



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE

INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

DIGITALIZACE TOKU DAT VÝROBNÍHO PROCESU JAKO NÁSTROJ PRO EFEKTIVNÍ ŘÍZENÍ VÝROBY

DIGITALIZATION OF MANUFACTURING PROCESS DATA AS A TOOL FOR EFFICIENT PRODUCTION
MANAGEMENT

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Jakub Jalůvka

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Zdeňka Videcká, Ph.D.

BRNO 2020

Zadání diplomové práce

Ústav:	Ústav strojírenské technologie
Student:	Bc. Jakub Jalůvka
Studijní program:	Strojní inženýrství
Studijní obor:	Strojírenská technologie a průmyslový management
Vedoucí práce:	Ing. Zdeňka Videcká, Ph.D.
Akademický rok:	2019/20

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Digitalizace toku dat výrobního procesu jako nástroj pro efektivní řízení výroby

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Výrobní proces a jeho optimalizace na základě digitálně získaných dat neboli metoda bezpapírové výroby, sběr dat z výrobních pracovišť, zvýšení efektivity a minimalizace chyb. Návrh a realizace ve strojírenském podniku. Výhody a nevýhody z pohledu kontroly a řízení výroby.

Cíle diplomové práce:

Teoretická východiska práce.

Analýza současného stavu procesu výroby.

Návrh optimalizace procesu výroby na operativní úrovni s cílem zkrácení průběžné doby výroby a doby reakce na změny ve výrobě.

Přínos návrhů řešení.

Seznam doporučené literatury:

BASL, J., BLAŽÍČEK, R. Podnikové informační systémy. Podnik v informační společnosti. 3. aktualizované a doplněné vydání. Praha: Grada Publishing, 2012. 328 s. ISBN 978-80-247-4307-3.

JUROVÁ, M., KORÁB, V., JUŘICA, P., VIDECKÁ, Z., BARTOŠEK, V. Výrobní a logistické procesy v podnikání. Praha: Grada, 2016. 254 s. ISBN: 978-80-247-5717- 9.

ŘEPA, V. Podnikové procesy. Procesní řízení a modelování. 2.vydání. Praha: Grada Publishing, 2007. 281 s. ISBN 978-80-247-2252-8.

SVOZILOVÁ, A. Zlepšování podnikových procesů. 1.vydání. Praha: Grada Publishing, 2011. 232 s. ISBN 978-80-247-3938-0.

TOMEK, G., VÁVROVÁ, V. Řízení výroby a nákupu. 1. vydání. Praha: Grada, 2007. 384 s. ISBN 978-80-247-1479-0.

USTUNDAG, A., CEVIKCAN E. Industry 4.0: Managing The Digital Transformation. 1. vydání. New York, NY: Springer Berlin Heidelberg, 2017. ISBN 978-3-319-57869-9.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2019/20

V Brně, dne

L. S.

doc. Ing. Petr Blecha, Ph.D.
ředitel ústavu

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
děkan fakulty

Abstrakt

Diplomová práce se zabývá návrhem řešení, které odstraní nežádoucí efekty ve výrobní společnosti. Návrh je zpracován na základě teoretické rešeršní části (moderní technologie a trendy v oblasti výroby) a podrobné analýzy podnikových procesů. Samotným řešením je návrh nové operativní vrstvy řízení výroby pomocí implementace MES systému.

Summary

The master thesis deals with the issue of proposing a solution which eliminates negative effects in an automotive company. The solution suggested is processed on the basis of a theoretical part (modern trends in production) and a detailed analysis. The final solution is a new operational layer of production management, using the implementation of MES system.

Klíčová slova

Výrobní proces, Štíhlá výroba, Digitalizace výroby, Bezpapírová výroba, MES systémy

Keywords

Manufacturing process, LEAN, Digitalization of industry, Paperless manufacturing, MES Systems

JALŮVKA, Jakub. *Digitalizace toku dat výrobního procesu jako nástroj pro efektivní řízení výroby* [online]. Brno, 2020 [cit. 2020-06-17]. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/125404>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav strojírenské technologie. Vedoucí práce Zdeňka Videcká.

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma *Digitalizace toku dat výrobního procesu jako nástroj pro efektivní řízení výroby* vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

17.6.2020

Bc. Jakub Jalůvka

Touto cestou chci poděkovat vedoucí mé diplomové práce Ing. Zdeňce Videcké, PhD. za vstřícné rady a odborné konzultace. Děkuji technickému řediteli a dalším zaměstnancům výrobní firmy za jejich připomínky a rady.

Bc. Jakub Jalůvka

Obsah

Úvod	1
1 Cíle práce	2
2 Metodologie	3
2.1 Strategie výzkumu	3
2.2 Metody	3
2.3 Omezení	4
3 Průmysl 4.0 a bezpapírová výroba	5
3.1 Průmysl 4.0	5
3.1.1 Průmysl 4.0 v malých a středních podnicích	6
3.2 Bezpapírová výroba	6
3.3 Interní systémy	7
3.3.1 ERP systémy	7
3.3.2 MES systémy	8
4 Teoretická východiska	13
4.1 Procesy v podniku a výrobě	13
4.1.1 Atributy a dělení procesů	13
4.1.2 Normativy procesů	14
4.2 Řízení výroby	15
4.2.1 Řídící a plánovací úrovně podniku	16
4.3 Štíhlý podnik, Six Sigma, Teorie omezení	17
4.3.1 Štíhlý podnik	17
4.3.2 Odstraňování plýtvání	18
4.3.3 Koncepty a metody pro štíhlý podnik	20
4.3.4 Nástroje pro analýzu procesů	21
4.3.5 Six Sigma	21
4.3.6 Teorie omezení	22
5 Analýza současného stavu podniku	23
5.1 Popis podnikání vybrané firmy	23
5.1.1 Produktový program	24
5.1.2 Organizační struktura	26
5.1.3 Výrobní hala a vybavení	28
5.2 Definování	32
5.2.1 Potřeby	32
5.2.2 Cíle	33
5.2.3 Rizika	34
5.3 Měření	36

5.3.1	Mapování procesů výroby	36
5.3.2	Dokumentace vstupující do výrobního procesu	40
5.3.3	Využití interních systémů	44
5.3.4	Variabilita produktů	44
5.3.5	Monitoring směny mistra	45
5.3.6	Monitoring směny line-instruktora	46
5.3.7	Monitoring směny operátora	48
5.3.8	Současné pracoviště	48
5.4	Analýza	48
5.4.1	Výrobní časy	49
5.4.2	Vyhodnocení dokumentace	50
5.5	Výsledky analytické části	54
6	Navrhované řešení	55
6.1	Zlepšovat	55
6.1.1	Zavedení MES systému	55
6.1.2	Zjednodušení a eliminace dokumentů	56
6.1.3	Moderní pracoviště	59
6.2	Řídit	63
7	Realizace	64
7.1	Pilotní řešení	64
7.2	Problémy a doporučení	66
8	Zhodnocení návrhu	67
8.1	Úspora automatickým vyhodnocením, zpracováním dokumentace	68
8.2	Úspora pohybů pracovníků	69
8.3	Úspora manipulačních časů	69
	Závěr	69
	Seznam použitých zdrojů	72
	Seznam použitých zkratk	75
	Seznam příloh	76

Úvod

Během několika let se průmyslové prostředí kolem nás radikálně mění. Jen za dobu posledních několika měsíců (v době sepsání diplomové práce) se situace v mnoha firmách výrazně změnila především v odvětví automobilního průmyslu. Ekonomický tlak na výrobní společnosti je velký, prudce roste konkurenceschopnost světového hospodářství, zvyšuje se míra globalizace, požadavky zákazníků se stále více individualizují a nároky na kvalitu výrobků

a služeb se zvyšují. Firmy, které nestačí vyrábět rychleji, levněji a s vyšší kvalitou než konkurence stagnují. Pokud chtějí prosperovat - přežít je nutné, aby rychle zaváděly nové typy inovací a digitálních strategií a tak si dlouhodobě udržely svoji konkurenceschopnost.

V průběhu mého vysokoškolského studia jsem absolvoval několik stáží ve strojírenských závodech. Podnik KAMPOS, s.r.o. byl tím, ve kterém jsem se zapojil do tvůrčí práce, a kde vznikl nápad této diplomové práce s názvem **Digitalizace toku dat výrobního procesu jako nástroj pro efektivní řízení výroby**. Poznal jsem, že nejsou jen velké podniky, které vynikají svým vyspělým řízením a koncepcí, ale i malé a střední podniky, které pomáhají globální

a výrobně-ekonomicky propojení svět.

V době mého příchodu do společnosti KAMPOS, s.r.o. se podnik nacházel v přechodu vlastnictví od původního majitele k novému, mladšímu managementu. Toto se stalo impulzem k posunutí stávajících výrobních procesů k novým technologiím. Z původně zajetých kolejí typických pro výrobně-montážní společnosti se přiblížit výrobě velkých průmyslových závodů - digitalizaci a automatizaci výroby (v posledních letech myšlenkou známou pod pojmem průmysl 4.0).

„Chce-li management podniku navrhnout správné řešení včetně jeho realizace, je nejprve vhodné se zaměřit na poznání skutečného stavu podniku, diagnostikovat jeho chyby a silné stránky a srovnat je s dosaženými cíli a vizemi“ (prof. Ján Košťuriak, Fraunhofer).

Bylo nutné se na celý podnik podívat holisticky a navrhnout novou strategii a ucelený přístup pro digitalizaci a modernizaci. Zavést řešení, které by změnilo procesy výroby tak, aby se podnik stal konkurenceschopným ve svém oboru.

Pro firmu KAMPOS, s.r.o., která se svým předmětem podnikání v oboru montáže automobilových konektorů a kabelových svazků řadí mezi malé a střední podniky to nebyl úkol jednoduchý. Takový podnik má cestu inovace většinou náročnější než podnik velký nebo nadnárodní, kde se vývojem výrobků zabývají celé pracovní týmy, které mají blízký přístup

k novým technologiím a také lepší finanční možnosti.

Ve společnosti KAMPOS, s.r.o. probíhají investice do nových strojů, ale **úkolem mé práce bylo zaměřit se na modernizaci směrem k digitalizaci výroby, která se tak stala předmětem mé diplomové práce.**

Cíle práce

Diplomová práce se věnuje problematice bezpapírové výroby a moderních informačních systémů k řízení výrobních procesů.

Cílem diplomové práce je návrh digitalizace výroby na operativní úrovni.

Řešení je založeno na poznatcích moderních trendů v oblasti řízení výroby (nové metody a nástroje koncepce Průmyslu 4.0), analýze současného stavu výroby pomocí nástrojů využívaných ve filozofii zlepšování průmyslových podniků LEAN, SixSigma a Teorie omezení. Návrh se soustřeďuje na procesy výroby s cílem zkrácení průběžné doby a doby reakce na chyby. Součástí je i příprava stávající dokumentace pro převod do digitální verze s návrhem pilotního řešení interního systému MES.

Zjednodušené schéma předem stanovených cílů diplomové práce je znázorněno na obrázku [1.1](#)



Obrázek 1.1 – Cíle DP.

Metodologie

Pro návrh správného řešení na problémy ve výrobním podniku je nutné znát současné trendy a novinky týkající se řešených problémů. Zároveň také metody, které pomohou podnikové procesy zhodnotit a zavést autora správným směrem ke zlepšení procesů.

2.1 Strategie výzkumu

Výzkum v této diplomové práci „*Digitalizace toku dat výrobního procesu jako nástroj pro efektivní řízení výroby*“ ve výrobním závodě KAMPOS je rozdělen do několika fází dle **metodologie DMAIC**, která je hojně využívána ve strategii řízení Six Sigma.

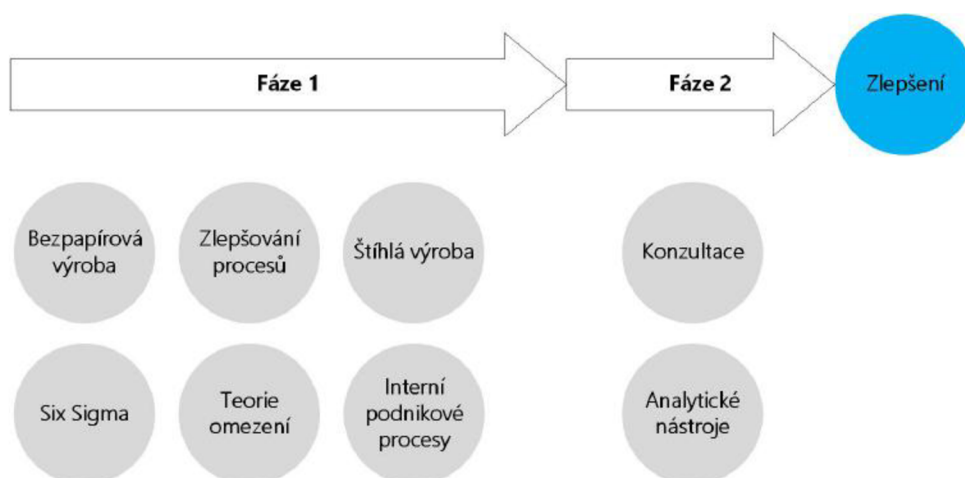
Fáze definovat a analyzovat jsou popsány v analytické části v kapitole 5. V jednotlivých fázích jsou zpracovány podrobné analýzy a měření, které postupně odhalují největší problémy v podniku. Dále jsou navržena zlepšení (kapitola 6) a jejich pilotní realizace (kapitola 7).

2.2 Metody

Kapitolu 5 tvoří dvě hlavní metody jimiž byly podnikové procesy definovány. Na výrobní podnik byly aplikovány **analytické nástroje** vycházející z teoretických znalostí štíhlého podniku, zlepšování procesu, teorie Six Sigma a Teorie omezení.

Další značnou část podkladů pro diplomovou práci poskytly **konzultace** s různými pracovníky podniku KAMPOS. Strukturu metodiky diplomové práce znázorňuje obrázek

2.1



Obrázek 2.1 – Struktura metodologie DP.

2.3 Omezení

Práce řeší problematiku především z hlediska výrobního řízení a výrobních procesů. Navržené zlepšení jsou optimálním řešením z pohledu možností firmy KAMPOS a to z:

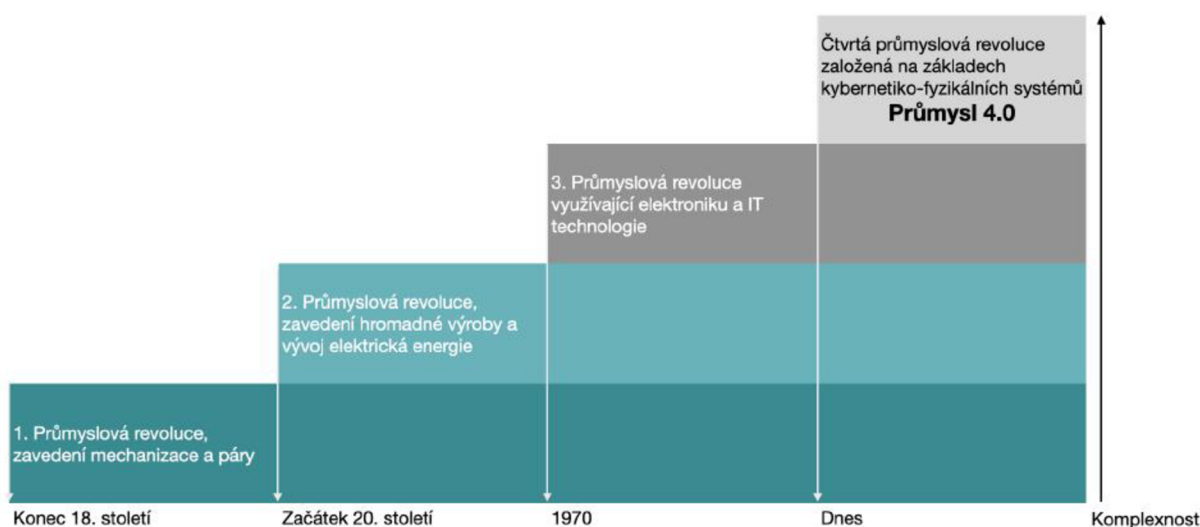
- finanční možnosti projektu,
- možnosti implementace
- a schopností pracovníků.

Průmysl 4.0 a bezpapírová výroba

3.1 Průmysl 4.0

Během posledních několika let se průmyslové prostředí radikálně mění zaváděním nových konceptů a technologií založených na trendu průmyslové revoluce 4.0. První zmínky o průmyslu 4.0 byly představeny už v roce 2011 na veletrhu v německém Hannoveru. Trend představuje **kombinaci výroby, informačních technologií a internetu** [1].

Koncem 18. století byla první průmyslová revoluce zahájena vynálezem stroje a nahrazením manuální práce. S rozvojem dalších technologií, s vývojem elektrické energie a zavedením dělby práce začala kolem roku 1870 druhá průmyslová revoluce. Třetí průmyslová revoluce vznikla s příchodem počítačových systémů a automatizace. Obrázek 3.1 ukazuje, jakým způsobem ovlivnily všechny čtyři průmyslové revoluce průmyslovou výrobu [1].



Obrázek 3.1 – Čtyři průmyslové revoluce [1].

Tlak, který vede společnost k zavádění nových konceptů je způsoben **rostoucí silou konkurenceschopnosti světového hospodářství a velkou mírou globalizace**. Firmy nestačí vyrábět rychleji, levněji a s vyšší kvalitou než konkurence, a proto je nutné, aby zaváděly nové typy inovací a digitálních strategií, a tak si dlouhodobě udržely konkurenční výhodu [1].

Průmysl 4.0 by měl **rozšířit celý výrobní i dodavatelský řetězec**. Rozvoj by měl přispět k řešení udržitelnosti **využívání zdrojů a energetické účinnosti**. Zároveň posílením konkurenceschopnosti v celém dodavatelském řetězci by se tak měla **zlepšit výměna dat mezi zúčastněnými stranami**, což přináší velkou výhodu. Podnik by tak

měl být schopen pružně reagovat na požadavky zákazníků a produkovat vysoký počet variant a možností při nízkých výrobních objemech [1].

Cílem Průmyslu 4.0 je implementace vysoce efektivních a automatizovaných výrobních procesů obvykle známých z hromadné výroby. Trend kombinuje fyzický a digitální svět. Výrobní data jsou sbírána ve zcela nové kvalitě a s informacemi o výrobních procesech **v reálném čase**. To umožňuje komplexní využití senzorů a nepřetržitou integraci s inteligentními objekty. Nový obraz výroby (v reálném čase) je nezbytný pro decentralizované řízení výroby. Takový systém řízení výroby se dokáže vyrovnat s nerovnoměrnou pracovní zátěží v krátkodobém horizontu. To znamená, že díky digitálně řízeným výrobním technologiím bude umožněna **individualizovaná výroba s nízkými náklady** [1].

3.1.1 Průmysl 4.0 v malých a středních podnicích

Charakteristické rysy malých a středních podniků (MSP) ukazují, že právě MSP jsou díky své flexibilitě, podnikatelskému duchu a inovativním schopnostem mnohem vhodnější pro zavádění moderních trendů než velké a nadnárodní firmy. Malé a střední podniky jsou obvykle nejen přizpůsobivé a inovativní z hlediska svých produktů, ale také výrobních postupů.

A tak technologie čtvrté průmyslové revoluce nabízejí sektoru MSP velké příležitosti ke zvýšení konkurenceschopnosti [1].

3.2 Bezpapírová výroba

Vývoj moderních technologií a rozšiřování jejich dostupnosti postupně v průmyslové výrobě odsouvají papír do pozadí. I v domácnostech se postupně od papírových dokumentů začíná upouštět a postupně mizí. Knihy, noviny nebo magazíny jsou nahrazovány moderní elektronickou variantou v chytrých telefonech, tabletech nebo počítačích [2, 3].

Tento evoluční krok se velmi značně odehrává také v mnoha dalších odvětvích průmyslových oblastí. Ve strojírenském, automobilním, chemickém nebo i farmaceutickém průmyslu jsou ruční záznamy a ručně vyplňované dokumenty nahrazovány automatickými digitálními. Papírové objednávky a faktury nahradily PDF verze odesílané přes ERP systémy nebo emaily. Dokumentování pohybu materiálů výrobou nebo při logistických přesunech mezi továrnami nahradily skenery na čárové kódy nebo modernější RFID čipy. Všechny informace jsou vyhodnocovány v počítačích, průmyslových displejích nebo na velkých výrobních obrazovkách. Archivace probíhá pomocí datových úložišť (cloudů) [2, 3].

Strategie bezpapírové výroby nemůže fungovat bez efektivně navrženého systémového prostředí. Společnosti musí mít fungující technickou infrastrukturu. Digitalizace přináší celou řadu benefitů. To však jen v případě jsou-li všechny operace pro bezpapírovou výrobu nastaveny správně a optimálně [3].

Pokud informace protékají podnikem elektronicky, umožňují podniku nebývalou možnost **pracovat s reálnými daty v reálném čase a snižovat tak výskyt možných nežádoucích efektů ihned**. Jakmile je podnik připojen k reálným datům, otevírá se mu možnost zdokonalovat kvalitu každého kroku výroby, optimalizovat a automatizovat procesy výroby v celé organizaci. Zaměstnanci mají zároveň mnohem rychlejší a bližší přístup k potřebným datům. Mohou je mezi sebou sdílet a lépe spolupracovat [3, 4].

Některé benefity, které přinesla transformace výroby na bezpapírovou v automotive společnosti Edag jsou [5]:

- zkrácení produktového cyklu,
- minimalizace prostojů,
- snížení nákladů na spotřebu zdrojů,
- snížení neproduktivních časů mezi pracovníkem a strojem,
- minimalizace chyb a zvyšování spolehlivosti procesů,
- zvýšení šetrnosti k životnímu prostředí,
- lepší workflow mezi konstrukcí a výrobou.

Zavedení bezpapírové výroby v průmyslových společnostech může mít velmi pozitivní vliv na prosperitu podniku. Může pomoci zvýšit produktivitu, reakce na změny a tím zvýšit svoji konkurenční výhodu. Avšak nesprávným přístupem a nepromyšleným zásahem digitalizace mohou být výsledky podniku opačné [3, 4].

3.3 Interní systémy

V posledních několika letech jsou výrobní podniky nuceny vyrábět čím dál větší množství výrobků při zachování stejné nebo i vyšší kvality. Vyšší požadavky na kvalitu nutí podniky k zavádění certifikace kvality výroby podle norem ISO 9000. Zákazníci často požadují průkaznou dokumentaci o historii výroby a o správném dodržování technologických postupů. Podniky tak musí spravovat obrovské množství informací. **Při tak velkém objemu dat již není možné řídit výrobní podnik bez informačních systémů [6].**

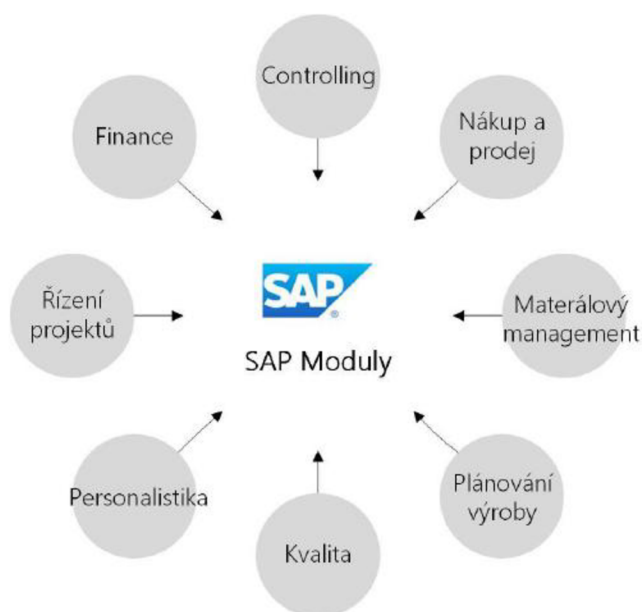
Nejpoužívanější softwarový nástroj je informační systém **ERP** (Enterprise Resource Planning). Systémů, které podnikům pomáhají zabezpečit výrobu existuje nespočetné množství. Dalším z příkladů je výrobní systém MES (Manufacturing Execution Systems), o kterém bude zmíněno později [6].

3.3.1 ERP systémy

ERP systém je informační software, který propojuje všechny podnikové procesy a činnosti do jednoho nástroje. Do nástroje, který vytváří jednotné prostředí pro své uživatele a pomáhá jim **přehledně a efektivně dosahovat podnikových činností**. Všechny data jsou v systému propojeny a přinášejí tak komplexní pohled na celý ekosystém podniku. Oblastí, které může systém integrovat je nepřehledné množství a závisí na výrobcu ERP, příklady některých z nich jsou [7]:

- nákup a prodej,
- marketing,
- zásobování,
- plánování,
- finance
- a personalistika.

Jedním z celosvětově nejznámějších ERP systémů je SAP, ukázka modulů, které představují podnikové oblasti je na obrázku [3.2]. V České republice je celá řada výrobců ERP systémů, za zmínku stojí systém K2, který je využíván v analyzované firmě [7, 9].



Obrázek 3.2 – Moduly ERP systému SAP [8].

ERP systém K2 od společnosti Atmitec je nástroj, který umožňuje propojení výroby, řízení skladu, ekonomiky, obchodu a manažerského vyhodnocování. Prezentuje se jako řešení, které je připravované z části modulově a z části na míru přímo zákazníkovi [9].

3.3.2 MES systémy

MES systémy jsou informační systémy zaměřené na **operativní plánování a řízení výroby**. Jejich účelem je informovat výrobní manažery o okamžitém stavu výroby a pomáhají tak optimalizovat výrobní procesy. MES systém je vhodný především pro výrobu, kde již využívají podnikový informační systém ERP. Ve spojení s ERP tvoří MES systém nástroj pro efektivnější řízení a optimalizaci výrobních procesů a zdokonalení výroby [10].

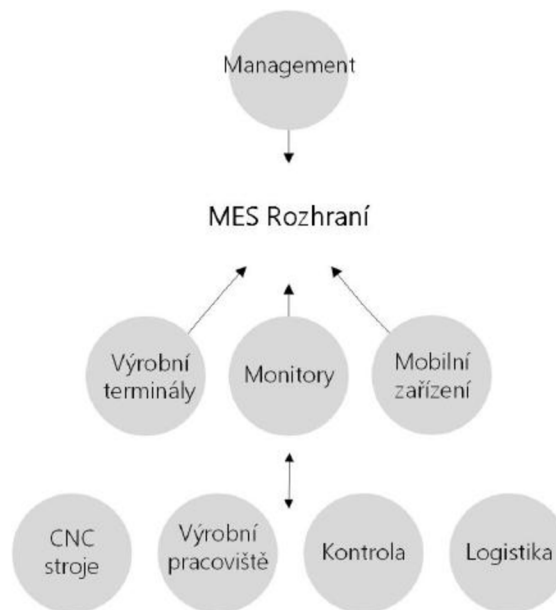
Velkou výhodou MES systémů je schopnost pracovat s aktuálními daty v reálném čase. Výrobní manažeri jsou schopni velice rychle reagovat na nežádoucí stavy ve výrobě, a tak mohou přizpůsobit výrobní procesy přímo na míru [10].

Integrace sběru dat, jak je znázorněno v obrázku 3.3, umožňuje komunikaci mezi výrobními stroji, ručními pracovišti nebo plně automatickými linkami. Pracovníci podniku jsou tak následně informováni o nasbíraných datech v reálném čase přes jednotné rozhraní [11].

S rozvojem MES systémů vznikla řada organizací snažících se jasně systém definovat. Nejznámější je organizace MESA, ta rozdělila MES systémy dle typu implementací pro [11]:

- zpracovatelský průmysl, kde je MES implementován do řídicích systémů strojů,
- diskrétní průmysl, kde je systém pojat spíše jako on-line řešení pro řízení výroby a získávání zpětné vazby .

MESA zároveň definuje 12 funkčních oblastí, které jsou potřebné pro účinné řízení výroby MES systémy. Při popisování oblastí jsou uváděny praktické příklady z MES



Obrázek 3.3 – Možný sběr dat ve výrobním podniku [11].

systemu Hydra od německého výrobce MPDV. Několik podstatných oblastí je popsáno níže:

Detailní plánování výroby

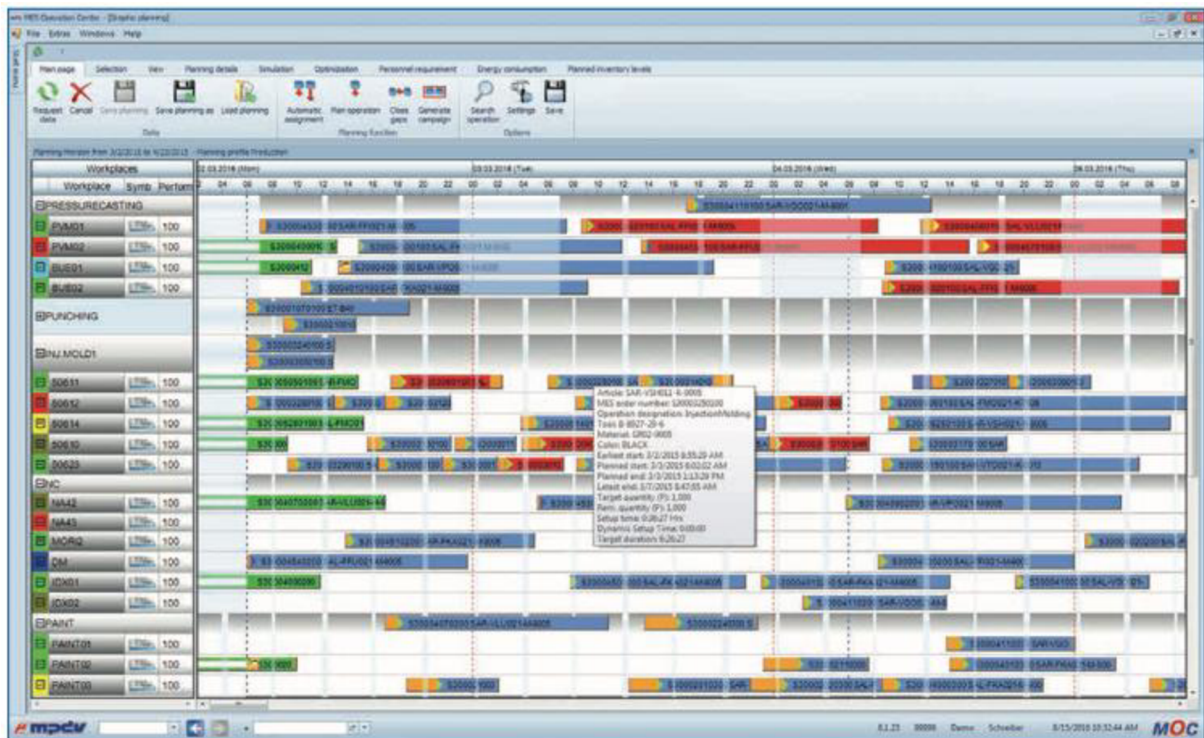
Je velmi důležitou součástí výroby. Lze jej pojmout z několika různých přístupů. Např. dopředné plánování, zpětné plánování, plánování založené na jednoduchých nebo komplexních algoritmech vycházejících z priorit jednotlivých zakázek. Tyto přístupy nakonec vytvářejí frontu práce, která definuje pořadí jednotlivých výrobních příkazů, bez zbytečných prostojů, seřizování strojů nebo spotřeby energie. Na obrázku 3.4 je ukázka snímku obrazovky detailního plánování výroby. Mezi hlavní vlastnosti patří plánovací kalendář uspořádaný dle výrobních pracovišť, automatické plánování dle algoritmů a pravidel získaných z jiných funkčních oblastí, vytváření simulací a plánovacích scénářů [11, 12].

Správa výrobních zdrojů

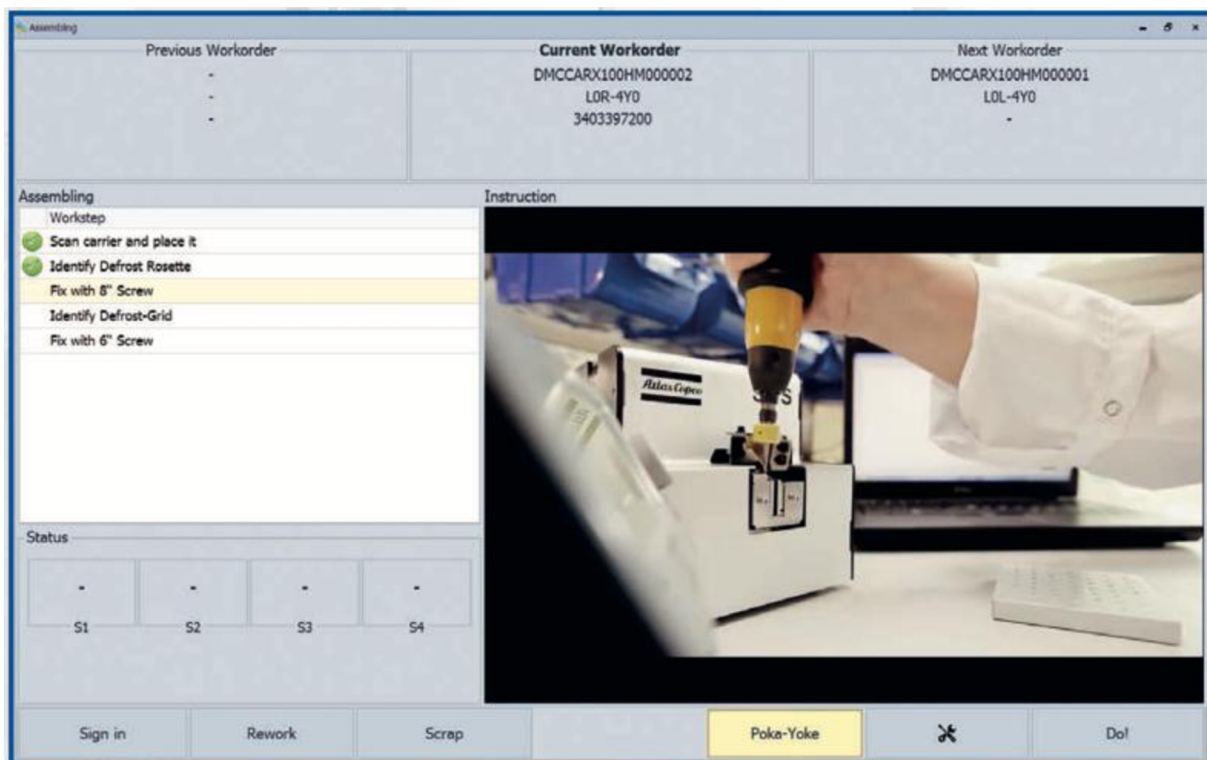
Umožňuje přidělování a sledování zdrojů (osoby, materiál, zařízení, nástroje apod.) a kapacit pro výrobní proces. Systém si hlídá aktuální i budoucí stav zdrojů a je schopen informovat o všech přiřazených úkolech [11, 13].

Správa výrobních dokumentací

Pod správu výrobních dokumentací lze zařadit evidenci výrobních pravidel a kusovníků materiálu, které slouží pro popis tvorby finálního produktu. V obrázku 3.5 je znázorněn systém Hydra, který pomáhá operátorovi projít všemi výrobními operacemi bez zbytečného vyhledávání v papírové dokumentaci [11, 14, 13].



Obrázek 3.4 – Detailní plánování výroby v MES Hydra [12].

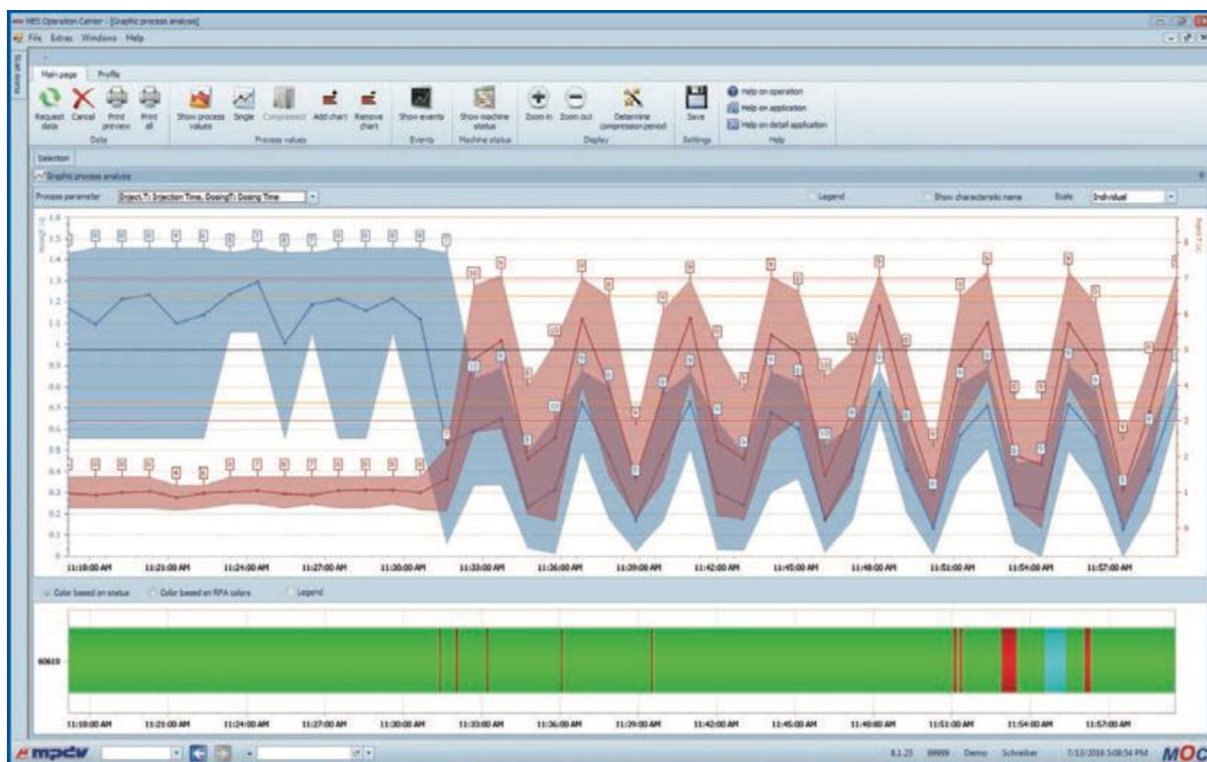


Obrázek 3.5 – Hydra modul pro správu výrobních dokumentací a operací při výrobě [14].

Výkonnostní analýzy

Jsou využívány pro vyhodnocení výkonnostních ukazatelů (KPI) výrobními podniky. Příkladem výkonnostního ukazatele z oblasti výroby je celková efektivita zařízení (OEE), která udává hodnotu efektivního využití výrobních zařízení. Systém Hydra, znázorněný

v obrázku 3.6, umožňuje jednoduchou a rychlou vizualizaci výrobních dat na počítačích managementu nebo na terminálech přímo ve výrobě [11, 15, 13].



Obrázek 3.6 – Sběr a vyhodnocování dat v MES systému [15].

Řízení údržby a servisu

Zajišťuje plánování a provádění vhodných opatření k bezproblémovému chodu strojů, bez poruch a výpadků. Jak lze vidět v obrázku 3.7, MES systém upozorní pracovníky údržby na poruchy strojů. Dokáže dopředu naplánovat pravidelnou údržbu v kalendáři a přerozdělovat ji jednotlivým seřizovačům [11, 16, 13].

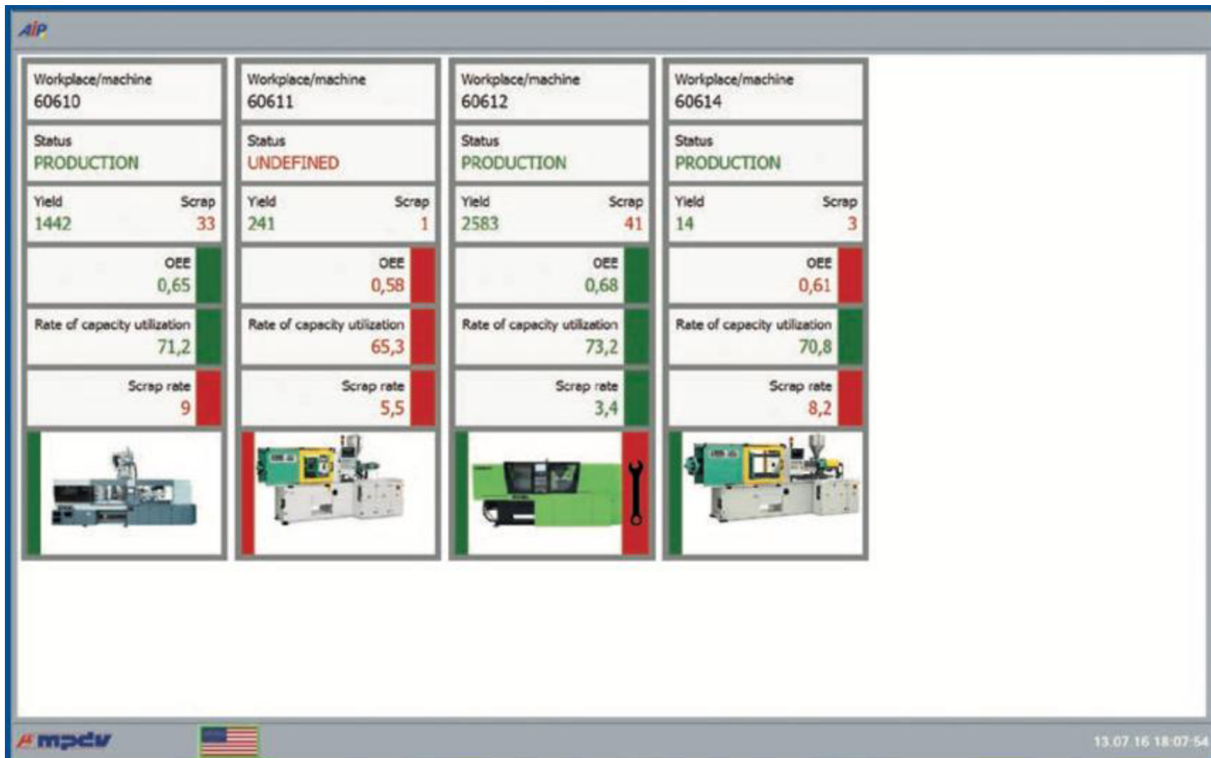
Řízení procesů a kvality

Je využíváno pro kontrolu správného pořadí operací a souladu produkce s plánováním. V případě řízení kvality jde o zaznamenávání, sledování a analýzu výrobků vůči ideálním hodnotám. Na obrázku 3.8 je snímek obrazovky znázorňující záznam při rozměrové kontrole. Po uložení zaznamenané hodnoty jsou pracovníci kvality téměř ihned informováni o jakosti výrobku [11, 17, 13].

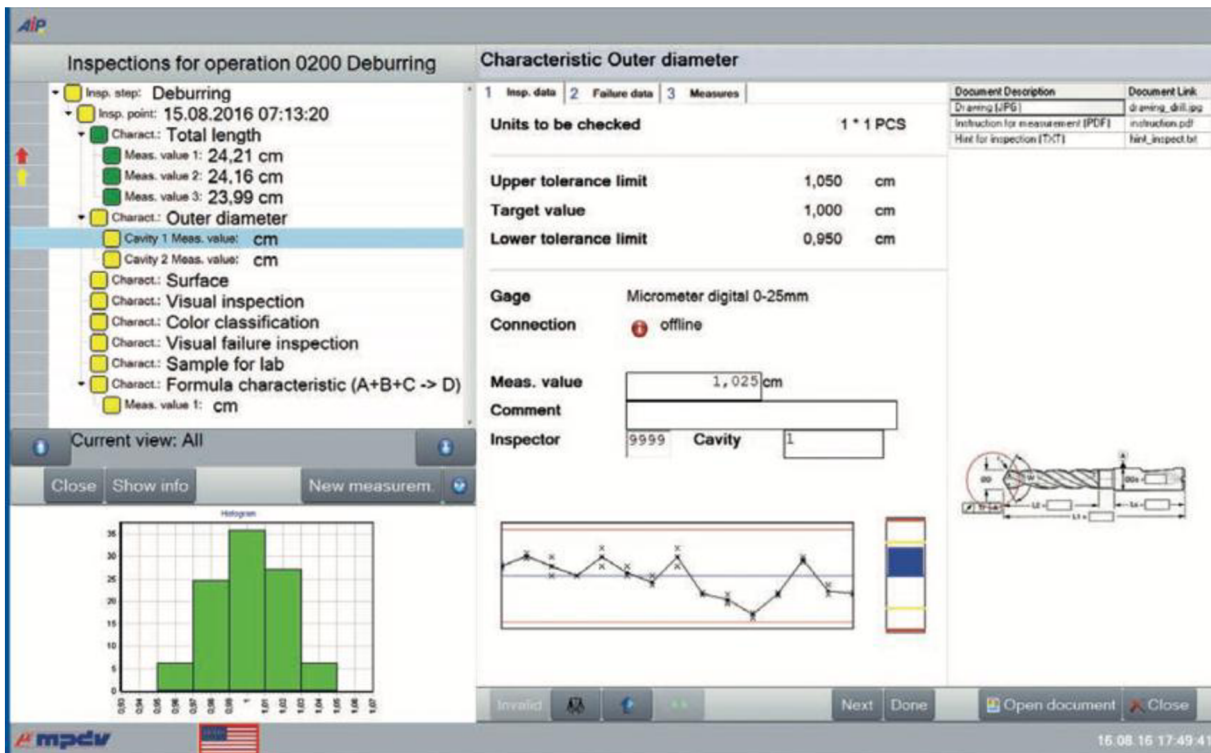
Sledování výrobků a jejich rodokmen

Je důležitou součástí pro kontroly v případě řešení reklamací [11, 13].

Výrobci MES je celá řada, za zmínku stojí MES systém německé firmy MPDV, která dodává komplexní řešení MES Hydra. Dalšími výrobci jsou Unis se systémem Pharis, společnost COMES nebo ACT-in [18, 19, 20, 21].



Obrázek 3.7 – Upozornění na zastavený stroj v MES systému Hydra [16].



Obrázek 3.8 – Záznam hodnoty rozměrové kontroly v MES Hydra [17].

Teoretická východiska

Teoretická část obsahuje všechny potřebné teoretické znalosti dotýkající se analýzy a návrhu řešení pro vybraný podnik. Jsou zde definovány podnikové procesy, procesy ve výrobě a typy plýtvání, ke kterým může docházet ve výrobě.

4.1 Procesy v podniku a výrobě

Fungování každé organizace závisí na naplňování strategických cílů podniku. Vize a strategie jsou naplňovány prostřednictvím činností a procesů. Ty jsou obvykle jedinečné a neopakovatelné jako například rozhodnutí managementu o směřování společnosti. Druhým typem jsou procesy rutinní a opakující se, například práce na výrobní lince [22].

Právě opakovatelné procesní aktivity umožňují stabilní dosahování výstupů a mohou být určitým způsobem definovány, měřeny a optimalizovány [22].

4.1.1 Atributy a dělení procesů

Existuje několik atributů, které se vyskytují ve všech procesech a charakterizují je. Pomáhají tak procesy modelovat a znalost kontextu jednotlivých procesů je pro podniky v dnešní době stěžejní. Atributy procesů slouží pro identifikaci všech potřebných informací nutných pro souhrnný popis procesu [22].

Norma ČSN EN ISO 9000:2001 charakterizuje znaky následovně, proces je tvořen těmito atributy [22]:

- je opakovatelný,
- má svého zákazníka,
- má svého vlastníka a správce,
- má svůj ocenitelný výstup,
- má měřitelné parametry,
- má jasné hranice (začátek a konec),
- má návaznosti na jiné procesy,
- má své omezení (vstupy, zdroje).

Následně můžeme procesy podle důležitosti rozdělit na:

Klíčové procesy

Procesy, které představují hlavní oblast organizace. Tvoří hodnotu pro externího zákazníka [22].

Řídící procesy

Řídící procesy zajišťují fungování organizace, ale samy o sobě neprodukují podniku zisk. Jsou to především manažerské procesy, které zajišťují říditelnost a stabilizaci společnosti [22].

Podpůrné procesy

Procesy, které pomáhají zajišťovat chod společnosti a nepřímo se podílejí na tvorbě hodnoty pro externího zákazníka. Výsledný produkt podpůrných procesů je tvořen pro vnitropodnikové účely, nepřímo tak obstarávají vykonávání klíčových nebo jiných procesů [22].

Výrobní proces

V rámci podniku slouží výroba pro uspokojení potřeb zákazníka, umožňuje vytvoření věcných statků, které odpovídají tržní poptávce. Výrobu lze zjednodušeně chápat jako kombinaci faktorů jimiž je zajišťován transformační proces na co nejhodnotnější výstup.

4.1.2 Normativy procesů

Cílem normativů procesů výroby je stabilizování a sjednocení výrobního procesu při daných technologicko-ekonomických podmínkách pro dané období.

Pod normativy je možné zařadit přístupy k určení následujících parametrů [22]:

- výrobní dávka,
- zásoby rozpracované výroby,
- výrobní kapacitu,
- průběžnou dobu výroby.

Výrobní dávka

Výrobní dávka je množství výrobků, které ve stejný čas vstupují do výroby, a také z ní vystupují. Výrobky jsou zpracovávány na stejném pracovišti současně nebo v těsném časovém sledu [22].

Zásoby rozpracované výroby

Rozpracovaná výroba je ohraničený objem materiálových prvků, které procházejí výrobními procesy a jsou u nich postupně vykonávány jednotlivé technologické operace až po výstupní kontrolu. Na velikost rozpracované výroby má vliv hned několik činitelů: složení průmyslové výroby, objem, typ výroby a délka výrobního cyklu [22].

Výrobní kapacita

Výrobní kapacita je maximální objem produkce, který může výrobní zařízení zhotovit za stanovený čas. Lze ji charakterizovat jako výkon, kterého je výrobní zařízení schopné dosáhnout za určitou dobu [22].

Průběžná doba výroby

Průběžná doba výroby je časová jednotka, která vyjadřuje dobu mezi zahájením výrobního procesu až po okamžik kdy výrobek opouští proces a je předán k další technologické operaci. Celkovou průběžnou dobu výrobku udává součet doby technologické, manipulační a doby klidu [22]. Tento parametr hraje velmi důležitou roli pro podnikovou strategii stíhlého podniku, které je věnována další podkapitola teoretické části [22].

4.2 Řízení výroby

Je souborem manažerských činností, který řídí jednotlivé oblasti týkající se vyráběného množství, termínů zadávání a odvádění jednotlivých dávek a operací. Management výroby se zabývá dvěma typy úkolů:

Odborné funkce

Zajišťují prvořadě plnění věcných úkolů. Konkrétní příklady činností jsou analýza problémů, určení a dosahování cílů, stanovení a plánování patřičných opatření, realizace, kontrola, analýza rozpoznávaných problémů [23].

Personální funkce

Zabývají se získáváním, rozvojem a zvyšováním odpovědnosti pracovníků, kteří plní dané cíle. Konkrétní příklady činností jsou např. motivace nebo rozmístění pracovníků. Dále věnuje pozornost podmínkám existence a úspěšnosti podniku [23]:

- snaží se zajistit kvalitu vlastního managementu snahou o neustálé sebevzdělávání,
- snaží se rozvíjet technologie podniku,
- bere v potaz finanční možnosti podniku, omezení v pořízení či využívání funkčních faktorů,
- zohledňuje kvalitativní i kvantitativní omezení výkonu, omezení způsobené časem, výkonem pracovní síly a výrobních zařízení
- a bere v úvahu vliv okolí.

Cílem managementu je tedy po ekonomické stránce výrobního procesu vedení činností, které směřují k zhotovení výrobků a poskytnutí potřebných služeb při docílení požadovaných hospodářských výsledků a to vše vzhledem k podnikovým a společenským požadavkům. Pro moderně řízenou firmu jsou požadavky na výrobu následující [23]:

- kapacitně vhodný,
- vhodná technologie,
- schopnost zajistit požadovanou jakost,
- snaha o neustálé snižování výrobních nákladů,
- poskytovala potřebnou flexibilitu,
- výrobní faktory na požadovaném množství, úrovni a kvalitě,
- má kvalifikované pracovníky,
- dosahuje požadované produktivity práce
- a je inovativní.

4.2.1 Řídící a plánovací úrovně podniku

Řídící úrovně podniku lze rozdělit na tři oblasti: strategické, taktické a operativní.

Strategické řízení

Vytváří strategii firmy, která je základem tvorby cílů, plánování a fungování firmy. Strategie má dlouhodobý dosah, ale musí být zároveň přizpůsobivá a neustále aktuální [23].

Akční parametry strategického managementu jsou [23]:

- strategie nových cílů,
- strategie nových trhů,
- strategie odbytových cest,
- strategie nových technologií
- a budování konkurenční přednosti.

Taktické řízení

Úkolem je realizování strategie, která by v daném systému výrobků a v požadovaném výrobním systému poskytla konkurenční výhodu [23].

Akční parametry taktického managementu jsou [23]:

- rozhodnutí o výrobku (realizace výrobní politiky),
- rozhodnutí o projektu vybavení výrobního systému,
- rozhodnutí o projektu organizace výrobního procesu.

Operativní řízení

Operativní řízení výrobního procesu je souborem manažerských činností, jejichž cílem je maximálně efektivní využití vstupů výrobního procesu při zajištění plánovaného průběhu výrobních úkolů. Maximálně efektivní využití je ve výrobním procesu omezeno časovým horizontem plánování, mírou podrobnosti plánování a nejnižší možnou organizační úrovní [22].

Doba každého rozhodnutí musí být velice krátká, aby všechny informace byly aktuální a relevantní [22].

Operativní řízení výroby se soustřeďuje na oblasti, jak výrobu v reálném čase naplánovat, organizovat a kontrolovat při využití výrobních parametrů a ekonomických faktorů a lze je definovat jako soubor následujících činností.

Akční parametry operativního managementu jsou [23]:

- určení primární spotřeby tedy počtu finálních výrobků s přihlédnutím na požadavky trhu,
- určení sekundární a terciální spotřeby tedy potřeby surovin, polotovarů, dílů atd.,
- určení časového průběhu spotřeby a sestavení pojistných zásob,
- určení velikosti výrobních dávek,
- stanovení termínu výrobních zakázek,
- termínování vlastního výrobního postupu tak, že pro každou operaci je v kalendáři plánu stanoven okamžik realizace,

- prosazení plánu, což představuje:
 - obstarávání výrobních faktorů,
 - kontrola a zajištění výrobních faktorů,
 - vydání výrobních podkladů a dokladů,
 - rozdělení práce na pracovní jednotky s ohledem na pořadí,
 - sledování a regulaci postupů prací
 - a zajišťovací úkoly tedy řešení odchylek mezi plánem a skutečností.
- aktualizace podkladů operativního managementu výroby na základě přijatých změn.

4.3 Štíhlý podnik, Six Sigma, Teorie omezení

Jedním z velmi perspektivních trendů, kterým se firmy v dnešní době zabývají je směr štíhlého a inovativního podniku. To především proto, že dnešní doba je charakteristická globalizací, která přináší velmi konkurenční prostředí a vyžaduje velmi dobře promyšlenou firemní strategii [24, 25]. Příklad před a po aplikaci filozofií Lean a Six Sigma je znázorněn na obrázku 4.1.



Obrázek 4.1 – Co přináší Lean Six Sigma [26].

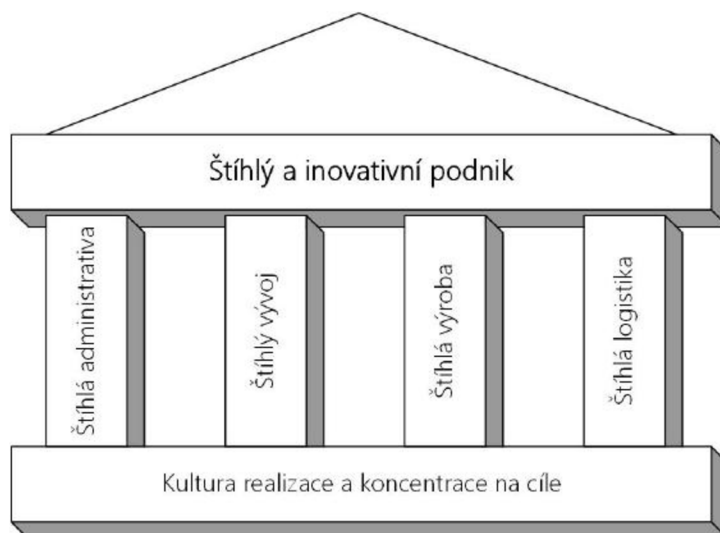
4.3.1 Štíhlý podnik

Štíhlý podnik (LEAN) je charakteristický tím, že své procesy a činnosti zaměřuje na ty, které přinášejí zákazníkovi přidanou hodnotu, a naopak se snaží odstranit ty činnosti při kterých dochází k plýtvání a ztrátám. Mezi hlavní pilíře štíhlého podniku patří [24, 25]:

- štíhlá administrativa,

- štíhlý vývoj,
- štíhlá výroba
- a štíhlá logistika.

Každý z těchto pilířů musí stát na pevných základech, jimiž je kultura realizace a koncentrace na cíle. Schéma štíhlého podniku včetně všech oblastí znázorněno v zjednodušeném schématu na obrázku 4.2 [27].



Obrázek 4.2 – Schéma štíhlého a inovativního podniku [27].

Pilíře zároveň usilují o vytvoření efektivně a stabilně fungujících činností, které pomáhají dosahovat vysoké produktivity, požadované kvality a maximálního výkonu. Zavedení této strategie pro podnik přináší také velké množství dalších benefitů [24, 25, 28].

V případě štíhlé výroby jde o snížení operativních nákladů, dosažení stabilní výroby – zabráněním nežádoucích výkyvů, flexibilní výroby – schopnost podniku rychle reagovat na externí a interní změny a v neposlední řadě také mnohem více standardizovat činnosti. V oblasti štíhlé logistiky, je cílem zabezpečit co nejkratší průběžné doby výroby, tedy zkrácení všech možných průtahů způsobených přesunem materiálu nebo pohybem osob. V oblastech štíhlých inovací a administrace jsou cílem co nejkratší doby vývoje a vysoká efektivnost [24, 25, 28].

4.3.2 Odstraňování plýtvání

Klíčovým parametrem pro dosažení strategie štíhlého podniku je pro podniky odstraňování plýtvání. Mezi procesy nepatří pouze činnosti spojené s výrobou, ale také činnosti spojené s administrativou, vývojem a logistikou. Odstraňování plýtvání se rozumí eliminace výrobních a administrativních činností, které nevytvářejí přidanou hodnotu pro zákazníka čili za ně zákazník není ochoten zaplatit. Ve výrobních procesech lze definovat sedm hlavních druhů ztrát [22, 29]:

1. defekty,
2. nadbyteční zásoby,
3. špatné zpracování,
4. čekání,
5. zbytečné pohyby,

6. transport,
7. nadprodukce.

Plytvání způsobené defekty

Mezi ztráty způsobené vlivem defektu jsou zařazeny nekvalitní, nekompletní a neshodné výrobky, které zvyšují celkové náklady podniku. Příkladem vlivu mohou být nedostatečné kontroly během realizace zakázky, nekvalitní vstupní materiál nebo chybějící pracovní instrukce. Každá oprava výrobku s defektem vyžaduje další finanční prostředky, čas a práci zaměstnanců. Defekty na vyrobených kusech lze eliminovat jednoduchými metodami, kterými jsou například tlačítko stop na výrobních strojích a linkách, zavedení konceptu Pokayoke (koncept při němž je provedení operace možné pouze správným způsobem), analýzou 5x proč (v angličtině známá pod názvem 5 WHY Analysis), zavedením metody JIDOKA (výrobní stroje samy rozpoznají defekt a zastaví produkci) a dalšími [22, 30].

Plytvání způsobené nadbytečnými zásobami

Tento druh ztráty vzniká skladováním nepřiměřeného množství materiálu, náhradních dílů nebo nedokončených výrobků. Zabírá místo při skladování a vyvolává potřebu dalších nákladů ve formě nákupu regálů, vozíků nebo platů zaměstnanců. Tyto chyby lze eliminovat pomocí matematických propočtů, při kterých se podnik snaží vypočítat optimální velikost zásob nebo zavést speciální přístup k výrobě, např. Just-in-Time – snaží držet zásoby v co nejmenší možné míře pro výrobu [22, 31].

Plytvání z důvodu špatného zpracování

Ztráty způsobené špatným zpracováním mohou vznikat nepřesným zadáním od zákazníka, špatnou technickou dokumentací, špatným rozmístěním výrobních pracovišť, příliš komplexním designem výrobku nebo i špatnou komunikací mezi pracovníky podniku. Vedou k prodloužení průběžných časů a zvyšováním nákladů např. zbytečné držení materiálu, velké množství pracovních nástrojů nebo vlivem dodatečně vzniklých nákladů za energii. Ztráty vzniklé špatným zpracováním můžeme eliminovat neustálým monitoringem, zjednodušováním výrobních operací a také lepší informovaností pracovníků [22, 32].

Plytvání způsobené čekáním

Mezi tento druh ztráty lze například zařadit čas, po který pracovník čeká na dodání vstupního materiálu nebo naopak na mistra, než mu povolí na výrobním stroji pracovat. Mezi další příklady lze zařadit čekání na opravu nebo nastavení výrobní linky. Snahou je mít procesy balancované, tzn. aby mezi jednotlivými operacemi nevznikaly zbytečné prostoje. Mezi techniky, kterými lze tento druh ztrát co nejvíce potlačit patří pravidelná údržba výrobních strojů, standardizace pracovních dokumentů a již zmíněné balancování procesů [22, 33].

Plytvání způsobené zbytečnými pohyby

Pohyb pracovníků na pracovišti nepatří mezi procesy přinášející přidanou hodnotu pro zákazníka. Snahou štíhlé výroby je co nejmenší pohyb. Zbytečné pohyby zaměstnanců

tvoří cca 30-80 % celkových pohybů. Tento druh plýtvání lze odstranit nebo alespoň částečně eliminovat pomocí přeorganizování layoutu pracoviště, úpravou některých procesů a operací. Velkým pomocníkem v tomto ohledu může být zavedení metody 5S [22, 34].

Plýtvání způsobené transportem

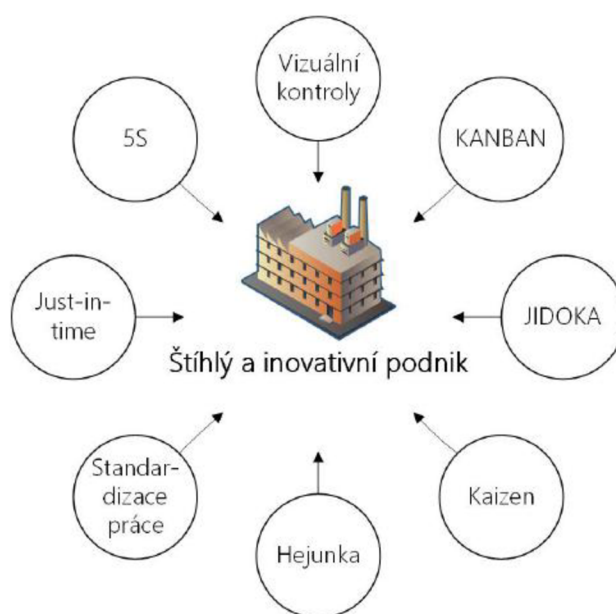
Zbytečné manipulace a přesuny výrobků mezi jednotlivými pracovišti, linkami a sklady jsou dalším způsobem plýtvání. Ideálním případem je přeprava pouze ve smyslu dovezení vstupního materiálu od dodavatele a odvozem hotové výroby k zákazníkovi. Takové řešení není v reálu možné a cílem štíhlého podniku je navrhnout co nejmenší množství přesunů na co nejkratší vzdálenosti a zároveň skladování výrobků omezit na minimální možnou úroveň [22, 35].

Plýtvání způsobené nadprodukcí

Ztráty vznikají tehdy, vyrábí-li podnik větší množství výrobků, než zákazník vyžaduje. Důvodem, pro který se podnik rozhodne vyrábět větší, než nutné množství může být snaha o větší využití výrobních kapacit, neadekvátním a nesprávným rozvržením výrobního plánu nebo pro tzv. „případ nouze“ tedy okamžik, kdy může dojít k poruše na výrobním stroji. To je chování, při němž firma zvyšuje své náklady a snižuje svoji pružnost. Správným nastavením výrobních dávek a správným plánováním dokáže štíhlý podnik snížit tento druh plýtvání [22, 36].

4.3.3 Koncepty a metody pro štíhlý podnik

Štíhlý podnik je pouze strategií neboli směr, kterým se firmy mohou vydat. Záleží však na každém konkrétním podniku, jakou cestu si pro zlepšování vybere. Existuje celá řada konceptů, které firmám pomáhají k dosahování vyšší produktivity a ke snižování plýtvání. Příklady několika konceptů jsou Just-in-Time, 5S, vizuální kontroly, standardizace práce nebo další uvedené v obrázku 4.3 [28].



Obrázek 4.3 – Koncepty a metody pro štíhlý podnik [37].

4.3.4 Nástroje pro analýzu procesů

Aby se podnik mohl stát štíhlým podnikem, musí vstoupit na cestu neustálého zlepšování vlastních procesů. Mapováním procesních toků a analýzou výroby může rozpoznat příčiny, které podnik vzdalují od správně fungující organizace. Pro mapování procesů se využívají specializované nástroje. Některé z nich, které jsou využity při analýze vybraného podniku jsou SIPOC diagram, špagetové diagramy, procesní mapy, dráhové diagramy [38].

SIPOC diagram

SIPOC diagram slouží pro vymezení vztahů u jednotlivých procesů. Jedná se o vztahy mezi dodavatelem, vstupy, procesem, výstupy a zákazníkem. Dodavatelem a zákazníkem lze chápat nejen externí osobu ale i interní oddělení firmy. SIPOC diagram slouží k [38]:

- identifikaci zákazníka a dodavatele procesu,
- identifikaci vstupů a výstupů,
- definování polohy procesu vzhledem k ostatním procesům.

Ukázku SIPOC diagramu lze vidět na obrázcích popisujících jednotlivé procesy analyzované firmy, např. proces nabídkového řízení na obrázku 5.13 na straně 38.

Špagetové diagramy

Diagram je vhodný pro zaznamenávání pohybů materiálu a lidí na pracovišti nebo informací v médiu. Pomáhá minimalizovat zbytečné pohyby, které lze následně vyjádřit v čase nebo peněžní hodnotou. Obvykle se diagram využívá v malosériové výrobě, kde dochází k velkému množství duplicitních nebo i zbytečných operací. Příklad špagetového diagramu pohybu operátora během realizace zakázky je znázorněn na obrázku 5.28 na straně 49, případně pohyb mistra na obrázku 5.24 nebo line-instruktora na obrázku 5.26 [38].

Procesní mapy

Jedná se o diagram, který modeluje a dokumentuje procesy, např. výrobu nebo celé zpracování zakázky. Procesní mapa pomáhá k hlubšímu porozumění a orientaci vlastních procesů. Ukázka procesní mapy vybraného podniku je na obrázku 5.12 na straně 37. Mapa znázorňuje hlavní procesy, ke kterým dochází od poptávky po konsolidaci a expedici k zákazníkovi [38].

Dráhové diagramy

Dráhové diagramy se využívají podobně jako procesní mapy jen s tou odlišností, že současně ilustrují vazbu na pracovníka nebo pracovní skupinu. Lze tak přehledně znázornit cestu rozpracovaného produktu od vstupního stavu po výstupní mezi jednotlivými pracovníky. Diagramy jsou využívány u procesů s hlubší vazbou do vnitřního prostředí podniku [38]. Ukázka dráhového diagramu je na obrázku 5.19 na straně 41.

4.3.5 Six Sigma

Six Sigma je metoda řízení, která je zaměřená na neustálé zlepšování podniku pomocí porozumění potřeb zákazníků, pomocí analyzování procesů a standardizace metod měření [39].

Termín Six Sigma má základy ve statistickém konceptu, kde má každý produkt 6 standardních odchylek mezi průměrem a jeho horními a dolními specifikovanými limity. Její využití v podniku eliminuje možnost výroby defektních výrobků. Zvyšuje tím příjmy výrobního podniku a také zákaznickou spokojenost. Pomocí nástrojů pomáhá identifikovat příčiny problémů a pomáhá navrhnout efektivní zlepšení. Cílem metody je co nejvíce snížit procesní variabilitu a hledat faktory, které je způsobují [40].

Nástroj Six Sigma, metoda DMAIC

Jedním z nástrojů aplikování filosofie Six Sigma je metoda DMAIC, která slouží pro zavádění změn. Jedná se o zdokonalený PDCA cyklus a je tvořena 5 kroky: definovat, měřit, analyzovat, zlepšovat, řídit. Metodu je možné použít pro řešení problémů nových změn a dosažení lepších výsledků nebo zvýšení spokojenosti zákazníka. Kroky DMAIC lze opakovat a neustále dosahovat lepších výsledků [41].

4.3.6 Teorie omezení

Teorie omezení (TOC) je další filozofií nabízející ucelený přístup k řízení a trvalému zlepšování podnikových činností. TOC se zaměřuje především na úzká místa v projektech a snaží se na podnik nahlédnout z vyšší perspektivy. Je tvořena pěti kroky: najít omezení, zjistit, co omezení ovlivňuje a jak je možné ho řídit, přizpůsobit okolí omezení tak, aby mohlo podávat nejvyšší výkon, upravit omezení tak, aby zvýšilo výkon celého systému a jestliže se omezení přesune jinam, je nutné se vrátit k bodu 1 [42, 43].

Strom současné reality

Je jedním ze základních prvků koncepce zvané Teorie omezení a Kritického řetězu. Metoda využívá nežádoucích příznaků k popsání skutečného stavu s cílem objevit zlepšení, které odstraní negativní efekty [44].

Analýza současného stavu podniku

Cílem této kapitoly je zhodnocení podnikových procesů tzv. zjištění diagnózy výroby. Diagnostikovat jeho slabé a silné stránky.

Je zde rozebrána podstata podniku, jakým oborem se podnik zabývá, jaký má výrobní program a je zde představena organizační struktura firmy. Důležitým bodem pro analýzu jsou podnikové cíle a strategie.

Další částí této kapitoly je představení výrobní haly. Znázornění výrobních pracovišť a zařízení v layoutu. Po představení podniku je provedeno zmapování interních procesů (klíčové, řídicí a podpůrné činnosti) zajišťující příjem zakázky po export hotového výrobku k zákazníkovi. Pomocí analytických nástrojů je podnik objektivně zhodnocen a jsou nalezena úzká místa, ke kterým budou v dalších kapitolách navržena řešení vedoucí k většímu zeštíhlení podniku. A to především pomocí vhodného rozšíření vrstev podnikových systémů.

5.1 Popis podnikání vybrané firmy

KAMPOS, s.r.o. je česká firma zabývající se převážně výrobou kabeláže pro automobilový a letecký průmysl. Společnost je rozdělena do dvou vzájemně oddělených, ale v prostoru firmy k nerozeznání působících jednotek/divizí. Větší výrobní jednotka zajišťuje výrobu. Druhá menší jednotka zajišťuje služby logistiky a správy areálu společnosti.

Společnost vznikla v roce 1998 jako partner velkého výrobního závodu s výrobním programem zaměřeným na automobilový průmysl. Postupem času se rozšiřovala a zvětšovala své portfolio služeb. Dnes nevyrábí jen kabelové svazky pro partnerskou společnost, ale zajišťuje montáž konektorů a hadicových systémů pro více obchodních partnerů. Je schopna dodávat komplexní výrobky, jimiž jsou například i kabelové systémy ovládající prototypová světla aut. Dalšími oblastmi její výroby jsou kabeláže pro telekomunikace a elektronovou mikroskopii.

Firma má dvě výrobní haly. První v Kuřimi u Brna je hlavním sídlem výroby. Její fotka je na obrázku [5.1](#). Jsou v ní centralizovány manažerské pozice, oddělení kvality a hlavní logistické centrum. V provozovně jsou zhotovovány nejsložitější výrobky a nachází se zde také nejmodernější výrobní stroje a linky. Druhou pobočkou je výrobní hala v Jedlové u Poličky. Celkem je ve společnosti zaměstnáno přibližně 150 zaměstnanců.

Jak již bylo zmíněno, hlavním výrobním artiklem jsou konektory a kabelové svazky, které jsou zpracovávány ve velkých sériích. V řádech tisíců i desetitisíců v každé zakázce. Výroba probíhá na poloautomatických linkách a ručních pracovištích. Menší část výroby se věnuje zakázkové výrobě (speciální kabelové svazky, hadicové systémy atd.). Objem výroby je mezi hromadnou a zakázkovou výrobou zhruba 70/30.



Obrázek 5.1 – Výrobní hala v Kuřimi u Brna [45].

5.1.1 Produktový program

Hlavním předmětem podnikání je montáž konektorů a výroba kabelových svazků. Konektory se využívají k propojení kabelových svazků a elektrických rozvodů především v automobilech, motorkách a letadlech. Konkrétním příkladem je montáž konektoru do pojistné skříně motocyklu BMW, který je zobrazen v obrázku [5.2].



Obrázek 5.2 – Konektor pro pojistnou skříň pro motocykly BMW.

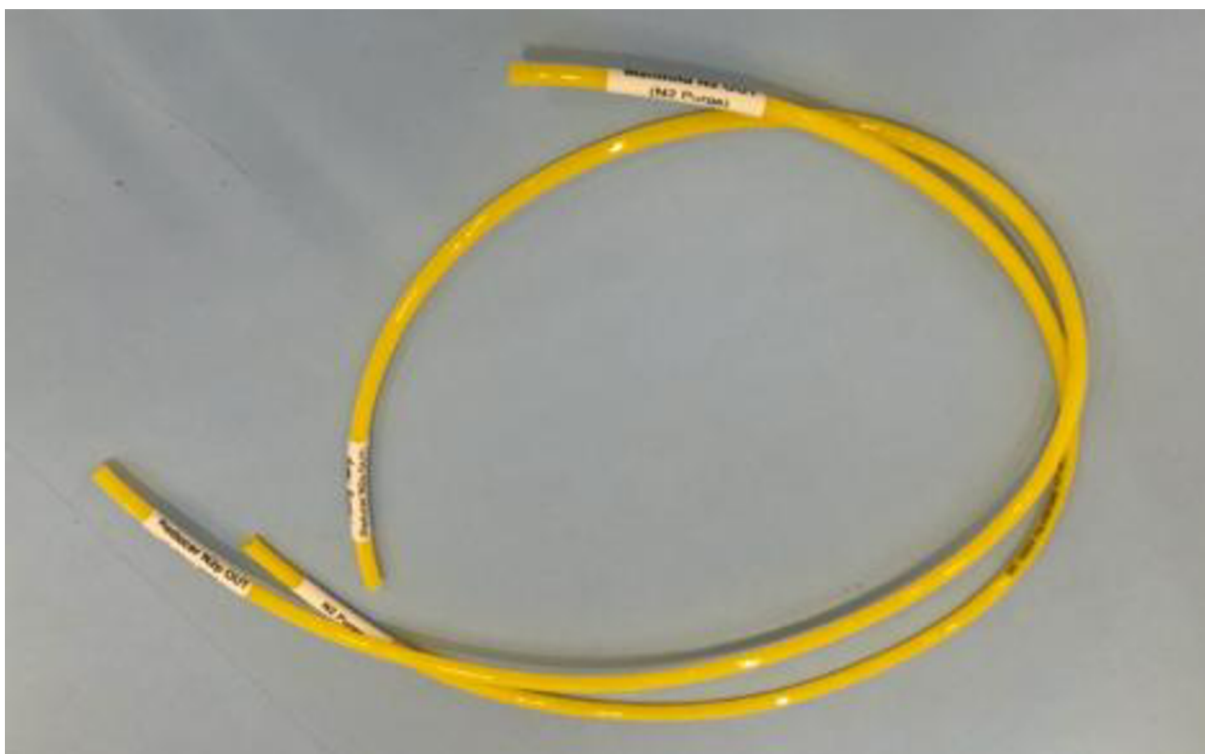
Dalším produktem v portfoliu jsou kabelové svazky, které se skládají z kabelových vláken ukončených konektory. Nakonektorované kabely jsou spojovány v trubičkách, smršť-

řetědicích pláštích a jsou označovány pomocí smršťovacích štítků. Konkrétním příkladem je kabelový svazek vyráběný pro prototypovou výrobu automobilových světel viz obrázek 5.3. Svazek propojuje elektrický a signálový obvod v automobilu s elektronikou uvnitř světelné lampy.



Obrázek 5.3 – Kabelový svazek pro automobilová světla.

Posledním příkladem výroby jsou hadicové systémy určené pro přenos médií v elektronových mikroskopech (voda, vzduch). Jedná se o hadicové sady obsahující až stovky kusů hadic v různých rozměrech a velikostech. Na obrázku 5.4 je ukázka již připravených hadic (zakrácené na správný rozměr a označené) pro přenos vzduchu.



Obrázek 5.4 – Hadice pro přenos média v elektronovém mikroskopu.

5.1.2 Organizační struktura

Organizační struktura společnosti je velice podobná každému výrobnímu podniku. Většinu ze 150 zaměstnanců tvoří zaměstnanci ve výrobě. Organizační strukturu lze rozdělit na čtyři hlavní celky spadající pod vedení společnosti. Personální oddělení, ekonomické oddělení, logistické centrum a výroba. Na obrázku 5.5 je znázorněno schéma organizační struktury podniku s důrazem na zaměstnance ve výrobní části.

Pracovníci, kteří přímo zasahují do výrobní oblasti jsou:

Výrobní manažer

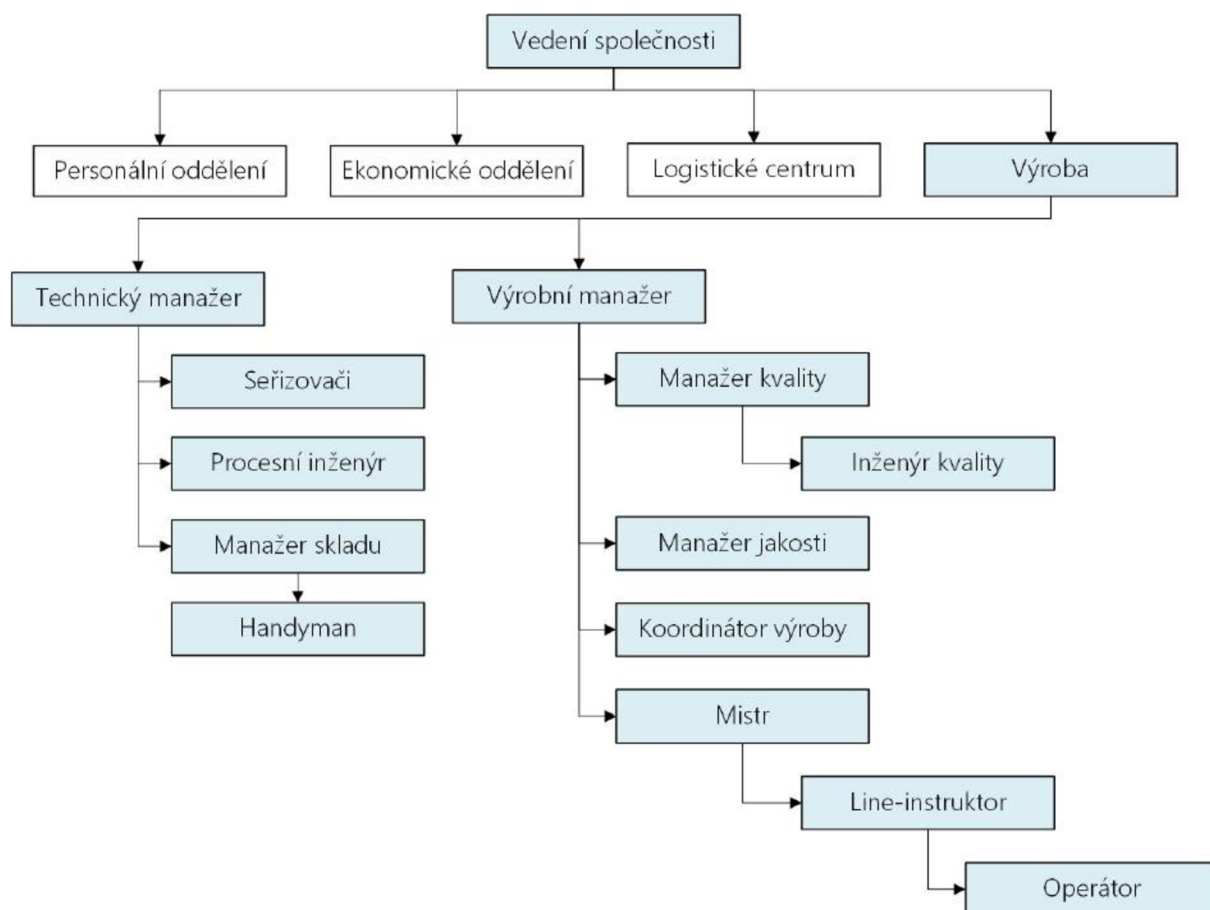
Zajišťuje komunikaci se zákazníky, hledá příležitost a možnosti realizace nových zakázek. Rozhoduje o chodu celé výroby. Je nejvýše umístěným zaměstnancem v hierarchii organizační struktury.

Technický manažer

Zajišťuje výrobu technických dokumentací pro výrobu. Zpracovává podklady pro technickou přípravu výroby. Přijímá nově přijaté zakázky, provádí kalkulace a objednávání materiálů od nových dodavatelů.

Procesní inženýr

Dohlíží na procesy ve výrobě, odpovídá za to, aby byla výrobní dokumentace neustále aktuální (aktuální pracovní postupy, layouty pracovišť kontrolní instrukce atd.).



Obrázek 5.5 – Organizační struktura firmy KAMPOS s důrazem na výrobní část.

Seřizovač

Odpovídá za dobrý stav výrobních strojů, linek a dodržuje pravidelnou údržbu zařízení, dohlíží na jejich stav a v případě poruchy řeší opravu.

Manažer skladu a handyman

Zajišťuje koordinaci a přerozdělení pracovních úkolů handymanům a pracovníkům skladu.

Handyman

Zajišťuje příjem materiálu od dodavatele a expedici materiálu k zákazníkům. Přípravuje také materiálu do výroby a rozváží ho mezi výrobními závody.

Manažer kvality a inženýr kvality

Obě tyto pozice hlídají kvalitu ve výrobě, snaží se udržet proces výroby v zavedených standardech, řeší zákaznické a dodavatelské reklamace.

Manažer jakosti

Tato pozice zajišťuje pravidelnou aktualizaci dokumentace spojené s certifikací a prováděním auditů ve výrobě.

Koordinátor výroby

Zajišťuje přípravu plánu výroby pro jednotlivé provozovny, komunikuje se stálými zákazníky, připravuje denní odvody a expedici, určuje priority výroby.

Mistr

Spolupracuje s koordinátorem výroby na plánování výroby, rozděluje práci mezi jednotlivé operátory, podporuje výrobu při řešení výrobních problémů a zajišťuje kapacitní plánování.

Line-inspektor

Dohlíží na zahájení výroby, kontroluje operátory, provádí měření výrobků, u kterých je vyžadována rozměrová přesnost a zároveň ukončuje výrobu na pracovištích.

Operátor

Zajišťuje výrobu konečných výrobků na ručních pracovištích, obsluhu poloautomatických linek nebo provádí testování vyrobených kusů na testovacích pracovištích.

5.1.3 Výrobní hala a vybavení

Výrobní hala v Kuřimi je rozdělena do dvou výrobních prostor. První dílna slouží pro montáž konektorů a kontrolu hotové výroby (viz obrázek 5.6). Druhá hala obsahuje poloautomatické linky na výrobu kabelových svazků a pracoviště na zhotovování zakázkové výroby (viz obrázek 5.7). V layoutech dílen jsou zaznačeny stacionární (místa, kde je umístěna výrobní nebo testovací linka) a mobilní pracoviště. Také jsou v nich zachyceni operátoři, kteří byli ve firmě na ranní směně 16. 3. 2020. Celkem bylo v hale 18 operátorů realizujících výrobu a 6 pracovníků provádějících kontrolu.

V tabulce 5.1 je rozdělení pracovních míst v jednotlivých dílnách.

Tabulka 5.1 – Maximální možný počet výrobních pracovišť v jednotlivých dílnách.

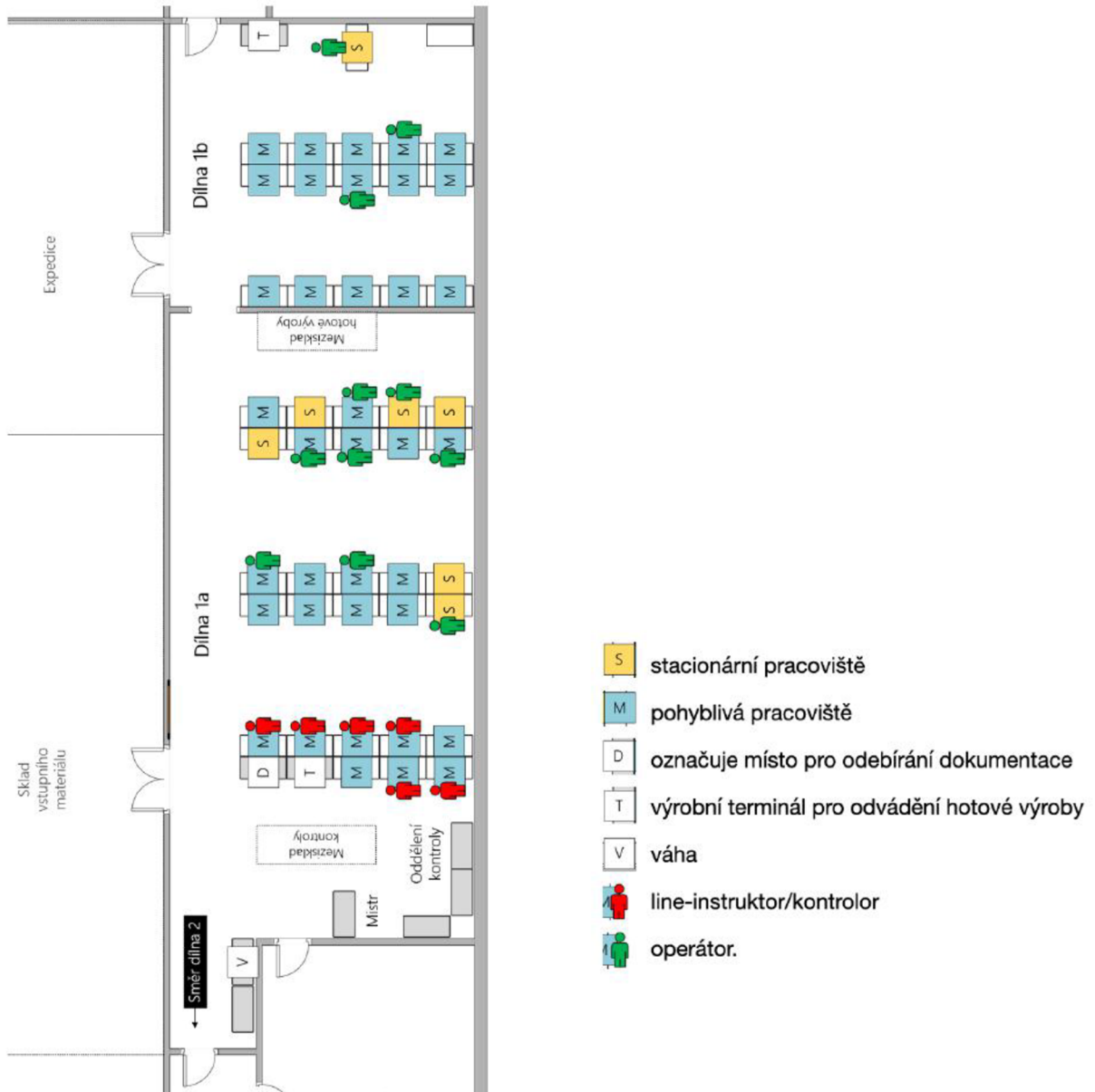
	Dílna 1	Dílna 2
Stacionární pracoviště	7	10
Mobilní pracoviště	37	7
Celkem	44	17

Strojní vybavení

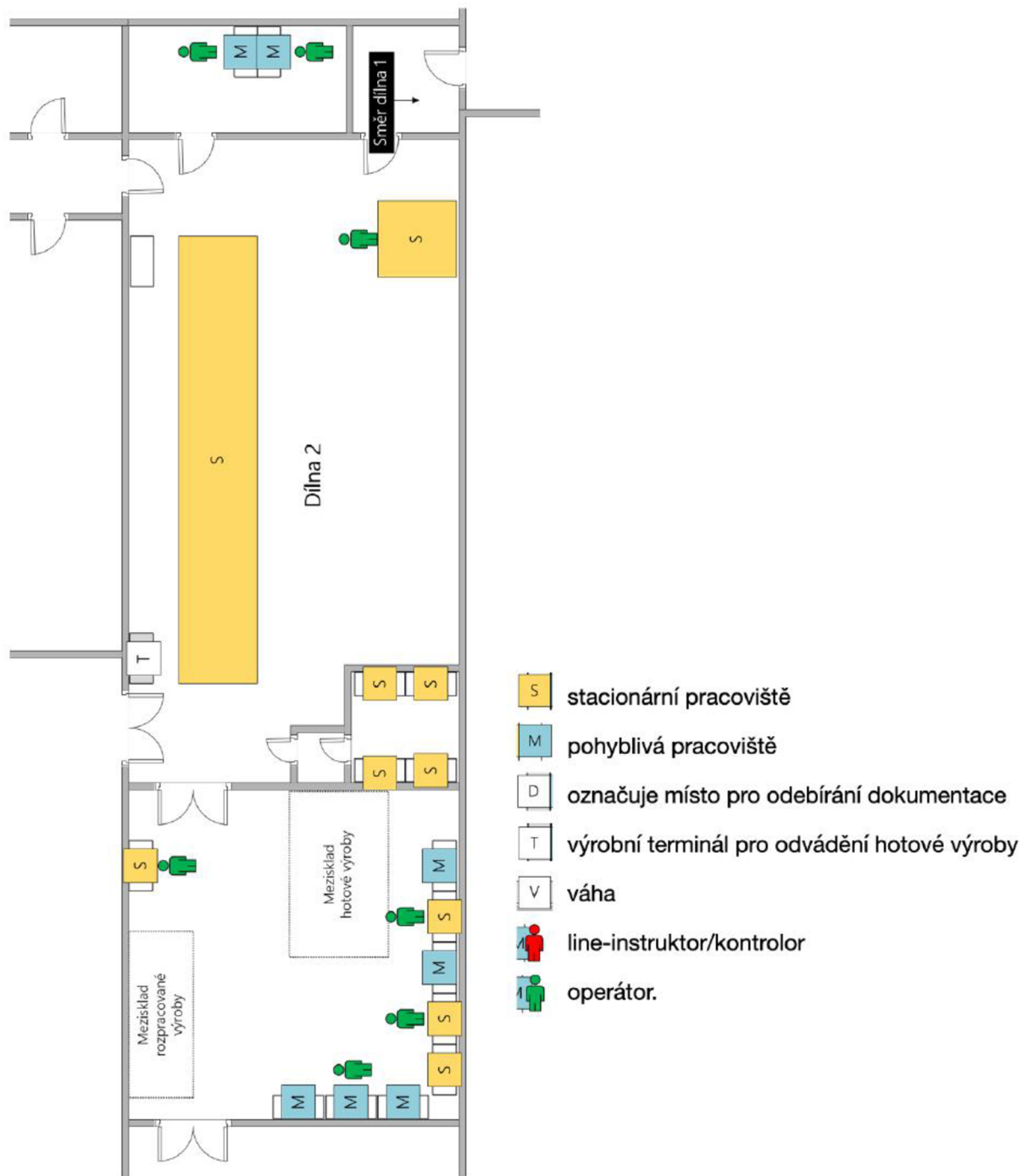
Výroba konektorů a kabelových svazků nevyžaduje náročné strojní vybavení. Společnost má pouze několik poloautomatických linek, na kterých s pomocí operátora zhotovují výrobky do finální podoby.

Ostatní zařízení jsou převážně ruční stroje:

- ruční lisy,
- odizolovávačky,
- stříhací stroje,
- krimpovací stroje,
- testery kontrolující výrobky pomocí optické kamery apod.



Obrázek 5.6 – Poloha výrobních pracovišť v dílně 1.



Obrázek 5.7 – Poloha výrobních pracovišť, stacionární pracoviště a pohyblivá pracoviště v dílně 2.

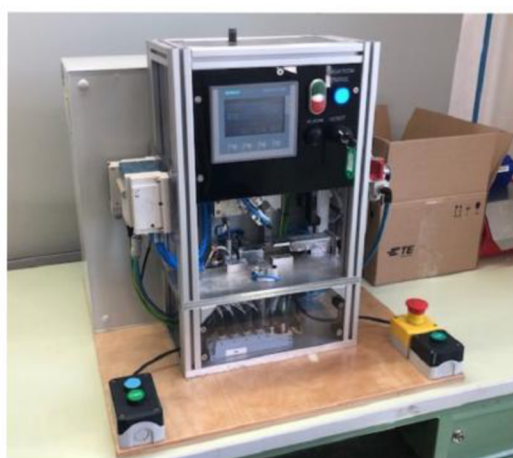
Pro ilustraci je na obrázku 5.9 fotografie výrobního pracoviště z díly 2 a na obrázku 5.8 několik poloautomatických výrobních zařízení, které slouží pro zhotovování několika kroků při montáži konektorů nebo pro testování hotové výroby.



Obrázek 5.8 – Výrobní pracoviště v dílně 2 45.



A



B

Obrázek 5.9 – Výrobní zařízení v podniku. A) tester zajišťující poslední krok montáže a kontrolu, B) tester pro již popisovaný konektor do pojistné skříně motocyklu BMW.

5.2 Definování

Prvním krokem metodologie zdokonalování procesů a projektů DMAIC je fáze definovat. Ta má za úkol stanovit cíl, ke kterému bude v metodě postupně směřováno. Tento krok je jedním z nejpodstatnějších. Aby byly následující etapy smysluplné je velmi podstatné správně definovat potřeby a cíle.

5.2.1 Potřeby

Tento projekt vznikl jako řešení na dlouhodobý problém, se kterým se potýkali pracovníci výrobního závodu. Samotný projekt vznikl už začátkem roku 2019, kdy bylo společně s výrobním ředitelem definováno, co všechno by měl výsledek tohoto projektu pro firmu znamenat.

Na samém začátku projektu byly stanoveny nežádoucí efekty, které v současné chvíli ovlivňují všechny pracovníky podniku. Nežádoucí efekty byly dále rozvíjeny za pomoci vizualizační techniky **Strom současné reality** (CRT). Ta je jednou ze základních prvků koncepce zvané teorie omezení a kritického řetězu. Metoda využívá nežádoucích příznaků k popsání skutečného stavu s cílem objevení možných zlepšení jak negativní efekty odstranit. Diagram CRT rozvíjející nežádoucí efekty podniku KAMPOS je přiložen v příloze [.2](#).

Negativní efekty, které ovlivňují výrobní závod a jsou odrazovým můstkem pro stanovení cílů projektu jsou:

- **NE1 - Výroba a distribuce se dostatečně nezlepšují nebo se zlepšují pomalu.** Do výrobního procesu jsou inovace zaváděny jen zřídka a celý proces se během několika posledních let výrazně nezměnil.
- **NE2 - Manažeři tlačí na růst produktivity.** Výrobní pracovníci jsou neustále nuceni k vyšším výkonům. Ale poslední roky se výkon výrazně neměnil.
- **NE3 - Jednotlivé funkční jednotky v podniku neustále obviňují ostatní, že nepracují dobře.** Z konzultací s různými pracovníky je zřejmé, že v hierarchii vyšší pracovníci hodnotí práci svých podřízených tak, že nepracují dostatečně dobře. Stejně tak pracovníci v hierarchii níže mají pocit, že jejich nadřízení nepracují dostatečně kvalitně.
- **NE4 - Mnohem více než v minulosti trh trestá každého, kdo se nedokáže přizpůsobit jeho požadavkům.** Zákazníci očekávají produkty s rychlejší dobou dodání a ve vysoké kvalitě.
- **NE5 - Lidé z výroby jsou přetížení.** Operátoři vyrábějí nad své možnosti. Pracovníci kvality tráví pracovní dobu řešením reklamací a na preventivní opatření nezbývá tolik času.
- **NE6 - Operátor musí vyplnit velké množství papírů předtím než začne vyrábět.** Dosavadní opatření, které zajišťují kvalitu a dohledatelnost neshodně vzniklých výrobků nutí operátory trávit část jejich směny vyplňováním a vyhledáváním výrobních dokumentů. Jedná se o velké množství rutinních operací spojených s obrovským množstvím papírování.
- **NE7 - Line-instruktor musí neustále kontrolovat operátora.** Sám by se měl spíše věnovat pouze kontrole hotových výrobků.
- **NE8 - Zpracování dat z výroby je příliš dlouhé.** Papírování je spojeno i s činnostmi, kdy nevýrobní pracovníci nasbíraná data (stavy výroby během směny,

jedná se o dokumentování neshod a jiných problémů) přepisují do počítače a ztrácejí tak velké množství času. Mnohdy je vyhodnocení zjištěných problémů mnohem delší než realizace celé zakázky. Zároveň by rád management podniku z výroby sbíral více důležitých informací, ale tak aby tím nezpůsobil další nežádoucí prostoje.

- **NE9 - Zastavení výroby je pomalé.** Negativním efektem, který úzce souvisí s NE8 je pomalá reakce na chyby, které vznikají během výroby. Operátoři sice všechny nesprávně vyrobené výrobky papírově zaznamenají, ale proces zastavení výrobního pracoviště při velkém množství neshod je pomalé. Tyto pozdní reakce způsobují časové ztráty spojené s výrobou produktů ze špatných vstupních komponentů.
- **NE10 - Denní plán výroby je zpracován ručně.** Mistr musí během dne několikrát měnit denní plán, který připravuje na další den z důvodu náhlých změn priorit zákazníka.
- **NE11 - Poruchy strojů jsou stále častější.** Nové výrobní stroje, které jsou celé protkané moderní elektronikou, jsou více poruchové než klasické mechanické např. lisu. Seřizovač tak musí častěji a pod tlakem opravovat vzniklé poruchy.

Potřebou managementu je tedy odstranění nežádoucích efektů pomocí nějakého řešení. Z diagramu Stromu současné reality byly pomocí brainstormingu postupně stanoveny potřeby, kterými podnik eliminuje negativní efekty. Ty jsou znázorněny na obrázku 5.10.

Těmito potřebami jsou:

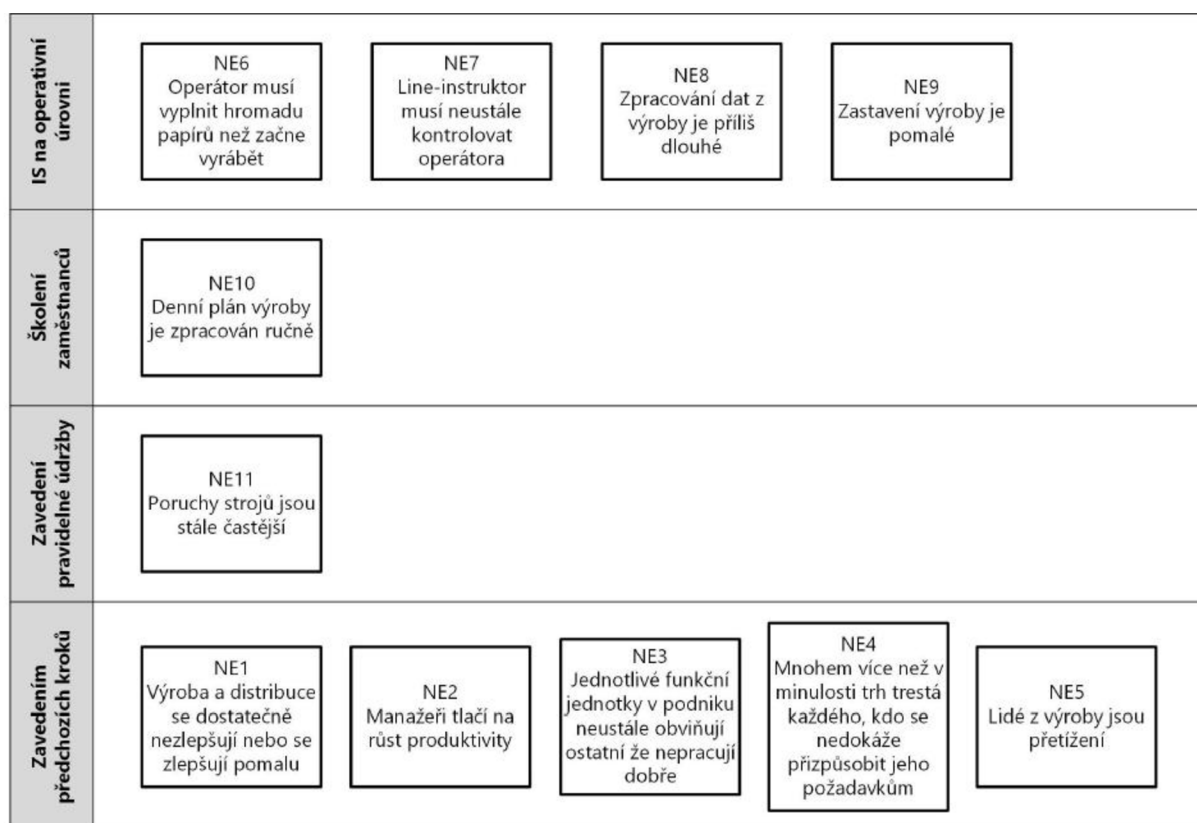
- Zavedení systému, který by ulevil s papírováním během výroby a data z výroby by sbíral pro řídicí pracovníky bez nutnosti přepisování. Tato potřeba eliminuje nežádoucí efekty NE6, NE7, NE8, NE9.
- Školení zaměstnanců na tento interní systém. Školení mistra na modul plánování výroby buď nového interního systému operativní úrovně nebo interního systému K2. Tato potřeba eliminuje nežádoucí efekt NE10.
- Zavedení plánované údržby strojních zařízení. Tento úkon by měl zamezit častým poruchám strojů. Tato potřeba eliminuje nežádoucí efekt NE11.
- Po zavedení všech předchozích potřeb dojde k odstranění negativních efektů NE1, NE2, NE3, NE4, NE5.

Všemi potřebami by chtěl výrobní manažer snížit průběžné časy výroby a ulehčit tak pracovníkům od nepopulárních činností spojených se samotnou realizací zakázky.

5.2.2 Cíle

Management společnosti KAMPOS si stanovil strategii, ve které potřebuje definovat aktuální procesní mapu, na kterou bude navržen jednotný interní systém. Ten zajistí úlevu na místech, kde dochází k rutinním operacím. Současně by docházelo k převedení papírové dokumentace do elektronické podoby na tzv. systém bezpapírové výroby. Předpoklady pro zavedení nové vrstvy IS mezi již fungující ERP systém a výrobní pracoviště jsou:

- Snížení průběžných časů u všech zakázek sériové výroby (montáž konektorů a kabelových svazků). Systém způsobí, že některé stále se opakující činnosti budou odstraněny nebo alespoň výrazně zkráceny.
- Zvýšení schopnosti pružně reagovat na problémy vzniklé během výroby. Oddělení kvality bude získávat informace o stavu montáže v reálném čase, a tak bude schopné reagovat velice rychle. Tím že má výrobní závod ještě jednu výrobní halu dost vzdálenou od hlavního sídla a oddělení kvality je umístěno v sídle společnosti, je



Obrázek 5.10 – Vyhodnocení stromu současné reality.

reakce k výrobní hale v Jedlové u Poličky velmi pomalá. Flexibilitu to nebude přinášet pouze rychlým zastavením výroby, ale také při změně výrobního produktu během směny.

- Později prediktivní údržba.
- Modernizace podniku v tuto chvíli probíhá i na úrovni zavádění nových výrobních zařízení. Ty jsou schopny výrobky kontrolovat pomocí optických senzorů a kamer. Vhodným řešením by byla implementace těchto zařízení do navrženého IS.

Management firmy si uvědomuje, že integrace nových technologií hraje důležitou roli pro všechny zaměstnance, neboť se tím mění požadavky v celém hodnotovém řetězci.

Změny by měly být postupné, aby negativním způsobem neovlivnily chod výroby a postupně si na něj mohli zaměstnanci zvykat.

5.2.3 Rizika

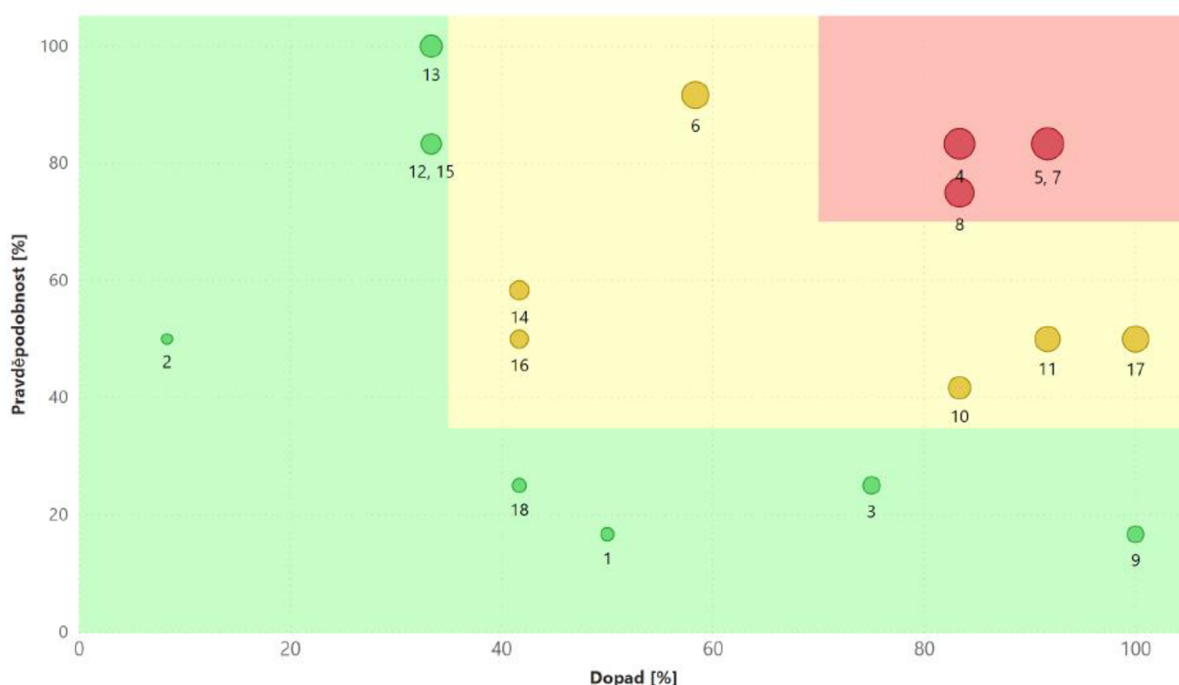
Risk management je důležitou součástí každého projektu a také součástí každého DMAIC postupu. Risk management pomáhá projektu se velmi výrazně odchýlit od možných problémů, které by mohly vzniknout při a po realizaci zvoleného řešení. Pro definování co největšího množství rizik, které se mohou objevit při práci na návrhu uceleného systému pro operativní úroveň výroby byla využita metoda brainstorming, která byla zachycena do **diagramu příčin a následků**, jinak známého pod názvem Ishikawa diagram (Fishbone).

V diagramu v příloze [3](#) bylo identifikováno několik možných rizik. Celý diagram je rozdělen na dvě části pomocí horizontální čáry. V horní části odděluje kategorie a rizika spojená s lidským faktorem. Naopak rizika v dolní části znázorňují ty, která jsou způsobená

faktorem technologií a procesů. Celkem bylo definováno 18 rizik v šesti kategoriích: Operátoři, Oddělení kvality, Mistr, Management, Procesy, Hardware, Software.

Rizika z diagramu příčin a následků jsou:

1. nedodržování pokynů (Operátoři),
2. strach z monitoringu jejich chybovosti (Operátoři),
3. málo proškolení (Operátoři),
4. málo zdatní s moderními technologiemi (Operátoři),
5. neochota měnit zavedené činnosti/zvyky (Operátoři),
6. špatné zaznamenání do IS (Operátoři),
7. neochota měnit zavedené zvyky (Pracovníci oddělení kvality),
8. pracovníky je nutné proškolit (Pracovníci oddělení kvality),
9. nevyužívání systému (Management),
10. problematické fungování výroby v případě výpadku systému (Procesy),
11. nutná oprava při poruše (Hardware),
12. vysoká pořizovací cena (Hardware),
13. musí neustále fungovat bez poruchy (Hardware),
14. nutné aktualizace (Software),
15. vysoká pořizovací cena (Software),
16. nestabilní (Software),
17. pomalý (Software),
18. uživatelsky nepřívětivý (Software).



Obrázek 5.11 – Matice hodnocení rizik.

Další podstatnou součástí risk managementu je definování, jak velký dopad mohou mít rizika na celé fungování projektu. Ke stanovení pravděpodobnosti a důsledků rizik je

využit nástroj **Matice hodnocení rizik**, která je znázorněna na obrázku 5.11. Vyjadřuje jak velkou pravděpodobnost a dopad mají jednotlivá rizika stanovená z Ishikawa diagramu. V pravém horním rohu matice jsou rizika, která mají zásadní vliv na celý projekt. Ty, které mají velmi negativní vliv na navrhované řešení jsou:

- **Malá zdatnost pracovníků s moderními technologiemi** – operátoři ve výrobě jsou přibližně z jedné třetiny osoby starší 45 let, a tudíž je mezi rizika zařazena počítačová (ne)gramotnost. Pracovníci mohou mít problémy s využíváním moderních technologií a může to v nich vzbudit odpor vůči práci. Řešením je zaškolit starší pracovníky s moderními technologiemi.
- **Neochota měnit zavedené zvyky** – částečně souvisí s prvním bodem. Konzervativnější zaměstnanci mohou mít problém s přechodem na nový digitální systém. Řešení tohoto typu rizika je stejné jako u předchozího.

Dalšími potenciálními riziky, spadajícími do žluté oblasti matice hodnocení jsou ty, která mají dle hodnocení střední rozsah dopadu a pravděpodobnosti. Do kategorie středních rizik patří:

- **drahá cena pořízení**,
- **špatně provedený záznam** (problematické a zdlouhavé opravy špatně zaznamenaných dat),
- **nutné aktualizace** (pokud chce podnik inovovat musí také počítat s neustálou aktualizací svých interních systémů),
- **nestabilita systému** (časté výpadky),
- **pomalý hardware**,
- **oprava hardwarových poruch** vyžaduje zkušené pracovníky a může na dobu opravy zpomalit nebo zastavit výrobu.

5.3 Měření

Jakmile jsou definovány konkrétní cíle a zhodnocena důležitá rizika projektu, přichází na řadu další fáze DMAIC - **měření**. Na základě předem stanovených měření a měřitelných ukazatelů pomáhá tato fáze doložit, zda dochází k plnění stanovených cílů. Výsledkem jsou zjištěné informace, které se analyzují pomocí nástrojů v dalším kroku DMAIC.

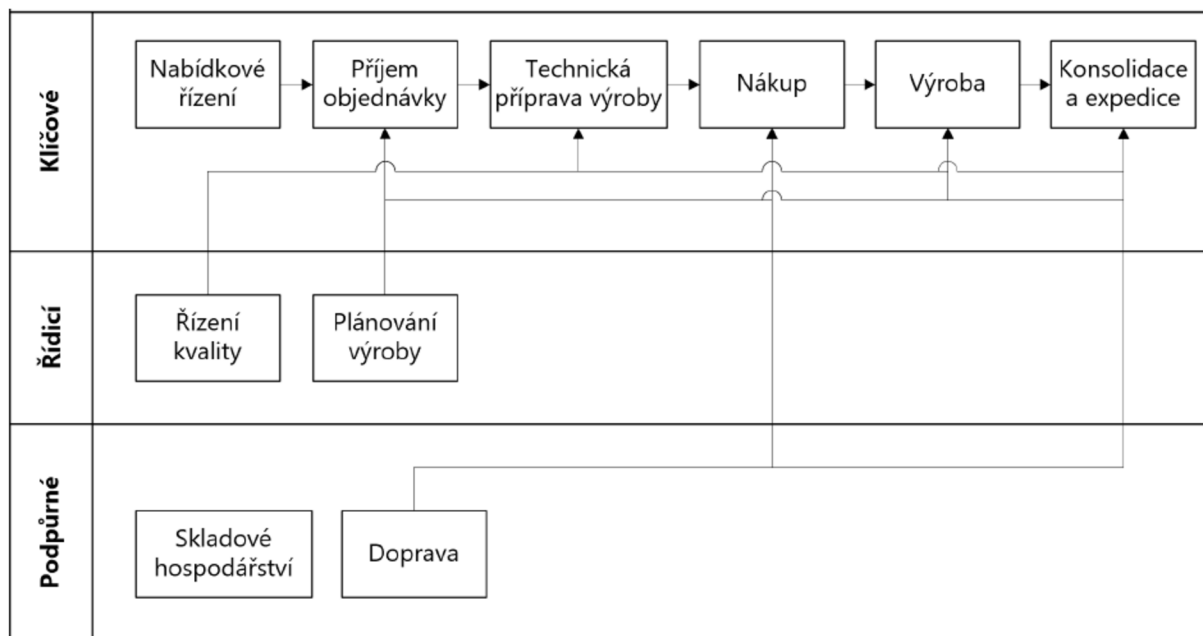
Na základě vymezených cílů jsou v této podkapitole měřeny podnikové procesy, výrobní dokumenty, podnikové interní systémy, výrobní portfolio, denní program a pohyb mistra, line-instruktora a operátora.

5.3.1 Mapování procesů výroby

Správně nastavené podnikové procesy jsou jedním z nejdůležitějších faktorů úspěchu firmy. Procesy průběhu zakázek ve společnosti KAMPOS lze rozdělit na dva diametrálně odlišné. Ty se liší u zpracování sériových zakázek (konektorů a montážních svazků) a u zakázkové výroby, při které se zhotovuje pouze velmi malý objem. Pro zakázkovou výrobu je průběh výrazně odlišný. Nejsou zde kladeny tak náročné požadavky na dokumentování kvality. Pro sériovou výrobu je nastaven systém spolupráce s partnerskou společností (zákazníkem). Výměna objednávek mezi zákazníkem a koordinátorem výroby probíhá mnohem automatizovaněji.

Právě procesy v sériové výrobě jsou klíčové pro analýzu v této kapitole. Jsou to zpravidla operace, které se opakují u většiny zakázek, a tak zefektivnění jednoho z procesů přispěje k výraznému posunu k zeštíhlení podniku.

Proces průběhu zakázkou ve výrobním podniku KAMPOS lze rozdělit na operace klíčové, řídicí a podpůrné. Podrobně jsou operace zaznačeny v procesní mapě na obrázku 5.12



Obrázek 5.12 – Procesní mapa firmy KAMPOS.

Klíčové procesy

Jsou procesy, které představují sled operací a jsou nutné k uspokojení poptávky zákazníka. Přímou se podílejí na tvorbě přidané hodnoty.

- **Nabídkové řízení**

Prvním místem, kde dochází ke kontaktu se zákazníkem je jeho poptávka. Ta směřuje na technického manažera, který stanoví nabídkovou cenu. Zpracuje potřebnou dokumentaci a následně odešle nabídku k zákazníkovi.

Při zjednodušení procesu do SIPOC diagramu v obrázku 5.13 je mezi vstupy zařazeno přijetí poptávky od zákazníka. Mezi nástroje k dosažení procesu patří technologický postup, kalkulace a zjištění ceny vstupního materiálu. Výstupem je nabídka pro zákazníka.

- **Příjem objednávky**

Druhým místem, kde dochází ke kontaktu se zákazníkem je jeho objednávka. Ta se do firmy dostane pomocí elektronické výměny dat, kde zákazník stanoví předmět výroby, množství a předpokládaný termín dodání. Všechny informace o zakázce zákazník posílá zpravidla v čtrnáctidenním předstihu. Koordinátor výroby převezme informaci ze zasláního souboru a ověří kapacitu výroby a stav skladu. Tyto informace získává z interního systému K2, který je využíván v průběhu celé zakázky až po vyskladnění a odeslání zákazníkovi.



Obrázek 5.13 – SIPOC diagram nabídkového řízení.

Při zjednodušení procesu do diagramu v obrázku 5.14 je mezi vstupy zařazeno přijetí objednávky od zákazníka. Mezi nástroje k dosažení procesu patří interní systém K2, přijatá objednávka a výstupem je zjištění výrobní kapacity současně s ověřením materiálu na skladu.



Obrázek 5.14 – SIPOC diagram přijetí objednávky.

• Technická příprava výroby

V tomto kroku jsou vyhotoveny všechny nezbytné dokumenty pro zahájení výroby. Těmi jsou pracovní postup, kusovník, kontrolní karty, aj.

Když je proces zakreslen do diagramu v obrázku 5.15, je mezi vstupy zařazen technologický postup (vzniká při nabídkovém řízení), výkresová dokumentace (dodá zákazník) a vzorky výrobků, které také dodá zákazník. Mezi nástroje je zařazen MS Office, kterým se celá dokumentace zpracovává. Dalším nástrojem je IS K2, do kterého se vyráběný produkt zařadí včetně kusovníku. Výstupem je technická dokumentace, kterou se rozumí pracovní postup, kontrolní karty a veškerá další dokumentace potřebná pro realizaci zakázky.



Obrázek 5.15 – SIPOC diagram technické přípravy výroby.

• Nákup

Koordinátor výroby převezme přijatou zakázku do výroby (zvolí termín výroby) a objedná materiál od dodavatele. Následně informuje zákazníka o termínu zhotovení zakázky. Jakmile je materiál objednaný a je známý jeho termín dodání informuje koordinátor výroby mistra přes IS K2.

Při zjednodušení procesu do diagramu v obrázku 5.16 je mezi vstupy zařazen aktuální stav skladu materiálu, volná výrobní kapacita a technická dokumentace. Mezi nástroje zhotovení výstupů slouží interní systém K2 a objednávka od zákazníka. Výstupem je objednání materiálu u dodavatelů a příjem materiálu na sklad. Také zařazení do plánu výroby.



Obrázek 5.16 – SIPOC diagram nákupu.

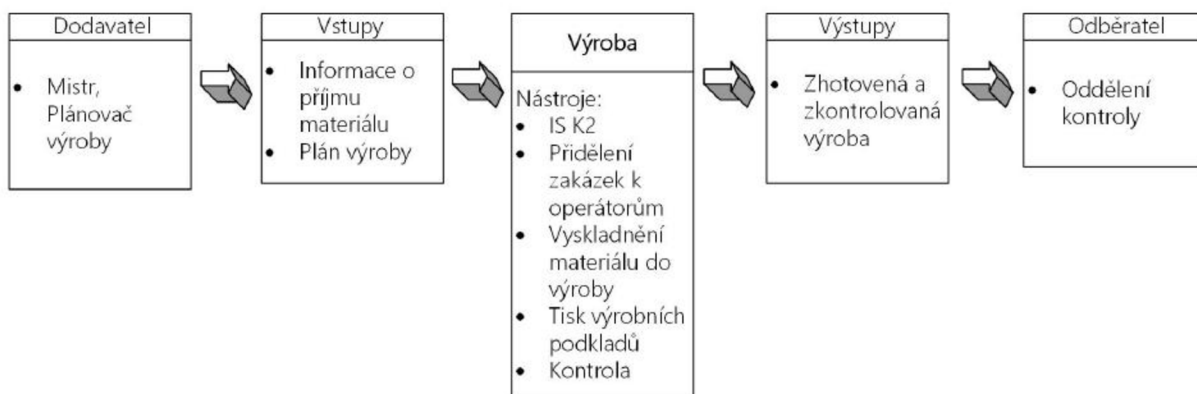
• Výroba

Mistr pracuje s předem naplánovanou výrobou a přiděluje jednotlivé zakázky operátorům ve výrobě. Přidělení práce probíhá za pomoci interního systému K2, který mistra informuje o volné kapacitě operátorů a stavu objednaného materiálu.

Samotná výroba a práce na zakázce probíhá po přidělení celé nebo části zakázky operátorovi. Mistr operátorům připraví podklady a informace o montáži (tisk kontrolních karet, tisk pracovních postupů, zajistí materiál pro výrobu - informuje pracovníky skladu a line-instruktory).

Téměř u každé zakázky dochází po zhotovení k výstupní kontrole kvality a kontrole množství. Tuto operaci zajišťují line-instruktoři, kteří dle kontrolních postupů překontrolují výrobky. Kontrola složitých a velkých sérií probíhá na poloautomatických linkách nebo u jednodušších zakázek pomocí testovacích přípravků, případně pouze vizuálně. Line-inspektoři o překontrolované zakázce informují mistra, který vše zapisuje do interního systému K2.

Při zjednodušení procesu do diagramu v obrázku 5.17 patří mezi vstupy informace o příjmu materiálu a plán výroby. Mezi nástroje patří interní systém K2, delegace zakázek operátorům, vyskladnění materiálu do výroby, tisk všech potřebných dokumentů pro výrobu a kontrola během a po realizaci výroby. Výstupem jsou zhotovené a zkontrolované výrobky.



Obrázek 5.17 – SIPOC diagram výroby.

- **Konsolidace a expedice k zákazníkovi**

Po přijetí hotových a překontrolovaných výrobků do skladu dojde k jejich konsolidaci. Pracovníci skladu jednotlivé zakázky zkompletují, zabalí a připraví pro přepravu. Koordinátor přes IS K2 následně informuje zákazníka.

Při zjednodušení procesu do diagramu v obrázku 5.18 je vstupem zhotovená a zkontrolovaná výroba. Mezi nástroje patří interní systém K2, konsolidace a balení na paletu. Výstupem je doprava k zákazníkovi.



Obrázek 5.18 – SIPOC diagram konsolidace a expedice.

Řídící procesy

Tyto procesy se samy o sobě nepodílejí na tvorbě hodnoty pro zákazníka, ale bez jejich existence by výroba nemohla probíhat. Jedná se o procesy spojené s řízením kvality a plánováním výroby.

- **Řízení kvality**

Řízení kvality během výroby zajišťuje dodržování předem daných standardů. Hotový výrobek nesmí být dodán zákazníkovi v nižší než domluvené kvalitě. Pro zachování správné úrovně kvality výrobku je nutné výrobu kontrolovat. To probíhá pomocí kontrolní dokumentace a zpracovávání auditů.

- **Plánování výroby**

Operace zajišťuje správné přiřazení zakázek do výroby. Zakázky musí být zpracovávány ve správném termínu a pořadí. Zde je využit interní ERP systém K2.

Podpůrné procesy

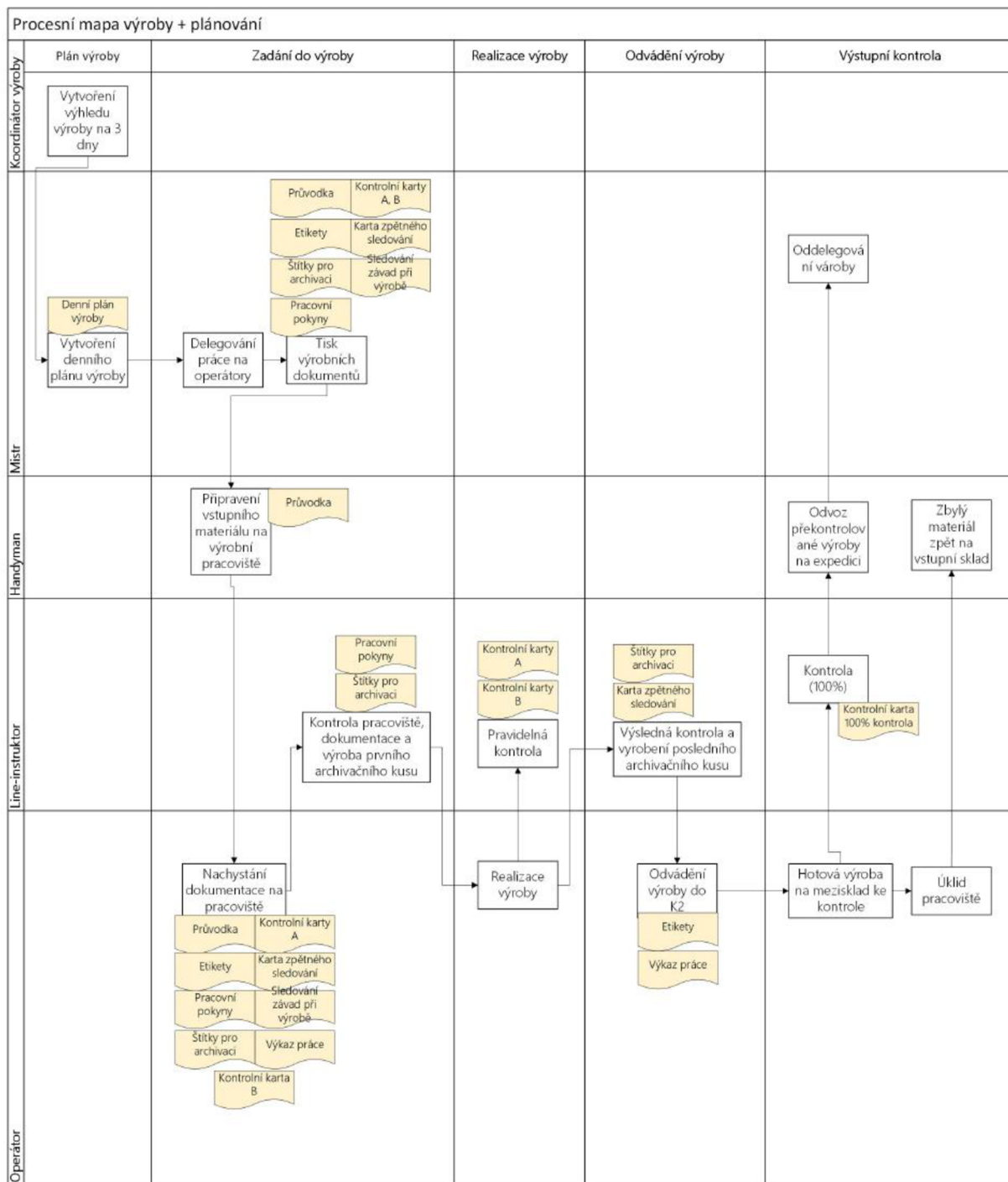
Mezi operace průběhu zakázkou jako podpůrné procesy patří skladové hospodářství a doprava.

5.3.2 Dokumentace vstupující do výrobního procesu

Proces výroby, který byl začleněn do procesní mapy je spojen s celou řadou dalších operací. Při jejich zpracování jsou pracovníci povinni dokumentovat veškeré úkony do předem vytvořených formulářů a kontrolních karet. Ke každému výrobku jsou také zpracovány výrobní dokumentace s jejichž pomocí operátoři zakázky zhotovují. Níže je proto podrobně popsán proces výroby včetně popisu všech dokumentů s ním spojených.

Výroba je pro zpřehlednění rozdělena do podoblastí: zadání do výroby, realizace výroby, odvádění výroby a výstupní kontrola.

Výrobní proces je podrobně znázorněný na obrázku 5.19. V podobě dráhového diagramu jsou operace rozčleněny dle pracovníků a jsou u nich znázorněny všechny vstupující dokumenty.



Obrázek 5.19 – Procesní diagram výroby a plánování včetně výrobní dokumentace.

Zadání do výroby

Zadání do výroby je proces sdružující činnosti, které zajišťují připravenost výroby pro zahájení její realizace. Zahájení výroby se zúčastní pracovníci handyman, line-instruktor a operátor.

Celý proces začíná přípravou veškerého potřebného materiálu pro výrobu na jednotlivá výrobní pracoviště. Tuto činnost zajišťuje handyman, který dle průvodek připraví vstupní materiál přímo k pracovištím.

Po zahájení směny si každý operátor na denním rozpisu práce zjistí, kterou zakázku mu přidělil mistr a připraví si všechny potřebné výrobní dokumentace. Od mistra si zajistí průvodku a etikety. Následně si dle dokumentace připraví pracoviště.

Výrobní dokumenty nutné před zahájením výroby jsou:

- **průvodka** - dokument obsahující číslo zakázky, počet kusů výroby, a informaci o typu a počtu vstupního materiálu,
- **štítky pro evidenci archivních kusů** - dva štítky, které se nalepují na první a poslední výrobek zakázky. Společně jsou označené výrobky zabaleny a uchovány v archivačním skladu po dobu jednoho roku,
- **etikety pro balení** - etikety, které se nalepují na hotové balení. Zpracované výrobky uložené do krabice s etiketou se naskenují na výrobních terminálech do IS K2,
- **pracovní pokyny** - obsahují kusovník vstupního materiálu, sled operací nutný pro správné zhotovení zakázky. Součástí je také list obsahující kontrolní pokyny - jak se bude výrobek v průběhu realizace kontrolovat. Mimo jiné také obsahuje layout pracoviště, podle kterého si operátor připraví své pracoviště,
- **karta zpětného sledování výroby** - dokument, do kterého se průběžně zapisují výrobní šarže vstupního materiálu (komponentů),
- **sledování závad při výrobě** - dokument, kde operátor zapisuje nesprávně vyrobené kusy, zapisuje zde také příčinu vzniku zmetku,
- **výkaz práce** - dokument slouží mistrovi k porovnání, zda operátor správně naskenoval etikety (hotovou výrobu).

Dalšími dokumenty jsou kontrolní karta A a kontrolní karta B. Tyto karty operátor vyzvedává pouze v případě, vyžadují-li to kontrolní instrukce v pracovních pokynech:

- **kontrolní karta A** - využívá se pro kontrolu výrobků, kde je kladen důraz na rozměrovou přesnost. Do dokumentu se zapisuje rozměr, který je kontrolována dle tolerance výchyly,
- **kontrolní karta B** - využívá se pro vizuální kontrolu pracoviště operátora.

Jakmile má operátor připravenou veškerou dokumentaci, odchází na svoje pracovní místo a čeká na příchod line-instruktora.

Line-instruktor před začátkem výroby zkontroluje pracoviště operátora, zkontroluje dokumentace a nechá operátora vyrobit první kus, který označí štítkem a odloží pro archivaci. Operátorovi dovolí zahájit výrobu zakázky.

Realizace výroby

Operátor realizuje výrobu části nebo celé zakázky dle její časové náročnosti. Může tak v průběhu směny zakázku dokončit rychleji a začít novou. Pokud operátor zahajuje další, musí projít všemi již zmíněnými kroky zadání do výroby.

V rámci realizace výroby dochází ke krátkému přerušení výroby (záleží dle pracovních pokynů), kdy line-instruktor kontroluje, zda výroba probíhá bez problémů. Po kontrole společně s operátorem vyplňuje kontrolní dokumenty:

- kontrolní karta A,
- kontrolní karta B,
- karta zpětného sledování výroby.

Odvádění výroby

Operátor před ukončením směny přivolá line-instruktora, který nechá operátora vyrobít poslední kus, ten stejně jako první označí štítkem a přiloží do archivačního balení. Dále překontroluje neshodné kusy, vyplní jejich počet do dokumentu „Sledování závad při výrobě“. Odebere vyplněnou dokumentaci a dovolí operátorovi načíst hotovou výrobu do výrobního terminálu. Pracovní terminál je zobrazen na obrázku 5.20. Pro vložení informací do výrobního terminálu se musí operátor přihlásit (pomocí osobního čísla), naskenovat průvodku a každou etiketu z krabice hotové výroby. Následně operátor vyplní poslední dokument s názvem Výkaz práce, uklidí pracoviště a odchází domů.

The screenshot displays a software interface for production management. At the top, there's a header 'Odvádění výroby'. Below it, a table lists production orders with columns: Datum Typ, Dávka, Průvodka / Zkratka 1, Přidavná etiketa, NS, Pracovníci, Plán, Odvedeno, Vzorky, and Zmetyky. The table contains two rows of data. Below the table are several input fields and buttons for 'EAN dávky', 'Typ', 'Dávka', 'Průvodka', 'Plán', 'Odvedeno', 'Kopie', 'Výkaz', 'Náči výkazy', 'Výběr', 'Skaz', and 'Ostatní'. At the bottom, there's a summary table with columns: Datum Pl, průvodka, Položka, Odvedeno, Zmetyky (M), Typ, Spolupracovníci, and Výkon (min.).

Datum Typ	Dávka	Průvodka / Zkratka 1	Přidavná etiketa	NS	Pracovníci	Plán	Odvedeno	Vzorky	Zmetyky
4.06.2020	Konektory	VD/2020/0524	PK/2020/2146	1-907089-2	5	700,00			
12.06.2020	Konektory	VD/2020/0639	PK/2020/2382	1-918697-1	5	8 600,00			

Datum Pl	průvodka	Položka	Odvedeno	Zmetyky (M)	Typ	Spolupracovníci	Výkon (min.)
09.06.2020	PK/2020/2146	2356958-1	400,00	is	Konektory		53,33
09.06.2020	PK/2020/2259	2226960-1	700,00	is	Konektory		292,00
3.06.2020	PK/2020/2142	1-907680-1	700,00	is	Konektory		42,04
1.06.2020	PK/2020/2220	1-907630-2(0)	1 600,00	is	Konektory		217,39

Obrázek 5.20 – Terminál pro odvod hotových zakázek do IS K2.

Handyman odveze po odchodu operátora z pracoviště přebytečný materiál zpět do skladu a upraví stav skladu zásob v interním systému K2. Odveze hotovou výrobu na mezisklad kontroly.

Výstupní kontrola

Posledním procesem v oblasti výroby je výstupní kontrola. Je zpravidla prováděna u všech výrobků. V podniku je označována jako tzv. 100% kontrola. Ke kontrole dochází převzetím hotové výroby od operátorů z meziskladu kontroly. Zde vyškolený operátor nebo line-instruktor zkontroluje hotovou výrobu dle kontrolní dokumentace. Po skončení zabalí překontrolované výrobky zpět do krabice opatří značkou. Takto připravená krabice je odvezena expediční sklad.

- **Kontrolní karta - 100% kontrola** - dokument, na který kontrolor zaznamená výsledný stav výrobků.

5.3.3 Využití interních systémů

Velmi důležitým faktorem, který pomáhá udržovat celkový přehled nad průběhem zakázky jsou interní systémy a software. Interní systémy zjednodušují komunikaci mezi jednotlivými pracovníky a informují je o průběhu zakázky. Při podrobném pohledu na celý průběh zakázky je v podniku využíváno několik softwarů. Nejdůležitějším a nejvíce využívaným softwarem je interní systém K2. Je využíván již od příjmu objednávky a jak je znázorněno na obrázku 5.21, objevuje se u většiny operací během výroby a plánování. Koordinátor výroby jej využívá pro naplánování zakázek pro mistra. Mistr v něm zakázky deleguje na operátory. Operátoři zpětně systémem informují koordinátora a mistra o průběhu realizace výroby. Dalším softwarem v procesu výroby je MS Excel. Právě v tomto počítačovém programu vytváří mistr denní plán výroby a všechny dokumenty (pracovní pokyny, kontrolní karty). Posledním softwarem, který vstupuje do procesů výroby je TE portál. Slouží pro tisk etiket na hotová balení.

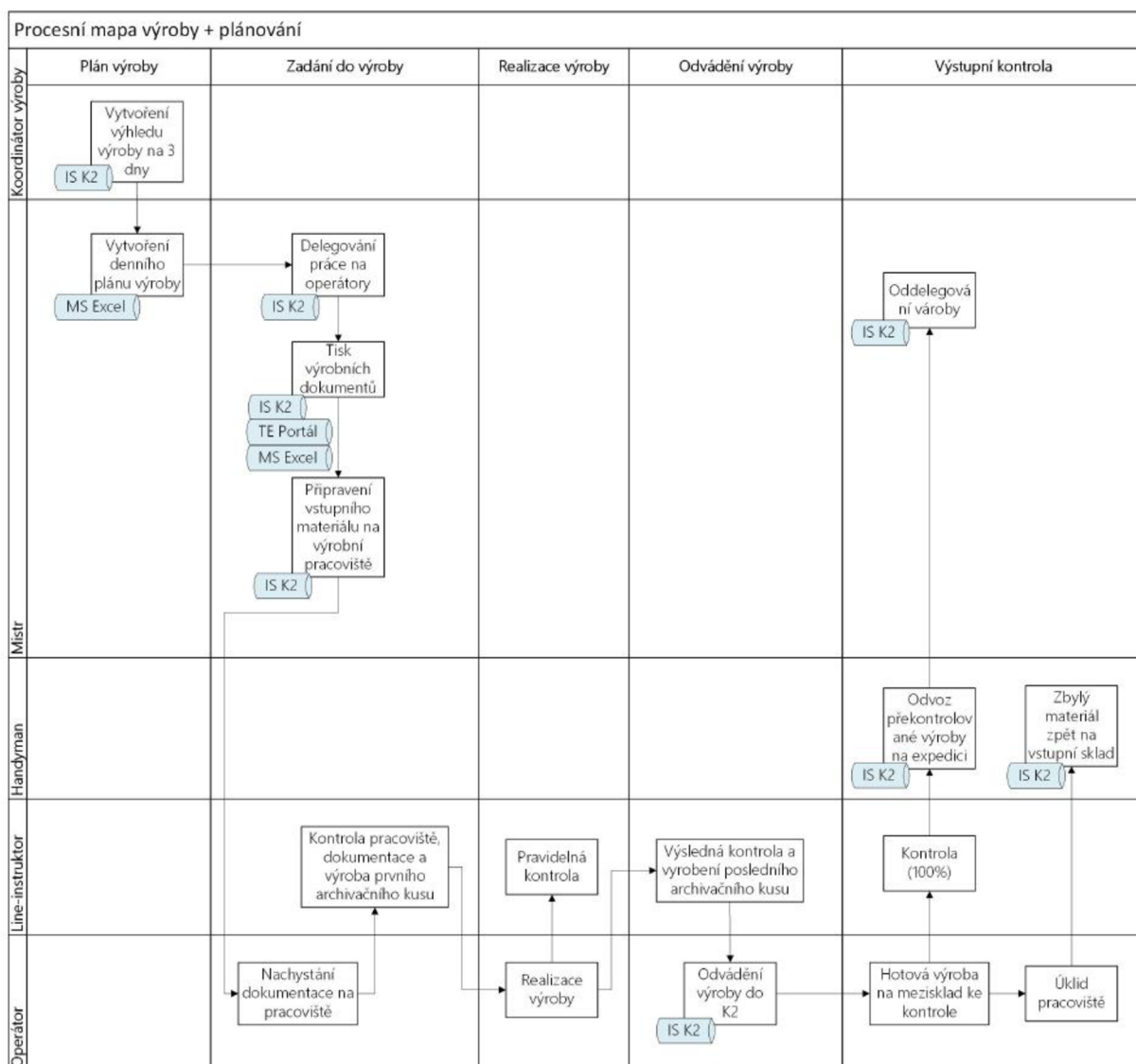
5.3.4 Variabilita produktů

Konektory a kabelové svazky tvoří hlavní podíl všech produktů. Zároveň jejich variabilita není při každé zakázce odlišná, ale jedná se o produktové skupiny (ve skupinách se výsledné produkty liší pouze v několika komponentech nebo v barvě). Za minulý rok podnik zhotovil celkem 232 typů výrobků. Zjištění skutečného stavu výroby předchozího roku pomůže při stanovení dalších potřebných parametrů. Každý výrobek je charakteristický svojí délkou výroby, která v sobě ukrývá velmi důležité parametry.

Využití Paretova pravidla na celkové odvody (výrobu předchozího roku) pomůže stanovit, které produkty jsou pro podnik klíčové a tvoří 80 % celkové produkce firmy. Poskytne základ pro zpracování dalších analýz vedoucích k podrobnému stanovení všech činností a časů ovlivňujících realizaci výroby.

Diagram znázorňuje rozdělení produktů dle objemu výroby převedeného z počtu kusů do normohodin. Procentuální četnost se kumulativně sčítá a jak je patrné z obrázku 5.22, výrobek 41 je na hranici 80 % produktového obrátu. Je oddělen červenou svislou čarou. Celkový počet produktů vyskytujících se v červeně označené oblasti je 17 % výrobního portfolia.

Pokud tuto oblast očistíme do produktových skupin, zredukuje se počet výrobků na několik a variabilita tak podstatně klesne. To poskytne mnohem příznivější podklad pro následné analýzy.



Obrázek 5.21 – Procesní diagram výroby a plánování včetně interních systémů.

5.3.5 Monitoring směny mistra

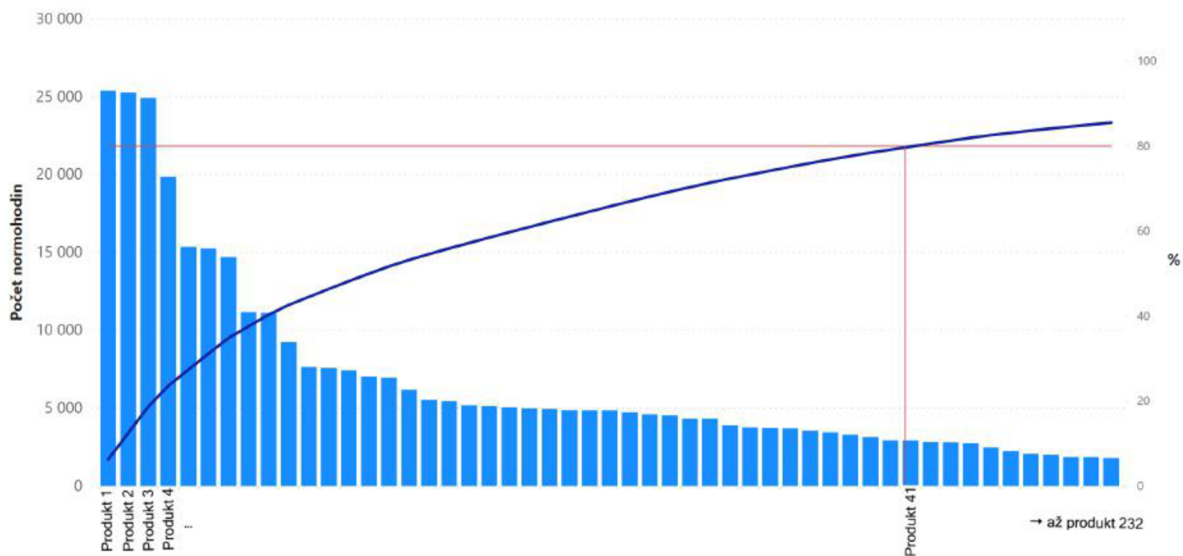
Časový rozvrh mistra

Hlavním úkolem mistra je odvádět výrobu dle zadaného plánu ve správném čase a stanovené kvalitě. To vyžaduje celou řadu činností, které souvisí se sledováním zadávání a dokončování výroby, sledováním stavu rozpracovanosti a namátkovou kontrolu pracovišť.

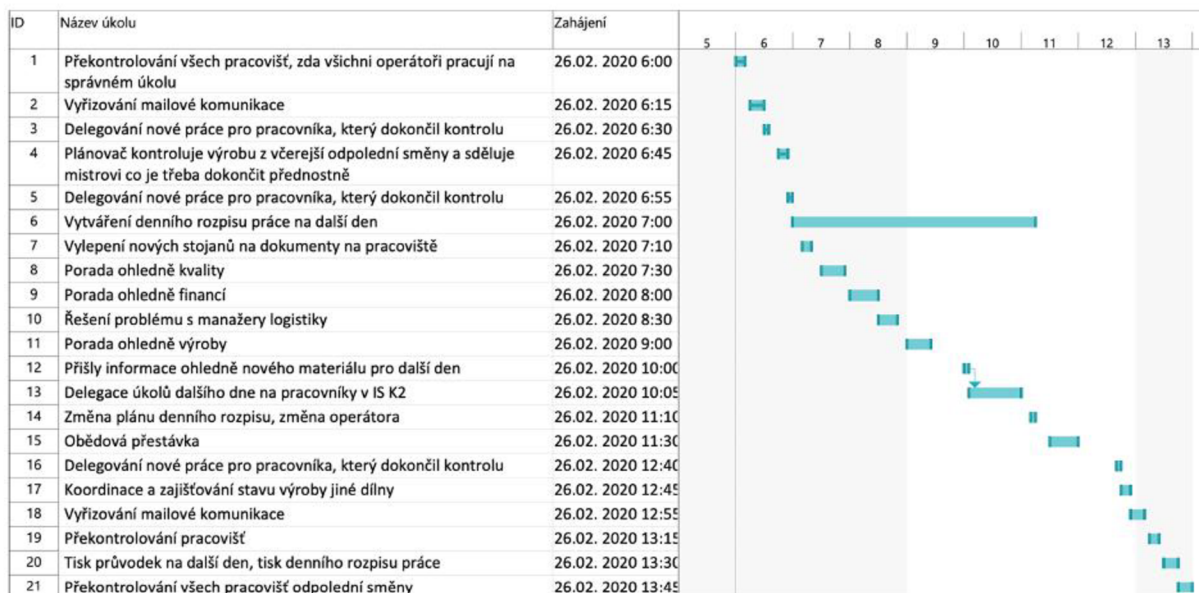
Úkolem je přerozdělit práci zadanou koordinátorem výroby mezi operátory a zajistit tak splnění plánu. V obrázku 5.23 je popsán denní rozvrh úkolů mistra. Z obrázku je patrný čas mistra během pracovní doby. Nejvíce času stráví přípravou denního plánu. To především z důvodu, že do plánování vstupuje:

- prioritizace zakázek dle koordinátora výroby,
- nutnost počkat na doručení vstupního materiálu na sklad.

Dlouhý čas s plánováním se také odvíjí od nefunkčního modelu systémového kapacitního plánování. Mistr dle zkušenosti sestaví denní plán a následně ho v interním systému K2 deleguje na operátory.



Obrázek 5.22 – Paretův diagram výroby v roce 2019.



Obrázek 5.23 – Časový rozvrh úkolů mistra z 26. 2. 2020.

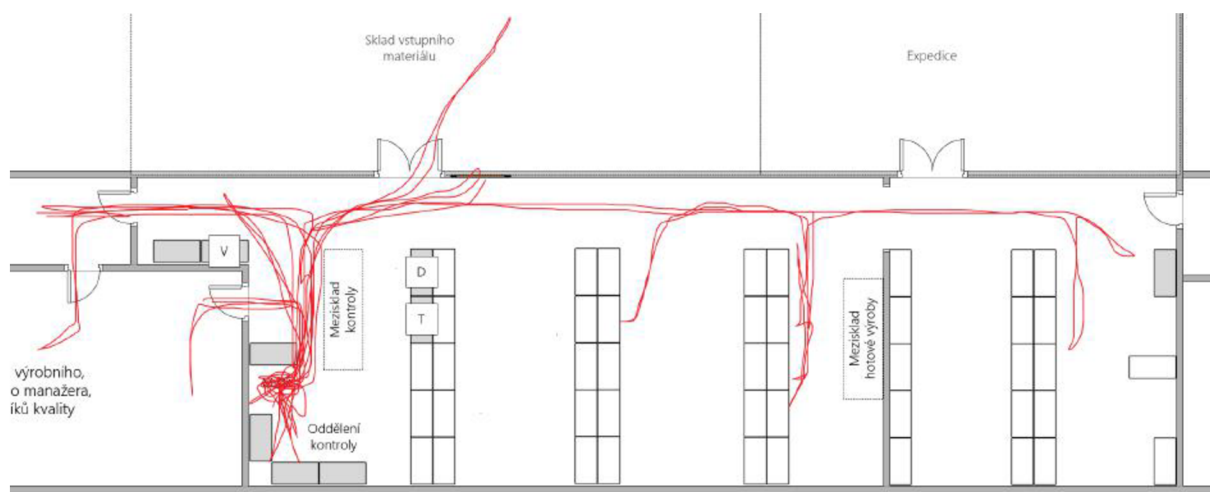
Pohyb mistra

Společně s monitoringem časového plánu mistra sledován i pohyb na pracovišti. Náčrt pohybu mistra je v layoutu výrobní haly znázorněn na obrázku 5.24

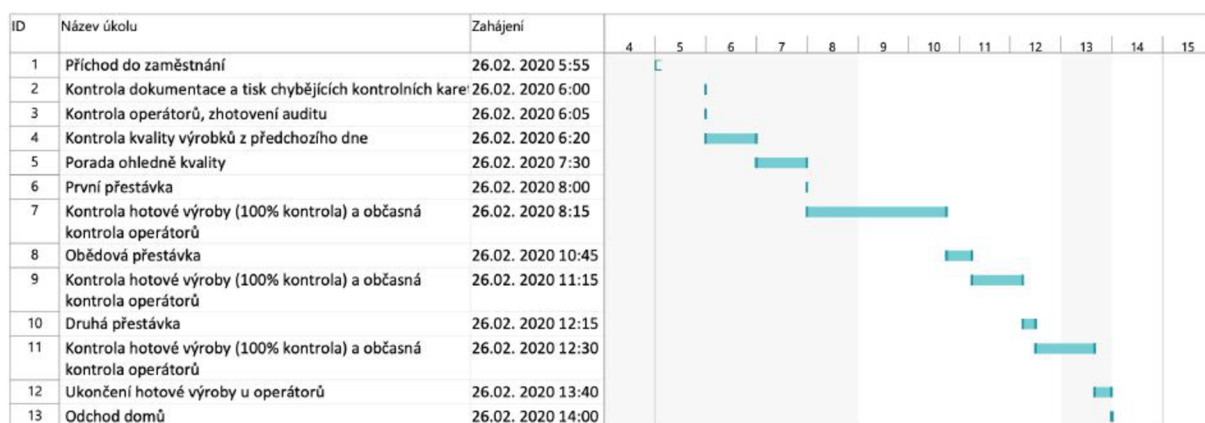
5.3.6 Monitoring směny line-instruktora

Časový rozvrh line-instruktora

Monitoring byl proveden i u line-instruktora. Jsou zodpovědní za hladký průběh výroby. Během realizace zakázek provádějí audity a ve zbylém čase kontrolují zhotovenou práci. Časový rozvrh jednoho z line-instruktora je znázorněn na obrázku 5.25.



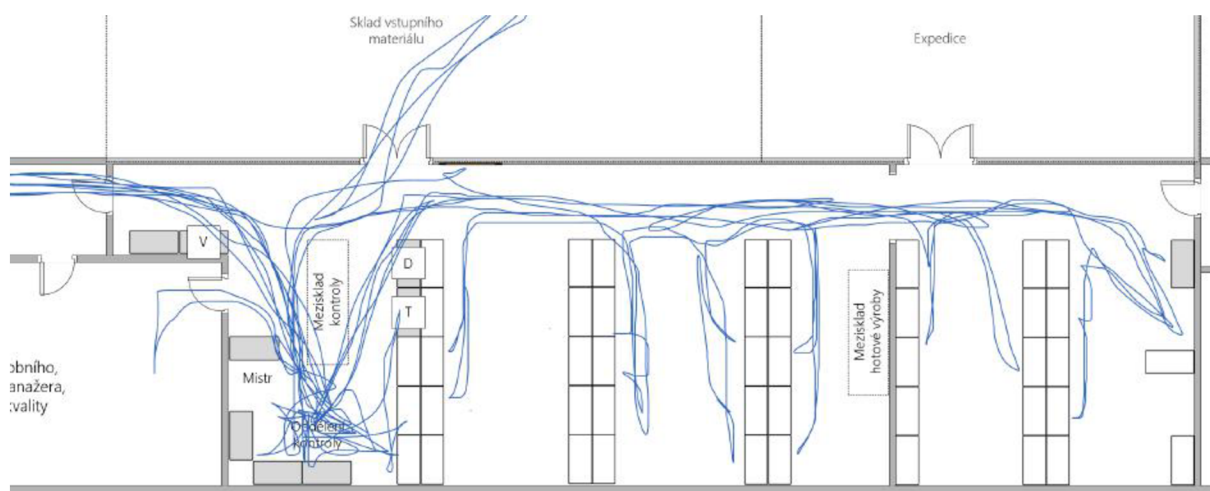
Obrázek 5.24 – Orientační náčrt pohybu mistra z 26. 2. 2020.



Obrázek 5.25 – Časový rozvrh úkolů line-instruktora z 26. 2. 2020.

Pohyb line-instruktora

Na obrázku [5.26](#) je zaznačen pohyb line-instruktora výrobní dílnou. Musí za svoji směnu několikrát obejít všechny výrobní pracoviště.

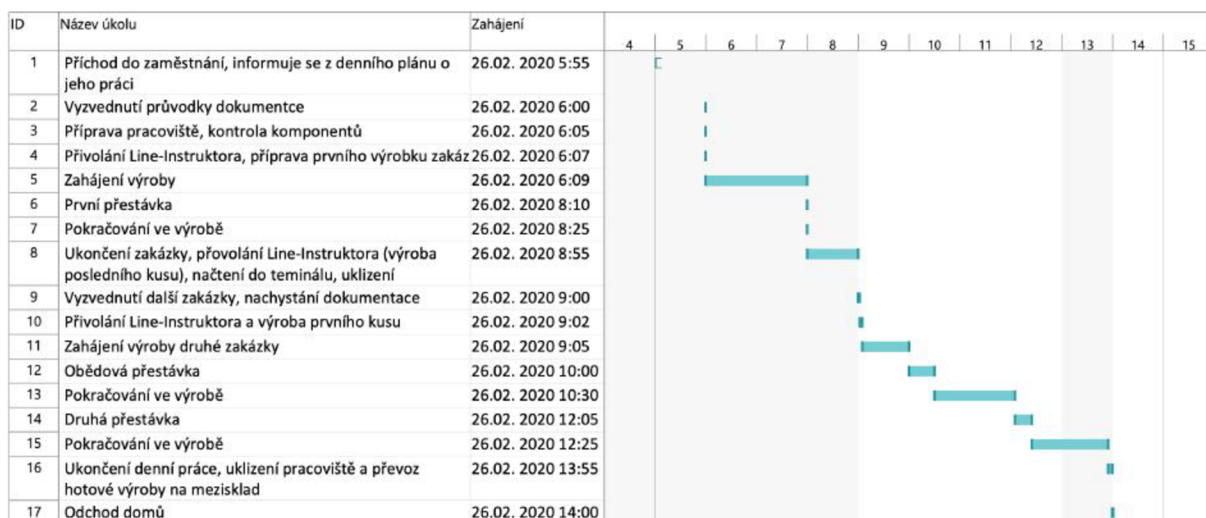


Obrázek 5.26 – Orientační náčrt pohybu line-instruktora z 26. 2. 2020.

5.3.7 Monitoring směny operátora

Časový rozvrh operátora

Operátor realizuje zakázky a naplňuje požadavky zákazníka. Neproduktivní časy (manipulace s materiálem, dokumentování výrobků) v případě operátora musí být co nejkratší, protože se nejvíce podílejí na celkovém množství vyrobených kusů. Časový rozvrh operátora je znázorněn na obrázku [5.27](#).



Obrázek 5.27 – Časový rozvrh úkolů jednoho z operátorů z 26. 2. 2020.

Pohyb operátora

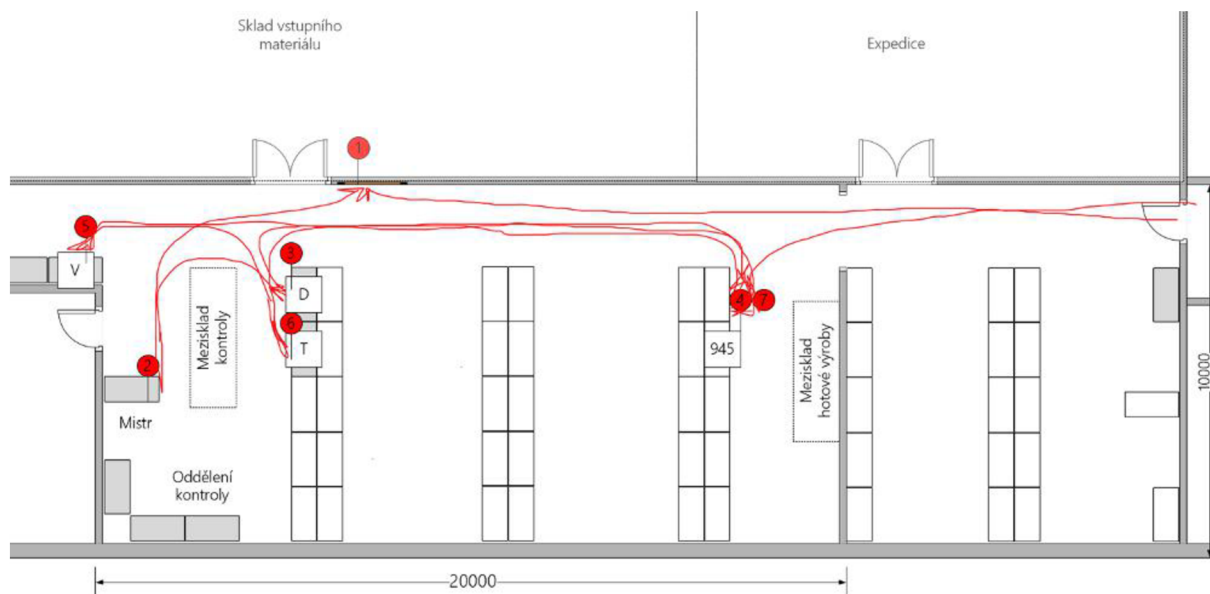
Pohyb operátora při realizaci zakázky je znázorněn na obrázku [5.28](#). Špagetový diagram poskytuje zjednodušené dráhy pohybu pracovníka.

5.3.8 Současné pracoviště

Výrobní pracoviště ve společnosti KAMPOS je zpravidla tvořeno prostorem ve kterém je umístěn dílenský stůl a židle. Dle typu zakázky je na stole umístěn výrobní stroj (složitější úprava ručního lisu včetně senzorů, tester) nebo klasický ruční lis. Vstupní materiál si operátor odebírá z původního balení do přepravek. Z přepravek poté odebírá vstupní materiál pro realizaci zakázky. Nad stolem je k dispozici magnetická nástěnka, na kterou si operátor umísťuje výrobní dokumentaci (pracovní pokyny atd.). Na stole jsou kontrolní karty do nichž zapisuje stav výroby. Layout vybraného pracoviště je znázorněn na obrázku [5.29](#).

5.4 Analýza

Naměřené hodnoty o stanovené procesy jsou v další fázi analyzovány. Důkladná analýza pomůže zjistit skutečný potenciál zlepšení.



Obrázek 5.28 – Pohyb operátora dílnou při zpracování zakázky. 1 - operátor zjistí zakázku na které bude pracovat, 2 - od mistra odebírá průvodku a etikety, 3 - zajistí si výrobní dokumentaci, 4, 7 - výrobní pracoviště, 5 - váha, 6 - terminál odvodu výroby. (vlastní zpracování)



Obrázek 5.29 – Současné pracoviště ve výrobě KAMPOS.

V této podkapitole jsou za pomoci analytických nástrojů zhodnoceny výrobní časy a procesy zpracování kontrolních dokumentací. Podklady z této fáze DMAIC metodologie slouží jako základní kameny pro další krok zlepšování.

5.4.1 Výrobní časy

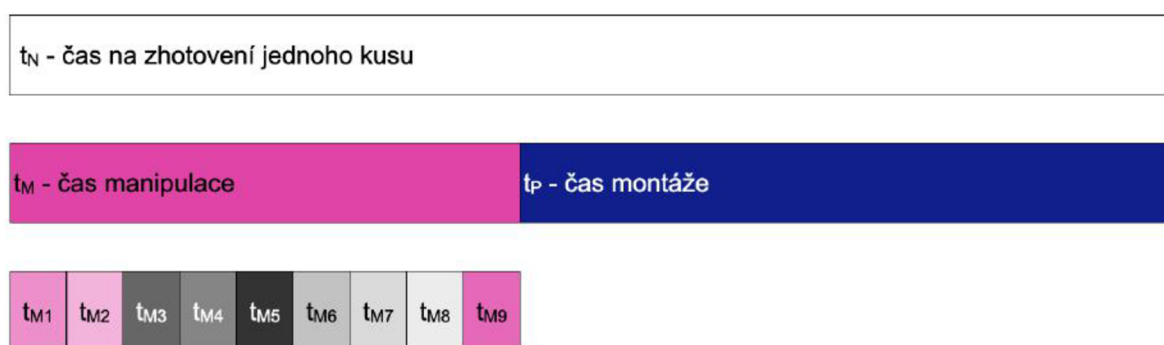
Pro analýzu času výroby je vycházeno z normohodin. Normohodiny přímo i nepřímo propojují klíčové ukazatele výroby.

Aby bylo možné stanovit úsporu času ve výrobě, je nutné rozebrat samotnou tvorbu normohodin pro jednotlivé výrobky ve výrobním závodě KAMPOS. **Normohodiny udávají, kolik produktů je schopen operátor vyrobit za jednu hodinu své práce.** Při zavádění nového výrobního artiklu je provedeno změření normohodiny. Měření se skládá ze zjištění časové náročnosti všech potřebných činností vedoucích k zhotovení finálního výrobku operátorem. Normohodina se skládá z času stanovujících montáž výrobku a času

manipulace. **Čas montáže** (t_P) je jediným produktivním časem výroby, označuje čisté trvání operace na vyrobení jednoho produktu bez manipulačních časů. Další skupinou jsou **časy manipulační** (t_M). Ty zahrnují:

- t_{M1} - zápis a kontrola PN, vyplnění kontrolních karet a dokumentů,
- t_{M2} - vyhledání a přečtení pracovních pokynů,
- t_{M3} - manipulace s materiálem,
- t_{M4} - umístění vstupního materiálu do přepravek,
- t_{M5} - skládání do krabic,
- t_{M6} - zabalení,
- t_{M7} - vážení,
- t_{M8} - nalepení etikety, popis,
- t_{M9} - úklid pracoviště.

Podrobné rozebrání časů zhotovení jednoho výrobku je znázorněno v obrázku [5.30](#).



Obrázek 5.30 – Jednotlivé časy vstupující do výpočtu normy.

Pro analýzu současného stavu výroby jsou použita předchozí data z Paretova diagramu. Pro produkty, které byly Paretovou analýzou vybrány, a ke kterým byly podnikem spočítány podrobné časy, byla vytvořena následující tabulka [5.2](#) znázorňující časovou náročnost výroby jednoho kusu výrobku.

V tabulce jsou pod sebou jednotlivé časy pro každou činnost zhotovení výrobku. Pro názornější představu je v koláčovém grafu na obrázku [5.31](#) znázorněno procentuální zastoupení montážních i manipulačních časů v normohodině. Toto zastoupení bylo vytvořeno výpočtem vážených průměrů časů. Měly by tak ze získaných podkladů vystihnout reálnou situaci.

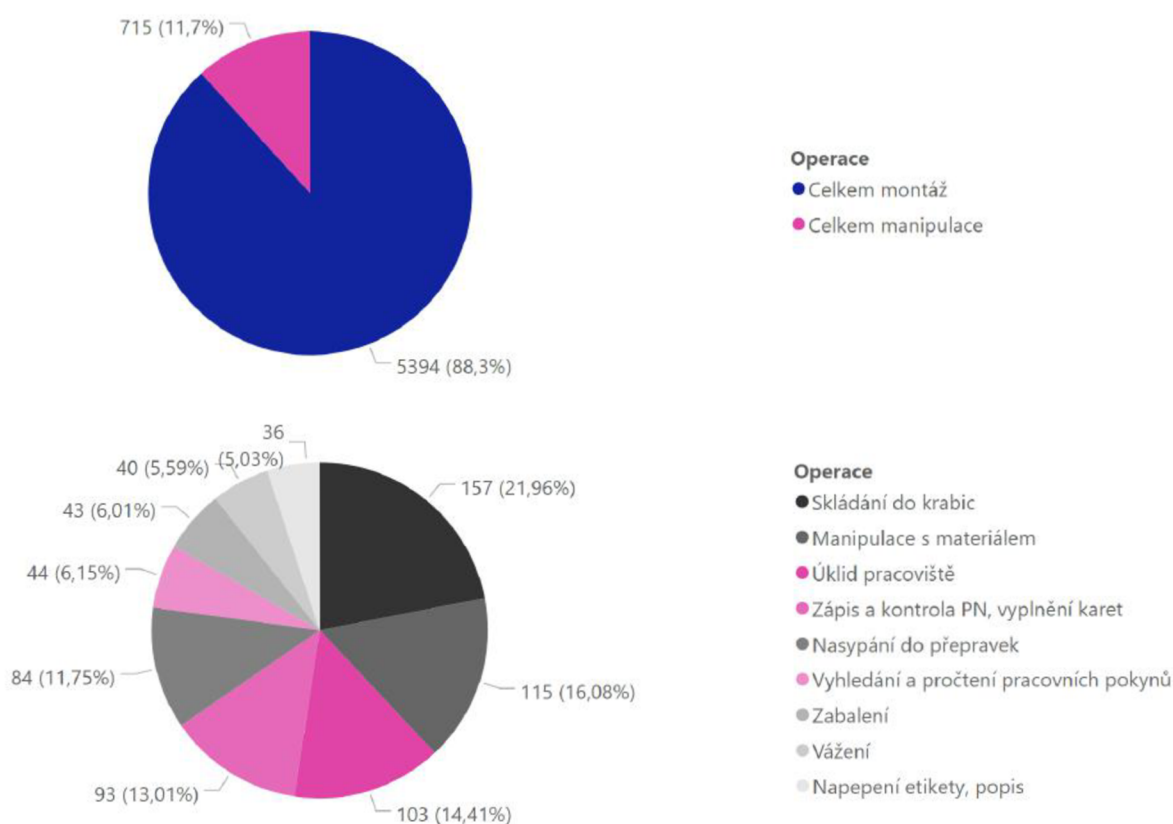
5.4.2 Vyhodnocení dokumentace

Podstatným faktorem procesu řízení výroby je vyhodnocení nasbíraných dat získaných během realizace zakázky. A to nejen jejich vyhodnocení, ale i rychlost jakou se data dostanou na správné místo, tedy k pracovníkovi, který dokáže rozhodnout, zda v případě odchylek od standardu výrobu zastavit. Tím zamezit vzniku velkého množství zmetkovitosti.

Z podrobného rozebrání jednotlivých činností výroby je patrné, že jsou během zahájení, realizace a ukončování výroby zpracovávány podstatné informace o zakázce. Informace jsou sbírány formou kontrolních karet i jiných dokumentů. Jsou dále vyhodnocovány na

Tabulka 5.2 – Montážní a manipulační časy produktů.

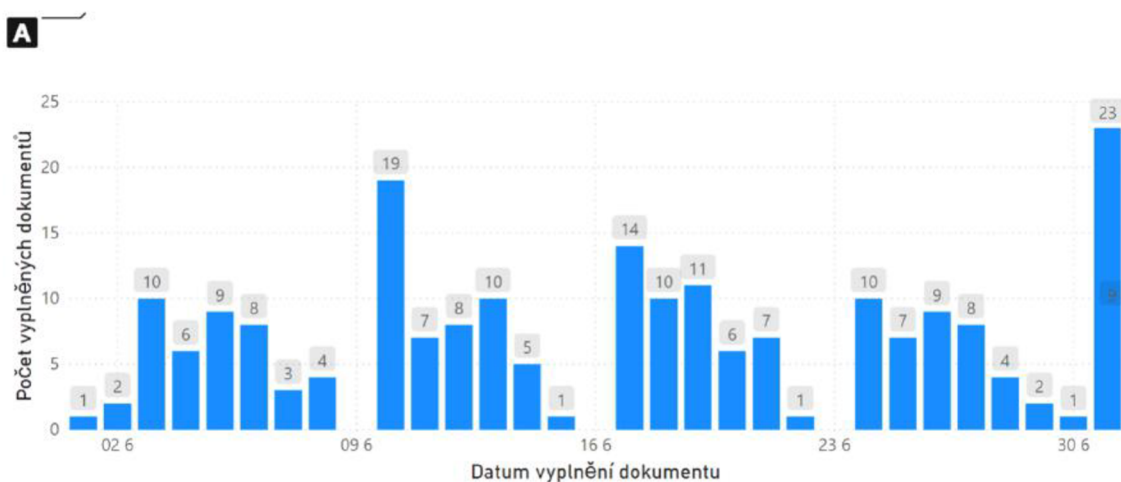
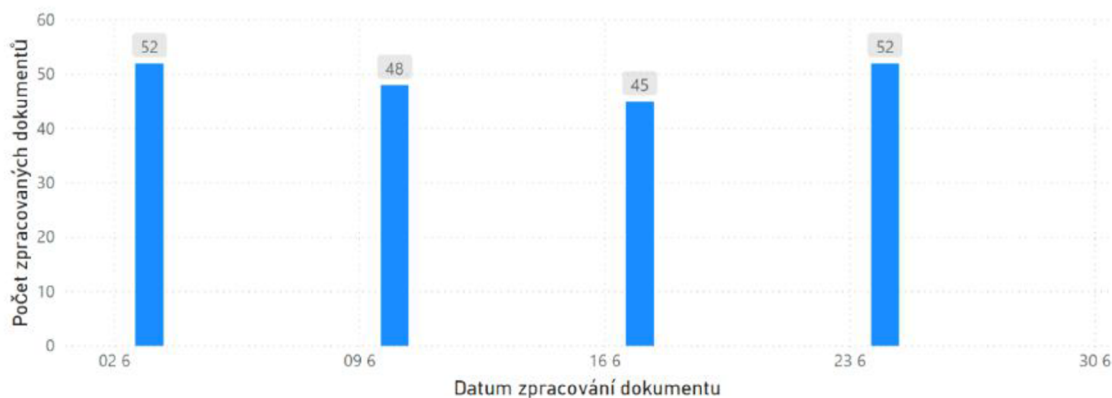
	Množství	Vyhledání a pročetění pracovních pokynů	Zápis a kontrola PN, vyplnění karet	Přivezení materiálu ze skladu	Nасыпání do přepravek	Skládání do krabic	Zabalení	Vážení	Napepení etikety, popis	Úklid pracoviště	Manipulační čas ks	Montážní čas ks	Celkový čas
Produkt 4	2779299,00	0,12	0,71	0,71	0,71	0,00	0,30	0,00	0,27	0,09	2,92	12,86	15,77
Produkt 8	2388400,00	0,03	0,09	0,17	0,09	0,00	0,04	0,13	0,03	0,09	0,66	19,00	19,66
Produkt 12	1130800,00	0,20	0,23	0,30	0,15	0,00	0,23	0,25	0,23	0,23	1,80	14,80	16,60
Produkt 15	756000,00	0,17	0,17	0,21	0,17	0,00	0,06	0,00	0,06	0,47	1,33	16,40	17,73
Produkt 16	1041275,00	0,14	0,14	0,18	0,08	0,00	0,05	0,06	0,05	0,39	1,09	8,20	9,29
Produkt 17	1579680,00	0,11	0,67	0,67	0,33	0,00	0,17	0,50	0,11	1,67	4,22	7,30	11,52
Produkt 20	571392,00	0,42	0,21	0,21	0,24	8,58	0,21	0,00	0,10	0,21	10,18	13,90	24,08
Produkt 23	877538,00	0,08	0,24	0,48	0,24	0,00	0,12	0,48	0,08	0,24	1,96	9,70	11,66
Průměrně		0,12	0,37	0,42	0,31	0,44	0,16	0,17	0,13	0,40	2,52	13,19	15,72



Obrázek 5.31 – Podíly časů při stanovování normy. Horní graf označuje podíl montáže a manipulace. Druhý graf podíl operací při stanovení manipulačního času.

oddělení kvality a dávají tak v podniku přehled o kvalitě výrobků, počtu špatných vůči dobrým výrobkům, výkonnosti operátorů a dalších.

K posouzení, zda analyzovaný podnik data zpracovává v dostatečné rychlosti bylo provedeno měření, které spočívalo v zaznamenávání dne zápisu závady do kontrolní karty a zápisem dne, kdy inženýr kvality zařadil informaci do počítače a provedl vyhodnocení.



Obrázek 5.32 – Graf znázorňující dny: A) ve kterých došlo ke kontrole, B) k vyhodnocení.

Měření bylo prováděno po dobu cca 3 měsíců od 24. 5. 2019 do 14. 8. 2019. V tomto období bylo provedeno celkem 569 měření, které ukázala, že zpracovávání dat probíhá zpravidla každé pondělí. Počet vyhodnocení lze vidět na obrázku 5.32. Kontrola při realizaci zakázky však probíhá každou směnu.



Obrázek 5.33 – Prodléva při sledování závad ve výrobě.

Při sledování závad dochází ke zpoždění, jak lze vidět na obrázku 5.33 průměrně o 9 dní, nejčastěji však o 7 dní. Pro vyhodnocení byly provedeny jednoduché statistické výpočty: aritmetický průměr, medián, zjištění maxima a minima (viz tabulka 5.3).

Tabulka 5.3 – Informace o měření času mezi zapsáním a vyhodnocením zmetkovitosti.

Počet měření	569
Aritmetický průměr [dny]	9
Medián [dny]	7
Minimum [dny]	0
Maximum [dny]	39

Závěrem lze říci, že zpětná reakce inženýrem kvality je téměř nemožná, protože po týdnu od zhotovení zakázky je již hotová výroba expedována k zákazníkovi.

Co se týče ostatních dokumentů jako jsou kontrolní karta A, kontrolní karta B, lze očekávat obdobnou prodlevu během zpracování dat.

5.5 Výsledky analytické části

Výsledkem všech měření a analýz je vytvořena přehledná tabulka zahrnující **všechny vznikající typy plýtvání**. Tabulka 5.4 znázorňuje jednotlivé typy plýtvání operátorů, mistra, line-instruktora a oddělení kvality.

Z tabulky 5.4 vyplývá, že největší formy plýtvání vznikají nadbytečným množstvím dokumentace výroby, její vyhodnocením a dále nedostatečnou informovaností zaměstnanců.

Tabulka 5.4 – Druhy plýtvání ve společnosti KAMPOS zjištěné z provedených analýz.

Typy plýtvání LEAN	Operátor	Mistr	Line Instruktor	Oddělení kvality
1. Defekty	Nesprávné nastavení, nesprávný vstupní materiál.	-	Nesprávně provedená kontrola operátorů nebo výrobků.	Pomalá reakce na výrobu.
2. Nadbytečné zásoby	-	-	-	-
3. Špatné zpracování	-	-	-	-
4. Čekání	-	-	Čeká než operátor připraví veškeré výrobní dokumenty pro zahájení výroby.	Čeká na informace od line instruktorů.
5. Zbytečné pohyby	Pohyb přes celou dílnu v případě poruchy a zajištění dokumentace.	Kontrola operátorů, pokud je to nutné.	Kontrola operátorů, pokud to je nutné.	-
6. Transport	Dokumentace, kterou operátor vyplňuje putuje přes několik zaměstnanců na správné místo.	-	Přenáší kontrolní dokumentace na oddělení kvality a oddělení jakosti.	-
7. Nadprodukce	Duplicitně vyplňuje údaje do několika kontrolních karet.	-	Kontroluje operátory i když výroba probíhá bezchybně.	Přepisuje kontrolní karty do elektronické podoby.

Navrhované řešení

V předchozí kapitole byly definovány, měřeny a analyzovány podnikové procesy spojené s výrobou. Byl vytvořen pohled na současný stav podniku tak, aby bylo možno navrhnout zlepšení, které by výrobní podnik KAMPOS posunuly o krok dále k ideálnímu modelu štíhlého podniku. V rámci návrhu byly upraveny procesní mapy činností spojených s převedením dokumentace do digitální podoby, byly navrženy moderní pracoviště a definovány potřebné moduly MES systému.

6.1 Zlepšovat

V předposlední fázi metody DMAIC jsou navržena zlepšení, která eliminují zbytečné typy plýtvání a zajišťují tak plynulejší práci ve výrobě a zdokonalí komunikaci mezi pracovníky.

Výsledného posunu ke štíhlému podniku bude dosaženo pomocí zlepšení při využití pro podnik nové operativní vrstvy řízení pomocí MES systému. Dojde ke **zjednodušení zdlouhavých rutinních operací u téměř většiny pracovníků** (operátoři, line-instruktoři, pracovníci kvality a jakosti, management výroby atd.). Během zpracování zakázky budou **eliminovány zbytečné dokumentace**. Budou zavedeny **moderní pracoviště s průmyslovou obrazovkou** pro snadnější a rychlejší záznam dat. Další nutné dokumentace budou dostupné v elektronické formě a tak nebude nutný jejich tisk a obměna při každé změně.

6.1.1 Zavedení MES systému

Hlavní změnou pro výrobu v podniku bude integrace MES systému. Ten sjednotí všechny další navržená zlepšení a zajistí tok dat na správná místa a ve správný čas. Veškerá dokumentace bude v podniku zapisována rovnou do systémového prostředí a dále distribuována na správná pracoviště v elektronické formě. To zajistí, že bude vždy aktuální a celistvá. Bude nepřetržitě sledován stav výrobních pracovišť. Následná práce s nasbíranými daty bude mnohem rychlejší a přehlednější. Veškerá budoucí spolupráce mezi pracovníky bude díky dostupným informacím transparentnější.

Moduly operativní vrstvy, které jsou pro výrobní podnik užitečné a pomohou jej posunout na cestě ke zlepšení jsou:

- správa výrobních zdrojů,
- správa výrobních dokumentací,
- výkonnostní analýzy,
- řízení údržby a servisu,
- řízení procesu a kvality.

6.1.2 Zjednodušení a eliminace dokumentů

Významným důvodem, proč se do podniků zavádí nová vrstva MES systému je přechod na bezpapírovou výrobu. Ta do podniku přinese výraznou úlevu při zpracovávání určitých operací a činnosti ve výrobě. Jak uvedl ředitel společnosti Sapeli Zdeněk Slabý pro Hospodářské noviny „úležité je papír přestat používat tam, kde to dává smysl“.

V následující tabulce 6.1 jsou všechny dokumenty, které vstupují do výroby. Je u nich provedeno posouzení, zda-li je nutné dokumenty držet v papírové formě nebo je možné dokumenty zařadit do MES systému a využívat pouze jejich elektronickou podobu. První 3 dokumenty: průvodka, štítky pro evidenci archivačních kusů a etikety pro balení je vhodnější stále držet v papírové podobě. Ostatní dokumenty v tabulce přinesou po převedení do elektronické podoby mnoho výhod.

Tabulka 6.1 – Posouzení dokumentace.

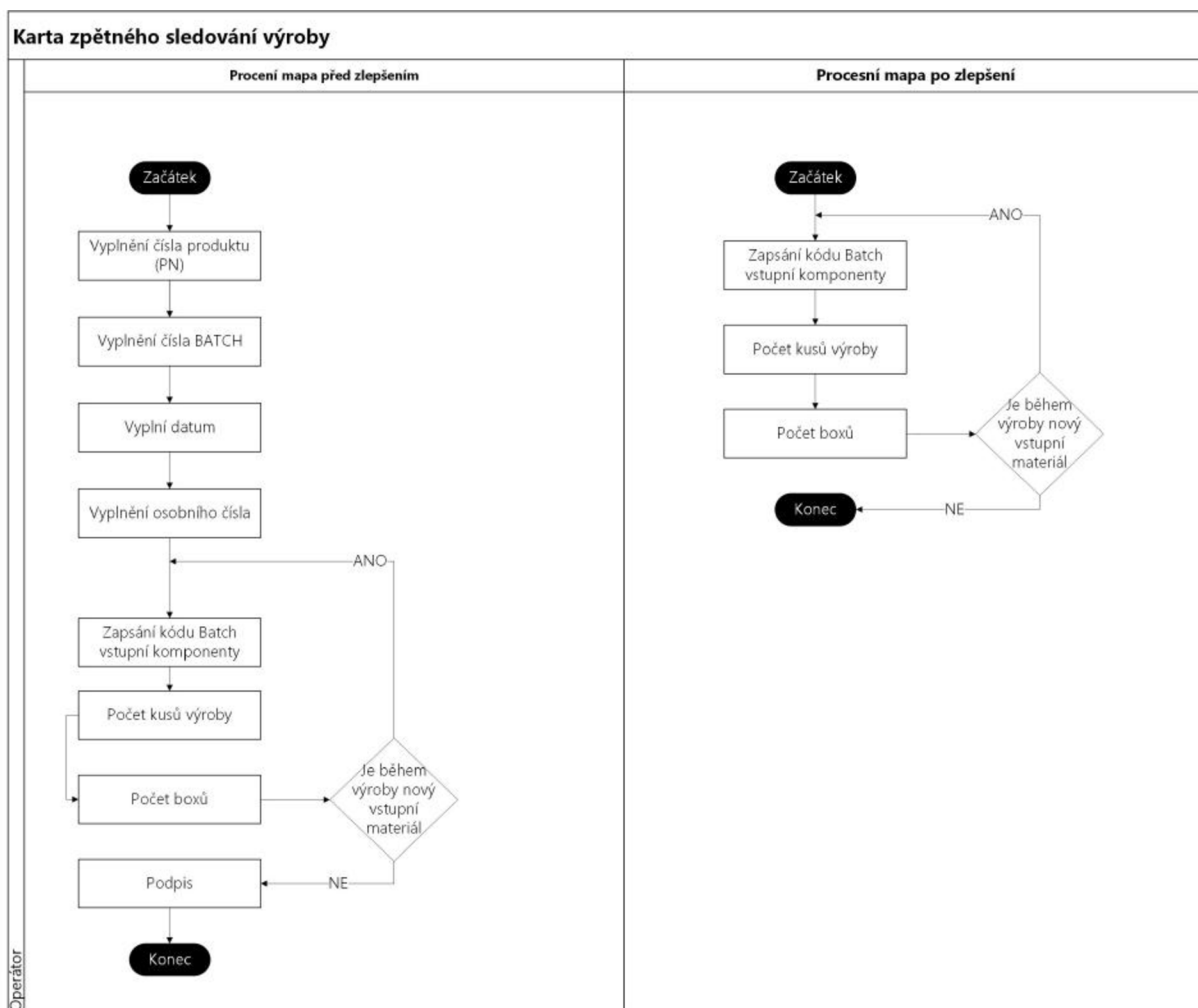
Dokument	Forma dokumentu	Poznámka
Průvodka	Papírová	Z důvodu, že průvodka je primárním dokumentem procházejícím výrobou, je vhodné zachovat průvodku v papírové podobě.
Štítky pro evidenci archivačních kusů	Papírová	Štítky jsou vylepovány na balení, která jsou předána do archivu.
Etikety pro balení	Papírová	Jsou využívány pro označení hotových balení. Je nutný tisk.
Pracovní pokyny	Elektronická verze	
Karta zpětného sledování výroby	Elektronický sběr dat	
Sledování závad při výrobě	Elektronický sběr dat	
Výkaz práce	Elektronický sběr dat	
Kontrolní karta A	Elektronický sběr dat	
Kontrolní karta B	Elektronický sběr dat	
Kontrolní karta - 100% výroba	Elektronický sběr dat	
Kontrolní pokyny	Elektronická verze	
Seřizovací pokyny	Elektronická verze	
Zápis o seřízení	Elektronický sběr dat	
Audity	Elektronický sběr dat	

Převedení stávající dokumentace do elektronické podoby přinese následující benefity:

- **Pracovní pokyny** - budou dostupné téměř jakémukoliv zaměstnanci firmy na kterémkoliv průmyslovém displeji. Jakákoliv budoucí úprava verze dokumentace bude automaticky provedena po nahrání dokumentu do systému a projeví se na všech pracovištích ihned. Dokumenty tak budou vždy aktuální a výskyt zastaralé dokumentace na pracovištích bude nemožný. Elektronická podoba pracovních pokynů nabízí možnost umístění montážních návodů formou videí a usnadnit tak zaměstnancům

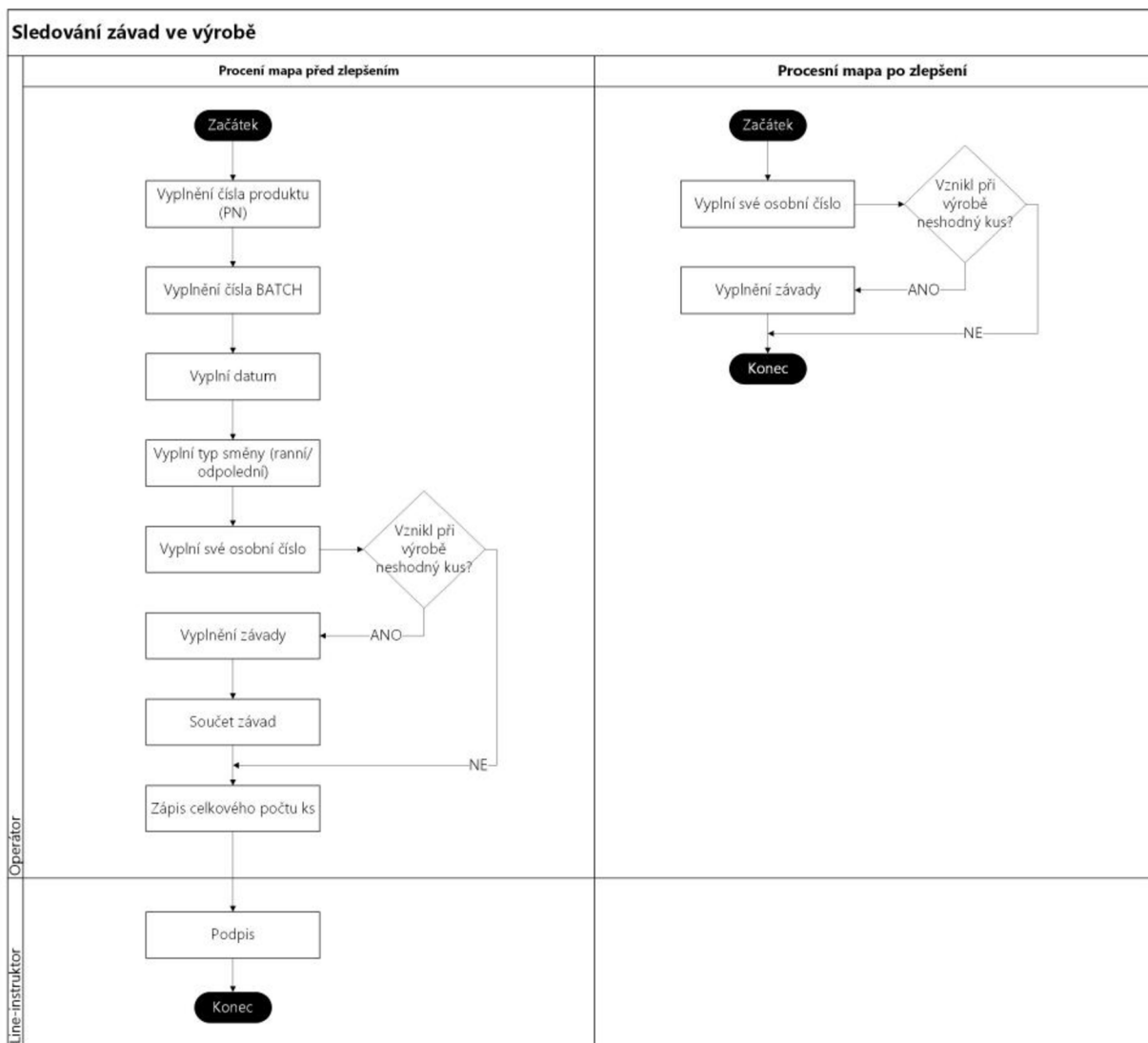
zpracování zakázek.

- **Karta zpětného sledování výroby** - obsahuje informace o vstupním materiálu. Tvoří rodokmen finálního výrobku. Pomocí tohoto dokumentu je možné dohledat z jakých komponentů byl hotový produkt vyroben. Převedením dokumentace do elektronické podoby je možné proces vyplňování zjednodušit viz na obrázku [6.1](#).



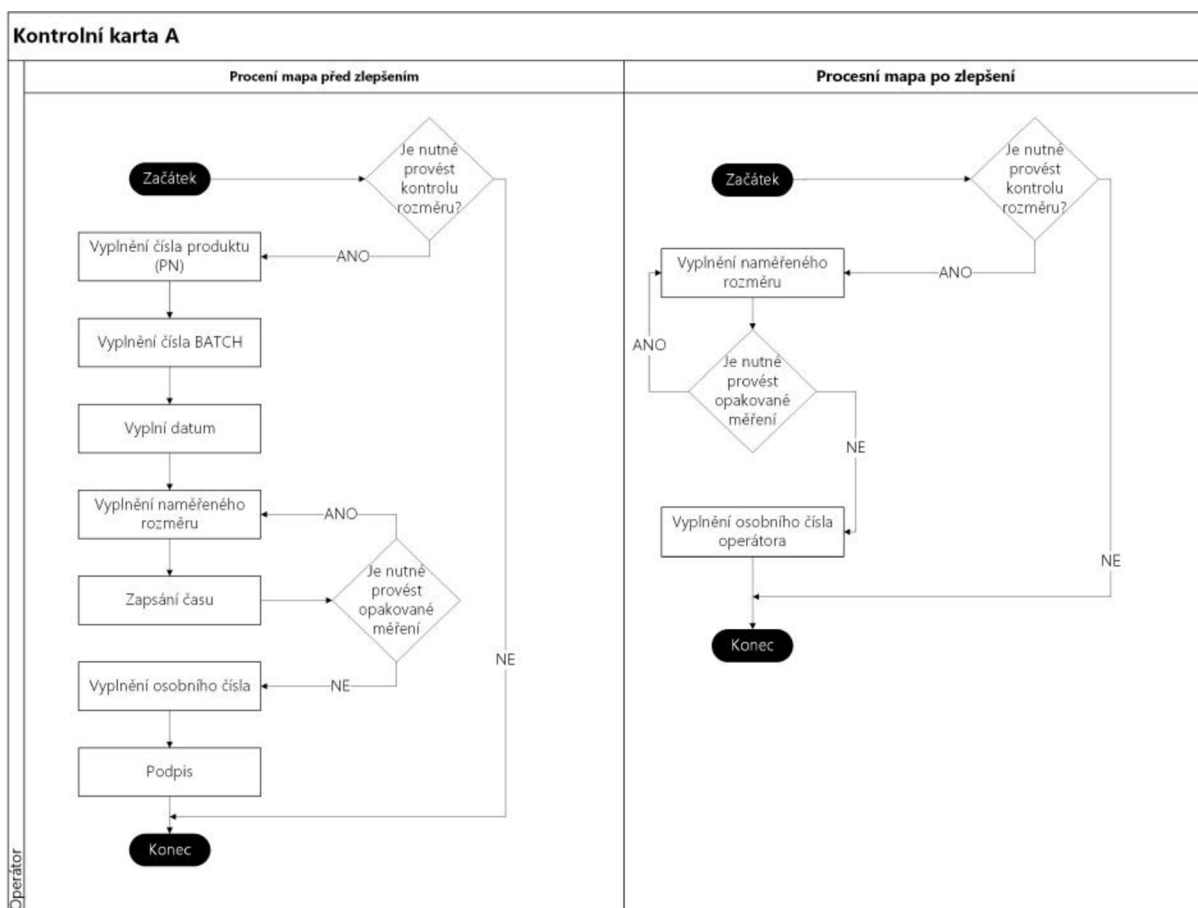
Obrázek 6.1 – Procesní mapa vyplňování karty zpětného sledování, vlevo současný stav, vpravo po zavedení bezpapírové výroby.

- **Sledování závad při výrobě** - do dokumentu operátor zaznamenává počet neshodně vyrobených kusů. Tento počet na místo přepisování do formuláře v papírové verzi bude tuto informaci zapisovat do průmyslového displeje systému MES. Zaznamenaná data budou ihned odeslána do centrální databáze. Z té mohou pracovníci oddělení kvality data ihned vyhodnocovat a rozhodnout, jestli je výroba způsobilá k pokračování realizace zakázky. Velký přínos v podobě úspory času bude především pro zaměstnance, kteří v tuto chvíli papírové formuláře ručně přepisují. Převedením dokumentace do elektronické podoby je možné proces vyplňování zjednodušit viz obrázek [6.2](#).



Obrázek 6.2 – Procesní mapa vyplňování dokumentu sledování závad ve výrobě, vlevo současný stav, vpravo po zavedení bezpapírové výroby.

- **Výkaz práce** - dokument, který po zavedení MES systému bude možné úplně odstranit.
- **Kontrolní karta A** - stejně tak jako záznam závad při výrobě je možné tuto kontrolní kartu převést do systému a nachystat ji tak, aby vyplněná data putovala v reálném čase do centrální databáze. I v tomto případě mohou zaměstnanci oddělení kvality data ihned vyhodnocovat. Převedením dokumentace do elektronické podoby je možno proces vyplňování zjednodušit viz obrázek [6.3](#).
- **Kontrolní karta B** - funguje na stejném principu jako kontrolní karta A a tak převedení do MES přináší stejné výhody. Převedením dokumentace do elektronické podoby je možné proces vyplňování zjednodušit jako viz obrázek [6.4](#).
- **Kontrolní karta 100% výroba** - obdoba odvádění výroby do výrobního terminálu - může být odstraněn.



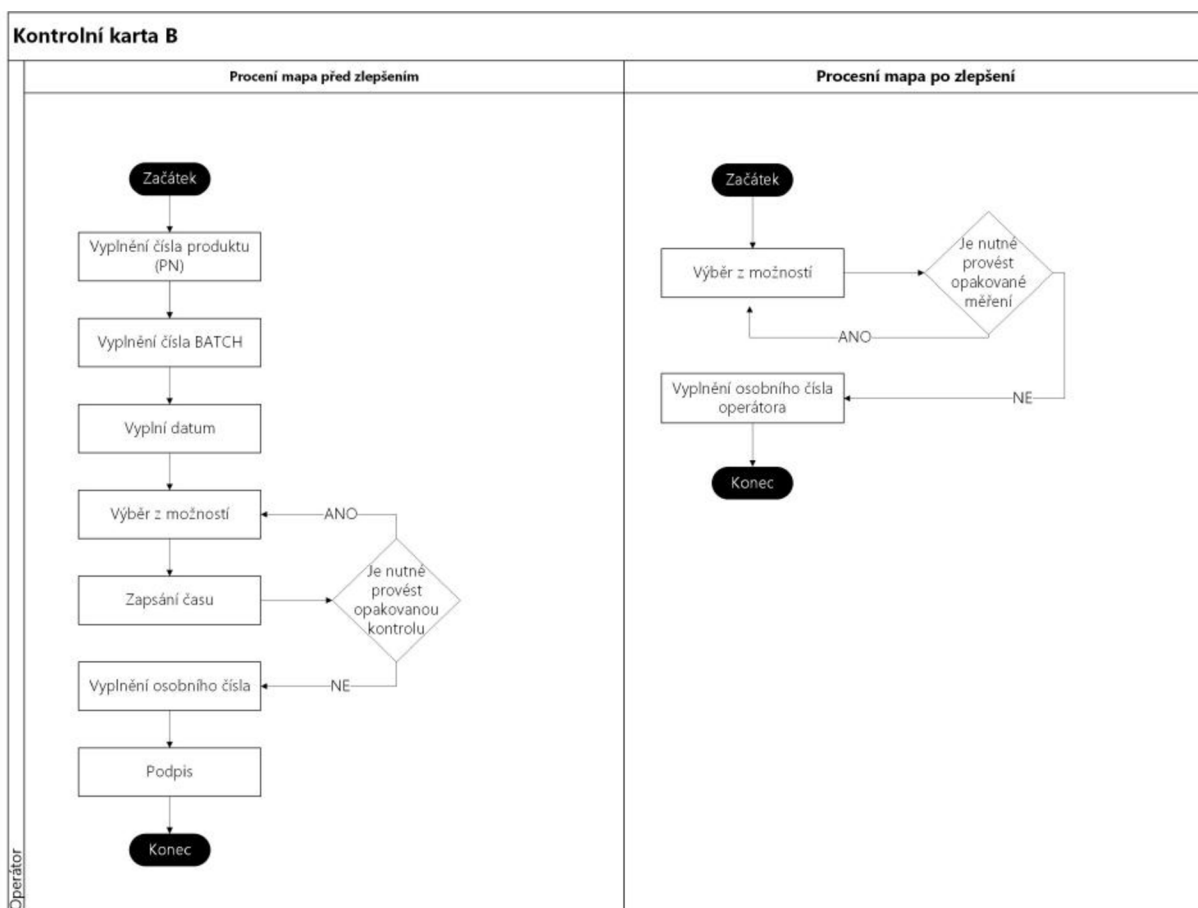
Obrázek 6.3 – Procesní mapa vyplňování kontrolní karty A, vlevo současný stav, vpravo po zavedení bezpapírové výroby.

- **Kontrolní pokyny** - dokument podobný pracovním pokynům. Kontrolní pokyny mohou být v systému zavedeny stejnou formou jako pracovní pokyny.
- **Seřizovací pokyny** - dokumenty sloužící jako návod pro seřízení výrobních zařízení. Do MES systému mohou být implementovány stejnou formou jako pokyny pracovní.
- **Zápisy o seřízení** - formulář, do kterého seřizovači vyplňují pravidelné kontroly a stavy oprav. Ty mohou být nahrazeny elektronickou formou.
- **Audity** - formulář sloužící k hodnocení výrobního procesu.

Jednoduchou ilustrací je na obrázku [6.5](#) znázorněn průběh využití dokumentace v procesu výroby. Žlutou barvou je označeno do jakých všech procesů bude zasahovat nově zavedený MES systém. Při porovnání s obrázkem v tabulce [5.19](#) (v kapitole současný pohled na stav podniku) je zřejmé, že dojde k velké úlevě od papírové dokumentace a velkému zpřehlednění činností, které musí během realizace zakázky operátor provádět.

6.1.3 Moderní pracoviště

Nedílnou součástí MES systému jsou moderní pracoviště opatřené výrobním terminálem. V analytické části byl rozebrán počet pracovišť v obou dílnách výrobní haly v Kuřimi a jejich



Obrázek 6.4 – Procesní mapa vyplňování kontrolní karty B, vlevo současný stav, vpravo po zavedení bezpapírové výroby.

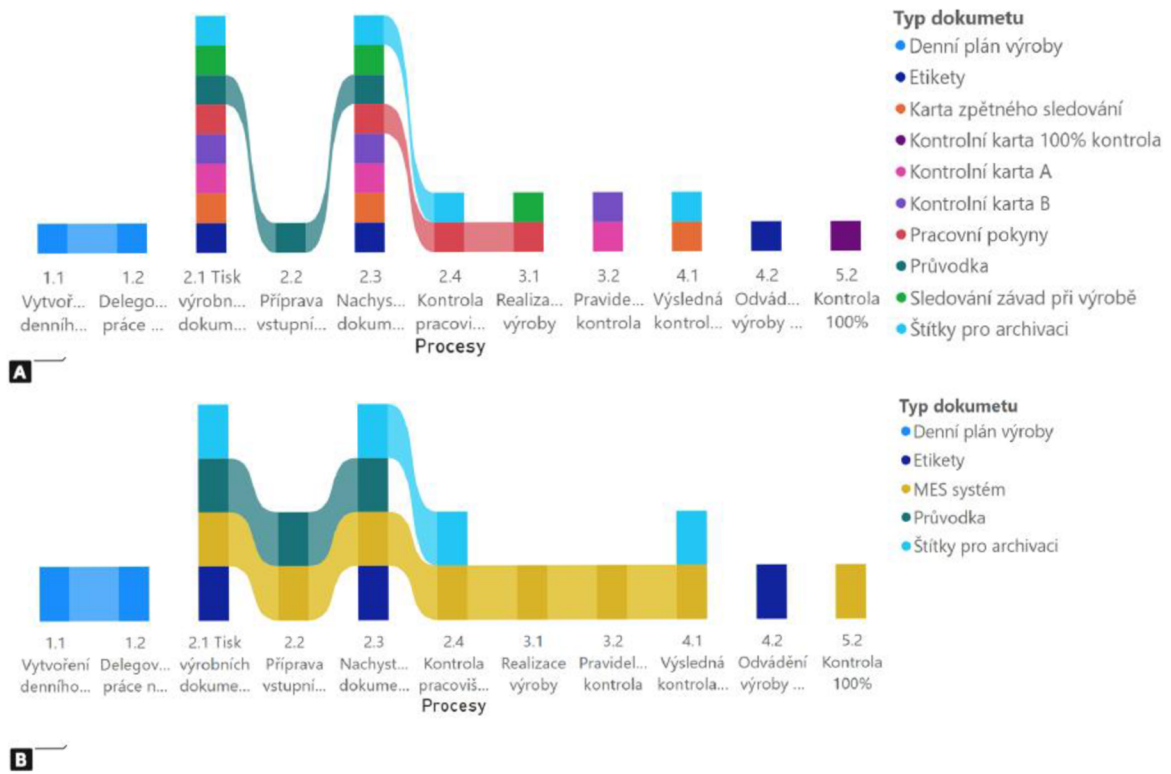
umístění v plánu haly. Ta se skládá ze stacionárních a mobilních pracovišť. Pro stacionární i mobilní pracoviště by bylo možné terminály umístit na nástěnku nad pracovním stolem. Z důvodu, velkého množství mobilních pracovišť jsou doporučeny průmyslové tablety s dostatečně velkou obrazovkou pro práci v prostředí MES, které umožňují možnost přemístění dle využitých pracovišť.

Průmyslový tablet

Je flexibilní výrobní tablet pro každé prostředí. Disponuje obrazovkou o velikosti 10" s možností ovládání přes aktivní stylus, prstem, s rukavicemi nebo bez rukavic. Tablet umožňuje konektivitu přes GPS, NFC, Bluetooth, Wi-Fi a mobilní připojení. Ukázka průmyslového tabletu je na obrázku [6.6](#).

Podnik si v tuto chvíli přeje zavést systém pouze na pracoviště pro hromadnou výrobu konektoru a kabelových svazků. U ostatní výroby není vyžadováno tolik kontrol a práce s dokumentací.

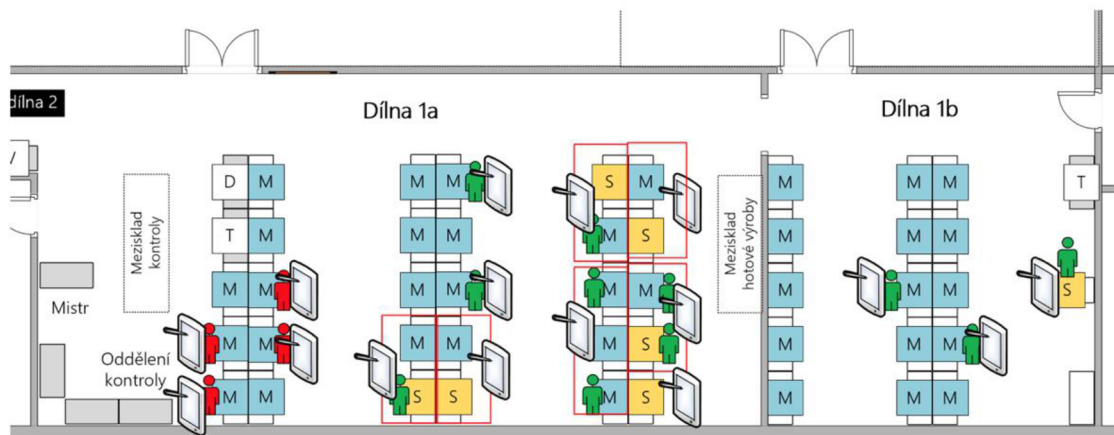
Pro výpočet množství pracovišť je vhodné, aby každé využité pracoviště obsahovalo průmyslový tablet nebo alespoň každý vyráběný produkt. Systém tak musí být ucelený a neměly by tak vznikat pracoviště fungující na starém papírovém způsobu.



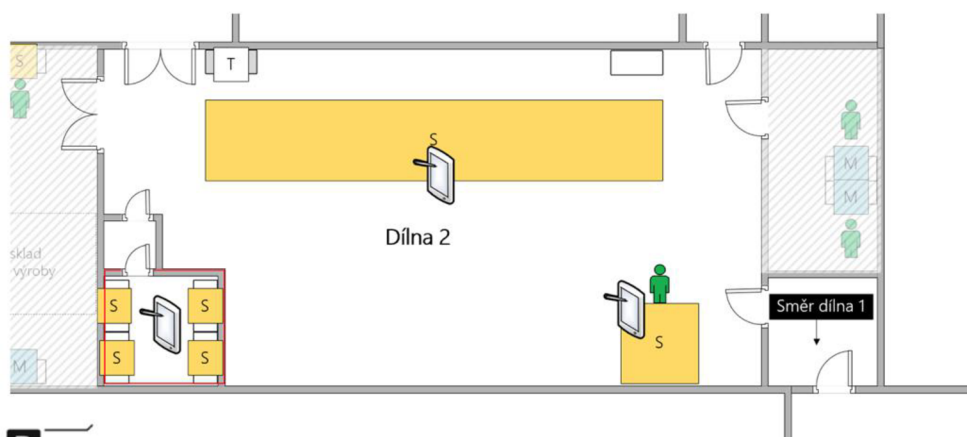
Obrázek 6.5 – Dokumentace ve výrobě A) stávající stav , B) přesun dokumentace do platformy MES.











Obrázek 6.6 – Výrobní tablet pro pracoviště [\[46\]](#).



A



B

-  průmyslový tablet
-  stacionární pracoviště
-  pohyblivá pracoviště
-  označuje místo pro odebrání dokumentace
-  výrobní terminál pro odvádění hotové výroby
-  váha
-  line-instruktor/kontrolor
-  operátor.

Obrázek 6.7 – Rozvržení průmyslových tabletů ve výrobní hale podniku KAMPOS A) dílna 1, B) dílna 2.

Pro stanovení počtu průmyslových tabletů se bude vycházet z nejčastějšího počtu zaměstnanců ve výrobě. V layoutu haly v obrázku 6.7 je znázorněn průměrný počet a rozmístění operátorů ve výrobě za minulý rok. Celkový počet průmyslových tabletů je uveden v tabulce 6.2.

Tabulka 6.2 – Ideální počet výrobních pracovišť v jednotlivých dílnách.

	Průmyslový tablet
Dílna 1	12
Dílna 2	3
Seřizovači, handymani, line-instruktoři	6
Oddělení kvality a jakosti	2
Celkem	23

6.2 Řídit

Poté co jsou problémy nalezeny a vyřešeny přichází poslední krok metody DMAIC. Fáze Řídit stanovuje nástroje, které pomohou navržené řešení udržet z dlouhodobého pohledu. Tímto nástrojem je sestavení pilotního řešení, kterým se bude systém ve výrobě testovat. Návrh pilotního řešení je podrobněji popsán v následující kapitole.

Realizace

Výsledkem této práce bylo navrhnout řešení, která odstraní nežádoucí efekty v analyzovaném podniku. Analytická a návrhová část diplomové definovala řešení, kterým je návrh nové vrstvy operativního řízení pomocí MES systému.

Pro realizaci byla provedena studie možných poskytovatelů této operativní vrstvy jako vhodná řešení byly zvažovány systémy Pharis a Comes, ale z důvodu, že každé řešení vyžaduje velké přizpůsobení na míru, bylo rozhodnuto, že bude ve společnosti KAMPOS vytvořeno vlastní řešení pomocí interních IT pracovníků.

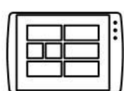
Výsledný produkt je prototypové řešení, které ověří pravdivost navržené úspory a bez velké investice započne plynulý přechod na moderní pracoviště pro operativní pracovníky výroby.

7.1 Pilotní řešení

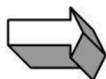
Pilotní produkt obsahuje většinu možností, které nabízejí na trhu dostupná MES řešení.

Pro výrobu byly zakoupeny dotykové obrazovky, které jsou umístěny ve stojanech na pracovním stole nebo pokud to pracoviště umožňuje na sloupek vedle pracovního stolu. MES systém displej funguje jako internetová aplikace. Ta je propojena s databází pomocí internetového připojení.

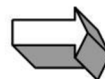
Na straně výrobního pracoviště (aplikace v dotykové obrazovce) jsou z databáze stahovány informace o vyráběné zakázce a jsou odesílány záznamy z její realizace. Na opačné straně mají řídicí pracovníci druhou internetovou aplikaci, která zobrazuje stav výroby a výsledky záznamu za minulá období. Zjednodušené schéma navrženého systému je znázorněno na obrázku [7.1](#).



Výrobní obrazovka zobrazuje informace z databáze a zaznamenává údaje z výroby, auditů a od sežizovačů.



Databáze obsahující informace o výrobním programu a záznamy z výrobních obrazovek.



Prostředí aplikace určené pro správu a vyhodnocení zaznamenaných dat.

Obrázek 7.1 – Schéma realizovaného řešení.

Aplikace na dotykové obrazovce na výrobní pracovišti obsahuje 3 hlavní oblasti: **záznam směny, auditů a údržbu**.

První oblast slouží jako náhrada papírové dokumentace pro realizaci výroby a jako prostředek pro záznam průběhu směny. Zde jsou zaznamenány neshodné výrobky a naměřené kontrolní rozměry.

Druhá část aplikace se věnuje problematice auditů (ty zaznamenávají pracovníci kvality a jakosti). Audity byly z papírové podoby převedeny do elektronických formulářů, které jsou po vyplnění odeslány do databáze.

Poslední část výrobní aplikace je údržba. Ta je připravena přímo pro seřizovače výroby. Ti místo manuálního vyplňování záznamu o proběhlé údržbě informace odesílají z tabletu. Zároveň jim aplikace automaticky připomíná, které výrobní stroje mají daný den seřadit.

V následující sérii obrázků **7.2** - **7.4** je prezentováno pilotní řešení.

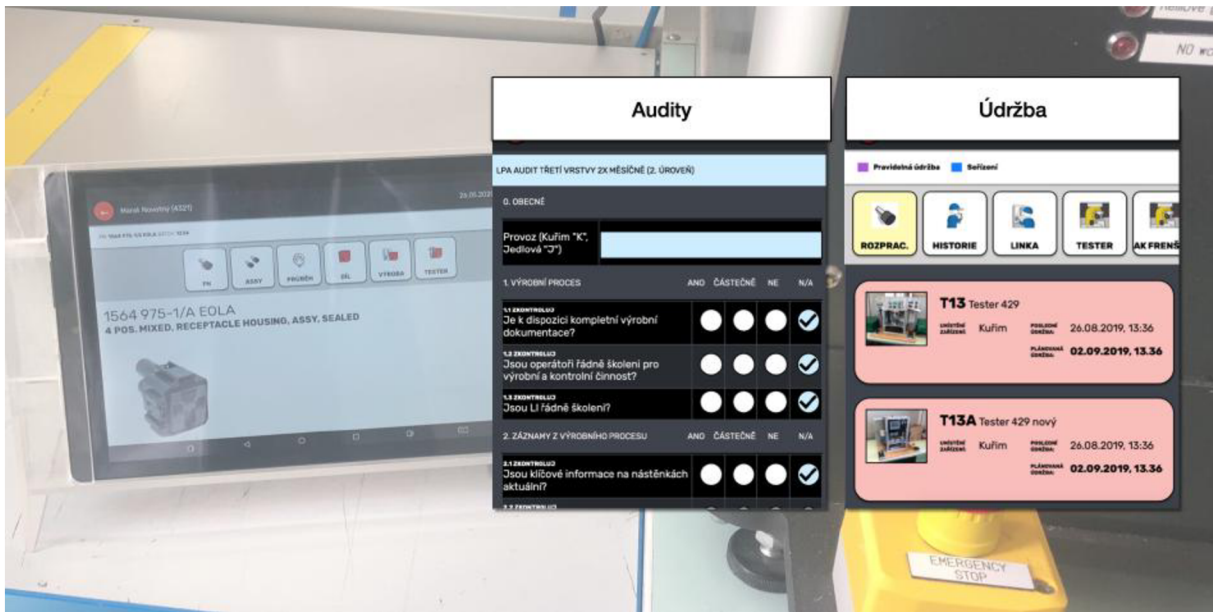


A

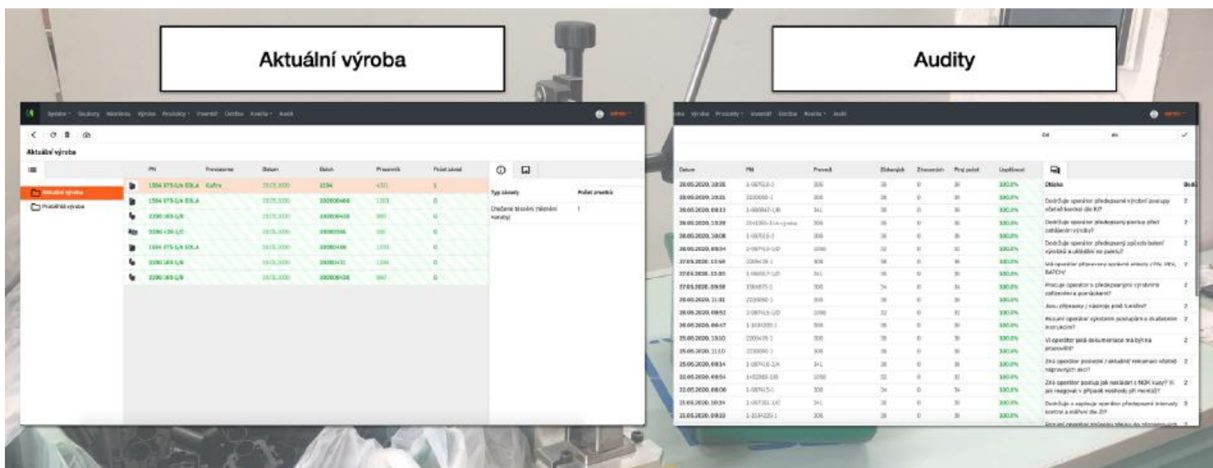


B

Obrázek 7.2 – Nové pracoviště vybavené dotykovou obrazovkou. A) s pracovištěm, B) detail.



Obrázek 7.3 – Fotografie obrazovky výrobního tabletu, vlevo průběh směny a záznam neshodných kusů, vpravo audity a údržba.



Obrázek 7.4 – Fotografie obrazovky pro správu záznamů, vlevo aktuální výroba, vpravo audity.

7.2 Problémy a doporučení

Pilotní řešení se v testovacím režimu ukázalo jako plně vyhovující a tak by mohl být využito i v reálném provozu. Nevýhodou navrženého řešení je nutnost neustálého připojení internetu a nepřímé připojení k ERP systému. To znamená, že každý operátor musí před zahájením směny vyplnit kód průvodky a výrobní šarže.

Avšak v tuto chvíli je řešení plně dostačující a jsou zde vidět značné úspory při zahajování a ukončování zakázky.

Zhodnocení návrhu

V předcházejících kapitolách byly postupně analyzovány procesy v podniku a následně navržena možná zlepšení. Výrobní firma by při zrealizování veškerých doporučení mohla výrazně ulevit svým zaměstnancům a navýšit produkci. Dle výpočtů v této kapitole by mohl výrobní podnik KAMPOS uspořit celkem 805 hodin v každém měsíci.

Tabulka 8.1 – Úspory zavedením navržených řešení.

	Celková měsíční úspora (hod)	Celková roční úspora (hod)
Úspora automatickým vyhodnocením dat	11,13	133,56
Úspora pohybů pracovníků	72,00	864,00
Úspora manipulačních časů	722,00	8 664,00
Celkem	805,13	9 661,56
Celkem v Kč (při průměrné hodinové mzdě 160Kč)	128 820,00	1 545 849,00

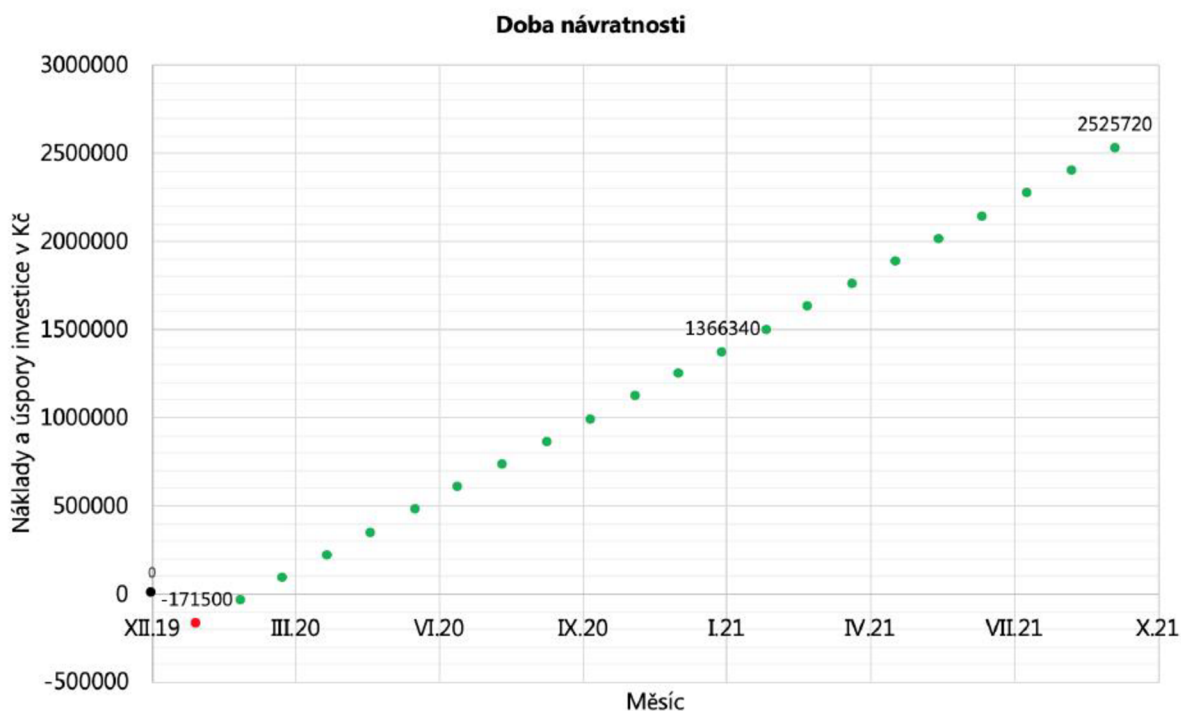
Naopak náklady na implementaci pilotního návrhu jsou složeny z nákupu průmyslových tabletů a práce IT oddělení, které na přípravě softwaru strávilo celkem 150 hodin. Podrobný rozpis nákladů na zhotovení pilotního MES systému včetně průmyslových tabletů je znázorněn v tabulce [8.2](#). V ceně není zahrnuta práce na zaškolení zaměstnanců.

Tabulka 8.2 – Rozpis nákladů na pilotní řešení.

	Množství/ Počet hodin práce	Celková cena v Kč
Pořízení průmyslových tabletů	23	80 500,00
Příslušenství k tabletům	23	11 000,00
Příprava MES softwaru	160	80 000,00
Celkem		171 500,00

Dalšími náklady je pravidelná údržba systému a průmyslových tabletů. Roční údržba je odhadována na cenu 8 000 Kč. Částka obsahuje obměnu 2 tabletů, roční provoz úložiště softwaru a obměnu části příslušenství k průmyslovým tabletům.

Graf návratnosti je zobrazen na obrázku [8.1](#). Je zde výhled na 2 roky při využívání MES systému. Návratnost po prvním roce využívání je 1 366 340 Kč, po dvou letech 2 525 720 Kč.



Obrázek 8.1 – Doba návratnosti investice.

8.1 Úspora automatickým vyhodnocením, zpracováním dokumentace

S odkazem na analýzu v předchozích fázích DMAIC metodologie dojde po zavedení automatického sbírání dat k úplnému odstranění rutinní operace u pracovníků kvality a jakosti.

Jak vyplynulo z dat analýzy, pracovník kvality přepisuje kontrolní karty do MS Excel a dále pak vyhodnocuje. Nejen, že MES systém data z pracovišť převede do centrální databáze, ale také je připraví a zobrazí v jednoduchých grafech nebo předpřipravených tabulkách.

Oddělení kvality a jakosti měsíčně zpracovává velké množství záznamů každé kontrolní karty a auditu. Při 45 sekundové době zpracování každého listu dokumentu dojde k úspoře cca 11 hodin měsíčně. Podrobný rozpis úspory automatickým zpracováním dokumentace je znázorněn v tabulce [8.3](#).

Tabulka 8.3 – Úspory automatickým zpracováním dokumentace.

Dokument	Počet zpracovaných dokumentů	Celková doba zpracování měsíčně (hod)
Zpětné sledování výroby	200	2,50
Kontrolní karta A	100	1,25
Kontrolní karta B	200	2,50
Audity	150	1,86
Celkem	650	11,13

8.2 Úspora pohybů pracovníků

V předchozí kapitole byly monitorováni pracovníci, který mají největší vliv na realizaci zakázky. Zbytečné pohyby vedou ke snižování produktivního času zaměstnance. Zavedením bezpapírové výroby dojde k výrazné úspoře pohybů ve výrobě. To zejména u line-instruktorů a operátorů. Úspora u operátorů bude počítána pomocí manipulačních časů. Line-instruktor má během své směny několik úkolů. Jedním z nich je kontrola operátorů a provádění pravidelných auditů nebo měření správnosti výrobků, druhým pak 100% kontrola hotové výroby po operátorech.

Zavedením MES systému dojde ke zjednodušení rozjezdu a ukončení výroby. Line-instruktor bude muset obcházet operátory pouze v případě kontroly rozměru výrobku. Časová úspora by se mohla pohybovat mezi 45-60 minutami za směnu u jednoho line-instruktora. U operátorů je časová úspora nadbytečným pohybem zahrnuta v manipulačních časech

(z toho důvodu v tabulce 8.3 - 0 hod). Podrobný rozpis úspory nadbytečným pohybem pracovníků je znázorněn v tabulce [8.4](#)

Tabulka 8.4 – Úspory nadbytečným pohybem pracovníků.

Pracovník	Celková doba pohybu měsíčně (hod)
Operátor (bude řešeno pomocí manipulačních časů)	0
Mistr	0
Line-instruktoři (2)	72,00
Celkem	72,00

8.3 Úspora manipulačních časů

Časy manipulace jsou neproduktivní časy výroby. Zjednodušením a odstraněním rutinních operací dojde k výraznému zkrácení některých podskupin manipulačního času. Bezpapírová výroba by měla zajistit téměř úplnou eliminaci některých manipulačních operací. Úspora je dle předchozích poznatků stanovena v případě **zápisu a kontroly PN, vyplnění kontrolních karet a dokumentů na 80 %**, v operaci **vyhledání a pročtení pracovních pokynů 50 %** a **úklid pracoviště opět 50 %**. Podrobný rozpis úspory manipulačních časů je znázorněn

v tabulce [8.5](#).

Tabulka 8.5 – Úspory manipulačních časů.

Manipulační čas	Úspora (%)	Celková úspora měsíčně (hod)
Zápis a kontrola PN, vyplnění kontrolních karet a dokumentů	80	44,00
Vyhledání a pročtení pracovních pokynů	50	326,00
Manipulace s materiálem	0	
Nasypání do přepravek	0	
Skládání do krabic	0	
Zabalení	0	
Vážení	0	
Nalepení etikety	0	
Úklid pracoviště	50	352,00
Celkem		722,00

Závěr

Cílem práce bylo zjištění stávajících problémů a navržení takového řešení, které odstraní negativní vlivy výrobní společnosti KAMPOS, s.r.o.

Mezi negativní vlivy lze především definovat rutinní operace zaměstnanců výrobního závodu.

Výsledný návrh byl vytvořen na základech podrobné rešerše moderních technologií a trendu v oblasti výroby (bezpapírová výroba, Průmyslu 4.0). Současně bylo využito filozofií a směrů zabývajících se zlepšováním podnikové vitality LEAN, SixSigma a Teorie omezení.

Při analýze a návrhu jsem byl v úzkém kontaktu s vedením a zaměstnanci firmy KAMPOS, s.r.o. a věnovali jsme značné úsilí tomu, abychom našli správné řešení, a aby jeho implementace proběhla hladce (mezi operátory, line-instruktory, handymany a seřizovači). Během definování a hledání vhodných řešení vznikalo několik podrobných analýz a měření ve výrobě.

Výsledným řešením diplomové práce je návrh nové operativní vrstvy řízení výroby pomocí implementace MES systému. Ve společnosti KAMPOS, s.r.o. tak bude zaveden nový interní systém, který bude uchovávat informace o rozpracované výrobě, výrobní dokumentaci, množství neshodných kusů během realizace zakázky, výsledky kontrolních měření, auditů a také záznamy o seřízení strojů. Všechny informace budou dostupné ihned v digitální podobě a budou vždy aktuální.

Tato poměrně výrazná změna odstraní neoblíbené rutinní operace jako vyhledávání dokumentace, vyplňování kontrolních karet a zdlouhavé přepisování do elektronické podoby.

Změna také značně promění prostředí výrobních pracovišť, na kterých bude umístěn průmyslový tablet. V tabletu si operátor najde veškerou potřebnou dokumentaci bez zdlouhavého vyhledávání a budou zde zaznamenávány všechny informace.

Zavedení MES systému se také projeví na úpravě činností napříč celým procesem realizace zakázky.

Výsledkem práce bylo sestavení pilotního řešení, na kterém se v současné době testuje jeho celkový přínos pro zlepšení výroby. Dle dosud známých informací by během následujícího roku mělo dojít k úspoře cca 9 661 hodin práce při současné investici 171 500 Kč. **Management firmy to hodnotí velmi pozitivně.**

„Neexistuje způsob jak vytvořit nové bohatství jen snižováním nákladů a propouštěním zaměstnanců. Firma musí přežít od odtučňování a anorexie k budování svalové hmoty“ (ekonom Kjell A. Nordström). Navržený systém operativního řízení výroby musí být toho důkazem.

Literatura

- [1] MATT, D. T., MODRÁK, V. a ZSIFKOVITS, H. *Industry 4.0 for SMEs: Challenges, Opportunities and Requirements* [online]. Leoben: Macmillan, 2020 [cit. 2020-05-13]. ISBN 978-3-030-25425-4. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-25425-4>.
- [2] *Paperless Manufacturing* [online]. Plano: Siemens, 2020 [cit. 2020-05-13]. Dostupné z: <https://www.plm.automation.siemens.com/global/en/our-story/glossary/paperless-manufacturing/36236>.
- [3] DYDUCH, T. The Business Case for Paperless Manufacturing. *Industry Week* [online]. Cleveland: [b.n.]. 2013, sv. 2013, [cit. 2020-05-13]. ISSN 00390895. Dostupné z: <https://search.proquest.com/docview/1459326868?accountid=17115>.
- [4] GAURANG, T. Adopting a Paperless Manufacturing Environment. *Product Design & Development* [online]. 2015, sv. 2015, [cit. 2020-05-13]. Dostupné z: <https://search.proquest.com/docview/1756052560?accountid=17115>.
- [5] SHORT, I. Eine Zukunft ohne Papier. *IT & Production* [online]. 2020, sv. 2020, [cit. 2020-05-13]. Dostupné z: <https://www.it-production.com/fertigungsnahe-it/auf-dem-weg-zur-papierlosen-fabrik/2/>.
- [6] SVĚTLÍK, V. MES (Manufacturing Execution Systems): Informační systémy zaměřené na přímou výrobu. *System online* [online]. 2001, sv. 2001, č. 9, [cit. 2020-05-13]. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/clanky/mes-manufacturing-execution-systems.htm>.
- [7] MONK, E. a WAGNER, B. *Concepts in Enterprise Resource Planning*. Fourth Edition. Boston: Course Technology, 2013. ISBN 978-1-111-82039-8.
- [8] *About SAP Modules* [online]. Burlington: SAP webpage Tutorials, 2017 [cit. 2020-03-25]. Dostupné z: <https://www.sapwebpagetutorials.com/about-sap-modules-sap-modules-list-overview/>.
- [9] *ERP systém pro celou firmu* [online]. Ostrava: K2 atmitec, 2020 [cit. 2020-03-25]. Dostupné z: <https://www.k2.cz/cs/erp-system-pro-celou-firmu>.
- [10] *MES Systémy ve strojírenství – část 1* [online]. Brno: MES Centrum, 2013 [cit. 2020-03-25]. Dostupné z: <http://www.mescentrum.cz/katalog/90-mes/clanky/mesmom/131-mes-systemy-ve-strojirenstvi-cast-2>.
- [11] KLETTI, J. *Manufacturing Execution Systems – MES*. Mosbach: Springer, 2007. ISBN 978-3-540-49743-1.
- [12] *Detailed Planning using HYDRA Shop Floor Scheduling* [online]. Mosbach: MPDV, 2020 [cit. 2020-03-25]. Dostupné z: <https://www.mpdv.com/en/products-solutions/mes-hydra/shop-floor-scheduling/#c488-2>.
- [13] *Co je MES - Výrobní informační systém* [online]. Brno: MES Centrum, 2019 [cit. 2020-03-25]. Dostupné z: <http://www.mescentrum.cz/o-projektu/co-mes/72-co-je-mes>.
- [14] *Dynamic Manufacturing Control with HYDRA DMC* [online]. Mosbach: MPDV,

- 2020 [cit. 2020-03-25]. Dostupné z: <https://www.mpdv.com/en/products-solutions/mes-hydra/dynamic-manufacturing-control/>.
- [15] *Process Data Collection with HYDRA PDV* [online]. Mosbach: MPDV, 2020 [cit. 2020-03-25]. Dostupné z: <https://www.mpdv.com/en/products-solutions/mes-hydra/processdata/>.
- [16] *Tool & Resource Management with HYDRA WRM* [online]. Mosbach: MPDV, 2020 [cit. 2020-03-25]. Dostupné z: <https://www.mpdv.com/en/products-solutions/mes-hydra/tool-resource-management/>.
- [17] *In-Production Inspection with HYDRA FEP* [online]. Mosbach: MPDV, 2020 [cit. 2020-03-25]. Dostupné z: <https://www.mpdv.com/en/products-solutions/mes-hydra/in-production-inspection/>.
- [18] *MES PHARIS, Výrobní informační systém* [online]. Brno: Unis, 2020 [cit. 2020-03-25]. Dostupné z: <https://www.pharis.cz>.
- [19] *Informační systémy MES, OEE a CMMS* [online]. Brno: Act-in, 2020 [cit. 2020-03-25]. Dostupné z: <http://www.act-in.cz/informacni-systemy-mes>.
- [20] *O systému COMES* [online]. Žďár nad Sázavou: Compas automatizace, 2020 [cit. 2020-03-25]. Dostupné z: <https://www.comes.eu/o-systemu-comes>.
- [21] *Manufacturing Execution System HYDRA* [online]. Mosbach: MPDV, 2020 [cit. 2020-03-25]. Dostupné z: <https://www.mpdv.com/de/produkte-loesungen/mes-hydra/>.
- [22] JUROVÁ, M. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. Praha: Grada Publishing, 2016. ISBN 978-80-247-5717-9.
- [23] TOMEK, G. a VÁVROVÁ, V. *Řízení výroby*. Praha: Grada, 1999. ISBN 80-716-9578-5.
- [24] *Metody a nástroje: Štíhlý a inovativní podnik* [online]. Slaný: Akademie produktivity a inovací, 2020 [cit. 2020-03-25]. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/24882-metody-a-nastroje>.
- [25] *Introduction To Lean* [online]. Keller: Gemba Academy, 2020 [cit. 2020-03-25]. Dostupné z: <https://www.gembaacademy.com/school-of-lean/introductory-topics>.
- [26] GEORGE, M., ROWLANDS, D. a KASTLE, B. *Was ist Lean Six Sigma?* Berlin: Springer, 2007. ISBN 978-3-540-32329-7.
- [27] *Štíhlý materiálový a hodnotový tok* [online]. Praha: MM publishing, 2014 [cit. 2020-03-25]. Dostupné z: <http://firmy.mmspektrum.com/clanek/stihly-materialovy-a-hodnotovy-tok.html>.
- [28] *Ten Commandments of Continuous Improvement* [online]. Keller: Gemba Academy, 2020 [cit. 2020-03-25]. Dostupné z: <https://www.gembaacademy.com/school-of-lean/introductory-topics/ten-commandments-of-continuous-improvement>.
- [29] *Dealing With the Seven Deadly Wastes* [online]. Keller: Gemba Academy, 2020 [cit. 2020-03-25]. Dostupné z: <https://www.gembaacademy.com/school-of-lean/seven-deadly-wastes/seven-deadly-wastes-2016>.
- [30] *Dealing With the Seven Deadly Wastes: Waste of Defects* [online]. Keller: Gemba Academy, 2020 [cit. 2020-03-25]. Dostupné z: <https://www.gembaacademy.com/school-of-lean/seven-deadly-wastes/seven-deadly-wastes-2016/waste-of-defects-1>.
- [31] *Dealing With the Seven Deadly Wastes: Waste of Inventory* [online]. Keller: Gemba Academy, 2020 [cit. 2020-03-25]. Dostupné z:

- <https://www.gembaacademy.com/school-of-lean/seven-deadly-wastes/seven-deadly-wastes-2016/waste-of-inventory-1>.
- [32] *Dealing With the Seven Deadly Wastes: Waste of Processing* [online]. Keller: Gemba Academy, 2020 [cit. 2020-03-25]. Dostupné z: <https://www.gembaacademy.com/school-of-lean/seven-deadly-wastes/seven-deadly-wastes-2016/waste-of-processing-1>.
- [33] *Dealing With the Seven Deadly Wastes: Waste of Waiting* [online]. Keller: Gemba Academy, 2020 [cit. 2020-03-25]. Dostupné z: <https://www.gembaacademy.com/school-of-lean/seven-deadly-wastes/seven-deadly-wastes-2016/waste-of-waiting-1>.
- [34] *Dealing With the Seven Deadly Wastes: Waste of Motion* [online]. Keller: Gemba Academy, 2020 [cit. 2020-03-25]. Dostupné z: <https://www.gembaacademy.com/school-of-lean/seven-deadly-wastes/seven-deadly-wastes-2016/waste-of-motion-1>.
- [35] *Dealing With the Seven Deadly Wastes: Waste of Transportation* [online]. Keller: Gemba Academy, 2020 [cit. 2020-03-25]. Dostupné z: <https://www.gembaacademy.com/school-of-lean/seven-deadly-wastes/seven-deadly-wastes-2016/waste-of-transportation-1>.
- [36] *Dealing With the Seven Deadly Wastes: Waste of Overproduction* [online]. Keller: Gemba Academy, 2020 [cit. 2020-03-25]. Dostupné z: <https://www.gembaacademy.com/school-of-lean/seven-deadly-wastes/seven-deadly-wastes-2016/waste-of-overproduction-1>.
- [37] WILSON, L. *How to Implement Lean Manufacturing*. 2 ed. United States: The McGraw-Hill, 2015. ISBN 978-0-07-162507-4.
- [38] SVOZILOVÁ, A. *Zlepšování podnikových procesů*. Praha: Grada, 2011. ISBN 978-80-247-3938-0.
- [39] *Six Sigma* [online]. Plzeň: ManagementMania.com, 2016 [cit. 2020-05-14]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/six-sigma>.
- [40] *Six Sigma* [online]. Praha: Lean Six Sigma, 2020 [cit. 2020-05-14]. Dostupné z: <https://lean6sigma.cz/six-sigma/>.
- [41] *DMAIC metoda* [online]. Brno: Vlastní cesta, 2012 [cit. 2020-05-14]. Dostupné z: <https://www.vlastnicesta.cz/metody/dmaic-metoda-1/>.
- [42] GOLDRATT, E. M. a COX, J. *Cíl: proces trvalého zlepšování*. 2. přeprac. vyd. Praha: INTERQUALITY, 2001. ISBN 80-902-7702-0.
- [43] *O Teorii omezení* [online]. Praha: Goldratt, 2015 [cit. 2020-05-14]. Dostupné z: <http://www.goldratt.cz/teorie-omezeni/o-teorii-omezeni>.
- [44] GOLDRATT, E. M. *Cíl II*. Praha: InterQuality, 2006. ISBN 80-902-7703-9.
- [45] *GALERIE: Výrobní hala* [online]. Kuřim: Kampos, 2020 [cit. 2020-04-02]. Dostupné z: <http://www.kamos.cz/wp-content/gallery/areal-kamos/Kamos-83.jpg>.
- [46] *TABLET ZEBRA ET55* [online]. Liberec: FOXON, 2020 [cit. 2020-04-07]. Dostupné z: <https://eshop.foxon.cz/cs/45384-tablet-zebra-et55-101-android-51-hdd-32-gb-ram-2-gb-5900-mah-ip-65.html>.

Seznam použitých zkratek

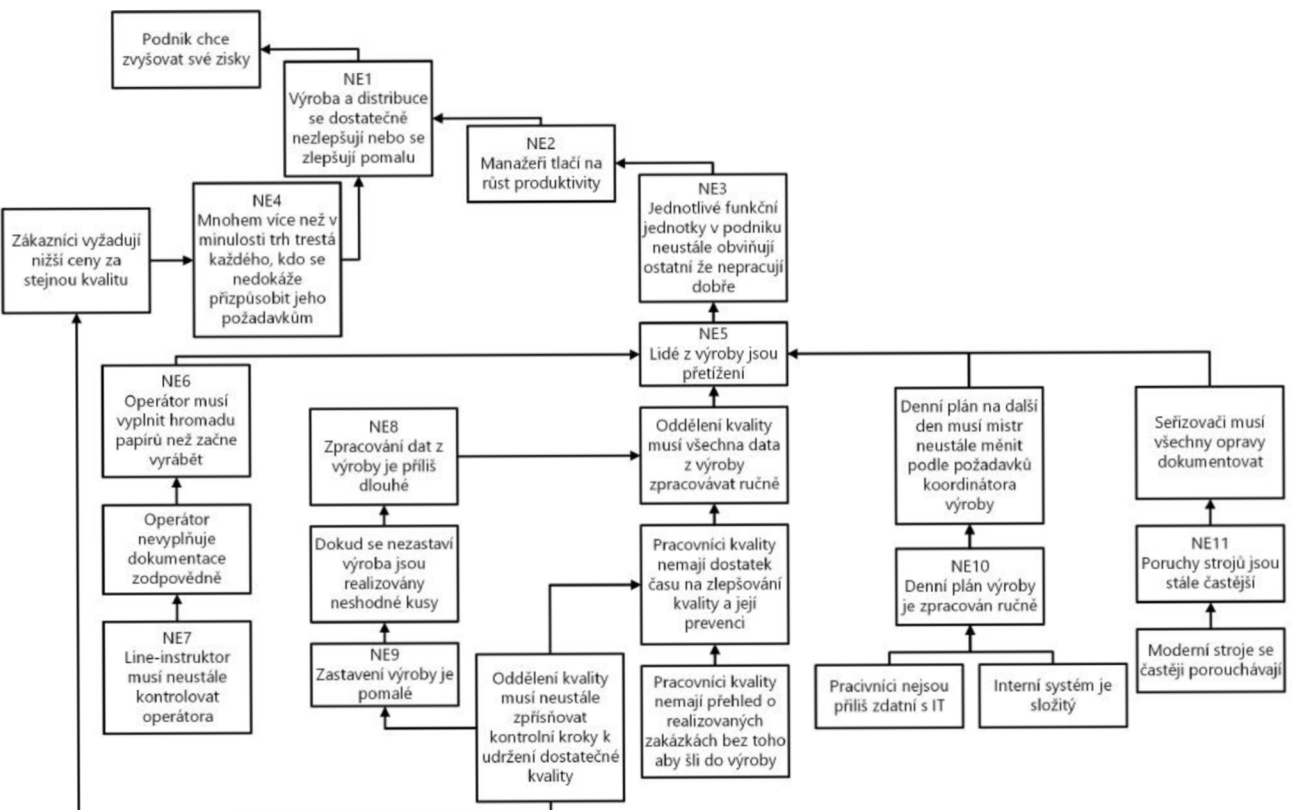
Zkratka	Popis
CRT	Strom současné reality
DMAIC	Nástroj pro aplikaci SixSigma
ERP	Informační systém, který propojuje podnikové procesy
GPS	Družicový polohový systém
IS	Interní systém
IT	Informační technologie
KPI	Výkonnostní ukazatelé
K2	ERP systém od společnosti Atmitec
LEAN	Štíhlý podnik
MES	Informační systém zaměřený na plánování a řízení výroby
MESA	Organizace zaštiťující definování MES systému
MSP	Microsoft
NFC	Bezdrátová komunikace
OEE	Celková efektivita zařízení
PDF	Elektronický formát dokumentu
PN	Produktové číslo
RFID	Identifikace na rádiové frekvenci
TOC	Teorie omezení
Wi-Fi	Bezdrátová síť
5S	Jedna z metod štíhlého řízení

Seznam příloh

Příloha A Strom současné reality výrobní části podniku Kampos

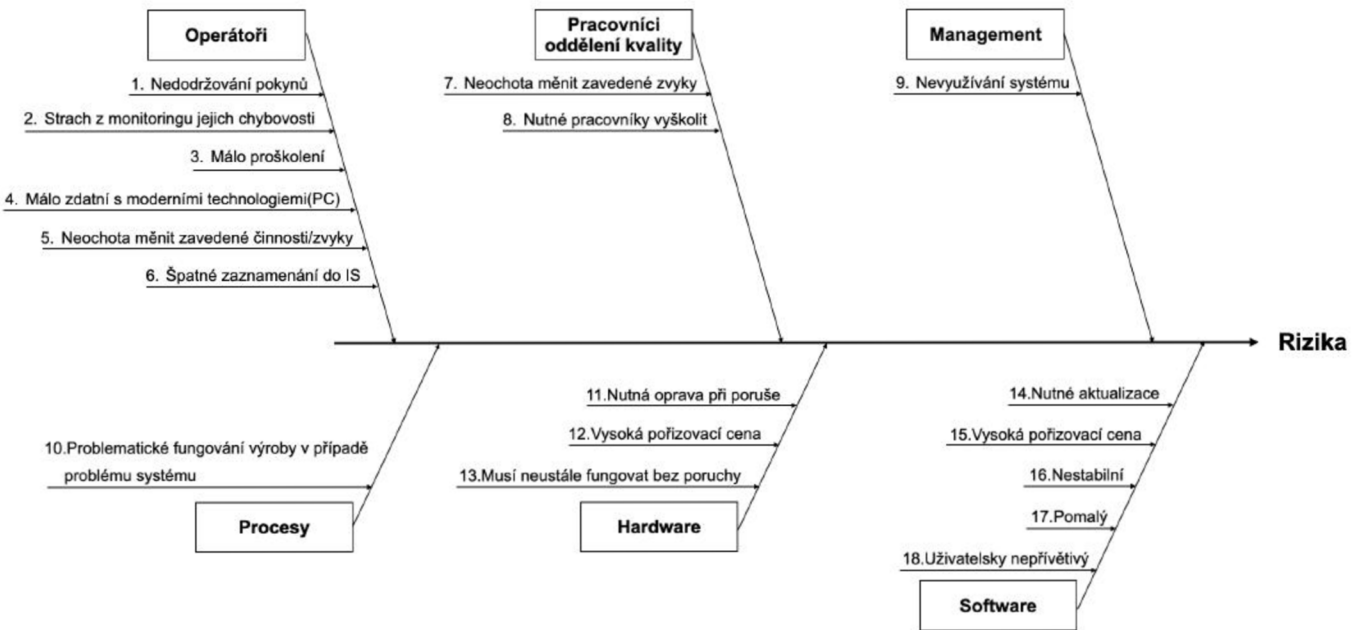
Příloha B Ishikawa diagram rizik

Strom současné reality výrobní části podniku Kampus



Obrázek .2 – Strom současné reality výrobní části podniku Kampus (vlastní zpracování)

Ishikawa diagram rizik



Obrázek .3 – Ishikawa diagram rizik (vlastní zpracování)