# Pokročilá analýza robotické procesní automatizace

Kolokvium

*Studijní program:* P0688D140005 – Systémové inženýrství a informatika

*Studijní obor:*  P0688D140005MI – Manažerská informatika

*ISP:*  Pokročilá procesní analýza

*Autor práce:* **Petr Průcha**

*Číslo studenta:* E20000459

# Obsah

[Obsah 2](#_Toc79137081)

[Úvod 3](#_Toc79137082)

[1. Teoretická východiska 5](#_Toc79137083)

[1.1 Robotická procesní automatizace 5](#_Toc79137084)

[1.2 RPA – Výjimky 8](#_Toc79137085)

[1.2.1 Byznys výjimky 9](#_Toc79137086)

[1.2.2 Systémové výjimky 9](#_Toc79137087)

[1.3 Process Mining 10](#_Toc79137088)

[1.4 Inteligentní procesní automatizace 11](#_Toc79137089)

[1.4.1 Trendy inteligentní procesní automatizace 12](#_Toc79137090)

[2. Cíle disertační práce 15](#_Toc79137091)

[3. Metodika disertační práce 17](#_Toc79137092)

[Závěr 19](#_Toc79137093)

[Publikační činnost 20](#_Toc79137094)

[Seznam použité literatury 21](#_Toc79137095)

# Úvod

Tato práce se zabývá tématem pokročilé analýzy robotické procesní automatizace. V této práci jsou představena místa, kde se nachází výzkumná mezera v problematice robotické procesní automatizace.

V dnešní moderní společnosti je velmi často vyžadováno postupovat podle určitého postupu pro dosažení chtěného cíle. Tento postup se ve firemní kultuře nazývá proces. Proces se stal jedním z nástrojů řízení firem. Hlavní proud velkých korporátních firem využívá procesy k řízení většiny činností v dané firmě. Korporátní firmy velmi často dbají na dodržování standardů, které byly stanoveny, jelikož dodržování procesu šetří peníze (Rebuge a Ferreira, 2012; Antón et al., 1994; Short a Venkatraman, 1992). Díky důslednosti dodržování procesu můžeme tyto procesy označit za deterministické. Deterministické procesy, které probíhají v počítačovém systému, je možné automatizovat. Pro deterministické procesy je možné vytvořit algoritmus, podle kterého bude program činnosti vykonávat.

Mnoho korporátních firem po celém světě, které mají dlouholetou tradici, vstoupily do éry informačních technologii již v minulém století a začaly používat nejrůznější systémy k řízení firem. Nicméně tyto systémy morálně zastarávají a firmy do nich již nechtějí investovat, ale i nadále je používají, protože jsou funkční a investice do nového systému s moderní architekturou není ekonomicky výhodná. Tyto zastaralé systémy jsou označovány jako „Legacy Systems“[[1]](#footnote-2) (Asatiani a Penttinen, 2016; Bennett, 1995). Jakákoliv úprava Legacy Systémů je problematická z mnoha důvodů, kde jedním z nich je, že systém byl napsán v jazyce, který se již běžně nepoužívá a také proto, že najmout pracovní sílu na rozvoj systému je extrémně drahé. Také jakákoliv změna v systému může způsobit nefunkčnost systému, což je problém hlavně u systémů, které firma využívá denně (Bennett, 1995).

Předcházející dvě skutečnosti daly vzniknout novému technologickému oboru, který se nazývá robotická procesní automatizace neboli RPA (Robotic Process Automation). RPA kombinuje automatizaci deterministických procesů, které je možné provést pomocí počítače z pohledu uživatele, jenž využívá IT systém. (Aguirre a Rodriguez, 2017; Willcocks et al., 2015)

Jeden z důvodů, proč je RPA velmi populární, je kvůli neinvazivnosti RPA do současných IT systému a tím spojenou možností automatizovat činnosti legacy systémů bez nutnosti investice do back-end architektury. V neposlední řadě také investice do RPA vychází ekonomicky lépe než rozvoj legacy systémů. (Syed et al., 2020; Asatiani a Penttinen, 2016)

RPA využívá front-endu uživatele a pracuje podle předem daného postupu, podle kterého by pracoval i zaměstnanec firmy a využívá úplně stejné uživatelské rozhraní jako zaměstnanec. (Willcocks et al., 2015)

RPA technologie je již velmi pokročilá a vyspělá. Většina předních výrobců RPA softwaru dokáže automatizovat přibližně 90 až 95 % činností, které může vykonávat uživatel (Lhuer, 2016). Většina výrobců RPA se snaží vytvořit přívětivé uživatelské rozhraní s dobrou uživatelskou zkušeností, pro zjednodušení práce. Charakteristickým znakem pro RPA technologii je, že většina RPA softwaru je takzvaný „Low-Code“, což znamená, že Low-Code software využívá minimum kódu, který je napsán vývojářem a spíše se snaží zjednodušit vývoj programu robota pomocí uživatelského grafického rozhraní, kde vývojář robota využívá především předpřipravených funkcí platfotmy. Velmi často je Low-Code software spojován s funkcí „Drag and Drop“[[2]](#footnote-3) (Willcocks et al., 2015).

Vývoj vlastních Low-Code programů vede k tomu, že se zjednodušuje vývoj a je možné zautomatizovat pomocí Low-Code RPA více činností, než kdyby bylo nutné procesy automatizovat pomocí vlastního kódu (Willcocks et al. 2015; Anagnoste, 2017). To vede k tomu, že je občas nutné tyto roboty spravovat a udržovat v chodu. Vytvořit RPA robota, je relativně jednoduchá část, ale údržba RPA robota je mnohem náročnější (Kedziora a Penttinen, 2020). Údržba a správa se stává jedním z velkých problémů současného stavu poznání v oblasti robotické procesní automatizace (Syed et al., 2020). Proto tato práce rozpracovává a představuje možná řešení, která jsou předmětem budoucího výzkumu.

# Teoretická východiska

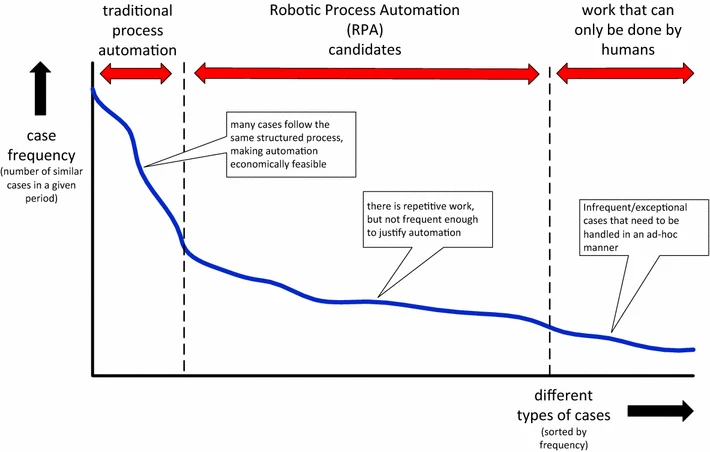
Tato kapitola představuje problematiku robotické procesní automatizace a proces minigu. Nejdříve budou představena teoretická východiska RPA a následně bude představen proces mining jako důležitá součást optimalizace a automatizace pomocí RPA.

## Robotická procesní automatizace

Robotická procesní automatizace podle definice IEEE Corporate Advisory Group (2017, s. 11) „*A preconfigured software instance that uses business rules and predefined activity choreography to complete the autonomous execution of a combination of processes, activities, transactions, and tasks in one or more unrelated software systems to deliver a result or service with human exception management.“* Všichni autoři z literární rešerše se shodují na této definici, popřípadě by akceptovali tuto definici. RPA je tedy software, který autonomně plní předem stanovené úkoly v daném procesu. RPA je především používáno jako nástroj k odstranění zátěže zaměstnanců na jednoduchých a opakujících se úkolech. (Aguirre a Rodriguez, 2017). RPA je také způsob jak snížit chybovost při určité činnosti, nebo zvýšit rychlost vyřízení daného úkolu (Willcocks et al., 2015). Díky tomu, že RPA je externí software, který je možný nainstalovat na kterýkoliv počítač (pokud daný RPA software podporuje danou platformu), tak nezasahuje do žádného softwaru ani do současné IT infrastruktury. RPA pracuje velmi podobně jako kdyby seděl pracovník za počítačem a vykonával úkoly sám. RPA využívá především grafického uživatelského rozhraní aplikací, nicméně moderní RPA software umí využívat i API, proto je RPA velmi neinvazivní a díky tomu je možné jednoduše automatizovat i legacy systémy (Willcocks et al., 2015).

Podle van der Aalst et al. (2018) je RPA nástroj, pomocí kterého lze jednoduše a relativně rychle získat zpět investované zdroje. RPA se od tradiční automatizace liší především v jednoduchosti a rychlosti nasazení, proto je vhodné RPA využívat jen v případech, kdy by ekonomicky nedávalo smysl využít tradiční automatizaci. Na obrázku 1 jsou vidět případy, kdy je vhodné využít tradiční automatizaci, kdy RPA a také, kdy je úkolů tak málo, že ekonomicky nedává smysl proces automatizovat. Důvody proč zavést RPA podle Aguirre a Rodriguez (2017) jsou:

* Nízké kognitivní požadavky procesu. Úkoly nevyžadují subjektivní úsudek, kreativitu nebo interpretační schopnosti.
* Vysoká četnost. Časté provádění úkolů.
* Přístup k více systémům, pokud proces vyžaduje přístup k více aplikacím a systémům k provedení úlohy.
* Omezené zpracování výjimek. Úkoly, které jsou vysoce standardizované s omezenými nebo žádnými výjimkami.
* Lidská chyba. Úkoly, které jsou náchylné k lidské chybě v důsledku manuální práce.



Obrázek : Vhodnost použití RPA k počtu případů a složitosti procesu

Zdroj: van der Aalst et al., 2018

Důvody, proč využít RPA podle Syed et al. (2020) jsou:

1. Provozní efektivita:

Ve většině příkladů, proč využít RPA, se uvádí, že většina firem se především zaměřuje na ukazatel FTE (Full-time ekvivalent – ekvivalent plného pracovního úvazku) a snaží se pomocí RPA ušetřit FTE na určitém procesu (Anagnoste, 2017; Dunlap a Lacity, 2017). Díky RPA je možné zvýšit rychlost zpracování transakcí, snížit množství manuálních a rutinních úkolů, čímž mají pracovníci více času na úkoly s vyšší přidanou hodnotou. Dále dokáže snížit manipulační čas, čas čekání, a zkrátit tak trvání určitého procesu.

1. Kvalita služeb:

Kvalita služeb se netýká jen toho, že RPA pomůže odstranit lidskou chybu při repetitivních úlohách, ale RPA roboty mohou zajišťovat provoz systému, který má fungovat nepřetržitě „24/7“ (Slaby, 2012). Vyřizování požadavků zákazníků „24/7“ zvyšuje kvalitu služeb pro zákazníky a jejich spokojenost.

1. Implementace a integrace:

Jak píše Syed et al. (2020), implementace, konfigurace a údržba RPA jsou relativně snazší a levnější ve srovnání s tradiční automatizací a jinými formami automatizace a obvykle poskytují jednoduché a intuitivní rozhraní pro uživatele. RPA lze také implementovat v krátkém časovém rámci (Asatiani a Penttinen, 2016). Například bylo oznámeno, že robot naprogramovaný na automatizaci jednoduchého procesu „byl připraven za tři týdny“ (Anagnoste, 2017). Jak je uvedeno v literatuře, protože RPA replikuje typ standardizované procedurální práce lidmi, využívá existující uživatelská rozhraní, je integrován do stávající infrastruktury a systémů, a proto nevyžaduje nákladnou a sofistikovanou integraci systémů (Hallikainen et al. 2018; Stolpe et al., 2017).

1. Risk managment a dodržování předpisů:

V určitých případech je RPA dobrý způsob, jak snižovat rizika u hlídaných procesů a dat. RPA zaznamenává jakoukoliv aktivitu, kterou provede, takže existuje protokol události o všech provedených změnách, to je důležité u procesů co musí splňoval regulatorní požadavky (Hallikainen et al., 2018). Příklady takovýchto procesů jsou typické například pro firmy obchodovatelné na burze, které musí reportovat komisi pro cenné papíry každý kvartál finanční výsledky. Dále v literatuře je zmíněno, že RPA roboti mohou hlídat a generovat upozornění na neobvyklé činnosti a takové činnosti, které by porušovali dodržování předpisů. V případových studiích jsou zmíněny i případy, kdy RPA pomáhá dodržovat procesy mnohem lépe auditovatelné díky tomu, že od začátku jsou naprogramovány k tomu, aby dodržovaly dané podmínky (Lacity a Willcocks, 2016).

## RPA – Výjimky

U většiny softwarových aplikací mohou nastat situace, na které program není připraven, a program vrátí takzvanou výjimku (exception), u RPA robotů tyto situace nastávají také. Většinou jde o situace, které nejsou úplně běžné, a vývojáři a architekti zapomněli pokrýt nějaký uživatelský scénář. Například že uživatel zadá místo čísel písmena a program má nastaven číselný vstup, a proto program vrátí výjimku. Tento příklad výjimky je velmi základní, ale určitě patří k jedné z nejběžnějších. Další případ může být například, že program chce získat nějakou informaci z webu, ale web je občas pomalejší než program a program nedostane informaci, kterou měl získat, tak vrátí výjimku.

Moderní programovací jazyky jsou na tuto skutečnosti připraveni a mají takzvaný „exception handling“ způsob, jak pracovat s výjimkami. Nejčastěji se jedná o blok kódu, který začíná klíčovým slovem „try“. Následně u Javy následuje „catch“ a „finally“ u Pythonu jsou klíčová slova čtyři: „Try – expect – else – finally“ Jak u Javy, tak u Pythonu není nutné vždy využít všechny tři/čtyři klíčová slova při řešení výjimek, ale zaleží na situaci. (Allen a Horwitz, 2003)

Podle Jovanović et al., (2018) a Schuler a Gehring (2018) není vhodné k automatizaci vybírat procesy, co mají mnoho výjimek. Špagetový model „spaghetti model“ je označení pro proces, kde je mnoho procesních cest, kterými se proces již v minulosti ubíral. Pokud se vykreslí procesní mapa tohoto modelu, tak připomíná špagety. Podle Leno et al., (2020) špagetové procesy nejsou také vhodné, jelikož chybí dostatečný počet případů, aby se automatizace procesu vyplatila. I přesto, že architekti a vývojáři RPA se snaží problematickým procesům s mnoha výjimkami vyhýbat, je nutné i tak počítat s tím, že nastanou situace, kdy bude nutné výjimky řešit i u RPA robota.

Rozdělení výjimek u RPA robotů se nejčastěji dělí na dvě hlavní kategorie: byznysové výjimky a systémové výjimky. Většina RPA softwaru nabízí sledování výjimek a možnost oznámení události o výjimkách příslušné osobě. Systémové výjimky nejčastěji řeší RPA vývojáři. Oznámení o byznysových výjimkách řeší nejčastěji člověk, který je zodpovědný za daný proces. Většina výjimek se podaří odstranit během testování a popřípadě ve fázi „hypercare“ kdy je proces nasazen do produkce, ale ještě je pečlivě sledován a kontrolován vývojáři a zadavateli. (Schuler a Gehring, 2018)

### Byznys výjimky

Byznys výjimka nastane, když softwarový robot není schopen zpracovat transakci kvůli naprogramovaným instrukcím. Obvykle taková výjimka chybí v zadání a scénáři automatizace. Velmi často se to stává u procesů, které nejsou dostatečně vyspělé a daný případ ještě nenastal. Nebo když je špatně vytvořené zadání nebo architektura, a tak RPA robot není na dané případy připraven a naprogramován. Velmi časté je, že pro byznys výjimky je nutný lidský úsudek a pro neopakování byznys výjimek u RPA robota vyžaduje jejich vyřešení další náklady.(Schuler a Gehring, 2018)

Příklady byznys výjimek jsou: robot zpracovávající faktury v aplikaci pro vedení účetnictví může být naprogramován tak, aby zpracovával faktury až do výše 1 000 000 Kč. Když narazí na fakturu za 5 000 000 Kč, RPA robot zjistí, že částka je vyšší, než má navrženo, a proto ji nedokáže zpracovat, a vyvolá upozornění na byznys výjimku. Nebo další příklad může být: pokud robot RPA zapojený do přijímání nových spolupracovníků narazí na neúplný formulář, kterému chybí rodné číslo nově nabíraného pracovníka, RPA robot rozpozná, že rodné číslo musí být vyplněné, aby mohl pokračovat v procesu a vyvolá byznys výjimku. V obou případech robot zaznamená výjimku a přejde k další transakci.

### Systémové výjimky

K systémové výjimce dochází, když robot narazí na technický problém, jako je například selhání serveru, porucha nebo změna technologického prostředí, která vyžaduje interakci s novou aplikací, programem nebo webem. Častým problém je, že RPA robot, který musí ve webové aplikaci kliknout na přihlašovací tlačítko, se zastaví, když se webová stránka úplně nenačte, nebo když se změní část aplikace při aktualizaci a RPA robot není naprogramován na novou verzi změněné aplikace. Nejlepší způsob, jak překonat systémové výjimky, je, aby to robot jednoduše zkusil znovu; někdy jsou tyto chyby náhodné a lze je vyřešit opakováním určitého rozsahu procesu. (Schuler a Gehring, 2018)

## Process Mining

V dnešním světě, kde je skoro jakékoliv elektronické zařízení schopné generovat data, je velmi obtížné tyto obrovské objemy dat zpracovat a využít je k vytvoření přidané hodnoty. Proto vznikají nové disciplíny, které se těmito problémy zabývají, jako například data mining, BI – business intelligence, datová analytika, datová vizualizace. Van der [Aalst (2016)](https://www.zotero.org/google-docs/?xYqPHb) tvrdí, že objem produkovaných dat je exponenciálně rostoucí, nicméně zpracovatelská kapacita těchto oborů může růst jen lineárně. Proto se čím dál častěji používají pro zpracování dat algoritmy strojového učení a umělé inteligence, které tato omezení lineárního růstu zpracování nemají. Růst objemu se podle Van der Aalst (2016) dá připodobnit k Moorovu zákonu.

Zpravidla firmy jsou řízeny procesy a mají určité standardizované postupy k jednotlivým činnostem. Tyto činnosti, pokud je k nim využívána počítačová infrastruktura, z těchto činností budou vznikat záznamy, a tedy další data. Tato data vznikají plněním určitého procesu ve firmě, například nákupem zboží, naskladněním a vyskladněním zboží, reklamací, prodejem zboží a dalšími. Pokud firma využívá ERP systém pro řízení firmy nebo CRM pro řízení vztahů se zákazníky, většina těchto systémů generuje při každé úpravě záznamu v systému event log (protokol události). Na základě těchto protokolů událostí je možné zjistit nejrůznější informace o daném procesu, popřípadě jestli je možné proces automatizovat.

Díky process minigu je možné získat UI logs, a zanalyzovat celý proces a získat základní data o procesu, které pomáhají při rozhodování, zda proces automatizovat (Van der Aalst, 2016). Například je vhodné získat střední hodnoty doby trvání procesu, četnost, také průběžnou dobu (Lead time), zjistit FTE na daný proces a díky tomu vyčíslit nákladnost procesu. Dále je možné z dat často zjistit počet odchylek od standardu a jejich trvání. Data můžeme také využít k zjištění optimálního množství obslužných kanálů a získat přehled o úzkých místech daného procesu. (Monteiro a de Oliveira, 2011; Chee Tahir a Darton, 2010) Získané procesní informace slouží k podpoře rozhodování a pomáhají vyčíslit návratnost investice (Van der Aalst, 2016).

Bosco et al., (2019) představil postup, jak z UI logů určit, jestli je daný proces automatizovatelný (deterministický), nebo jestli v procesu je vyžadována určitá kognitivní zdatnost, subjektivní úsudek, či kreativita. Jejich algoritmus funguje jen pro setříděná a čistá data. UI logy získané sledováním uživatele a zaznamenáváním jeho chování jsou velmi často plné dat, která nejsou relevantní a data tak obsahují šum. Šum v datech vzniká například kvůli tomu, že uživatele může někdo vyrušit a přestane proces plnit, popřípadě uživatel nedodržuje přesně daný postup anebo může být více způsobů, jak danou činnost udělat. Dále můžou být příčinou i webové stránky, kdy externí programy na sledování aktivity zaznamenají například pop-up okna, která vedou na jinou stránku.(Tanasa a Trousse, 2004; Dumais et al., 2014) Sbírání UI logů usnadňuje vývoj a automatizaci procesů. Sběr čistých UI logů bude dál s vývojem RPA a proces minigu čím dál relevantnější (Jimenez-Ramirez et al., 2019).

Vědecká skupina, která vyvíjí Apromore a také stojí za publikací *Discovering Automatable Routines from User Interaction Logs* napsanou Bosco et al. (2019) vyvinula novější verzi, jak z UI logů získat proces, který je možný automatizovat. Leno et al. (2020) při vývoji nového postupu již od začátku pracují s tím, že uživatel počítače, na kterém jsou zaznamenávány UI logy, dělá různé věci, a že během práce může být vyrušen anebo o přestávkách v práci prochází stránky internetu, které nesouvisí s jeho prací. Nový přístup s tímto počítá a dokáže mnohem lépe pracovat s daty, která nejsou setříděná a čistá. Jejich algoritmus v datech najde stejné procesy, které se opakují a dané procesy sloučí. Díky tomu je analýza UI logů mnohem přesnější a více odpovídá realitě. Sloučené procesy, které se opakují například následně možné podrobit další analýze.

## Inteligentní procesní automatizace

Robotická procesní automatizace poslední pár let patří k nejrychleji rozvíjejícím se softwarům pro podniky (Agostinelli et al., 2019). Jak se RPA software vyvíjel, vyvíjeli se i další technologie a výpočetní výkon počítačů a cloudových center. Výpočetní výkony nerostou jen u procesorů CPU, ale i u grafických karet GPU, které jsou důležité především pro zpracování obrazu. Díky tomuto technologickému pokroku se v posledním desetiletí velmi rozvinula i uměla inteligence (Artificial Intelligence – AI). V práci bude používána zkratka AI pro umělou inteligenci. Dnes se s umělou inteligencí setkáváme na denní bázi, především díky internetovým službám jako jsou sociální sítě a internetové vyhledavače.

Většina současného RPA softwaru využívá AI nejčastěji pro rozpoznání textu z obrázku, takzvané OCR – Optical character recognition (Agostinelli et al., 2019). OCR se používá především pro automatické skenování například faktur a následné zaplacení na číslo účtu, které robot dokáže vyčíst z faktury.

V těchto odborných článcích (Agostinelli et al., 2019; Zhang, 2019; Chakraborti et al., 2020) se objevuje pojem Intelligent Process Automation – IPA. Inteligentní procesní automatizace je spojení RPA a AI (Agostinelli et al., 2019; Zhang, 2019; Chakraborti et al., 2020). IPA je současný trend RPA s využitím AI a nejenom pro OCR, ale i risk managment, převádění řeči na text, třídění pošty, využití pro chatboty, vytěžování dat z dokumentů a další (Naveen Reddy et al., 2019). Současné trendy naznačují vyšší propojení RPA a AI (Gartner, 2021). S největší pravděpodobností samotné RPA bez AI dosáhlo svého vrcholu, jelikož - jak říká Lhuer (2016) - 90 až 95 % rutinních činností je možné automatizovat. Na ostatní činnosti je potřeba určité kognitivní rozhodování. RPA je jen nástroj, jak činnosti zautomatizovat, AI může přidat kognitivní schopnosti RPA, které pak dokáže vyřešit mnohem více činností.

### Trendy inteligentní procesní automatizace

Tato podkapitola je rozdělena na současné trendy, budoucí trendy a výzkumné problémy IPA.

1. Současné trendy IPA

Podle Bellman a Göransson (2019) je nejčastější využití IPA právě u OCR pro rozpoznávání textu. Jejich výzkum ukazuje, že jakékoliv nasazení IPA bude velmi složité kvůli nedostatečné vyspělosti AI. Implementace AI je prý možná, ale spíš se bude jednat o pilotní projekty než, aby další nasazení AI do RPA přineslo vyšší úsporu a nepotřebovalo podporu pracovníka. Další problém, co Bellman a Göransson (2019) zmiňují, je bezpečnost AI, na kterou nikdo není moc připraven, protože je to nová technologie, na kterou se musí připravit i vedení společností a společnost samotná. Chakraborti et al. (2020) zmiňuje, že mnoho vědeckých skupin se také pokouší využít AI k objevení procesů k automatizaci a jejich pravidel viz (Bosco et al., 2019; Leno et al., 2020). Tento problém má mnoho částí a umělá inteligence určitě bude součástí řešení problému, protože již teď se díky umělé inteligenci daří dělat pokroky. Rizk et al. 2020 zmiňuje také trend IPA chatbotů, kdy chatbotovi s AI a RPA je možné zařídit předem předdefinované úkony právě díky těmto technologiím. V této studii jsou zmíněny případy využití těchto technologií pro vyřízení žádosti o půjčku přes chatbota a také odeslání zásilky kurýrem jen díky chatbotovi s AI a RPA.

1. Budoucí trendy IPA

Chakraborti et al. (2020) rozdělil budoucí trendy IPA do šesti kategorií. Největší trend budoucnosti, a i současnosti je využití AI pro jednodušší automatizaci pomocí RPA, nalezení vhodných procesů k automatizaci a popřípadě využití umělé inteligence pro podporu rozhodování u RPA algoritmů.

Plánování a rozdělování automatizačních kapacit je další kategorií. Marrella (2019) popisuje, že díky množství dat a omezení automatizačních kapacit bude nutné vybírat, které aktivity automatizovat hned a kam přesunout automatizační kapacitu robotů tak, aby to mělo největší ekonomický přínos.

Risk managment, který je zmíněn i jako důvod pro využití RPA má mnoho aspektů. Ve vztahu s IPA a budoucím trendem je více zaměřen na ověřování a monitorování procesů, které je pak navázáno na další akce jako odeslání upozornění či zamezení určitým činnostem. (Katz et al., 2020)

Chatboti a redukování lidské pracovní síly při poskytování zákaznické péče je směr, kterým většina firem jde. V roce 2020 velmi posílil sektor e-commerce díky pandemii a lidé většinu svých nákupů řešili online bez interakce se zaměstnanci firmy. Většina firem by si i přála minimalizování nákladů na podporu zákazníků a takzvaný helpdesk. Většinu těchto činností by mohli nahradit inteligentní chatboti. (Chakraborti et al., 2020)

Vysvětlitelnost a interpretovatelnost výsledků bude důležitou součástí nasazení a využití AI. Modely umělé inteligence dokážou dodat výsledek, ale lidé, a především uživatelé, by měli být schopní interpretovat výsledky spočítané AI. Například aby AI modely nebyly diskriminační vůči určité skupině obyvatel při žádosti o půjčku. (Woodcock et al., 2009)

Způsoby nakládání s procesními daty je poslední kategorií. Baltrusaitis et al., (2019) se domnívá, že procesní data by měla být dalším zdrojem informací pro strojové učení, jako jsou v současné době obrázky, videa, text a audio obsah. Do procesních dat nemusí patřit jen UI logy, ale i procesní grafy, posloupnosti událostí, interakce mezi účastníky v čase a práce s dokumenty navázanými na procesy. Informace získané z těchto dat pomohou v dalších oblastech jako risk managment, plánování a vysvětlitelnost prediktivních modelů a ve výsledku povedou k inteligentnější automatizaci.

# Cíle disertační práce

V roce 2000 představil Thomas Roy Fielding (2000) koncept REST API ve své disertační práci. Koncept REST API v roce 2000 nebyl pochopen, nicméně v roce 2020 využívání API a otevřených dat je lukrativní obchodní model (Rochim et al., 2020). Fielding (2000) vytvořil standard pro vytváření API, který dnes využívají programátoři po celém světě.

Jak vyplývá z teoretické rešerše RPA je nová technologie a vývoj RPA se posouvá dál, nicméně díky své novosti, jednoduchosti a možnosti rychlé implementace softwarových robotů do produkce vede k tomu, že většina firem nedodržuje žádný standard. To vede k problémům s údržbou již vytvořených robotů, jak zmiňuje Kedziora a Penttinen (2020). Proto je tu prostor pro vytvoření standardu pro RPA, stejně jako v roce 2000 představil Fielding jeho REST API standard.

Syed et al. (2020) představuje 15 výzkumných problémů, které je možné zkoumat. Jeden z výzkumných problémů je právě metodologie pro vývoj RPA, který by měl pomoci s tvorbou RPA robotů především ve firmách. Pro vytváření RPA robotů, které budou jednoduší na údržbu a budou efektivnější, by bylo vhodné zařadit do standardu využívání právě API a také znovu použití částí robotů, které již byly využity a držet se stejného pravidla jako při psaní kódu pro tvorbu programů DRY[[3]](#footnote-4). Ve výzkumných problémech je zmíněno, jak lépe vytvářet RPA roboty pomocí UI logů, nebo jak vytěžit ze současných procesů data pro jednoduší implementaci RPA. Poslední výzkumný problém, který zapadá do vývoje lepších RPA robotů je řízení výjimek, které mohou vznikat při využívání RPA robotů. Tyto výzkumné problémy a možnosti budoucího výzkumu dávají příležitost k vytvoření standardu pro tvorbu RPA robotů.

**Hlavní cíl disertační práce**: Optimalizace aspektů robotické procesní automatizace, pro lepší výkonnost a jednoduší na údržbu RPA robotů.

Z hlavního cíle disertační práce, vyplývá několik výzkumných otázek, které by měly být zodpovězeni disertační prací a doprovodným výzkumem.

**VO 1:** Které metody, techniky, postupy a nástroje mohou přispět k optimalizaci aspektů RPA robotů?

**VO 2:** Jaké jsou možnosti pro zvýšení výkonu/zrychlení RPA robota?

**VO 3:** Které metody a techniky pomohou k jednodušší údržbě RPA robotů?

**VO 4:** Které metody přispějí k podchyceným případných výjimek RPA robotů?

**VO 5:** Jaké ekonomické dopady by měla implementace vybraných aspektů?

# Metodika disertační práce

V současné chvíli je metodika disertační práce naplánovaná následovně:

1. V prvním kroku bude provedena literární rešerše odborné literatury a budou provedeny hloubkové rozhovory s RPA vývojáři, které mají reálné zkušenosti s vývojem. Na základě jejich znalostí může být dále směřována literární rešerše k určitému problému, i do větší hloubky pro lepší porozumění dané problematice.
2. Na základě literární rešerše a hloubkových rozhovorů bude provedena analýza současného stavu poznání. Na základě současného stavu poznání jsou připraveny výzkumné otázky, které budou zkoumány pro dosažení hlavního cíle disertační práce.
3. Na základě zjištěních faktů bude probíhat příprava experimentů, pro zodpovězení výzkumných otázek. Pro výzkum výzkumných otázek budou stanoveny hypotézy k testování, pro které budou zvoleny vhodné statistické metody k analýze výsledků.
4. Pro výzkum výzkumných otázek je důležité mít připravené výzkumné prostředí. Toto testovací prostředí musí být neutrální a nejlépe by mělo reflektovat realitu. Pro výzkumné prostředí bude nutné vytvořit minimálně jeden testovací scénář. Na tomto scénáři bude probíhat testování a je nutné, aby byly splněny technické požadavky na aplikace, například kde probíhá přihlášení uživatele. Dalším technickým požadavkem je, aby aplikace měla možnost využít API i uživatelské rozhraní. Tyto a další možné požadavky budou zahrnuty do testovacího scénáře.
5. Po otestování hypotéz na navrženém scénáři bude možné vyhodnotit výsledky a následně vypočítat ekonomické dopady aspektů optimalizace RPA robotů.

Do současnosti byly provedeny první dva body metodiky, a to literární rešerše odborné literatury a hloubkové rozhovory s RPA vývojáři, kteří pomohli nasměrovat výzkum tímto směrem a přinesli poznatky, které budou ověřeny během experimentů. Druhý bod metodiky ohledně stanovení výzkumných otázek na základě současného stavu poznání je sepsán zde v této práci. Na základě těchto poznatků je napsán konferenční příspěvek na ICPM 2021, který je podpořen projektem SGS-2021-1033. Po představení příspěvku na konferenci probíhá odborná diskuse s odborníky na dané téma, kde studenti doktorského studia mají šanci získat konstruktivní zpětnou vazbu.

# Závěr

Cílem této práce bylo představit cíle výzkumu a rovněž i téma disertační práce autora. Práce je rozdělena do tří hlavních částí. První a největší část této práce, je sepsána literární rešerše popisující robotickou procesní automatizaci a process mining. Literární rešerše též ukazuje současný stav poznání a vědecké výzvy, které je možné zkoumat. Druhá část práce se věnovala hlavnímu cíli a výzkumným otázkám disertační práce. Hlavním cílem disertační práce je: Optimalizace aspektů robotické procesní automatizace, pro lepší výkonnost a jednoduší na údržbu RPA robotů. V třetí části byla popsána plánovaná metodika práce, která je rozdělena do pěti hlavní částí.

# Publikační činnost

Příspěvky na konferenci SOR 21 (v recenzním řízení):

PRŮCHA, Petr a Petra KAŠPAROVÁ, 2021. USE OF EMOTION IN DESIGNING BI DASHBOARDS. In: *SOR ’21*: *Proceedings of the 16th International Symposium on Operations Research, SOR 2021*.

# Seznam použité literatury

AGOSTINELLI, Simone, Andrea MARRELLA a Massimo MECELLA, 2019. Research Challenges for Intelligent Robotic Process Automation. In: Chiara DI FRANCESCOMARINO, Remco DIJKMAN a Uwe ZDUN, ed. *Business Process Management Workshops* [online]. Cham: Springer International Publishing, s. 12–18. Lecture Notes in Business Information Processing. ISBN 978-3-030-37453-2. Dostupné z: doi:10.1007/978-3-030-37453-2\_2

AGUIRRE, Santiago a Alejandro RODRIGUEZ, 2017. Automation of a Business Process Using Robotic Process Automation (RPA): A Case Study. In: Juan Carlos FIGUEROA-GARCÍA, Eduyn Ramiro LÓPEZ-SANTANA, José Luis VILLA-RAMÍREZ a Roberto FERRO-ESCOBAR, ed. *Applied Computer Sciences in Engineering* [online]. Cham: Springer International Publishing, Communications in Computer and Information Science, s. 65–71 [vid. 2021-06-02]. ISBN 978-3-319-66962-5. Dostupné z: doi:10.1007/978-3-319-66963-2\_7

ALLEN, Matthew a Susan HORWITZ, 2003. Slicing java programs that throw and catch exceptions. *ACM SIGPLAN Notices* [online]. **38**(10), 44–54. ISSN 0362-1340, 1558-1160. Dostupné z: doi:10.1145/966049.777394

ANAGNOSTE, Sorin, 2017a. Robotic Automation Process - The next major revolution in terms of back office operations improvement. *Proceedings of the International Conference on Business Excellence* [online]. **11**(1), 676–686. ISSN 2558-9652. Dostupné z: doi:10.1515/picbe-2017-0072

ANAGNOSTE, Sorin, 2017b. Robotic Automation Process - The next major revolution in terms of back office operations improvement. *Proceedings of the International Conference on Business Excellence* [online]. **11**(1), 676–686. ISSN 2558-9652. Dostupné z: doi:10.1515/picbe-2017-0072

ANON., 2017. IEEE Guide for Terms and Concepts in Intelligent Process Automation [online]. B.m.: IEEE. Dostupné z: doi:10.1109/ieeestd.2017.8070671

ANON., 2021. Manage Robotic Process Automation. *Gartner* [online]. Dostupné z: https://www.gartner.com/en/finance/trends/robotic-process-automation

ANTÓN, Annie I., W. Michael MCCRACKEN a Colin POTTS, 1994. Goal decomposition and scenario analysis in business process reengineering. In: Rudibert KING, ed. *Active Flow and Combustion Control 2018* [online]. Cham: Springer International Publishing, Notes on Numerical Fluid Mechanics and Multidisciplinary Design, s. 94–104 [vid. 2021-06-02]. ISBN 978-3-319-98176-5. Dostupné z: doi:10.1007/3-540-58113-8\_164

ASATIANI, Aleksandre a Esko PENTTINEN, 2016. Turning robotic process automation into commercial success – Case OpusCapita. *Journal of Information Technology Teaching Cases* [online]. **6**(2), 67–74. ISSN 2043-8869. Dostupné z: doi:10.1057/jittc.2016.5

BALTRUSAITIS, Tadas, Chaitanya AHUJA a Louis-Philippe MORENCY, 2019. Multimodal Machine Learning: A Survey and Taxonomy. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence* [online]. **41**(2), 423–443. ISSN 0162-8828, 2160-9292, 1939-3539. Dostupné z: doi:10.1109/TPAMI.2018.2798607

BELLMAN, Markus a Gustav GÖRANSSON, 2019. *Intelligent Process Automation: Building the bridge between Robotic Process Automation and Artificial Intelligence* [online]. B.m. Dissertation. School of Industrial Engineering and Management (ITM). Dostupné z: http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:kth:diva-264186

BENNETT, K., 1995. Legacy systems: coping with success. *IEEE Software* [online]. **12**(1), 19–23. ISSN 0740-7459, 1937-4194. Dostupné z: doi:10.1109/52.363157

BOSCO, Antonio, Adriano AUGUSTO, Marlon DUMAS, Marcello LA ROSA a Giancarlo FORTINO, 2019. Discovering Automatable Routines from User Interaction Logs. In: *Business Process Management Forum* [online]. Cham: Springer International Publishing, Lecture Notes in Business Information Processing, s. 144–162 [vid. 2020-10-05]. ISBN 978-3-030-26642-4. Dostupné z: doi:10.1007/978-3-030-26643-1\_9

DUMAIS, Susan, Robin JEFFRIES, Daniel M. RUSSELL, Diane TANG a Jaime TEEVAN, 2014. Understanding User Behavior Through Log Data and Analysis. In: Judith S. OLSON a Wendy A. KELLOGG, ed. *Ways of Knowing in HCI* [online]. New York, NY: Springer, s. 349–372 [vid. 2021-06-07]. ISBN 978-1-4939-0378-8. Dostupné z: doi:10.1007/978-1-4939-0378-8\_14

DUNLAP, Rod a Mary LACITY, 2017. Resolving Tussles in Service Automation Deployments: Service Automation at Blue Cross Blue Shield North Carolina (BCBSNC). *Journal of Information Technology Teaching Cases* [online]. **7**(1), 29–34. ISSN 2043-8869, 2043-8869. Dostupné z: doi:10.1057/s41266-016-0008-9

FIELDING, Roy Thomas, 2000. *Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures* [online]. Irvine. University of California , Irvine. Dostupné z: https://www.ics.uci.edu/~fielding/pubs/dissertation/fielding\_dissertation.pdf

HALLIKAINEN, Petri, Riitta BEKKHUS a Shan L. PAN, 2018. How OpusCapita Used Internal RPA Capabilities to Offer Services to Clients. *MIS Quarterly Executive*. **17**(1).

CHAKRABORTI, Tathagata, Vatche ISAHAGIAN, Rania KHALAF, Yasaman KHAZAENI, Vinod MUTHUSAMY, Yara RIZK a Merve UNUVAR, 2020. From Robotic Process Automation to Intelligent Process Automation: – Emerging Trends –. In: Aleksandre ASATIANI, José María GARCÍA, Nina HELANDER, Andrés JIMÉNEZ-RAMÍREZ, Agnes KOSCHMIDER, Jan MENDLING, Giovanni MERONI a Hajo A. REIJERS, ed. *Business Process Management: Blockchain and Robotic Process Automation Forum* [online]. Cham: Springer International Publishing, Lecture Notes in Business Information Processing, s. 215–228 [vid. 2021-08-03]. ISBN 978-3-030-58778-9. Dostupné z: doi:10.1007/978-3-030-58779-6\_15

CHEE TAHIR, A. a R.C. DARTON, 2010. The Process Analysis Method of selecting indicators to quantify the sustainability performance of a business operation. *Journal of Cleaner Production* [online]. **18**(16–17), 1598–1607. ISSN 09596526. Dostupné z: doi:10.1016/j.jclepro.2010.07.012

JIMENEZ-RAMIREZ, Andres, Hajo A. REIJERS, Irene BARBA a Carmelo DEL VALLE, 2019. A Method to Improve the Early Stages of the Robotic Process Automation Lifecycle. In: Paolo GIORGINI a Barbara WEBER, ed. *Advanced Information Systems Engineering* [online]. Cham: Springer International Publishing, s. 446–461. Lecture Notes in Computer Science. ISBN 978-3-030-21290-2. Dostupné z: doi:10.1007/978-3-030-21290-2\_28

JOVANOVIĆ, Stefan Z., Jelena S. ĐURIĆ a Tatjana V. ŠIBALIJA, 2018. Robotic process automation: overview and opportunities. *Int. J. Adv. Qual*. **46**(3–4), 34–39.

KATZ, Michael, Shirin SOHRABI a Octavian UDREA, 2020. Top-Quality Planning: Finding Practically Useful Sets of Best Plans. *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence* [online]. **34**(06), 9900–9907. ISSN 2374-3468, 2159-5399. Dostupné z: doi:10.1609/aaai.v34i06.6544

KEDZIORA, Damian a Esko PENTTINEN, 2020. Governance models for robotic process automation: The case of Nordea Bank. *Journal of Information Technology Teaching Cases* [online]. **11**(1), 20–29. ISSN 2043-8869, 2043-8869. Dostupné z: doi:10.1177/2043886920937022

LACITY, M.C. a L.P. WILLCOCKS, 2016. A new approach to automating services. *MIT Sloan Management Review*. **58**(1), 41–49. ISSN 15329194.

LENO, V., A. AUGUSTO, M. DUMAS, M. LA ROSA, F. MAGGI a A. POLYVYANYY, 2020. Identifying candidate routines for Robotic Process Automation from unsegmented UI logs. *arXiv:2008.05782 [cs]* [online]. [vid. 2020-10-05]. Dostupné z: http://arxiv.org/abs/2008.05782

LHUER, Xavier, 2016. The next acronym you need to know about: RPA (robotic process automation). B.m.: McKinsey.

MARRELLA, Andrea, 2019. Automated Planning for Business Process Management. *Journal on Data Semantics* [online]. **8**(2), 79–98. ISSN 1861-2032, 1861-2040. Dostupné z: doi:10.1007/s13740-018-0096-0

MONTEIRO, Luis Felipe Salin a Kathia Marçal DE OLIVEIRA, 2011. Defining a catalog of indicators to support process performance analysis. *Journal of Software Maintenance and Evolution: Research and Practice* [online]. **23**(6), 395–422. ISSN 1532060X. Dostupné z: doi:10.1002/smr.482

NAVEEN REDDY, K. P., Undavalli HARICHANDANA, T. ALEKHYA a Rajesh S. M., 2019. A Study of Robotic Process Automation Among Artificial Intelligence. *International Journal of Scientific and Research Publications (IJSRP)* [online]. **9**(2), p8651. ISSN 2250-3153. Dostupné z: doi:10.29322/IJSRP.9.02.2019.p8651

REBUGE, Álvaro a Diogo R. FERREIRA, 2012. Business process analysis in healthcare environments: A methodology based on process mining. *Information Systems* [online]. **37**(2), 99–116. ISSN 03064379. Dostupné z: doi:10.1016/j.is.2011.01.003

RIZK, Yara, Vatche ISAHAGIAN, Scott BOAG, Yasaman KHAZAENI, Merve UNUVAR, Vinod MUTHUSAMY a Rania KHALAF, 2020. A Conversational Digital Assistant for Intelligent Process Automation. In: Aleksandre ASATIANI, José María GARCÍA, Nina HELANDER, Andrés JIMÉNEZ-RAMÍREZ, Agnes KOSCHMIDER, Jan MENDLING, Giovanni MERONI a Hajo A. REIJERS, ed. *Business Process Management: Blockchain and Robotic Process Automation Forum* [online]. Cham: Springer International Publishing, Lecture Notes in Business Information Processing, s. 85–100 [vid. 2021-08-04]. ISBN 978-3-030-58778-9. Dostupné z: doi:10.1007/978-3-030-58779-6\_6

ROCHIM, Adian Fatchur, Abda RAFI, Adnan FAUZI a Kurniawan Teguh MARTONO, 2020. As-RaD System as a Design Model of the Network Automation Configuration System Based on the REST-API and Django Framework. *Kinetik: Game Technology, Information System, Computer Network, Computing, Electronics, and Control* [online]. 291–298. ISSN 2503-2267, 2503-2259. Dostupné z: doi:10.22219/kinetik.v5i4.1093

SHORT, James E a N VENKATRAMAN, 1992. Beyond Business Process Redesign: Redefining Baxter’s Business Network. *Sloan Management Review*. Cambridge: Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA, **34**(1), 7. ISSN 0019848X.

SCHULER, Juerg a Florian GEHRING, 2018. Implementing Robust and Low-Maintenance Robotic Process Automation (RPA) Solutions in Large Organisations. *SSRN Electronic Journal* [online]. [vid. 2021-06-02]. ISSN 1556-5068. Dostupné z: doi:10.2139/ssrn.3298036

SLABY, 2012. *Robotic Automation Emerges asa Threat to Traditional Low-Cost Outsourcing* [online]. říjen 2012. Dostupné z: https://www.horsesforsources.com/wp-content/uploads/2016/06/RS-1210\_Robotic-automation-emerges-as-a-threat-060516.pdf

STOLPE, Annette, Heidi STEINSUND, Jon IDEN a Bendik BYGSTAD, 2017. Lightweight IT and the IT function: experiences from robotic process automation in a Norwegian bank. In: *NOKOBIT*: *Norsk konferanse for organisasjoners bruk at IT*.

SYED, Rehan, Suriadi SURIADI, Michael ADAMS, Wasana BANDARA, Sander J. J. LEEMANS, Chun OUYANG, Arthur H. M. TER HOFSTEDE, Inge VAN DE WEERD, Moe Thandar WYNN a Hajo A. REIJERS, 2020. Robotic Process Automation: Contemporary themes and challenges. *Computers in Industry* [online]. **115**, 103162. ISSN 0166-3615. Dostupné z: doi:10.1016/j.compind.2019.103162

TANASA, D. a B. TROUSSE, 2004. Advanced data preprocessing for intersites Web usage mining. *IEEE Intelligent Systems* [online]. **19**(2), 59–65. ISSN 1541-1672. Dostupné z: doi:10.1109/MIS.2004.1274912

VAN DER AALST, Wil, 2016. *Process mining: data science in action*. 2nd edition. New York, NY: Springer Berlin Heidelberg. ISBN 978-3-662-49850-7.

VAN DER AALST, Wil M. P., Martin BICHLER a Armin HEINZL, 2018. Robotic Process Automation. *Business & Information Systems Engineering* [online]. **60**(4), 269–272. ISSN 1867-0202. Dostupné z: doi:10.1007/s12599-018-0542-4

WILLCOCKS, Leslie P., Mary LACITY a Andrew CRAIG, 2015. *The IT function and robotic process automation* [online]. B.m.: London School of Economics and Political Science, LSE Library. Dostupné z: https://ideas.repec.org/p/ehl/lserod/64519.html

WOODCOCK, Jim, Peter Gorm LARSEN, Juan BICARREGUI a John FITZGERALD, 2009. Formal methods: Practice and experience. *ACM Computing Surveys* [online]. **41**(4), 1–36. ISSN 0360-0300, 1557-7341. Dostupné z: doi:10.1145/1592434.1592436

ZHANG, Chanyuan (Abigail), 2019. Intelligent Process Automation in Audit. *Journal of Emerging Technologies in Accounting* [online]. **16**(2), 69–88. ISSN 1554-1908, 1558-7940. Dostupné z: doi:10.2308/jeta-52653

1. Legacy System – nemá český ekvivalent, ale volný překlad je zastaralý systém [↑](#footnote-ref-2)
2. Drag and Drop – volný překlad je „táhni a pusť" [↑](#footnote-ref-3)
3. DRY – Kód v jakémkoliv programu by se neměl opakovat, právě kvůli udržitelnosti a správě kódu (DRY – „Don't repeat yourself“) [↑](#footnote-ref-4)