



Bakalářská práce

Automatizace testování infotainmentu

Studijní program:

B0688P140002 Informační management

Autor práce:

Jan Hladík

Vedoucí práce:

Ing. Michal Dostál, Ph.D.

Katedra informatiky

Liberec 2023



Zadání bakalářské práce

Automatizace testování infotainmentu

<i>Jméno a příjmení:</i>	Jan Hladík
<i>Osobní číslo:</i>	E20000171
<i>Studijní program:</i>	B0688P140002 Informační management
<i>Zadávací katedra:</i>	Katedra informatiky
<i>Akademický rok:</i>	2022/2023

Zásady pro vypracování:

1. Úvod do průmyslu 4.0
2. Charakteristika automatizace a robotizace
3. Představení podniku
4. Testování infotainmentu
5. Vyhodnocení a závěr

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

Forma zpracování práce:

Jazyk práce:

30 normostran

tištěná/elektronická

Čeština

Seznam odborné literatury:

- ANDRÉ, Jean-Claude, 2019. *Industry 4.0: paradoxes and conflicts*. London: ISTE. ISBN 978-1-78630-482-7.
- BUREŠ, Miroslav, Miroslav RENDA, Michal DOLEŽEL, Peter SVOBODA, Zdeněk GRÖSSL, Martin KOMÁREK, Ondřej MACEK and Radoslav MLYNÁŘ, 2016. *Efektivní testování softwaru: klíčové otázky pro efektivitu testovacího procesu*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-5594-6.
- KERNIGHAN, Brian W., 2019. *Jak porozumět digitálnímu světu: vše, co potřebujete vědět o internetu, bezpečnosti a soukromí*. Přeložil Petr HOLČÁK. Praha: Argo. ISBN 978-80-7363-903-7.
- WEST, Darrell M., 2018. *The future of work: robots, AI, and automation*. Washington, D.C.: Brooking Institution Press. ISBN 978-0-8157-3293-8.
- NOVOTNÝ, František, Vlastimil HOTAŘ, Marcel HORÁK, Marie STARÁ and Michal STARÝ, 2020. *Úvod do automatizace a robotizace ve strojírenství*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, Fakulta strojní, Katedra sklářských strojů a robotiky. ISBN 978-80-7494-545-8.
- PROQUEST, 2022. *Databáze článků ProQuest* [online]. Ann Arbor, MI, USA: ProQuest. [cit. 2022-10-09]. Dostupné z: <http://knihovna.tul.cz>

Konzultant: Jan Resl - tester ve společnosti Entry Engineering

Vedoucí práce:

Ing. Michal Dostál, Ph.D.

Katedra informatiky

Datum zadání práce:

1. listopadu 2022

Předpokládaný termín odevzdání: 31. srpna 2024

L.S.

doc. Ing. Aleš Kocourek, Ph.D.
děkan

Ing. Petr Weinlich, Ph.D.
vedoucí katedry

V Liberci dne 1. listopadu 2022

Prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně jako původní dílo s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé bakalářské práce a konzultantem.

Jsem si vědom toho, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu Technické univerzity v Liberci.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti Technickou univerzitu v Liberci; v tomto případě má Technická univerzita v Liberci právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Současně čestně prohlašuji, že text elektronické podoby práce vložený do IS/STAG se shoduje s textem tištěné podoby práce.

Beru na vědomí, že má bakalářská práce bude zveřejněna Technickou univerzitou v Liberci v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů.

Jsem si vědom následků, které podle zákona o vysokých školách mohou vyplývat z porušení tohoto prohlášení.

Automatizace testování infotainmentu

Anotace

Bakalářská práce Automatizace testování infotainmentu je zaměřena na popis procesu testování infotainmentu, a to ze dvou pohledů. Prvním z nich je manuální testování, kdy se žádná automatizace nevyužívá a tím druhým je již automatizované testování. Hlavním cílem této bakalářské práce je na základě poznatků získaných při pozorování navrhnout možná řešení pro zvýšení efektivity při automatizovaném testování infotainmentu. V teoretické části je nejprve věnována pozornost celkovému kontextu průmyslu. Poté je charakterizováno prostředí automotive průmyslu s důrazem na české prostředí. V neposlední řadě je představen podnik Entry Engineering ve kterém došlo k pozorování. Praktická část je věnována popisu procesu manuálního i automatizovaného testování, na základě čehož jsou doporučena možná zlepšení, které by mohl podnik implementovat.

Klíčová slova

automatizace, automotive, infotainment, průmysl 4.0, testování

Automatization of Infotainment Testing

Annotation

The bachelor thesis Automatization of Infotainment Testing focuses on the description of the process of infotainment testing from two perspectives. The first one is manual testing where no automation is used and the second one is already automated testing. The main objective of this bachelor thesis is to propose possible solutions to increase the efficiency in automated infotainment testing based on the knowledge gained from the observations. In the theoretical part, the overall context of the industry is first discussed. Then the automotive industry environment is characterized with emphasis on the Czech environment. Finally, the Entry Engineering enterprise in which the observations were made is introduced. The practical part is devoted to the description of the manual and automated testing process, based on which possible improvements that could be implemented by the enterprise are recommended.

Key Words

automation, automotive, infotainment, industry 4.0, testing

Poděkování

Zde bych rád poděkoval vedoucímu bakalářské práce Ing. Michalu Dostálovi, Ph.D. za odborné vedení a cenné připomínky při vypracování této práce. Spolu s tím patří poděkování i Ing. Ondřeji Bouškovi za umožnění praxe ve společnosti Entry Engineering a za její celkové vedení. V neposlední řadě bych rád ocenil pomoc při zasvěcení do tématu od mých kolegů Jana Resla a Jiřího Kumstáta.

Obsah

Seznam ilustrací.....	15
Seznam tabulek	17
Seznam zkratk	19
Úvod.....	21
1 Průmysl.....	23
1.1 Vývoj průmyslu.....	24
1.2 Průmysl 4.0.....	25
1.2.1 Principy	26
1.2.2 Charakteristiky	27
1.2.3 Technologie.....	28
1.2.4 Smart factory	30
1.2.5 Možné ekonomické dopady	30
2 Automotive.....	33
2.1 Automobilový průmysl v České republice.....	33
2.2 Trendy v automotive.....	34
2.3 Infotainment.....	35
2.4 Automatizace.....	36
2.4.1 Výrobní a nevýrobní automatizace.....	37
2.4.2 Netechnické aspekty automatizace	37
2.4.3 Ekonomické přínosy automatizace.....	38
2.4.4 Robotizace.....	39
2.5 Využití automatizace	40
2.5.1 Automobily a letadla.....	40
2.5.2 Využití automatizace při vývoji	41
3 Představení podniku Entry Engineering.....	43
3.1 Strategie a vize podniku.....	44

3.2	Produkty a klienti	44
3.2.1	Prezentační demonstrátor.....	45
3.2.2	Testovací kufr	45
3.2.3	Testovací rack	46
3.2.4	EntrySim	47
3.2.5	uTESTERA	47
3.2.6	Klienti	48
3.3	Struktura podniku a jednotlivých oddělení.....	48
4	Testování infotainmentu.....	51
4.1	Testované prvky	51
4.2	Používaný hardware.....	52
4.2.1	Testovací stav.....	52
4.2.2	Vector	53
4.2.3	Simulátory	53
4.2.4	Pomocný testovací hardware	53
4.3	Popis procesu testování infotainmentu.....	54
4.3.1	Testovací specifikace	54
4.3.2	Test plán.....	54
4.3.3	Testování.....	55
4.3.4	Zadávání chyb	55
4.3.5	Reportování výsledků.....	55
4.4	Využití automatizace při testování infotainmentu.....	56
4.4.1	Robot.....	56
4.4.2	FrameGrabber.....	56
4.4.3	USB switche	57
4.4.4	Testera.....	57
5	Vyhodnocení.....	61
5.1	Návrh pro zlepšení.....	62

Závěr	63
Seznam použité literatury.....	65

Seznam ilustrací

Obr. 1: Struktura národního hospodářství v České republice.....	23
Obr. 2: Jednotlivé průmyslové revoluce	24
Obr. 3: Produktivita práce 18. – 20. století	31
Obr. 4: Logo společnosti.....	43
Obr. 5: Testovací rack.....	46
Obr. 6: EntrySim.....	47
Obr. 7: Struktura podniku.....	48
Obr. 8: XML.....	58

Seznam tabulek

Tabulka 1: Systémová architektura infotainmentu.....	35
Tabulka 2: Představení podniku.....	43

Seznam zkratek

ABS	Anti-lock braking system
ABT	Anzeige bedienteil
APS	Advanced planning and scheduling
AR	Augmented reality
ARPA	Advanced Research Projects Agency
CAN	Controller Area Network
CEO	Chief executive officer
CRM	Customer relationship managementCD
DMU	Decision-making unit
dTCM	Test case manager
EHK	Evropská hospodářská komise
ERP	Enterprise Resource Planning
ETH	Ethernet
HMI	Human-machine interface
ISO	International Organization for Standardization
LED	Light-emitting diode
LIN	Local Interconnect Network
MES	Manufacturing execution system
OCR	Optical character recognition

OS	Operační systém
PLC	Programmable logic controller
RFID	Radio-frequency identification
SCM	Supply chain management
USB	Universal Serial Bus
XML	Extensible Markup Language

Úvod

Testování infotainmentu je důležitou součástí vývoje automobilu. Jelikož se jedná o hlavní komunikační prvek mezi řidičem a automobilem je důležité, aby testování bylo co možná nejpreciznější. Z tohoto důvodu je důležité hledat nové inovativní metody a jednou z nich je právě automatizace.

Cílem této bakalářské práce bylo dlouhodobé pozorování dvou metod testování, a to konkrétně manuálního a automatizovaného. Následně dojde k zhodnocení tohoto pozorování na základě čehož budou obě metody porovnány a vyhodnoceny jejich klady a zápory. Po tomto zhodnocení budou navržena možná zlepšení pro efektivnější automatizované testování.

Teoretická část se nejprve věnuje celkovému zasazení tématu do kontextu Průmyslu 4.0. Jsou zde popsány jeho hlavní charakteristiky, principy a technologie tohoto konceptu. Spolu s tím jsou popsány i možné ekonomické dopady. V další části se pak práce věnuje automobilovému průmyslu, a to především z pohledu České republiky. Jsou popsány současné trendy v oblasti automotive a také je vysvětlen pojem infotainment. V závěru se pak teoretická část věnuje automatizaci, jsou popsány rozdíly mezi výrobní a nevýrobní automatizací a také její netechnické aspekty. Kromě toho jsou zde vyzdvihnuty i ekonomické dopady automatizace a je zde vysvětlen rozdíl mezi automatizací a robotizací. V poslední části je věnována pozornost využití automatizace, a to jak u automobilů samotných, tak i přímo u vývoje.

Praktická část bakalářské práce nejprve představuje podnik Entry Engineering, ve kterém bylo provedeno pozorování. Je zde jeho stručná charakteristika, strategie a vize a jsou zde uvedeny i některé produkty. Dále už se praktická část věnuje manuálnímu testování infotainmentu, kdy jsou popsány testované prvky, používaný hardware, ale i samotný proces testování. Testování se věnuje i další část, kde je objasněno, jak je možné při tomto procesu využít automatizaci. V závěru praktické části dochází k vyhodnocení obou metod a jsou zde navrženy tři konkrétní způsoby, jak automatizované testování zefektivnit.

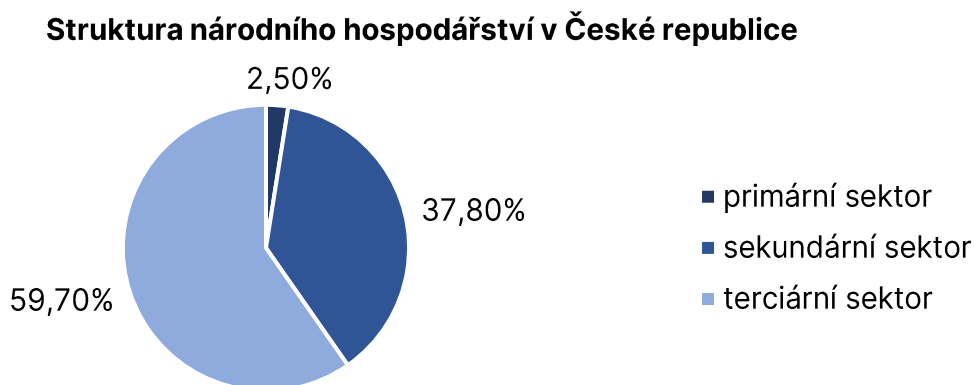
1 Průmysl

Průmysl lze definovat jako výrobní činnosti, při nichž se s použitím technologií neboli výrobních prostředků a výrobních postupů, získávají a zpracovávají suroviny na konečné výrobky (JOBHUB 2023).

Tyto konečné výrobky mohou buď mít další využití nebo jsou určeny k přímé spotřebě. Výrobky, které mají další využití v průmyslu či v zemědělství sloužící jako výrobní prostředky jsou například obráběcí stroje, výrobní automaty, těžební stroje, stavební stroje nebo zemědělské stroje. Výrobky určené k přímé spotřebě jsou například potraviny, nábytek nebo spotřebiče pro domácnost (JOBHUB 2023).

Průmysl spadá do sekundárního sektoru národního hospodářství, prvním sektorem je prvovýroba a terciární sektor představují služby (oneindustry 2021).

Primární sektor tvoří 2,5 % českého hospodářství, sekundární 37,8 % a terciární 59,7 %, viz. Obrázek 1 (oneindustry 2021).



Obr. 1: Struktura národního hospodářství v České republice

Zdroj: Vlastní zpracování dle oneindustry 2021





V České republice je průmysl velmi významným sektorem národního hospodářství. Průmysl členíme na těžební a zpracovatelský nebo na energetický neboli těžký a spotřební neboli lehký. Zpracovatelský průmysl se dále dělí na hutnický, strojírenský a elektrotechnický průmysl. Spotřebitelský průmysl je možno dále členit na potravinářský, oděvní, nábytkářský a polygrafický průmysl (JOBHUB 2023).

V rámci průmyslu působí v České republice hned několik institucí. Jedná se o ministerstvo průmyslu a obchodu, úřad průmyslového vlastnictví, úřad pro ochranu průmyslového vlastnictví, úřad pro ochranu hospodářské soutěže, státní organizace CzechInvest, Evropský fond regionálního rozvoje a CzechTrade (oneindustry 2021).

Průmysl se velice rychle rozvíjí, roboti postupně nahrazují dělníky vykonávající těžkou manuální práci. Robotizace a automatizace v České republice je nejvíce zastoupena v odvětví automobilového a elektrotechnického průmyslu nebo službách. Avšak nejedná se o jedinou oblast, kde k robotizaci a automatizaci dochází, ačkoliv zde k ní docházelo nejdříve. Robotizace a automatizace je zaváděna také v oblasti elektrotechnického, farmaceutického a chemickotechnologického průmyslu. Původně šlo především o nahrazení těžké manuální práce, nyní se však jedná o více segmentů. Jako příklad lze uvést nahrazování práce účetních softwarovým řešením a podobně (JOBHUB 2023).

1.1 Vývoj průmyslu

Celkový vývoj průmyslu byl ovlivněn čtyřmi průmyslovými revolucemi a jejich vynálezy, které zásadním způsobem ovlivnili další vývoj společnosti, viz Obr. 2.

 1. Revoluce	 2. Revoluce	 3. Revoluce	 4. Revoluce
Mechanický tkací stav Strojní velkovýroba	Elektrifikace Montážní linky	Automatizace Elektronika Informační technologie	Masové rozšíření internetu

Obr. 2: Jednotlivé průmyslové revoluce
Zdroj: Vlastní zpracování

První průmyslová revoluce byla započata v Anglii v 18. století. Někdy je také možné přesně datovat začátek první průmyslové revoluce, a to k datu 1784, kdy byl vynalezen první mechanický tkací stav Edmundem Cartwrightem. První průmyslová revoluce přesahovala i do 19. století, kdy probíhalo dokončování přechodu od ruční výroby v manufakturách ke strojní velkovýrobě (Technický deník 2015).

Druhá průmyslová revoluce je spojována s elektrifikací a vznikem montážních linek. Období druhé průmyslové revoluce v podstatě bezprostředně navazuje na období první průmyslové revoluce. Tedy druhá průmyslová revoluce se odehrávala v 19. století, konkrétně je spojována s dvěma daty. Prvním datem je rok 1870, kdy společnost Cincinnati uvedla ve svém výrobním závodě v provoz první montážní linku a začala tak s dělbou práce. Později společnost Cincinnati přešla dokonce na elektrifikovanou montážní linku, která podpořila následný razantní rozvoj masové výroby. Druhým datem je rok 1879, kdy Thomas Alva Edison vynalezl žárovku (Technický deník 2015).

Třetí průmyslová revoluce je přisuzována období automatizace, elektroniky a rozmachu informačních technologií ve 20. století. Nejčastějším konkrétním rokem, který je spojován s třetí průmyslovou revolucí, je rok 1969, kdy byl vyroben první programovatelný logický automat čili PLC. PLC představuje malý průmyslový počítač sloužící pro automatizaci procesů v reálném čase, pro nějž je charakteristické, že se program vykonává v cyklech (Technický deník 2015).

Čtvrtá průmyslová revoluce se odehrává právě teď, tedy ve 21. století a předpokládá se, že by měla trvat minimálně dalších 10 až 30 let. Pro čtvrtou průmyslovou revoluci je charakteristické masové rozšíření internetu a jeho průnik do veškerých oblastí lidské činnosti. Za počátek je tak považován rok 1962, kdy vznikl projekt počítačového výzkumu agentury ARPA, která vyvinula komunikační síť pro počítače s decentralizovaným řízením a v roce 1969 uvedla do provozu první experimentální síť ARPANET. Ke komercializaci internetu došlo v roce 1994 a od té doby je možné pozorovat enormní nárůst uživatelů. Zároveň se k síti připojují nejen lidé, ale také objekty, dále také dochází k prolínání reálných a virtuálních světů a lze tak mluvit o kyber-fyzických systémech (Technický deník 2015).

1.2 Průmysl 4.0

Celá ekonomika a rovněž samotný průmysl prochází podstatnými změnami. Tyto změny jsou způsobeny zaváděním informačních technologií, kyberneticko-fyzických systémů a systémů umělé inteligence do různých odvětví. Jedná se především o všechna odvětví průmyslu, energetiky, obchodu, logistiky a dalších částí hospodářství a celé společnosti (Mařík a kol. 2016).

Dopad způsobený těmito podstatnými změnami je tak významný, že se tento jev označuje jako čtvrtá průmyslová revoluce neboli Průmysl 4.0 (Mařík a kol. 2016).

Tři předcházející průmyslové revoluce byly způsobeny rozvojem mechanických výrobních zařízení poháněných párou, zavedením hromadné výroby s využitím elektrické energie či využitím elektronických systémů a výpočetní techniky ve výrobě. Čtvrtá průmyslová revoluce má ve svém centru rovněž oblast průmyslu, ale zároveň má markantní přesah (Mařík a kol. 2016).

Průmysl 4.0 propojuje virtuální kybernetický svět a svět fyzické reality. Toto spojení umožňuje zásadní interakce těchto systémů s celou společností. Z pohledu moderní teorie systémů je Průmysl 4.0 chápán jako revoluce kyberneticko-fyzicko-sociální (Mařík a kol. 2016).

Výše zmíněné změny představují také určité příležitosti a hrozby. Z tohoto důvodu již řada vyspělých zemí přistoupila k podpoře Průmyslu 4.0 v dedikovaných programech a systémových opatřeních (Mařík a kol. 2016).

Každá země by si měla být těchto příležitostí a hrozeb vědoma a schopna na ně reagovat, jelikož poskytují nesmírné příležitosti v oblasti udržitelnosti, zvýšení produktivity průmyslové výroby a služeb až po poptávku po kvalifikované práci. Pokud země nepřistoupí k těmto faktorům se značným důrazem, může dojít ke ztrátě konkurenceschopnosti, což může mít za následek zvýšení nezaměstnanosti a snížení produktivity. Ztráta konkurenceschopnosti země má dopad na celkový rozvoj společnosti (Mařík a kol. 2016).

1.2.1 Principy

Pojetí Průmyslu 4.0 vychází z dokumentu z roku 2013, který by představen v rámci veletrhu v Hannoveru. Dle toho dokumentu, který popisuje pojetí Průmyslu 4.0 by měly vzniknout tak zvané chytré továrny neboli smart factory. Tato smart factory bude využívat kyberneticko-fyzikální systémy, které se ujmou jednoduchých a opakujících se činností, které do té doby museli vykonávat lidé (Kaminský 2016).

Samotná koncepce Průmyslu 4.0 je postavena na plném propojení výrobních strojů, zpracovávaných produktů, polotovárů, dalších systémů a subsystémů průmyslového podniku prostřednictvím počítačů. Tato koncepce počítá s vytvořením inteligentní distribuované sítě různorodých entit podél celého řetězce, který vytváří hodnotu. Jedná se tedy o síť, která zahrnuje výrobní, ekonomické, obchodní, logistické a další úseky. Každý úsek je představován softwarovými moduly, které fungují relativně autonomně a v případě potřeby spolu navzájem interagují (Kaminský 2016).

Konkrétní principy využívané v koncepci průmyslu 4.0 jsou interoperabilita, virtualizace, decentralizace, funkčnost v reálném čase a modularita (Kaminský 2016).

Princip interoperability v průmyslu 4.0 představuje možnost kyberneticko-fyzikálního systému, lidí a všech prvků smart factory navzájem interagovat, a to za pomoci internetu věcí a také internetu služeb (Kaminský 2016).

Dalším principem využívaným v konceptu průmyslu 4.0 je virtualizace, kterou je možné popsat jako možnost propojování fyzických systémů s virtuálními prvky a simulačními nástroji (Kaminský 2016).

Princip, který je rovněž v průmyslu 4.0 důležitý je decentralizace, kterou představuje paralelní a autonomní výkon rozhodnutí a řízení v dílčích subsystémech (Kaminský 2016).

Nedílným principem je také funkčnost v reálném čase, která reprezentuje klíčovou podmínku pro bezproblémovou komunikaci, rozhodování a řízení v systémech reálného světa (Kaminský 2016).

Posledním principem je maximální možná modularita a schopnost samosprávné rekonfigurace na bázi automatického rozpoznání a odhadu stavu (Kaminský 2016).

1.2.2 Charakteristiky

Dle studie společnosti Deloitte existují čtyři základní pilíře definující Průmysl 4.0. Jedná se o vertikální integraci, horizontální integraci, průnik napříč řetězcem hodnot a životním cyklem výrobku i zákazníka a v neposlední řadě akcelerace skrze exponenciální technologie (Deloitte 2015).

První charakteristikou koncepce Průmyslu 4.0 je vertikální integrace počítačových systémů ve výrobních podnicích, díky čemuž se mohou podniky automaticky přizpůsobit nečekaným změnám (Deloitte 2015).

Druhou charakteristikou je horizontální integrace veškerých prvků výrobního cyklu. Jedná se tedy o propojení procesů od vytvoření objednávky, přes výrobu až po konečné dodání výrobku zákazníkovi v rámci jediného systému. Na základě takového propojení se stane cyklus každého jednotlivého výrobku transparentní, čímž se vytvoří schopnost flexibilní reakce na nenadálé změny (Deloitte 2015).

Třetí charakteristikou je průnik napříč řetězcem hodnot i životním cyklem výrobku a zákazníka. Implementace úprav ve výrobním systému tak lze provést jednoduše a bez pozastavování výroby (Deloitte 2015).

Čtvrtou a poslední charakteristikou je akcelerace prostřednictvím exponenciální technologie (kvantové počítače, pokročilá robotika, autonomní výrobní linky, umělá inteligence) (Deloitte 2015).

1.2.3 Technologie

Průmysl 4.0 je postaven na několika základních technologiích – internet věcí, internet služeb, Big Data, rozšířená realita (AR), aditivní výroba (3D tisk), autonomní roboti, simulace (digitální dvojčata), kybernetická bezpečnost (SAP 2023).

Internet věcí je systém, ve kterém je možné prostřednictvím internetu a vložených čipů, senzorů a softwaru řídit různé objekty na dálku a zároveň spolu mohou tyto objekty interagovat. Důraz je zde kladen na vzájemnou konektivitu jednotlivých objektů (oneindustry 2021).

Příklady, které je možné uvést jako internet věcí jsou fotoaparáty se schopností odesílat vytvořené fotografie přes WiFi, automobily vysílající údaje o své poloze a rovněž i o stavu motoru a podobně (Kernighan 2019).

Internet služeb je systém, jehož podstatou je online práce a sdílení dat v cloudových úložištích. Cloudy představují prostředek pro kooperativní vytváření obsahů. Opět je zde kladen důraz na vysokou konektivitu. K využívání je třeba pouze internetové připojení a jakýkoliv webový prohlížeč, již není nutné ukládat data na hard disk (oneindustry 2021).

Big Data jsou shromažďována hned z několika různých zdrojů (od výrobního zařízení, přes systémy ERP a CRM až po aplikace pro počasí a provoz). Následně dochází k analýzám, které jsou založené na umělé inteligenci (AI) a strojovém učení. Takovéto analýzy jsou využívány pro vylepšení rozhodování a automatizace ve všech stádiích dodavatelského řetězce (SAP 2023).

Prostřednictvím rozšířené reality (AR) lze zastřešit digitální obsah. Zaměstnanci tak využívají rozšířenou realitu například k vizualizaci dat, opravám či montážím, školením (SAP 2023).

Aditivní výroba neboli také 3D tisk, který byl nejprve z počátku využíván především pro rychlé prototypování, avšak nyní nabízí široké využití (SAP 2023).

Autonomní roboti jsou uplatňováni při plnění úkolů s minimálním lidským zásahem. Tito roboti se mohou lišit ve velikostech podle konkrétního využití. Roboti jsou opatřeni nejlepším softwarem, umělou inteligencí, senzory, strojovým viděním a jsou schopni plnit nejtěžší úkoly. Dokážou diagnostikovat, analyzovat a konat na základě informací, které zjišťují od svého okolí (SAP 2023).

Simulace neboli digitální dvojče je virtuální simulace stroje, výrobku, procesu či systému v reálném světě. Díky takovéto simulaci jsou podniky schopny lépe porozumět průmyslovým systémům a výrobkům, provádět jejich analýzy a vylepšovat jejich produktivitu (SAP 2023).

Kybernetická bezpečnost je v případě Průmyslu 4.0 naprosto klíčová. Díky kybernetické bezpečnosti mohou podniky automatizovat prevenci, rozpoznání hrozeb a následnou reakci na ně. Čímž mohou podniky minimalizovat riziko narušení či úplného přerušení výroby (SAP 2023).

1.2.4 Smart factory

Smart factory neboli v češtině chytrá továrna též inteligentní továrna představuje systém, který je schopný autonomně řídit kompletní výrobní procesy. Jedná se o pružný systém, který je schopen se sám optimalizovat a přizpůsobovat se měnícím se podmínkám a zároveň se z nich i učit. Rovněž se jedná o proaktivní systém, takže je schopen predikovat vývoj situace a jednat na základě dostupných informací (ITeuro 2022).

Běžná struktura smart factory je rozdělena do pěti úrovní – fyzická, síťová, úložiště, analytická a aplikační. Takovéto řešení umožňuje propojení provozních technologií (automatické systémy, senzory, stroje a zařízení, RFID tagy, kontrolní prvky, logistická zařízení, programovatelné logistické systémy – PLC), komunikační protokoly a sítě s informačními technologiemi (komplexní podnikový informační systém – ERP s integrovaným plánováním – APS, systémy pro řízení výroby – MES, systémy řízení životního cyklu produktu – PLM, systémy pro řízení dodavatelského řetězce – SCM a řízení vztahů se zákazníky – CRM (ITeuro 2022).

1.2.5 Možné ekonomické dopady

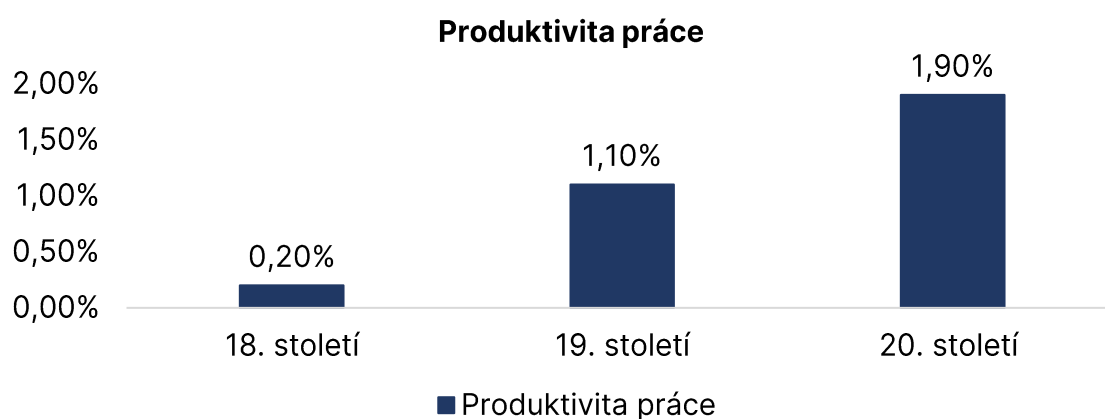
V tento okamžik je možné pouze odhadovat k jakým konkrétním výsledným dopadům dojde díky průmyslu 4.0 a v jaké ekonomické důsledky vyústí. Avšak již teď lze pozorovat určité změny, ke kterým v ekonomice postupně dochází v návaznosti na Průmysl 4.0 a predikovat jejich průběh (oneindustry 2021).

Prvním možným dopadem zavedení Průmyslu 4.0 je vytvoření nových pracovních míst. Nejprve by mělo dojít k úbytku nízko kvalifikovaných pracovních míst. V tomto případě se jedná o pracovní pozice s nízkou přidanou hodnotou. Jedno ztracené místo by mělo umožnit vznik 2,5 nových pracovních míst s vyšší kvalifikací. Tedy pokud opravdu nastane nahrazení těchto pracovních míst jinými a kvalifikovanějšími, mělo by toto mít na společnost pouze pozitivní dopad, a to v podobě vyšší parity kupní síly pojmící se se spotřebou a blahobytem společnosti (oneindustry 2021).

Ačkoliv dojde k určitému úbytku pracovních míst, časem by naopak měla vzrůst poptávka po pracovnících s vyšší kvalifikací. Jedná se o nové pracovní pozice v oblasti IT, vývoje a marketingové komunikace (oneindustry 2021).

Druhým možným dopadem zavedení Průmyslu 4.0 je zvýšení produktivity práce. Produktivita práce by se měla po zvedení Průmyslu 4.0 zvýšit o jednu třetinu (33,33 %) (oneindustry 2021).

V 18. století byla v Evropě průměrná produkce na obyvatele 0,2 %, v 19. století se zvýšila na 1,1 % a v 20. století vzrostla na 1,9 %, viz Obr. 3. Avšak je nutné zdůraznit, že ve skutečnosti byl růst produktivity ještě větší, jelikož průměrná pracovní doba postupně klesala. Pokud by produktivita práce opravdu takto razantně vzrostla, bylo by logickým krokem zkrácení pracovní doby (oneindustry 2021).



Obr. 3: Produktivita práce 18. – 20. století

Zdroj: Vlastní zpracování dle oneindustry 2021

Třetím možným dopadem zavedení Průmyslu 4.0 by byl pokles či téměř nulové mezní náklady spojené s výrobou. Tedy že nejvyšší náklady spojené s výrobou by byly ty, které jsou potřebné k postavení výrobního zařízení. Pokud by došlo k implementaci zásad cirkulární ekonomiky, přeorientování energetiky na obnovitelné zdroje, tak by mezní náklady spojené s výrobou v plně automatizovaných podnicích mohly být téměř nulové (oneindustry 2021).

Celkové vyšší bohatství společnosti by poskytlo podmínky pro zaměstnanost, více práce ve veřejném sektoru, neziskových organizacích a pro sociální práci (oneindustry 2021).

2 Automotive

Automotive nebo také automotive industry (česky automobilový průmysl) je souhrnný název pro všechny subjekty a aktivity zabývající se výrobou automobilů a většiny jejich součástí (mimo pneumatik, baterií a pohonných hmot). Hlavním předmětem výroby jsou osobní vozidla a lehká nákladní vozidla (jako např.: pickupy, dodávky nebo SUV) (Britannica 2023).

I přes jeho krátkou historii měl automobilový průmysl nezpochybnitelný dopad na historický vývoj dějin ve 20. a 21. století (Britannica 2023).

Historie automobilového průmyslu je úzce spjata s vynálezem spalovacího motoru v 60. a 70. letech 19. století. Za první automobil se považuje Benz Patent-Motorwagen Nummer 1 zkonstruovaný Karlem Benzem (Britannica 2023).

2.1 Automobilový průmysl v České republice

V automobilovém průmyslu je v České republice napřímo zaměstnáno více než 180 tisíc lidí a s navazujícími obory je to přes 500 tisíc zaměstnanců. Produkce automobilového průmyslu tvoří 26 % celkové průmyslové výroby a představuje 23 % exportu České republiky (AutoSAP 2023).

Navzdory výzvě se v České republice za loňský kalendářní rok vyrobilo 1 217 787 osobních vozidel. Meziročně tak toto odvětví zaznamenalo 10% nárůst oproti roku 2021. Na tuzemský trh pak zamířilo 87 736 vozidel, tedy o 9,7 % méně než v předchozím roce. Přes 92 % automobilů vyrobených na území ČR zamířilo na zahraniční trhy (AutoSAP 2023).

Celkem 11% podíl na produkci automobilů v ČR měla elektrická vozidla. Těch se v roce 2022 vyrobilo 134 944 kusů (AutoSAP 2023).

2.2 Trendy v automotive

Hlavním trendem posledních let je zaměření se na ochranu životního prostředí. Například Volkswagen Group představila svoji koncernovou environmentální misi „goTOzero“. Ta se zaměřuje na čtyři prioritní oblasti: klimatická změna, zdroje, kvalita ovzduší a dodržování environmentálních předpisů. Všechny značky koncernu se v ní zavazují k dodržení Pařížské klimatické dohody a s ní spjatou uhlíkovou neutralitu do roku 2050. Zároveň plánují navýšit podíl elektrických vozidel v portfoliu na 25 % do roku 2025 a na 40 % do roku 2030 (Škoda 2023).

Do budoucna pak podle průzkumu společnosti KPMG chtějí automobilky investovat více než 70 % svých prostředků na výzkum a vývoj nových technologií do třech zásadních odvětví. Těmi mají být nové technologie pohonných jednotek, software i hardware pro autonomní řízení a technologie pro digitální propojení vozidel (KPMG 2023).

Dalším důležitým trendem v oblasti automotive je konsolidace, díky čemuž většinu průmyslu vlastní nadnárodní koncerny, z čehož vyplývá, že zanikli drobní nezávislí výrobci. Hlavním důvodem konsolidace je sériová výroba, která vyžaduje velké investice do vybavení a nástrojů, které si mohou dovolit právě jen velké společnosti. Struktura těchto velkých společností má své počátky ve 20. letech minulého století, kdy ji poprvé implementovalo General Motors. Hlavním subjektem je centrální organizace, která je zodpovědná za obecnou politiku a plánování. Další úseky už jsou polo autonomní a jsou odpovědné za svůj interní management (Brittanica 2023).

Dalším trendem, který je nutné zmínit je využívání konceptu just-in-time. Hlavním principem just-in-time je zajištění jednotlivých subdodávek pro hlavní výrobní proces až v momentě, kdy je hlavní proces potřebuje. Cílem této metody je minimalizovat pohyb materiálu v rámci společnosti a tím snížit náklady na skladování a dopravu (Česká logistika 2023).

2.3 Infotainment

Původ slova infotainment lze najít v anglických slovech information, což v překladu do češtiny znamená informace, a entertainment, což lze přeložit jako zábava. V praxi jde pak o propojení a spojení informací a zábavy (Mediaguru 2023).

Ve světě automotive jde pak o vestavěné palubní počítače, které v sobě ukrývají mnoho funkcí, od rádia až po výstup parkovací kamery a parkovacích senzorů. Úkolem infotainmentu je doručit řidiči a pasažérům jak zábavu, tak informace, a to za pomoci audiovizuálního rozhraní, ovládacích prvků (dotyková obrazovka, tlačítka) nebo hlasových povelů (eInfochips 2023).

Hlavními prvky infotainmentu ve vozidlech jsou displej, přístrojová deska a head-up display, tedy ty části, které lze na první pohled vidět. Vedlejšími prvky jsou čipy, OS, CAN, komunikační moduly a sensorové vybavení vozidla. Kompletní model architektury moderních infotainment systémů lze vidět na obrázku číslo 4 (eInfochips 2023).

Tabulka 1: Systémová architektura infotainmentu

Systémová architektura infotainmentu				
HMI	Řeč	Uživatelské rozhraní	Jádro	
Aplikace	Zábava	Práce	Síť	Navigace
Middleware	Média a grafika	Platformové řízení	Systémová infrastruktura	Konektivita
Operační systém	BSP	Jádro		
Hardware	Procesor	Paměť	CAN	Bootloader

Zdroj: vlastní zpracování eInfochips 2023

Mezi hlavní funkce moderního infotainmentu patří systémy pro hlídání řidiče, párování chytrého telefonu (jak přes USB, tak přes Bluetooth), rádio, multimédia (hudba, video), asistenční systémy nebo CarPlay/Android Auto konektivita (eInfochips 2023).

Automobilka Škoda Auto v současné době nabízí ve svých vozech celkem 11 různých typů infotainment systémů (Škoda Auto 2023).

2.4 Automatizace

Automatizace je chápána jako soubor činností spočívajících v návrhu a realizaci opatření, která umožňují samočinně vykonávat takové činnosti člověka, které souvisí se spouštěním strojů, s výpočty při řízení provozních parametrů strojů, s optimalizací jejich chodu a jejich zastavováním. Stroj jako zařízením vyrobené člověkem nahrazuje, zrychluje a usnadňuje lidskou práci. Mechanizační stroj je pak zařízení, které pouze odstraňuje namáhavou a opakující se práci (Beneš a kol. 2012).

Historie automatizace sahá daleko do lidské historie. První zmínky tak lze nalézt už v období helénismu, kdy Hero zkonstruoval automaticky otevírané dveře u jednoho z chrámů. V momentě, kdy kněží v chrámu zažehli oheň na oltáři se dveře automaticky otevřeli (Guarnieri 2010).

Jedním z velkých milníků byl pak vynález odstředivého regulátoru otáček, který je připisován Jamesi Wattovi. Tento vynález zásadně ovlivnil možnosti využití parního stroje, když se po jeho implementaci zvýšil výkon parního stroje na dvojnásobek (Beneš a kol. 2012).

Rozvoj páry a elektřiny v 19. století pak poskytl automatizaci důležité přístrojové zázemí, díky kterému bylo možné automatizovat chod složitých strojů a zařízení, a to až po současnou úroveň plně automatické výroby (Beneš a spol. 2012).

Ve 20. století byl kladen důraz na automatizaci výrobních strojů a linek, automatizaci energetiky, těžkého strojírenství, chemického a potravinářského průmyslu, ale i zemědělství. V těchto odvětvích se daly dobře prokázat přínosy automatizace a tím zdůvodnit návratnost investic, které vzhledem na tehdejší automatizační prostředky byly poměrně vysoké (Maixner a spol. 2014).

V dnešním světě je automatizace především důležitým nástrojem na zvýšení produktivity, kvality a konkurenceschopnosti, a to jak ve výrobním sektoru, tak i ve službách. Samotným společenstvem umožňuje vyrovnat se se světovou konkurencí a zařadit se na globální trh a pro koncové pracovníky zajišťuje bezpečnost a také jim pomáhá zbavit se těžké a únavné práce (Beneš a kol. 2012).

2.4.1 Výrobní a nevýrobní automatizace

Výrobní automatizací se rozumí automatizace výrobního procesu a jednotlivých výrobních operací. Tato automatizace se tak zaměřuje na hlavní a obslužné procesy v různých druzích výrob: v hutích, slévárnách, strojírenských provozech atd. Mezi typické produkty patří automatizované výrobní linky, pružné výrobní systémy a výrobní robotizovaná pracoviště (Maixner a spol. 2014).

Nevýrobní automatizace je taková oblast automatizace, která se zabývá automatizací nevýrobních procesů (např.: stravování, konstruování, léčení apod.) a funkcí nevýrobních soustav (např.: automobily, letadla, lékařské přístroje apod.). Zabývá se tedy především automatizací veřejných služeb, vzděláváním, obranou státu, ochranou majetku soukromých osob apod. Kromě toho se zaměřuje i na automatizaci funkcí různých výrobků běžného spotřebního zboží jako jsou například televize, fotoaparáty, pračky nebo myčky (Maixner a spol. 2014).

2.4.2 Netechnické aspekty automatizace

Kromě technických informací, které jsou nezbytné pro kvalitní provedení automatizace, existují i další aspekty, které je třeba respektovat. Jsou jimi znalosti cizích jazyků, etické otázky automatizace, sociální otázky, ekologické působení a ekonomické skutečnosti (Maixner a spol. 2014).

Při realizaci automatizačního řešení se používají komponenty z různých částí světa a podílí se na ní mnoho pracovníků z různých zemí. Proto je jako základní dorozumivací jazyk v mezinárodních automatizačních projektech stanovena angličtina (Maixner a spol. 2014).

V roce 1963 Isaac Asimov formuloval soustavu pravidel, která by měla být zakomponována do inteligentních robotů s ohledem na jejich působení v lidské společnosti. Učinil tak se svým románem „Já robot“ (Maixner a spol. 2014).

Pravidla, která představují etické otázky automatizace, byla následující:

1. Robot nesmí ublížit člověku nebo svou nečinností dopustit, aby člověku bylo ublíženo.
2. Robot musí uposlechnout příkazů člověka kromě případů, kdy tyto příkazy jsou v rozporu s prvním zákonem.
3. Robot musí chránit sám sebe před zničením kromě případů, kdy tato ochrana je v rozporu s prvním nebo druhým zákonem (Asimov 2012).

Automatizace často vyřazuje pracovníky výrobních a jiných procesů, a to je nutno brát jako důležitou sociální otázku, jelikož tito zaměstnanci přicházejí o práci. Měli by se tak vždy postupovat systematicky a zvážit i důsledky realizované automatizace (Maixner a spol. 2014).

Při zavádění automatizovaných řešení by nemělo docházet k zhoršování stavu životního prostředí. Je nutné zavádět kontrolní procesy, které budou po implementaci automatizace sledovat, zda k zhoršení stavu nedochází (Maixner a spol. 2014).

Vzhledem ke skutečnosti, že se tržní ekonomika zaměřuje především na vytváření finančního zisku, tak nelze opomenout ani ekonomický aspekt automatizace (Maixner a spol. 2014).

2.4.3 Ekonomické přínosy automatizace

Pro vyhodnocení zisku daného záměru v tržní ekonomice je třeba zvážit jeho náklady a přínosy. Mezi náklady na zavedení automatizačního řešení mohou být náklady na práci odborníků, na zakoupení jednotlivých strojů, na vyškolení pracovníků nebo poplatky za poradenské služby (Maixner a spol. 2014).

Naopak mezi hlavní přínosy automatizace můžeme zařadit (Maixner a spol. 2014):

1. Zkrácení průběžné doby výroby a tím pádem možnost vyřídit přijatou objednávku co nejrychleji. S tím souvisí i možnost rychlé změny produktu podle zákaznických požadavků.
2. Zvýšení jakosti, kdy odstranění lidských zásahů do výrobního procesu zvyšuje jeho kvalitu, přesnost i spolehlivost.
3. Udržení vysoké produkce vzhledem ke zkracování doby životnosti výrobku.
4. Snížení výrobních nákladů.
5. Optimalizace výrobního procesu, díky okamžitému získání různých parametrů, vyhodnocení daných hodnot a provedení potřebného zásahu v reálném čase.

2.4.4 Robotizace

I když pojmy automatizace a robotizace lze většinou zaměnit, jsou mezi nimi drobné rozdíly. Automatizace je proces využívání technologií pro vykonávání lidských úkonů. Robotizace je proces vyvíjení robotů pro nějakou specifickou funkci. Je tedy třeba zdůraznit, že ne všechny typy automatizací využívají roboty, a ne všichni roboti jsou navrženi pro proces automatizace. Nicméně většina robotů je využívána právě k této funkci, a to především v průmyslu (IntelliChief 2018).

Roboty a manipulátory jsou velmi komplexní zařízení a jejich struktura se liší v závislosti na charakteru manipulačních, technologických a obslužných úkolů. Robotické soustavy se tak dělí do tří základních typů: průmyslové roboty, servisní roboty a osobní roboty. Průmyslové roboty jsou určeny pro nasazení v průmyslové výrobě k plnění manipulačních a technologických úloh a jejich vývoj probíhá kontinuálně už od 60. let minulého století. Naopak servisní roboty jsou fenoménem od první 21. století a jsou určeny k plnění servisních úloh v neprůmyslovém nasazení (Hotař 2020).

Pro srovnání, v roce 2019 se podle údajů Mezinárodní robotické federace prodalo 373 tisíc kusů průmyslových robotů. V tom stejném období se prodalo 23,4 milionu kusů servisních robotů a předpokládá se, že toto číslo vzroste v letošním roce až na 60 milionů prodaných kusů za rok (Hotař 2020).

2.5 Využití automatizace

Mezi typické oblasti aplikací nevýrobních automatizací patří například využití v zabezpečování budov, v automobilech a letadlech, v inteligentních budovách, v domotice, ve zdravotnictví nebo u veřejně přístupných automatů (Maixner a spol. 2014).

2.5.1 Automobily a letadla

Automobily a letadla by se už dnes neobešly bez různých typů automatizačních řešení jakými jsou například automatické dálkové ovládání, automatická regulace nebo automatického měření. Dnešní automobily v sobě mají zabudováno až 10 mikroprocesorů a dalších specializovaných čipů pro zvládnutí všech automatizovaných funkcí. Vzhledem k rozložení jednotlivých čidel a výkonných členů po celém vozidle bylo třeba vyřešit jejich vzájemnou komunikaci bez neúměrného zvýšení počtu potřebných kabelů a aby bylo umožněno standardní propojování komponent od jednotlivých výrobců. Pro tyto potřeby vznikla v roce 1983 specializovaná sběrnice CAN, a to díky spolupráci firem Bosch a Intel (Maixner a spol. 2014).

Základními charakteristikami sběrnice CAN jsou: liniová sběrnice, maximální rychlost až 1 Mb/s (do délky 40 m) a maximální délka 6,7 km (při 10 kb/s). Sběrnice CAN je široce využívána a dochází k jejímu neustálému zdokonalování (viz ISO 11 898). Mezi nejznámější automatizované funkce v automobilech patří: automatické řazení rychlostních stupňů, automatické protiblokovací zařízení ABS, automatické udržování vzdálenosti od vpředu jedoucího vozidla nebo automatické parkování (Maixner a spol. 2014).

Zajímavostí je, že dnešní stíhací letouny jsou konstruovány jako silně nestabilní pro dosažení vysoké manévrovací schopnosti a rychlosti reakce. Stabilní let těchto letounů je tedy v plném rozsahu řízen automaticky. Pokud dojde k vysazení automatických řídicích systémů se letadlo stává pro pilota prakticky neovladatelným a musí dojít ke katapultaci (Maixner a spol. 2014).

2.5.2 Využití automatizace při vývoji

Automatizace je dnes hojně využívána, a to jak při vývoji hardwaru, tak i softwaru. Pokud jde o testování softwaru, tak se automatizace především zabývá testy, které mají za úkol simulovat činnost testera v uživatelském rozhraní testovaného systému (takzvané front-end testy). Kromě funkcionálních testů (testování správného chování funkcí systému podle funkční specifikace) lze automatizovat i například testy bezpečnostních systémů (Bureš a spol. 2016; kitner 2021).

Mezi manuálním a automatizovaným testováním je několik rozdílů. Tím hlavním je, že automatizovaný test je vykonáván nějakým programem, který simuluje jednotlivé kroky v testovaném systému. Dalším rozdílem je, že automatizovaný test je vždy stejný, a to sebou přináší jak výhody (prokazatelnost výsledků), tak nevýhody (nelze vyzkoušet jinou kombinaci vstupů nebo dat). Obecně automat nemůže nahradit kreativitu a přizpůsobivost testera a neumí tak samostatně řešit situace, kdy se chování testovaného systému liší od očekávaného chování. Důsledkem toho je, že negativní výsledek automatizovaného testu je potřeba nezávisle vyhodnotit testerem, jelikož automatem nalezená chyba nemusí nutně znamenat defekt systému, ale může jít o chybu v samotném automatizovaném testu (Bureš a spol. 2016).

Asi největším problémem automatizovaného testování je údržba automatizovaných testů. Pro snížení náročnosti údržby je potřeba vhodně vybrat testovací scénáře, upravit kódování a mít dobrou informovanost o změnách testovaného softwaru (Bureš a spol. 2016).

3 Představení podniku Entry Engineering

Entry Engineering s.r.o. je společnost založená v roce 2011 panem Pavlem Paickrem, který v současné době působí jako CEO. Zabývá se vývojem technologií, testování a inženýrstvím v oblasti automobilového průmyslu. Od roku 2014 patří mezi dodavatele VW Group a v roce 2022 do ní podílově vstoupila společnost Matador. Hlavní sídlo společnosti je v Liberci a další pobočky má v Jablonci nad Nisou, Ohrazenicích a Mladé Boleslavi. K dnešnímu dni má cca 300 zaměstnanců a její obrat činil v roce 2022 asi 15 milionů €, viz Tabulka 1.

Tabulka 2: Představení podniku

Název podniku	Právní forma	Rok založení	Počet zaměstnanců	Obrat (2022)
Entry Engineering s.r.o.	Společnost s ručením omezeným	2011	300	15 mil. €

Zdroj: Vlastní zpracování dle kurzy.cz 2023

Předmětem podnikání společnosti Entry Engineering, jejíž logo lze vidět na obrázku číslo 5, jsou především inženýrské služby (vizualizace součástí a dílů, DMU analýzy), konzultace (ohledně výběrového řízení, výběru a nákupu hardwaru a softwaru i benchmarkingu), metodické podpory (školení zaměstnanců v efektivním využívání softwaru Catia, studii proveditelnosti i v plánování rozpočtu), servisní služby (technická a aplikační podpora) a interaktivní elektronika.



Obr. 4: Logo společnosti

Zdroj: entry-cz.com 2023

3.1 Strategie a vize podniku

Hlavním strategickým cílem ENTRY Engineering v období let 2023 až 2025 je rozvíjet stávající zakázky v oblasti e-technického vývoje Škoda Auto a koncernu VW. Dále postupně získávat nové zakázky v rámci větších dodavatelských firem vyvíjející elektroniku pro automobilový průmysl, jako jsou Cariad/Digiteq Automotive, IAV, Forvia.

V oblasti automobilového průmyslu se v posledních letech objevují nová témata v rámci přísnějších legislativních norem. Jedná se zejména o požadavky EHK – především e-Call, CSMS, SUMS. Firma se tak chce zaměřit na získání strategického know-how pro řešení těchto témat.

S rostoucí složitostí a celkovou rozmanitostí SW vzniká v automobilovém prostředí potřeba rozsáhlejšího testování řídicích jednotek a elektroniky obecně. Díky tomu je podstatně více testů, aktualizací a flashování jednotek a jak před, tak i po nasazení do výroby. Pro urychlení celého procesu společnost připravuje speciální elektroniku a personál.

3.2 Produkty a klienti

Společnost Entry Engineering nabízí vedení projektů, podporu projektů, funkční vlastnictví, IT a „cyber-security“ vývoj a „Error“ management.

Společnost Entry Engineering se zabývá vývojem a rovněž i výrobou testovacího vybavení v automotive. Konkrétně se jedná o prezentační demonstrátor, testovací kufr, testovací rack, testovací neboli tracovací svazek, EntrySim, CAN Guru, CAN Viewer, SIM Guru, DBC Browser a uTESTERA. Dále budou rozebrány nejdůležitější produkty společnosti.

3.2.1 Prezentační demonstrátor

Prezentační demonstrátor se využívá pro simulace mobilních online služeb 4. generace ve Škoda Auto. Tento produkt snoubí použití nejvhodnějších materiálů a vzdálené ovládání CAN/ETH simulací. Prezentační demonstrátor kopíruje design kokpitu nejnovější Škody Enyaq a zároveň umožňuje prezentovat přes mobilní telefon funkci mobilních služeb. Nechybí ani další funkce jako je vzdálené ovládání klimatizace nebo hlasové ovládání. Veškerá elektronika je umístěna v konstrukci v podstavci.

3.2.2 Testovací kufr

Testovací neboli prezentační kufr je plně funkčním infotainmentem včetně mobilních online služeb umístěný v přenosném a odolném boxu. Tento produkt vznikl pro prezentační účely designu ve Škoda Auto. U tohoto produktu bylo při jeho vývoji velmi důležité správné rozložení všech komponentů a také zabránění případnému přehřívání řídicích jednotek. Tento testovací kufr je možné přizpůsobit jakékoliv platformě, modelu či prototypu. Provoz produktu je zajištěn pomocí EntrySim, což je programovatelná CAN simulace, která odesílá potřebné informace na určené sběrnice. Zajímavou součástí testovacího kufru je malý model auta s funkčními LED světlomety, prostřednictvím kterého je možné vyzkoušet konektivitu MOD přes službu Honk and flash.

3.2.3 Testovací rack

Testovací rack (viz Obr. 6) je plně konfigurované testovací zařízení, které slouží k provádění softwarových testů a zkoušek. Díky testovacímu racku je možné otestovat veškerou elektroniku ve voze či pouze určitou část. Celý testovací rak má kompaktní stolní rozměry a umožňuje snadnou výměnu samotných řídicích jednotek. Tímto zařízením je společnost schopna pokrýt mnoho oblastí ve vývoji elektroniky. Jedná se například o testování mobilních online služeb, rádia, zobrazovacích displejů, kompletního osvětlení vozu, klimatizace, systému dobíjení vozu, funkčních tlačítek, testy mobilní aplikace, nouzového volání a podobně.



Obr. 5: Testovací rack
Zdroj: interní zdroje

3.2.4 EntrySim

EntrySim je samostatné zařízení či doplňková výbava v podobě CAN/ETH/LIN simulace v hliníkovém kompaktním pouzdře, viz Obr. 7. Produkt dokáže posílat zprávy v jeden okamžik až na 4 sběrnice CAN FD. Zprávy a jejich signály je možné konfigurovat a přizpůsobovat konkrétním potřebám. Standardně jsou nabízené funkce jako je zapnuté zapalování, rychlost vozu, stav nabití baterie, podsvícení tlačítek a displeje, natočení volantu nebo otáčky motoru. EntrySim je kompatibilní se všemi platformami Škoda Auto.



Obr. 6: EntrySim
Zdroj: interní zdroje

3.2.5 uTESTERA

UTESTERA je kompaktní zařízení, které je určeno pro integraci do testovacího stavu s možností osadit až pět volitelných hardwarových modulů. Nabízí rychlý a přehledný přístup k hlavním funkcím zařízení. Umožňuje vzdálenou správu stavů, podporuje tvorbu skriptů pro automatizované testování, a to díky softwaru Testera. Produkt poskytuje diagnostickou podporu při kódování či přizpůsobení řídicích jednotek. Součástí produktu uTESTERA je rozsáhlá sada programového vybavení.

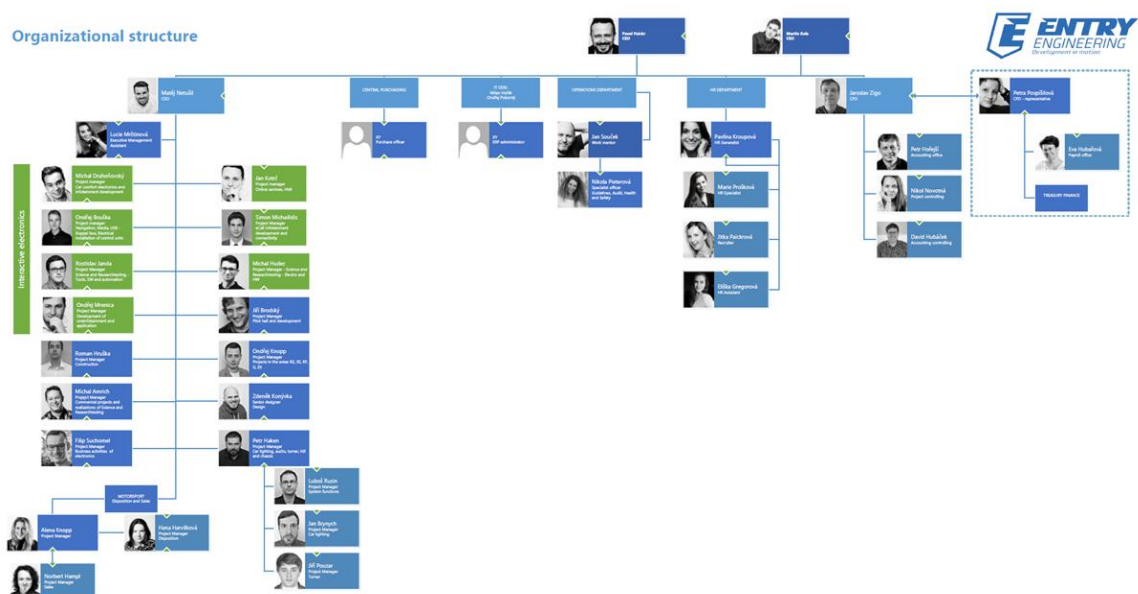
3.2.6 Klienti

Portfolio klientů společnosti Entry Engineering je velice široké. Jedná se například o následující společnosti:

- VW Group
- ŠKODA Motorsport
- Digiteq Automotive
- IAV
- Joynext
- Panasonic
- Luxoft
- Cariad
- Bobcat
- Forvia
- Tatra
- LGe

3.3 Struktura podniku a jednotlivých oddělení

Vzhledem k velikosti podniku není struktura nikterak složitá, viz Obr. 8. V čele společnosti jsou dva jednatele, a to pan Pavel Paickr (zakladatel) a pan Martin Kele (za Matador Group).



Obr. 7: Struktura podniku
Zdroj: interní zdroje

Pod nimi je pak šest různých oddělení – prodej, nákup, IT, řízení provozu, HR a finanční oddělení. Oddělení zodpovědná za testování spadají pod prodej, jehož šéfem je pan Matěj Netušil.

Prodej se pak dále dělí podle jednotlivých projektů, kdy vedoucím projektu nebo projektů je projekt manager.

Projektovým manažerem zodpovědným za testování je Ing. Ondřej Bouška a spadají pod něho týmy (projekty) navigací, hlasového ovládání a médií. Konkrétně média tým má 4 členy, přičemž dva se zaměřují na USB konektivitu a koppelbox, jeden na Bluetooth konektivitu a média a jeden na automatizaci a podporu testování.

4 Testování infotainmentu

Všechny prvky automobilů podléhají různým testům a testují se samozřejmě i auta jako celky. Je potřeba kupříkladu zjistit, zda budou všechny díly fungovat při extrémních teplotách, různých rychlostech nebo i v rozdílných částech světa. Testuje se jak dynamicky (v testovacích vozidlech), tak i staticky (na testovacích stavech). Důležité je, aby se auto otestovalo v co možná největším počtu situací, které ho mohou za jeho život potkat.

4.1 Testované prvky

Z pohledu infotainmentu pak nejsou testy o nic méně komplexní než u kteréhokoliv jiného dílu. Je potřeba otestovat všechny jeho prvky ať už se jedná o přehrávání hudby, navigaci nebo třeba připojení telefonu.

Firma Entry Engineering, konkrétně pak její pobočka na Českobratrském náměstí v Mladé Boleslavi se zaměřuje především na čtyři hlavní funkce infotainmentu. Jsou jimi média, bezdrátové nabíjení, navigace a v neposlední řadě hlasové ovládání.

Z hlediska médií se testuje především nativní přehrávač a jeho USB a Bluetooth konektivita. Nicméně pod USB konektivitu spadá i drátové připojení mobilních zařízení a funkcionality SmartLink nebo takzvané stress testy, kdy se testují jednotlivé úkony (jako například připojení a odpojení zařízení z hubu) několikrát po sobě.

4.2 Používaný hardware

Pokud se testy provádí staticky, tak je zapotřebí poměrně velké množství hardwaru, kterému se bude věnovat právě tato kapitola.

4.2.1 Testovací stav

Testovací stav je nejdůležitějším hardwarem při testování. Umožňuje simulovat testovací vozidlo a veškeré potřebné jednotky, a to při udržení kompaktních rozměrů. Při testování USB konektivity je nutné mít na stavu zapojenou jednotku infotainmentu, displej, gateway a USB hub.

Samotná jednotka je pak v podstatě mozek celého infotainmentu, a právě ona je testovaným kusem hardwaru. Stejně tak jako její software, je i hardwarová stránka jednotek postupně aktualizována, a to v rámci všech platforem. O její propojení se stavem se stará svazek CAN sběrnic, který se v rámci koncernu VW nazývá Quadlock. Kromě quadlocku má jednotka další 3 konektory, a to konkrétně jeden na propojení s displejem, jeden na propojení s USB hubem a jeden na zapojení antén. V současné době se z hlediska USB konektivity testuje 5 různých jednotek.

Displej neboli také ABT (z německého *anzeige bedienteil*) je hlavní zobrazovací jednotkou infotainmentu a slouží tak jako hlavní komunikační zařízení mezi automobilem a jeho posádkou. Všechna ABT, která dnes lze nalézt v automobilech Škoda, jsou dotyková a podle modelu se liší ve velikosti i stylu ovládání. Nejmenší má 8 palců, a kromě samotného displeje má i několik dedikovaných ovládacích prvků pro základní úkony v systému (jako jsou média nebo rádio). Ta větší, která se osazují do dražších modelů, pak mají až 13 palců a vzhledem k trendům neobsahují prakticky žádné další ovládací prvky.

Gateway je hlavní komunikační uzel vozidla, jelikož má na starost přenos informací mezi jednotlivými jednotkami, které nejsou napřímo propojeny. Spolu s tím zpracovává různé komunikační protokoly jako jsou CAN, LIN nebo Ethernet. Zároveň je zodpovědná za online aktualizaci softwarů jednotlivých jednotek.

I když už se to dnes tak nemusí zdát, tak USB hub je stále zcela klíčovou součástí infotainmentu. Je osazen dvěma USB-C porty, a nejen že se stará o nabíjení připojených periférií (a to až rychlostí 45 W), ale zároveň poskytuje možnost připojit k infotainmentu další multimediální zařízení. Kromě toho ho lze využít pro update softwaru infotainment jednotky, pokud není připojena k internetu.

4.2.2 Vector

Vector je hardwarové zařízení určené k tracingu (česky trasování). Jde v podstatě o neustálé vyčítání dat, které posílá jednotka a posílá tak informace o svém stavu. Jakákoliv změna nebo akce v infotainmentu se tak projeví právě v tracu.

4.2.3 Simulátory

Simulátory umožňují do jednotky posílat specifické signály a simulovat tak různé situace. Jednou z takových situací může být nasimulování rychlosti na stavu, kdy se testují změny v HMI (například pokud je rychlost větší než 0 km/h, tak se v nesmí přehrávat video). Simulátory mohou být relativně jednoduché a simulovat pouze jednotlivé stavy nebo mohou být extrémně komplexní, kdy za jejich pomoci lze simulovat celé jednotky. Příkladem simulátoru je EntrySim, který vyrábí přímo společnost Entry Engineering.

4.2.4 Pomocný testovací hardware

Při testování USB konektivity jsou potřeba další testovací zařízení, která se právě do USB hubu připojují a testuje se tak jejich vzájemná kompatibilita. Jedná se především o telefony s různými operačními systémy i nadstavbami. Kromě toho jde o USB flash disky, paměťové karty nebo USB rozbočovače. Je však nutné otestovat i nepodporovaný hardware a z toho důvodu se k hubu připojují například i klávesnice nebo myši. Hlavní je zajistit co největší různorodost testovacích zařízení, aby bylo možné vyzkoušet co nejvíce různých kombinací. Proto se například používají flash disky s různou kapacitou, formátováním, obsahem (ať už jde o audio nebo video) nebo kabely s různou délkou.

4.3 Popis procesu testování infotainmentu

Proces testování je komplexní činnost, při níž je potřeba dodržovat jasně dané postupy. Pro jeho zjednodušení se tak používají konkrétní techniky, které představí tato kapitola.

4.3.1 Testovací specifikace

Prvním krokem pro úspěšné testování je vytvoření testovací specifikace. Ta udává, co, jak a za jakých podmínek je potřeba otestovat. Pro stručné a přehledné zobrazení této specifikace se používá program dTCM. Tento program tedy testerovi slouží jako jakýsi návod, podle kterého má testovat. Jednotlivé testovací příklady pak mají tři hlavní části a těmi jsou precondice, akce a reakce. Precondice určuje co musí proběhnout před samotným testem a jejím příkladem může být třeba zapnuté zapalování. Akce říká, co přesně má vykonat tester a v jakém pořadí. Reakce pak obsahuje požadovanou reakci systému na testerovi akce. Pro lepší přehlednost se testovací případy dělí do kategorií, a to i v rámci programu dTCM.

4.3.2 Test plán

Jelikož se testuje více platforem, je nutné toto testování nějak rozdělit a k tomu slouží test plán. Ten jednoduše udává, co se kdy bude testovat. Je rozdělen na jednotlivé týdny v roce a obsahuje většinou dva základní typy testů. Prvním z nich je takzvaný uživatelský test, který je většinou týdenní. Ten není tak podrobný a většinou jde pouze o otestování funkčnosti dílu (v tomto případě USB hubu). Druhým typem jsou pak čtrnáctidenní full testy. Ty už jsou více podrobné a tester při nich postupuje podle testovací specifikace. V případě USB konektivity má full test asi 270 testovacích případů. Obvyklá praxe je, že v jednom týdnů probíhá jak full test, který buď dobíhá z týdne minulého nebo teprve začíná, tak i uživatelský test.

4.3.3 Testování

Jak bylo uvedeno v předchozí kapitole, tak v jednom týdnu se zpravidla testují dvě platformy. Před zahájením testování je potřeba zkontrolovat relevantnost osazeného hardwaru, stáhnout a nainstalovat testovaný software a zda nedošlo ke změně kódování. Průběžné výsledky jednotlivých testů se pak zadávají do dTCM.

4.3.4 Zadávání chyb

Pokud tester nalezne chybu, tak jí v první řadě reportuje svému nadřízenému. Ten pak určí, zda je na danou chybu nutné zadat tiket. Pokud se zakládá tiket, je třeba uvést závažnost chyby. V zásadě se chyby dělí do tří kategorií podle jejich závažnosti. První jsou chyby kategorie A, které jsou neslučitelné s normálním fungováním daného dílu, jedná se o chyby, kdy ho není možné používat. Chyby z kategorie B ovlivňují funkcionalitu dílu, ale ne do takové míry, že by nebylo možné ho používat. Chyby kategorie C jsou pak víceméně kosmetické a na správnou funkci systému nemají praktický vliv. Kategorie se vyplní do tiketu, přidá se název chyby a její stručný popis. Je také důležité napsat, na jakém softwaru a hardwaru se chyba vyskytuje. Pro její lepší pochopení se přidává také video a trace.

4.3.5 Reportování výsledků

Na konci každého týdne pak dochází k reportování výsledků, a to za pomoci powerpointové prezentace. V ní se ve zkratce uvede počet nalezených chyb, jejich závažnost a počet vytvořených tiketů. Celkový stav daného softwaru se pak pro zjednodušení vyobrazí na barevném semaforu, kde zelená znamená zcela v pořádku, oranžová znamená výskyt menších chyb a červená značí nalezení chyby, která zabraňuje správnému fungování dílu. Tento systém v podstatě odpovídá kategorizaci chyb na A, B a C. Pokud šlo o full test, přidává se na jeho konci i vyplněné dTCM.

4.4 Využití automatizace při testování infotainmentu

Z hlediska implementace automatizace patří testování USB konektivity k těm lehčím, a to hlavně proto, že jednotlivé testovací případy nejsou zpravidla moc komplexní a jsou vcelku repetitivní. I proto se jedná o skvělou příležitost, kde automatizaci nasadit.

K automatizaci se v současné době využívá tento hardware: stolní počítač, testovací stav, robot, FrameGrabber a USB switche. Všechny tyto komponenty spojuje software Testera, ve kterém je lze nakonfigurovat a kde také probíhá psaní a spouštění automatizovaných testů.

4.4.1 Robot

Jednoduchý tříosý robot zajišťuje automatizované ovládání infotainmentu. Jeho efektoem je gumový hrot, který nahrazuje prst testera. Co se týče pohybů, tak robot rozlišuje tři základní a to touch (dotyk), swipe (posun) a hold (podržení). Robot je umístěn mimo testovací stav a je tak nutné vyjmout ovládané ABT a upnout ho do robota. To sebou přináší určitá úskalí, jelikož některá ABT jsou relativně hluboká. Kromě toho u některých platformech není možné, aby robot ovládal ovládací prvky okolo displeje (jako je třeba ovládání hlasitosti), protože jsou pro něho nedostupné. Jeho nevýhodou je hlavně nepřesnost, kdy jeho efektor je pro některé úkony jednoduše příliš velký. Kromě toho je také poměrně rozměrný a přechod mezi jednotlivými platformami je kvůli nutnosti upínání ABT poměrně složitý.

4.4.2 FrameGrabber

Tento hardware slouží k zachycení obrazu zobrazovaného na displeji. Pro správné fungování je třeba ho napojit mezi samotnou jednotku a displej. Po zapojení umožňuje testerovi pořizovat snímky obrazovky nebo natáčet či streamovat video. Zároveň funguje jako „oči“ automatizačního robota.

4.4.3 USB switche

Jelikož samotný USB hub podporuje připojení pouze dvou zařízení najednou, je nutné tento počet pro účely automatizace zvýšit. Pokud by se tak nestalo, bylo by nutné rozdělit testy do kategorií podle dvojic aktuálně připojeného hardwaru a tester by pak musel manuálně po dotestování této kategorie připojit nová zařízení. Díky USB switchům se kapacita jednoho USB portu zvýší na čtyři zařízení. Stále ovšem platí, že na jednom USB portu na hubu, lze mít připojeno současně jen jedno zařízení. To je vyřešeno tak, že jednotlivé porty na switchi se dají za pomoci skriptu vypnout.

4.4.4 Testera

Jak už bylo zmíněno v kapitole 3.3.5, tak Testera je software, pod který společnost Entry sdružila svoje automatizované testy. Vznikla za spolupráce právě Entry a brněnské společnosti Oakrey s.r.o.

Prvním krokem musí být správné nakonfigurování nové platformy. Tím je myšlena především konfigurace robota, který musí vědět s jakým typem ABT pracuje. Musí se také nainportovat konfigurační soubory pro používaný hardware. Poté je možné začít pracovat na jednotlivých testovacích scénářích.

Při automatizovaném testování se stejně jako u toho manuálního vychází z testovací specifikace, kde jsou uvedeny jednotlivé testovací scénáře. Tyto scénáře jsou převáděny do prostředí Testery, a to prostřednictvím jazyka XML. Testera pro zefektivnění práce obsahuje modul statické analýzy pro zajištění syntaktické správnosti. Syntaxe jazyka XML patří k těm lehčím a není nepodobná jazyku PHP (jedná se také o značkovací jazyk), viz Obr. 9. V samotných testech se pak jednotlivým komponentům udává, co konkrétně mají udělat. Ovládá se především robot, kterému se zadávají souřadnice pro klik, dále pak USB switche, které odpojují nebo připojují jednotlivé porty a v neposlední řadě FrameGrabber, který hledá zadané reference.

```
<coretime:Delay name="Delay" time="0.00:0:2.0000000" />

<videovideoframegrabber:OcrRead name="read_display" />
  <memoryset slot="{M Obrazovka}" value="{passobject}" />

<corestring:StringContains name = "srovnej_nazvy" text = "{M Prazdno}" data = "{M Obrazovka}" />
  <jump to="Vypnuto" condition="{passobject}" />
  <jump to="Zapnuto" />

<label name="Zapnuto" />
  <jump to="Pokracovat" />
<label name="Vypnuto" />
  <hmiabtrobot:Provided name="PWR_ON" command="PWR_OFF" />
  <coretime:Delay name="Delay" time="0.00:0:10.0000000" />

<label name="Pokracovat" condition="true" />
```

Obr. 8: XML

Zdroj: interní zdroje

Právě reference jsou klíčovým prvkem, kdy pomocí nich tester určuje, kam má robot kliknout. Je tak potřeba vytvořit referenční knihovnu, která se skládá z výstřížků jednotlivých obrazovek. Referencí pro robota však nemusí být pouze výstřížky, ale může to být i text, jelikož FrameGrabber podporuje funkci optical character recognition (dále jen OCR).

Často se opakující činnosti, jako je například připojení chytrého telefonu, je dobré ukládat do maker. Je to hlavně z důvodu údržby automatizace při změnách v softwaru. Pokud je například potřeba robotovi změnit referenci, protože se změnila konkrétní ikona, je potřeba tento úkon provést pouze jednou, a to v samotném makru.

Pro spuštění konkrétního scénáře je nutné mít kód syntakticky správně, jinak Testera jeho spuštění nedovolí. Po proběhnutí testu se vyhodnotí jeho úspěšnost nebo neúspěšnost. Pokud dojde k chybě v průběhu testu, tak program vypíše řádek, kde se chyba vyskytla. Testera také umožňuje rozdělení scénářů do kategorií a spuštění scénářů ve frontě. Na kartě výsledků lze pak po proběhnutí fronty snadno zkontrolovat, kolik testů se vyhodnotilo správně a kolik špatně. Testera zároveň v tomto režimu ukládá snímky obrazovky u každého kroku, který vykoná. To pak výrazně zjednodušuje pochopení vzniklého problému. Testera podporuje i trasování, nicméně tato funkcionality se prozatím nevyužívá.

Velkou výhodou je, že jednotlivé platformy se, co do struktury automatizovaných testů, příliš neliší. Při přechodu mezi platformami se tak většinou mění pouze reference, nikoliv struktura scénářů.

Bohužel ne všechny testy z testovací specifikace lze automatizovat. Ať už je to chybějícím vybavením, kterým je například systém Testegra, který umožňuje Testeře ovládat zapalování testovacího stavu. Za jeho pomoci tak lze provádět takzvané bussleepy, které simulují uspání jednotky po vypnutí zapalování. Dalším příkladem prozatím neautomatizovatelných testů jsou případy, kdy je potřeba jakkoliv manipulovat s připojeným telefonem (například ho vypnout). Po odečtení těchto případů od celkové počtu scénářů ve specifikaci lze zjistit, že momentálně je možné automatizovat asi 170 testovacích scénářů týkajících se USB konektivity.

5 Vyhodnocení

Téma testování infotainmentu bylo zasazeno do celkového kontextu Průmyslu 4.0. Nejprve byla věnována pozornost teoretickým pojmům a byly představeny hlavní charakteristiky a principy tohoto konceptu. Dále se pak práce věnuje samotné automatizaci a robotizaci, kdy vysvětluje jak podmínky nutné pro implementaci, tak i její ekonomické dopady. Díky těmto poznatkům tak bylo možné porovnat jednotlivé metody testování.

Za manuální testování z pohledu konektivity USB hubu zodpovídá v současné době jeden tester. Ten má na starost jak správu specifikace, tak samotné testování a následné reportování chyb a celkových výsledků. Hlavní výhodou a zároveň nevýhodou této metody je lidský faktor. Člověk se dokáže mnohem lépe přizpůsobit různým odlišnostem a změnám, je schopen intuitivně řešit drobné problémy. Zároveň se dokáže nejlépe vcítit do role zákazníka, který bude jím testovaný produkt používat. Na druhou stranu je u něj faktorem únava, která se projevuje především u repetitivních testů, jakými jsou například stress testy. Jeho pracovní doba je také legislativně omezená na 40 hodin týdně.

Na druhé straně je robot, který není nijak limitován zákoníkem práce, nezná únavu. Může opakovat jeden test klidně celé dny a každý další pokus bude stejný jako ten předchozí, to jeho výsledkům dodává na relevantnosti. Jeho údržba z hlediska přizpůsobování se změnám je však náročná, nicméně se dá limitovat vhodným výběrem testovacích případů. I tak ale pro jeho údržbu, a i pro rozšiřování jeho působnosti na jiné platformy je potřeba člověk, který bude rozumět jak kódování, tak ale i samotnému testování, protože i převádění testovacích případů do automatizované formy je v určitém smyslu testováním. Fyzický robot také zabírá relativně dost místa a je nutné upnout ABT do jeho konstrukce. Kromě toho zná v podstatě jen dva stavy vyhodnocení testovacího případu, buď ho vyhodnotí jako úspěšně provedený nebo jako chybu, ale už není schopen určit o jak závažnou chybu se jedná. V neposlední řadě mu v současné chvíli chybí vícestupňová kontrola, která by se starala o verifikaci jeho kroků a výsledků.

5.1 Návrh pro zlepšení

Na základě teoretických i praktických poznatků může společnost Entry provést až tři návrhy na zlepšení procesu automatizace testování.

Tím prvním a zároveň nejradikálnějším je implementace vícestupňové kontroly robota. Ta by měla za úkol hlídat, zda jeho akce mají odpovídající reakci. Toho by bylo dosaženo za pomoci trasování, kdy by se po každém kroku robota spustil script, který by v tracu zkontroloval, zda robotova akce měla požadovaný efekt. Výrazně by se tak zvýšila relevantnost automatizovaných testů. Spolu s tím by to však pomohlo i pře testerově zpětné kontrole nalezených chyb, kdy bylo možné vidět jak pohled robota (zachycený pomocí Grabberu), tak i pohled samotné jednotky.

Druhou neméně důležitou implantací je použití softwarového robota. Ten by komunikoval se samotným stavem za použití příslušné CAN sběrnice. Díky tomu by došlo nejen k úspoře místa a zmizela by i nutnost odmontování displeje ze stavu a upínání ho do robota. To by usnadnilo nejen každodenní využívání robota, ale i méně časté přechody mezi platformami. Zároveň by to taky zlepšilo samotné ovládání infotainmentu, jelikož v softwarový klik je naprosto přesný a odstraňuje tak nepřesnosti současného efektoru.

V neposlední řadě je pak možné implementovat jakousi stupnici chyb, která by v podstatě odpovídala stupnici používané u tiketů. Systém by tak byl sám schopen určit, o jak závažnou chybu se jedná, což by usnadnilo testerovi práci při zakládání tiketů. Prakticky by to pak fungovalo na základě procentuální odchylky snímku, který se reálně zobrazil od snímku, který se zobrazit měl. Tento návrh je z hlediska implementace tím nejjednodušším a bylo by tak možné vidět jeho výsledky v poměrně krátkém časovém intervalu.

Závěr

Bakalářská práce byla zaměřena na téma automatizované testování infotainmentu. Cílem práce bylo na základě dlouhodobého pozorování obou metod testování, toto pozorování vyhodnotit a na jeho základě navrhnout zlepšení tohoto procesu.

V teoretické části se práce nejprve věnovala celkovému kontextu, konkrétně průmyslu a čtvrté průmyslové revoluci. Ta byla charakterizována a byly zde rozvedeny konkrétní technologie, principy a také možné ekonomické dopady. Dále se práce věnovala automobilovému průmyslu na území České republiky. Byly popsány současné trendy v oblasti automotive a také zde byl vysvětlen pojem infotainment. V další část práce byla věnována automatizaci, byly popsány rozdíly mezi výrobní a nevýrobní automatizací a také její netechnické aspekty. Rovněž zde bylo poukázáno na možné ekonomické dopady automatizace a byl vysvětlen rozdíl mezi automatizací a robotizací. V neposlední řadě se teoretická část věnovala obecnému využití automatizace a poté konkrétnímu u vývoje hardwaru i softwaru.

Praktická část bakalářské práce začala představením podniku Entry Engineering, ve kterém se uskutečnilo pozorování. Byly zde uvedeny současné vize a strategie podniku a také je zde věnována pozornost jejich klientům. Poté už se praktická část věnovala manuálnímu testování infotainmentu. Byly zde tak popsány testované prvky, používaný hardware, ale i samotný proces testování. V další části bylo vysvětleno, jak je možné při tomto procesu využít automatizaci.

Díky dlouhodobému pozorování bylo možné sledovat a poté vyhodnotit obě metody testování. U manuálního testování hrálo roli především zapojení samotného testera do procesu a využívání jeho intuice a improvizace. Na druhé straně však u člověka bylo nutné zohlednit únavu i legislativní omezení. V případě robota sice nebylo nutné zohledňovat únavu, avšak bylo nutné přihlídnout k časové, materiální i znalostní náročnosti přípravy automatizovaných testů. Zároveň také byla zohledněna prostorová nepraktičnost robota a nutnost upínání ABT do jeho konstrukce. Za největší problém byla vyhodnocena prakticky neexistující dvoufázová kontrola, která by rapidně zvýšila relevantnost těchto testů.

Při vyhodnocení výsledků pozorování pak byly nalezeny možná řešení pro zlepšení procesu automatizovaného testování. Prvním z nich bylo právě zavedení dvoufázové kontroly, které by fungovala díky přímému trasování a kontrole v reálném čase. Dalším návrhem byla implementace praktičtějšího a prostorově mnohem méně náročného robota, který by s displejem testovacího stavu komunikoval za pomoci CAN sběrnice. To by kromě úspory místa zajistilo i vyšší přesnost jednotlivých akcí. V neposlední řadě bylo také navrženo využívání stupnice chyb, které by software vyhodnotil a která by přímo odpovídala tiketovému systému.

Seznam použité literatury

AutoSAP, 2020. *Obecné základní přehledy o českém automobilovém průmyslu* [online]. Praha: Sdružení automobilového průmyslu [cit. 2023-01-12]. Dostupné z: <https://autosap.cz/zakladni-prehledy-automotive/obecne-zakladni-prehledy/>

AutoSAP, 2020. *Přes rozsáhlé výzvy roku 2022 bylo v České republice vyrobeno celkem 1,25 mil. vozidel* [online]. Praha: Sdružení automobilového průmyslu [cit. 2023-01-11]. Dostupné z: <https://autosap.cz/aktualita/pres-rozsahle-vyzvy-roku-2022-bylo-v-ceske-republice-vyrobeno-celkem-125-mil-vozidel/>

ASIMOV, Isaac, 2012. *Já, robot*. Praha: Triton. ISBN 978-80-7387-491-9.

BENEŠ, Pavel, Branislav LACKO, Ladislav MAIXNER, Ladislav ŠMEJKAL, Rudolf VORÁČEK, Jindřich KRÁL, Josef JANEČEK, Gunnar KÜNZEL, Jaroslav SEMERÁD, Pavel SOUČEK a Bohumil ŠULC, 2012. *Automatizace a automatizační technika: systémové pojetí automatizace*. Brno: Computer Press. ISBN 978-80-251-3628-7.

BENEŠ, Pavel, Branislav LACKO, Ladislav MAIXNER, Ladislav ŠMEJKAL, Rudolf VORÁČEK, Jindřich KRÁL, Josef JANEČEK, Gunnar KÜNZEL, Jaroslav SEMERÁD, Pavel SOUČEK a Bohumil ŠULC, 2014. *Automatizace a automatizační technika: automatické řízení*. Brno: Computer Press. ISBN 978-80-251-4106-9.

Britannica, 2022. *automotive industry* [online]. Chicago: The Britannica Group [cit. 2023-01-14]. Dostupné z: <https://www.britannica.com/technology/automotive-industry>

BUREŠ, Miroslav, Miroslav RENDA, Michal DOLEŽEL, Peter SVOBODA, Zdeněk GRÖSSL, Martin KOMÁREK, Ondřej MACEK a Radoslav MLYNÁŘ, 2016. *Efektivní testování softwaru: klíčové otázky pro efektivitu testovacího procesu*. Praha: Grada. Profesionál. ISBN 978-80-247-5594-6.

Česká logistika, 2022. *JIT* [online]. Praha: Balíkobot, s.r.o. [cit. 2023-01-11]. Dostupné z: <https://www.ceskalogistika.cz/jit/>

Deloitte, 2015. *Industry 4.0 Challenges and solutions for digital transformation and use of exponential technologies* [online]. Zurich: The Creative Studio at Deloitte [cit. 2023-02-07]. Dostupné z: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ch/Documents/manufacturing/ch-en-manufacturing-industry-4-0-24102014.pdf>

deník.cz, 2020. *Průmysl 4.0 – lepší budoucnost i nové výzvy* [online]. Praha: VLTAVA LABE MEDIA a.s. [cit. 2023-01-04]. Dostupné z: <https://www.denik.cz/technologie-chytry-svet/prumysl-4-0-lepsi-budoucnost-i-nove-vyzvy-20201014.html>

eInfochips, 2023. *Everything You Need to Know About In-Vehicle Infotainment Systems* [online]. San Jose: eInfochips [cit. 2022-04-20]. Dostupné z: <https://www.einfochips.com/blog/everything-you-need-to-know-about-in-vehicle-infotainment-system/#>

GUARNIERI, Massimo, 2010. The Roots of Automation Before Mechatronics [Historical]. *IEEE Industrial Electronics Magazine* [online]. Paříž: CY Cergy Paris University [cit. 2023-01-10]. ISSN 1932-4529. Dostupné z: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/5486427>

HAROLD, Elliotte Rusty a W. Scott MEANS, 2004. *XML in a nutshell*. Sebastopol: O'Reilly Media, inc. ISBN 978-0-596-00764-5.

IntelliChief, 2018. *Automation vs. Robotics: Choosing the Right Technology for Your Business* [online]. Tampa: IntelliChief [cit. 2023-01-21]. Dostupné z: <https://www.intellichief.com/automation-vs-robotics-choosing-technology-for-business/>

ITeuro, 2022. *Chytrá továrna: Nejen americký sen* [online]. Praha: ITeuro, a.s. [cit. 2022-12-29]. Dostupné z: <https://www.iteuro.cz/clanky/chytra-tovarna-nejen-americky-sen/>

JOBHUB, 2023. *Průmysl* [online]. Praha: Ministerstvo práce a sociálních věcí. [cit. 2023-01-02]. Dostupné z: https://www.job-hub.cz/informace-o-trhu-prace/segment/prumysl#Vize,_p%C5%99%C3%ADnos,_v%C3%BDznam_segmentu

KAMINSKÝ, Daniel, 2016. *Průmysl 4.0 a čtvrtá průmyslová revoluce* [online]. MM Průmyslové spektrum. ISSN 1212-2572. Dostupné z: <https://www.mmspektrum.com/clanek/prumysl-4-0-a-ctvrta-prumyslova-revoluce>

MM Průmyslové spektrum, 2016. *Průmysl 4.0 a čtvrtá průmyslová revoluce* [online]. Praha: MM Průmyslové spektrum [cit. 2022-12-13]. Dostupné z: <https://www.mmspektrum.com/clanek/prumysl-4-0-a-ctvrta-prumyslova-revoluce>

KERNIGHAN, Brian W., 2019. *Jak porozumět digitálnímu světu: vše, co potřebujete vědět o internetu, bezpečnosti a soukromí*. Praha: Argo. Zip. ISBN 978-80-7363-903-7.

kitner, 2021. *Druhy testů (Typy testování software)* [online]. Modřice: kitner [cit. 2022-04-19]. Dostupné z: https://kitner.cz/testovani_softwaru/typy-testovani-software-trideni-testu/

KPMG, 2021. *22nd Annual Global Automotive Executive Survey 2021* [online]. Londýn: KPMG International Limited [cit. 2023-01-05]. Dostupné z: <https://kpmg.com/xx/en/home/insights/2021/12/22nd-annual-global-automotive-executive-survey-2021.html>

MAŘÍK, Vladimír a kol., 2016. *Průmysl 4.0: výzva pro Českou republiku*. Praha: Management Press. ISBN 978-80-7261-440-0.

MATT, Dominik T., Vladimír MODRÁK, Harold ZSIFKOVITS, 2021. *Implementing Industry 4.0 in SMEs: Concepts, Examples and Applications* [online]. New York: Springer International Publishing AG. [cit. 2022-04-19]. Dostupné z: <https://www.proquest.com/docview/2528009068/2A0C1D06300B431EPQ/1?accountid=17116>

MediaGuru, 2023. *Infotainment* [online]. Praha: PHD a.s. [cit. 2022-04-19]. Dostupné z: <https://www.mediaguru.cz/staticke-stranky/o-nas/>

NOVOTNÝ, František, Vlastimil HOTAŘ, Marcel HORÁK, Marie STARÁ a Michal STARÝ, 2020. *Úvod do automatizace a robotizace ve strojírenství*. Liberec: Technická univerzita v Liberci. ISBN 978-80-7494-545-8.

oneindustry, 2021. *Průmysl* [online]. Praha: INFOCUBE s.r.o. [cit. 2022-12-28].
Dostupné z: <https://www.oneindustry.cz/lexikon/prumysl/>

oneindustry, 2021. *Průmysl 4.0* [online]. Praha: INFOCUBE s.r.o. [cit. 2022-12-30].
Dostupné z: <https://www.oneindustry.cz/lexikon/prumysl-4-0/>

SAP, 2023. *What is industry 4.0?* [online]. Praha: SAP [cit. 2023-01-20]. Dostupné z:
<https://www.sap.com/insights/what-is-industry-4-0.html>

Škoda, 2023. *Škoda Infotainment* [online]. Mladá Boleslav: ŠKODA AUTO a.s. [cit. 2023-04-05]. Dostupné z: <https://www.skoda-auto.cz/technologie/infotainment>

Škoda, 2023. *Životní prostředí* [online]. Mladá Boleslav: ŠKODA AUTO a.s. [cit. 2023-01-05]. Dostupné z: <https://www.skoda-auto.cz/o-spolecnosti/zivotni-prostredi>

Technický deník, 2015. *Od 1. průmyslové revoluce ke 4.* [online]. Praha: Business Media CZ [cit. 2022-12-11]. Dostupné z:
https://www.technickytydenik.cz/rubriky/ekonomika-byznys/od-1-prumyslove-revoluce-ke-4_31001.html