



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA PODNIKATELSKÁ

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT

ÚSTAV MANAGEMENTU

INSTITUTE OF MANAGEMENT

NÁVRH ZLEPŠENÍ ŘÍZENÍ VÝROBNÍCH ZAKÁZEK VE VYBRANÉM PODNIKU

PROPOSAL TO IMPROVE PRODUCTION ORDER MANAGEMENT IN A SELECTED COMPANY

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Jakub Kolník

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Zdeňka Videcká, Ph.D.

BRNO 2024

Zadání diplomové práce

| | |
|-------------------|-----------------------------------|
| Ústav: | Ústav managementu |
| Student: | Bc. Jakub Kolník |
| Vedoucí práce: | Ing. Zdeňka Videcká, Ph.D. |
| Akademický rok: | 2023/24 |
| Studijní program: | Strategický rozvoj podniku |

Garant studijního programu Vám v souladu se zákonem č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně zadává diplomovou práci s názvem:

Návrh zlepšení řízení výrobních zakázek ve vybraném podniku

Charakteristika problematiky úkolu:

Úvod

Vymezení problému a cíle práce

Teoretická východiska práce

Analýza současného stavu řízení zakázky

Návrh zlepšení řízení zakázky s podporou informačního systému

Zhodnocení přínosu návrhu řešení

Závěr

Seznam použité literatury

Přílohy

Cíle, kterých má být dosaženo:

Cílem práce je návrh zlepšení řízení zakázky s podporou informačního systému. Řešení vychází z detailní analýzy procesů řízení zakázky a jejich podporou v informačních systémech společnosti. Cílem návrhu je zeštíhlení procesu řízení zakázky prostřednictvím zlepšeného monitoringu neshodných kusů.

Základní literární prameny:

CARDA, Antonín a KUNSTOVÁ, Renáta, 2001. Workflow: Řízení firemních procesů. Grada Publishing. ISBN 80-247-0200-2.

JURAN, Joseph M. a GODFREY, A. Blanton, 1999. Juran's Quality Handbook. 5th edition. McGraw-Hill. ISBN 0-07-034003-X.

KEŘKOVSKÝ, Miloslav a VALSA, Ondřej, 2012. Moderní přístupy k řízení výroby. 3. vydání. C. H. Beck. ISBN 978-80-7179-319-9.

SVOZILOVÁ, Alena, 2011. Zlepšování podnikových procesů. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-247-3938-0.

TOMEK, Gustav a VÁVROVÁ, Věra. Integrované řízení výroby: od operativního řízení výroby k dodavatelskému řetězci. Praha: Grada, 2014. 366 s. ISBN 978-80-247-4486-5.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2023/24

V Brně dne 4.2.2024

L. S.

doc. Ing. Vít Chlebovský, Ph.D.
garant

doc. Ing. Vojtěch Bartoš, Ph.D.
děkan

Abstrakt

Táto diplomová práca sa zaoberá analýzou súčasného stavu riadenia zákaziek v podniku z hľadiska systémovej informačnej architektúry a prepojením s výrobným procesom. V analytickej časti je identifikovaný problém v procese riadenia zákaziek a vykonaný výskum s cieľom získať detailnejšie informácie o podstate problému. Práca navrhuje novú štruktúru systémovej zákazky, ktorej prínosom budú spoľahlivé dáta v reálnom čase, sprehľadnenie životného cyklu produktu vo výrobe a nastavenie správneho procesu kvantifikácie nezhodných produktov. Doplnením o zavedenie RPA je docielená vyššia efektivita priebehu procesu zákazky.

Kľúčové slová

Zákazka, informačný systém, výrobný proces, workflow, SAP

Abstract

This thesis deals with the analysis of the current state of contract management in an enterprise in terms of the system information architecture and the link with the production process. In the analytical part, a problem in the contract management process is identified and research is conducted to obtain more detailed information about the nature of the problem. The thesis proposes a new system order structure that will benefit from reliable real-time data, transparency of the product life cycle in production and setting up a proper process for quantifying non-conforming products. By complementing this with the introduction of RPA, a higher efficiency of the order process flow is achieved.

Keywords

Order, information system, production process, workflow, SAP

Bibliografická citácia

KOLNÍK, Jakub. *Návrh zlepšení řízení výrobních zakázek ve vybraném podniku* [online]. Brno, 2024 [cit. 2024-05-12]. Dostupné z: <https://www.vut.cz/studenti/zav-prace/detail/160247>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, Ústav managementu. Vedoucí práce Zdeňka Videcká.

Čestné prehlásenie

Prehlasujem, že predložená diplomová práca je pôvodná a spracoval som ju samostatne. Prehlasujem, že citácia použitých prameňov je úplná, že som vo svojej práci neporušil autorské práva (v zmysle Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorskom a o právach súvisiacich s právom autorským).

V Brne dňa 12. 5. 2024

Bc. Jakub Kolník

autor

Pod'akovanie

Chcem vyjadriť úprimnú vďaku vedúcej tejto práce pani Ing. Zdeňke Videckej za jej ochotu, odborné rady a vedenie. Taktiež by som chcel poďakovať svojej partnerke Barbore, že mi bola oporou v náročných chvíľach a verila vo mňa. V neposlednom rade aj svojim rodičom za ich obetu a úsilie, vďaka ktorému môžem úspešne dokončiť dôležitú kapitolu môjho akademického aj profesionálneho života.

OBSAH

| | |
|--|----|
| ÚVOD | 8 |
| VYMEDZENIE PROBLÉMU A CIEĽU PRÁCE | 9 |
| 1 TEORETICKÉ VÝCHODISKÁ PRÁCE | 10 |
| 1.1 Kvalita a riadenie kvality | 10 |
| 1.1.1 Využitie štatistiky v riadení kvality | 11 |
| 1.1.2 Kvalita a finančné riadenie | 11 |
| 1.2 Výroba | 11 |
| 1.2.1 Nezhodná výroba | 12 |
| 1.2.2 Kalkulácia ceny a nákladov na výrobu | 13 |
| 1.3 Systémy v podnikoch..... | 13 |
| 1.3.1 ERP (SAP) | 14 |
| 1.3.2 MES | 15 |
| 1.4 Workflow | 16 |
| 1.5 Robotic Process Automation (RPA) | 16 |
| 1.6 Dáta, ich úloha a rozhodovací proces | 17 |
| 1.6.1 Dáta v podnikových informačných systémoch..... | 19 |
| 1.7 Business Intelligence | 19 |
| 1.8 Proces..... | 20 |
| 1.8.1 Zlepšovanie procesov | 21 |
| 1.8.2 Nástroje a metodiky | 22 |
| 1.8.3 Lean manažment..... | 23 |
| 2 METODOLÓGIA VÝSKUMU | 25 |
| 2.1 Zdroj dát a ich spracovanie..... | 25 |
| 2.2 Výskumná vzorka dát | 25 |

| | | |
|-------|--|----|
| 2.3 | Centrálna výskumná otázka | 26 |
| 2.4 | Uplatnené štatistické metódy | 26 |
| 2.4.1 | Wilcoxonov test | 26 |
| 2.4.2 | Spearmanova korelácia | 27 |
| 2.5 | Stanovenie hypotéz | 27 |
| 3 | ANALÝZA KONTEXTU A SÚČASNEJ SITUÁCIE | 28 |
| 3.1 | Základné údaje o podniku..... | 28 |
| 3.2 | Predmet podnikania v kontexte práce..... | 28 |
| 3.3 | Organizačná štruktúra | 29 |
| 3.4 | Výrobný proces..... | 30 |
| 3.5 | Priebeh procesu zákazky | 31 |
| 3.5.1 | Obchod..... | 33 |
| 3.5.2 | Konštrukcia..... | 37 |
| 3.5.3 | Plánovanie..... | 39 |
| 3.5.4 | Výroba a expedícia | 41 |
| 3.6 | Informační management | 43 |
| 3.6.1 | SAP v podniku | 43 |
| 3.6.2 | MES v podniku | 48 |
| 3.6.3 | Sprievodná dokumentácia vo výrobe..... | 49 |
| 3.6.4 | Paperless Office (PapOff)..... | 49 |
| 3.6.5 | Interné aplikácie..... | 50 |
| 3.7 | Ishikawov diagram..... | 51 |
| 3.8 | Zhrnutie analytickej časti..... | 52 |
| 4 | ANALÝZA DÁT..... | 53 |
| 4.1 | Základná vizualizácia kontextu dát..... | 54 |
| 4.2 | Dôvod rozdielu dát o nákladoch | 57 |

| | | |
|-------|--|----|
| 4.3 | Diskusia výsledkov a doporučení | 59 |
| 4.4 | Záver výskumu | 60 |
| 4.5 | Limity výskumu..... | 60 |
| 5 | VLASTNÉ NÁVRHY RIEŠENÍ | 61 |
| 5.1 | Metodika riešenia..... | 61 |
| 5.2 | Cieľ návrhu | 64 |
| 5.3 | Výber problému a príčiny | 64 |
| 5.4 | Popis riešenií | 65 |
| 5.4.1 | Štruktúra zákaziek..... | 65 |
| 5.4.2 | Skupiny operácií | 68 |
| 5.4.3 | RPA a zmena procesu | 71 |
| 5.5 | Plán implementácie..... | 74 |
| 5.6 | Predikcia a ekonomické zhodnotenie | 75 |
| | ZÁVER | 77 |
| | ZOZNAM POUŽITÝCH ZDROJOV | 78 |
| | ZOZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKOV | 81 |
| | ZOZNAM POUŽITÝCH TABULIEK..... | 82 |
| | ZOZNAM POUŽITÝCH GRAFOV | 83 |
| | ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK..... | 84 |
| | ZOZNAM PRÍLOH | 85 |

ÚVOD

Vysoko dynamické a konkurenčné prostredie núti podniky v dnešných dňoch sa nielen zameriavať na optimalizáciu aktivít smerom k externým stranám, ale taktiež analyzovať a hodnotiť svoje vlastné procesy vnútri organizácie. Tento trend je značný a v posledných rokoch je možný vidieť rozsiahlejšiu implementáciu rôznych zlepšovateľských filozofií do samotných podnikových kultúr.

Zákazky, ktorých výstupom sú produkty alebo služby uspokojujúce určité potreby, tvoria hlavnú podnikovú činnosť. S nástupom moderných technológií podniky naprieč spektrom odvetví využívajú podnikové integrované systémy ERP. Tie im túto hlavnú činnosť pomáhajú vykonávať, ale čo je dôležitejšie, sledovať a vyhodnocovať jej priebeh. Takto získané dáta sú následne využívané pre ďalšie zlepšovanie vnútro podnikových aktivít s cieľom vyššej efektivity a nižších nákladov, vďaka čomu môže hodnota pre zákazníka rásť. Vzhľadom na tento fakt je dôležité aby takto poskytované dáta ERP systémami boli presné a pravdivé.

VYMEDZENIE PROBLÉMU A CIEĽU PRÁCE

Hodnototvorný reťazec je v podniku reprezentovaný tzv. zákazkou. Jedná sa o element v rámci výrobného procesu, ktorý nesie v sebe hlavne dve základné informácie. Tie sú: akú hodnotu zákazník požaduje od podniku výmenou za finančné zdroje a kedy táto výmena má prebehnúť resp. stanovuje termín doručenie alebo realizácie hodnoty. Každý podnik, ak chce efektívne vynakladať zdroje, musí zákazky riadiť. S nástupom Priemyslu 4.0 je toto riadenie podporené informačnými systémami, ktoré disponujú ďalšími podrobnými informáciami o zákazkách. V prípade analyzovanej firmy, ktorá má pokročilý systém riadenia zákaziek, dochádza k problému v systémovej štruktúre zákaziek. To znamená: ako sa zákazka chová v informačnom systéme, aké sú možnosti jej prepojenia alebo previazanie s inými informačnými systémami v podniku. Stávajúca štruktúra je chybná a prináša so sebou radu problémov. Nevyhovujúca štruktúra narúša správne riadenie materiálového toku medzi výrobou a skladoom, podáva nesprávne informácie o nákladoch na nezhodnú výrobu, neumožňuje sledovanie vyrobeného kusu v celom jeho životnom cykle v podniku. Úprava štruktúry zákazky je nutná aj kvôli strategickému nasadeniu konfigurátoru, ktorý optimalizuje fázu predajného procesu. Hlavným predpokladom pre nasadenie konfigurátoru je vyhovujúca systémová štruktúra zákazky v podnikovom ERP systéme, avšak táto podmienka nie je zatiaľ splnená. Riešenie musí uvažovať aj s prepojením zákazkovej štruktúry s inými informačnými systémami v podniku najmä s výrobným systémom MES. Hlavným cieľom diplomovej práce je na základe analýzy súčasného stavu navrhnuť štandardizovanú štruktúru výrobných zákaziek v systéme SAP, ktoré budú integrované so systémom riadenia výroby MES za účelom optimalizácie výrobného procesu, zvýšenia konzistentnosti a zaistenia transparentnosti dát v spoločnosti.

Medzi vedľajšie ciele práce je možné zaradiť:

1. Previest' dôkladnú analýzu stávajúcej štruktúry
2. Identifikovať konkrétne problematické body v existujúcej štruktúre
3. Zmapovať stávajúci zákazkový proces
4. Navrhnuť novú štandardizovanú štruktúru zákaziek
5. Vytvoriť plán implementácie a zhodnotiť finančnú náročnosť zmeny

1 TEORETICKÉ VÝCHODISKÁ PRÁCE

V tejto kapitole sú popísané jednotlivé pojmy, definície či koncepty, na ktoré sa autor odvoláva alebo s nimi pracuje.

1.1 Kvalita a riadenie kvality

Autori v knihe Juran's Quality Handbook definujú pojem kvalita dvomi spôsobmi. Prvým je uvažovanie o kvalite ako o „*vlastnostiach produktov, ktoré uspokojujú zákazníkove potreby a tým poskytujú jeho uspokojenie*“ (Juran, Godfrey, 1999). Význam v tomto ponímaní kvality figuruje smerom od zákazníka k podniku, a teda získaniu príjmu. Sústreďenie sa na neustále zvyšovanie kvality vyžaduje značné finančné prostriedky a preto väčšinou každé zvýšenie v kvalite prináša so sebou značnú investíciu. Druhé ponímanie kvality naopak súvisí s odstránením nežiadúceho javu zákazníkovej nespokojnosti, ktoré by mohlo viesť k strate príjmov z predaja produktov. Tento druhý prístup sa sústreďí práve na náklady a každé zvýšenie kvality by malo so sebou niesť práve zníženie nákladov.

Práve pre riadenie kvality sú kľúčové tri hlavné aktivity: plánovanie, kontrola a zlepšenie. Plánovanie kvality zohráva svoju úlohu už na začiatku životného cyklu produktu vo vývojovej fáze. Je nutné zaistiť zákazníkovo spokojnosť a vytýčiť také technológie a podporné aktivity, ktoré, v prípade použitia, sú schopné zákazníkovo spokojnosť dosiahnuť skrze produkt. Druhá kľúčová aktivita riadenia kvality a to kontrola kvality, zaisťuje stabilitu procesu a zamedzenie nežiadúcej zmeny. Táto kontrola je umožnená na základe použitia nástrojov poskytujúcich spätnú väzbu na sledovanie konkrétnej produktovej vlastnosti. Tretia aktivita pozostáva z viacerých čiastkových aktivít či už sa jedná o odstránenie neefektívnosti, vylepšenie produktových vlastností alebo zvýšenia „cycle-time“ určujúceho dĺžku trvania procesu.

1.1.1 Využitie štatistiky v riadení kvality

Deskriptívna štatistika je určená k prezentácii dát v zrozumiteľnej forme. Medzi často využívané nástroje resp. metódy patrí napr. lineárna regresia alebo korelácia (obe vo svojej podstate určujúce vzťah medzi dvoma premennými), testovanie hypotéz či časové rady. (Laman, 2022)

1.1.2 Kvalita a finančné riadenie

Pre štandardizáciu prezentovaných dát a dát využívaných pri rozhodovaní sa efektívnosť riadenia kvality vyjadruje v nákladoch na kvalitu. Jedným z dôvodov je jednoduchšie pochopenie zo strany ďalších zainteresovaných strán využitím spoločne chápanej metriky – financií – ďalším je odôvodnenie investícií na kvalitu na základe identifikovaných príležitostí pre úsporu. Využitím účtovníckej funkcie merania nákladov na kvalitu je možné zapojiť do riadenia kvality aj organizačné celky na prvý pohľad nesúvisiace s výrobou produktov (Kent, 2016). Existujú viaceré metódy na meranie nákladov na kvalitu, avšak spoločným menovateľom sú náklady na nezhodné výrobky.

V Príručke pre certifikovaných inžinierov kvality sú uvedené rôzne úrovne finančného reportingu v závislosti na úrovni managementu. Autor vysvetľuje, že v reportoch pre líniových manažérov „možno poskytnúť podrobné informácie o nákladoch, prípadne výsledky Pareto analýzy identifikujúce konkrétne oblasti, kde by korekčné opatrenia priniesli najväčšie zlepšenie.“ (Burke, Silvestrini, Rachel, 2017)

1.2 Výroba

„Výrobu je možné definovať ako transformáciu výrobných faktorov do ekonomických statkov a služieb, ktoré potom prechádzajú spotrebou. Pripomeňme si, že ako statky sú v ekonómii označované fyzické komodity (veci vyrábané pre spotrebu alebo zmenu), ktoré kladne prispievajú k ekonomickému blahobytu (uspokojovanie potrieb).“ (Keřkovský, 2009)

Výrobný systém, predstavuje množinu všetkých prvkov, ktoré sa priamym alebo nepriamym spôsobom podieľajú na transformácii vstupov na výstupy. Patria sem napr. výrobné

priestory, výrobné zariadenie a stroje, pracovníci, informácie potrebné pre uskutočnenie a riadenie výroby, suroviny a polotovary či energie. Na to, aby sme mohli výrobný systém riadiť hovoríme o riadení výroby, ktorým cieľom je vynakladať a využívať prvky výrobného systému tak, aby vytýčené ciele boli dosiahnuté napr. z pohľadu kvality, nákladovosti alebo produktivity, ktoré majú priamu nadväznosť na strategické a taktické ciele podniku. Výroba je preto priamo prepojená s ostatnými firemnými procesmi a funkciami. (Keřkovský, 2009)

V rámci výroby odlišujeme dve základné kategórie členenia výrobného procesu a to technologické (procesy priamo spojené s transformačným procesom) a netechnologické (pomáhajú uskutočniť transformačný proces). Toto rozdelenie nasleduje spôsob akým vynakladaná práca prispieva k pretváraniu vstupov na výstupy. Na to aby bolo možné plánovať priebeh výroby napr. podľa dostupných kapacít alebo merať samotný priebeh výroby je nutné výrobu ďalej deliť na jej jednotlivé časti – operácie. Spojením viacerých logicky nadväzujúcich operácií vzniká technologický postup popisujúci nutné vykonateľné úkony pre realizáciu výrobku. Technologický postup obsahuje aj ďalšie informácie nutné pre komplexné riadenie výroby. V prvom rade je to priradenie jednotlivých operácií na konkrétne pracoviská, s ktorými úzko súvisí aj priradenie času potrebného k realizácii úkonu (norma) či rôzne pomôcky a prípravky. Vzhľadom na vyššie popísanú zložitosť samotnej výroby, sa v aplikácií moderných prístupov podniky neobídu bez adekvátnej informačno-systémovej podpory. (Keřkovský, 2009)

Produkt je výstup z ľubovoľného procesu, ktorý predstavuje jak hmotné tak nehmotné výstupy. Spravidla sú však za produkt považované výstupy hmotného charakteru. (Juran, Godfrey, 1999)

1.2.1 Nezhodná výroba

Nezhodný kus je kategóriou výrobku, ktorá svojim vizuálnym alebo funkčným vzťahom nesplňuje štandardy nastavené firmou alebo zákazníkom. Za bežných okolností sú náklady na takéto kusy priradené do nákladov fixných, ktoré sú rozdistribuované aj po ostatných kusoch. (Drury, 1992)

1.2.2 Kalkulácia ceny a nákladov na výrobu

Kalkulácia ceny produktu vo výrobe má tri základné časti: náklady na ľudskú prácu, náklady na materiál (spoločne tvoria priame náklady) a fixné náklady. Do fixných nákladov, kde patria náklady, ktoré sa nedajú priradiť priamym spôsobom, spadajú aj náklady na nezhodné kusy.

1.3 Systémy v podnikoch

Systém tvorí spleť prvkov, entít, objektov vzájomne prepojených a navzájom interagujúcich. Interakcie medzi nimi a ich vlastnosti tvoria potom celistvý charakter samotného systému. Vyjadrenie informácií, spracovanie informácií a prenášanie v rámci systému je hlavným účelom informačného systému. V zásade existujú tri hlavné podoby informačného systému. Prvým je neformálny informačný systém založený na princípe výmeny informácií ústnym podaním či neverbálnou komunikáciou. Druhým je formálny informačný systém využívajúci predpisy, procedúry, postupy či politiky, na ktorých sú založené informačné toky. Tretím informačným systémom je systém založený na podpore počítačovej techniky. Takýto informačný systém sa skladá z hardvéru a softvéru, dát a aj ľudí. (Gála et al., 2009)

Za najdôležitejšie charakteristiky informačného systému považujeme mimo iné aj bezpečnosť a stabilitu informačných procesov, integrovanosť, udržateľnosť, otvorenosť z pohľadu potenciálneho vývoju, nákladovosti z pohľadu zavedenia a prevádzky či orientáciu na podporu najdôležitejších rozhodovaní a významných zainteresovaných strán. Ak sa pozrieme na návrh koncepcie rozvoja takéhoto systému, tak berieme do úvahy hlavne zvyšovanie konkurencieschopnosti podniku skrz zvýšenie produktivity a efektívnejšieho vynakladania zdrojov. Samozrejme stále je veľmi dôležitá aj podpora rozhodovania.

Nerozlučnou časťou je aj vnímanie kvality ako prvku celkového pohľadu na informačný systém. Pri pohľade na stratégiu systému sú vytýčené ciele, ktorých úlohou je zaisťovať kvalitatívne požiadavky na informácia hlavne z pohľadu dostupnosti, včasnosti spoľahlivosti a pravdivosti. (Keřkovský, 2003)

1.3.1 ERP (SAP)

Enterprise Resource Planning (ERP) je široko definovaný pojem označujúci súbor činností, ktorými sa organizácia zaoberá pri riadení svojich zdrojov. Jedná sa napr. o plánovanie, nákup materiálov, vnútornú logistiku či riadenie ľudských zdrojov. Vo svete už pôsobí veľa ERP softvérov, ale medzi hlavné patria tie od spoločností SAP, Oracle, SSA Global či Lawson. Pretože spoločnosti pred zavedením ERP používali rôzne softvéry pre každú z vyšších popísaných aktivít zvlášť, je téma ERP populárna hlavne v korporáčnych organizáciách. Balíky, ako navzájom samostatné a neprepojené celky, boli využívané z dôvodu absencie práve komplexného systému akým ERP je.

Často sa stáva, že spoločnosti, ktoré usilujú o implementáciu ERP musia meniť spôsob akým vykonávajú svoje procesy. Zatiaľ, čo tradičný prístup implementácie ERP riešenia sa zameriaval na poskytnutie prispôbeného balíka, v mnohých prípadoch je postup opačný. Je to dané zložitou samotného softvéru združujúceho rôzne procesy, a tak sa úlohy zamestnancov či postupy musia zmeniť.

Každý systém má svoje nedostatky a ERP nie je výnimkou. Hlavným nedostatkom je rigidná štruktúra. Tá môže mať za následok nedostatočné prispôbenie sa potrebám danej spoločnosti. Vzhľadom na vysokú sofistikovanosť ERP softvéru vzniká tendencia implementovať oveľa viacej funkcionalít ako je v danom momente pre spoločnosť potrebné. Výsledkom je zvýšenie nákladov. Okrem toho, aj samotná práca s tak komplexným systémom, môže byť pre personál náročná, čo môže viesť k jeho nižšiemu používaniu. Ďalším ľudským faktorom je nevoľnosť jednotlivých oddelení, zodpovedných za konkrétne procesy, sa vzdať svojich vlastných riešení v podobe aplikácií z dôvodu obavy o stratu kontroly nad dátami. (Holtsnider, Jaffe, 2009)

ERP softvér má rôzne moduly (Gála et al., 2009), vykonávajúce konkrétnu integrovanú funkciu. Každý modul je nastavený tak, aby s ním mohli pracovať len oprávnené osoby. Modul financií resp. riadenia financií poskytuje komplexný finančný pohľad na organizáciu. Patrí sem napr. riadenie záväzkov, hlavná účtovná kniha, nákladové účtovníctvo či riadenie pohľadávok. Modul predaja a marketingu zase obsahuje funkcionality na zobrazovanie vzťahov, riadenie predaja a riadenie marketingu. Modul riadenie nákupu a skladu

zase môže užívateľ využiť napr. na riadenie zásob. V neposlednom rade je modul výroba zabezpečujúci hlavne plánovanie výroby a zákaziek. Medzi jeho hlavné funkcie napr. patria:

- **Kusovníky:** evidencia a správa kusovníkov a priradovanie k zákazkám
- **Riadenie výrobných postupov:** definovanie technologických postupov či plánovanie kapacít
- **Sledovanie stavu výroby:** evidencia skutočných nákladov na výrobu, počet konkrétnych výrobkov alebo nedokončenú výrobu
- **Správa výrobných zákaziek:** zakladanie výrobných zákaziek z predajných objednávok a ich plánovanie

SAP je jeden z prvých podnikových ERP systémov. Jeho funkciou je integrácia všetkých biznisových súčastí do jedného systému operujúceho buď priamo v rámci podniku, alebo ako tzv. „cloud“ riešenie. Skratka SAP pochádza z nemeckého slova Systemanalyse Programmentwicklung. Tento systém je využívaný v mnohých firmách po celom svete. (SAP, 2023)

1.3.2 MES

Je názov systému využívaného vo výrobe, ktorý slúži na podporu výrobných aktivít. Medzi tie spadá príprava a riadenie pracovných inštrukcií, monitorovania správneho vykonávania výrobných úloh, zbieranie dát o samotnom výrobnom procese a ich poskytovania pri rozhodovacom procese. Taktiež poskytuje podporu pre pracovníkov pri riešení problémov a optimalizáciu procedúr (Scholten, 2009). Vývoj v posledných rokoch nasleduje trendy a poskytovatelia systémov spadajúcich do kategórie MES integrujú rôzne funkcionality napr. aj na zníženie nekvality vo výrobe odosielaním e-mailu zodpovedným osobám za konkrétny výrobný úsek či oddeleniu zaoberajúceho sa kvalitou vyrábaných produktov.

Dnešné výrobné závody sa transformujú do moderných servisných centier. Ekonomická efektivita moderného poňatia pridanej hodnoty už nie je len o výrobkoch, ale aj o samotných procesoch. Faktor, ktorý je rozhodujúci v podnikaní, je schopnosť daného procesu, nie len schopnosť produkcie. Prechod od telekomunikácií a ERP k službám v reálnom

čase je kľúčový, avšak súčasné ERP systémy tieto služby neponúkajú. Tu je práve možné využiť moderné systémy pre vykonávanie výroby (MES). Tie ponúkajú aplikácie v reálnom čase a sú schopné generovať aktuálne aj historické mapovanie výrobných zariadení v podobe dát a iných informácií, čo mimo iné umožňuje aj ich efektívnu optimalizáciu. Dôležité je aj mapovanie dodávateľského reťazca v reálnom čase a integrácia pohľadu na výrobné a servisné zariadenia pre lepšie plánovanie, zhromažďovanie stavov, analýzu kvality (a teda aj nezhodných kusov) a sledovanie materiálu. (Kletti, 2007)

1.4 Workflow

„Workflow je možné priblížiť ako tok informácií v podnikovom procese a ich automatizované riadenie. Efektívnejším riadením týchto procesov je možné redukovať ich náklady, skrátiť životný cyklus, zrýchliť realizáciu technologických zmien a zlepšiť zákaznícky servis.“ (Carda, 2001).

Z pojmu workflow sa v posledných rokoch stal výraz so širším významom zahrňujúci proces až po automatizáciu zaistenú počítačovými systémami. Systémy workflow zahrňujú proces v celej jeho fáze. Od prípravnej cez realizačnú až po fázu monitorovania (sledovania). V rámci podniku je jeho infraštruktúra tvorená procesmi a ich vzájomnými kombináciami. Problémom je, že táto infraštruktúra a tým aj samotné procesy, častokrát nebývajú zdokumentované alebo bývajú ukotvené inak ako všeobecné poznatky šíriace sa medzi zamestnancami ústnym podaním. Autor ďalej opisuje, že nedeliteľnou súčasťou každého workflow je monitoring. Štatistiky z monitoringu poskytujú informácie pri meraní výkonov a pomáhajú pri ich vyhodnocovaní (Carda, 2001).

1.5 Robotic Process Automation (RPA)

Termín RPA, čiže robotická procesná automatizácia, bol prvýkrát zadefinovaný už v roku 2012. Samotný termín môže pôsobiť zmätočne, kvôli slovu „robotická“, ktoré na prvý pohľad evokuje zapojenie fyzických robotov. Jedná sa ale o entity na báze softvérov určených na vykonávanie rozsiahleho záberu činností ako napr. kopírovanie dát, extrakcia údajov z dokumentov či správu e-mailov. Toto všetko sú opakujúce sa úlohy, ktorých automatizácia je podstatou RPA. Automatizáciou rutinných činností je možné uvoľniť

Ľudský kapitál na činnosti s vyššou pridanou hodnotou. RPA dokáže imitovať ľudské správanie pri interakcii so systémami pomocou interakcie s užívateľským prostredím a manipuláciu s dátami. Programovanie RPA je jednoduché lebo je často založené na princípe „potiahni a pust“ teda tzv. low-code platforme. Vďaka tomu nie je vyžadovaná pokročilá kvalifikácia v IT technológiách a RPA si zvládne nadefinovať radový zamestnanec bez zamestnávania lokálneho IT oddelenia. Nevýhodou RPA je často škálovateľnosť z pohľadu organizácie, čo vyžaduje už zapojenie IT oddelenia. Taktiež samotné RPA workflow môžu predstavovať bezpečnostné riziko, keďže títo boti majú prístup k rôznym databázam či dátam. (Taulli, 2020)

1.6 Dáta, ich úloha a rozhodovací proces

V podnikoch sú jednotliví účastníci rozhodovacieho procesu, spravidla riadiaci pracovníci, závislí na informáciách či podkladoch, ktoré im umožnia jednotlivé rozhodnutia vykonávať kvalitnejšie s ohľadom na potreby podniku. Autori zdôrazňujú dôležitosť presných faktov a dát: *„Lepšie informácie môžu mať ľubovoľné množstvo vlastností, vrátane väčšej úplnosti, väčšej presnosti, väčšej relevantnosti, aktuálnejšieho zdroja, väčšej spoľahlivosti, väčšej presnosti, organizovaného presvedčivejšieho usporiadania, prezentovaného v atraktívnejšom formáte a podobne.“* (Juran, Godfrey, 1999). Podmieňujúcim krokom k získaniu takýchto dát a informácií je meranie zahŕňajúce obstaranie tzv. surových dát. Autori ďalej zdôrazňujú dôležitosť chápania celkového kontextu meraných dát určených k interpretácii, keďže kriticky dôležité je zamerať sa na posúdenie dát v súvislostiach.

Keřkovský doplňuje, že dáta sú potenciálnymi zdrojmi informácií v závislosti na prijímateľovi, ktorý sa na základe takýchto informácií ďalej rozhoduje. Ako vlastnosti informácií určujúcich ich prínos uvádza okrem iného aj formát, cenu, úžitkovú hodnotu a legálnosť (Keřkovský, 2003).

Správne dáta môžu okrem uľahčenia každodenného rozhodovania pomôcť aj v zjednotení inovačného procesu (Ross et al., 2013). Umožnenie informovanejšieho rozhodovania môže viesť aj k jednoduchšiemu naplneniu podnikových cieľov napr. rastu objemu tržieb.

Organizácia musí v prvom kroku dáta zbierať. Metódy pre zber dát sa líšia: od zberu dát písaným spôsobom až po čerpanie dát z informačných nástrojov. Nasleduje fáza transformácie dát, ktorej účelom je vyčistenie dát od nežiadúcich záznamov, zoradenie dát, spájanie tabuliek alebo ich rozdeľovanie atď. (Laman, 2022)

Každý vedúci pracovník počas svojho pracovného dňa uskutoční niekoľko rozhodnutí. Líšia sa urgentnosťou, dopadom a časovým horizontom. Väčšinou prebiehajú rutinnou formou, ak sa ale nejedná o rozhodnutia kritické, kde sa nedajú uplatňovať štandardné postupy, keďže sa jedná o unikátne situácie a je k nim nutné pristupovať individuálne s väčšou časovou dotáciou. Všetky kategórie rozhodnutí podliehajú tzv. rozhodovaciemu procesu skladajúceho sa z troch základných častí. Prvou je, že rozhodovateľ (osoba zodpovedná za vynesenie rozhodnutia) zhromažďuje informácie o stave alebo probléme, kvôli ktorému je nutné rozhodnutie uskutočniť. Na to nadväzuje zhromaždenie informácií o potenciálnom riešení. Problém, ktorý je zdrojom nutnosti realizácie rozhodnutia, môže mať viacero variant riešení, a preto sú informácie zbierané aj o týchto alternatívach. Následne je na základe všetkých zozbieraných a vyhodnotených možných alternatív vybraná tá, ktorá je z hľadiska kontextu, v ktorom sa rozhodovateľ nachádza, najlepšia pre riešenie problému alebo reagovanie na daný stav. (Keřkovský, 2003)

Informácie a dáta sú pojmy, ktoré sa môžu zdať zameniteľné. Jeden z ich rozdielov je, že to čo je informáciou pre rozhodovateľa je pre nezúčastnenú stranu obyčajnými dátami. Avšak informácie by nemali slúžiť len samotnému rozhodovateľovi, ale aj zamestnancom, vlastníkom, zákazníkom atď. (Keřkovský, 2003)

„Atribút spoľahlivosti prisunu informácií súvisí predovšetkým so stabilitou informačných procesov, so spoľahlivosťou informačného systému.“ (Keřkovský, 2003)

1.6.1 Dáta v podnikových informačných systémoch

Prvým prístupom pre správu, archiváciu či organizáciu dát bol tzv. tradičný. Ten pozostával zo súborového systému, ktorý umožňoval užívateľovi jeho otvorenie, zatvorenie, čítanie a zápis dát. Užívateľia si takéto súbory ukladajú do adresárov na osobných či zdieľaných diskoch. Tradičný prístup síce umožňuje jednoduchšiu prácu z pohľadu jednotlivca, ale v rámci podnikového systému je netransparentný.

Naproti tomu databázový prístup (nástupca tradičného) sa snaží riešiť nevýhody tradičného prístupu. Tvorí ho množina súborov tzv. entít, ktoré tvoria na základe vzájomnej súvislosti databázu. Štruktúru a správu entít riadi tzv. systém riadenia báze dát. Výhodou je nízka miera duplicity dát. To je dosiahnuté ukladaním dát do jedného dátového súboru. Ďalšou výhodou je automatická zmena dát a aj tých, ktoré na menených dátach závisia. Prístup k samotným dátam je rýchlejší aj pri väčšej kvantite.

Existencia rôznych databázových prístupov ako aj rôznych riešení ponúkaných firmami pre správu dát v rámci databáz viedlo k ustanoveniu štandardizovaného dotazovacieho jazyka SQL (Structured Query Language). V rámci tohto štandardu boli definované príkazy pre manipuláciu a riadenie dát. (Gála et al., 2009)

1.7 Business Intelligence

Business Intelligence (BI) je novodobý trend v podnikovej informatike zameraný na podporovanie riadiacej činnosti. Jedná sa o kombináciu znalostí, aplikácií, systémov a procesov podporujúcich podkategórie riadenia a to plánovanie, analýzu a rozhodovanie naprieč celým spektrom organizačných aktivít a procesov. Podstatu tohto trendu je možné vysvetliť na princípe odlišnosti transakčných úloh a podnikových analýz a reportov. V transakčných úlohách je snahou užívateľa zaistiť rýchly prístup k dátam a optimálne realizovanie požadovaných operácií. Ďalej je to aktualizácia dát (napr. o zákazníkoch) a následná príprava dokumentov sumarizujúcich tieto dáta. Pri riešení podnikových analýz je snahou užívateľa vyhodnocovanie sledovaných ukazovateľov podniku na stanovenom rozsahu dát. Užívateľ chce tieto dáta analyzovať z rôznych pohľadov a taktiež sledovať vývoj podnikových ukazovateľov s prípadnými odchýlkami. Business Intelligence

sa sústredí na využitie informácií. Správne využitie môže pozitívne ovplyvniť výkon podniku v čase. BI je úzko prepojená s podnikovými informačnými systémami nielen ako príjemca dát, ale aj samotné dáta je schopné odosielať späť. Správne využitie BI je teda kriticky závislé na kvalite dát z transakčných aplikácií. Prepojenie napr. s riadením výroby je kľúčové, keďže pomáha vyhodnocovať stav výroby spolu s riadením kvality a monitorovanie kľúčových ukazovateľov. Na rozdiel od transakčných úloh je BI určené pre analytické aplikácie čomu podlieha správny výber a organizácia dát. BI pracuje na rôznych úrovniach detailu dát a taktiež ich agreguje, zatiaľ čo transakčné úlohy udržiavajú veľmi vysoký detail dát. BI pracuje s vývojom dát v čase, čo umožňuje sledovať vývoj z pohľadu času, zatiaľ čo transakčné úlohy udržiavajú dáta v aktuálnej forme. Uvedené princípy – agregácia, časová dimenzia – vedú k tomu, že požiadavka na kvalitu dát je oveľa vyššia. (Gála et al., 2009)

1.8 Proces

„Proces je séria logicky súvisiacich činností alebo úloh, prostredníctvom ktorých – v prípade, že sú postupne vykonané, má byť vytvorený predom definovaný súbor výsledkov.“
(Svozilová, 2011)

Takéto chápanie procesu je orientované na samotný výstup (čo môže byť napr. výrobok). V takomto prípade berieme pri popise procesu aj účastníkov prispievajúcich manuálnou či intelektuálnou činnosťou k naplneniu účelu procesu. Ak nahliadame na proces z pohľadu interakcií a času, tak ho definujeme ako procesný tok, *„ktorý predstavuje postupne rozvíjajúci sa proces, zapojuje do spolupráce aspoň dve osoby a vytvára určitú hodnotu pre zákazníka, ktorému má slúžiť, alebo príspevok pre podnik, v ktorom sa uskutočňuje.“*
(Svozilová, 2011)

Organizáciu je možné z procesného hľadiska definovať ako sieť prepojených a navzájom sa ovplyvňujúcich procesov, ktorej úspech závisí od toho, ako ich tieto procesy dokáže efektívne vykonávať. Paradoxom je, že z množstva procesov, ktoré sa v organizáciách nachádzajú je veľmi málo vytvárajúcich hodnotu, ktorá je ponúkaná zákazníkovi. (Boutros, Cardella, 2016)

Dané procesy sledujeme, usmerňujeme a hodnotíme čiže riadime. V posledných rokoch sa na túto činnosť vo veľkom využíva softvérová podpora, ktorá vďaka množstvu údajov o procesoch a tokoch samotných je schopná poskytovať informácie o príležitostiach pre zlepšenie alebo odstránenie nedostatkov. (Svozilová, 2011)

1.8.1 Zlepšovanie procesov

„Zlepšovanie procesov sa týka zvyšovania efektívnosti, účinnosti alebo transparentnosti procesov. Zlepšovanie procesov sa týka všetkých oblastí spoločnosti, pretože procesy sa časom prirodzene zhoršujú z rôznych dôvodov. Ale pretože podnikové procesy sú vo všeobecnosti neviditeľné, odhliadnuc od mapovania procesov, mnoho ľudí o nich vedome neuvažuje a neuvedomuje si, aký vplyv majú na výkonnosť“ (Boutros, 2019). Avšak je dôležité, aby samotné zlepšovanie nemalo formu zavedenia novej technológie alebo inej formy ošetrojúcej príčiny, ale aby došlo k vedomému hľadaniu príčiny vzniku zhoršenia keďže väčšina problémov organizácia pramení práve z procesov s chybnými výstupmi. Medzi benefity, ktoré sú výsledkom zlepšovania, patrí okrem zníženia plytvania či určenia zodpovednosti aj zvýšenie spoľahlivosti informácií, ktoré procesy poskytujú či už priamo vo forme ich výstupov, alebo ako sekundárny prínos.

V prípade hodnotenia procesov a ich vlastností, pri ktorých dochádza k navrhovaniu daných alternatív ich zlepšovania sa nevyhneme hodnoteniu a meraniu charakteristík, ktoré popisujú správanie sa procesov. Je dôležité zvážiť o aké charakteristiky sa jedná. Charakteristiky by mali viesť k určeniu jasného vzťahu príčin plytvania a vád, a mali by byť nastavené tak, aby vyhovovali používateľom prichádzajúcich do styku s nimi a pre potreby riadenia (Svozilová, 2011).

Vo firemnom prostredí existuje viacero metodík na zlepšovanie procesov. Autorka (Grasseová, 2008) popisuje základný rámec:

1. **Zistenie dôvodu pre zlepšenie:** Monitorovaním alebo meraním procesu zistíme problém vyskytujúci sa v procese

2. **Popis súčasnej situácie:** Zhromaždenie dostupných informácií o procese a vytýčenie cieľu zlepšenia
3. **Analýza súčasnej situácie:** Identifikácia príčiny problému (problémov)
4. **Identifikácia alternatív riešení:** Výber najoptimálnejšieho riešenia zabezpečujúce požadované zlepšenie
5. **Vyhodnotenie vplyvov:** Overenie či zlepšenie pomohlo priniesť požadovaný efekt napr. minimalizovaním výskytu nežiadúceho javu
6. **Uplatňovanie a štandardizácia nového riešenia:** Realizácia vybraného riešenia, z ktorého sa stane nová súčasná situácia
7. **Hodnotenie efektívnosti zlepšenia:** Ohliadnutie sa na zlepšovateľskú iniciatívu a overenie aplikácie riešenia na iný organizačný proces

1.8.2 Nástroje a metodiky

Ishikawov diagram

Taktiež známy aj ako diagram príčin a následkov či diagram rybej kosti je pomenovaný podľa svojho typického vzhľadu pripomínajúceho opornú sústavu rýb. Metodika funguje na princípe stanovenia neželaného javu, ktorý je následkom zatiaľ nezistených príčin. Práve tvar rybej kosti potom tento jav (efekt) rozdeľuje do niekoľkých podkategórií, v rámci ktorých je možné problém rozdeliť do menších súčastí resp. kategorizovať možné príčiny. Typicky sa jedná o kategórie ako ľudia, stroje (prístroje), prostredie, meranie a materiály. Samozrejme, kategórie môžu byť upravené tak, aby zahŕňali celé množiny zdrojov vplyvov vytvárajúcich spomínaný neželaný jav. Jeho využitie je možné, ako pri tímových aktivitách využívajúcich napr. brainstorming, tak aj pri individuálnych. (Boutros, 2016)

Ishikawov diagram býva dopĺňovaný analýzou „5 WHYS“, ktorá sleduje logiku odkrývania symptómov až ku samotnej koreňovej príčine. (Jones, Robinson, 2020)

Popis a mapovanie procesov

„Popis súčasného stavu procesov nám slúži k zmapovaniu procesov, zistení základných informácií o procesoch a ich priebehu a vzájomnej nadväznosti. Procesy môžeme popísať niekoľkými spôsobmi (textovo, v tabuľke, v matici, vývojovým diagramom, modelom, prípadne kombináciou uvedeného).“ (Grasseová, 2008)

Prvým krokom každého zlepšovateľského projektu je vytvorenie mapy procesu. Hlavnou myšlienkou je nutnosť poznať proces predtým ako môže byť zlepšený. Mapa procesu je vizuálna reprezentácia. Samotné procesné mapy sa môžu líšiť v závislosti na zložitosti procesu alebo využitia štandardov. Základnými symbolmi obdĺžnik symbolizujúci aktivitu, diamant symbolizujúci rozhodnutie (udalosť). (Foster, 2016)

Grasseová (Grasseová, 2008) dopĺňa, že je vhodné z dôvodu zrozumiteľnosti okrem samotného modelu uviesť aj slovný popis. To môže byť užitočné kvôli tomu, že modelom zobrazujeme hlavne podstatné prvky či udalosti a samotný model je zjednodušením reality. Cieľom procesného modelovania je tvorba samotného modelu procesu spoločnosti, ktorého účelom je podpora zamestnancov čerpaním informácií z modelu.

1.8.3 Lean manažment

Plytvanie (waste), z japonského slova „muda“, označuje jav alebo aktivitu, ktorá v podniku neprispieva k tvorbe zákaznickej hodnoty (či už pre interného alebo externého zákazníka) a spotrebováva zdroje podniku. Jednotlivé plytvania sa delia na kategórie podľa ich typického prejavu v procesoch. Ide o transport, inventár, pohyb, čakanie, nadbytočné spracovanie, nadbytočná produkcia, nezhodné kusy a zručnosti. (Boutros, 2016)

- **Transport:** presúvanie polotovarov alebo výrobkov vo výrobnom procese, ktoré neprispieva ich obohateniu z hľadiska funkčnosti alebo požiadaviek
- **Inventár:** ide o držanie zásob nad rámec potrieb, ktoré viažu finančné prostriedky a ďalšie spotrebovávajú
- **Pohyb:** typicky zahŕňa pracovníkov vykonávajúcich pohyby (chôdza, zohýbanie sa)
- **Čakanie:** vyskytuje sa keď dochádza k čakaniu na nástroje, materiál, predchádzajúci proces atď.

- **Nadbytočné spracovanie:** jedná sa o plytvanie, kedy sú výrobku pridávané ďalšie funkcie, ktoré nie sú požadované zákazníkom
- **Nadbytočná produkcia:** výstup výroby nereflektuje kvantitatívne požiadavky trhu a je nutné dosiaľ nepredané výrobky uskladňovať alebo sa spotrebovávajú výrobné kapacity na takéto výrobky
- **Nezhodné výrobky:** okrem výrobkov nespĺňujúcich požadované vlastnosti a opráv sem spadajú chybné dáta alebo chyby nielen vo výrobnom procese
- **Zručnosti:** nevyužitie schopnosti či znalosti pracovníkov naprieč organizáciou

Aplikácia hlavnej myšlienky Lean manažmentu („Bol by za túto aktivitu zákazník ochotný zaplatiť?“) nie je len výsadou výrobných procesov, ale taktiež podporných, kancelárskych či služieb. Lean je spojený s neustálym zlepšovaním procesov. (Jones, Robinson, 2020)

2 METODOLÓGIA VÝSKUMU

Kapitola popisuje prístup k výskumnej časti tejto diplomovej práce. Vysvetľuje použité dáta, uplatnené štatistické princípy a stanovuje centrálnu výskumnú otázku.

2.1 Zdroj dát a ich spracovanie

Keďže predmetom výskumu sú informácie spracované pre rozhodovací proces určené hlavne riadiacim pracovníkom so zodpovednosťou za jednotlivé útvary v rámci podniku, tak bol výskum realizovaný formou „desk-research“ a zberom dát z informačných systémov podniku. Dáta v podniku sú obsiahnuté hlavne v ERP softvéri SAP, ktorý tieto dáta zdieľa alebo prijíma od výrobného systému MES. Všetky dáta alebo udalosti, hlavne vo výrobnom procese podniku, zbiera a ukladá do SQL databáz. Dáta sú organizované v jednotlivých tabuľkách. Pre výskum samotný boli relevantné dáta o zhlásených operáciách (pracovných úkonoch), zákazkách (a ich náležitostiach napr. počet kusov, typ atď.), nezgodných kusoch a elektronických kartách obsahujúcich údaje o testoch jednotlivých kusov.

Autor výskumu používal operácie v rámci tzv. SQL query na vyhľadanie, triedenie a export dát do iných softvérov na spracovanie dát. Tieto operácie prebiehali využitím Microsoft SQL Management Studio. Využité boli softvéry na ďalšie spracovanie dát a to Microsoft Excel s doplnkom XLSTAT, IBM SPSS Statistics a softvér využívaný na vizualizáciu dát väčšieho množstva Microsoft Power BI.

2.2 Výskumná vzorka dát

Použité dáta vo výskume sú limitované na posledné tri roky teda obdobie 1.1.2020 až 20.12.2023 (jedná sa o posledný výrobný deň v roku 2023). Hlavným dôvodom je objem dát, ktorý by bolo nutné spracovať pri výbere väčšieho vzorku resp. pri výbere vzorku za dlhšie časové obdobie. Ďalší faktor, ktorý bol braný v úvahu, je aj objem produkcie za minulé obdobia. Keďže senzory sú typom produktu s momentálne najkratším životným cyklom (uviedenie na trh prebehlo v roku 2009 a prvá výroba bola spustená v roku 2015), sú pre výsledky výskumu najrelevantnejšie posledné roky. Kvôli využitiu priemernej

sadzby nákladov na ľudskú prácu je obdobie po pandémii Covid-19 relevantnejšie, pretože prinieslo infláciu, ktorá je premietnutá do nákladov za ľudskú prácu až v posledných rokoch.

Dáta prezentované v tejto práci sú skreslené. Jedná sa o citlivé dáta, avšak pre samotný výskum a testovanie hypotéz boli použité reálne dáta. Nižšie zobrazované grafy a tabuľky v kapitole 4 obsahujú práve upravené dáta.

2.3 Centrálna výskumná otázka

Centrálna výskumná otázka, ktorá má byť na základe zozbieraných dát zodpovedaná je: *Ako sa líšia reportované náklady na ľudskú prácu zo SAPu a MESu a aký je dôvod tohto rozdielu?* Otázka vyplýva zo zamerania záverečnej diplomovej práce, ktorej predmet bol určený v spolupráci s podnikom, kde je výskum realizovaný. Výskumná otázka má potvrdiť alebo vyvrátiť rozdiel, ktorý účastníci rozhodovacieho procesu pozorujú avšak tento ich predpoklad nebol overený dátami. Druhá časť otázky smeruje k určeniu možného dôvodu rozdielu nákladov ak bude tento nesúlad potvrdený.

2.4 Uplatnené štatistické metódy

Na analýzu dát a pochopenie súvislostí bola využitá deskriptívna štatistika a jej nástroje. Na overenie predpokladov tohto výskumu bol využitý Wilcoxonov test a Spearmanova korelácia.

2.4.1 Wilcoxonov test

Tento test spadá do kategórie neparametrických testov, ktoré nepožadujú predpoklad normálnej distribúcie dát. Slúži na porovnanie dvoch párových premenných. Funguje na princípe pridelovania poradia jednotlivým hodnotám. Následne sa jednotlivé číselné hodnoty poradia spolu sčítajú podľa toho, či sa jedná o poradie pre záporné rozdiely alebo poradie pre kladné rozdiely. Najmenšia hodnota týchto dvoch sčítacích operácií je určená za testovú štatistiku W a na základe počtu vzoriek a hladiny významnosti je podľa referenčnej tabuľky stanovená kritická hodnota. Ak je táto kritická hodnota menšia ako

testová štatistika W tak p -hodnota testu je väčšia ako zvolená hladina významnosti. (McClenaghan, 2023)

2.4.2 Spearmanova korelácia

Spearmanova korelácia skúma vzťah medzi dvoma premennými, ktoré nespĺňajú normálne rozdelenie. Funguje na podobnom princípe ako Pearsonova korelácia, ktorá je určená pre dáta s normálnou distribúciou. (Datatab, 2024)

2.5 Stanovenie hypotéz

Na zodpovedanie prvej časti centrálnej výskumnej otázky bol použitý Wilcoxonov test. Ten bol použitý hlavne kvôli tomu, že dáta nespĺňajú kritéria parametrických testov (ako napr. t -test) a to normálne rozdelenie dát. Dôležitá je aj samotná podstata testovacieho nástroja resp. metódy a to porovnanie stredných hodnôt dvoch vzoriek. Vďaka tomuto porovnaniu poskytuje informáciu o tom, či sa vzorky dát líšia – v prípade výskumu, či sa líšia stredné hodnoty nákladov zo SAPu a MESu.

V rámci spomenutej štatistickej metódy bola formulovaná nulová a alternatívna hypotéza:

Hypotéza H_0 : Medzi reportovanými nákladmi na ľudskú prácu pri výrobe senzorov v systéme SAP a MES nie je rozdiel

Hypotéza H_1 : Medzi reportovanými nákladmi na ľudskú prácu pri výrobe senzorov v systéme SAP a MES je štatisticky významný rozdiel

Pre overenie platnosti hypotéz bola použitá hladina významnosti $\alpha = 0,05$.

3 ANALÝZA KONTEXTU A SÚČASNEJ SITUÁCIE

Pre pochopenie problému a celého prostredia, v ktorom sa vyskytuje, je nutné vykonať podrobnú analýzu podniku a procesu. V tejto kapitole sú popísané aj nadväznosti na informačný systém.

3.1 Základné údaje o podniku

Diplomová práca je spracovávaná v spoločnosti ABB, ktorá vznikla v roku 1988 zlúčením spoločností Asea a Brown Boveri. Spoločnosť Asea, ktorá bola založená vo Švédsku koncom 19. storočia, sa pôvodne zameriavala na elektrotechniku. Švajčiarska spoločnosť Brown Boveri sa zase špecializovala na oblasť výroby a prenosu elektrickej energie. Spoločným zlúčením vznikla jedna z najväčších a najvplyvnejších spoločností na svete.

ABB, pôsobiace vo viac ako 100 krajinách sveta, sa zaväzuje k technologickým inováciám, čo potvrdzuje aj jej technický záber. Má 4 hlavné divízie a to: Robotiku a diskretnú automatizáciu, Elektrifikáciu, Procesnú automatizáciu a Pohony. Diplomová práca je spracovaná v jednom z výrobných závodov patriacich do divízie elektrifikácie. Jedná sa o výrobu prístrojových transformátorov a senzorov, ktoré slúžia na tarifné a merné účely ako súčasť rozvádzačov.

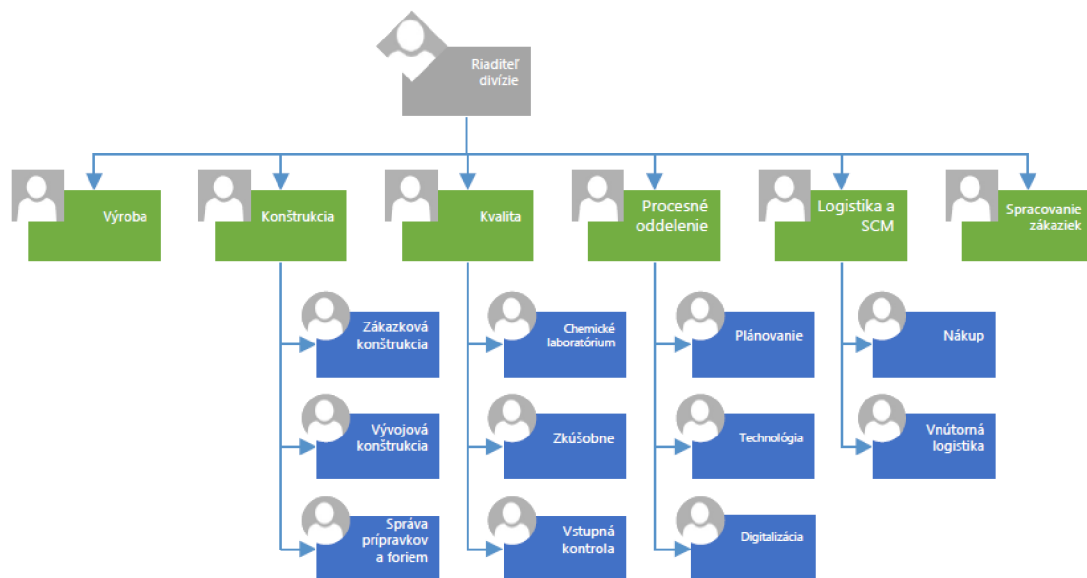
3.2 Predmet podnikania v kontexte práce

Technológia senzorov sa v ABB používa od roku začiatkom 90. rokov minulého storočia a ku dnešnému dňu je prevádzkovaných viac ako 380 000 senzorov po celom svete. Sensory sú akousi novou generáciou tradičných prístrojových transformátorov vyrábaných na dobre preskúmaných a praxou podrobených princípoch viac ako 120 rokov. Jedným so spúšťačov tejto zmeny sú nové ochranné relé, ktoré vytvárajú iné požiadavky na primárne meracie zariadenia (prístrojové transformátory). Funkcia senzorov spočíva v zabezpečení prúdových a napätových signálov potrebných na monitorovanie a ochranu stredného (Medium Voltage) napätia v distribučnej sieti. Sensory sú inštalované do plynom alebo vzduchom izolovaných rozvádzačov. Medzi ich hlavné výhody patria: široký

rozsah parametrov v jednom dizajne, štandardizácií, menšie priestorové zaťaženie v rozvážači atď.

3.3 Organizačná štruktúra

V analytickej časti sú popísané názvy jednotlivých oddelení. Preto je potrebné pre jednoduchší prehľad prezentovať organizačnú štruktúru podniku (obr. 1). Jedná sa o zjednodušenú organizačnú štruktúru, ktorá obsahuje hlavné oddelenia priamo sa podieľajúce na tvorbe hodnoty pre zákazníka alebo sú to oddelenia, ktorá túto tvorbu umožňujú. Názvy jednotlivých oddelení sú vyjadrené v slovenskom jazyku a sú zjednodušené. Organizačná štruktúra taktiež zobrazuje len oddelenia v rámci konkrétnej divízie.



Obrázok 1: Organizačná štruktúra

Zdroj: Vlastné spracovanie

Riaditeľovi divízie sa zodpovedajú oddelenia výroby, konštrukcie, kvality, procesného oddelenia, logistiky či spracovania zákaziek. Jednotlivé oddelenia sa ďalej môžu deliť na nižšie stupne či jednotlivé tímy. Oddelenie výroby zodpovedá za transformačný proces premeny vstupov na výstupy. Oddelenie konštrukcie za návrh produktov, vývoj či participáciu na vývoji s výskumným oddelením a taktiež zastrešuje formy na zalievanie či prípravky. Oddelenie kvality zodpovedá za plnenie požadovaných štandardov na produkty a riešenie príčin vzniku väd. Taktiež má vo svojej kompetencii testovanie hmoty, iných

vstupných materiálov a aj samotné testovanie produktov a polovýrobov. Procesné oddelenie zodpovedá za technológie či už hmotné, alebo informačné. Stará sa o dlhodobý rozvoj výrobného a iných podporných procesov. Oddelenie logistiky zastrešuje vnútropodnikovú logistiku a nákup materiálu a komponent. Oddelenie spracovania zákaziek je podporou zákazky pri jej celom trvaní v podniku. Hlavne za reportovanie termínov zákazníkovi či objednávku dopravy.

3.4 Výrobný proces



Obrázok 2: Výrobný proces

Zdroj: Vlastné spracovanie

Výrobný proces zobrazený na obr. 2, ktorého výstupom je senzor začína kompletáciou dielov zostavy. Jedná sa predovšetkým o manuálnu činnosť pozostávajúcu z montáže jednotlivých súčastí. Na základe konkrétnych parametrov produktu a jeho kusovníku sú na pracovisko do regálov doručené súčasti a materiály pochádzajúce z externého okolia firmy. Ich kvalitu a splnenie požiadaviek nadefinovaných už pri vývoji produktu overuje vstupná kontrola. Početnosť kontroly alebo jej presný postup závisí na danom materiáli alebo súčasti podľa toho, aké riziko môže nedostatočná kvalita predstavovať pre kvalitu výsledného produktu. Po dokončení kompletácie je potreba jednotlivé súčasti spojiť, zaliť v konkrétnej štruktúre a izolovať od okolia. To je možné dosiahnuť ich zaliatím epoxidom s presne danou receptúrou. V závislosti na finálnom vzhľade výrobku a jeho použití je možné zalievať v stroji (tlakové alebo vakuové) poprípade zaliatie pomocou trysky vykonávanom taktiež pomocou zariadenia na extrudáciu epoxidu. Po zaliatí je nutné hmotu vytvrdiť pomocou tepla, aby nadobudla požadované mechanické vlastnosti, ktoré sa spravidla uskutočňuje v topiacej peci, kde odliatok zostáva v závislosti na množstve epoxidu aj niekoľko hodín. Ak sa zaliatie realizuje pomocou strojného zariadenia je nutné odliatok mechanicky opracovať (napr. obrúsiť ostré hrany). Následne je kus vizuálne kontrolovaný kvôli povrchovým vadám, ktoré môžu nastať z rôznych príčin hlavne pri pro-

cese zalievania. Typicky sa jedná o nehomogénne zalíatie, prítomnosť vzduchových bublín atď., čo má vplyv na elektrotechnické vlastnosti. Po vizuálnej kontrole nasleduje kontrola práve elektrotechnický parametrov na základe svetových štandardov a noriem. Po dokončení skúšok produkt figuruje ako hotový polotovár a je umiestnený do skladu kde čaká na zákazníkovo objednávku. V tomto momente stráca svoje sériové číslo. Po obdržaní objednávky sú konkrétne kusy vybraté a sú spracovávané na konečnej montáži, kde sú pridané ďalšie súčasti (napr. kábel). V tomto štádiu je výrobok prispôsobený podľa zákazníkových potrieb. Funkčnosť a výsledná kvalita jednotlivých výrobkov je kontrolovaná na výstupnej skúške.

Je nutné podotknúť, že výroba senzorov sa líši od zvyšného väčšinového programu. Tým sú tradičné transformátory, ktoré sa logickou postupnosťou prívleťmi nelíšia od senzorov. Ich hlavnou odlišnosťou je veľkosť, vyššie časové nároky na operácie či vyššie nároky na presnosť merania (čo je ich hlavná funkcia). Toto portfólio má vlastnú konfiguráciu výrobných zákaziek, keďže jeho životný cyklus začal ešte v minulom storočí. Pre potreby tejto práce nie je potrebná hlbšia analýza práve tohto zvyšného portfólia resp. výrobného programu.

3.5 Pribeh procesu zákazky

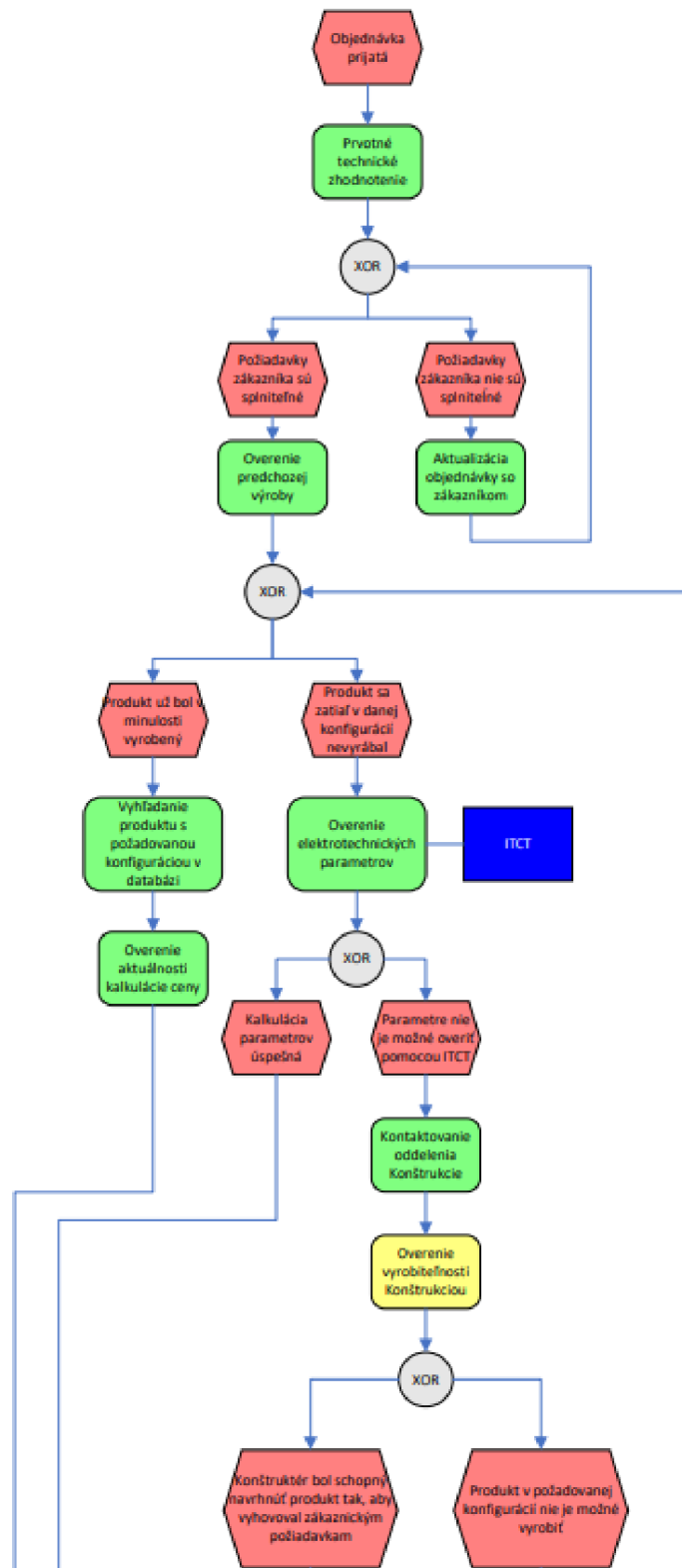


Obrázok 3: Hodnototvorný proces

Zdroj: Vlastné spracovanie

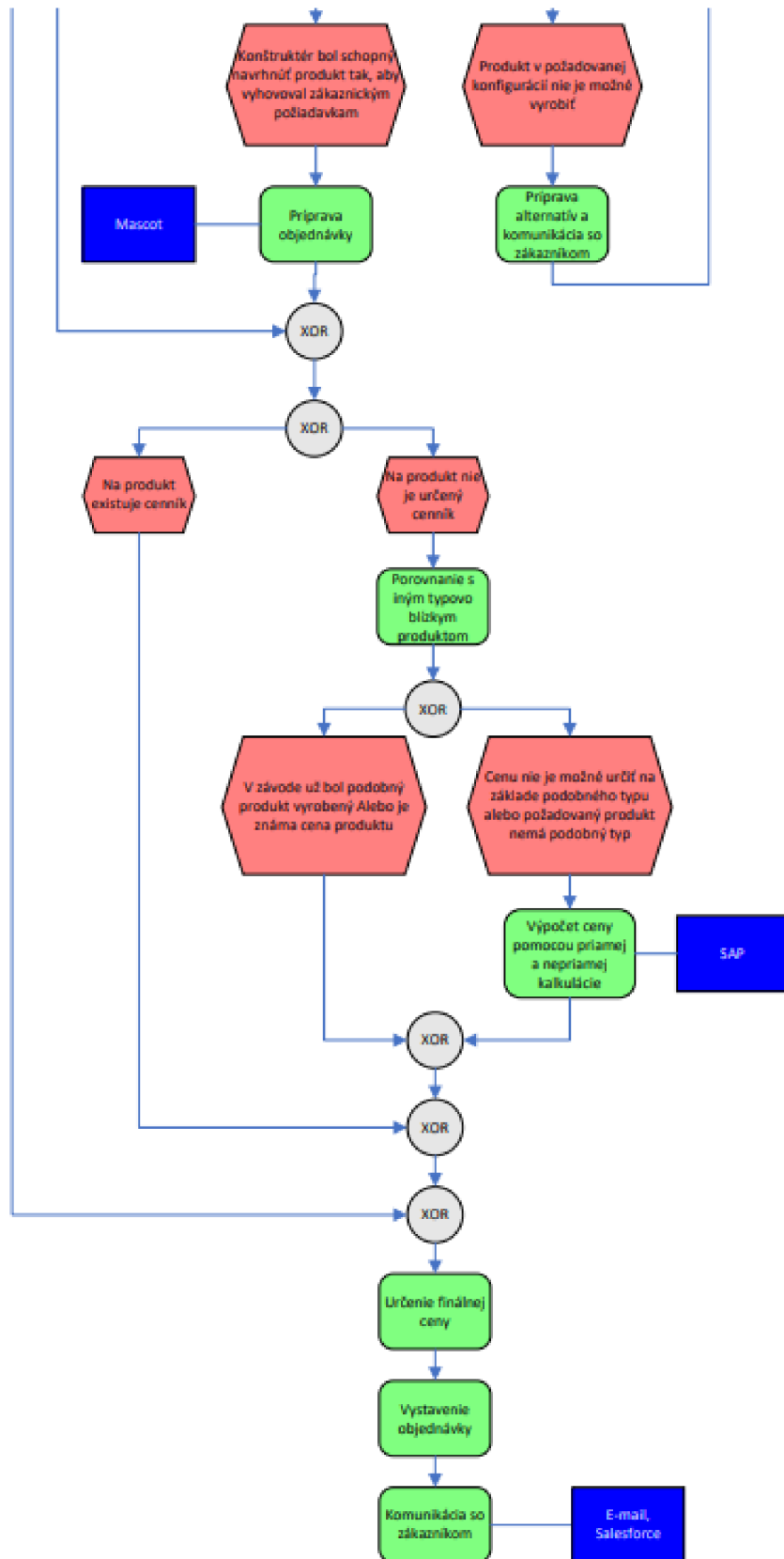
Pre popis procesu priebehu zákazky je potrebné ilustrovať hodnototvorný reťazec (obr. 3) obsahujúci základné činnosti. Podnik uplatňuje princípy sériovej výroby s prvkami čiastočnej štandardizácie. Hodnototvorný reťazec začína už v predajnej fáze, kde prebieha komunikácia so zákazníkom. Obchodník väčšinou nejedná priamo s konečným zákazníkom, ale cez sprostredkovateľa (súčasťou ABB) v rámci danej krajiny. Pridanou hodnotou je usmernenie zákazníka pri výbere alebo pri doporučení riešeni, ktoré splnia všetky zákazníkove požiadavky. Ďalším článkom reťazce je oddelenie konštrukcie, ktoré zodpovedá za technické prevedenie produktov a prípravu a správu prípravkov určených na výrobu produktov. Hodnotou je samotné know-how fungovania a výroby transformátorov a senzorov. TPV alebo technická príprava výroby prebieha v spolupráci Konštrukcie s Procesným Inžinieringom. Obsahuje zabezpečenie technických znalostí, prípravkov či iných potrebných nástrojov na plynulý výrobný chod. Taktiež sú zadávané a formulované výrobné postupy (operácie), ktoré definujú priebeh výroby produktu. Na túto fázu je využívaný systém SAP, v ktorom sa zhromažďujú všetky dôležité informácie. Hlavným prínosom oddelenia plánovania zo zákazníkoveho pohľadu je schopnosť riadiť jednotlivé budúce, ale aj aktívne zákazky tak, aby hodnota, ktorú si zákazník objednal mu bola doručená v požadovaný časový rámeč. Výroba je kľúčovým procesom, keďže transformuje vstupy za pomoci pridelených zdrojov tak, aby výsledný produkt zodpovedal požiadavkám zákazníka a jeho kvalita zabezpečovala dlhoročné užívanie. Podporným nástrojom výroby je MES (Manufacturing Execution System). V rámci celého reťazca kooperuje s ostatnými oddeleniami, oddelenie spracovania zákaziek. To sa stará o životný cyklus zákazky od informovania zákazníka o prijatej objednávke v podniku, až po zabezpečenie dopravy podľa zákazníkove stanovených preferencií. Expedícia aj na základe výstupu z výroby a informácií od obchodu balí a dodáva produkty v rámci objednávky zákazníkovi. Dôležitou súčasťou je zabránenie poškodenia alebo akejkoľvek inej devalvácií doručovaných produktov.

3.5.1 Obchod



Obrázok 4: Popis procesu zákazky - Obchod I

Zdroj: Vlastné spracovanie



Obrázok 5: Popis proces zákazky - Obchod II

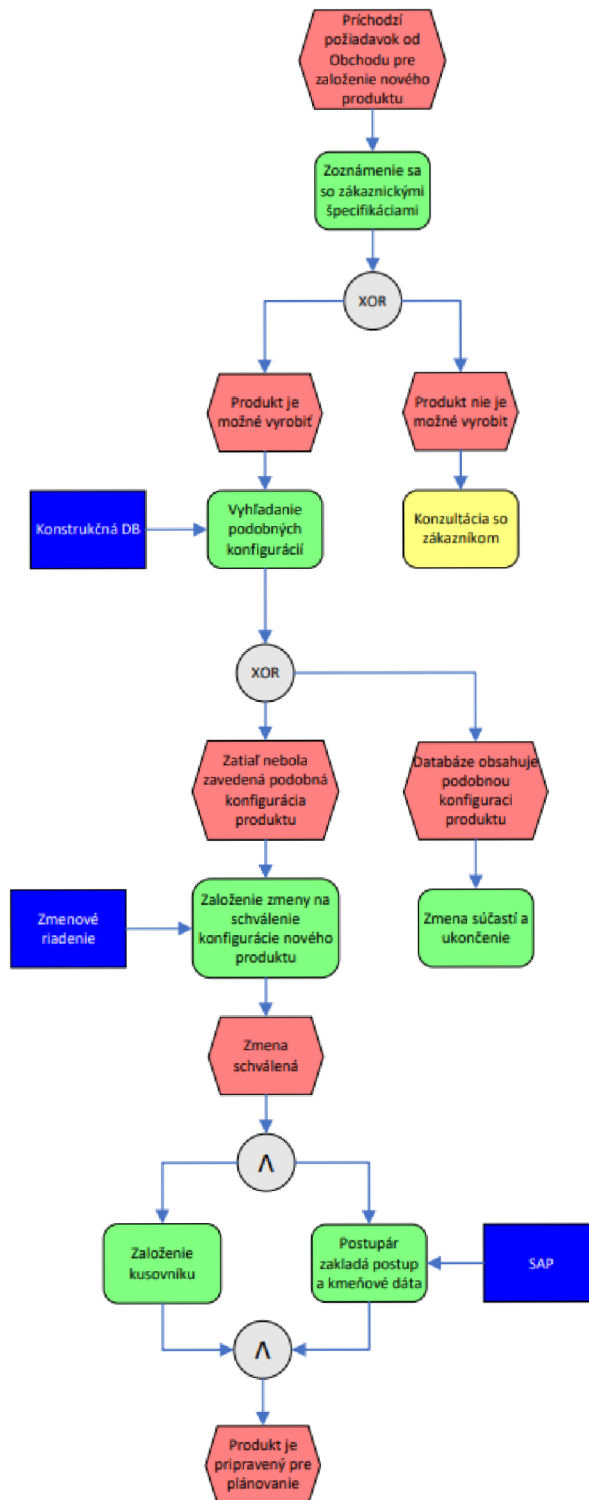
Zdroj: Vlastné spracovanie

Proces z pohľadu oddelenia obchodu je zobrazený na obr. 4 a 5. Zákazkový proces v spoločnosti začína štandardným spôsobom. Na základe marketingovej a obchodnej stratégie sú aktívne vyhľadávaní zákazníci, ktorí môžu mať záujem o produkty a služby firmy. Aktívne sú udržiavané snahy napr. na tzv. Customer Days, kedy sú aplikované moderné prístupy k uzatváraniu biznisových partnerských vzťahov – okrem samotného predstavenia produktov je priestor využitý aj na vzdelávanie zákazníkov prípadne predstavenie budúceho vývoja na trhu a smerovania firmy. ABB sa aktívne zúčastňuje aj väčšiny relevantných veletrhov, kde jeho stánky patria k tým väčším s väčším obsahom vizuálneho materiálu a personálneho zabezpečenia. Keďže sa jedná o vysoko regulovaný trh sú dlhodobé obojstranné vzťahy veľmi dôležité, keďže nie sú jednoducho nahraditeľné v krátkodobom časovom horizonte.

Po prijatí objednávky dôjde k prvotnému technickému zhodnoteniu. Obchodník na základe svojich vlastných znalostí a špecializovaného softvéru je schopný určiť, či je firma vôbec schopná na základe technologických kapacít splniť požiadavku. V prípade, že dôjde v tejto rannej fáze zákazkového procesu k zisteniu, že požiadavky sú nenaplniteľné, tak dochádza takmer k okamžitej komunikácií smerom k zákazníkovi. Predmetom je ujasnenie požiadaviek a snaha nájsť alternatívne riešenie. Ak je požiadavka so zákazníckou špecifikáciou realizovateľná, tak obchodník overuje či už bol v závode produkt s danou špecifikáciou realizovaný. V takom prípade je celý proces urýchlený, keďže firma disponuje potrebnými kmeňovými dátami, výrobnými postupmi a know-how pracovníkov výroby. Obchodník ďalej len overí aktuálnu nákladovosť a určí cenu. Po zvážení role zákazníka poprípade ďalších iných možných zliav a benefitov je nastavená koncová (finálna) cena a vystavená objednávka, vytvorená v softvéri Mascot, je zaslaná zákazníkovi. Ak produkt nebol zatiaľ realizovaný (samotnej konfigurácií môžu klásť medze hlavne fyzikálne zákony a technologické/dizajnové možnosti – variabilita je stále veľmi vysoká), nastáva overenie v ITCT, čo je vysoko špecializovaný softvér pre výpočet elektrotechnických parametrov prístrojových transformátorov a senzorov. Tento softvér je schopný pomocou zadaných požadovaných špecifikácií spočítať a navrhnúť parametre produktu. Je nutné podotknúť, že aj po tomto výpočte nemusí byť finálny produkt dokonale zhodný s vypočítaným, keďže viaceré faktory môžu ovplyvniť finálnu podobu. Ak ITCT nie je schopné spočítať alebo overiť parametre tak do procesu vstupuje oddelenie Konštrukcie.

Zodpovedný konštruktér za danú produktovú skupinu dizajnuje produkt v rámci dovolených limitov (ide napr. o dĺžku káblov, počet vinutí, prevody atď., nie o redizajn produktu ako celku). Tento proces je popísaný v opise procesu Konštrukcia. Po úspešnom nastavení parametrov konštruktérom, a teda zhodou medzi zákazníckou požiadavkou a vyrobiteľnosťou, pripravuje obchodník objednávku. Ak ani konštruktér nebol schopný nastaviť parametre tak, aby bol produkt vyrobiteľný a splnil očakávania zákazníka, prichádza na rad komunikácia so zákazníkom podobne, ako pri prvotnom neúspešnom zhodnotení. Produkt má teda nastavené konkrétne parametre a je vyrobiteľný, po čom nasleduje overenie ceny. Cenu nastavuje obchodník z predschválených cenníkov. Ak na daný konkrétny typ zatiaľ cenník neexistuje alebo je nutný nový výpočet, tak obchodník využíva dáta o priamych a nepriamych nákladoch pomocou SAPu. Po určení ceny proces smeruje k určení finálnej ceny (ak je namieste zväžiť zákazníka alebo prípadne inú stratégiu cenotvorby), načo je následne vystavené objednávka zaslaná zákazníkovi.

3.5.2 Konštrukcia



Obrázok 6: Zákazkový proces – Konštrukcia

Zdroj: Vlastné spracovanie

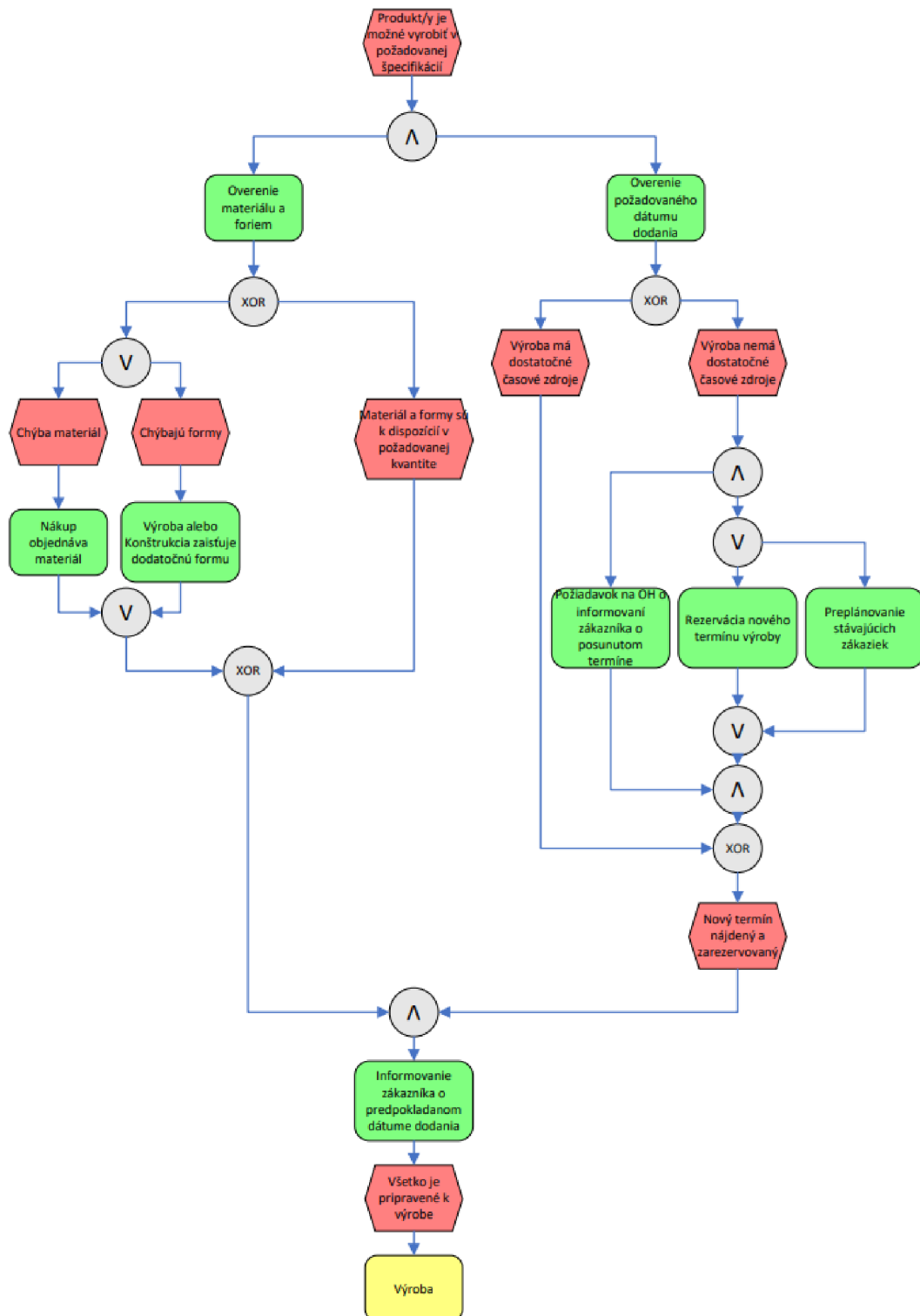
Konštrukcia je vo firme rozdelená na dve časti. Prvou z nich je zákazková konštrukcia zodpovedná za overovanie zákazníckych požiadaviek a riešenia problémov spojenými s nimi. Druhou časťou je tzv. vývojová konštrukcia, ktorá sa aktívne podieľa na osvojovaní nových typov transformátorov a senzorov. Pre priebeh zákazky je relevantná zákazková konštrukcia, ktorej aktivity zobrazuje aj diagram vyššie (obr. 6).

Činnosť zákazkového konštruktéra začína príchodom požiadavku do interného systému Paperless Office (PapOff).

Pokiaľ si zákazník nevybral katalógovú položku, tak je úlohou konštruktéra overiť vyrobiteľnosť zákazníkom požadovaného produktu. Ten sa zoznami s požiadavkami a následne rozhodne, či je požiadavka vyrobiteľná vzhľadom na možnosti výroby, dizajnu senzoru a fyzikálnym zákonom. V prípade, že požiadavka nespĺňa tieto atribúty prebieha komunikácia na úrovni zodpovedného konštruktéra a zodpovedného obchodníka. Tí sa snažia nájsť najbližšiu možnú konfiguráciu splňujúcu požiadavky zákazníka. Následne je samotný zákazník informovaný.

Ak je požadované špecifikácie na senzor možné vyrobiť, tak sa konštruktér snaží pomocou vyhľadávania v internej databáze nájsť už kedysi vyrobené typologicky podobné produkty. Následne zakladá zmenu v Zmenovom riadení na konfiguráciu nového produktu, ku ktorej sa spravidla vyjadrujú relevantné strany napr. nadriadený konštruktéra. Po založení zmeny je úlohou konštruktéra založiť kusovník takto novovytvorenej konfigurácie. Postupár má za úlohu založiť technologický postup v SAP. Toto zakladanie prebieha zdĺhavým ručným procesom. Postupár vyberá relevantné operácie a ručne ich definuje v príslušnej transakcii. Rizikom je aj nedostatočné know-how postupára, keďže z jeho podstaty práce nie je ten, ktorý by mal postupy konfigurovať. Vo firme zakladá postupy na niekoľko tisíc ďalších konfigurácií ročne, takže nie je výnimkou, že pri zakladaní nastaví postup nesprávne napr. použitím iného riadiaceho kľúču či priradením inej časovej normy pracovného času. Po dokončení úloh konštruktéra a postupára je proces na oddelení Konštrukcie dokončený. Čas založenia postupu je od 7-11 minút v závislosti na zložitosti. Ten bol určený pozorovaním.

3.5.3 Plánovanie



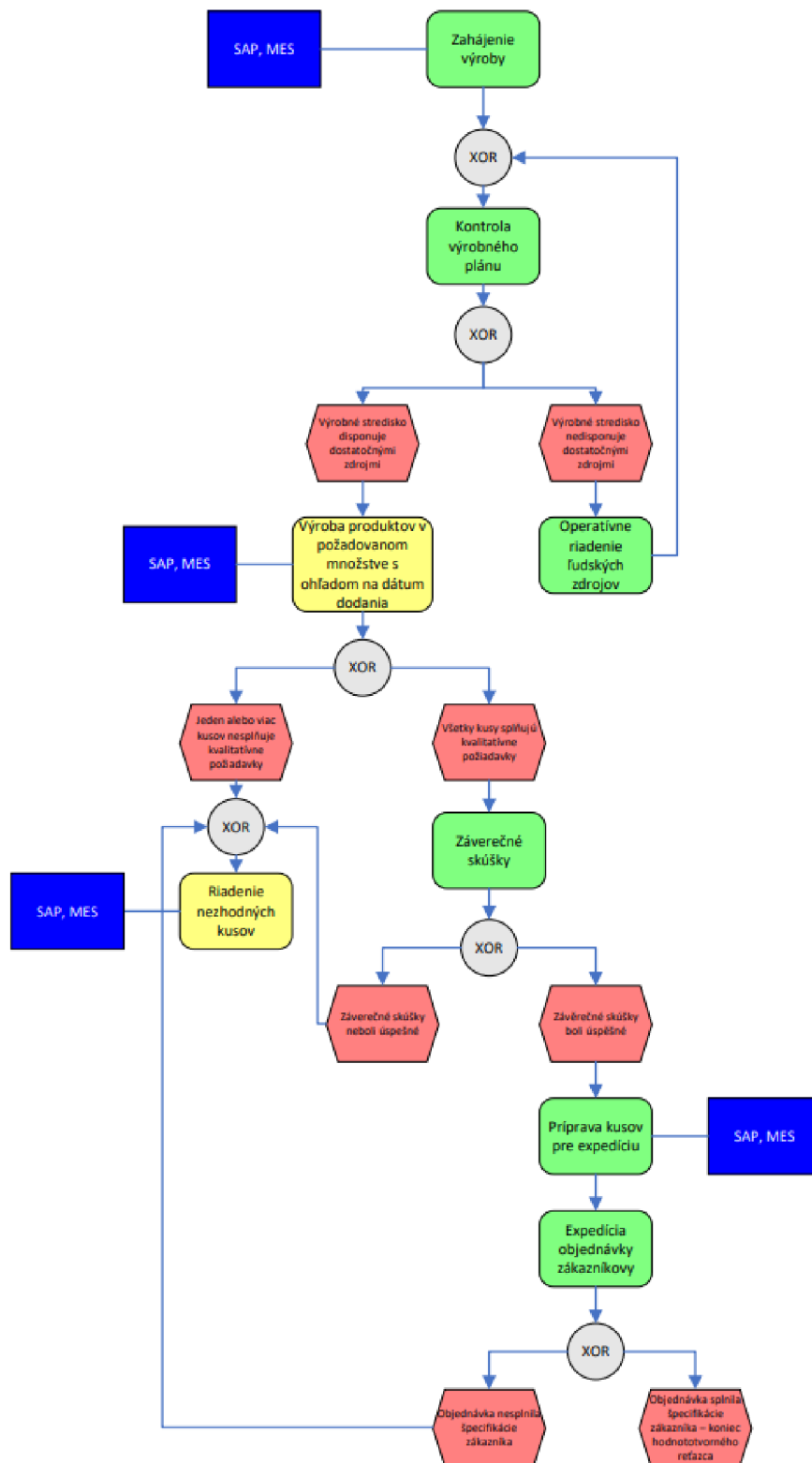
Obrázok 7: Zákazkový proces – Plánovanie

Zdroj: Vlastné spracovanie

Zákazkový proces pokračuje na oddelení Plánovania (obr. 7). Keď je vyrobiteľnosť produktu overená tak plánovač vyberá konkrétne číslo produktu a nastavuje zákazku v systéme SAP. Zákazka je momentálne vo fáze tzv. zaplánovania. To znamená, že momentálne zákazka existuje len v rámci systému SAP. Smerodajný pre výrobu a pre plánovača je termín ukončenia zákazky. Plánovanie teda prebieha spätne. Na to aby bol plánovač schopný overiť tento termín potrebuje overiť zdroje vďaka ktorým bude môcť zákazka byť vyrobená. Jednotlivé aktivity – overenie materiálu a foriem, požadovaného dátumu dodania – prebiehajú súbežne. Vďaka prepojenému skladovému hospodárstvu sú údaje o aktuálne naskladnenom materiálu dostupné v prehľade v SAPe. Plánovač na základe daného výrobku, ktorý zaplánuje vie overiť kusovník, ktorý popisuje presný zoznam a množstvo materiálu popripade polotovaru nutných pre výrobu. Ak materiál nie je aktuálne na sklade, tak komunikuje s oddelením Nákupu, ktoré poskytuje informácie o predpokladanom dodaní materiálu. Pre výrobu, pre samotné odliatie kusu je v mnohých prípadoch nutná aj forma. Tá určuje zovňajšok produktu a do nej vlievaná zmes epoxidu umožňuje izoláciu a zachovanie odolnosti voči vonkajším vplyvom. Podnik uchováva určitú „poistnú zásobu“ foriem, takže prípady, kedy chýba sú ojedinelé. Súčasne na základe prehľadu v SAPe prípadne komunikáciou s vedením výroby je schopný aj na základe ďalších kmeňových dát okrem kusovníku – noriem – overiť vyrobiteľnosť kusu, tak aby bol vyhradený časový fond na celý výrobný proces. Pokiaľ plánovač nie je z vyššie popísaných dôvodov schopný zákazku zaplánuvať tak, aby zákazníkom požadovaný dátum bol splnený, kontaktuje oddelenie riadenia zákaziek, ktoré kontaktuje zákazníka priamo alebo prostredníctvom zodpovedného obchodníka. Existuje aj ďalšia možnosť, a tou je posunutie termínov iných zákaziek a uprednostnenie požadovaných. Proces plánovania končí tzv. uvoľnením zákazky do výroby a definitívneho potvrdenie dátumu dodania v systéme PapOff. Zákazka tak figuruje už aj v MESe, čo umožňuje jej výrobu.

Overovanie materiálu a foriem môže byť zdĺhavý proces preto podnik je momentálne v procese tvorby internej aplikácie, ktorá je schopná komunikovať a posielat' vstupy do SAPu. Integruje teda viacero funkcií naraz a umožňuje plánovačovi vidieť dáta na jednom mieste.

3.5.4 Výroba a expedícia



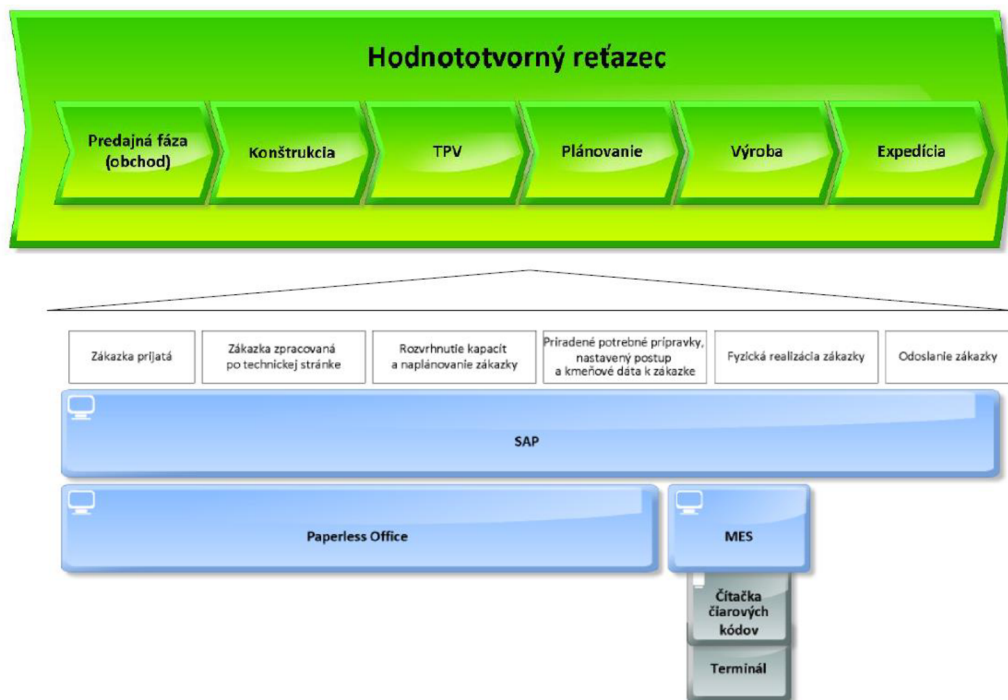
Obrázok 8: Zákazkový proces - Výroba a expedícia

Zdroj: Vlastné spracovanie

Celý proces výroby zobrazený na obr. 8, prebieha v súčinnosti s MESom a dátami zo SAPu. Po zahájení výroby a v priebehu nej vedúci pracovník aktívne riadi ľudské zdroje na pracovisku a prípadne upravuje obsadenie strojov či obsadenie na jednotlivé smeny. Následne prebieha samotná výroba, ktorá je založená na technologickom postupe uvedenom v SAPe. Kusy sa postupne počas výrobného procesu kontrolujú či už vizuálne alebo elektrotechnickými skúškami. Ak kus úspešne absolvoval výrobný proces, tak dôjde k záverečnej skúške. Po jej úspešnom absolvovaní je kus pripravený na expedíciu zákazníkovi alebo na uloženie do skladu hotových výrobkov. Následne je objednávka expedovaná.

Ak kus počas jeho výrobných fáz alebo pri výstupných skúškach nespĺňa požiadavky na funkciu či vizuálnu stránku kvality, tak dochádza k nezhodnému riadeniu. V prípade reklamácie tiež nastáva proces riadenia nezhodných kusov za čo zodpovedá oddelenie kvality. Celý proces výroby operuje s informáciami, ktoré sú mu poskytnuté predchádzajúcou časťou zákazkového procesu. Preto v prípade ak je nesprávne nastavený postup, môže dôjsť k obmedzeniu výroby alebo nevyskladneniu potrebného materiálu a tým predĺžením celého zákazkového procesu.

3.6 Informační management



Obrázok 9: Hodnototvorný reťazec a systémy

Zdroj: Vlastné spracovanie

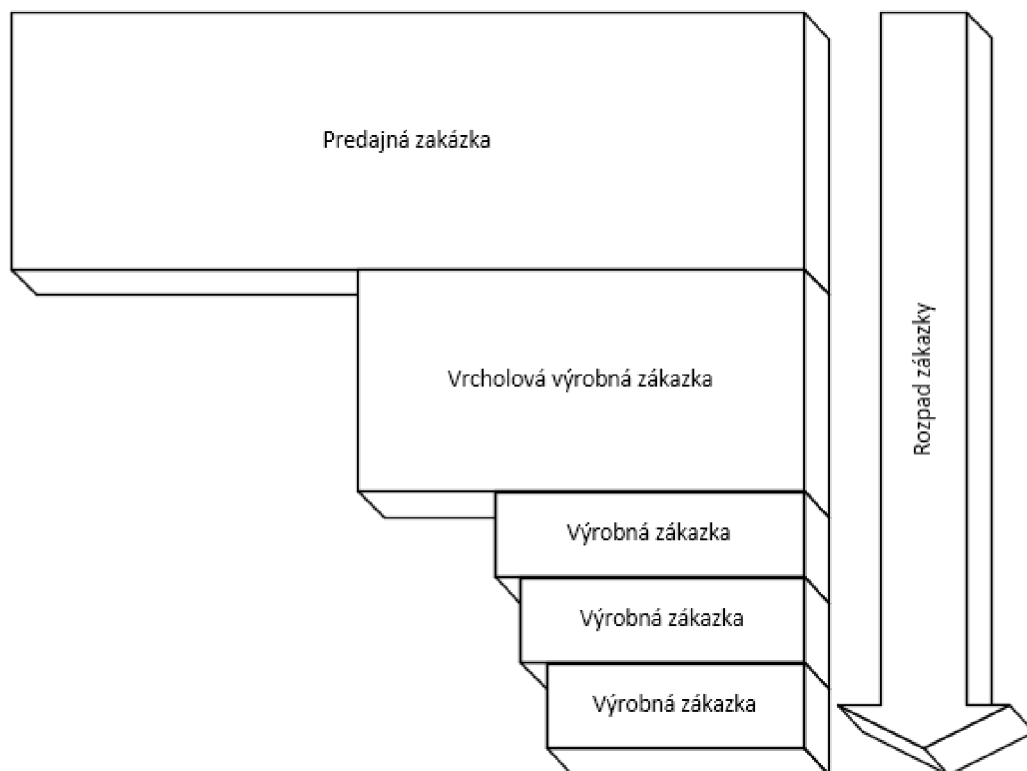
Na obr. 9 je zobrazená globálna architektúra relevantných systémov, použitých pri jednotlivých hodnototvorných aktivitách. Taktiež sú popísané základné výstupy každého štádia. Vďaka takémuto zobrazenie je zrejmé prepojenie systémov s použitým hardvérom a reťazca.

3.6.1 SAP v podniku

SAP patrí do kategórie ERP softvérov, ktorých úlohou je podporovať riadenie organizácie. Jedná sa o najviac rozšírený softvér určený hlavne pre veľké spoločnosti. Jeho miera prispôbitelnosti tzv. customization závisí v podstate na koncovom zákazníkovi. Existujú viaceré verzie tohto softvéru. Firma používa verziu NetWeaver.

SAP je zdrojom informácií, s ktorými pracujú všetky firemné útvary od controllingu cez riadenie ľudských zdrojov až po evidenciu údržby zariadení. Pre zákazkový proces sú

najrelevantnejšie tzv. kmeňové dáta. To sú informácie o produktoch, materiáloch, výrobných postupoch a pracoviskách. Každý materiál, ktorý vstupuje do transformačného postupu bez ohľadu na početnosť použitia je evidovaný a sú pre neho nastavené dáta ako váha, nákupná cena, názov atď. To isté sa týka aj výrobných (technologických) postupov. Tie obsahujú sled operácií nutných pre spracovanie zákazkového stupňa. Okrem popisu operácii obsahujú informácie o pracovisku, kde sa daná operácia vyskytuje, formu hlásenie (riadiace kľúče) a výrobných časoch (normách).



Obrázok 10: Hierarchia zákaziek v SAP

Zdroj: Vlastné spracovanie

Predajná zákazka

Tvorí súhrn všetkých požadovaných položiek, ktoré sú rozplánované do jednotlivých výrobných zákaziek. Predajná zákazka obsahuje informácie o zákazníkovi a tvorí základný identifikačný znak.

Výrobná zákazka

Každý produkt, ktorý sa vo výrobe realizuje je vedený v SAPe ako súčasť výrobnjej zákazky. Táto zákazka obsahuje všetky relevantné informácie o konkrétnom type vyrábaného produktu, termínoch výroby a medzivýroby, potrebných zdrojoch, prípadne, či je daná výrobná zákazka súčasťou inej. Bez riadne naplánovanej a uvoľnenej zákazky v SAPe nemôže výroba produkt začať vyrábať. Na danú výrobnú zákazku je naviazaný aj sklad, ktorý vydáva materiál (niektoré materiály sú vedené formou retrográdneho odberu), bez ktorého nemôže daný výrobný stupeň byť začatý. Výrobná zákazka má nasledovné stupne:

- **Naplánovaná:** Zákazka je naplánovaná so všetkými jej náležitosťami, ale zatiaľ ju nie je možné realizovať vo výrobe. Figuruje zatiaľ len v systéme.
- **Uvoľnená:** Zákazka je pripravená na začatie výroby a všetky úlohy boli v systéme vytvorené (bol stiahnutý kusovník, postupy a iné výrobné úlohy)
- **Začatá:** Prvá operácia výrobného postupu bola započatá. Zákazka je momentálne vo fáze rozpracovanosti.
- **Dokončená:** Posledná operácia bola na zákazke vykonaná.
- **Uzavretá:** Jedná sa skôr o systémový status, kedy už na zákazke nie je možné vykonávať žiadne fyzické ani systémové úkony (napr. zmeny, storná)
- **Storno (Stornovaná):** Zákazka je zrušená a stiahnutá z výroby buď na základe požiadavku zákazníka, alebo zistenia systémovej chyby pri plánovaní.

- **Vrcholová výrobná zákazka**

Označenie pre posledný (hlavný) stupeň výrobnjej zákazky. Už sa nejedná o funkčné celky, ktoré vstupujú do produktu, ale v tomto stupni je už finálny produkt skompletizovaný a sú realizované posledné úkony (napr. výstupné skúšky).

- **Podzákazky**

Väčšina vyrábaného portfólia je konfigurovaná. To znamená, že každý funkční celok, ktorý vstupuje do výsledného produktu, figuruje vo výrobe ako výrobná zákazka. Vďaka tomuto deleniu je možné efektívnejšie riadenie vydávaného materiálu (materiál je vydaný na konkrétny stupeň zákazky – podzákazku – v prípade, že započala jej výroba), priradenie výrobných postupov, rozdelenie pracovísk atď.

Aktuálny stupeň výrobnjej zákazky

Senzory, ktoré sú predmetom skúmania tejto práce, majú aktuálne dva zákazkové stupne. Jeden z nich je polotovarový stupeň, kedy senzor je vyrábaný na sklad v štandardnej konfigurácii – stupeň sa nazýva Odlitek XYZ (pomenovanie typu senzoru).

Súčasťou kmeňových dát je aj technologický postup teda zoznam operácií a ich atribútov, ktoré sú logickou sekvenciou krokov nadväzujúcich na seba v danom poradí. Tento postup obsahuje každé materiálové číslo polotovaru, ktoré je potom predmetom výrobnjej zákazky. To znamená, že ak zákazka obsahuje jedno materiálové číslo reprezentujúce zostavu, polotovár či finálny produkt, tak obsahuje jeden postup. Realizáciou týchto krokov operátor (príp. iný zamestnanec) transformuje výrobné vstupy (materiál alebo polotovár) na požadované výstupy danej operácie a následne aj celého postupu.

Každá operácia má nasledujúce atribúty a to číslo operácie, identifikačné číslo závodu, pracovisko, riadiaci kľúč, krátky text operácie, dlhý text operácie, normy času, druhy výkonov, priradenú skupinu postupov a jednotlivé dátumové záznamy o založení či zmene danej konkrétnej operácie.

- **Číslo operácie:** samotný formát čísla je na uvážení technológa či pracovníka zodpovedného za úpravu či správu postupu. Štandardne býva prvá operácia označená ako „0010“ a každá ďalšia operácia je zvýšená o jednu desiatku napr. „0020, 0030, 0040“. Desiata operácia je označená „0110“ a každá ďalšia nasleduje popísanú logiku číslovania.
- **Identifikačné číslo závodu:** jedná sa o štvormiestny číselný kód označujúci závod, kde je operácia vykonávaná. Vzhľadom na výkon všetkých operácií v rámci závodu je vždy identifikačné číslo rovnaké
- **Pracovisko:** výroba je rozdelená na úseky podľa spoločne nadväzujúcich operácií. Tieto úseky, ktoré majú aj vlastné číslo pre účtovanie nákladov, obsahujú určitý počet menších podútvarov nazývaných pracoviská. V SAPe je každé pracovisko označené trojmiestnym textovým reťazcom, ktorý je spravidla tvorený začínajúcimi písmenami celého názvu pracoviska (prípadne obsahuje textový znak reprezentujúci celý úsek) napr. „BAL“ - označenie pre pracovisko balenia jadier.

- **Radiaci kľúč:** určuje smer a charakteristiku komunikácie na úrovni SAP – MES. Kľúč má tvar „PPxx“. Posledné dva znaky tvorí číselná kombinácia. V prípade najčastejšie používaného kľúču PP32 sa jedná o komunikáciu smerom zo SAP do MES a následne z MES do SAP. V praxi to znamená, že MES údaje o operácií preberá do svojej databáze, umožňuje jej hlásenie a následne dokončenie tejto operácie hlási späť do SAPu ako spätné hlásenie.
- **Krátky text operácie:** je to jednoduchý slovný popis operácie jej hlavného vecného obsahu napr. „Zaformovanie (typ produktu) do formy XXX“. Krátky text operácie je možné vidieť aj na sprievodnej dokumentácii zákazky vo výrobe v závislosti na použitom riadiacom kľúči.
- **Dlhý text operácie:** je nepovinný údaj a slúži ako upresnenie popisu operácia a konkrétnych úkonov. Keďže krátky text má obmedzený počet znakov je dlhý text užitočný pre doplňujúce informácie.
- **Normy času:** jedná sa o potrebný stanovený čas na vykonanie danej operácie. V postupe sú normy času rozdelené na tri druhy. Prvým je prípravný čas. Tento čas je tvorený potrebným časom na prípravu náradie, materiálu či zariadenia na započatie výkonu operácie. Druhým je strojný čas. Tento čas popisuje časový fond, ktorý je potrebný vynaložiť na opracovanie pomocou strojného zariadenia. Tretím je pracovný čas. Dĺžka tohto času závisí na rozsahu manuálnej práce operátora na danej operácií. Vždy musí byť nadefinovaný čo neplatí o prípravnom a strojnom čase.
- **Druhy výkonov:** Identifikátory noriem času, ktoré slúžia pre správne pridelenie nákladov na operáciu a účtovnú evidenciu. Nevplyvajú na výkon operácie.
- **Priradená skupina postupov:** každá operácia alebo kombinácia po sebe idúcich operácií môže byť súčasťou tzv. skupiny postupov (referenčná skupina postupov). Označenie skupiny je osem číselný reťazec. Ak je prítomný tak značí, že operácia je súčasťou referenčnej skupiny. Referenčná skupina je zoskupenie tzv. čítačov. Každý čítač obsahuje minimálne jednu operáciu alebo kombináciu operácií. Zoskupovanie operácií do skupín postupov má výhodu v ich správe a zmenách, ktorí sú jednoduchšie a na jednom mieste takže užívateľ nemusí editovať každý postup samostatne ale zmenou operácie v čítači sa zmena prepíše vo všetkých postupoch kde je operácia obsiahnutá.

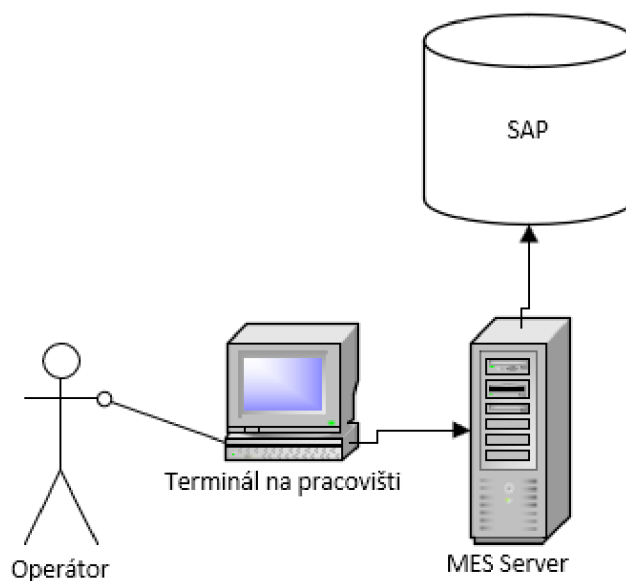
- **Záznamy o zmenách:** informácia o dátumu založenia či príp. editácií hocijkého atribútu operácie. Taktiež je zaznamenaný aj užívateľ, ktorý založenie alebo zmenu vykonal.

Problémom je, že pri technicky aj dizajnovy rovnakých typoch existuje rozdiel v daných postupoch. To znamená, že sa líšia napr. vo využití konkrétnych riadiacich kľúčoch, ktoré sú nastavené historicky a nové postupy obsahujú iné. Táto skutočnosť spôsobuje nekonzistentnosť postupov a samotná „správnosť“ postupu je závislá na ľudskom faktore.

3.6.2 MES v podniku

MES slúži vo firme ako podporný nástroj riadenia výroby. Jeho úloha je sekundárna čo znamená, že príkazy alebo dáta preberá z nadradeného ERP systému – SAP. Samotný systém je schopný viacerých funkcií, ale vo firme sa využíva primárne na sledovanie jednotlivých operácií a kusov. Sledovanie je možné vďaka hláseniu operátorov. Operátor vždy na začiatku konkrétnej operácie, ktorú ide vykonávať (napr. montáž) načíta čiarový kód pomocou čítačky čiarových kódov. Tak isto načíta čiarový kód aj na konci operácie. Z začať a ukončiť operáciu je možné aj v rámci samotného softvéru a dotykových obrazoviek, ktoré sú umiestnené po celej výrobe na každom jednom pracovisku. Čiarový kód, ktorý sa načíta, je súčasťou výrobných štítkov, ktoré sledujú logiku jeden kus jeden štítok. Štítok obsahuje okrem kódu aj číslo výrobnej zákazky, termín, materiálový údaj popri prípade iné informácie pre ľahšiu identifikáciu kusu vo výrobnom procese. Okrem začatia a ukončenia je operátor schopný hlásiť aj jednotlivé udalosti (napr. prestávku na obed, prípravné nenormované činnosti atď.), ktoré slúžia skôr na sledovanie efektívnosti procesu. Zjednodušená vizualizácia je zobrazená na obr. 11.

Každá operácia má pridelený riadiaci kľúč v tvare „PPxx“, ktorý rozhoduje o tom, či je konkrétna operácia a tým aj stupeň rozpracovanosti zahlásený spätne aj do SAPu. Vďaka týmto informáciám z MESu je status výrobnej zákazky vždy aktuálny.



Obrázok 11: Spôsob prepojenia MES a SAP

Zdroj: Vlastné spracovanie

3.6.3 Sprievodná dokumentácia vo výrobe

Aj keď podnik využíva moderné technológie a softvér pre riadenie výroby a dát o výrobe je stále prítomná papierová dokumentácia. Dokumentácia je v štandardizovanom formáte A4 s presným rozložením. Dokument obsahuje informácie o zákazke (číslo zákazky a podzákaziek) a samotnej konfigurácii produktu. Okrem toho obsahuje aj vizuálnu reprezentáciu zapojenia funkčných častí. Ďalej môže obsahovať poznámku od konštruktéra k výrobe. Tieto poznámky sú využívané pokiaľ sa jedná o neštandardné prevedenie produktu alebo unikátnu zmenu pre naplnenie požiadaviek od zákazníka. V súhrne táto dokumentácia obsahuje rozšírené informácie o zákazke a produkte, ktoré štítok MES neobsahuje. Vďaka jej informačnej hodnote je často preferovaná zamestnancami a vnímaná ako „nositeľ pravdy“ v prípade výpadkov alebo chýb systémov.

3.6.4 Paperless Office (PapOff)

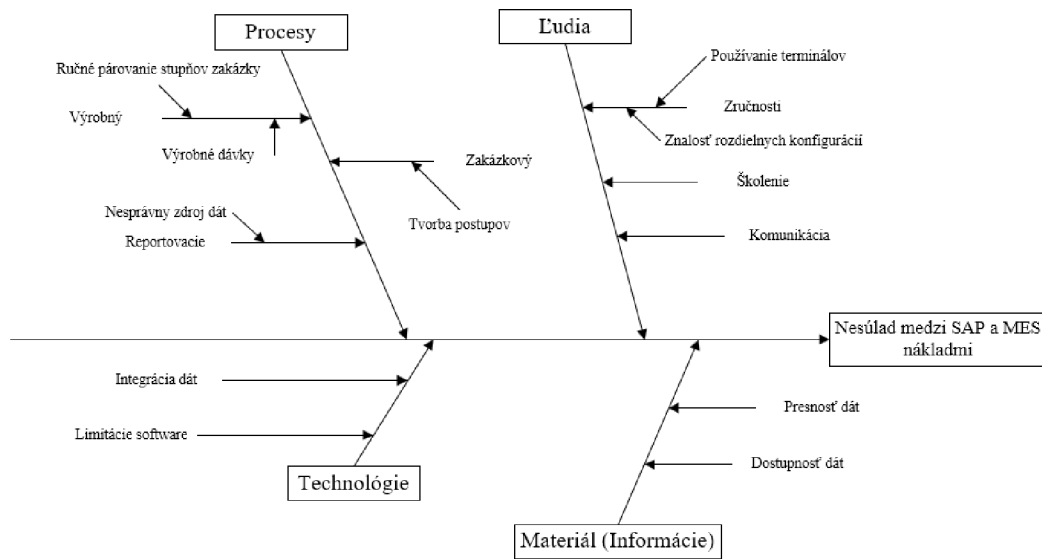
Na riadenie jednotlivých objednávok sa využíva v rámci internej spolupráce medzi oddeleniami softvér Paperless Office (ďalej PapOff), vďaka ktorému môže komunikácia prebiehať medzi jednotlivými oddeleniami efektívnejšie a bez využitia papierovej formy. Jednotlivé zodpovedné osoby môžu nahliadať do konkrétnych objednávok, aké konkrétne

položky obsahuje, aký je očakávaný dátum dodania. Komunikácia plnenie úloh je teda primárna vedené pomocou tohto nástroju. Slúži hlavne pre evidenciu statusov napr. či je daná položka zaplánovaná alebo čaká na vyjadrenie (akciu) konštruktéra atď.

3.6.5 Interné aplikácie

Niektoré funkcie nemusia byť súčasťou využívaných systémov, existujú výnimky v systémovej riadení softvérom nepokryté alebo prístupnosť k údajom je zdĺhavejšia. Na vyriešenie týchto problémov sú vlastným oddelením firmy vyvíjané aplikácie. Príkladom môže byť aplikácia na generovanie skúšobných protokolov, aplikácia na plánovanie lepšie spĺňajúca užívateľské požiadavky alebo aplikácia na jednoduchý prístup k PDF dokumentom jednotlivých materiálových čísel produktov. Ich vytváranie a riadenie je častokrát nákladovo efektívnejšie ako ďalšie prispôsobovanie systémov. Aplikácie môžu posielat' dáta napr. do SAPu alebo dáta čerpat' v závislosti na funkcii. Jedná sa teda o obojstrannú komunikáciu realizovanú často pomocou webových aplikácií. Aplikácie slúžia ja napr. na dohlasovanie zákaziek vo výrobe v prípade, že zákazku nie je možné dohlásiť štandardnou formou – pomocou čítačiek.

3.7 Ishikawov diagram



Obrázok 12: Ishikawov diagram

Zdroj: Vlastné spracovanie

Na základe popísaného procesu a pochopenia kontextu organizácie (a teda aj samotného zákazkového procesu) bol vytvorený diagram rybej kosti (obr. 12) snažiaci sa o odhalenie príčiny nesúladu medzi SAP a MES nákladmi na nezhodné kusy. Problém bol určený už na začiatku tejto práce a bol to efekt, ktorý je nežiadúci. Sú uvedené štyri kategórie príčin. V kategórii Ľudia boli identifikované tri základné potenciálne príčiny. Komunikácia, ktorá nemá optimálnu povahu medzi výrobou a oddelením kvality. Ďalej to je školenie na používanie programov a softvérov, ktorá má povahu absencie a zaúčanie prebieha skôr postupným zisťovaním a metódou pokus-omyl. V neposlednom rade sú to zručnosti. V tomto prípade sa jedná o možné nesprávne používanie terminálov pri hlásení resp. absencia hlásenia o vykonanej operácii. Ďalšia možná podpríčina je neznalosť rozdielnych konfigurácií senzorov a teda prvotné nesprávne priradenie operácií, ktoré následne ovplyvňujú výšku nákladov v reportingu.

Ďalšou kategóriou sú procesy. V zákazkovej časti môže problém tkieť v tvorbe postupov či už neúmyselným vynechaním operácie alebo zadanie nesprávnej hodnoty časovej

normy (napr. pracovného času). V reportovanom procese sa používajú dáta zo SAP, ktoré nemusia byť pre tento pohľad na ukazovatele optimálne. Vo výrobnom procese sa jedná o ručné párovanie polotovaru s finálnym výrobkom. Ručné párovanie prebieha v systéme SAP a vyžaduje ľudskú prácu na zadanie údajov. V tomto zadávaní môžu vznikáť chybné spojenia, ktoré majú potom systémový vplyv aj keď fyzicky produkt je v správnom prevedení.

V kategórii technológie je vysoko pravdepodobnou príčinou limitácia softvéru. V tomto prípade jak SAP tak MES. SAP sa spolieha na dáta z MESu a spätná hlásenie, kde dochádza k chybám a chýbajú aj niektoré spätné hlásenia. SAP je náchylný na správnu konfiguráciu postupov a zákaziek, ktoré momentálne vykonávajú zamestnanci, a tak vzniká ďalšie riziko chybných či chýbajúcich dát. MES zas neumožňuje zrušenie operácií, čo je ekvivalent identifikácie nezhodného kusu o čom je táto informácia odoslaná do SAP. Toto zrušenie je len na určitých míľnikoch v postupe a to spravidla na medzioperačných skúškach či elektrických skúškach. Celkovo prepojenie týchto dvoch systémov nie je flexibilné, za čo môže hlavne zastaranosť používaných verzií. Možnou príčinou je aj integrácia dát. Momentálne vstupné dáta do reportov či BI sú len z jedného zdroju.

Posledná kategória len dopĺňa kontext predošlých a to horšiu dostupnosť dát či ich presnosť, čo negatívne môže vplývať na celý rozhodovací proces.

3.8 Zhrnutie analytickej časti

V druhej časti tejto práce bol dôsledne popísaný celý zákazkový proces. Predchádzal mu výskum, ktorý potvrdil nesúlad vo výške nákladov na nezhodné kusy a ako potenciálny problém odhalil zákazkovú štruktúru. Ďalej bola identifikované aj plytvanie v podobe ručného zakladania postupov, ktoré je rizikové, keďže pri ňom môže dôjsť ku vznik chýb. Takéto chyby majú potom vplyv na celý zákazkový proces a hlavne na výrobnú časť.

Bolo popísané aj prepojenie medzi podnikovými systémami, ktoré ukazuje nutnosť pracovať s presnými dátami, ktoré sú kritické pre všetky vnútropodnikové oddelenia.

4 ANALÝZA DÁT

V hlavnej časti tejto diplomovej práce sú popísané analyzované dáta. Pre vizualizáciu a pochopenie dát je využitá deskriptívna štatistika. Dáta pochádzajú z obdobia od začiatku roka 2020 až do konca roka 2023 kedy prebiehala výrobná prevádzka. Na získanie dát zo systému SAP bola využitá integrovaná funkcia exportu dát do tabuľkového softvéru. Dáta zo systému MES boli získané tvorbou vyhľadávacích dotazov v SQL databáze. Dáta zo SAP sú aktuálne reportované náklady na ľudskú prácu. Tie sú následne využívané pri vizualizovaní nákladov na kvalitu pri rozhodovacom procese. Dáta z MESu obsahujú údaje o konkrétnych zhlásených operáciách a skúškach, ktoré sú zaradené do výrobného procesu. Filtráciou dát bolo možné určiť, ktoré konkrétne operácia neboli fyzicky vykonávané, ale boli spätne hlásené v systéme SAP (čím figurovali ako spotrebovaná práca).

Senzory sa delia na produktové skupiny, ktoré boli pre účely výskumu a ľahšiu orientáciu v prezentovaných dátach rozdelené do piatich základných skupín. Skupiny boli tvorené na základe dizajnu senzorov. Veľmi podobné dizajny senzorov mohli byť zlúčené, keďže pre dané typy dizajnov sú rovnaké jednotlivé logické kroky výroby. Kódované skupiny sú zobrazené v tabuľke 1 Príklad niektorých označení jedného typu, ktoré boli združené: KECA 80 C85 5m c10,2s, KECA 80 C85 2,2m c10,2s, KECA 205 B1, KECA 80 C165 atď.

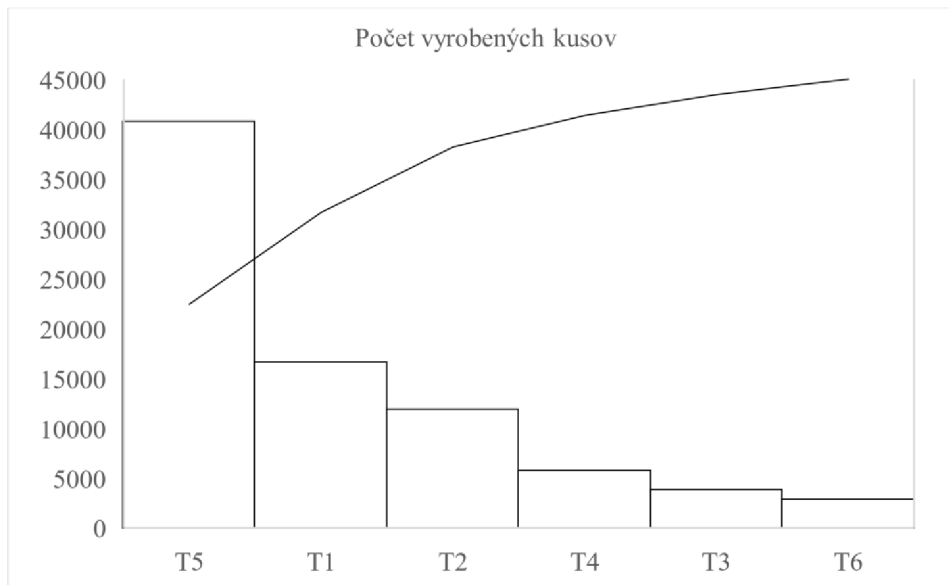
Tabuľka 1: Kód typu

| Typ | Kód typu |
|-------|----------|
| KECA | T1 |
| KEVA | T2 |
| KEVCD | T3 |
| KEVCR | T4 |
| KEVCY | T5 |
| OP | T6 |

Zdroj: Vlastné spracovanie

4.1 Základná vizualizácia kontextu dát

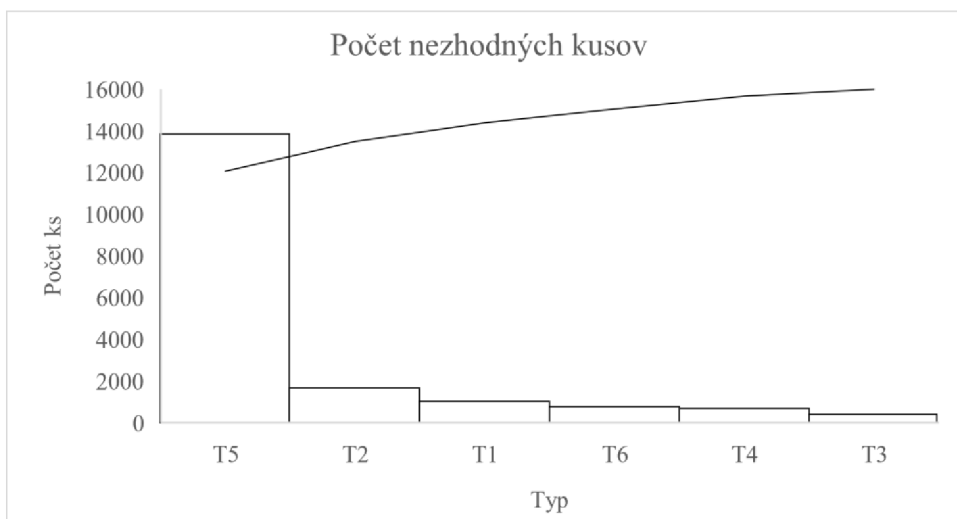
Ako bolo spomenuté v kapitole 2 číselné hodnoty sú skreslené, keďže sa jedná o citlivé údaje. Pre samotný výskum boli použité reálne dáta. V grafe 1 je uvedený počet kusov, ktoré boli vyrobené v sledovanom období. Počet kusov je vizualizovaný podľa kódu typu.



Graf 1: Počet vyrobených kusov podľa kódu typu

Zdroj: Vlastné spracovanie

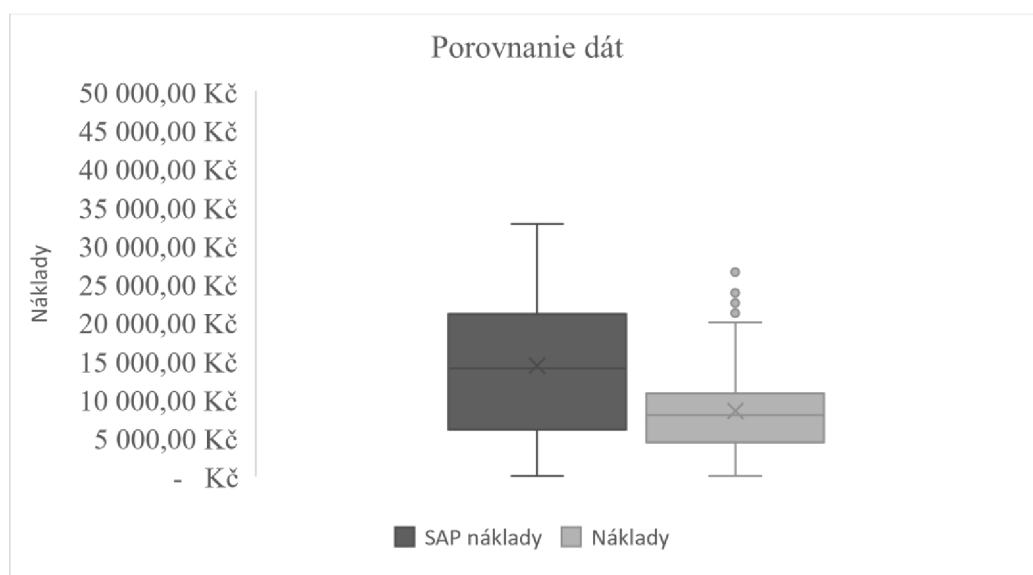
V produktovom portfóliu prevláda typ T5, ktorý tvorí približne polovicu výstupu senzorov. Sensory sú relatívne nový typ produktu dodávaný menšiemu počtu zákazníkov ako iné portfólio. Preto ak má zákazník určený štandard svojich ponúkaných služieb tak preferuje aj konkrétny typ senzoru.



Graf 2: Počet nezhodných kusov podľa kódu typu

Zdroj: Vlastné spracovanie

Z ďalšieho grafu, ktorý vizualizuje počet nezhodných kusov podľa typu, je zrejmé, že najčastejšie vyrábaný typ má vysoký podiel nezhodných kusov a to 26,7%. Typy T1 a T2 zhruba odpovedajú postupnosti vo vyrobených kusoch avšak typ T6, ktorý je v závode vyrábaný v najmenšom množstve, je v poradí štvrtý so percentuálnym podielom 21,1%. Už z prvého pohľadu na senzory je zrejmé, že nesplňujú priemyselný štandard v podiele nezhodných kusov na celkovom objeme.



Graf 3: Krabicový graf popisujúci rozptyl dát

Zdroj: Vlastné spracovanie

Pomocou krabicového grafu 3 a tabuľky 2 je možné získať prehľad o základných štatistických znakoch. Dáta sú organizované po výrobných zákazkách. Z grafu je zrejmé, že pri nákladoch, u ktorých je zdroj dát MES, je znateľne menší rozptyl nákladov.

Tabuľka 2: Základné štatistické charakteristiky dát

| | SAP náklady | MES náklady |
|-------------------------|-------------|-------------|
| Rozsah skúmaného súboru | 1681 | 1681 |
| Chýbajúce dáta | 0 | 0 |
| Minimum | 47,64 | 30,71 |
| Maximum | 32755,84 | 26515,70 |
| Stredná hodnota | 14364,5 | 8499,43 |
| Štandardná odchyľka | 8883,01 | 6067,32 |

Zdroj: Vlastné spracovanie

Už z popisnej štatistiky je zrejmé, že medzi dátami je rozdiel. Na definitívne prijatie záveru je potrebné objektívne overiť túto skutočnosť pomocou Wilcoxonovho testu. Test bol realizovaný v programe IBM SPSS Statistics, keďže sa jedná o veľký zdroj dát. Pre porovnanie bol test realizovaný aj v doplnku XLSTAT. Oba testy určujú výslednú hodnotu p, na základe ktorej prijímame alebo zamietame nulovú hypotézu, menšiu ako 0,001.

Tabuľka 3: Wilcoxonov test pre overenie hypotéz

| Výsledok testovania hypotézy | | | | |
|---|---|-----------------------------------|---------------------|----------------------------|
| | Nulová hypotéza | Test | Sig. ^{a,b} | Rozhodnutie |
| 1 | Medián rozdielov medzi SAP a MES nákladmi sa rovná 0. | Wilcoxonov test súvisiach vzorkov | <,001 | Nulová hypotéza sa zamietá |
| a. Hladina významnosti je ,050. | | | | |
| b. Asymptotická významnosť je zobrazená | | | | |

Zdroj: Vytvorené pomocou IBM SPSS Statistics (preložené do Slovenčiny)

Tabuľka 4: Wilcoxonov test pre overenie hypotéz

| | |
|---------------------|--------------|
| V | 1413721 |
| V (štandardizované) | 35,51 |
| Očakávaná hodnota | 706860,50 |
| Rozptyl (V) | 396177149,25 |
| p-hodnota | < 0,0001 |
| alpha | 0,05 |

Zdroj: Vytvorené pomocou XLSTAT (preložené do Slovenčiny)

Predpoklad vyslovený na základe deskriptívnej štatistiky sa naplnil. P-hodnota je menšia ako hladina významnosti, čo znamená, že nulová hypotéza bola zamietnutá a bola prijatá alternatívna hypotéza. Medzi strednými hodnotami SAP nákladov a MES nákladov existuje rozdiel. Zdroj dát o nákladoch na ľudskú prácu sa líši. Týmto bola zodpovedaná prvá časť centrálnej výskumnej otázky.

4.2 Dôvod rozdielu dát o nákladoch

Na zodpovedanie druhej časti výskumnej otázky bola využitá hlavne vizualizácia rôznych dát o zákazkách a typoch pre pochopenie potencionálnych trendov alebo iných súvislostí.

Pri analýze dát bol zistený rozdielny počet operácií vo výrobe jednotlivých typov senzorov. Je pravda, že jednotlivé dizajny sa líšia v konkrétnych krokoch výrobného procesu (napr. pri montáži), ale samotné pomenovanie resp. počet operácií v SAP odráža logické celky výroby. Tieto operácie predstavujú skôr množiny úkonov, ktoré spolu súvisia a preto môžu byť pri odlišných produktoch pomenované rovnako. Priemerný počet operácií v jednotlivých zákazkách podľa typu je určený v tabuľke 5.

Tabuľka 5: Priemerný počet operácií na zákazku podľa kódu typu

| Kód typu | Priemerný počet operácií |
|----------|--------------------------|
| T6 | 5,09 |
| T1 | 5,08 |
| T5 | 4,95 |
| T4 | 4,53 |
| T3 | 4,53 |
| T2 | 3,02 |

Zdroj: Vlastné spracovanie

Ak je tabuľka 5 doplnená o súčet rozdielov, je možné overiť predpoklad, že vyšší počet operácií ovplyvňuje celkový rozdiel podľa kódu typu. Obe tabuľky (5 a 6) sú zoradené podľa priemerného počtu operácií na zákazku.

Tabuľka 6: Suma rozdielov podľa kódu typu

| Kód typu | Priemerný počet operácií | Suma rozdielov |
|----------|--------------------------|-----------------|
| T6 | 5,09 | 585 567,99 Kč |
| T1 | 5,08 | 2 925 722,96 Kč |
| T5 | 4,95 | 4 275 962,68 Kč |
| T4 | 4,53 | 1 472 359,26 Kč |
| T3 | 4,53 | 821 021,98 Kč |
| T2 | 3,02 | 1 140 180,31 Kč |

Zdroj: Vlastné spracovanie

Z prehľadu sumy rozdielov priradených ku kódu typu a priemernému počtu operácií na zákazku je možné pozorovať určitú linearitu. Aj keď zákazky kódu T2 obsahujú zvyčajne najmenej operácií a majú relatívne vysokú hodnotu rozdielov medzi nákladmi za nezhodné kusy, je dôležité poznamenať, že patrí medzi častejšie vyrábané typy v závode. Možná závislosť výšky rozdielu nákladov a počtu operácií v zákazke bola analyzovaná na vzorových dátach, bez ohľadu na typ, keďže sa ukázalo, že nadhodnotené náklady sa vyskytujú u všetkých typov. Výstup z analýzy Spearmanovej korelácie je zobrazený v tabuľke 7. Pre koreláciu bola využitá hladina významnosti 0,01. Metóda Spearman bola použitá z charakteristiky dát, ktoré nemajú normálnu distribúciu.

Tabuľka 7: Výsledok korelácie pre posúdenie vzťahu počet operácií-rozdiel nákladov

| Vzťah počtu operácií na zákazku a výšky rozdielu | | | |
|--|----------------------|------------------|----------------|
| | | Rozdiel nákladov | Počet operácií |
| Rozdiel v nákladoch | Korelačný koeficient | 1,000 | ,632** |
| | Sig. (2-smerná) | | 0,000 |
| | N | 1681 | 1681 |
| Počet operácií | Korelačný koeficient | ,632** | 1,000 |
| | Sig. (2-smerná) | 0,000 | |
| | N | 1681 | 1681 |
| ** . Korelácia je signifikantná na hladine 0,01 | | | |

Zdroj: Vytvorené pomocou IBM SPSS Statistics (preložené do Slovenčiny)

Rovnakým spôsobom bol overený vzťah počtu kusov na zákazku a rozdielu v nákladoch. Tento predpoklad sa môže zdať logický, avšak aj napriek kladnej korelácií ($0,677 > 0$) nie je ich závislosť až taká jednoznačná v popísanom kontexte.

Tabuľka 8: Výsledok korelácie pre posúdenie vzťahu počet kusov-rozdiel nákladov

| Vzťah počtu kusov na zákazku a výšky rozdielu | | | |
|--|----------------------|------------------|------------------------|
| | | Rozdiel nákladov | Počet kusov na zákazku |
| Rozdiel nákladov | Korelačný koeficient | 1,000 | ,677** |
| | Sig. (2-smerná) | | 0,000 |
| | N | 1681 | 1681 |
| Počet kusov na zákazku | Korelačný koeficient | ,677** | 1,000 |
| | Sig. (2-smerná) | 0,000 | |
| | N | 1681 | 1681 |
| **. Korelácia je signifikantná na hladine 0,01 | | | |

Zdroj: Vytvorené pomocou IBM SPSS Statistics (preložené do Slovenčiny)

4.3 Diskusia výsledkov a doporučení

Na základe štatistického testu bola zamietnutá nulová hypotéza, ktorá hovorila o neexistujúcom rozdiel medzi mediánmi SAP nákladov a MES nákladov. P-hodnota bola nižšia ako určená hladina významnosti a preto bola prijatá alternatívna hypotéza. Existuje štatisticky signifikantný rozdiel medzi nákladmi reportovanými na základe SAP a reálnymi nákladmi určených na základe dát z výrobného systému MES. Na prvý pohľad by sa mohlo zdať, že dáta zo systému by sa nemali líšiť. Dôležité je ale zmieniť, že samotné operácie či zákazky alebo iné náležitosti vytvára človek, čím vzniká riziko chýb spôsobených ľudským faktorom. Boli nájdené dve príčiny priamo vyplývajúce z dát a to kladný korelačný vzťah medzi rozdielom nákladov a počtom operácií, a rozdielom nákladov a počtom kusov na zákazku. Pri vyššom počte kusov na operáciu sa môže jednať o nepozornosť pri výrobe produktu, keďže dávka je príliš veľká na adekvátne koncentrované spracovanie zaisťujúce požadovanú kvalitu produktu. Čo sa týka počtu operácií, je na mieste odporúčanie zmenšiť ich počet resp. rozdeliť výrobný stupeň na ďalšie menšie. Tieto menšie stupne umožnia spoľahlivejšie reportovanie nákladov a sledovanie, kde v procese nastala chyba. Toto zmenšenie počtu operácií a rozdelenie výrobného stupňa (teda zákazky) môže byť realizované navrhnutím nového štandardu. Štandard bude popisovať, ktoré operácie má ktorý stupeň zákazky obsahovať, aký má byť ich logický postup a názov, a hlavne aké využiť tzv. riadiace kľúče určujúce smer a obsah komunikácie medzi SAP a MES.

4.4 Záver výskumu

Výskum, ktorý bol popísaný v tejto diplomovej práci, bol realizovaný v praktických podmienkach výrobného závodu. Jeho základným cieľom bolo určiť či sa reportované náklady na ľudskú prácu líšia, ak dáta pochádzajú z dvoch rôznych zdrojov aj keď previazaných. Na základe toho bola formulovaná výskumná otázka. Na základe analýzy a využitia štatistických nástrojov bola pomocou Wilcoxonovho testu zamietnutá nulová hypotéza a prijatá alternatívna, ktorá na centrálnu výskumnú otázku odpovedá, že medzi nákladmi je v skutočnosti štatisticky významný rozdiel. Druhá časť otázky bola zameraná na zistenie dôvodu, kvôli ktorému dochádza k nezrovnalostiam v dátach o nákladoch. Na zistenie príčiny bola použitá deskriptívna štatistika a boli uvažované dva hlavné dôvody a to: počet kusov na operáciu a priemerný počet operácií v zákazke. Na overenie tohto predpokladu bola využitá Spearmanova korelácia. Zistením dôvodom je teda vyšší počet operácií a vyšší počet kusov na operáciu, ktoré prispievajú k väčšiemu rozdielu medzi SAP reportovanými nákladmi a nákladmi z určenými na základe výrobného systému MES. Ak by bol výskum rozšírený, tak je namieste uvažovať o využití regresnej analýzy, ktorá by určila vzťah výšky rozdielu na počtu vyrobených kusov, množstve v zákazke a type. Vďaka takto vytvorenému vzťahu by mohli byť reportované náklady „očistené“ o nespotrebované náklady a ich hodnota vo fáze rozhodovacieho procesu by bola veľmi blízka realite.

4.5 Limity výskumu

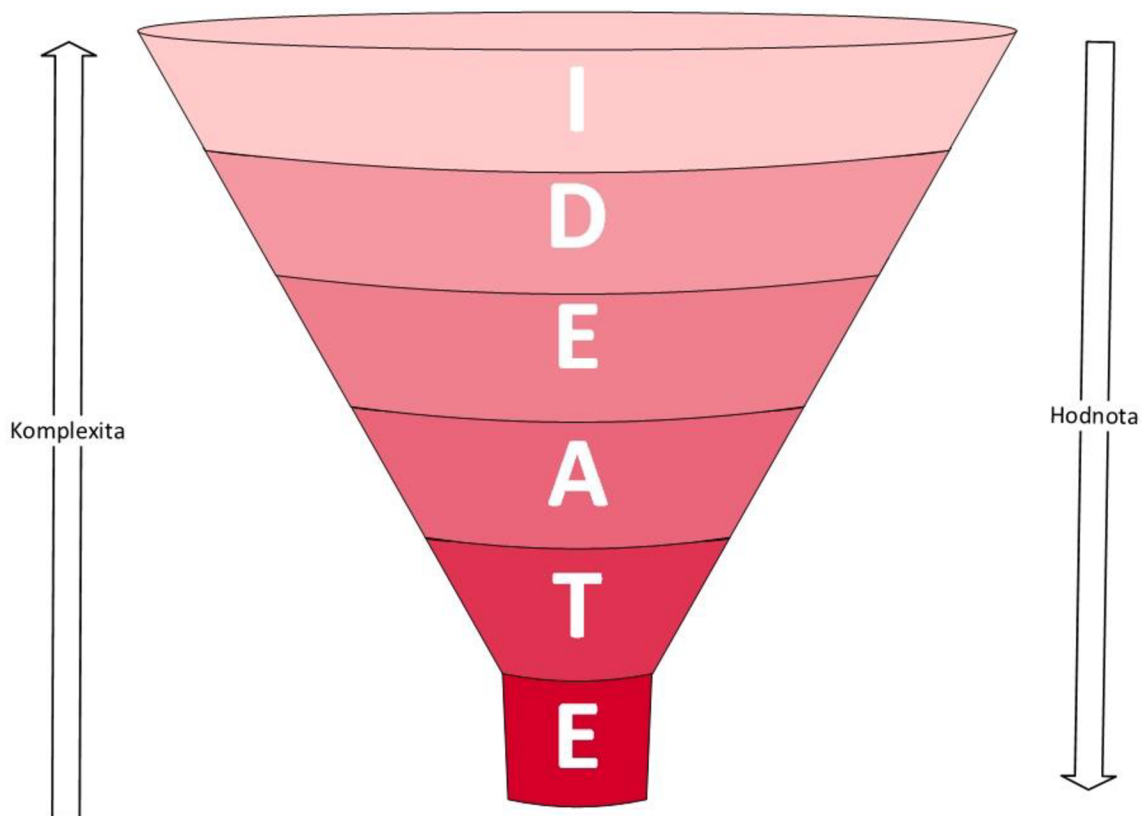
Medzi hlavné limitácie výskumu patrí možné skreslenie údajov autorom výskumu, kvôli nedostatočnej výpovednej hodnote v ich surovej podobe. Jednotlivé dáta museli byť párované a upravované v rámci tabuliek v databáze čo mohlo viesť k strate niektorých zákaziek obsahujúcich nezhodné kusy. Ďalšou limitáciou je samotné ohraničenie výskumu a analýzy. Procesy vo firmách sú veľmi komplexné a preto aj keď je určenie výskumného rámca relevantné, tak nemusí poskytovať kompletný kontext v rámci nezrovnalostí reportovaných nákladov z rôznych zdrojov. Výskum neposkytuje hĺbkovú vzťahu medzi skúmanými entitami pomocou korelácie.

5 VLASTNÉ NÁVRHY RIEŠENÍ

V tejto kapitole budú opísané navrhované riešenia. Úlohou alebo cieľom týchto riešení je odstránenie zdrojov problémov opísaných v analytickej časti tejto práce. Najprv je uvedený popis zvolenej metodiky, s pomocou ktorej bol naplnený cieľ práce. Ďalej sú popísané ciele, ktoré majú návrhy naplniť, a na základe ktorých bude hodnotený ich prínos. Nasleduje popis problému a príčina, kde je argumentovaný výber zdroju problému. Nasledne sú popísané jednotlivé návrhy spolu s ich ekonomickým zhodnotením.

5.1 Metodika riešenia

Zlepšovanie procesov, zmena súčasného stavu či optimalizácia majú určité základné kroky, ktoré musia byť naplnené pre dosiahnutie cieľa takýchto snáh. Všeobecne sú známe rôzne modely a metodiky, ktorých cieľom je dospieť k naplneniu cieľa zlepšenia súčasného stavu, ale častokrát sú buď veľmi všeobecné alebo aplikovateľné na úzku škálu problémov. Autor tejto práce preto vytvoril metodiku, ktorá odpovedá požiadavkám cieľu tejto práce. Jej prínos môže byť ale väčší, keďže filozofia metodiky rešpektuje základný jav v podnikoch, kedy príliš rýchlo bez dôkladnejšej analýzy a podloženia predpokladov tvrdými dátami či štatistikou je rovno vymýšľané a implementované riešenie. V tejto práci a pri riešení základného problému bola zvolená práve táto metodika popísaná na obr.13 . Jednotlivé kroky a logické prístupy boli zjednotené do etáp, ktoré spolu tvoria skrátené označenie vyjadrujúce anglické slovo „Ideate“ (znamená formuláciu myšlienok).



Obrázok 13: Metodika IDEATE

Zdroj: Vlastné spracovanie

Lieviková vizualizácia zobrazuje komplexitu v danej fáze a hodnotu. Na začiatku, teda v prvej fáze, je identifikácia problému zložitá a objem možných informácií či dát je veľký. Postupom do ďalších fáz už je zrejmé čo za problém riešime, analyzujeme a nakoniec odstraňujeme implementáciou riešenia. Preto komplexita je na najvyššej úrovni v prvých fázach. Naopak hodnota resp. výstup z jednotlivých fáz sa zväčšuje až samotnou identifikáciou, analýzou až implementáciou riešenia. Práve samotnou implementáciou riešenia dochádza k odstráneniu problému a tým k najvyššej hodnote pre zainteresované strany či podnik.

Fázy vytvorenej metodiky:

- **Identifikácia (Identify):** V prvej fáze dochádza k identifikácii samotného problému. Identifikácia môže mať viacero podôb v prípade tejto práce to bol predpokladaný zadaný problém.
- **Definícia (Define):** V tejto fáze dochádza k ukotveniu a ohraničeniu problému či skúmaného javu. Tento krok je kritický pre ďalšie pokračovanie pretože ho usmerňuje.
- **Explorácia (Explore):** Po zadefinovaní problému je nutné zabezpečiť podklady, informácie či dáta a zvážiť aj možné súvisiace javy.
- **Analýza (Analyze):** V rámci tejto fáze dochádza k analýze opatrených dát a analýze kontextu kde problém či jav nastáva. Logicky nadväzuje na fázu definície, ktorú dotvára.
- **Testovanie (Test):** Aby nedošlo k rýchlym záverom, ktoré by riešiteľ odklonili od podstaty skúmaného javu, je dôležité otestovať a potvrdiť správnosť vykonaných predpokladov či analýz v predchádzajúcich fázach pomocou matematicko-štatistických metód. Uplatňujú sa výskumné princípy. Po potvrdení je možné vychádzať z diskusie výsledkov či rozvíjať iné navrhované riešenia, ktoré mohli vzniknúť napr. z brainstormingu.
- **Exekúcia (Empower):** V poslednej fáze, ktorú lepšie pomenúva anglický ekvivalent prekladu, dochádza k tzv. umožneniu riešenia. Ide o presný popis riešenia, logických krokov, ktoré k nemu vedú. Táto fáza je doplnená o biznisový pohľad na riešenia preto je vypracovaný plán zavedenia, sú zhodnotené ekonomické faktory a taktiež môže obsahovať prvky manažmentu zmeny (a teda vplyv riešenia na ľudí v organizácii).

V kontexte tejto práce bola metodika využitá nasledujúcim spôsobom. Identifikácia prebehla ešte pred začatím tejto práce v kontexte organizácie po diskusii zainteresovaných strán. Výsledkom bol predpoklad nevyhovujúcej zákazkovej štruktúry. Následne bol definovaný problém v podobe nesúladu nákladov zo SAP a MES. Definícia sa prelínala s exploračiou, kedy boli zozbierané dáta, týkajúce sa definovaného problému z oboch systémov. Bol uvažovaný aj kontext zákazkového procesu, ktorý bol lepšie a hlbšie popísaný v analýze. Testovanie prebehlo pomocou štatistických testov hypotéz a následne

bolo uvažované o možných riešeniach. Tie sú popísané v kapitole č. 5 spolu s plánom implementácie, určením cieľov, ekonomických zhodnotením a samozrejme aj samotným popisom riešení.

5.2 Cieľ návrhu

Každé riešenie resp. zmenu súčasného stavu je nutné monitorovať. Toto monitorovanie je kľúčové k vyhodnoteniu zavedenia zmeny a teda posúdenia jej prínosov. Pre zoštíhlenie zákazky je teda nastavená kľúčová metrika trvania aktivity založenia postupov. Momentálne založenie trvá v priemere 11 minút. Cieľ, akým bude možné overiť úspech navrhovaného riešenia je: *Do troch mesiacov od zavedenia riešenia podľa časového plánu (viď nižšie) aktivita zakladania postupov trvá maximálne 4 minúty.*

Obdobne je nastavený aj cieľ pre stanovenie rozdielu nákladov zo SAP a MES: *Odchylka nákladov pochádzajúcich z dátového zdroja podnikového ERP a MES systému nie je väčšia 4%.*

Takto stanovené ciele umožnia monitorovanie prínosu navrhnutých riešení v tejto práci a podajú jasný dátovo založený záver, ktorý môže viesť k prípadným ďalším opatreniam.

5.3 Výber problému a príčiny

Vo štvrtej kapitole bola podrobne opísaná aktuálna situácia podnikového zákazkového procesu z pohľadu hlavného výrobného procesu tak aj z pohľadu podporného riadiaceho procesu. Táto analýza bola prevedená najprv v globálnom pohľade na hodnototvorný reťazec a jeho prepojenia na informačný management podniku. Následne boli analyzované kľúčové procesy v rámci tohto reťazca.

Samotné analýzy sa sústredili už na konkrétnejší článok podnikového riadenia vďaka výsledkom výskumu. V záveroch výskumu bol potvrdený predpoklad a zodpovedaná výskumná otázka – existuje rozdiel medzi reportovanými nákladmi zo systému SAP a MES. Výskum umožnil potvrdenie problému a zúženie záberu príčin popísaných v diskusii.

Bolo potrebné pre správnosť postupu metodiky riešenia overiť tieto závery už práve špecifickou analýzou podnikového prostredia. Ako hlavné príčiny boli identifikované neštandardizovaná výrobná zákazka (a jej obsah v podobe technologického postupu) a aktivita, ktorej výstupom sú technologické postupy. Pomocou diagramu rybej kosti boli identifikované aj potenciálne ďalšie príčiny, ktoré často súvisia práve z dvomi hlavnými – štruktúrou zákazky a aktivitou zakladania postupov. Z literatúry vyplýva, že ERP systém integruje viaceré podnikové funkcie a preto je nutné považovať práve nesprávnu štruktúru zákazky za relevantný problém, ktorého riešenie by malo byť uprednostnené. Aktivitu zakladania postupov následne aj pomocou metodológie Lean môžeme označiť za nežiadúcu v súčasnej podobe. Taktiež má priamy vplyv aj na rozdiel reportovaných nákladov. Práve vďaka týmto argumentom sú nižšie popísané riešenia zamerané na zlepšenie súčasného stavu a tak odstránenie týchto nežiadúcich príčin popísaných vyššie.

5.4 Popis riešení

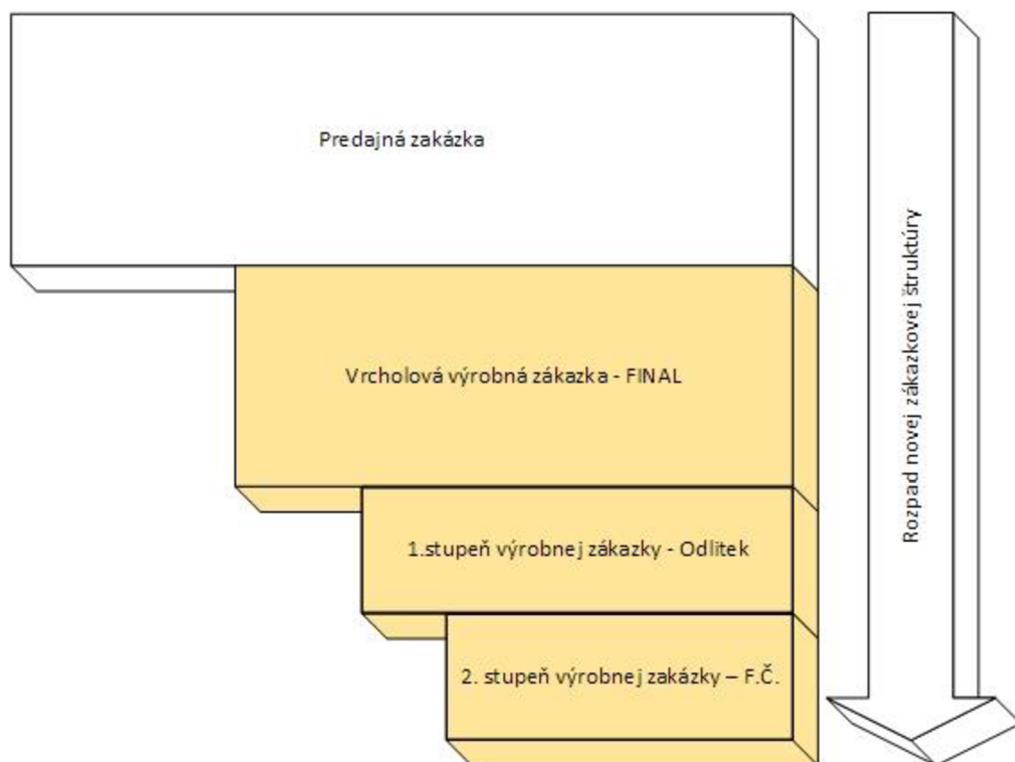
Na základe predstavenej metodiky a popisu kľúčových príčin problému analyzovaného v tejto práci boli navrhnuté riešenie popísané v tejto kapitole.

5.4.1 Štruktúra zákaziek

Z analýzy tejto práce vyplýva, že jedným z možných dôvodov, prečo obsahuje zákazkový proces neefektívne činnosti a prečo reportované náklady na nezhodné kusy nereflektujú reálne spotrebované zdroje je štruktúra zákaziek. Štruktúra má v momentálnom formáte dve časti. Bolo preukázané, že tento stav nie je vyhovujúci. Keďže výroba samotného produktu nie je jednoduchá záležitosť, postupy obsiahnuté v štruktúre výrobných zákaziek sú obsiahnuté.

Štruktúra zákaziek figuruje prevažne v systémových aplikáciách SAP a MES. Štruktúra zákaziek je momentálne rozdelená na dva stupne. V týchto dvoch stupňoch sú rozdelené operácie a priradené materiály. Tým, že štruktúra je relatívne obsiahnutá, dochádza k problému pri reportovaní výšky nákladov nezhodných kusov alebo polotovarov.

Navrhovaným riešením je štandardizácia tejto štruktúry vo viacerých stupňoch. To znamená, že namiesto dvoch stupňov by bola systémová výrobná zákazka v SAPe rozdelená na ďalšie dodatočné stupne. Z logickej nadväznosti aj na zistenia výskumu, by mali byť stupne vytvorené tak, aby umožňovali správnu identifikáciu nezhodného kusu hneď po najbližšej vizuálnej alebo elektrotechnickej kontrole. Tým bude zaistené, že budú správne odpísané náklady na materiál a prácu, a nebude dochádzať k problému identifikovanom vo výskume tejto práce.



Obrázok 14: Nová štruktúra zákaziek v SAP

Zdroj: Vlastné spracovanie

Na obr. 14 je znázornená nová systémová zákazková štruktúra. Zostáva zachovaná štruktúra predajnej zákazky, ktorá môže obsahovať viacero výrobných zákaziek. Nová štruktúra je rozdelená na tri stupne:

- **Vrcholová výrobná zákazka:** Jedná sa o hierarchicky najvyšší stupeň s prívlastkom „FINAL“. Tento stupeň zahŕňa už samotný polotovár senzoru, ktorý

po dokončení (pridání zákaznických konfigurací) je hotovým výrobkem a je určený k expedicii.

- **1.stupeň výrobnéj zákazky Odlitek:** Pod vrcholovou zákazkou je stupeň s prívlastkom „Odlitek“, ktorý je medzivýrobkom. Jedná sa o logicky rozpracovaný polotovar, ktorý už má svoju skoro finálnu podobu.

- **2. stupeň výrobnéj zákazky F.Č.:** Hierarchicky najnižší stupeň zákazkovej štruktúry s prívlastkom „F.Č.“ teda funkčné časti je prvým výrobným stupňom procesu výroby senzoru. Senzor je postupne kompletovaný do takej podoby, aby mohol byť zaliatí hmotou na báze epoxidu.

Implementácia tejto štandardizovanej štruktúry znamená, že doterajší používaný dispečer, ktorý priraduje výrobné zákazky na konkrétne pracoviská fyzicky aj v rámci prostredia MES, nebude môcť byť ďalej použitý. Každý dispečer má predom definovanú štruktúru, a teda aj spôsob akým riadi výrobné zákazky. Pre použitie novej štandardizovanej štruktúry bude vytvorený nový dispečer TSE (terajší TSZ). Zaradenie nového dispečera do SAPu bude realizované ako externá zákazka na zmluvnú podporu SAPu. Pri definícii požiadaviek na dispečera bude mimo iné ujasnená aj navrhovaná štruktúra.

Testovanie

Keďže sa jedná o zásadnú zmenu vo fungovaní zákazkového procesu je nutné ju overiť. Po správnom definovaní všetkých požiadaviek ako na SAP, tak MES prepojenú štruktúru sa s pomocou IT tímu zastrešujúceho MES (jedná sa o externý tím) uskutoční séria testovacích šprintov. Pre takéto podobné účely má firma zabezpečený testovací server, ktorý je na tento typ testovania vhodný. Test bude prebiehať v štyroch základných krokoch:

- Nahranie nových postupov a štruktúry zákaziek na spomínaný testovací server
- Nahranie zákaziek s touto definovanou štruktúrou
- Test a zber spätnej väzby:
 - Workflow produktu
 - Uživatelské rozhranie
 - Overenie viditeľnosti zákazky
 - Zhodnotenie workflow s reálnym postupom

V prvom kroku dôjde k nahraniu nových postupov a štruktúry zákaziek na testovací server. Samotné postupy nebudú z hľadiska nadväznosti operácií a logického pohľadu iné, líšiť sa budú práve v priradení jednotlivých operácií na konkrétny zákazkový stupeň. Následne budú na záložnom testovacom serveri pre SAP vytvorené virtuálne výrobné zákazky. Po tomto nahratí bude možné prejsť k overeniu funkcionality. V rámci testovania klienta MES využívajúceho testovací server sa bude osoba zodpovedná za testovanie prihlasovať na jednotlivé pracoviská a simulovať reálny workflow priechodu zákazky výrobou. Ďalej overení funkcionality ostatných prvkov v systéme mimo zahájenia a ukončenia operácie. Jedná sa napr. o rôzne prerušenia či iné funkcionality. Overením sa zistí, že pri zadaní menej štandardného požiadavku nedôjde k interferencii s workflow zákazky. Následne bude skontrolovaný tzv. log, ktorý popisuje jednotlivé udalosti a dôležité časové míľniky. Posledným krokom v samotnom testovaní je overenie súladu zaznamenaného systémového postupu virtuálnej zákazky s reálnym požadovaným.

Po dôkladnom viacnásobnom overení funkčnosti riešenia a schválení zúčastnenými, či ovplyvnenými zainteresovanými stranami, bude riešenie pripravené na implementáciu. Samotná zmena bude externým IT tímom nahraná na „ostrý“ server, na ktorom pracuje MES v súčasnej dobe. Z praxe samozrejme vyplýva, že krátkym otestovaním alebo pilotným projektom riešenie dodatočných chýb či nedostatkov nekončí. Je dôležité aby bola zaistená priama zodpovednosť za jednotlivé prvky zmeny. SAPovú štruktúru a výrobné postupy bude mať v kompetencii technologické oddelenie, zatiaľ čo komunikáciu medzi SAP a MES bude v spolupráci s externými tímami zaisťovať interné oddelenie digitalizácie.

5.4.2 Skupiny operácií

Pre umožnenie ľahšieho a štandardizovaného zakladania technologických postupov bola vytvorená nová skupina štandardných postupov. Do nej sa budú vkladať všetky jednotlivé celky technologického postupu ako je definované v kapitole vyššie. Zoskupenie operácií do jednotlivých blokov (čítačov) umožní ľahšiu stavbu postupu bez rizika chýbajúcej operácie. Aj vďaka tomu budú napr. dáta o hodnote nezhodných kusov relevantné. Na obr. 15 je uvedená konfigurácia takejto skupiny. Samotná konfigurácia je zatiaľ uvoľnená na testovacom serveri podnikového ERP systému, z ktorého bude „preklopená“ do ostrej

prevádzky v momente uvoľnenia celej zmeny. Skupina je uvoľnená pre funkciu 1 - Výroba, ale zatiaľ je v stave 1 – Fáza prípravy aby nemohlo dôjsť k jej neoprávnenému použitiu iným užívateľom alebo funkciou.

Obrázok 15: Založení nového postupu

Zdroj: Vlastné spracovanie

Skupina štandardných postupov obsahuje, a v budúcnosti budú do nej pridávané, všetky stupne výroby senzorov. Skupiny sa priamo zhodujú so zákazkovou štruktúrou. Každý čítač má názov identifikujúci priradenie ku konkrétnemu typu so stupňom zákazky. Pre ilustráciu je na obr. 16 zobrazený príklad pre typy T1 a T2.

Sk.postupů 40003545

| Přehled post. | |
|---------------|---------------------|
| ČSP | Krátký text postupu |
| 1 | SENZOR T1 - ODLITEK |
| 2 | SENZOR T1 - FINAL |
| 3 | SENZOR T1 - F.Č. |
| 4 | SENZOR T2 - ODLITEK |
| 5 | SENZOR T2 - FINAL |
| 6 | SENZOR T2 - F.Č. |

Obrázok 16: Vytvorené skupiny postupov

Zdroj: Vlastné spracovanie

Po vstupe do konkrétneho čítača je vidieť súpis všetkých relevantných operácií pre daný zákazkový resp. výrobný stupeň. Každé operácií bol definovaný správny riadiaci kľúč, ktorý zabezpečí potrebnú komunikáciu na úrovni SAP a MES. Taktiež aj správne pracovisko, ktorým spolu s kľúčom MES identifikuje vecné priradenie na svoje pracovisko. Na obr. 17 a 18 je zobrazený príklad pre stupeň „Odlitek“ a „F.Č.“ (funkčné časti).

| Sk.postupů | | SENZOR T1 - ODLITEK | | ČísSP 1 | | |
|-----------------|------|---------------------|------|---------|----------------|--|
| Sekvence | | 0 | | | | |
| Přehled operací | | | | | | |
| Op... | PodO | Pracoviště | Záv. | Řídi... | Klíč předlo... | Popis |
| 0010 | | SKM | 1602 | PP15 | | Konečná montáž senzoru XXX - provedení Y |
| 0020 | | VZS | 1602 | PP20 | | Výstupní zkoušky senzoru XXX - zkouška Y |

Obrázok 17: Príklad stupňa odlitok

Zdroj: Vlastné spracovanie

| Sk.postupů 40003545 | | SENZOR T1 - F.Č. | | ČísSP 3 | | |
|---------------------|------|------------------|------|---------|----------------|---|
| Sekvence | | 0 | | | | |
| Přehled operací | | | | | | |
| Op... | PodO | Pracoviště | Záv. | Řídi... | Klíč předlo... | Popis |
| 0010 | | FCS | 1602 | PP15 | | Sestavení funkčních částí - provedení Z |
| 0020 | | VLS | 1602 | PP32 | | Předeřev |
| 0030 | | ZLS | 1602 | PP32 | | Zaliti funkčních částí hmotou A |
| 0040 | | VZS | 1602 | PP20 | | Vizuální zkoušky + dohotovení |

Obrázok 18: Príklad stupňa F.Č.

Zdroj: Vlastné spracovanie

Takto vytvorené skupiny operácií umožnia prehľadnejšiu správu dát v systéme. Taktiež zaistia aj to, že požadované zmeny v daných postupoch či čítačoch sa správne prepíšu naprieč celým systémom a všetkými postupmi priradenými k typu senzorov. Vďaka vytvoreniu štandardizovaných skupín bude zaistená konzistentnosť postupov. Aj keď samotný výskum poukazoval na vzťah vyššieho počtu operácií k vyššiemu rozdielu nákladov, tak vytvorenie takýchto skupín spolu so zákazkovými stupňami tento nedostatok odstráni.

5.4.3 RPA a zmena procesu

Vytvorenie skupín operácií umožní zľahčenie zadávania postupov do systému. Jedná sa o opakujúcu sa činnosť s nízkou pridanou hodnotou. Správne nastavená parametrizácia umožní do procesu zakladania postupov v rámci celého zákazkového procesu implementovať RPA. Postupár, teda človek zodpovedný za tvorbu postupov ku konkrétnemu produktu, bude môcť využiť svoje schopnosti v aktivitách s väčšou pridanou hodnotou, kde môže uplatňovať svoju kreativitu. Táto úvaha nasleduje aj moderný trend prenikania umelej inteligencie do podnikov a jej infraštruktúr, vďaka čomu dokážu podniky uvoľniť svoj ľudský kapitál a potenciál pre aktivity s vyššou pridanou hodnotou. Takýto postup dáva o to väčší zmysel, keďže sa jedná o opakujúci sa proces resp. aktivitu.



Obrázok 19: RPA workflow pre základne postupov

Zdroj: Vlastné spracovanie

Na obr. 19 je znázornený nový proces zakladania postupu a materiálu, ktorý tento postup obsahuje, pomocou RPA. Workflow procesu bude realizovaný pravdepodobne prostredníctvom platformy Power Automate od spoločnosti Microsoft. Jedná sa o rozsiahle riešenia, zahrňujúce viaceré funkcie (hlavne integrovanosť s ostatnými Microsoft aplikáciami). Power Automate je low-code platforma, s ktorou dokážu pracovať aj užívatelia bez pokročilej znalosti programovania. Navyše sa jedná o používanú platformu, preto je jej použitie logické. Ďalším argumentom podporujúci výber tejto platformy je, že samotný proces nie je zložitý a automatizovanie procesu v SAP je jednoduchšie zaviesť na užívateľskej báze. To znamená, že namiesto užívateľa pomyselné kliká na jednotlivé okná alebo ikony RPA.

Proces začína zaregistrovaním požiadavku z externého zdroja na založenie postupu. Prídanie požiadavku funguje ako spúšťač, po ktorom nasleduje jeho identifikácia. Požiadavka obsahuje názov postupu, jednotlivé operácie a kmeňové dáta. RPA sa pomocou svojho účtu v SAP prihlási a načíta transakciu na založenie postupu a jeho kmeňových dát. Tu vyplní postupným prejdením kurzora jednotlivými oknami dáta. Následne materiál ukladá. Otvára ďalšiu transakciu, v ktorej tvorí postup definovaním jednotlivých referenčných skupín podľa typu senzoru, ktoré boli popísané vyššie. Postup opakuje pre každý zákazkový stupeň tzn. odlitok, funkčné časti a vrcholový materiál – final. Po uložení všetkých stupňov nasleduje tvorba logu, v ktorom sú popísané jednotlivé kroky a čas pre identifikáciu príčiny problému. V prípade, že počas ktorejkoľvek etapy dôjde k chybe na strane SAP (napr. postup nebolo možné uložiť) je odoslaná emailová notifikácia na postupára, ktorý postup založí ručne. Vzhľadom na spoľahlivosť RPA overenou podnikom v rámci predchádzajúcich skúseností je podiel takýchto chýb na úrovni 1-4 %.

5.5 Plán implementácie

V rámci poslednej fázy v metodike Ideate bol vytvorený aj časový plán v podobe Ganttovho diagramu. Jednotlivé aktivity sú zobrazené na obr. 20.

| ID | Popis etapy | Štart | Koniec | Trvanie |
|----|---|--------------|--------------|---------|
| 1 | Vypracovanie návrhu | 1. 4. 2024 | 4. 6. 2024 | 47d |
| 2 | Schválenie návrhu | 10. 7. 2024 | 15. 7. 2024 | 4d |
| 3 | Návrhy schválené | 16. 7. 2024 | 16. 7. 2024 | 0d |
| 4 | Vývoj a testovanie RPA | 16. 7. 2024 | 5. 8. 2024 | 15d |
| 5 | Tvorba zadania novej zákazkovej štruktúry a jej vývoj | 16. 7. 2024 | 27. 9. 2024 | 54d |
| 6 | Testovanie novej štruktúry v testovacom prostredí SAP | 30. 9. 2024 | 17. 10. 2024 | 14d |
| 7 | Implementácia RPA | 6. 8. 2024 | 12. 8. 2024 | 5d |
| 8 | Implementácia novej zákazkovej štruktúry | 18. 10. 2024 | 24. 10. 2024 | 5d |
| 9 | Riešenia implementované | 25. 10. 2024 | 25. 10. 2024 | 0d |
| 10 | Hypercare | 25. 10. 2024 | 21. 11. 2024 | 20d |
| 11 | Tvorba dokumentácie a školenie | 25. 10. 2024 | 21. 11. 2024 | 20d |
| 12 | Riešenia plne implementované a chyby odstránené | 22. 11. 2024 | 22. 11. 2024 | 0d |
| 13 | Monitorovanie cieľov a optimalizácia | 22. 11. 2024 | 4. 12. 2024 | 9d |
| 14 | Stretnutie so spätnou väzbou | 5. 12. 2024 | 5. 12. 2024 | 1d |

Obrázok 20: Časový harmonogram implementácie

Zdroj: Vlastné spracovanie

V prílohe I je pokračovanie Ganttovho diagramu a sú zobrazené jednotlivé postupnosti krokov resp. etáp. Vypracovanie návrhu prebieha v rámci tvorby tejto práce a jednotlivé návrhy sú prezentované v predchádzajúcich kapitolách. Samotná etapa má v sebe zahrnuté aj čakanie približne tridsať dní. Dôvodom je časové okno zvolené vzhľadom na priority a iné požiadavky na podporu SAP a MES. Vďaka fáze exekúcie, ktorá zahŕňa prípravu podkladov pre rozhodovanie, je možné pristúpiť následne k prezentácii a obhajobe návrhu. V teoretickej časti bola práve zdôraznená dôležitosť informácií pre rozhodovanie na úrovni vedenia. Po schválení návrhu nasleduje samotný vývoj RPA procesu a tvorba zadania novej zákazkovej štruktúry (pre externú podporu SAP). Tieto dve aktivity môžu prebiehať paralelne, keďže sa im budú venovať rozdielny riešitelia v rámci tímu. Tvorba

RPA bude relatívne rýchla z pohľadu tvorby zadania, preto môže dôjsť k jeho včasnejšej implementácii a testovaniu. Po implementácii zákazkovej štruktúry sú riešenia zavedené a prebieha obdobie tzv. Hypercare, v rámci ktorého sú intenzívne monitorované implementované riešenia a včasne riešené prípadné nedostatky. Taktiež je poskytnutá podpora kľúčovým užívateľom pracujúcim s danými riešeniami. Počas obdobia Hypercare musí byť vytvorená aj sprievodná dokumentácia v podobe užívateľského manuálu ako pre automatizovaný proces, tak pre novú zákazkovú štruktúru. Po skončení Hypercare nasleduje monitorovanie a vyhodnotenie zavedených riešení a zhodnotenie, či naplnili ciele. Môžu byť prípadne optimalizované. Po skončení projektu nasleduje stretnutie so zainteresovanými stranami, kde je zhodnotená úspešnosť príp. navrhnutý ďalší rámec nadväzujúceho zlepšovateľského projektu, ktorý môže odstrániť iné plytvanie či úzke miesto. V každom podniku zlepšovateľské aktivity prebiehajú neustále a aj zavedené riešenia sú predmetom ďalšieho zlepšovania.

5.6 Predikcia a ekonomické zhodnotenie

Priemerný RPA proces v podniku sa pohybuje na úrovni 2 minút. Keďže ide o RPA proces, ktorý nie je na pozadí tak sa dá očakávať že jeho priemerná doba bude 3 minúty. Tento čas je samozrejme závislý od zložitosti workflow nadefinovaného v Power Automate. Súčasný stav zakladania jedného postupu spotrebuje 7-11 minút. Tento celý proces bude vykonávať RPA workflow na zakladanie postupov. Ak vezmeme do úvahy hodinovú sadzbu 700 Kč, tak za jedno opakovanie dôjde k úspore približne 105 Kč. Ako bolo už spomenuté, tak platforma Power Automate je už zakúpená v podniku, preto na RPA nie je potrebné vynakladať ďalšie finančné prostriedky. Zdroje budú spotrebované hlavne z pohľadu zodpovedného pracovníka za nastavenie celého workflow. Na základe časového plánu má táto aktivita trvať 15 dní, ale budú využité 2 pracovné hodiny za deň. Použitím rovnakej hodinovej sadzby na personálne náklady je odhad implementácie RPA z pohľadu nákladov 21 000 Kč. Implementácia RPA sa vyplatí po 200. opakovaní workflow na založenie postupu. Vzhľadom na historický dopyt je dôvodné očakávať, že návratnosť tejto investície bude nižšia ako jeden rok. To splňuje aj podnikové pravidlo resp. preferenciu návratnosti do troch rokov. Je dôležité zmieniť, že sa jedná náklady na interného zamestnanca, na ktoré sa dá pozeráť ako relatívne fixné. Navyše pracovník

predtým zodpovedný za postup bude schopný vykonávať aktivity s väčšou pridanou hodnotou.

Najväčším nákladom bude zavedenie novej zákazkovej štruktúry a to položka externé podpory v hodnote približne 104 000 Kč (+39 000 Kč za priebeh podpory). Tá bude pravidelne komunikovať s internými zamestnancami zašitiťujúcimi samotnú implementáciu. Predpoklad počíta so spotrebovaným časom 40 hodín na implementáciu a 15 hodín na obdobie Hypercare. Pri tomto návrhu nie je rozhodujúcou doba návratnosti investície. Jedná sa o náklady na informačný systém a jeho rozvoj. Ako zo samotnej teórie vyplýva, jeho úloha je kľúčová pre integritu dát, a preto, ak bude naplnený stanovený cieľ v kapitole 5.2, je možné považovať investíciu za relevantnú. Jedná sa teda hlavne o kvalitatívne benefity, vďaka čomu bude rozhodovanie založené na dátach presnejšie. Z ďalšieho hľadiska sa jedná o dlhodobu pretrvávajúcu zmenu. Tá napr. pomôže pri zavádzaní konfigurátoru vďaka jednotlivým stupňom, ktoré sa budú dať navzájom kombinovať.

ZÁVER

V prvej časti tejto práce bola popísaná metodológia výskumu, ktorý bol realizovaný. Nasledovala teoretická časť, ktorá postupne ozrejmila jednotlivé súvislosti medzi skúmaným problémom a celkovým podnikovým kontextom. Boli prepojené základné koncepty od riadenia kvality až po workflow v podnikovom prostredí.

V druhej časti bola realizovaná analýza samotného zákazkového procesu ako kľúčového procesu pre tvorbu hodnoty pre zákazníka. Bol jasnejšie ukotvený problém a taktiež realizovaný samotný výskum, ktorý overil stanovené hypotézy a pomohol odpovedať na výskumnú otázku.

V záverečnej časti bola vytýčená príčina problému a následne navrhnuté riešenia s najvyššou pridanou hodnotou. Je dôležité zdôrazniť, že návrhy popísané v tejto práci nie sú len teoretickými riešeniami. Ich úspešnosť nasadenia závisí od mnohých faktorov, ale vďaka použitej metodike Ideate boli v poslednej časti predstavené argumenty a podklady, ktoré zvýšia úspešnosť implementácie.

Cieľ práce ako aj jednotlivé čiastočné ciele boli naplnené. Bola navrhnutá nová zákazková štruktúra a bol taktiež zoštíhlený zákazkový proces pomocou RPA.

ZOZNAM POUŽITÝCH ZDROJOV

BOUTROS, Tristan a CARDELLA, Jennifer, 2016. *The Basics of Process Improvement. Online.* Boca Raton: CRC Press. ISBN 978-1-4987-1990-2. Dostupné z: <https://doi.org/10.1201/b21453>. [cit. 2024-02-21].

BURKE, Sarah E. a SILVESTRINI, Rachel T., 2017. *Certified Quality Engineer Handbook.* Online. 4th Edition. American Society for Quality (ASQ). Dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt011FE8Z3/certified-quality-engineer>. [cit. 2023-12-29].

CARDA, Antonín a KUNSTOVÁ, Renáta, 2001. *Workflow: Řízení firemních procesů.* Grada Publishing. ISBN 80-247-0200-2.

DATATAB. *T-test, Chi-square, ANOVA, regression, correlation... DATAtab.* Dostupné z: <https://datatab.net/tutorial/spearman-correlation> .[cit. 204-01-05].

DRURY, Colin M., 1992. *Management and cost accounting.* Third edition. Springer-Science+Business Media. ISBN 978-0-412-46390-7.

FOSTER, Thomas, 2016. *Managing Quality: Integrating the Supply Chain.* 6th edition. Pearson Education. ISBN 978-0-13-379825-8.

GÁLA, Libor; POUR, Jan a ŠEDIVÁ, Zuzana, 2009. *Podniková informatika. 2.,* přepracované a aktualizované vydání. Grada Publishing. ISBN 978-80-247-2615-1.

GRASSEOVÁ, Monika; DUBEC, Radek a HORÁK, Roman, 2008. *Procesní řízení: ve veřejném i soukromém sektoru.* Brno: Computer Press. ISBN 978-80-251-1987-7.

HOLTSNIDER, Bill a JAFFE, Brian D., 2009. *IT Manager's Handbook: The Business Edition.* Elsevier. ISBN 978-0-12-375110-2.

JONES, Peter a ROBINSON, Peter, 2020. *Operations Management*. Second edition. Oxford University Press. ISBN 978-0-19-872435-3.

JURAN, Joseph M. a GODFREY, A. Blanton, 1999. *Juran's Quality Handbook*. 5th edition. McGraw-Hill. ISBN 0-07-034003-X.

KENT, Robin, 2016. *Quality Management in Plastics Processing - Strategies, Targets, Techniques and Tools* [online]. Elsevier [cit. 2024-01-02]. ISBN 978-0-08-102126-2. Dostupné z: <https://app.knovel.com/kn/resources/kpQMPPSTT1/toc?cid=kpQMPPSTT1>

KEŘKOVSKÝ, Miloslav. *Moderní přístupy k řízení výroby*. 2. vyd. Praha: C. H. Beck, 2009. 137 s. ISBN 978-80-7400-119-2.

KEŘKOVSKÝ, Miloslav a DRDLA, M., 2003. *Strategické řízení firemních informací*. C. H. Beck. ISBN 80-7179-730-8.

KLETTI, Jürgen, 2007. *Manufacturing Execution Systems – MES*. Springer. ISBN 978-3-540-49743-1.

LAMAN, Scott A., 2022. *ASQ Certified Quality Engineer Handbook*. Online. 5th Edition. American Society for Quality (ASQ). Dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt013DLB03/asq-certified-quality>. [cit. 2024-01-02].

MCCLLENAGHAN, Elliot, 2023. The Wilcoxon Signed-Rank Test. Online. *Technology Networks*. Dostupné z: <https://www.technologynetworks.com/informatics/articles/the-wilcoxon-signed-rank-test-370384>. [cit. 2024-01-01].

ROSS, Jeanne W.; BEATH, Cynthia M. a QUAADGRAS, Anne, 2013. *You May Not Need Big Data After All*. Online. In: . Harvard Business Review. Dostupné z: <https://hbr.org/2013/12/you-may-not-need-big-data-after-all>. [cit. 2024-03-12].

SAP. *What is SAP?* Dostupné z: <https://www.sap.com/about/what-is-sap.html> [cit. 2023-12-28]

SCHOLTEN, Bianca, 2009. *MES Guide for Executives - Why and How to Select, Implement, and Maintain a Manufacturing Execution System* [online]. International Society of Automation (ISA) [cit. 2024-01-08]. ISBN 978-1-61583-689-5. Dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt0082U28N/mes-guide-executives/mes-according-to-isa>

SVOZILOVÁ, Alena, 2011. *Zlepšování podnikových procesů*. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-247-3938-0.

TAULLI, Tom, 2020. *The Robotic Process Automation Handbook: A Guide to Implementing RPA Systems*. Apress. ISBN 978-1-4842-5728-9.

TOMEK, Gustav a VÁVROVÁ, Věra. *Integrované řízení výroby: od operativního řízení výroby k dodavatelskému řetězci*. Praha: Grada, 2014. 366 s. ISBN 978-80-247-4486-5.

ZOZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKOV

| | |
|---|----|
| Obrázok 1: Organizačná štruktúra | 29 |
| Obrázok 2: Výrobný proces | 30 |
| Obrázok 3: Hodnototvorný proces..... | 31 |
| Obrázok 4: Popis procesu zákazky - Obchod I..... | 33 |
| Obrázok 5: Popis proces zákazky - Obchod II | 34 |
| Obrázok 6: Zákazkový proces – Konštrukcia..... | 37 |
| Obrázok 7: Zákazkový proces – Plánovanie..... | 39 |
| Obrázok 8: Zákazkový proces - Výroba a expedícia..... | 41 |
| Obrázok 9: Hodnototvorný reťazec a systémy | 43 |
| Obrázok 10: Hierarchia zákaziek v SAP | 44 |
| Obrázok 11: Spôsob prepojenia MES a SAP..... | 49 |
| Obrázok 12: Ishikawov diagram..... | 51 |
| Obrázok 13: Metodika IDEATE..... | 62 |
| Obrázok 14: Nová štruktúra zákaziek v SAP | 66 |
| Obrázok 15: Založenie nového postupu | 69 |
| Obrázok 16: Vytvorené skupiny postupov | 69 |
| Obrázok 17: Príklad stupňa odlitok | 70 |
| Obrázok 18: Príklad stupňa F.Č..... | 70 |
| Obrázok 19: RPA workflow pre základne postupov | 72 |
| Obrázok 20: Časový harmonogram implementácie..... | 74 |

ZOZNAM POUŽITÝCH TABULIEK

| | |
|---|----|
| Tabuľka 1: Kód typu..... | 53 |
| Tabuľka 2: Základné štatistické charakteristiky dát | 56 |
| Tabuľka 3: Wilcoxonov test pre overenie hypotéz..... | 56 |
| Tabuľka 4: Wilcoxonov test pre overenie hypotéz..... | 56 |
| Tabuľka 5: Priemerný počet operácií na zákazku podľa kódu typu | 57 |
| Tabuľka 6: Suma rozdielov podľa kódu typu | 58 |
| Tabuľka 7: Výsledok korelácie pre posúdenie vzťahu počet operácií-rozdiel nákladov | 58 |
| Tabuľka 8: Výsledok korelácie pre posúdenie vzťahu počet kusov-rozdiel nákladov ... | 59 |

ZOZNAM POUŽITÝCH GRAFOV

| | |
|--|----|
| Graf 1: Počet vyrobených kusov podľa kódu typu | 54 |
| Graf 2: Počet nezhodných kusov podľa kódu typu..... | 55 |
| Graf 3: Krabicový graf popisujúci rozptyl dát..... | 55 |

ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK

ERP – Enterprise Resource Planning

SAP - System Analysis Program Development

MES – Manufacturing Execution System

RPA – Robotic Process Automation

BI – Business Intelligence

SQL – Structured Query Language

TPV – Technická príprava výroby

PapOff – Paperless Office

F.Č. – Funkčné časti

ZOZNAM PRÍLOH

(PDF) Ganttov diagram:.....I