

ŠKODA AUTO VYSOKÁ ŠKOLA o.p.s.

Studijní program:
B6208 Ekonomika a management

Studijní obor/specializace:
6208R087 Podniková ekonomika a management obchodu

INTERNET VĚCÍ A JEHO VYUŽITÍ VE VÝROBNÍM PODNIKU

Bakalářská práce

Tomáš BERÁNEK

Vedoucí práce: Ing. Vladimír Beneš, Ph.D.



ŠKODA AUTO Vysoká škola

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Zpracovatel: **Tomáš Beránek**
Studijní program: **Ekonomika a management**
Obor: **Podniková ekonomika a management obchodu**

Název tématu: **Internet věcí a jeho využití ve výrobním podniku**

Cíl: Představení Internetu věcí (IoT) a jeho podstaty jako aktuálního tématu pro výrobní podniky. Popis konkrétních příkladů IoT řešení, možnosti rozvoje podniků v oblasti sledování a analýzy stroji generovaných dat a upozornění na hrozby týkající se jejich bezpečnosti a ochrany. Návrh vlastního IoT řešení v rámci reálného prostředí výroby společnosti ŠKODA AUTO a.s. a vyčíslení jeho výhodnosti.

Rámcový obsah:

1. Internet věcí (IoT)
2. Oblasti využití IoT ve výrobě
3. Sledování a analýza generovaných strojových dat
4. Bezpečnost IoT
5. ŠKODA AUTO a.s. a IoT
6. Návrh vlastního IoT řešení

Rozsah práce: 25 – 30 stran

Seznam odborné literatury:

1. SUNDMAEKER, H. *Vision and Challenges for Realising the Internet of Things*. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2010. ISBN 978-92-79-15088-3.
2. POHANKA, P. Internet věcí. [online]. 2015. URL: <http://i2ot.eu/internet-of-things/>.
3. KUBR, J. Průmysl využívá IoT hlavně pro propojení technologických celků. [online]. 2020. URL: <https://svetprumyslu.cz/2020/02/10/prumysl-vyuziva-iot-hlavne-pro-propojeni-technologickych-celku/>.
4. KRAUSOVÁ, V. *Internet věcí (Internet of Things) a jeho bezpečnost*. Bakalářská práce. FF MU, 2014.
5. KOUSAL, L. SMART Maintenance ŠKODA AUTO a.s. [online]. 2019. URL: https://www.cacio.cz/Frontend/Webroot/uploads/files/2019/03/vitez_smart_maintenance_ve_skoda_auto_kousal287.pdf.

Datum zadání bakalářské práce: prosinec 2020

Termín odevzdání bakalářské práce: prosinec 2021

L. S.

Elektronicky schváleno dne 6. 5. 2021

Tomáš Beránek
Autor práce

Elektronicky schváleno dne 6. 5. 2021

Ing. Vladimír Beneš, Ph.D.
Vedoucí práce

Elektronicky schváleno dne 7. 5. 2021

doc. Ing. Jana Příkrylová, Ph.D.
Garantka studijního oboru

Elektronicky schváleno dne 9. 5. 2021

doc. Ing. Pavel Mertlík, CSc.
Rektor ŠAVŠ

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci vypracoval samostatně a použité zdroje uvádím v seznamu literatury. Prohlašuji, že jsem se při vypracování řídil vnitřním předpisem ŠKODA AUTO VYSOKÉ ŠKOLY o.p.s. (dále jen ŠAVŠ), směrnici OS.17.10 Vypracování závěrečné práce.

Jsem si vědom, že se na tuto závěrečnou práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, že se jedná ve smyslu § 60 o školní dílo a že podle § 35 odst. 3 je ŠAVŠ oprávněna mou práci využít k výuce nebo k vlastní vnitřní potřebě. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna podle § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách.

Beru na vědomí, že ŠAVŠ má právo na uzavření licenční smlouvy k této práci za obvyklých podmínek. Užiji-li tuto práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, mám povinnost o této skutečnosti informovat ŠAVŠ. V takovém případě má ŠAVŠ právo ode mne požadovat příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to až do jejich skutečné výše.

V Mladé Boleslavi dne 5. 12. 2021

Děkuji Ing. Vladimíru Benešovi, Ph.D. za odborné vedení závěrečné práce, poskytování rad a informačních podkladů. Dále děkuji zaměstnancům společnosti ŠKODA AUTO a.s. za součinnost a odbornou pomoc při zpracování praktické části bakalářské práce.

Obsah

Seznam použitých zkratk a symbolů	8
Úvod.....	9
1 Internet věcí	11
1.1 Vymezení pojmu IoT	11
1.2 Historie a vývoj IoT	12
1.3 Technologie používané v IoT	14
1.3.1 Mobilní sítě	14
1.3.2 Wi-Fi	15
1.3.3 BLE	16
1.3.4 M2M.....	16
1.3.5 LoRa	16
1.3.6 Sigfox.....	17
1.3.7 Z-Wave	17
1.3.8 ZigBee	18
1.3.9 RFID	18
2 Oblasti využití IoT	20
2.1 Průmyslový IIoT	20
2.1.1 Digitální továrna	21
2.1.2 Správa zařízení	21
2.1.3 Monitorování výrobního toku	21
2.1.4 Lokalizace osob a věcí.....	22
2.1.5 Řízení zásob a optimalizace dodavatelského řetězce	22
2.1.6 Bezpečnost a pracovní podmínky závodu.....	22
2.1.7 Kontrola kvality	23
2.1.8 Odečty vody, plynu.....	23
2.1.9 Zdravotnictví	23
2.1.10 Chytrá města.....	24
2.2 Spotřebitelský IoT	26
3 Sledování a analýza generovaných strojových dat	28
3.1 Datové zdroje v oblasti výroby.....	30
3.2 Nástroje na analýzu a vizualizaci dat	31
4 Bezpečnost IoT	33
5 ŠKODA AUTO a.s. a IoT	38

6	Praktická část – návrh vlastního řešení	40
6.1	Chytré brýle RealWear HMT-1	40
6.2	Navrhovaná řešení a hypotézy	41
6.3	Zhodnocení	56
	Závěr	57
	Seznam literatury	59
	Seznam obrázků	65

Seznam použitých zkratek a symbolů

IoT	Internet of Things, česky internet věcí
IS	Information System, česky informační systém
ICT	Information and Communication Technologies, česky informační a komunikační technologie
WWW	World Wide Web, česky celosvětová síť
TCP/IP	Transmission Control Protocol/Internet Protocol, česky primární přenosový protokol/protokol síťové vrstvy
QoS	Quality of Service, česky kvalita služeb
LTE	Long Term Evolution – vysokorychlostní internet pro mobilní síť
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers, česky Institut pro elektrotechnické a elektronické inženýrství
BLE	Bluetooth Low Energy, česky bluetooth s nízkou spotřebou energie
M2M	Machine to machine, česky stroj ke stroji
LoRa	Long Range, česky dalekonosný
RFID	Radio Frequency Identification, česky identifikace na rádiové frekvenci
IIoT	Industrial Internet of Things, česky průmyslový internet věcí
CompTIA	Computing Technology Industry Association, česky asociace průmyslu výpočetní techniky
ERP	Enterprise Resource Planning, česky plánování podnikových zdrojů
GDPR	General Data Protection Regulation, česky obecné nařízení o ochraně osobních údajů
DoS	Denial of Service, česky znepřístupnění služby
QR	Quick Response, česky kód rychlé reakce
FIOT	Factory Internet of Things, česky tovární internet věcí

Úvod

Internet věcí (dále také jako IoT¹) je velmi významným a často skloňovaným fenoménem dnešní doby, jehož základní myšlenka spočívá v propojení věcí, čidel a senzorů skrze internet. Tento princip je již aplikován v celé řadě oblastí, počínaje domácnostmi přes odvětví průmyslu a obchodu až po oblast samosprávy, skrze niž je využívána širokou veřejností.

Pro většinu podniků v České republice je právě toto téma velmi aktuální a v některých případech stále nové či neznámé, protože jeho největší rozvoj se teprve očekává. Důvodem je široká škála benefitů, kterou implementace chytrých technologií přináší – úspora času, snižování nákladů podniku, zjednodušení běžných činností, pozitivní vliv na životní prostředí anebo monitorování stavu výrobních zařízení v reálném čase. Nejen z tohoto důvodu se tato práce zaměřuje na shrnutí nejpodstatnějších aspektů používání technologií spadajících pod oblast IoT, poukazuje na jeho výhody a příležitosti, ale zároveň upozorňuje na hrozby zejména v oblasti bezpečnosti. Vzhledem ke skutečnosti, že internet věcí je velmi rozsáhlým a obsáhlým tématem, není možné jej v rámci rozsahu této práce kompletně pojmut. Z toho důvodu byly zvoleny pouze určité aspekty tématu IoT ve snaze zasáhnout téma co nejvíce komplexně, přičemž na tyto vybrané aspekty je nahlíženo především z manažerského hlediska, nikoli z hlediska detailních popisů technického charakteru.

Cílem této práce je představení internetu věcí a jeho podstaty jako aktuálního tématu zejména pro výrobní podniky v České republice. Práce popisuje konkrétní příklady úspěšně realizovaných řešení IoT s cílem inspirovat další podniky k rozvoji v oblasti chytrých technologií, sledování a analýzy strojově generovaných dat nebo jejich využití pro predikci a eliminaci nečekaných výpadků výroby. Dílčím cílem této práce je také informovat o možných bezpečnostních hrozbách týkajících se této oblasti. V praktické části práce je navrženo chytré řešení v rámci reálného prostředí výroby společnosti ŠKODA AUTO a.s. spadající do oblasti IoT, jež cílí na zjednodušení stávajících procesů a poskytuje autentickou zpětnou vazbu od zainteresovaných pracovníků.

¹ Z anglického „Internet of Things“.

Práce je členěna do šesti kapitol. První kapitola se zaměřuje na vymezení pojmu IoT jako takového, historii této oblasti a dále také na technologie, jež se vážou k podstatě IoT – přenosu dat.

Druhá kapitola obsahuje rozdělení internetu věcí z hlediska oblastí využití na průmyslový a spotřebitelský. Spotřebitelský internet věcí se dostává do normálního života každého z nás, proto se o tomto tématu okrajově zmiňuje i tato práce. Důraz je však kladen především na průmyslový internet věcí, který je vzhledem k zaměření této práce klíčovým.

Třetí kapitola poukazuje na důležitost práce se strojově generovanými daty, na jejich analýzu a využití pro eliminaci výrobních nákladů a zároveň zhodnocení dat v konkurenční výhodu.

Čtvrtá kapitola upozorňuje na problematiku bezpečnosti IoT, zmiňuje doporučená opatření pro eliminaci bezpečnostních rizik a popisuje příklady nejčastějších útoků.

V páté kapitole se práce zaměřuje na nejvýznamnějšího českého zaměstnavatele a výrobce vozů společnost ŠKODA AUTO a.s. ve vztahu k oblasti IoT.

Závěrečná šestá kapitola této práce představuje její praktickou část a obsahuje vlastní návrh chytrého řešení IoT, který je testován v reálném prostředí společnosti ŠKODA AUTO a.s.

1 Internet věcí

Internet věcí, běžně označovaný pouze zkratkou IoT, můžeme charakterizovat jako koncept pokročilých technologií poskytující propojení různorodé škály zařízení (věcí) prostřednictvím internetu (*International Telecommunication Union, 2012*).

Mezi taková zařízení řadíme jakékoli fyzické věci vybavené elektronikou, softwarem a senzory, které mají zároveň svoji fyzickou i virtuální adresu a mohou být vzdáleně monitorovány či ovládány, jako například mobilní telefony, elektrické spotřebiče, automobily a mnoho dalších (dále bude používáno obecné označení „zařízení“, případně „věc“). Výměna informací mezi zařízeními je umožněna na základě standardizovaných komunikačních protokolů, které propojují fyzický svět se světem digitálním.

Původem této myšlenky je filozofie *Internet of Everything*, jejíž podstatou je vytvoření digitální podoby všech propojených fyzických věcí/zařízení a následná práce se získanými metadaty z nich (*Greengard, 2015*). Znalost těchto informací může hrát klíčovou roli v celé řadě oblastí, například při strategickém rozhodování firem o zlepšení jejich produktů nebo zefektivnění interních procesů. Při správném nastavení konceptu a komunikace mezi připojenými „věcmi“ k internetu může činnost rozhodování probíhat plně autonomně. Nejen z tohoto důvodu je důležité neopomínat zabezpečení přenášených dat a eliminovat možnost jejich úniku.

1.1 Vymezení pojmu IoT

Jelikož je IoT celosvětově, a zejména v České republice, stále na vzestupu, neexistuje prozatím podle dostupných zdrojů žádná všeobecně užívaná definice tohoto pojmu. Vymezení pojmu tak vychází z různých pohledů významných technologických společností na to, co IoT představuje a jaké jsou jeho základní charakteristické vlastnosti.

Přední světová výzkumná společnost v oblasti informačních systémů a informačních a komunikačních technologií Gartner, Inc. definuje pojem IoT jako „sít' fyzických objektů, které obsahují integrovanou technologii pro komunikaci

a vnímání nebo interakci s jejich vnitřními stavy nebo vnějším prostředím“ (Gartner, Inc., ©2021).²

K objasnění významu pojmu IoT může napomoci i společná definice dvou významných společností na poli inovací v oblasti digitálních technologií a podnikových strategií, tj. společnosti Foundation Innovation Bankinter a Accenture, které v rámci své publikace „The Internet of Things: In a Connected World of Smart Objects“ (2011, s. 6) popisují pojem následovně: „Internet věcí se skládá z věcí připojených k internetu kdykoliv a kdekoliv. V technickém smyslu slova internet věcí spočívá v integraci senzorů a zařízení do běžných objektů, které jsou připojeny k internetu přes pevné nebo bezdrátové sítě.“³

Lze si všimnout, že výše uvedené společnosti přistupují k vysvětlení pojmu odlišně, nicméně podstata definic je obdobná.

1.2 Historie a vývoj IoT

Prvotní myšlenka o propojení fyzických předmětů, ze které vychází i dnešní podoba konceptu IoT, je datována rokem 1926, kdy významný americký vynálezce Nicola Tesla pronesl: „Až bude bezdrátová technologie perfektně aplikována, celý svět se promění v jeden obrovský mozek, kdy se všechny věci stanou součástí jednoho reálného a rytmického celku. Budeme schopni spolu komunikovat kdykoliv okamžitě, bez ohledu na vzdálenost. A nejen to, prostřednictvím televize a telefonie se budeme vidět a slyšet tak dokonale, jako bychom stáli tváří v tvář, a to navzdory vzdálenosti tisíců mil. A zařízení, jejichž prostřednictvím toho budeme schopni, budou ve srovnání se současným telefonem úžasně jednoduché. Člověk bude moci nosit takový přístroj v kapse své vesty“ (Tesla, 1926, cit. podle Gizmodo, 2015).

Další důležitý technologický milník nastal v roce 1989, kdy Tim Berners-Lee⁴ přišel s návrhem World Wide Webu (WWW), tj. celosvětová síť sdružující služby provozované v internetové síti. O rok později v roce 1990 spustil první webový

² Přeloženo z anglického originálu: „The Internet of Things (IoT) is the network of physical objects that contain embedded technology to communicate and sense or interact with their internal states or the external environment.“

³ Přeloženo z anglického originálu: „The Internet of Things (IoT) consists of things that are connected to the Internet, anytime, anywhere. In its most technical sense, it consists of integrating sensors and devices into everyday objects that are connected to the Internet over fixed and wireless networks.“

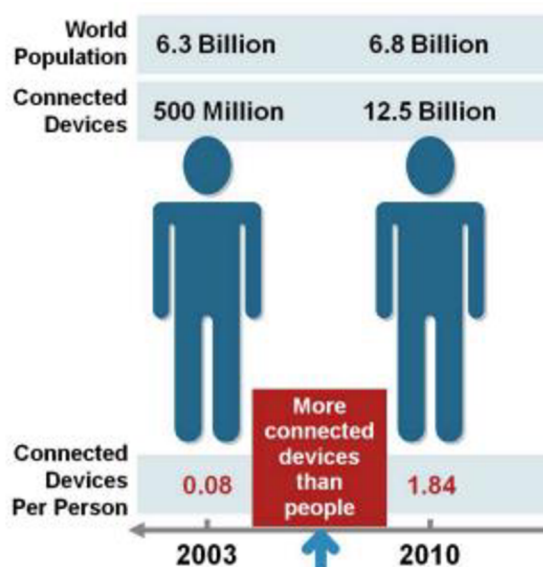
⁴ Britský počítačový vědec a informatik, tvůrce World Wide Webu a ředitel konsorcia W3C.

server na světě, jenž sloužil jako technologická platforma umožňující další rozvoj a pokrok v oblasti IoT (*World Wide Web Foundation, ©2008-2021*).

Podle dostupných informací jako první zařízení v historii s cílem vzdáleného ovládání byl k síti připojen toustovač. Podařilo se to jednomu ze zakladatelů klíčových přenosových protokolů TCP/IP Johnu Romkeyovi v roce 1990 (*Elder, 2019*).

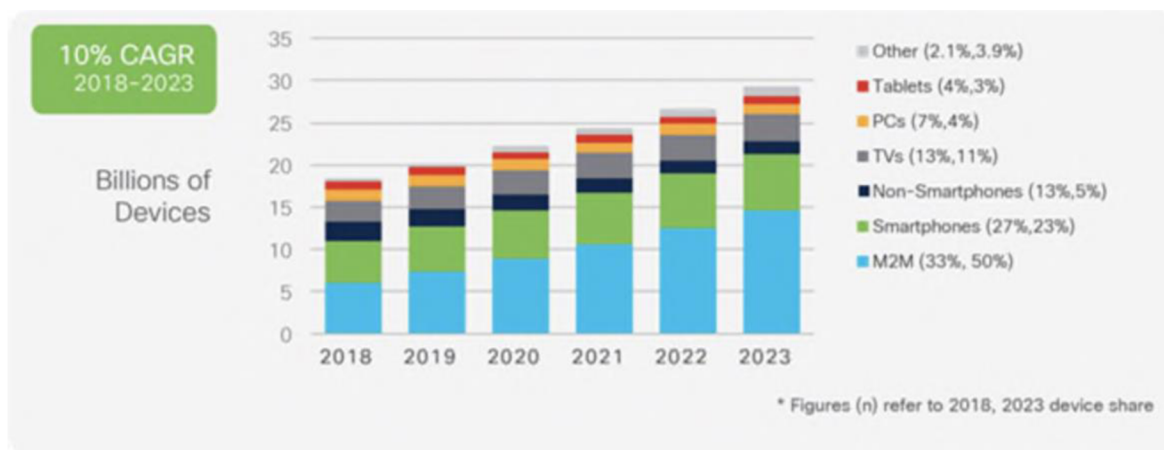
V roce 1999 přišel vizionář Kevin Ashton jako první s pojmem IoT, který použil v jedné ze svých prezentací v rámci působení na pozici výkonného ředitele ve firmě Procter & Gamble Company. Skutečnost, že byl pravděpodobně prvním, kdo tento pojem vyslovil, mu však dle jeho slov nedává žádné právo kontrolovat, jak a kým je tento pojem využíván. Podstatné je, aby byl vykládán a pochopen správným způsobem (*Ashton, 2009*).

Vznik technologie IoT v podobě, kterou můžeme pozorovat v dnešním světě, se odhaduje mezi roky 2008-2009. V tomto období došlo ke vzniku protokolu IPv6, který pomohl vyřešit problém s nedostatkem IP adres a přispěl tak k možnosti dalšího růstu počtu připojených zařízení a rozvoji technologie IoT. Zároveň bylo dosaženo významného milníku – celkový počet připojených zařízení k internetu překročil celkový počet lidí na světě (*Khvoynitskaya, 2019*). Tato skutečnost je ilustrována na obrázku č. 1 a č. 2 níže od společnosti Cisco Systems, Inc. (dále jen Cisco), které vizualizují postupný vývoj.



Zdroj: (Evans, 2011, s. 3)

Obr. 1 Počet připojených zařízení k internetu ve vztahu k celosvětové populaci



Zdroj: (Cisco Systems, Inc., 2020)
Obr. 2 Vývoj počtu zařízení připojených k internetu

Na obrázku č. 2, který zobrazuje graf zpracovaný společností Cisco, můžeme vidět, že bylo v roce 2020 připojeno k internetu více než 20 miliard zařízení. Do roku 2023 se potom předpovídá zhruba 30 miliard připojených zařízení.

1.3 Technologie používané v IoT

Z hlediska technologií můžeme pozorovat v oblasti IoT poměrně velký počet různých typů řešení přenosu dat mezi zařízeními. Jednotlivá řešení mají své výhody a nevýhody, a proto není možné jednoznačně určit jednu univerzální technologii, kterou by bylo možné použít ve všech případech. Výběr vhodné technologie závisí na požadavcích cílové aplikace, objemu a charakteru odesílaných a přijímaných dat, bezpečnosti, energetické náročnosti a rychlosti přenosu dat. Níže uvedený výčet technologií se zaměřuje na typy řešení, které jsou v současné době nejvíce využívány, nejedná se však o výčet kompletní (*IOT Factory, 2021*).

1.3.1 Mobilní sítě

Jedná se o jedno z nejstarších a pravděpodobně i nejznámějších typů řešení přenosu dat. Mezi hlavní výhody můžeme zařadit relativně dobré pokrytí a velký dosah, který je doplněn u konkrétních technologií o podporu kvality služeb, tzv. Quality of Service (QoS) (*Vermesan a Friess, 2016, s. 309*). Ta umožňuje rozdělení a prioritizaci provozu do kategorií podle nastavených parametrů. Lze tak zajistit garantovanou kvalitu významných přenosů a předejít zpoždění nebo ztrátovosti (Paloalto, © 2021). Naopak mezi nevýhody jistě patří vyšší energetická náročnost a také vyšší náklady na provoz, které jsou způsobeny zpoplatněním přenosu dat mobilními operátory (*Vermesan a Friess, 2016, s. 309*).

Mobilní sítě je možné v současné době rozdělit do tří typů – 3G, 4G a 5G.

Mobilní síť 3G je první širokopásmové připojení dosahující přenosové rychlosti v řádu jednotek MB/s (*CS.GADGET-INFO.COM, 2019*).

Mobilní síť 4G představuje širokopásmovou technologii pro vysokorychlostní přenos, známější pod pojmem Long Term Evolution (LTE). Dosahuje přenosové rychlosti až do 1Gb/s (*CS.GADGET-INFO.COM, 2019*).

Mobilní síť 5G je v současné době nejpokročilejším typem mobilní sítě, která pracuje ve třech různých pásmech spektra, díky čemuž umožňuje rychlejší přenos dat, lepší průchodnost zdmi, nižší latenci, více připojených zařízení a přenosovou rychlost ve vysokopásmovém spektru až do 10 Gb/s (*Looper a Martonik, 2021*).

1.3.2 Wi-Fi

Označení Wi-Fi představuje bezdrátovou technologii založenou na standardech 802.11x instituce IEEE⁵, provozovanou ve dvou bezlicenčních pásmech 2,4 GHz a 5 GHz. Původně vznikla s cílem bezdrátového připojení přenosných zařízení do firemní sítě. Základní jednotkou pro přenos dat je připojený přístupový bod, který vysílá bezdrátový signál, na jehož frekvenci se druhé zařízení naladí a zajistí tak přenos dat. Princip fungování je v zásadě stejný jako u mobilních sítí, nicméně je realizován v menším měřítku. Mezi nevýhody tohoto řešení řadíme poměrně vysokou energetickou náročnost pro samotná zařízení a částečnou nestabilitu připojení z důvodu velkého množství Wi-Fi zařízení, která se vzájemně „ruší“. Z hlediska přenosové rychlosti je potřeba rozlišovat několik typů standardů. Základní standard 802.11 v rámci pásma 2.4 GHz dosahuje maximální rychlosti přenosu 2 Mb/s, standard 802.11a umožňuje přenos maximální rychlostí až 54 Mb/s, dále standard 802.11b umožňuje rychlost 11 Mb/s, standard 802.11g dosahuje rychlosti 54 Mb/s a standard 802.11n, který dosahuje rychlosti přenosu až 600 Mb/s. V pásmu 5 GHz je dostupný standard 802.11ac, jehož přenosová rychlost se pohybuje okolo 3466 Mb/s. V rámci oblasti IoT aktuálně dochází k rozšíření dvou poměrně nových standardů, které se snaží eliminovat základní nedostatky Wi-Fi

⁵ Institute of Electrical and Electronics Engineers, česky „Institut pro elektrotechnické a elektronické inženýrství“. Jedná se o mezinárodní neziskovou profesní organizaci, která se věnuje rozvoji technologií v souvislosti s elektrotechnikou.

technologie – energetickou náročnost a špatný dosah. Jedná se o standard 802.11ab a 802.11ax (*HW server s.r.o., 2003*).

1.3.3 BLE

Bluetooth Low Energy (BLE) je bezdrátová přenosová technologie vycházející z původního konceptu technologie Bluetooth, která je speciálně upravena pro využití v oblasti IoT. To je umožněno díky nižším požadavkům technologie na spotřebu energie při zachování prakticky stejného dosahu maximálně 50 metrů. Oproti Bluetooth však dosahuje BLE nižší maximální přenosové rychlosti v řádu 1 Mbit/s (0,27 Mbps) právě z toho důvodu, že tato přenosová rychlost je pro většinu typů řešení v rámci IoT prostředí dostačující (*Quinnell, 2017*). Využití této technologie můžeme pozorovat převážně v oblasti péče o zdraví, konkrétně například u fitness náramků, které umožňují měření tlaku krve, teploty, hladiny cukru nebo frekvence srdečního tepu. Oblastí využití je však mnohem více. Specifikace a rozlišení jednotlivých aplikací je umožněna díky tzv. profilům, které určují způsob komunikace mezi dvěma zařízeními v závislosti na jejich typu (*IoT portál, 2016a*).

1.3.4 M2M

Řešení Machine to Machine (M2M) se využívá pro propojení a vzájemnou komunikaci mezi zařízeními stejného typu. Jedná se především o zařízení, která předávají data jiné hardwarové komponentě spadající do složitějšího systému. Propojení může být buď bezdrátové, nebo kabelové. Jedná se především o přenos jednoduchých informací o aktuálním stavu zařízení (teplota, výkon, opotřebení), které se následně ukládají do centrálního systému, jenž data třídí a vyhodnocuje. Na základě poskytnutých dat může systém například predikovat budoucí vývoj a včas upozornit na hrozící poškození stroje z důvodu opotřebení a eliminovat tak zastavení výrobní linky (*Taberner, © 2009–2021*).

1.3.5 LoRa

Long Range (LoRa) neboli dlouhý dosah je rádiová technologie patentovaná společností Semtech Corporation, fungující na principu přenosu rádiových vln pomocí rozprostřeného spektra, která umožňuje přenos malého množství informací na velkou vzdálenost. Komunikační síť LoRa umožňuje obousměrnou komunikaci v přenosové rychlosti v rozmezí od 300 bit/s do 50 000 bit/s, a to v rámci

nelicencovaného pásma na frekvenci 868 MHz. Mezi hlavní výhody této technologie patří nízká energetická náročnost pro zařízení a s tím spojené celkově nízké provozní náklady. Díky možnosti oboustranné komunikace se řešení hodí nejen pro sběr dat ze zařízení, ale také pro jejich vzdálené ovládání (*Lom a Přebyl, 2017*).

1.3.6 Sigfox

Technologie Sigfox byla vytvořena stejnojmennou francouzskou společností v roce 2009, která se zaměřuje na výstavbu bezdrátových sítí v pásmu ISM (frekvence 868 MHz v Evropě a 902 MHz v USA) pro nízkoenergetická zařízení využívaná v oblasti IoT. Umožňuje především pravidelný přenos malého množství informací z různých typů měřicích zařízení a senzorů s dosahem až mnoha kilometrů. Komunikace je zajištěna pomocí patentované bezdrátové technologie Ultra Narrow Band (UNB). Sigfox je díky použitým technologiím vysoce odolný vůči rušivým elementům, poskytuje lepší propustnost a umožňuje šíření signálu na velkou vzdálenost. Mezi další výhody můžeme zařadit také nízkou energetickou náročnost, která je například oproti GSM až stokrát nižší a umožňuje tak eliminovat provozní náklady na napájení zařízení. Oproti tomu nevýhodou je omezený objem zpráv, které si zařízení v rámci sítě mohou denně posílat. Konkrétně se jedná o 140 zpráv o velikosti 12 bajtů a 4 zpětné potvrzovací 8-bajtové zprávy za den (*SigFox, © 2016 – 2021*).

V České republice je aktuálně síť Sigfox pokryto 94 % území a využívá se například při měření srážek a průtoků v záplavových tocích, v logistice při sledování teplot přepravovaného a uskladněného zboží nebo při odečtech vody, elektřiny a plynu (*IoT portál, 2017*).

1.3.7 Z-Wave

Z-Wave je bezdrátová komunikační technologie, která je svým principem fungování energeticky nenáročná a díky působení ve frekvenčním pásmu 900 MHz neruшена ostatními bezdrátovými technologiemi, nacházejícími se v pásmu 2,4 GHz. Zařízení v rámci technologie Z-Wave tvoří tzv. mesh topologii, kdy každé z nich zároveň působí v roli zesilovače signálu. Komunikace mezi prvky je zabezpečena pomocí AES 128bit šifrování. Nejčastěji se s touto technologií můžeme setkat v rámci chytré domácnosti nebo kanceláře (ovladače vzduchotechniky, osvětlení, klimatizace, termostaty nebo dveřní zámky) (*Z-Wave Alliance, © 2021*).

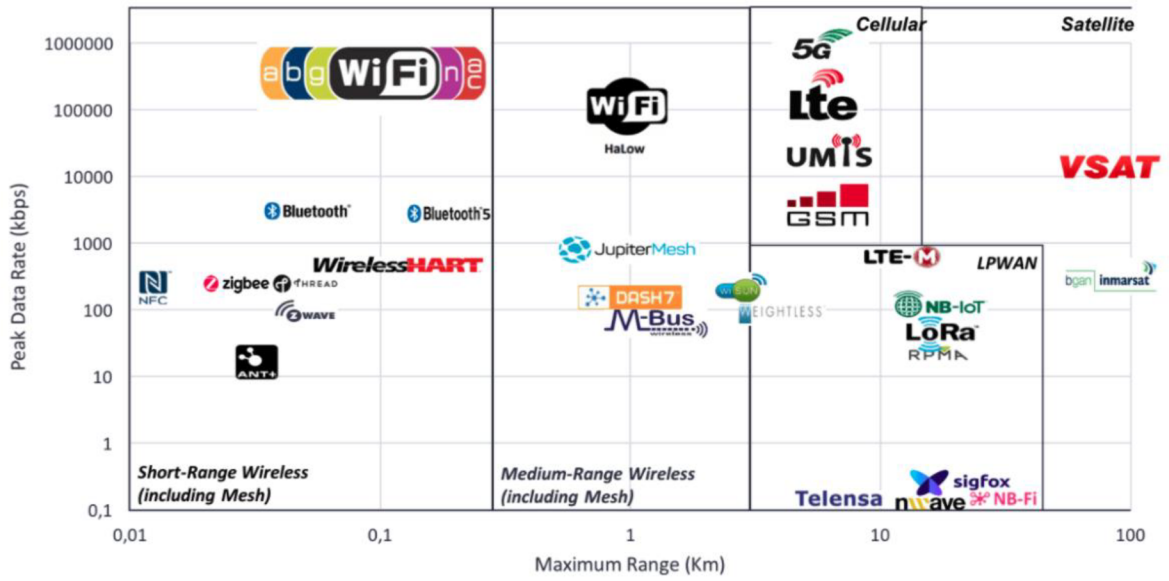
1.3.8 ZigBee

Rádiová bezdrátová technologie ZigBee je založena na standardu IEEE 802.15.4 a vznikla jako alternativa k technologiím Wi-Fi nebo Bluetooth se zaměřením především na nízkoenergetická zařízení s nízkými datovými přenosy. U technologie ZigBee dochází k šíření signálu v rámci pásma ISM (industrial, scientific, medical), konkrétně na frekvenci 2,4 GHz. Hlavní využití pozorujeme v oblasti průmyslové automatizace při sledování stroji generovaných dat nebo také například v oblasti zdravotní péče, automatizace domácnosti a obecně ve všech oblastech, které vyžadují monitoring nebo pravidelné měření. Komunikace dosahuje maximální přenosové rychlosti 250 kb/s, což potvrzuje fakt, že technologie není vhodná pro přenos většího objemu dat (*IoT Portál, 2016b*). Stejně jako technologie Z-Wave je ZigBee zabezpečena pomocí šifrovacího algoritmu AES s klíčem o délce 128 bitů (*Frenzel, 2012*).

1.3.9 RFID

Radio Frequency Identification (RFID) neboli radiofrekvenční identifikace funguje na bázi přenosu informací mezi čtečkou a zařízením pomocí rádiových vln. Tato bezkontaktní výměna dat probíhá mezi transponderem RFID a RFID zapisovačkou/čtečkou, kdy RFID zapisovačka/čtečka dat vytváří magnetické nebo elektromagnetické pole za účelem přenosu dat, což zásobuje RFID transponder energií. Po celou dobu, kdy se RFID transponder nachází v elektromagnetickém poli RFID zapisovačky/čtečky, může probíhat výměna dat. S touto technologií se můžeme setkat především v oblasti logistiky, konkrétně například v rámci přepravy a správy zboží, kdy řešení usnadňuje plánování zásob a umožňuje lepší optimalizaci a řízení dodavatelského řetězce. Díky technologii RFID můžou společnosti sledovat pohyb přepravovaného nákladu prakticky po celém světě (*smart-TEC, © 2021*).

Obrázek č. 3 zobrazuje porovnání dosahu bezdrátových technologií (v kilometrech) a maximální přenosové datové rychlosti (v kilobitech za sekundu). Zde můžeme pozorovat rozdělení technologií z hlediska jejich využitelnosti na krátké, středně dlouhé a dlouhé vzdálenosti. Zároveň lze vyčíst vhodnost použití daných technologií z hlediska požadované přenosové datové rychlosti.



Zdroj: (IoT Analytics GmbH., © 2021)

Obr. 3 Porovnání dosahu bezdrátových technologií a maximální přenosové datové rychlosti

2 Oblasti využití IoT

Tato kapitola je zaměřena na jednotlivé oblasti využití internetu věcí, se kterými se můžeme v dnešním světě setkat. Jelikož se jedná o neustále se vyvíjející oblast a nové příklady využití přibývají prakticky každým dnem, proto tato kapitola ukazuje pouze několik ilustrativních příkladů, nikoliv kompletní výčet.

V principu můžeme oblast využití IoT rozdělit do dvou hlavních skupin zařízení. Jedná se o tzv. průmyslový IoT a spotřebitelský IoT. Základní princip a podstata fungování obou skupin zařízení je totožná – jedná se o chytrá zařízení s vysokou dostupností informací, připojená a komunikující v rámci rozmanitých technologických komunikačních sítí. Naopak rozdílnost můžeme pozorovat v cílovém použití, od kterého se odvíjí parametry zařízení, kapacita přenosu dat nebo jejich zabezpečení (*PT. Computrade Technology International, 2016*).

2.1 Průmyslový IIoT

Industrial Internet of Things (IIoT) přenáší podstatu fungování internetu věcí do oblasti průmyslu s jednoduchým cílem optimalizace výroby, jejího monitorování, sledování řídicích systémů a dodavatelského řetězce nebo optimalizace výrobních nákladů společnosti a mnoho dalších. Toto umožňují technologie využívané chytrými stroji, které vzájemně komunikují a odesílají data do centrálního systému, kde probíhá jejich analýza a následné vyhodnocování. Oproti spotřebitelskému IoT jsou v rámci IIoT použita výkonnější a sofistikovanější zařízení, která umožňují zpracování většího množství dat a zároveň dokážou fungovat v náročnějším výrobním prostředí. Tato chytrá zařízení představují pro společnost kritickou infrastrukturu, jelikož poskytují důležitá data o stavu výrobních zařízení a eliminují tak možnost výpadků a pozastavení výroby či ještě kritičtější případy ohrožení zdraví nebo života zaměstnanců, tudíž musí být vždy plně dostupná. Nejen z tohoto důvodu jsou pořizovací náklady technologických řešení v rámci průmyslového IoT vyšší než v rámci spotřebitelského IoT. Investice v této oblasti však mohou společnosti pomoci k dalšímu růstu a zlepšení její výkonnosti, což ve svém důsledku může vést k získání značné konkurenční výhody na trhu (*IoT portál, 2018*).

Následující příklady ukazují konkrétní možnosti využití průmyslového IoT.

2.1.1 Digitální továrna

Digitální továrna představuje řešení umožňující provozním manažerům a vedoucím výroby vzdálené řízení výrobních jednotek, a to díky digitalizaci a online přístupu k informacím o činnosti výrobních jednotek podniku. Procesy jsou v rámci digitální továrny plně automatizovány a optimalizovány, což mohou manažeři využít pro spolehlivé vzdálené řízení chodu výrobního podniku, i když se zrovna nenacházejí přímo ve výrobě. Mohou odesílat požadavky týkající se typu a množství vyráběného zboží, mohou kontrolovat chod výrobní linky a pozorovat stav výrobního zařízení. Zároveň je možné technologii využít pro komunikaci s partnery a terénními pracovníky, kteří mohou mít přístup k předem definovaným provozním informacím, což usnadňuje jejich fungování (*New Gen Apps, 2017*).

2.1.2 Správa zařízení

Při správném použití různých typů senzorů monitorujících výrobní zařízení je možné včas upozornit na hrozící výpadek na základě získaných dat o nevhodných výrobních podmínkách, ve kterých zařízení pracuje. Může se jednat například o nákladné a pro společnost kritické obráběcí stroje, které dokážou správně fungovat pouze v rámci určitého teplotního a vibračního rozsahu. V opačném případě stroje nefungují efektivně a jsou znehodnocovány. Z toho důvodu umístěné senzory permanentně monitorují stroje a v případě výskytu anomálií odesílají upozornění. Obecně vedou optimální výrobní podmínky strojů také k úsporám v oblasti spotřeby energie, ke snížení výrobních nákladů, eliminaci prostojů strojů a zvyšování provozní efektivity (*New Gen Apps, 2017*).

2.1.3 Monitorování výrobního toku

Chytré IoT řešení ve výrobě dokáže monitorovat výrobní linku od počátečního vstupu surovin do výrobního procesu až po finalizaci a balení hotového produktu. Monitoring téměř v reálném čase firmě umožňuje identifikovat případná neefektivní místa výroby a eliminovat tím provozní náklady spojené s výrobou produktů. Zároveň díky možnosti podrobné analýzy a měření zpoždění ve výrobě může IoT řešení eliminovat plýtvání a zbytečné znehodnocování nedokončeného výrobního materiálu (*New Gen Apps, 2017*).

2.1.4 Lokalizace osob a věcí

Primárním důvodem nasazení tohoto IoT řešení je určení polohy a monitoring osob či věcí s cílem optimalizace výrobních procesů a dosažení efektivního fungování podniku. Výsledkem je zrychlení a zjednodušení lokalizace vyrobených produktů nebo také zefektivnění pohybu osob po pracovišti. Lokalizaci je možné realizovat několika způsoby – pomocí GPS, Wi-Fi, BLE nebo LoRaWAN. Jako příklad může sloužit aktuální situace v oblasti výroby vozů, kdy je z důvodu nedostatku výrobního materiálu „odstaveno“ na rozsáhlých parkovacích plochách velké množství nedokončených vozů. Při kompletním zaplnění může nastat problém s identifikací a rychlou lokalizací konkrétního vozu, který je potřeba odvézt zpět do výroby k dokončení nebo vyexpedovat směrem k zákazníkovi. Tento problém je možné vyřešit pomocí lokalizačních senzorů umístěných na jednotlivých vozech. Ty odesílají průběžné informace o poloze vozidla do centrálního systému. Při vyzvednutí vozu tak dokáže systém pracovníka přesně navigovat ke konkrétnímu hledanému vozu a eliminuje tak časovou náročnost této operace (*IoT Port, © 2021a*).

2.1.5 Řízení zásob a optimalizace dodavatelského řetězce

Dalším příkladem využití chytrých technologií může být ucelený monitoring napříč dodavatelským řetězcem. Pomocí komplexních systémů jsou dodávky subdodavateli sledovány na úrovni jednotlivých položek, kdy systém výrobce včas informuje a upozorňuje na jakékoli odchylky od plánovaných dodávek. To poskytuje manažerům detailní náhled napříč dodavatelskými kanály a realistické odhady dostupného výrobního materiálu, nedokončené výroby a odhadovaný čas dodávek nových materiálů. Tato data pomohou výrobcům předvídat problémy, snižovat zásoby a potenciálně snižovat kapitálové požadavky. V konečném důsledku dochází k optimalizaci zásobování a snižují se sdílené náklady na jednotlivé dodávky (*New Gen Apps, 2017*).

2.1.6 Bezpečnost a pracovní podmínky závodu

Průběžná analýza získaných podnikových dat může zlepšit celkovou bezpečnost a pracovní podmínky v závodě. Monitorováním klíčových ukazatelů, jako je teplota, vlhkost, osvit, úroveň hluku, prach nebo míra CO₂, je možné pozitivně ovlivnit zdraví a efektivitu pracovníků. Zároveň monitoring těchto ukazatelů umožňuje ochranu

samotných budov proti degradaci způsobené například nadměrnou vlhkostí. Do oblasti bezpečnosti můžeme zařadit také senzory a čidla, která zajišťují včasné varování v případě požáru nebo zakouření prostoru (*New Gen Apps, 2017*).

2.1.7 Kontrola kvality

IoT senzory shromažďují souhrnná produktová data z různých fází výrobního cyklu produktu. Tyto údaje se týkají především složení použitých surovin, teploty při jejich zpracování, aplikovaného pracovního postupu, pracovního prostředí, vlivu dopravy a dalších faktorů na konečné produkty. Může se také jednat o monitorování podmínek skladování a přepravy zboží, které musí být v souladu s legislativními podmínkami a normami (typicky se může jednat o oblast potravinářství nebo farmacie). V některých případech může být část chytrého zařízení implementována také do finálního výrobku, čímž umožňuje výrobcí poskytovat data o spokojenosti zákazníků při používání produktu. Výstupy lze později analyzovat, identifikovat tak příčiny nespokojenosti zákazníků a napravit je (*New Gen Apps, 2017*).

2.1.8 Odečty vody, plynu

Chytré řešení pro oblast odečtů vody a plynu se využívá především ve špatně dostupných místech, jako jsou sklepy, šachty nebo v některých případech zatopená podzemí. Senzory zařízení umožňují průběžný vzdálený monitoring spotřeby, automatickou detekci zpětného nebo nulového průtoku, nastavení limitu maximálního průtoku a případnou detekci jeho překročení nebo možnost připojení do centrálních integračních platforem města, pro průběžnou informovanost o aktuálním stavu. Odběrateli zároveň řešení umožňuje zobrazení všech podrobných informací o spotřebě v rámci jednoduchého webového rozhraní. Řešení je pro dodavatele vody a energií atraktivní především svou jednoduchostí, redukcí nákladů na manuální odečet a s tím spojenou administrativu, zejména pak z důvodu eliminace hrozby zranění pracovníka provádějícího odečet. Obvyklá životnost chytrého měřicího zařízení je 15 let (*IoT Port, © 2021b*).

2.1.9 Zdravotnictví

Zdravotnictví představuje další oblast, v níž je IoT hojně využíváno. Umožňuje shromažďování, sledování a další analýzu důležitých dat v reálném čase. Jedná se především o řešení zaměřená na bezpečnost samotných pacientů – dohled nad

pacienty a vzdálené monitorování jejich stavu pomocí senzorů s různým typem zaměření, lokalizace pacientů, detekce pádu nebo spuštění poplachu pomocí jednoduchého SOS tlačítka. Některé typy senzorů zároveň umožňují detekci kouře, požáru nebo úniku plynu (*IoT Port, © 2021c*). Mimo oblast péče o pacienty se řešení zaměřují především na úsporu nákladů spojených se skladováním zdravotnických prostředků. Té je docíleno monitorováním aktuálního stavu zásob a skladových podmínek, jako je teplota, vlhkost nebo trvanlivost a expirace jednotlivých položek, na které může systém automaticky upozornit, stejně jako na případné překročení kritických hodnot při skladování. Monitoring zásob a jejich správné skladování umožňuje nemocnici efektivně hospodařit, eliminovat plýtvání a smysluplně plánovat budoucí nákupy.

2.1.10 Chytrá města

Při využití nejrůznějších typů senzorů, měřičů a čidel dokážou tzv. „chytrá“ města získávat a analyzovat důležitá data, jejichž znalost následně napomáhá ke zlepšování a rozvoji v oblasti veřejných služeb, městské infrastruktury nebo v neposlední řadě ke zlepšení podmínek pro život obyvatelů z hlediska zdravého životního prostředí. Pro konkrétní představu je možné uvést několik fenoménů, v současné době velmi populárních, které se vzájemně prolínají, ovlivňují a celkově poskytují jedno komplexní řešení chytrého města.

Chytré parkování

Pod označením „chytré parkování“ si lze představit monitorování parkovacích míst v reálném čase za využití senzorů detekujících vozidla. Informace o aktuálním stavu na daném parkovacím místě jsou pravidelně odesílány do centrálního systému, do kterého přistupuje uživatel, jenž je systémem naváděn na aktuálně volné parkovací místo. Tato funkcionality je dnes již hojně využívána například v obchodních centrech, kde funguje na stejném principu – nad volnými místy svítí zelené světlo, které signalizuje prostor k parkování. Obecně systém pomáhá redukovat dopravní zácpy, což vede v konečném důsledku také ke snížení množství emisí ve městě, nicméně bezprostřední přidanou hodnotu představuje skutečnost, že systém šetří čas řidičům, který tráví v autě při hledání parkovacího místa (*Patel, 2019*).

Monitorování dopravní situace

Sledování aktuální dopravní situace ve městě napomáhá k její optimalizaci a řízení. Na základě aktuálních dat je možné eliminovat dopravní zácpy při včasném informování řidičů pomocí informačních panelů a zajistit tak plynulost dopravy. Městu k tomu napomáhají centrální systémy napojené na informační panely a senzory odhadující aktuální počet vozidel ve městě nebo na daném silničním úseku. Tyto senzory a chytré panely mohou zároveň poskytovat informace o stavu vozovky nebo varovat řidiče před dopravními nehodami (*Verma, 2018*).

Městská hromadná doprava

IoT řešení nasazené v rámci prostředků MHD může mít hned několik důvodů implementace. V první řadě cestujícím umožňuje sledovat aktuální polohu dopravního prostředku, kterým plánuje cestovat, což zvyšuje komfort cestujících, kteří si mohou svou cestu efektivněji naplánovat a zamezit např. zbytečným prostoje způsobeným nepříznivou dopravní situací. Ve druhé řadě mohou být senzory nasazeny jako kontrola technického stavu vozidla, kdy systémy umožňují na základě stanovených parametrů predikovat nutnost opravy. Eliminují tak hrozbu nečekané nehody, což ve svém důsledku znamená především zvýšení bezpečnosti pro pasažéry.

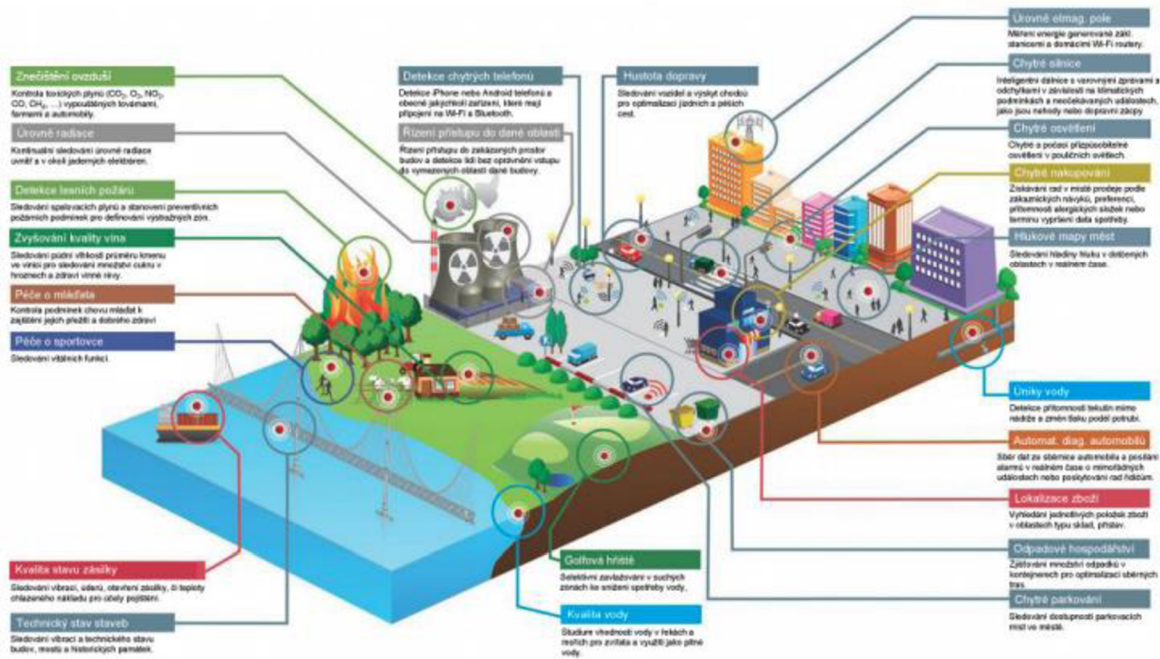
Stav ovzduší a míra hluku ve městě

Důležitým faktorem pro kvalitu života obyvatel ve městě je také přiměřená míra hluku a znečištění v obývané oblasti. K tomu opět mohou napomáhat senzory monitorující znečištění ovzduší, zejména míru oxidu uhličitého a emisí z automobilů, nebo zvukové senzory, které měří aktuální stav a případně informují o překročení stanovených hlukových norem v obydlených zónách.

Monitorování stavu popelnic

Další příkladem je řešení založené na použití „chytrých“ popelnic, které jsou osazeny ultrazvukovými senzory monitorujícími aktuální úroveň naplnění popelnic. Díky získaným informacím o aktuálním stavu odpadních košů ve městě je možné efektivně plánovat trasy a frekvenci svozu popelářských vozů, které odpadky odváží. Město tím tak šetří náklady na samotný odvoz odpadu a zároveň předchází znečištění okolí z důvodu přeplněných odpadkových košů (*Guardforce Limited, © 2021*).

Obrázek č. 4 zobrazuje prakticky veškeré možnosti, které oblast IoT městům nabízí pro jejich lepší stav a fungování.



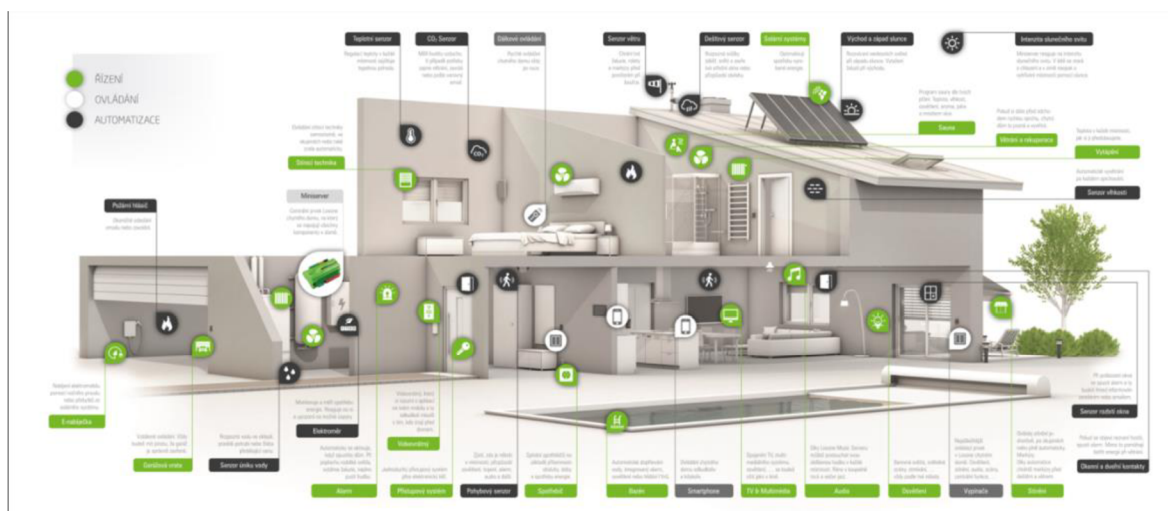
Zdroj: (Silvestre a Salazar, 2019, s. 17)
Obr. 4 Příklady využití IoT pro chytrá města

2.2 Spotřebitelský IoT

Spotřebitelský IoT funguje v principu stejně jako průmyslový IoT. Zařízení, která se v rámci spotřebitelského IoT používají, mají stejné základní vlastnosti – dobrá dostupnost a možnost připojení do rozsáhlých podnikových komunikačních sítí a integrace chytrých technologií. Hlavním cílem a smyslem IoT v rámci spotřebitelské sféry je zjednodušení běžných úkolů, jejich automatizace, zlepšení životního komfortu a vytvoření nových způsobů fungování a ovládání zařízení v rámci každodenního běžného života. Oproti zařízením využívaným v rámci průmyslového IoT jsou zařízení pro spotřebitelský IoT méně robustní, méně sofistikovaná a výkonnostně na nižší úrovni. Důvodem je použití v méně náročném prostředí a fakt, že na jejich fungování není závislý chod výrobního procesu velké společnosti, tudíž případný výpadek nezpůsobí žádné větší škody. Jedná se například o chytrá zařízení, která upravují pokojovou teplotu na základě aktuálního počasí, nebo o běžné domácí spotřebiče, které je možné ovládat i vzdáleně pomocí chytrého zařízení (PT. Computrade Technology International, 2016).

Chytrá domácnost

Chytrá domácnost je dnes již běžně používaným pojmem, který označuje takovou domácnost, jejíž běžné spotřebiče, topení, klimatizaci, osvětlení nebo zabezpečení lze ovládat vzdáleně pomocí chytrého telefonu nebo jiného zařízení připojeného k internetu. Cílem je především snadnější kontrola stavu domácnosti, úspory v oblasti spotřeby energií a zvýšení komfortu bydlení. Toho lze dosáhnout pomocí chytrého zařízení napojeného například na domovní termostat, čímž je umožněno vzdáleně nastavit optimální teplotu v domě. Obdobně je možné ovládat i další prvky domu, například vzdáleně zatáhnout žaluzie, spustit zalévání trávníku nebo aktivovat robotický vysavač, který v domě sám vysaje. V neposlední řadě se může jednat o systémy zvyšující zabezpečení domácnosti pomocí detekce neoprávněné manipulace s dveřmi a okny. Tento systém spustí v případě vloupání centrální domovní alarm a zároveň okamžitě upozorní bezpečnostní službu, která objekt monitoruje (Puzhevich, 2019). Využití IoT v oblasti chytré domácnosti je poměrně široké, což zobrazuje obrázek č. 5 chytrého domu níže. Obrázek je však pouze ilustrativní a záleží na preferencích každého uživatele, jaké řešení do své domácnosti aplikuje.



Zdroj: (Minářová, © 2021)
Obr. 5 Využití IoT v domácnosti

3 Sledování a analýza generovaných strojových dat

Tato kapitola se zaměřuje na důležitost zpracování a analýzy velkého množství stroji generovaných dat, která mohou sloužit ke zlepšení nebo zefektivnění fungování provozu firem. Nejtěžším úkolem pro společnosti však je nalezení správného způsobu, jak data efektivně zpracovávat a vytěžit z nich podstatné informace a znalosti o fungování podniku. Většina velkých firem již nyní chápe fakt, že pokud se jim podaří zachytit a analyzovat maximum dat proudících v rámci jejich podniku, mohou tím získat značnou výhodu (*SAS Institute Inc., © 2021*). Ne nadarmo jsou data označována za novodobé zlato nebo ropu. Na rozdíl od zlata nebo ropy však nejsou data pouze na jedno použití a jejich hodnota může s neustálým přidáváním dalších informací a jejich efektivní správou nadále růst. Podobně jako surovou ropu nelze použít na pohon automobilů, surová data sama o sobě také nejsou použitelná. Při správném zpracování a zanesení do kontextu však mohou přinést chybějící vhled a zásadní výhodu oproti konkurenci. Aby společnost maximalizovala hodnotu tohoto „obnovitelného“ zdroje, je potřeba zajistit způsob, jak data správně zachytit a pracovat s nimi od prvotního vytvoření až po finální archivaci (*Wired, © 2018*).

Strojová data je možné využít v oblasti výroby hned k několika účelům (*Vrba, 2019*):

Sledování taktu strojů – senzory odesílají informaci o počáteční a konečné operaci stroje, systém data porovnává a vypočítává aktuální takt stroje.

Efektivní řízení a monitorování spotřeby energií – integrovaná chytrá měřidla energií propojená se stroji, umožňující monitorování aktuální spotřeby stroje a řízení objemu přísunu energie v rámci pravidelných předem stanovených intervalů.

Propojení výrobních zařízení a nadřazených provozních systémů – systém poskytující ucelená data v rámci centralizovaného přehledného prostředí a v unifikovaném formátu.

Prediktivní údržba – za využití IoT senzorů, které sledují a odesílají informace o aktuální teplotě, tlaku nebo vibracích, je možné v kombinaci s informacemi z nadřazených systémů o typu realizovaných výrobních zakázek odhadnout aktuální opotřebení, kondici stroje a predikovat budoucí stav s ohledem na plánovanou výrobu, případně včas naplánovat údržbu stroje tak, aby nedošlo k jeho zastavení nebo poškození při ostrém provozu.

Z průzkumu společnosti CompTIA (Computing Technology Industry Association) realizovaného v roce 2019 vyplývá, že nejčastějším důvodem nasazení IoT řešení je sběr provozních dat a monitorování objektů v reálném čase. To potvrzuje důležitost oblasti zpracování a analýzy dat pro firmy (CompTIA, 2019). Podrobnější informace ukazuje obrázek č. 6 níže.



Zdroj: (Podestát, 2020, s. 12)

Obr. 6 Nejčastější zaměření implementovaných IoT projektů v korporátním prostředí

Nejčastěji společnosti zpracovávají dva typy dat. Prvním typem jsou generovaná data z provozní činnosti podniku, jejichž obsah a množství je velmi široké. Tato data pocházejí ze zabudovaných senzorů, alarmů nebo přímo z výrobních strojů. Druhým typem jsou data vyčítaná přímo z interních informačních systémů. Může se jednat například o ERP⁶ systémy, jež jsou oporou pro řízení dodavatelského řetězce. Aby bylo dosaženo maximálního efektu využitelnosti dat, je potřeba tyto dva typy vhodně kombinovat pro získání ucelených informací. Firmám k tomu obvykle napomáhá nasazení umělé inteligence, kterou můžeme definovat jako

⁶ Enterprise Resource Planning, česky plánování podnikových zdrojů.

vysoce výkonný softwarový nástroj umožňující zpracování velkého množství dat a poskytující ucelený požadovaný výstup. Cílem nasazení umělé inteligence je zvýšení produktivity a snížení provozních nákladů (Kubr, 2020).

3.1 Datové zdroje v oblasti výroby

Chytré senzory

Chytrý neboli „smart“ senzor lze definovat jako kombinaci senzoru, mikroprocesoru a komunikační technologie sloužící k převodu vstupních veličin (například vlhkost, hmotnost, detekce kapalin, teplota) do čitelných dat a následnému převodu do centralizovaného úložiště. Oproti základním sensorům, které mají ve většině případů výrobcem předurčenou jednu konkrétní operaci, kterou budou provádět, jsou smart senzory vhodnější při realizaci komplexnějších projektů (Meerman, 2019).

Princip fungování celého ekosystému je poměrně složitý. Celá operace začíná v rámci fyzického prostředí, ze kterého jsou pomocí smart senzorů vyčítána syrová data, která jsou převedena do digitální podoby a připravena k následnému odeslání. Pomocí přenosových standardů zmíněných v kapitole 1.3 jsou následně data přenesena do řídicích jednotek, ve kterých se data sdružují. Řídicí jednotky následně získaná data odesílají do centralizovaného systému, kde dochází k dalšímu zpracování a následné analýze nejčastěji pomocí umělé inteligence (Meerman, 2019).

Arduino a Raspberry Pi

Arduino a Raspberry Pi představují v současné době nejčastěji používané platformy v oblasti vývoje aplikací IoT. Arduino je jednoduchý jednodeskový mikrokontroler a Raspberry Pi je v podstatě zmenšená verze standardního PC s operačním systémem – nabízí obdobné funkce jako počítač, pro jeho použití stačí pouze připojit zobrazovač a ovládací panely. Obě platformy lze jednoduše rozšířit o potřebné dodatečné moduly, které rozšiřují základní funkcionalitu (Raspberry Pi Foundation, 2021a). Může se jednat například o kamerový modul (Raspberry Pi Foundation, 2021b), infrakameru, gyroskop, senzory pro měření různých typů veličin, obrazovku (Raspberry Pi Foundation, 2021c) nebo modul pro sledování pohybu a rozpoznávání gest – sám výrobce nabízí celou řadu možností, záleží pouze na záměru daného IoT řešení.

3.2 Nástroje na analýzu a vizualizaci dat

Tvůrců softwarových řešení v oblasti datové analýzy je vzhledem k její důležitosti velké množství. Nabízené produkty se liší z hlediska složitosti, poskytované funkcionality, podpory různých komunikačních protokolů, typu zobrazení sledovaných dat nebo možnosti individuálního přizpůsobení implementovaného řešení. Je proto vždy vhodné pečlivě analyzovat a vybírat řešení tak, aby plně odpovídalo očekáváním a potřebám podniku a zároveň respektovalo technické požadavky implementovaného IoT projektu. Vhodné řešení společností přináší lepší přehled o dění uvnitř organizace a umožňuje její efektivnější řízení vzhledem k požadavkům ze strany zákazníků. Příkladem mohou být následující nástroje.

Kibana – open-source softwarový nástroj pro pokročilou analýzu dat, jejich vizualizaci pomocí grafů, tabulek, geografických map nebo jednoduché vyhledávání v indexovaných získaných datech (*Elasticsearch B.V., © 2021*).

ThingSpeak – jedna z nejpoužívanějších internetových služeb umožňující sběr, analýzu, vizualizaci a zpracování IoT dat. Přístup ke sledovaným datům je možný přímo přes web, kde je možné také provádět jejich základní správu (*ThingSpeak, © 2021*).

ThingsBoard – platforma poskytující kromě sběru dat a jejich vizualizace také možnost správy zařízení včetně customizovaných výstražných varování při případném překročení stanovených limitů. Toto open-source řešení nabízí zároveň rozsáhlý výběr různých typů grafů, map, widgetů a měřidel (*Openradix Software Solutions, 2021*).

Grafana – software zaměřený především na vizualizaci a analýzu dat, rozdělený do čtyř základních částí. První částí jsou dashboardy, v rámci kterých jsou umístěny jednotlivé panely obsahující předem definované grafy a vizualizace. Druhou částí je nástroj umožňující rychlé prohledávání sledovaných dat – explore panel. Třetí částí je alerting modul, jenž umožňuje stanovení maximální výše některé z hodnot, kterou sledujeme, a při jejím překročení odesílá varování přes libovolné komunikační kanály. Poslední částí systému je konfigurační modul, který umožňuje komplexní nastavení zdrojů dat a řešení jako takového (*Kováčik, 2017*).

Splunk – jedna z nejznámějších technologických platform zprostředkovávající sběr, vizualizaci a analýzu dat (strukturovaných, nestruturovaných

i semistrukturovaných) z různých typů zdrojů – strojů, databází, mobilních zařízení nebo aplikací (*Splunk Inc., © 2005-2021*). Podniku tak umožňuje sledovat dění v oblasti chování zákazníků, strojů nebo koncových uživatelů v reálném čase a pružněji tak reagovat na aktuální situaci, v ideálním případě predikovat situaci budoucí.

4 Bezpečnost IoT

Vzhledem k aktuálnímu růstovému trendu využití oblasti IoT a množství připojených zařízení je bezpečnost klíčovým faktorem a zároveň jednou z největších hrozeb. Chytrá zařízení jsou v některých případech nepostradatelnou součástí výroby, přičemž citlivost přenášených dat a zejména vysoký vliv zařízení na bezpečnost práce jsou lákadlem pro potenciální útočníky. Z tohoto důvodu je nutné oblasti IoT věnovat neustálou pozornost a zajistit její dostatečnou ochranu.

Dostupné zdroje (*Jose a Vijjalakshmi, 2018, s. 745*) označují za nejproblematičtější a nejohroženější samotnou dostupnost a kontrolu nad řešením, integritu, a především zabezpečení dat. To je možné eliminovat nasazením celistvého řešení, které umožňuje zabezpečení všech využívaných vrstev od samotných počátečních zařízení až po komunikační protokoly a koncové systémy shromažďující získaná data.

To však může být v některých ohledech problematické, jelikož různí výrobci využívají různé typy operačních systémů, komunikačních protokolů a dalších specifik, jejichž rozdílnost v rámci jednoho komplexního řešení může být možným problémem či hrozbou. Důležité je také šifrování přenášených dat za využití ověřené a zabezpečené interní sítě nebo víceúrovňová autentizace samotných uživatelů při přístupu do aplikační vrstvy. Výsledným efektem investice do zabezpečení podniku a implementace doporučených opatření je zabezpečení přenesených dat, zachování soukromí a bezpečnost strojů, které jsou využívány. Získání osobních nebo podnikových dat je v dnešní době pro útočníky velmi zajímavým aktivem. Proto jsou útoky čím dál více sofistikované a podniky musí do oblasti bezpečnosti investovat více prostředků (*Chachak, © 2012–2017*).

Nemusí se však jednat pouze o podnikový útok; útočník může ovládnout například chytrou televizi, počítač nebo mobilní telefon a využít ho jako odposlechové, případně i monitorovací zařízení obývaného objektu. Stejně tak může útočník ovládnout například chytré vozidlo a zaútočit s ním (*Greenberg, 2015*).

Výše uvedené příklady signalizují důležitost tohoto tématu, kterou si uvědomuje i Evropský institut pro telekomunikační standardy. Ten je autorem technické specifikace 103 645, která definuje základní bezpečnostní parametry připojených zařízení v rámci IoT. V rámci technické specifikace institut uvádí třináct klíčových

pravidel napomáhajících zajištění bezpečnosti zařízení používaného IoT řešení (*IoT Networks News, 2019*).

1. Zákaz použití univerzálního výchozího hesla

Použitá hesla v zařízeních IoT musí být dostatečně silná a jedinečná. Zároveň musí být zamezena možnost resetování hesla při uvedení zařízení do továrního nastavení (*IoT Networks News, 2019*).

2. Implementace nástroje spravujícího hlášení o bezpečnostních zranitelnostech

Výrobce zařízení poskytuje v případě výskytu nových zranitelností tuto informaci veřejně. Podnik by měl být schopný nové zranitelnosti pravidelně sledovat, shromažďovat tyto informace na jedno místo a patřičně na ně reagovat (*IoT Networks News, 2019*).

3. Pravidelné aktualizace softwaru zařízení

Zajištění aktuálního softwaru zařízení je z hlediska bezpečnosti jedním z nejdůležitějších opatření. Aktualizace musí být včasné při upozornění ze strany výrobce. Zařízení, jejichž software již není možné aktualizovat, by měly být od ostatních izolovány a v ideálním případě nahrazeny novými (*IoT Networks News, 2019*).

4. Bezpečné uložení uživatelských citlivých dat

Citlivá uživatelská data včetně přihlašovacích údajů musí být uložena na zabezpečené úložiště, například na důvěryhodné spouštěcí prostředí nebo čipové karty (*IoT Networks News, 2019*).

5. Zajištění zabezpečené komunikace

Přenášená citlivá data musí být během komunikace šifrována tak, aby byla eliminována možnost prolomení šifrování ze strany útočníka. Zároveň je potřeba dostatečně zabezpečit samotné šifrovací klíče (*IoT Networks News, 2019*).

6. Eliminace možnosti kybernetického útoku

Podniky by se měly řídit obecnými bezpečnostními doporučeními, díky kterým jsou schopny eliminovat možnost kybernetického útoku. Doporučení se týkají především zabezpečení a izolace nepoužitého softwaru a hardwaru. Dostupnost softwarových služeb by měla být v případě jejich nevyužití omezena. Stejně tak nepoužitý

hardware by neměl být zbytečně vystavován možnému útoku a měl by být izolován z produkce (*IoT Networks News, 2019*).

7. Zajištění integrity softwaru

Software využívaný zařízeními IoT by měl být zabezpečen a ověřován za využití bezpečných bootovacích mechanismů, které neumožňují neautorizovanou konfiguraci nebo změnu softwaru bez oznámení správci systému a vyžadují kořenovou důvěryhodnost hardwaru (*IoT Networks News, 2019*).

8. Ochrana osobních údajů

Poskytnutí informace o tom, jakým způsobem jsou použity osobní údaje uživatelů, kým jsou využívány a pro jaké účely, je povinností výrobce zařízení nebo poskytovatele služby. Se zpracováním osobních údajů musí každý uživatel souhlasit, přičemž souhlas musí být získán uznávaným platným způsobem – uživatel sám označí souhlas se zpracováním osobních údajů pro specifické účely. Zároveň musí být uživateli umožněno v případě zájmu tento souhlas kdykoliv zrušit. Výrobce zařízení nebo poskytovatel služby je povinen zajistit zpracování osobních údajů v souladu s platnými právními předpisy týkajícími se bezpečnosti, regulace a ochrany osobních údajů (GDPR) (*IoT Networks News, 2019*).

9. Zajištění vysoké dostupnosti systému

V případě klíčových aplikací nebo zařízení je nutné zajistit vysokou dostupnost a spolehlivost. To znamená zejména eliminovat možnost výpadku datových sítí nebo napájení například pomocí nasazení redundantního řešení. Zařízení jsou v tomto případě zálohována, jelikož fungují v páru, a provoz řešení IoT tak v případě výpadku jednoho ze zařízení z páru funguje bez jakéhokoliv omezení dál. Z hlediska eliminace možnosti výpadku napájení jsou kritická zařízení osazena dvěma zdroji. Pro oblast bezpečnosti IoT je důležité se vyhnout především výpadkům internetu a napájení, což je důležitým aspektem při návrhu samotného řešení (*IoT Networks News, 2019*).

10. Ověření telemetrických dat

Telemetrická data mohou být využita z hlediska pozorování bezpečnostních anomálií zjištěných při různých měřeních v rámci podnikových aktivit. Uživatelé v tomto případě musí být informováni o typu zpracovávaných telemetrických dat

a účelu zpracování, přičemž by data měla být plně anonymizována. Pozorování telemetrie může být přínosné v rámci identifikace neobvyklých bezpečnostních událostí, jejich řešení a minimalizace bezpečnostních rizik (*IoT Networks News, 2019*).

11. Snadná správa osobních údajů uživatelů

Využívaná zařízení a systémy musí umožňovat jednoduché odstranění veškerých osobních údajů, o které může uživatel požádat v případě likvidace zařízení nebo jeho převodu na jiného vlastníka. Samotný uživatel by měl obdržet potvrzení, že ke smazání osobních údajů opravdu došlo (*IoT Networks News, 2019*).

12. Nenáročná instalace a správa zařízení

Úkony spojené s instalací a správou používaných zařízení by měly v ideálním případě být co nejjednodušší a měly by se držet osvědčených doporučených postupů zejména v oblasti nastavení bezpečnostních parametrů. Tento návod by měl samotný podnik, popř. výrobce zařízení, uživateli poskytnout, a tím tak předejít případným bezpečnostním rizikům spojeným se špatnou konfigurací zařízení (*IoT Networks News, 2019*).

13. Verifikace vstupních dat

Verifikace vstupních dat představuje opatření zamezující potenciálnímu útoku spojenému s mezerami a zranitelnostmi automatizovaných zařízení. Tyto útoky se nejčastěji vyskytují v případě neověření vstupních dat, která vstupují do zařízení skrze uživatelská rozhraní nebo putují mezi sítěmi a zařízeními. Nevhodně naformátovaná vstupní data mohou systémy narušit a omezit tak jejich provoz (*IoT Networks News, 2019*).

Příklady nejčastějších útoků

Útok na lokální síť – Útočník se pokouší dostat do lokální sítě obsahující chytrá zařízení komunikující v rámci IoT s cílem získání plné kontroly nad jejich ovládním, čímž ohrožuje běžný chod podniku (*Barcena a Wueest, 2015*).

Dential of service (DoS) – Cílený volumetrický útok se záměrem vyřadit zasažená zařízení z provozu. Toho je dosaženo přetížením paměťové kapacity zařízení způsobeným odesíláním velkého počtu objemných požadavků na dané zařízení ze strany útočníků ve stejnou chvíli (*Barcena a Wueest, 2015*).

Malware – Pravděpodobně jeden z nejznámějších typů útoků. Malware je označení zkratky slov malicious software, což v překladu znamená škodlivý software. Cílem škodlivého softwaru je vyřazení napadeného zařízení z provozu. K samotnému útoku může dojít i po delší době od prvotní infekce, kdy se malware do zařízení dostane. V případě nedostatečné ochrany může být škodlivý software skrytý bez povšimnutí a vyčkat tak na nejvhodnější chvíli útoku (*Barcena a Wueest, 2015*).

Man-in-the-middle attack – Při tomto typu útoku útočník odposlouchává komunikaci mezi dvěma zařízeními a následně do samotné komunikace zasahuje a ovlivňuje ji zasíláním falešných zpráv, na základě kterých obě zařízení přesvědčí, že komunikují mezi sebou, přitom komunikaci sám ovládá. Útoku lze zabránit pomocí ověření klíčů obou komunikujících stran v rámci zabezpečeného kanálu (*Barcena a Wueest, 2015*).

Direct Access – Útok na zařízení nemusí být pouze prostřednictvím internetu, ale při nedostatečném fyzickém zabezpečení může být také fyzický. Pokud je útočnickovi umožněn fyzický přístup k zařízení na dostatečně dlouhou dobu, může si například vytvořit přístup do systému skrze tzv. zadní vrátka nebo přímo omezit chod zařízení jeho fyzickou manipulací (*Barcena a Wueest, 2015*).

5 ŠKODA AUTO a.s. a IoT

Společnost ŠKODA AUTO a.s. jakožto největší výrobce automobilů v České republice vnímá důležitost oblasti IoT a umělé inteligence zejména z hlediska budoucího vývoje a nadcházejícího Průmyslu 4.0⁷. Pro testování, vývoj a podrobnější zkoumání v budoucnu implementovaných technologií byla vytvořena specializovaná laboratoř s názvem FabLab (ŠKODA AUTO a.s., 2020). Ta má za cíl usnadnit společnosti plnění Strategie 2025⁸, mezi jejíž hlavní pilíře spadá využití a implementace umělé inteligence. Aktuální hlavní projekty laboratoře se zaměřují zejména na oblast „Predictive Maintenance“, tedy predikce údržby a monitorování výrobních strojů a zařízení. Konkrétně zde probíhá testování hardwarových a softwarových prvků s ohledem na jejich budoucí integraci do výrobního procesu.

Mimo oblast „Predictive Maintenance“ laboratoř testuje také chytrá řešení, která napomáhají chodu podniku. Jako příklad může sloužit nově testovaný systém na analýzu obsazenosti parkoviště. Na sledované místo je namířena sada kamer poskytujících aktuální záběry. Ty jsou následně porovnávány s dříve uloženými obrazy podle předem stanovených vzorů. Systém na základě těchto přenesených informací automaticky vyhodnocuje odchylku mezi aktuálním a předdefinovaným stavem a upozorňuje na to, zda je místo volné, nebo ne. Princip tohoto řešení je možné aplikovat na celou řadu dalších oblastí, například v rámci výrobního procesu a prediktivní údržby strojů. Miroslav Kroupa, vedoucí řízení značky ve ŠKODA AUTO a.s., zdůrazňuje, že *„technologie porovnání obrazu, založená na umělé inteligenci, mimo jiné umožňuje najít na strojích odchylky ještě předtím, než budou znatelné. Díky tomu můžeme potřebné servisní práce flexibilně skloubit s výrobními procesy a vyhnout se tak nákladným přerušením výrobního toku. Projekt monitorování parkovacích kapacit, který je založen na bázi umělé inteligence, nám umožňuje vyhodnocování obrazu dál vyvíjet a připravit k nasazení v každodenním provozu na různých místech ve firmě“* (ŠKODA AUTO a.s., 2020).

Oblastí IoT a umělé inteligence se ve společnosti ŠKODA AUTO a.s. zabývají i další oddělení. Za zmínku určitě stojí také projekt FIOT SMART MAINTENANCE, který

⁷ Průmysl 4.0 představuje inovace a proměny výrobních procesů v oblasti průmyslu formou digitalizace a automatizace, jejichž důsledkem je snížení potřeby zapojení lidských zdrojů a související změny na trhu práce.

⁸ Globální vize společnosti ŠKODA AUTO a.s. v oblasti budoucího rozvoje zaměřeného zejména na informační technologie.

získal ocenění Český IT projekt roku 2019 a přináší nové možnosti pro oblast výroby. Za úspěšným projektem stojí Jiří Jirsák z oddělení IT a Lukáš Kousal z oddělení technického servisu údržby listoven. Implementované řešení se zaměřuje na automatizovaný sběr dat ze samotných řídicích systémů ve výrobě a následně umožňuje jejich vizualizaci pomocí chytrých nástrojů a zařízení. Pracovníkovi údržby je tak umožněno rychle přistupovat k získaným datům, vyhledávat v nich a následně se na jejich základě rychle rozhodovat prakticky odkudkoliv. Řešení zároveň nad rámec základních funkcí, jako je analýza výrobních zařízení nebo předpovídání potenciálních chyb a poruch, umožňuje práci s 3D modely, dashboardy pro management společnosti nebo dokonce práci s rozšířenou realitou (ŠKODA AUTO a.s., 2019). Oblast rozšířené reality bude částečně zkoumána v rámci praktické části této práce.

6 Praktická část – návrh vlastního řešení

Praktická část bakalářské práce se zaměřuje na návrh vlastního řešení spadajícího do oblasti IoT s využitím chytrého zařízení, v tomto případě chytrých brýlí RealWear HMT-1. Toto zařízení bylo zvoleno z důvodu ojedinělosti jeho využití na půdě České republiky. Zároveň se však dle předpokladů dá očekávat, že v budoucnu by mělo být použití chytrých brýlí a rozšířené reality v průmyslovém prostředí standardem, tudíž je toto téma velice aktuální. Využití zařízení může být široké – od základních funkcí, jako je focení a nahrávání videa, přehrávání instruktážního videa, prohlížení dokumentů, až po složitější funkce typu konferenčního hovoru se vzdáleným mentorem, vizuální asistence, vzdálené výuky nebo rozšířené reality.

Americká společnost RealWear byla založena v roce 2016 a je lídrem v oblasti výroby výkonných náhlavních souprav, které pracovníkům pomáhají zvýšit jejich produktivitu, usnadnit samotnou práci a zároveň zlepšit její bezpečnost. Mezi nejvýznamnější zákazníky patří společnosti působící po celém světě v různých průmyslových odvětvích, jako je energetika, výrobní činnost, automotive, zdravotnictví, petrochemie a plynárenství. Patří sem i jakékoliv terénní práce, při nichž potřebuje mít pracovník volné ruce a současně je mu umožněno být ve spojení s okolním světem. Konkrétními zákazníky využívajícími tuto technologii jsou například Shell, Colgate-Palmolive, Mars, Honeywell, BMW a mnoho dalších (*Business Wire, 2021*).

Funkcionalita brýlí bude otestována a zasazena do reálného prostředí výroby ŠKODA AUTO a.s. v rámci návrhu jednotlivých řešení a hypotéz. Následovat bude zpětná vazba jednotlivých uživatelů zařízení z řad zaměstnanců společnosti.

6.1 Chytré brýle RealWear HMT-1

Chytré brýle RealWear HMT-1 umožňují zaměstnancům v první linii (operátoři, servisní technici, montážníci, ...) přistupovat k potřebným informacím skrze hands-free řešení, jehož operační systém je kompletně ovládaný hlasovými pokyny pracovníka a je přizpůsobený pro rozpoznávání řeči v hlasitém prostředí (*AYES, © 2020a*). Jelikož se brýle používají převážně v průmyslových nebo jiných obtížných podmínkách, jsou velmi odolné, vodotěsné, prachotěsné, nárazuvzdorné, teplotně odolné, disponují certifikací stupně krytí IP66 a splňují vojenský standard odolnosti MIL-STD-810G. Zároveň umožňují snadné připnutí na standardní přilbu,

čepici s výztuhou či práci s ochrannými brýlemi. Brýle jsou plně bezdrátové a fungují na bázi vyměnitelné baterie, kterou lze vyměnit za chodu zařízení a vydrží celou osmihodinovou směru pracovníka na jedno nabití. Díky výkonnému chipsetu Qualcomm Snapdragon™ 626 a operačnímu systému Android 10 je umožněno zobrazení uživatelského prostředí obsahujícího předdefinované aplikace na displej brýlí, jenž funguje na principu standardního tabletu o velikosti 7" s rozdílným způsobem ovládání. Pro připojení do internetu za účelem přenosu dat je možné zvolit technologii Wi-Fi (2.4 i 5GHz), v případě práce v terénu hotspot z mobilního telefonu nebo připojení do mobilní sítě pomocí přídavného LTE 4G modemu a SIM karty s datovým tarifem. Cena jednoho kusu chytrých brýlí se pohybuje od dvou tisíc do dvou tisíc pětiset EUR v závislosti na konfiguraci a množství doplňků (AYES, © 2020b).



Zdroj: (AYES, © 2020c)
Obr. 7 Chytré brýle RealWear HMT-1

6.2 Navrhovaná řešení a hypotézy

Následujících šest příkladů využití chytrých brýlí RealWear HMT-1 poukazuje na možnosti usnadnění a zefektivnění stávajících procesů ve společnosti ŠKODA AUTO a.s. Jednotlivé činnosti a procesy jsou nejprve popsány a následně doplněny o návrh jejich zlepšení s využitím chytrých brýlí. Tyto návrhy jsou v rámci praktické části práce testovány konkrétními pracovníky provádějícími popsané stávající činnosti. V samotném závěru jsou těmito pracovníky z reálného prostředí podniku zhodnocena pozitiva a negativa implementace brýlí do pracovního procesu.

6.2.1 Vzdálená podpora – Expert on Demand

Analýza a popis stávajícího procesu

Vzdálená podpora v lisovně ŠKODA AUTO a.s. je aktuálně při nutnosti servisních zásahů řešena pomocí telefonického hovoru, případně videokonferenčního jednání, které však neprobíhá z místa závady. Druhou možností je nutná fyzická přítomnost technika, který musí na místo závady osobně přicestovat. Zařízení umožňující přenos videa přímo z místa problému či jiný obdobný typ řešení vzdálené podpory není aktuálně v lisovnách využíván.

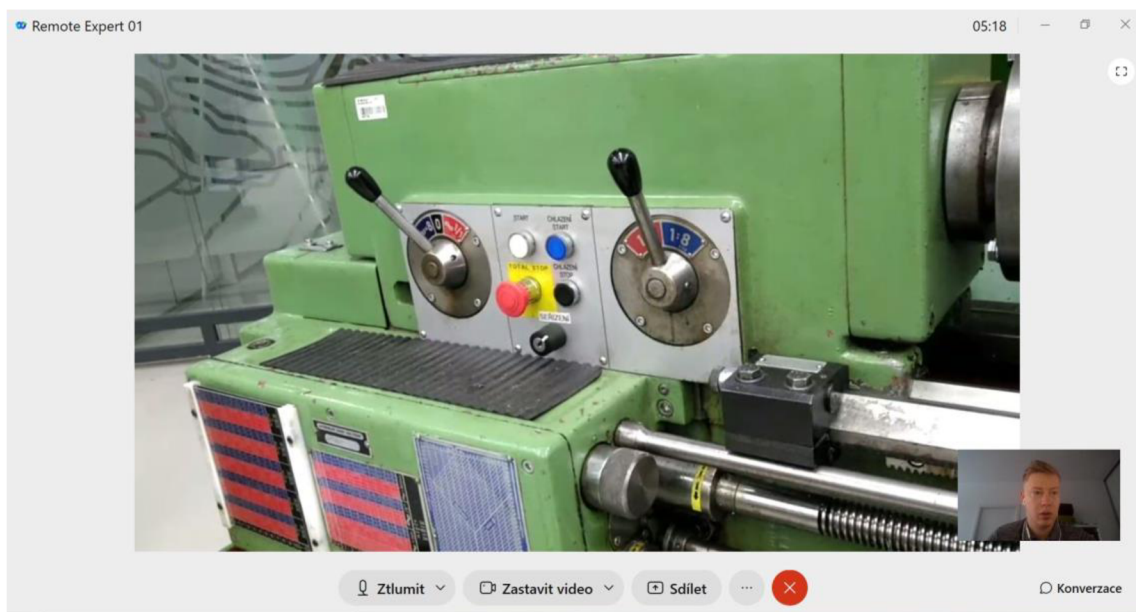
Návrh na zlepšení pomocí chytrých brýlí

Navrhované řešení umožňuje díky chytrým brýlím snadnou komunikaci pro okamžité řešení operativních problémů při údržbě technologií či výrobních zařízení. Pracovník údržby se může v případě potřeby pomocí několika málo hlasových pokynů spojit s klíčovými technickými pracovníky, kteří ho vzdáleně navigují a pomáhají mu s opravou stroje. Jedná se většinou o vysoce certifikované a zkušené techniky, kteří se nacházejí daleko od místa problému. Náklady na jejich cestu za servisním zásahem jsou eliminovány na několik hodin videokonferenčního hovoru, což je výhodné pro všechny zapojené strany, stejně tak jako eliminace nákladů spojených s prostojem ve výrobě, jenž může trvat i několik dní, než se technik na požadované místo dopraví. Takový prostoje může znamenat finanční ztrátu v řádu milionů korun. V době pandemie onemocnění Covid-19, kdy je cestování výrazně omezeno, má nasazení tohoto řešení ještě větší efekt. Vzdálený technik vidí díky integrované kameře aktuální pohled pracovníka a dokáže ho přesně navigovat. Zároveň může do přenášeného obrazu vpisovat poznámky, označovat konkrétní části stroje či poslat podrobnější schéma stroje jednoduchou zprávou. Možnost interaktivní komunikace včetně přenosu dat je poskytnuta oběma komunikujícím stranám formou standardního chatu. Zobrazení poznámek či schémat umožňuje displej, jež je součástí chytrých brýlí. Brýle mohou být nápomocné také v případě instalace nových technologií dodávaných zahraničními dodavateli, kteří se nemohou na místo instalace fyzicky dostavit. Instalace probíhá opět formou videokonferenčního hovoru, obdobně jako u servisního zásahu.

Pro vzdálenou komunikaci je možné využití standardních videokonferenčních platforem, jako je Microsoft Teams, Cisco Webex, Zoom či jiná vlastnoručně

vyvinutá servisní platforma, kterou je možné přizpůsobit konkrétním požadavkům. V rámci praktické části bakalářské práce bylo provedeno testování na platformě Cisco Webex.

Na příkladu poruchy setrvačnicku je možné demonstrovat kalkulaci ekonomické výhodnosti řešení. Při této poruše přichází výrobní podnik za den o zhruba deset tisíc zdvihů jednoho lisovacího stroje, což vytváří ztrátu vyčíslenou na 44 654 EUR, tj. v přepočtu asi 1 161 000 Kč za den. Příjezd servisního technika však zpravidla nebude okamžitý, výpadek stroje se tak může v některých případech prodloužit i na několik dní. Oproti tomu náklady na pořízení jednoho kusu chytrých brýlí včetně příslušenství a implementace nepřesahují částku sto tisíc korun, přičemž může servisní technik vzdáleně pomoci prakticky okamžitě, a předejít tak výše uvedené ztrátě za prostoj. Z tohoto konkrétního případu je patrné, že postačí jediný takový incident, aby se investice do jednoho kusu chytrých brýlí navrátila.



Zdroj: (vlastní; pořízeno snímkem obrazovky během testování)

Obr. 8 Konferenční hovor se vzdáleným expertem přes platformu Cisco Webex



Zdroj: (vlastní; pořízeno chytrými brýlemi během testování)
Obr. 9 Označení problematické části stroje zasahujícím technikem

Zpětná vazba

Odborný koordinátor procesu lisování a automatizace z oddělení lisoven ve společnosti ŠKODA AUTO a.s. hodnotí testované řešení následovně: *Chytré brýle RealWear HMT-1 mohou zaměstnancům lisovny pomoci v případech poruch lisovacích linek nebo jiných strojů a zařízení, kdy je potřeba využít rychlé vzdálené podpory dodavatele nebo jiných specialistů na danou problematiku. Jelikož jsou dnešní stroje a zařízení velice komplexní a technologicky velmi vyspělé, tak pouhý telefonní hovor již dnes nestačí. Proto využití vzdálené podpory pomocí videohovoru je velmi žádoucí a může nám velmi efektivně pomoci v praxi. Pracovník údržby dostává přímé pokyny od speciality dané problematiky a zároveň má stále volné ruce k samotné opravě strojů. Výraznou pomocí je zobrazení dokumentací, obrázků nebo snímků doplněných o poznámky přímo během zásahu opravy. Toto řešení může pomoci urychlit případnou opravu vážné poruchy na strojích a zařízeních, a to nejen v lisovnách ŠKODA AUTO a.s.*

6.2.2 Vzdálená výuka

Analýza a popis stávajícího procesu

Málokdo by před lety předpokládal, že někdy bude výuka žáků a pracovníků probíhat distanční formou. V současné době však byla výuka z důvodu pandemie nemoci Covid-19 nucena na nějakou dobu přejít do online prostředí, což výrazným způsobem ovlivnilo celý její průběh. Teoretickou část vzdělávání bylo díky novodobým technologiím možné realizovat poměrně snadno a většina vyučujících i studentů si na tento způsob výuky rychle zvykla. Problematickou se však stala praktická výuka, jejíž průběh byl značně zkomplikován až znemožněn. Dnes už víme, že klasická online výuka pomocí videohovorů a prezentací nestačí. Studentům je nutné přiblížit i vybavení, které škola nabízí ve svých dílnách. Praktické vzdělávání na škole, kde bylo navrhované řešení testováno, v době celorepublikového lockdownu neprobíhalo.

Návrh na zlepšení pomocí chytrých brýlí

Chytré brýle RealWear HMT-1 mohou alespoň částečně problém praktického vzdělávání škol a firem vyřešit, jelikož umožňují interaktivní online vzdělávání především právě při praxích, v laboratořích a dalších praktických oborech.

Student či pracovník má možnost vidět v přímém přenosu postup práce vyučujícího, který má chytré brýle umístěny na hlavě, což umožňuje detailní záběr pohledem z perspektivy školitele a přenáší tak své know-how studentům účastnícím se výuky. Záznam školení lze zároveň nahrávat a následně poskytnout studentům pro případné opakování či návrat k dané látce. Brýle jsou ovládány jednoduchými hlasovými pokyny, díky čemuž má vyučující po celou dobu výuky obě ruce volné.

Implementace zařízení RealWear HMT-1 je velmi jednoduchá pomocí běžného přihlášení do aplikace, přičemž pro samotnou výuku je možné využít běžných videokonferenčních platforem typu Microsoft Teams, Cisco Webex či Zoom. V rámci praktické části bakalářské práce bylo provedeno testování na platformě Cisco Webex.



Zdroj: (vlastní; pořízeno při testování vzdálené výuky)
Obr. 10 Testování vzdálené výuky v prostorách školní dílny

Zpětná vazba

Učitel působící na ŠKODA AUTO a.s., Středním odborném učilišti strojírenském⁹ hodnotí testované řešení následovně: *Lze říct, že technologie přenosu obrazu přímo do prostředí online výuky pomocí chytrých brýlí umístěných na hlavě vyučujícího se zdá být velice užitečná. Učitel je po celou dobu výuky připojený do online prostředí, kde může interaktivně komunikovat se svými studenty a názorně vysvětlovat postupy práce se strojními zařízeními, protože díky brýlím RealWear HMT-1 má stále volné ruce. To velmi ztraktivní výuku nejenom samotným studentům, ale i samotnému učiteli. Ten tak může svým žákům předat mnohem více znalostí a v případě nepřítomnosti některého ze studentů mu poskytnout zpětnou nahrávku celé výuky. Stejně tak může učitel pro své studenty přednahrát výuková videa, která jsou prakticky zaměřená a detailně ukazují jednotlivé postupy. Ovládání brýlí hlasem je intuitivní a snadné, stejně tak jako připojení do konferenčního hovoru.*

⁹ ŠKODA AUTO a.s., Střední odborné učiliště strojírenské je součástí ŠKODA Akademie, tj. instituce založené za účelem komplexního vzdělávání žáků i dospělých.

6.2.3 Foto a video dokumentace

Analýza a popis stávajícího procesu

Tvorba foto a video dokumentací je v lisovnách společnosti ŠKODA AUTO a.s. na denním pořádku. Aktuálně je tato činnost realizována pomocí chytrých zařízení, například při pochůzkách po výrobní hale jsou zaznamenávána videa a fotografie pomocí mobilního telefonu. Obdobně je řešena také dokumentace závad při hloubkové kontrole hotových vozů, přičemž jsou nalezené nedostatky vyfoceny či natočeny na chytré zařízení a odeslány do interního systému k dalšímu zpracování. To však přináší značné nevýhody, kdy si musí pracovník v ruce střídatě vyměňovat poznámkový blok a mobilní telefon pro pořizování fotografií či videí. Zároveň tak pracovník nemá volné ruce pro případnou další manipulaci se sledovaným předmětem.

Návrh na zlepšení pomocí chytrých brýlí

Jak již bylo zmíněno, brýle RealWear HMT-1 disponují integrovanou outdoor kamerou, jež je součástí základní konstrukce. Snímač je chráněný tvrzeným plastem pro práci v obtížném terénu a umožňuje zaznamenávat video ve FullHD kvalitě při třiceti snímcích za vteřinu anebo pořizovat fotky s šestnácti megapixelovým rozlišením. Součástí je také LED svítidla pro případné přisvětlení zabíraného místa a optická stabilizace obrazu.

Navrhované řešení lze využít v širokém spektru oblastí výroby, přičemž cílí na využití brýlí pro nahrávání a pořizování fotografií s výhodou volných rukou na práci, což umožňuje efektivnější a bezpečnější pracovní výkon pracovníka. Toto řešení lze uplatnit například v oblasti kontrolingu, kde dochází k finální kontrole vozu před odesláním k zákazníkovi. Pracovníci kontroly mají možnost kontrolovat stav vozidla za použití obou rukou, přičemž pokud narazí na výrobní vadu, mohou pomocí jednoduchých hlasových příkazů problematické místo natočit či vyfotit a následně připojit tento záznam do kontrolního hlášení či reklamace výrobní chyby. Funkcionalita tohoto typu byla testována na příkladu výuky pracovníků, přičemž školitel nahrál detailní instruktážní video pro své studenty za využití obou volných rukou.

Zpětná vazba

Pracovník kontroly životního prostředí z oddělení lisoven ve společnosti ŠKODA AUTO a.s. hodnotí testování následovně: *Pořizování fotografií nebo videí je díky brýlím RealWear HMT-1 pohodlné pro pracovníky lisoven. Mají volné ruce k zapisování poznámek či k manipulaci se sledovaným předmětem a zároveň mohou pořizovat fotografie např. lokace předemětů v rozsáhlých budovách. Velkou výhodou pořizování fotografií a videozáznamu je pohled na obtížnou opravu zařízení přímo z pohledu údržbáře. Takto nasnímaný videozáznam lze efektivně využít pro pracovní návodku – například ojedinělé závady na stroji, které se nestávají často. Pořizování fotografií tímto způsobem by mohlo být ještě efektivnější, pokud by do brýlí HMT-1 byla nainstalována aplikace, která by rovnou pracovníka naváděla, jaké fotografie pořídit, a následně vygenerovala předpřipravenou dokumentaci. Takové řešení by bylo v lisovnách vhodné například pro pravidelné kontroly pořádku na halách nebo při kontrole ekologie a životního prostředí. Pořizování fotografií či videí pomocí hlasových pokynů chytrých brýlí je jednoduché. Kamera snímá obraz, který se nastavuje a orientuje směrem pohledu pracovníka.*

6.2.4 ePlány a návody

Analýza a popis stávajícího procesu

Údržba strojů a zařízení má aktuálně k dispozici kompletní elektro dokumentaci (ePlány) k lisovacím linkám ve formátu PDF. Tyto dokumenty jsou zobrazovány prostřednictvím různých typů zařízení, nejčastěji tabletů. Ve všech případech však pracovník musí zařízení držet v ruce nebo k němu docházet na konkrétní místo. Možnost přenosného, hlasem ovládaného zařízení, které dokáže návody jednoduše zobrazit nebo pracovníka přímo při činnosti navigovat pomocí jednotlivých kroků, aktuálně není využíváno.

Návrh na zlepšení pomocí chytrých brýlí

Dokumentaci k lisovacím linkám je možné zobrazit přes interní prohlížeč souborů chytrých brýlí. Soubor může být uložen přímo do paměti zařízení nebo může být dohledán v rámci interního dokumentového cloudového úložiště OneDrive. Zobrazení dokumentace stroje či návodu na jeho obsluhu je možné na displeji brýlí, nacházejícího se před očima elektronika, přičemž hlavní výhodou je, že má i přes

prohlížení souboru obě ruce volné k provádění odborné činnosti. Zobrazený dokument je možné hlasovými pokyny přibližovat, oddalovat, posunovat pohybem hlavy nebo zafixovat na konkrétním místě pro lepší čitelnost.

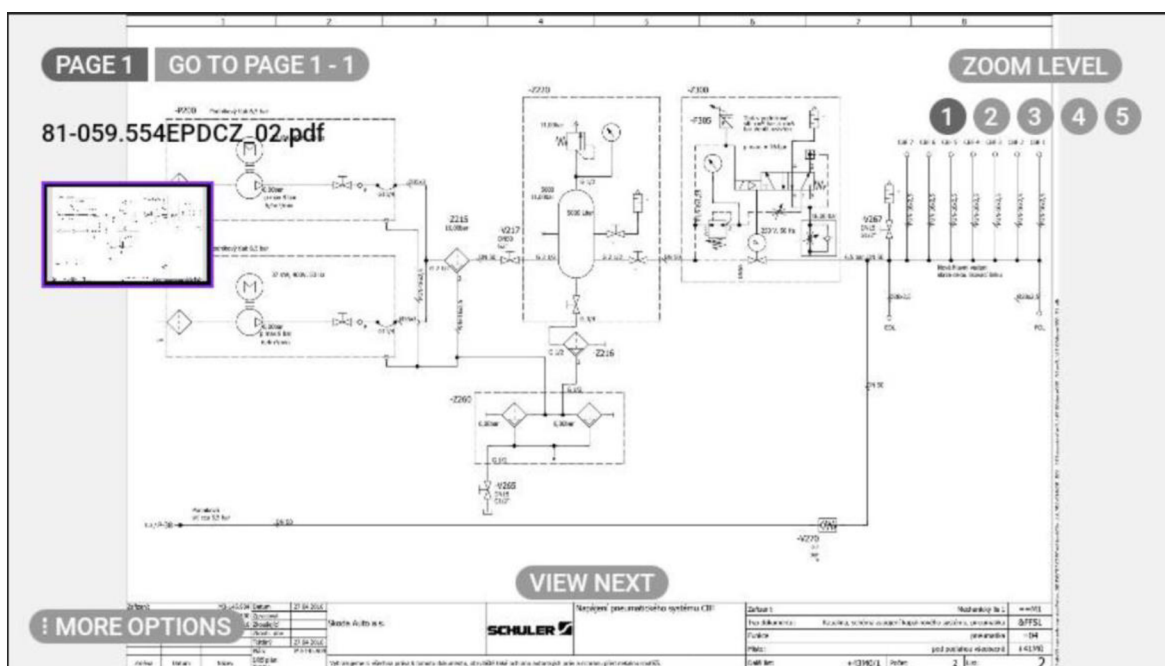
Stejně jako prohlížet dokumenty je u těchto chytrých brýlí možné prohlížet a přehrávat videa, která jsou uložena buď v interní paměti zařízení, nebo v cloudovém dokumentovém úložišti OneDrive. Přednahrané videotutoriály mohou pracovníkům usnadnit jejich práci nebo sloužit jako poradce při nejasných situacích či zaškolování. Tím je možné eliminovat chybovost a zefektivnit pracovní nebo zaškolovací proces.

Stejně tak je možné využít chytré aplikace, která pracovníka provede jednotlivými dílčími kroky úkolu. Pracovník toto chytré workflow ovládá pomocí hlasových pokynů, kdy postupně realizuje a odškrťává hotové činnosti a dostává se k úspěšnému splnění úkolu.



Zdroj: (RealWear a AYES, © 2020)

Obr. 11 Zobrazení ePlánů stroje na displeji chytrých brýlí



Zdroj: (vlastní; pořízeno snímkem obrazovky chytrých brýlí)
Obr. 12 Detailní zobrazení ePlánu stroje s možností přiblížení na displeji chytrých brýlí

Zpětná vazba

Servisní elektronik lisovacích zařízení z oddělení lisoven ve společnosti ŠKODA AUTO a.s. hodnotí testování následovně: *Možnost zobrazit ePlány při opravě a mít volné ruce je vždy přínosem. ePlány lze pomocí hlasových příkazů jednoduše otevírat z místního nebo cloudového úložiště a procházet jednotlivé stránky v několika stupních přiblížení. Jelikož dostupný displej brýlí RealWear HMT-1 není příliš velký, někteří z údržbářů měli menší problémy s čitelností a orientací v rozsáhlých ePlánech. Pravděpodobně však jde o zvyk a správnost použití chytrého zařízení. Tuto skutečnost vynahradí možnost mít volné ruce při práci.*

6.2.5 Čtení bar kodů a využití v logistice

Analýza a popis stávajícího procesu

V současné době je při vychystávání potřebných dílů do výroby využíváno jednoduchých čtecích zařízení, které pracovník drží v ruce a „odpívává“ sebrané díly. Následně je tato informace reportována do centrálního systému. Pracovník však při manipulaci s výrobním materiálem musí v jedné ruce držet čtecí zařízení.

Návrh na zlepšení pomocí chytrých brýlí

Ruce jsou nejdůležitějším nástrojem pro přenos zboží, zejména při vychystávání nebo skladovém hospodářství. Brýle RealWear HMT-1 umožňují pomocí integrované kamery a příslušného softwaru skenování čárových kódů nebo QR kódů. Namísto použití standardních skenovacích nástrojů, jež pracovník nejčastěji drží v ruce, funguje toto řešení na principu jednoduchého otočení hlavy a připevněných brýlí na cílový objekt obsahující bar kód či QR kód (*Barcotec GmbH, © 2021*).

Řešení lze využít hned několika způsoby. Prvním z nich je oblast vychystávání dílů, kdy pracovníci spravující zásoby ve výrobním podniku potřebují sledovat pohyb zásob či vychystávat zásoby na základě parametrů zakázky, přičemž načítají kódy jednotlivých komponent pomocí chytrých brýlí a zároveň tak mají k dispozici obě ruce, což vede ke zefektivnění celého procesu a usnadnění práce pracovníka. Druhou oblastí může být protokolování závad, kdy pracovníci vyšetřující nedokonalosti vzniklé při výrobě dokumentují a registrují kontrolované komponenty, přičemž opět mohou ke své práci využít obě ruce. Pomocí čtečky je umožněno jednoduše reportovat konkrétní, kódy označené, vadné komponenty do systému. Toto využití lze doplnit o již zmíněnou foto či video dokumentaci. Třetí možností je oblast klasifikace zařízení, kdy uživatelé hodnotí použité vybavení s cílem doporučit nezbytné opravy před jeho opětovným použitím. Problematická zařízení jsou pomocí integrovaného skeneru a kódového označení identifikována a reportována do centrálního systému. Řešení umožňuje jednodušší manipulaci pracovníka s prověřovaným zařízením a jeho dokumentaci pomocí obou volných rukou.

Chytré brýle zároveň umožňují zobrazení podrobnějších informací o naskenovaném zboží či stroji ihned po přečtení kódu. Může se jednat například o původ zboží, jeho složení či datum expirace.



Zdroj: (vlastní; pořízený při testování čtečky bar kódů)
Obr. 13 Testování funkcionality čtení bar kódů v prostorách skladové haly lisovny



Zdroj: (ManualsLib, 2021)
Obr. 14 Přečtení bar kódu zboží pomocí chytrých brýlí

Zpětná vazba

Pracovník skladu v oddělení lisoven ve společnosti ŠKODA AUTO a.s. hodnotí testování navrhovaného řešení následovně: *Tento typ brýlí může být vhodným pomocníkem pro načítání bar kódů ve skladech lisoven. Načtené kódy jednotlivých palet nebo materiálů jsou následně odesílány a logovány do příslušných stávajících systémů. Brýle umožní pracovníkům mít stále volné ruce pro přidružené činnosti. Brýle načítají bar kódy velmi rychle a spolehlivě, přičemž čtečka kódů je ovládána pomocí natáčení hlavy pracovníka. Stačí se tedy na bar kód „pouze podívat“.*

6.2.6 Rozšířená realita

Analýza a popis stávajícího procesu

Společnost ŠKODA AUTO a.s. využívá v současné době pro online sledování technického stavu strojů (lisovacích linek) platformu Thingworx umožňující condition monitoring (interní název aplikace FIOT), který automaticky sbírá data z řídicích systémů a následně je vizualizuje. Vizualizace je zprostředkována formou klasického zobrazení i přenesením do prostředí virtuální reality. Připojení do tohoto systému je realizováno skrze mobilní zařízení, chytrý tablet, který umožňuje zobrazení aktuálních dat o sledovaném stroji na displeji zařízení. Nevýhodou tohoto řešení je nutnost držet přenosné zařízení v obou rukách, což neumožňuje zároveň manipulovat se sledovaným strojem. Tablet musí být přizpůsoben do prostředí výroby a opatřen bezpečnostními prvky z důvodu jeho křehkosti.

Návrh na zlepšení pomocí chytrých brýlí

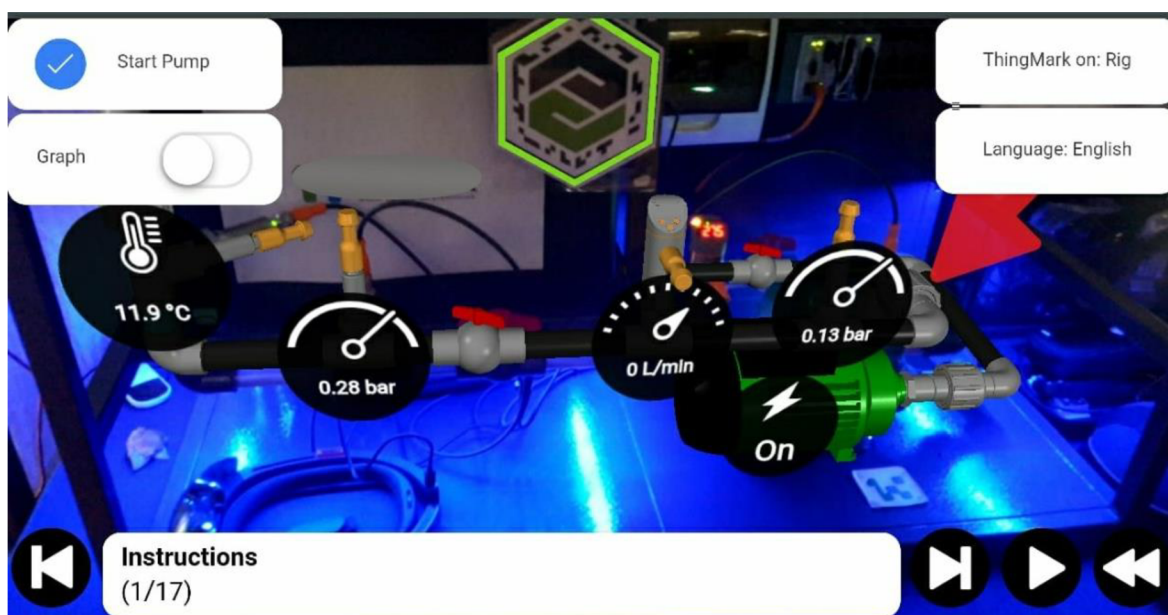
Jak již bylo zmíněno v teoretické části práce, oblast sledování stroji generovaných dat lze v dnešní době zařadit mezi klíčovou. Proto se tímto směrem vydávají také chytré brýle RealWear HMT-1, jež umožňují zobrazení aktuálních dat o stroji v rámci rozšířené reality. Celé řešení se skládá z několika dílčích částí. Sledované stroje jsou nejprve osazeny IoT senzory. Ty odesílají průběžně získávaná data o stroji do nadřazeného podnikového systému FIOT, který data vizualizuje a umožňuje další práci s nimi. Do tohoto systému se připojí chytré brýle, které umožňují vizualizovaná data zobrazit přímo v prostředí výroby. Sledované stroje jsou označeny pomocí speciálních QR kódů. Pracovník, jenž se zajímá o aktuální stav stroje, k zařízení nejprve přijde, naskenuje specifický QR kód daného zařízení a následně je připojen do prostředí systému FIOT, který na displej brýlí promítá vizualizovaná data, jež

pracovník vidí v rámci rozšířené reality. To mu umožňuje mít přímo ve výrobní hale detailní přehled o práci, vytížení a samotném stavu strojů v reálném čase bez implementace fyzických budíků, což ve většině případů ani není z důvodu konstrukce stroje možné.



Zdroj: (RealWear a AYES, © 2020)

Obr. 15 Zobrazení rozšířené reality na displeji chytrých brýlí



Zdroj: (Team Forward, © 2021)

Obr. 16 Virtuální budíky stroje zobrazené na displeji chytrých brýlí pomocí rozšířené reality

Zpětná vazba

Navrhované řešení bohužel nebylo v prostředí výroby ŠKODA AUTO a.s. testováno z důvodu nedostatečně dlouhého času na přípravu a realizaci v horizontu bakalářské práce. Řešení bylo konzultováno s poskytovatelem systému FIOT, který

potvrdil možnost napojení chytrých brýlí na tento systém. Výhodnost, využitelnost a potřeba nasazení navrhovaného řešení byla potvrzena samotnými zaměstnanci.

Trendsetter v oddělení lisoven ve společnosti ŠKODA AUTO a.s. hodnotí navrhované řešení následovně: *Vhodnost nasazení aplikace pro brýle RealWear HMT-1 do prostředí condition monitoringu lisovacích linek FIOT může být přínosné zejména při provádění komplexních pravidelných kontrol nebo výskytu závažných poruch. Při kontrole lisovacích linek by mohli členové údržby vidět online data ze senzorů a díky volným rukám provádět i manuální kontrolu jednotlivých částí lisovacích linek. V případě poruch by člen údržby při opravě mohl online sledovat např. hodnoty spotřeb vzduchu, či elektrické energie a zároveň provádět opravu strojní součásti.*

Technologie rozšířené reality by mohla být přínosná i pro zpracování nových údržbářů, a to ve smyslu zobrazení online dat, obrázkových manuálů, definice kontrolních míst na strojních zařízeních a podobně.

Předběžný návrh zobrazení online condition monitoring dat z aplikace FIOT do brýlí RealWear HMT-1:



Zdroj: (vlastní zpracování na základě dat z aplikace FIOT)

Obr. 17 Vlastní návrh zobrazení budíků prostřednictvím rozšířené reality chytrých brýlí

6.3 Zhodnocení

Celkové zhodnocení odborného koordinátora procesu lisování a automatizace z oddělení lisoven ve společnosti ŠKODA AUTO a.s., který byl přítomný při testování všech navrhovaných hypotéz: *Investice spojená s nákupem brýlí, jež mohou být využity mnoha zmíněnými způsoby, je v porovnání s úsporami, které použití zařízení přináší, velmi nízká a její návratnost je prakticky okamžitá při prvním servisním zásahu. Náklady spojené s přicestováním technika na postižené místo či s výpadkem samotného stroje a pozastavením výroby se mohou pohybovat v řádech milionů korun, přičemž dle kalkulace autora¹⁰ cena za jeden kus chytrých brýlí RealWear HMT-1 a jejich implementace do prostředí podniku s rezervou nepřesahuje hodnotu sta tisíc korun.*

Celkově se dá říci, že práce s brýlemi RealWear HMT-1 je velmi příjemná. Konstrukce brýlí je na vysoké úrovni a hodí se do prostředí výroby lisoven. Díky několika možnostem upevnění na hlavě, helmě nebo čepici pracovníka je nošení velmi příjemné. Ovládání pomocí hlasových pokynů je intuitivní a velmi jednoduché. Stačí si zapamatovat několik jednoduchých povelů, které ovládají celý systém brýlí a všech jeho podaplikací.

Tyto brýle nabízejí hned několik možností využití v oblastech, jako je například vzdělávání, logistika, podniková dokumentace či rozšířená realita, kde je ekonomická výhodnost obtížně vyčíslitelná, nicméně přidaná hodnota je velmi vysoká. Možnost programování vlastních aplikací pro práci s dokumenty nebo fotografiemi může tuto hodnotu konkrétně pracovníkům lisoven ještě výrazně zvýšit.

¹⁰ Myšleno autor této závěrečné práce.

Závěr

Účelem této bakalářské práce na téma Internet věcí a jeho využití ve výrobním podniku je komplexní seznámení čtenáře s oblastí IoT v rámci teoretické části a nastínění konkrétních možností jeho využití v rámci části praktické.

Úvodní kapitola vymezuje oblast IoT jako takovou, definuje samotný pojem, zasazuje koncept do historického kontextu a popisuje klíčové technologie přenosu dat, jež jsou základním stavebním kamenem IoT. Následně se práce zaměřuje na oblasti využití, přičemž definuje několik konkrétních příkladů, kdy technologie napomáhá v průmyslu se snížením nákladů a zvýšením konkurenceschopnosti, či v běžném životě, kdy technologie nabízí zvýšený uživatelský komfort a lepší životní podmínky, čímž poukazuje na aktuálnost a přínosy daného tématu. Přenášovaná data jsou často označována za novodobé zlato či ropu. Na rozdíl od těchto surovin však získaná data nejsou pouze na jedno použití a jejich hodnota může s neustálým přidáváním dalších informací a zejména jejich efektivní správou nadále růst. Této problematice se věnuje příslušná kapitola teoretické části práce.

Neméně důležitá je bezpečnost IoT, jež je často opomíjená a na kterou práce apeluje. Informuje čtenáře o nejčastějších hrozbách či typech útoků a předkládá doporučení, jak tyto hrozby eliminovat.

Práce dále uvádí, do jaké míry se oblastí internetu věcí a umělé inteligence zabývá společnost ŠKODA AUTO a.s. Právě v tomto podniku byla následně testována navrhovaná IoT řešení s cílem poukázat na výhody využití chytrých brýlí.

Tento návrh vlastního řešení rozebírá praktická část. Jedná se o šest hypotéz, které nejprve analyzují aktuální stav stávajících procesů či fungování, dále nastiňují návrh na jejich vylepšení pomocí řešení IoT a přináší také přímou zpětnou vazbu od zaměstnanců podniku, kteří řešení testovali. Na základě pozitivní zpětné vazby a nastíněných kalkulací z hlediska ekonomické výhodnosti lze konstatovat, že testování bylo úspěšné a potvrzuje usnadnění stávajících procesů pomocí technologie IoT, což bylo jedním z cílů této práce. Aktuálnost navrhovaného řešení je demonstrována na příkladu nynější celosvětové pandemie nemoci covid-19, kdy chytré brýle slouží jako nástroj na usnadnění činností, které není možné provádět způsobem, jenž byl před vypuknutím pandemie obvyklým.

I přes výhody, které využití technologie IoT nabízí, je tato oblast v České republice zatím na vzestupu a její největší sláva ji teprve čeká. Testované řešení na tento fakt poukazuje, jelikož jeho lokální využití je pouze ojedinělé a svou hlavní roli hraje v zahraničních podnicích. Práce by tedy měla sloužit jako inspirace pro vedoucí pracovníky lokálních podniků a motivovat je k dalšímu rozvoji v této oblasti.

Seznam literatury

ASHTON, Kevin. *That 'Internet of Things' Thing*. RFID Journal [online]. 2009 [cit. 2021-11-11]. Dostupné z: <http://www.rfidjournal.com/articles/view?4986>.

AYES. *Dodáváme chytré brýle průmyslovým společnostem* [online]. © 2020a [cit. 2021-11-11]. Dostupné z: <https://www.ayes.cz/o-nas/>.

AYES. *Chytré brýle a rozšířená realita v průmyslu 4.0* [online]. © 2020b [cit. 2021-11-11]. Dostupné z: <https://www.ayes.cz/chytre-bryle/>.

AYES. *RealWear HMT-1* [online]. © 2020c [cit. 2021-11-11]. Dostupné z: <https://www.ayes.cz/chytre-bryle/realwear/>.

BARCENA Mario B. a Candid WUEEST. *Insecurity in the Internet of Things*. Symantec [online]. 2015 [cit. 2021-11-11]. Dostupné z: <https://docs.broadcom.com/doc/insecurity-in-the-internet-of-things-en>.

Barcotec GmbH. *Logistics and Retail* [online]. © 2021 [cit. 2021-11-11]. Dostupné z: <https://realwear.at/en/use-cases/logistics-and-retail/>.

Business Wire. *RealWear Accelerates Leadership Position in Industrial Wearables Market* [online]. 2021 [cit. 2021-11-11]. Dostupné z: <https://www.businesswire.com/news/home/20210316005683/en/RealWear-Accelerates-Leadership-Position-in-Industrial-Wearables-Market>.

Cisco Systems, Inc. *Cisco Annual Internet Report (2018–2023) White Paper* [online]. 2020 [cit. 2021-11-11]. Dostupné z: <https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/executive-perspectives/annual-internet-report/white-paper-c11-741490.html>

CompTIA. *2019 Trends In Internet of Things* [online]. 2019 [cit. 2021-11-11]. Dostupné z: https://comptiacdn.azureedge.net/webcontent/docs/default-source/research-reports/research-report---comptia-iot-2019.pdf?sfvrsn=176d2d0_0.

CS.GADGET-INFO.COM. *Rozdíl mezi technologií 3G a 4G* [online]. 2019. [cit. 2021-11-11]. Dostupné z: <https://cs.gadget-info.com/difference-between-3g>.

Elasticsearch B.V. *Kibana: Your window into the Elastic Stack* [online]. © 2021 [cit. 2021-11-11]. Dostupné z: <https://www.elastic.co/kibana/>.

ELDER, Jeff. *The internet's first thing – John Romkey's 'smart' toaster*. Avast Software s.r.o. [online]. 2019 [cit. 2021-11-11]. Dostupné z: <https://blog.avast.com/the-internets-first-smart-device>.

EVANS, Dave. *The Internet of Things how the next evolution of the Internet is changing everything*. Cisco Systems, Inc. [online]. [cit. 2021-11-11]. Dostupné z: http://www.cisco.com/web/about/ac79/docs/innov/loT_IBSG_0411FINAL.pdf.

FRENZEL, Lou. *What's The Difference Between ZigBee And Z-Wave?* Electronic Design [online]. 2012 [cit. 2021-11-11]. Dostupné z: <https://www.electronicdesign.com/technologies/communications/article/21796052/whats-the-difference-between-zigbee-and-zwave>.

Fundacion Innovacion Bankinter a Accenture. *The Internet of Things In a Connected World of Smart Objects* [online]. 2011 [cit. 2021-11-11]. Dostupné z: https://www.fundacionbankinter.org/wp-content/uploads/2021/09/Publicacion-PDF-IN-FTF_IOT.pdf.

Gartner, Inc. *Gartner Glossary: Internet Of Things (iot)* [online]. ©2021 [cit. 2021-11-11]. Dostupné z: <https://www.gartner.com/en/information-technology/glossary/internet-of-things>.

Gizmodo. *Nikola Tesla's Incredible Predictions For Our Connected World* [online] 2015 [cit. 2021-11-11]. Dostupné z: <https://gizmodo.com/nikola-teslas-incredible-predictions-for-our-connected-1661107313>.

GREENBERG, Andy. *Hackers Remotely Kill a Jeep on the Highway—With Me in It*. WIRED [online]. 2015 [cit. 2021-11-11]. Dostupné z: <https://www.wired.com/2015/07/hackers-remotely-kill-jeep-highway/>

GREENGARD, Samuel. *The Internet of Things*. MIT Press, 2015. ISBN 9780262527736.

GUARDFORCE LIMITED. *How Smart Bin Technology is Revolutionising Waste Management – Guardforce* [online]. © 2021 [cit. 2021-11-11]. Dostupné z: https://www.guardforce.com.hk/en/news/blog_115/How-Smart-Bin-Technology-is-Revolutionising-WasteManagement_3901.

HW server s.r.o. *Co je to WiFi – úvod do technologie* [online]. 2003 [cit. 2021-11-11]. Dostupné z: <https://vyvoj.hw.cz/produkty/ethernet/co-je-to-wifi-uvod-do-technologie.html>.

CHACHAK, Elias. *IoT Security in 2019: Things You Need to Know*. CyberDB [online]. © 2012–2017 [cit. 2021-11-11]. Dostupné z: <https://www.cyberdb.co/iot-security-things-you-need-to-know/>.

International Telecommunication Union. *Overview of the Internet of things* [online]. 2012 [cit. 2021-11-11]. Dostupné z: <https://www.itu.int/rec/T-REC-Y.2060-201206-1/en>.

IoT Analytics GmbH. Our View On IoT Connectivity & Hardware [online]. © 2021 [cit. 2021-11-11]. Dostupné z: <https://iot-analytics.com/our-coverage/iot-connectivity-hardware/>.

IoT Networks News. *Nový standard pro zabezpečení zařízení IoT* [online]. 2019 [cit. 2021-11-11]. Dostupné z: <https://cz.iot-nn.com/blog/2019/03/20/novy-standard-pro-zabezpeceni-zarizeni-iot/>.

IOT FACTORY. *Overview of IOT Networks* [online]. 2021. [cit. 2021-11-11]. Dostupné z: <https://iotfactory.eu/iot-knowledge-center/overview-of-iot-networks/>.

IoT Port. *Automatizovaná a inteligentní lokalizace věcí a osob ve vnitřním i vnějším prostředí* [online]. © 2021a [cit. 2021-11-11]. Dostupné z: <https://www.iotport.cz/iot-reseni/firmy-a-prumysl/lokalizace-veci-a-osob-ve-vnitrim-i-vnejsim-prostredi>.

IoT Port. *Zařízení pro dálkový odečet vodoměrů WMR04-L* [online]. © 2021b [cit. 2021-11-11]. Dostupné z: <https://www.iotport.cz/iot-reseni/odecty-a-spotreba/zarizeni-pro-dalkovy-odecet-vodomeru-wmr04-l>.

IoT Port. *Senior v domácí péči* [online]. © 2021c [cit. 2021-11-11]. Dostupné z: <https://www.iotport.cz/iot-reseni/zdravi-a-socialni-sluzby/senior-v-domaci-peci>.

IoT portál. *Bluetooth Smart* [online]. 2016a [cit. 2021-11-11]. Dostupné z: <https://www.iot-portal.cz/2016/02/26/bluetooth-smart/>.

IoT portál. *ZigBee* [online]. 2016b [cit. 2021-11-11]. Dostupné z: <https://www.iot-portal.cz/2016/02/24/zigbee/>.

IoT portál. *SIGFOX – princip, struktura, protokol, použití* [online]. 2017 [cit. 2021-11-11]. Dostupné z: <https://www.iot-portal.cz/2017/05/29/sigfox-princip-struktura-protokol-pouziti/>.

IoT portál. *Co dokáže IIoT?* [online]. 2018 [cit. 2021-11-11]. Dostupné z: <https://www.iot-portal.cz/2018/12/15/co-dokaze-iiot/>.

JOSE, Deepa V. a A. VIJYALAKSHMI. *An Overview of Security in Internet of Things*. In: *Procedia Computer Science* [online]. 2018, s. 744-748 [cit. 2021-11-11]. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050918321379>.

KHVOYNITSKAYA, Sandra. *The IoT history and future*. Itransition [online]. 2019 [cit. 2021-11-11]. Dostupné z: <https://www.itransition.com/blog/iot-history>.

KOUSAL, Lukáš. *SMART Maintenance ŠKODA AUTO a.s.* [online]. 2019 [cit. 2021-11-11]. Dostupné z: https://www.cacio.cz/Frontend/Webroot/uploads/files/2019/03/vitez_smart_maintenance_ve_skoda_auto_kousal287.pdf.

KOVÁČIK, Martin. *Real time metriky prostřednictvím Prometheus & Grafana*. redByte [online]. 2017 [cit. 2021-11-11]. Dostupné z: <https://redbyte.eu/blog/real-time-metriky-prostrednictvom-prometheus-a-grafana/>.

KUBR, Josef. *Průmysl využívá iot hlavně pro propojení technologických celků*. Svět průmyslu [online]. 2020 [cit. 2021-11-11]. Dostupné z: <https://svetprumyslu.cz/2020/02/10/prumysl-vyuziva-iot-hlavne-pro-propojeni-technologickych-celku/>.

Lom, Michal a Ondřej PŘIBYL. *Sítě pro internet věcí v České republice*. TZB-info [online]. 2017 [cit. 2021-11-11]. Dostupné z: <https://elektro.tzb-info.cz/informacni-a-telekomunikacni-technologie/16519-site-pro-internet-veci-v-ceske-republice>.

LOOPER, Christian a Andrew MARTONIK. *What is 5G? Everything you need to know*. digitaltrends [online]. 2021 [cit. 2021-11-11]. Dostupné z: <https://www.digitaltrends.com/mobile/what-is-5g/>.

ManunalsLib. *Barcode Reader - RealWear HMT-1Z1 User Manual* [online]. 2021 [cit. 2021-11-11]. Dostupné z: <https://www.manualslib.com/manual/1790451/Realwear-Hmt-1z1.html?page=81>.

MEERMAN, Lukas. *Sensors as drivers of Industry 4.0*. EY [online]. 2019 [cit. 2021-11-11]. Dostupné z: https://assets.ey.com/content/dam/ey-sites/ey-com/de_de/topics/industrial-products/ey-study-sensors-as-drivers-of-industry-4-0.pdf?download

MINÁŘOVÁ, Ivana. *Je váš dům chytrý?* [online]. © 2021 [cit. 2021-11-11]. Dostupné z: <https://www.genialnidum.cz/je-vas-dum-chytry/>.

New Gen Apps. *8 Uses, Applications, and Benefits of Industrial IoT in Manufacturing* [online]. 2017 [cit. 2021-11-11]. Dostupné z: <https://www.newgenapps.com/blogs/8-uses-applications-and-benefits-of-industrial-iot-in-manufacturing/>.

Openradix Software Solutions. *ThingsBoard: IoT Platform* [online]. 2021. [cit. 2021-11-11]. Dostupné z: <https://www.openradix.com/products/thingsboard>.

PATEL, Mayuri. *Understanding the Role of Smart City & its Components in the IoT Era*. eInfochips (An Arrow Company) [online]. 2019 [cit. 2021-11-11]. Dostupné z: <https://www.einfochips.com/blog/understanding-the-role-of-smart-city-and-its-components-in-the-iot-era/>.

PODESTÁT, Jaroslav. *Monitorování a sběr dat z IoT systémů* [online]. Plzeň, 2020 [cit. 2021-11-11]. Dostupné z: https://otik.uk.zcu.cz/bitstream/11025/40683/1/DP_Podestat_Jaroslav_2020.pdf. Diplomová práce. Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta elektrotechnická.

POHANKA, Pavel. *Internet věcí*. [online]. © 2021 [cit. 2021-11-11]. Dostupné z: <https://pavelpohanka.cz/internet-of-things/>.

PT. Computrade Technology International. *IoT vs IIoT* [online]. 2016 [cit. 2021-11-11]. Dostupné z: <https://www.computradetech.com/blog/iot-vs-iiot/>.

PUZHEVICH, Victora. *Internet of Things In Smart Home*. Scand Ltd. [online]. 2019 [cit. 2021-11-11]. Dostupné z: <https://scand.com/company/blog/internet-of-things-in-smart-home/>.

QUINNELL, Richard. *BLE modules simplify IoT design*. Embedded [online]. 2017 [cit. 2021-11-11]. Dostupné z: <https://www.embedded.com/design/connectivity/4458047/BLE-modules-simplify-IoT-design>.

Raspberry Pi Foundation. *What is a Raspberry Pi?* [online]. 2021a [cit. 2021-11-11]. Dostupné z: <https://www.raspberrypi.org/help/what-is-a-raspberry-pi/>.

Raspberry Pi Foundation. *Raspberry Pi Camera Module 2* [online]. 2021b [cit. 2021-11-11]. Dostupné z: <https://www.raspberrypi.org/products/camera-module-v2/>.

Raspberry Pi Foundation. *Raspberry Pi Touch Display* [online]. 2021c [cit. 2021-11-11]. Dostupné z: <https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-touch-display/>.

RealWear a AYES. *RealWear Intro*. © 2020. Prezentace v PowerPointu.

SAS Institute Inc. *Big Data Analytics: What it is and why it matters* [online]. © 2021 [cit. 2021-11-11]. Dostupné z: https://www.sas.com/en_us/insights/analytics/big-data-analytics.html.

SigFox. [online]. © 2016 – 2021 [cit. 2021-11-11]. Dostupné z: <https://sigfox.cz/cs>.

SILVESTRE, Santiago a Jordi SALAZAR. *Svět Internetu věcí* [online]. České vysoké učení technické v Praze, 2019 [cit. 2021-11-11]. Dostupné z: https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/134362/LM01_R_CS%20%281%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y

smart-TEC. *Technologie RFID* [online]. © 2021 [cit. 2021-11-11]. Dostupné z: <https://www.smart-tec.com/cs/auto-id-svet/technologie-rfid>.

ŠKODA AUTO a.s. *ŠKODA FabLab v pilotním projektu testuje a optimalizuje technologii vyhodnocování obrazu pomocí AI* [online]. 2020 [cit. 2021-11-11]. Dostupné z: <https://www.skoda-storyboard.com/cs/tiskove-zpravy-archiv/skoda-fablab-v-pilotnim-projektu-testuje-a-optimalizuje-technologie-vyhodnocovani-obrazu-pomoci-ai/>.

ŠKODA AUTO a.s. *Škoda auto stojí za nejúspěšnějším it projektem roku* [online]. 2019 [cit. 2021-11-11]. Dostupné z: <https://www.skoda-kariera.cz/blog/2019-04-15-skoda-auto-stoji-za-nejuspesnejsim-it-projektem-roku>.

Splunk Inc. [online]. © 2005-2021 [cit. 2021-11-11]. Dostupné z: www.splunk.com/.

SUNDMAEKER, Harald. *Vision and Challenges for Realising the Internet of Things* [online]. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2010 [cit. 2021-11-11]. ISBN 978-92-79-15088-3. Dostupné z: http://www.internet-of-things-research.eu/pdf/loT_Clusterbook_March_2010.pdf.

TABERNER, Tim. *Rozdíl mezi M2M a IoT*. CAD.cz [online]. © 2009–2021 [cit. 2021-11-11]. Dostupné z: <https://www.cad.cz/strojirenstvi/38-strojirenstvi/%206972-rozdil-mezi-m2m-a-iot.html>.

Team Forward. *I/IOT at SACEA Technical Symposium with RealWear* [online]. © 2021 [cit. 2021-11-11]. Dostupné z: <https://www.teamforward.co.za/iiot-sacea-technical-symposium-realwear/>.

ThingSpeak. *Learn More About ThingSpeak* [online]. © 2021 [cit. 2021-11-11]. Dostupné z: https://thingspeak.com/pages/learn_more.

VERMA, Sanjeev. *Top 5 Use Cases of IoT in Transportation*. DZone [online]. 2018 [cit. 2021-11-11]. Dostupné z: <https://dzone.com/articles/top-5-applications-of-iot-in-transportation>.

VERMESAN, Ovidiu a Peter FRIESS. *Digitising the Industry – Internet of Things Connecting the Physical, Digital and Virtual Worlds (River Publishers Series in Communications)* [online]. River Publishers, 2016 [cit. 2021-11-11]. ISBN 9788793379817.

VRBA, Pavel. *Jak na průmyslové IoT?*. System OnLine [online]. 2019 [cit. 2021-11-11]. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/rizeni-vyroby/jak-na-prumyslove-iot.htm>.

Wired. *Is Big Data the New Black Gold?* [online]. © 2018 [cit. 2021-11-11]. Dostupné z: <https://www.wired.com/insights/2013/02/is-big-data-the-new-black-gold/>.

World Wide Web Foundation. *History of the Web* [online]. ©2008-2021 [cit. 2021-11-11]. Dostupné z: <https://webfoundation.org/about/vision/history-of-the-web/>.

Z-Wave Alliance. *About Z-Wave Technology* [online]. © 2021 [cit. 2021-11-11]. Dostupné z: <https://zwavealliance.org/about-z-wave-technology/>.

Seznam obrázků

Obr. 1	Počet připojených zařízení k internetu ve vztahu k celosvětové populaci	13
Obr. 2	Vývoj počtu zařízení připojených k internetu.....	14
Obr. 3	Porovnání dosahu bezdrátových technologií a maximální přenosové datové rychlosti.....	19
Obr. 4	Příklady využití IoT pro chytrá města	26
Obr. 5	Využití IoT v domácnosti	27
Obr. 6	Nejčastější zaměření implementovaných IoT projektů v korporátním prostředí.....	29
Obr. 7	Chytré brýle RealWear HMT-1.....	41
Obr. 8	Konferenční hovor se vzdáleným expertem přes platformu Cisco Webex	43
Obr. 9	Označení problematické části stroje zasahujícím technikem	44
Obr. 10	Testování vzdálené výuky v prostorách školní dílny.....	46
Obr. 11	Zobrazení ePlánů stroje na displeji chytrých brýlí.....	49
Obr. 12	Detailní zobrazení ePlánu stroje s možností přiblížení na displeji chytrých brýlí	50
Obr. 13	Testování funkcionality čtení bar kódů v prostorách skladové haly lisovny.....	52
Obr. 14	Přečtení bar kódu zboží pomocí chytrých brýlí	52
Obr. 15	Zobrazení rozšířené reality na displeji chytrých brýlí	54
Obr. 16	Virtuální budíky stroje zobrazené na displeji chytrých brýlí pomocí rozšířené reality	54
Obr. 17	Vlastní návrh zobrazení budíků prostřednictvím rozšířené reality chytrých brýlí	55

ANOTAČNÍ ZÁZNAM

AUTOR	Tomáš Beránek		
STUDIJNÍ PROGRAM/OBOR/SPECIALIZACE	6208R087 Podniková ekonomika a management obchodu		
NÁZEV PRÁCE	Internet věcí a jeho využití ve výrobním podniku		
VEDOUCÍ PRÁCE	Ing. Vladimír Beneš, Ph.D.		
KATEDRA	KI - Katedra informatiky	ROK ODEVZDÁNÍ	2021
POČET STRAN	65		
POČET OBRÁZKŮ	17		
POČET TABULEK	0		
POČET PŘÍLOH	0		
STRUČNÝ POPIS	<p>Práce se zaměřuje na vysvětlení podstaty internetu věcí jako aktuálního tématu zejména pro využití ve výrobních podnicích České republiky. Podává komplexní shrnutí nejdůležitějších faktorů, zejména klade důraz na příklady využití chytrých řešení, specifikaci využívaných technologií, bezpečnost přenosu a uchování dat. Jejím cílem je poskytnout ucelený přehled o oblasti IoT a inspirovat lokální podniky konkrétními úspěšně realizovanými projekty k rozvoji v tomto směru.</p> <p>Praktická část práce je zaměřena na návrhy autora práce spadající do oblasti internetu věcí, konkrétně na využití chytrých brýlí v reálném prostředí společnosti ŠKODA AUTO a.s. Práce dokládá, jak byly návrhy testovány a zhodnoceny konkrétními pracovníky tohoto podniku. Testování chytrých brýlí v praxi potvrdilo usnadnění a zrychlení práce, ekonomickou výhodnost a možnost využití i v dalších oblastech, jako je vzdělávání, logistika, podniková dokumentace apod.</p>		
KLÍČOVÁ SLOVA	internet věcí, průmyslový internet věcí, spotřebitelský internet věcí, přenos dat, bezpečnost IoT, bezpečnostní hrozby, bezpečnostní pravidla, chytré zařízení, chytré brýle, umělá inteligence, vizualizace dat, vzdálená podpora, vzdálená výuka		

ANNOTATION

AUTHOR	Tomáš Beránek		
FIELD	6208R087 Business Administration and Sales		
THESIS TITLE	Internet of Things and its use in manufacturing company		
SUPERVISOR	Ing. Vladimír Beneš, Ph.D.		
DEPARTMENT	KI - Department of Informatics	YEAR	2021
NUMBER OF PAGES	65		
NUMBER OF PICTURES	17		
NUMBER OF TABLES	0		
NUMBER OF APPENDICES	0		
SUMMARY	<p>The bachelor thesis focuses on explaining the essence of the Internet of Things as a current topic especially for its use in manufacturing companies of the Czech Republic. It provides a comprehensive summary of the most important factors, with particular emphasis on examples of the use of smart solutions, specifications of used technologies, security of data transfer and storage. Its aim is to provide a global overview of the IoT area and to inspire local companies through specific successfully implemented projects to develop in this direction.</p> <p>The practical part of the bachelor's thesis is focused on the author's proposals in the field of the Internet of Things, specifically on the use of smart glasses in the real environment of the company ŠKODA AUTO a.s. The bachelor thesis demonstrates how the proposals were tested and evaluated by specific employees of this company. Testing smart glasses in practice confirmed the facilitation and acceleration of work, economic advantage and a possibility of use in other areas, such as education, logistics, corporate documentation, etc.</p>		
KEY WORDS	<p>Internet of Things, Industrial Internet of Things, Consumer Internet of Things, data transfer, IoT security, security threats, security rules, smart device, smart glasses, Artificial Intelligence, data visualization, remote support, remote teaching</p>		