-market_en
38. EU – INEA. Connecting Europe Facility [online]. 2014 [Cit. 3.4.2017]. Dostupné z: <https://ec.europa.eu/inea/en/connecting-europe-facility>

39. INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION. Harnessing the Internet of Things for Global Development: a contribution to the UN Broadband Commission for Sustainable Development [online]. 2016 [Cit. 6.4.2017]. Dostupné z: <https://www.itu.int/en/action/broadband/Documents/Harnessing-IoT-Global-Development.pdf>
40. MCKINSEY & Company. Unlocking the potential of the Internet of Things [online]. 2015 [Cit. 20.2.2017]. Dostupné z: <http://www.mckinsey.com/business-functions/digital-mckinsey/our-insights/the-internet-of-things-the-value-of-digitizing-the-physical-world>
41. MCKINSEY & Company. The Internet of Things: Sizing up the opportunity [online]. 2014 [Cit. 20.2.2017]. Dostupné z: <http://www.mckinsey.com/industries/semiconductors/our-insights/the-internet-of-things-sizing-up-the-opportunity>
42. WOODSIDE Capital Partners. The Internet of Things: „Smart“ Products Demand a Smart Strategy [online]. 2015 [Cit. 26.3.2017]. Dostupné z: http://www.woodsidecap.com/wp-content/uploads/2015/03/WCP-IOT-M_and_A-REPORT-2015-3.pdf
43. GOOGLE Inc. Trends: „Arduino“ [online]. 2017 [Cit. 26.3.2017]. Dostupné z: <https://trends.google.com/trends/explore?date=all&q=internet%20of%20things,iot&hl=cs-CS>
44. GARTNER Inc. 7 Technologies Underpin the Hype Cycle for the Internet of Things [online]. 2016 [Cit. 2.4.2017]. Dostupný z: <http://www.gartner.com/smarterwithgartner/7-technologies-underpin-the-hype-cycle-for-the-internet-of-things-2016/>
45. DIFFEN. TCP vs. UDP [online]. 2017 [Cit. 24.4.2017]. Dostupný z: http://www.diffen.com/difference/TCP_vs_UDP
46. INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION. X.200: Information technology – Open Systems Interconnection – Basic Reference Model: The basic model [online]. 1994 [Cit. 25.4.2017]. Dostupné z: <http://www.itu.int/rec/T-REC-X.200/en/>
47. ROOT.cz. Protokol MQTT: komunikační standard pro IoT [online]. 2016 [Cit. 25.4.2017]. Dostupné z: <https://www.root.cz/clanky/protokol-mqtt-komunikacni-standard-pro-iot/>

48. KAAZIG. About HTML 5 WebSocket [online]. 2016 [Cit. 25.4.2017]. Dostupné z: <https://www.websocket.org/aboutwebsocket.html>
49. TSCHOFENIG, H., et.al., Architectural Considerations in Smart Object Networking. Tech. No. RFC 7452. Internet Architecture Board [online]. 2015 [Cit. 26.4.2017]. Dostupné z: <https://www.rfc-editor.org/rfc/rfc7452.txt>
50. WHIR. The Four Internet of Things Connectivity Models Explained [online]. 2016 [Cit. 26.4.2017]. Dostupné z: <http://www.thewhir.com/web-hosting-news/the-four-internet-of-things-connectivity-models-explained>
51. MINISTERSTVO PRŮMYSLU A OBCHODU České republiky. Dotační program OP PIK 2014-2017. 2013 [Cit. 27.4.2017]. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/cz/podnikani/dotace-a-podpora-podnikani/oppik-2014-2020/>
52. REZLEROVÁ, J. Příchod generace Y na trh práce. Hospodářské noviny [online]. 2. 6. 2009, rev. 17. 6. 2009 [Cit. 1.5.2017]. Dostupné z: <http://kariera.ihned.cz/c1-37310860-prichod-generace-y-na-trh-prace>
53. INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION. ITU-T Recommendations [online]. 2017 [Cit. 1.5.2017]. Dostupné z: <http://www.itu.int/en/ITU-T/publications/Pages/recs.aspx>
54. OPEN CONNECTIVITY FOUNDATION. OCF Membership Levels and Benefits [online]. 2017 [Cit. 1.5.2017]. Dostupné z: <https://openconnectivity.org/about/join>
55. MARKETING JOURNAL. Studie IDC: výdaje za internet věcí v České republice přesáhnou v roce 2018 miliardu dolarů [online]. 2015 [Cit. 1.5.2017]. Dostupné z: http://www.m-journal.cz/cs/aktuality/studie-idc--vydaje-za-internet-veci-v-ceske-republice-presahnou-v-roce-2018-miliardu-dolaru__s288x11436.html
56. SYNEXT. Analýza nákupního chování při průmyslových nákupech (B2B) [online]. 2008 [Cit. 4.5.2017]. Dostupné z: <http://www.synext.cz/analyza-nakupniho-chovani-pri-prumyslovych-nakupech-b2b.html>
57. BLAŽKOVÁ, M. Marketingové řízení a plánování pro malé a střední firmy. Praha: Grada, 2007. ISBN 978-80-247-1535-3
58. CZECH ICT ALLIANCE. ICT v ČR [online]. 2010 [Cit. 4.5.2017]. Dostupné z: <http://www.czechict.cz/ict-v-cr.htm>
59. PORTER, Michael E. Konkurenční strategie: Metody pro analýzu odvětví a konkurentů. Praha: Victoria Publishing, 1994. ISBN 80-85605-11-2
60. IEEE. Standard for Local and metropolitan area networks – Part 15.4: Low-Rate

- Wireless Personal Area Networks (LR-WPANs) [online]. 2011 [Cit. 8.5.2017].
Dostupné z: <http://standards.ieee.org/getieee802/download/802.15.4-2011.pdf>
61. SIMPLECELL. Technologie SigFox [online]. 2017 [Cit. 9.5.2017]. Dostupné z: <http://www.simplecell.eu/technologie-sigfox/>
 62. ČESKÉ RADIOKOMUNIKACE. Budujeme síť pro internet věcí na technologii LoRa [online]. 2016 [Cit. 9.5.2017]. Dostupné z: <https://www.cra.cz/budujeme-sit-pro-internet-veci>
 63. APPLE Inc. HomeKit [online]. 2017 [Cit. 10.5.2017]. Dostupné z: <https://www.apple.com/ios/home/>
 64. STMicroelectronics. STM32F429xx Data Sheet [online]. 2016 [Cit. 11.5.2017].
Dostupné z: <http://www.st.com/content/ccc/resource/technical/document/datasheet/03/b4/b2/36/4c/72/49/29/DM00071990.pdf/files/DM00071990.pdf/jcr:content/translations/en.DM00071990.pdf>
 65. PRAGOBOARD. Výrobní a technologické možnosti [online]. 2012 [Cit. 11.5.2017].
Dostupné z: <https://www.pragoboard.cz/node/27>
 66. WIKIPEDIA. ARM Architecture [online]. 2017 [Cit. 12.5.2017]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/ARM_architecture
 67. WIKIPEDIA. Hardware abstraction [online]. 2017 [Cit. 12.5.2017]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Hardware_abstraction
 68. CNXSoft. ARM Announces mbed OS for ARM Cortex-M Micro-controllers and mbed Device Server for the Cloud [online]. 2014 [Cit. 12.5.2017]. Dostupné z: <http://www.cnx-software.com/2014/10/02/arm-announces-mbed-os-for-arm-cortex-m-micro-controllers-and-mbed-device-server-for-the-cloud/>
 69. MANAGEMENTMANIA. PESTLE analýza [online]. 2016 [Cit. 12.5.2017]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/pestle-analyza>
 70. MANAGEMENTMANIA. Analýza pěti sil 5F [online]. 2016 [Cit. 12.5.2017].
Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/analyza-5f>
 71. MANAGEMENTMANIA. Marketingový mix [online]. 2016 [Cit. 12.5.2017].
Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/marketingovy-mix-marketing-mix>
 72. WIKIPEDIA. Smíšená topologie [online]. 2017 [Cit. 12.5.2017]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Sm%C3%AD%C5%A1%C5%A9n%C3%A1_topologie
 73. MINISTERSTVO DOPRAVY. Evropský parlament schválil nasazení systému pro

- automatické tísňové volání z paluby vozidla „eCall“ [online]. 2014 [Cit. 13.5.2017].
Dostupné z: <https://www.mdcr.cz/Media/Media-a-tiskove-zpravy/Evropsky-parlament-schvalil-nasazeni-systemu-pro-a>
74. PREMIER FARNELL. Ceník pro procesor STM32F429IIH6 [online]. 2017 [Cit. 14.5.2017]. Dostupné z: <http://cz.farnell.com/stmicroelectronics/stm32f429iih6/mcu-32bit-cortex-m4-180mhz-ufbga/dp/2393655>
75. MOUSER ELECTRONICS. Ceník pro procesor STM32F429IIH6 [online]. 2017 [Cit. 14.5.2017]. Dostupné z:
<http://cz.mouser.com/ProductDetail/STMicroelectronics/STM32F429IIH6/?qs=sGAEpiMZZMuoKKEcg8mMKJtoAw5zWd2aOG10G8XVvzU%3d>
76. ARROW ELECTRONICS. Ceník pro procesor STM32F429IIH6 [online]. 2017 [Cit. 14.5.2017]. Dostupné z:
<https://www.arrow.com/en/products/stm32f439iih6/stmicroelectronics>
77. AKADEMIE PRODUKTIVITY A INOVACÍ. Štíhlá výroba – používané metody a nástroje [online]. 2015 [Cit. 15.5.2017]. Dostupné z: <http://www.e-api.cz/25786n-stihla-vyroba-pouzivane-metody-a-nastroje>
78. BYZANCE IT Solutions s.r.o. – Interní materiály