

Implementace vybraného modulu informačního systému ve výrobní společnosti

Bc. Martin Večerka

Diplomová práce
2025



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta logistiky a krizového řízení

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta logistiky a krizového řízení

Ústav krizového řízení

Akademický rok: 2024/2025

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení:	Bc. Martin Večerka
Osobní číslo:	L23348
Studijní program:	N1032A020002 Bezpečnost společnosti
Specializace:	Rizikové inženýrství
Forma studia:	Kombinovaná
Téma práce:	Implementace vybraného modulu informačního systému ve výrobní společnosti

Zásady pro vypracování

- Zpracujte literární rešerši vztahující se k zadané problematice z domácích i zahraničních zdrojů.
- Charakterizujte řešenou problematiku a analyzujte současné možnosti řešení.
- Na základě provedené analýzy navrhněte implementaci konkrétního řešení.
- Vyhodnoťte teoretické a praktické přínosy diplomové práce.

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

1. FOTR, Jiří a ŠVECOVÁ, Lenka. *Manažerské rozhodování: postupy, metody a nástroje rozhodování v dynamickém a nejistém prostředí*. 4. vydání. Jesenice: Ekopress, 2022. ISBN 978-80-87865-76-7.
2. MAŘÍK, Vladimír a KEIL, Robert. *Průmysl 4.0: základ ekonomické transformace ČR*. 1. vydání. Praha: Grada Publishing, 2023. ISBN 978-80-271-2459-6.
3. FLJDR, Jiří. *Propojení výroby a informačních systémů v praxi*. 1. vydání. Praha: Grada Publishing, 2023. ISBN 978-80-271-2459-6.
4. USTUNDAG, Alp a CEVIKAN, Emre. *Industry 4.0: managing the digital transformation. Springer series in advanced manufacturing*. Cham, Switzerland: Springer, 2018. ISBN 9783319578699.
5. GOVINDARAJU, Rajesri a PUTRA, Krisna. *A methodology for Manufacturing Execution Systems (MES) implementation*. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2016, 114, 012094.

Další odborná literatura dle doporučení vedoucího diplomové práce.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. et Ing. Jiří Konečný, Ph.D.**
Ústav krizového řízení

Datum zadání diplomové práce: **2. prosince 2024**
Termín odevzdání diplomové práce: **25. dubna 2025**

L.S.

prof. Ing. Zuzana Tučková, Ph.D.
děkanka

Ing. et Ing. Jiří Konečný, Ph.D.
ředitel ústavu

V Uherském Hradišti dne 2. prosince 2024

PROHLÁŠENÍ AUTORA DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že

- odevzdáním diplomové práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., v platném znění bez ohledu na výsledek obhajoby;
- diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a bude dostupná k nahlédnutí;
- jedno vyhotovení diplomové práce v listinné podobě bude ponecháno Univerzitě Tomáše Bati ve Zlíně k uložení;
- na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- podle § 60 odst. 1 autorského zákona má Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou práci – nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem diplomové práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá; neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji, že

- jsem na diplomové práci pracoval(a) samostatně a použitou literaturu jsem řádně citoval(a); v případě publikace výsledků budu uveden(a) jako spoluautor;
- odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

V Uherském Hradišti, dne 25.4.2025

.....
podpis autora

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá návrhem a posouzením implementace vybraného informačního modulu zaměřeného na správu nástrojových sestav ve výrobním podniku. Cílem práce je vytvoření plánu implementace vybraného informačního modulu zaměřeného na racionalizaci nástrojového hospodářství v konkrétním výrobním podniku. V teoretické části jsou analyzovány dostupné softwarové systémy, z nichž byla pomocí vícekriteriálního hodnocení vybrána nejvhodnější varianta. Následně byla zpracována studie proveditelnosti včetně ekonomického zhodnocení prostřednictvím standardních ekonomických metod a analýzy rizik pomocí metody RIPRAN (Risk Project Analysis – Analýza rizik projektu). Výsledky práce potvrzují, že nasazení specializovaného modulu přináší významné přínosy pro efektivitu výroby a hospodárnost podniku, a to i s výhledem na možnost budoucí integrace s dalšími systémy.

Klíčová slova: Nástrojové hospodářství, digitalizace, vícekriteriální hodnocení, výrobní informační systém, studie proveditelnosti, CBA, NPV, RIPRAN.

ABSTRACT

This thesis deals with the design and assessment of the implementation of a selected information module focused on tool assembly management in a manufacturing company. The aim of the work is to create a plan for the implementation of a selected information module aimed at rationalization of tool management in a specific manufacturing company. The theoretical part analyzes available software systems, from which the most suitable variant was selected using multi-criteria evaluation. Subsequently, a feasibility study was prepared, including economic evaluation using standard economic methods and risk analysis conducted with the RIPRAN (Risk Project Analysis) method. The results confirm that the deployment of the specialized module brings significant benefits to production efficiency and cost-effectiveness, with a perspective for future integration with other systems.

Keywords: Tool Management, Digitalization, Multi-criteria Evaluation, Manufacturing Execution System, Feasibility Study, CBA, NPV, RIPRAN.

Poděkování patří především mému vedoucímu práce Ing. et Ing. Jiřímu Konečnému Ph.D. za jeho cenné rady, odborné vedení a hlavně vstřícnost, které mi velmi pomohly k vypracování této diplomové práce. Mé další poděkování patří pracovníkům ve vybrané organizaci za jejich vstřícnost a dobré rady. Důležité poděkování patří mé manželce Michaele, rodině a kamarádům, kteří pro mne byli obrovskou podporou po celou dobu mého studia a psaní této práce.

„Pro člověka, který chce a má vědomosti, není nic nemožné.“ Tomáš Baťa

OBSAH

ÚVOD.....	11
CÍL PRÁCE A POUŽITÉ METODY.....	13
I TEORETICKÁ ČÁST	14
1 PODNIKOVÉ INFORMAČNÍ SYSTÉMY V KONTEXTU ORGANIZACE VÝROBY	15
1.1 MANAGEMENT PROCESŮ VE VÝROBNÍCH PODNICÍCH.....	15
1.1.1 Úrovně managementu procesů	15
1.1.2 Optimalizační techniky řízení výroby	16
1.2 PODNIKOVÉ INFORMAČNÍ SYSTÉMY PODPORUJÍCÍ ŘÍZENÍ VÝROBY	18
1.2.1 Systém pro plánování podnikových zdrojů	18
1.2.2 Systém pro řízení skladů	19
1.2.3 Systém pro řízení výroby	20
2 DEFINICE VÝROBNÍHO PROSTŘEDÍ A JEHO ZAŘAZENÍ V INFORMAČNÍCH SYSTÉMECH	21
2.1 VYBRANÉ VÝROBNÍ PRVKY PODPORUJÍCÍ DIGITALIZACI A AUTOMATIZACI VÝROBY.....	21
2.2 INTEGRACE INFORMAČNÍCH SYSTÉMŮ S VÝROBOU A JEJÍMI PRVKY	23
2.2.1 Výrobní procesy	23
2.2.2 Druhy výroby a uspořádání pracovišť	24
2.2.3 Zapojení lidských zdrojů	25
3 PROJEKTOVÉ ŘÍZENÍ	27
3.1 ZÁKLADY PROJEKTOVÉHO MANAGEMENTU	27
3.2 PRAKTICKÉ NÁSTROJE PROJEKTOVÉHO MANAGEMENTU.....	29
3.3 POSUZOVÁNÍ RIZIK A ROZHODOVÁNÍ V RÁMCI PROJEKTOVÉHO ŘÍZENÍ.....	30
3.3.1 Principy a fáze řízení rizik	30
3.3.2 Metody analýzy rizik.....	31
3.3.3 Vícekriteriální rozhodování	31
3.3.4 Metoda RIPRAN	32
3.4 ROZHODUJÍCÍ FAKTORY PODMIŇUJÍCÍ ÚSPĚCH PROJEKTOVÉHO ŘÍZENÍ	33
3.4.1 Ekonomická návratnost	33
3.4.2 Knowledge management	35
3.4.3 Personální management	35
4 DÍLČÍ ZÁVĚR TEORIE.....	37
II PRAKTICKÁ ČÁST.....	38
5 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU ŘÍZENÍ PROCESU VE VYBRANÉ SPOLEČNOSTI.....	39
5.1 POPIS VYBRANÉ SPOLEČNOSTI.....	39
5.2 METODIKA SBĚRU DAT	40

5.3	ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU PROCESU PRO ŘÍZENÍ NÁSTROJOVÝCH SESTAV	41
5.3.1	Vyjádření původního procesu pomocí vývojového diagramu a statistik	42
5.3.2	Nákladovost původního procesu	44
5.3.3	Statistika využití času programátorů a seřizovačů v původním procesu.....	44
6	NÁVRH A VÝBĚR SOFTWARE PRO NÁSTROJOVÉ HOSPODÁŘSTVÍ.....	51
6.1	URČENÍ KRITÉRIÍ PRO HODNOCENÍ.....	51
6.2	POROVNÁNÍ SYSTÉMŮ VÍCEKRITÉRIÁLNÍM HODNOCENÍM	55
6.3	EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ NAVRHOVANÉ VARIANTY	58
7	STUDIE PROVEDITELNOSTI IMPLEMENTACE VYBRANÉHO MODULU SYSTÉMU MES.....	61
7.1	VÝVOJOVÝ DIAGRAM VYBRANÉHO MODULU NÁSTROJOVÝCH SESTAV	61
7.2	POPIS POTŘEBNÉHO TECHNICKÉHO A PERSONÁLNÍHO ZAJIŠTĚNÍ.....	63
7.2.1	Technické zajištění	63
7.2.2	Personální zajištění.....	64
7.3	ANALÝZA RIZIK IMPLEMENTACE MODULU POMOCÍ METODY RIPRAN.....	64
7.4	OHODNOCENÍ RIZIK ZAVÁDĚNÍ MODULU	66
7.5	NÁVRH OPATŘENÍ KE SNÍŽENÍ RIZIK	69
7.6	EKONOMICKÉ VYHODNOCENÍ IMPLEMENTACE MODULU PO OŠETŘENÍ RIZIK.....	71
7.7	WBS A HARMONOGRAM ZAVEDENÍ MODULU MES SYSTÉMU.....	74
8	VYHODNOCENÍ STUDIE PROVEDITELNOSTI A PŘÍNOSŮ DIPLOMOVÉ PRÁCE	77
	ZÁVĚR.....	79
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	81
	SEZNAM OBRÁZKŮ	85
	SEZNAM TABULEK.....	86
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	87
	SEZNAM PŘÍLOH.....	89

ÚVOD

Současný průmysl čelí rostoucím požadavkům na efektivitu, flexibilitu a zároveň musí být schopný rychle reagovat na změny v globálních i národních trzích. Výrobní podniky musí neustále inovovat své organizační a pracovní procesy, aby udržely krok s tuzemskou i mezinárodní konkurencí a maximalizovaly využití zdrojů, kterými disponují. Jednou z klíčových oblastí, jež by měla napomoci této transformaci, je implementace moderních informačních technologií, které umožňují propojení a automatizaci celého systému výrobního podniku. V tomto kontextu hraje zásadní roli koncept Průmyslu 4.0, jenž představuje integraci pokročilých technologických prvků, jako jsou internet věcí, umělá inteligence a kyber-fyzické systémy, do samotných procesů ovlivňujících výrobu.

Jedním z takových nástrojů je systém ERP (Enterprise Resource Planning – Plánování podnikových zdrojů), který propojuje a sjednocuje klíčové procesy napříč celou organizací. Jeho úkolem je zajistit konzistentní sdílení, uchovávání a zpracování dat mezi jednotlivými odděleními, jako jsou finance, výroba, logistika, nákup, prodej nebo personální oddělení.

Dalším příkladem je software WMS (Warehouse management systém – Systém řízení skladu) zaměřený na řízení a optimalizaci skladových operací, kdy spravuje a řídí pohyb materiálu, zboží nebo nástrojů ve skladu, a to nejen v umístění a vydávání, ale i z pohledu finanční evidence. Přispívá tak ke zvýšení výkonnosti práce ve skladu, snižuje množství chyb při manipulaci a zabezpečuje detailní přehled.

Jedním z posledních příkladů nástrojů, používaným na operativní úrovni managementu, který umožňuje optimalizaci a řízení výroby v reálném čase, jsou systémy MES (Manufacturing Execution Systems – Systémy pro řízení výroby). Tyto systémy zajišťují přímé propojení mezi platformami strategického řízení podniku a samotnými výrobními linkami či jednotlivými stroji. Umožňují detailní sledování průběhu výroby, vyhodnocování výkonnosti a okamžité řízení procesů, což přináší vyšší produktivitu, zlepšení kvality produktů a hospodárnější využití omezených výrobních zdrojů.

Cílem této diplomové práce je návrh zavedení vybraného informačního modulu za účelem racionalizace nástrojového hospodářství a posouzení jeho potenciálního ekonomického přínosu pro zvolený výrobní podnik. Tento subsystém je navržen tak, aby optimalizoval řízení používání nástrojových sestav, což by mělo mít pozitivní vliv nejen na zvýšení produktivity samotného výrobního procesu, ale také snížení přípravných technologických časů, lepší kontrolu nákladů spojených s využíváním a opotřebením

používaných prvků nástrojových sestav. Uvedení do praxe takového modulu však v sobě nese řadu výzev a rizik, které je třeba před nasazením důkladně zmapovat, analyzovat a řídit.

Závěrem lze konstatovat, že implementace výše zmíněných systémů a jejich specifických modulů, jako je nástrojové hospodářství, představuje významný krok k dosažení vyšší efektivity a hospodárnosti, jež v důsledku sníží finanční náklady firmy spolu s optimalizací časového fondu zaměstnanců a mohou významnou měrou přispět k lepšímu postavení vybrané firmy na globálním trhu.

Tímto prohlašuji, že při vypracování diplomové práce jsem využil umělou inteligenci výhradně jako nástroj pro inspiraci, a to zejména při formulaci některých myšlenek a jako nástroje pro kontrolu gramatiky. Obsah této práce je výlučně plodem mého myšlení, analýzy a syntézy odborných textů.

CÍL PRÁCE A POUŽITÉ METODY

Cílem práce je vytvoření plánu implementace vybraného informačního modulu zaměřeného na racionalizaci nástrojového hospodářství v konkrétním výrobním podniku. V rámci tohoto modulu se předpokládá optimalizace procesů souvisejících s využíváním řezných nástrojů tak, aby došlo ke zlepšení kontrolovatelnosti, snížení provozních nákladů, zvýšení výkonnosti samotné výroby a pracovníků.

Pro splnění cíle bude zvolena kombinace kvantitativních a kvalitativních přístupů, které umožní získat podrobné informace o stávajících procesech a zároveň poskytnou nástroje pro výběr ideálního řešení spolu s hodnocením rizik.

Mezi tyto nástroje patří zejména zpracování literární rešerše z domácích i zahraničních zdrojů, metody pozorování, brainstorming, brainwriting spolu s metodou vícekriteriálního rozhodování a analýzou rizik RIPRAN. Dále budou využity metody ekonomické návratnosti CBA (Cost-Benefit Analysis – Analýza nákladů a přínosů) a NPV (Net Present Value – Čistá současná hodnota). Všechny tyto metody jsou podrobněji rozebrány v kapitole 3 a budou rovněž využity pro řešení výzkumných otázek:

VO1: Jaké softwarové platformy jsou vhodné pro správu nástrojových sestav?

VO2: Jaká ze softwarových platforem nejlépe odpovídá požadavkům a potřebám daného podniku?

VO3: Jaká rizika mohou významně ovlivnit implementaci daného software?

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 PODNIKOVÉ INFORMAČNÍ SYSTÉMY V KONTEXTU ORGANIZACE VÝROBY

Svět výrobních společností s jejich firemními strategiemi a desítkami specifických výrobních procesů je třeba propojit se světem informačních systémů s množstvím rozmanitých modulů, i když jejich soužití je mnohdy velmi problematické a komplikované.

Je naprosto lhostejné, ve které době toto propojení nastalo nebo nastává, vždy je tento vztah plný zvyků, zlozvyků nebo dokonce konfliktů, jež se neustále opakují. Aby se těmto předešlo, je potřeba na tak významnou změnu připravit nejen firemní procesy, ale také lidskou přirozenost, která se při správném postupu dokáže lehce přizpůsobit, ale také naopak tuto změnu absolutně nepřijmout a aplikaci přeměny velmi zkomplikovat. (Flídr, 2023)

1.1 Management procesů ve výrobních podnicích

Integrace správy informací je nezbytná pro získání výhod využití sofistikované analýzy dat a hraje zásadní roli v době snižování zásob, spolu s časovými nároky na řízení výroby a efektivitu celého procesu (Oborski, 2018). Kdy v současné době je toto tvrzení povýšeno na potřebu přechodu od firemně jednotlivě izolovaných informačních subjektů k systémům propojujícím celý výrobní celek včetně obchodních, ekonomických a manažerských jednotek sdílejícími mezi sebou informace dle okamžité potřeby. (Mařík a Keil, 2024)

1.1.1 Úrovně managementu procesů

Soudobý management je velmi obsáhlá disciplína, která zasahuje do všech úrovní řízení každé organizace, kde se zabývá strategickými, taktickými i operativními úkoly, které jsou spolu jednak propojeny, ale zároveň se i navzájem prolínají. (Švecová a Veber, 2021)

Jak uvádí Dupal' (2019), v samotných podnicích platí základní pravidlo, že jistota je velmi nejistá a ani moderní přístupy k řízení nemají neustále dynamický a vzestupný charakter, protože každý vývoj je spojen s rizikem, které by se mělo zahrnout do každého stupně řízení. Základní rozdělení stupňů managementu je strategické, taktické a operační. Přičemž každá úroveň má své cíle, možnosti a rizika. Strategické řízení rozhoduje o výrobním programu, zdrojích a vývoji, taktické rozhodování je prodlouženou rukou strategického a zabezpečuje hospodárnost a flexibilitu s nakládáním vzácných zdrojů a nejnižší operační management přímo řídí denní plánování výroby, logistiky a jiné. (Dupal', 2019; Flídr, 2023)

Zvláště u výrobní společnosti již **strategické řízení** klade důraz na řízení kvality, výběr dodavatelů a efektivitu výroby, což se přenáší do **managementu taktického**, kde se plánuje rozdělení lidských zdrojů do směn, řízení výroby dle poptávky nebo marketingových prognóz spolu s optimalizací skladových zásob jak materiálů, tak i komponentů umožňujících samotnou výrobu, jako jsou nástroje a různé přípravky. A tím poskytují nejnižší hladině řízení tzv. **operativnímu managementu** věnovat se čistému fyzickému řízení procesu výroby a ten na oplátku poskytuje aktuální a podrobné informace o postupu výroby. (Jurová, 2016)

1.1.2 Optimalizační techniky řízení výroby

Výrobní společnosti v minulosti hledaly prosperitu v možnosti snižování materiálových a mzdových nákladů, popřípadě ve z hospodárnění výroby, ale dnešní doba vyžaduje nový přístup tzv. výrobní rozvojový management, který je založen na podpoře moderních metod řízení. Tyto techniky by měly prostupovat celou hierarchií řízení podniku, jež by se měla řídit jedním ze zvolených optimalizačních systémů hospodárnosti a uzpůsobovat tomu nejen firemní procesy, ale i používané podnikové informační programy. Jedny z nejpoužívanějších systémů pro optimalizaci výroby jsou:

- **Just in time** – je přístupem k řízení provozu vymyšleným v Japonsku a je stejně jako systém MRP (Material Requirements Planning – plánování požadavků materiálu) pouze jedním z prvků snižování plýtvání, ale je na rozdíl od západního přístupu je více zaměřen na odpovědnost člověka a tím se stává jedním z velmi důležitých praktických elementů. (Yoo a Glardon, 2018) Princip systému spočívá v poskytování materiálu nebo nástrojů přesně v množství, které potřebujete, tehdy kdy ho potřebujete a tam kde ho potřebujete. Implementace může být velmi obtížná, pokud naznačené procesy nejsou spolehlivé nebo není možné plynule přecházet z jednoho kroku výroby ke druhému. (Maynard, Binanda, 2023)
- **Teorie omezení** – tento netradiční pohled, vymyšlený v polovině 80. let minulého století Eliyahem Goldrattem, poskytuje návod, jak peníze nejen ušetřit, ale i vydělat ve dvou teoriích definovaných výrobních světech, a to ve světě nákladů a ve světě výkonů. (Švecová a Veber, 2021) Tento pohled je založen na myšlence, že každý systém má minimálně jedno úzké místo, které mu brání dosáhnout vysoké úrovně výkonu, proto je jeho identifikace prvním krokem procesu zlepšování. Následuje využití omezení k dosažení maximálního možného výkonu a podřízení ostatních částí systému tomuto omezení.

Třetím krokem je zvýšení kapacity daného omezení, což umožňuje zlepšení celkové propustnosti systému. Proces se cyklicky opakuje, jakmile se novým omezením stane jiná část systému. Tento strukturovaný přístup podporuje kontinuální zlepšování výkonnosti organizace a je využitelný nejen ve výrobě, ale i v účetnictví, projektovém řízení, výzkumu a vývoji atd. (Urban a Rogowska, 2019)

- **Kaizen** – tato metoda, v zemi původu Japonsku považována spíše za filozofii, je založena na zavádění jednoduchých změn v podniku, pomocí malých kroků. Za původce této metody je ve Spojených státech amerických považován William Deming, zatímco v jiných částech světa je její vznik připisován společnosti Toyota Motor Corporation. (Biadacz, 2024) Nejdůležitější v tomto systému je proces řízeného formování všech zaměstnanců, zaměřený na jejich schopnost hledání možností pro optimalizaci procesů, produktivity a kvality v rámci celé organizace. (Nenadál, 2018) A jak dodává Imai (2021), je bezpodmínečně nutné si dobře osvojit základní koncepty a systémy, jako jsou proces versus výsledek, kvalita na prvním místě, odpovědná práce s daty, dodržování PDCA cyklu (Plan, Do, Check, Act – Plánuj, proved', ověř, dělej), spolu s výhradní orientací na spokojenost zákazníka.
- **Poka Yoke** – tato metoda konceptu štíhlé výroby pomáhá operátorům vyhnout se vlastním chybám. Základním principem je eliminace vad výrobku již v okamžiku, kdy se mohou vyskytnout. (Helmod, 2020) Jak dodávají Švecová a Veber (2021) tato metoda se používá především v provozech, kde má práce monotónní charakter a je v zájmu ochrany jejího řádného průběhu realizovat různá signální, zvuková či jiná technická zařízení pro předcházení (poka) chybám (yoke). Tato ochranná opatření mohou mít jakoukoliv podobu, například zabránění pomocí čidla záměně nástrojů ve stroji, ale podstatné je dodržení principu, že práci nelze udělat jinak než správně.

Všechny výše uvedené systémy pro optimalizaci jak výrobních, tak veškerých podnikových procesů jsou založeny na aktuálních, přesných, a hlavně pravdivých informacích. Tyto údaje by měly poskytovat podnikové informační systémy a tím pomáhat v rozhodování jednotlivým stupňům managementu podniku. Pro ilustraci, propojení mezi informačními systémy a optimalizačními metodami slouží uvedená Teorie omezení, jejíž vznik byl inspirován informačním systémem OPT (Optimized Production Technology – Optimalizovaná výrobní technologie) od téhož autora. (Şimşit et al., 2014)

1.2 Podnikové informační systémy podporující řízení výroby

Schopnost výrobních společností efektivně reagovat na změny, které vyplývají z dynamiky vnitřního či vnějšího prostředí, je zásadně ovlivněna rychlostí adaptace a přesností odhadu budoucího vývoje světa. Významným nástrojem, který v tomto ohledu přináší nezastupitelnou podporu, jsou právě podnikové informační systémy. Tyto systémy, jejichž počátky vývoje se datují do 50. let minulého století s nástupem výpočetní techniky, se staly nepostradatelnými pro moderní řízení a plánování v kontextu neustále se měnících podmínek.

1.2.1 Systém pro plánování podnikových zdrojů

Nejkomplexnějším systémem pro podnik je **systém ERP** (Enterprise Resource Planning – Plánování podnikových zdrojů), jenž jako nervový systém organizace vnímá celý komplex procesů zahrnující prodej, nákup, výrobu a účetnictví a shromažďuje informace o produktech, zákaznících, dodavatelích, zaměstnancích, výrobních zařízeních, transakcích, a to vše v reálném čase. (Kumar, 2018)

Tyto systémy datují svůj počátek již do 70. let minulého století, kdy jedním z předchůdců byl MRP systém, který se později vyvinul v systém plánování zdrojů, jenž byl používán až do 90. let, kdy byl vystřídán systémem ERP. Tento již na rozdíl od svých předchůdců zvládal pokrývat operace celé organizace a podporovat klíčové podnikové procesy a v novějších verzích je uzpůsoben požadavkům ISA 95/IEC 62264 pro integraci systému do provozu. (Demi a Haddara, 2018) Nástroje obsažené v těchto typech softwarů poskytují organizacím souhrnný pohled na fungování jednotlivých oddělení, jejich nedostatky a jakým způsobem tyto nedostatky odstranit. Pomáhají omezit nekonzistenci sbíraných dat a informací z různých zdrojů, což umožňuje odpovědným pracovníkům provést náležitá rozhodnutí. Společnosti, které zavedly ERP systémy, dosahují vysoké míry transparentnosti svých procesů, což zaměstnancům zajišťuje přístup k relevantním informacím a zpětné vazbě. Tím dochází ke zvýšení jejich efektivity v pracovním procesu, což v konečném důsledku přispívá ke zlepšení celkové výkonnosti společnosti. (Bafna et al., 2017)

Primárními hledisky pro zavedení tohoto programu jsou cena a náklady spolu s ochotou dalších investic v rámci jeho vývoje, což bývá obvykle způsobeno nedostatkem příslušných odborných znalostí, proto se tyto systémy vyskytují převážně v podnicích velkého až globálního charakteru, zatímco pro malé a střední podniky je implementace

takového softwaru vysoce riziková záležitost. (Gubán et al., 2023) Avšak je doporučeno v rámci dalšího rozvoje, chystat vnitřní procesy těchto podniků na zavádění tohoto komplexního systému.

1.2.2 Systém pro řízení skladů

Dalším systémem používaným spíše na taktické úrovni řízení výrobního podniku je **WMS** (Warehouse Management System – Systém řízení skladu), který bývá již v nabídce dostupný jako modul výše zmíněných ERP systémů nebo je používán jako čistě samostatné řešení pro zvýšení efektivity práce ve skladech, a to pro evidenci a práci s polotovary, výrobky nebo i v pozměněné formě řeznými nástroji. (Flídr, 2023)

Tyto systémy umožňují plně automatizovat skladové procesy od příjmu jakéhokoliv zboží až po jeho expedici. K řízení základních logistických operací, jako jsou příjem, přejímka, uskladnění, vychystávání, kompletace, expedice, inventarizace a analýza zásob, se využívají pokročilé logistické algoritmy. Zásadním předpokladem je jednoznačné označení položek, regálů a dalších skladovacích míst pomocí čárových kódů, QR kódů (Quick Response – rychlá reakce) nebo RFID čipů (Radio Frequency Identification – radiofrekvenční identifikace). Data z těchto identifikátorů jsou následně shromažďována a přenášena prostřednictvím mobilních terminálů. (Tvrdoň a Bazala, 2021) Jednotlivé technologie identifikace však mají své specifické výhody a nevýhody. Čárové kódy jsou jednoduché a levné, avšak mají omezenou kapacitu a vyžadují přímou viditelnost. QR kódy jsou pokročilejší, oproti čárovým nabízejí vyšší kapacitu dat a odolnost vůči poškození, avšak data zůstávají stále statická. RFID naopak oproti předchozím technologiím umožňuje bezkontaktní čtení, větší dosah a dynamické sledování, nicméně nasazení této technologie je o mnoho nákladnější a technicky náročnější. Každá z uvedených metod má své místo v závislosti na konkrétních požadavcích na rychlost, přesnost, odolnost a rozsah sledování. (Ustundag a Cevikcan, 2018)

Systémy řízení skladů hrají klíčovou roli, protože umožňují nepřetržitou výrobu díky optimalizovanému toku materiálů, přípravků a nástrojů. Integrace WMS s dalšími systémy zvyšuje efektivitu prostřednictvím klíčových ukazatelů výkonnosti, jako je propustnost, využití skladové plochy, spotřeba energie a tím přímo ovlivňují ekonomickou stránku společnosti. (Faveto et al., 2021) Této myšlenky se chopili i výrobci řezných nástrojů a do portfolia svých výrobků zařadili modulární automatové vydavače, jenž jsou schopny se připojit do veškerých firemních softwarových řešení a poskytovat informace ke klíčovým

ukazatelům výkonnosti. Spolu s funkcí kontroly navíc disponují možností snižovat výrobní náklady.

1.2.3 Systém pro řízení výroby

Pro operativní úroveň je jedním z nejvhodnějších platforem systém **MES**, jenž překlenuje mezeru mezi systémy pro strategickou úroveň řízení a systémy používanými přímo ve výrobních strojích a linkách. Tento software poskytuje aktuální a úplné informace, které mohou pomoci při optimalizaci výrobního celku. Tato strategie může pomoci udržet kvalitu výrobků při nižších nákladech a v kratším čase. (Govindaraju a Putra, 2016)

Vývoj systému s cílem pomoci při realizaci výroby na základě on-line řízení činnosti byl započat již v 70. letech minulého století. Na začátku dávala výrobní oddělení přednost programům šitým na míru přímo pro ně a lokálně shromažďovala veškerá data. To však ztěžovalo údržbu softwaru a sdílení samotných dat. Proto byl vyvinut systém MES s cílem zlepšit procesy a umožnit integraci s dalšími systémy, přičemž je normován stejně jako jsou normovány další informační systémy, a to dle normy ISA 95/IEC 62264. Tím by měl být naplněn předpoklad, že nynější systémy jsou schopny poskytnout celkový pohled na veškeré zdroje zapojené do výroby, a tím zvýšit výkonnost procesu. (Mantravadi a Møller, 219)

Zatímco již výše popsané ERP systémy byly zaváděny jako naléhavá nutnost pro strategickou úroveň rozhodování velkých firem a jejich implementace nemusela být zdůvodňována finanční analýzou, tak v případě MES systémů je situace již obtížnější, protože hmatatelné přínosy návratnosti investic lze obtížně generalizovat, i když ve studii Quingfei a kol. (2023), provedené na vzorku čínských středně velkých podniků, se hovoří o 28 % navýšení výrobního toku a snížení nedokončené výroby až o 33 %. Dalším z předkládaných argumentů je, že požadavky výroby lze snadno pokrýt ERP řešením a další investice nejsou nutné. (Fuchs a Thiel, Meyer, 2009) Nicméně, jak uvádí Krüger a Meyer (2021), společnosti s vlastním výrobním programem by měly zvážit, zda možnosti softwaru se strategickým zaměřením jsou schopny adekvátně zvládnout specifika samotné výroby. Dalším podstatným argumentem, vycházejícím z idejí Průmyslu 4.0, je schopnost těchto systémů dynamicky se rozvíjet prostřednictvím integrace dalších modulů, které jsou navrženy a implementovány na základě specifických požadavků zákazníka. Tato flexibilita umožňuje nejen efektivní přizpůsobení se měnícím se potřebám trhu, ale také podporuje inovace, zvyšuje konkurenceschopnost a zajišťuje dlouhodobou udržitelnost podniku v digitálním prostředí.

2 DEFINICE VÝROBNÍHO PROSTŘEDÍ A JEHO ZAŘAZENÍ V INFORMAČNÍCH SYSTÉMECH

V následující části práce, konkrétně ve druhé kapitole, budou podrobněji rozpracovány dílčí poznatky z předchozí kapitoly a více konkretizovány prvky a procesy strojírenského průmyslu, které jsou klíčovou součástí výroby a podporují automatizaci s digitalizací, přičemž jejich flexibilita umožňuje adaptaci na požadavky moderního průmyslu. Hlavní důraz při výběru bude kladen na jejich roli v Průmyslu 4.0, který propojuje chytré technologie s danými výrobními procesy za účelem dosažení vyšší efektivity, přesnosti a úspory nákladů. I když se práce primárně zaměřuje na strojírenský průmysl, je třeba zdůraznit, že popsané prvky a procesy se běžně vyskytují i v dalších průmyslových odvětvích, což podtrhuje jejich univerzální potenciál a široké spektrum využití. Optimalizace těchto procesů spolu s vhodným využitím výrobních prvků přispívá k prosperitě organizací a zajišťuje jejich konkurenceschopnost. Aby bylo možné lépe pochopit souvislosti této problematiky, je nezbytné zaměřit se i na definici a význam pojmu výroby. Pod tímto pojmem je většinou prezentován organizovaný proces přeměny vstupů na výstupy, který se nazývá výrobní proces. Tento proces zahrnuje nejen technické výrobní prostředky spolu se softwarovými řešeními, ale také lidské zdroje, jejichž činnost vyžaduje efektivní plánování a řízení, aby bylo možné dosáhnout optimálních výsledků.

2.1 Vybrané výrobní prvky podporující digitalizaci a automatizaci výroby

- **Obráběcí centra a automatizované linky** – jsou stroje a linky řízené počítačem nejméně ve třech osách, vybavené automatickým zásobníkem nástrojů umožňujícím jejich výměnu, které pomocí obráběcích metod frézování nebo soustružení umožňují přesné a automatizované obrábění dílců. První CNC (Computer Numerical Control – počítačem řízené numerické ovládání) stroje vznikly v 50. letech 20. století jako vylepšení stávajících NC (Numerical Control – číslicově řízené) strojů, které pracovaly na základě instrukcí z děrné pásky. (Štulpa, 2015) Hlavním úkolem CNC zařízení je zajistit co nejvíce automatických operací v rámci jednoho nastavení a tím vyrábět kvalitní produkty bez zásahu člověka za použití řezných nástrojů spolu s vhodně zvolenými řeznými podmínkami, případně s automatickou výměnou obráběných kusů. (Kief et al., 2022)

- **Řezné nástrojové sestavy** – tento klíčový prvek strojírenské výroby, využívaný, zejména na CNC strojích umožňuje třískové obrábění široké škály materiálů, přičemž zajišťuje požadovanou přesnost dílu, drsnost povrchu a produktivitu. Sestavy se skládají z několika základních komponent, jako je frézovací hlava s vyměnitelnými břitovými destičkami nebo monolitní nástroj, které jsou pomocí nástrojového držáku upnuty do stroje. Pomocí automatické výměny spolu se zásobníkem je možné do stroje naskládat potřebný počet těchto sestav a jejich duplikátů, které jsou schopny následně obrobit produkční dávku polotovarů v požadované dílce. V praxi existují různé způsoby správy tohoto souboru prvků, od ručního zapisování do sešitu, přes Excel tabulky, po komplexní softwarové řešení pomocí skladovacích softwarů. Podle odborných studií se spotřeba řezných nástrojů pro CNC zařízení zpravidla pohybuje na úrovni 3-5 procent z celkových výrobních nákladů. Pokud však není zabezpečeno efektivní řízení a správa, může podíl nákladů vzrůst až na 30 procent z celkových výrobních nákladů. (Tomelero et al., 2017) Tento údaj ze studií potvrzují pohledem z opačné strany i Mařík a Kiel (2024) tvrzením, že při počítačovým systémem řízené trvanlivosti řezných nástrojů je ověřen potenciál ušetření až 20 procent nákladů ročně v pořizovacích cenách.
- **Programovací software pro obráběcí stroje a linky** – vysoká rozmanitost výrobků a jejich stále se zkracující životní cykly se projevuje na stále náročnějších požadavcích pro programování CNC strojů a linek. Proto byly vyvinuty softwary CAM (Computer Aided Machining – počítačem podporovaná výroba), které zvládají kombinaci různých způsobů obrábění a pomocí simulace celého výrobního procesu dokážou předcházet kolizím. K tomu potřebují databáze modelů používaných nástrojových sestav, strojů a upínacích prostředků, včetně dat reálného požadovaného výrobku. (Kief et al., 2022) Práce v CAM představuje vyšší stupeň pro zhotovení programů pro obráběcí stroje a linky, protože již při vytváření obráběcích programů nabízí různé strategie, které snižují výrobní časy a zaručují kvalitu vyráběných dílů. (Štulpa, 2015)
- **Digitální dvojče** – tento systém představuje virtuální model sledovaného objektu, jenž umožňuje predikovat potřebu servisních zásahů, připravit stroje na plánovanou výrobu a simulovat výrobní proces. Současně poskytuje možnost simulace budoucího provozu, čímž přispívá ke zkrácení doby potřebné na instalaci a uvedení zařízení do provozu. Tato technologie tak významně zlepšuje efektivitu procesů, jejich plánování i optimalizaci. (Švecová a Veber, 2021) Jak dodává Mařík a Keil (2024), jedním z nejvýznamnějších přínosů digitálních dvojčat je nejen možnost simulovat různé podmínky a scénáře, což

napomáhá optimalizacím procesů a předvídání poruch, ale i simulace celého průběhu životního cyklu zařízení nebo procesu, a to od návrhu až po likvidaci.

- **Big Data** – jedná se o datové soubory, které díky své velikosti nelze efektivně zachytit, řídit a ani analyzovat v přiměřené době, a proto se pro jejich ukládání a další zpracování využívají cloudová řešení. (Mařík, 2016) Jak uvádí další autoři, hlavní problém nespočívá v jejich zachycení a uložení, ale v jejich následném zpracování, které má probíhat v reálném čase. (Gála et al., 2015)

2.2 Integrace informačních systémů s výrobou a jejími prvky

Integraci počítačových informačních systémů s výrobními prvky nelze aplikovat bez podrobné analýzy zainteresovaných firemních procesů, které by měly být řízeny dle normy ISO 9001:2016 ((International Organization for Standardization – Mezinárodní organizace pro normalizaci), s důkladným zmapováním typu výroby a použitých prostředků pro přeměnu vstupů na výstupy pro potřeby digitalizace. Zároveň je nezbytné zohlednit odpovědnost lidských zdrojů, jejich kompetence a pečlivý výběr pracovníků, kteří budou klíčovými aktéry v procesu zavádění a správy těchto systémů.

2.2.1 Výrobní procesy

Jednou skupinou jsou **hlavní procesy** zaměřené na zákazníka, které vytvářejí přidanou hodnotu a zajišťují hlavní zdroj příjmů společnosti. (Januška, 2018) Přičemž se v nich usiluje o nepřetržité zvyšování flexibility produkce při současné optimalizaci výkonu. (Chromjaková et al., 2017)

Druhou skupinou jsou **procesy řídicí**, které skrze strategii, vizi, finance a plány řídí chod celé výrobní organizace a také kvalitu vstupů. (Švecová a Veber, 2021) A jak uvádějí další publikace, tyto procesy zabezpečují klíčové podnikové funkce, které přímo reagují na potřeby zákazníků a mají rozhodující podíl na hodnotě finálního produktu podniku. (Gála et al., 2015)

Třetí skupinou procesy jsou **procesy podpůrné**, jenž jsou zaměřeny na vnitřní fungování podniku skrze podporu a služby, které poskytují hlavním operacím. Patří sem řízení lidských zdrojů, procesy IT, údržba apod. (Švecová a Veber, 2021) Jak uvádí Srpová (2020), cílem těchto postupů je zajištění hladkého a spolehlivého fungování všech navazujících procesů v organizaci.

Hlavním cílem všech procesů je dosažení pozitivních hospodářských výsledků prostřednictvím efektivního řízení všech firemních prostředků. To ovšem vyžaduje jejich detailní znalost, včetně vazeb na výrobní prvky, a schopnost okamžitého zásahu do všech procesů. Klíčovou roli přitom hraje spolehlivý sběr a analýza dat v reálném čase, což klade značné požadavky na frekvenci sběru informací a jejich využití v reálném čase. (Jurová, 2016)

2.2.2 Druhy výroby a uspořádání pracovišť

Samotnou výrobu lze rozdělit do kategorií podle rozdílných aspektů, například dle charakteru technologie (soustružnická, frézovací, vrtací), dle míry plynulosti technologického procesu (bez přerušení, s přerušením, smíšená) nebo dle nejčastějšího, a to je dle vyráběného množství. (Januška, 2018)

- Kusová – při této výrobě se nepravidelně opakuje výroba jednoho nebo omezené množství výrobků jednoho druhu a lze sem zařadit i zakázkovou výrobu jako je například výrobu turbíny.
- Sériová – se zaměřuje na opakovanou produkci stejného výstupu v různých sériích, což lze dělit dále dle velikosti na malosériovou, středněsériovou a velkosériovou. Tento typ produkce se vyznačuje větší či menší pravidelností.
- Hromadná – zahrnuje produkci velkého množství jednoho druhu výrobku nebo menšího počtu druhů. Typickým znakem této výroby je opakující se proces a stabilita. (Švecová a Veber, 2021)

Uspořádání pracoviště též známo pod pojmem layout, představuje základní kámen organizace výrobních systémů. Umožňuje účelně rozvrhnout pracoviště a optimalizovat je jak z hlediska manipulace s materiály, tak i z pohledu celkové výkonnosti. (Januška, 2018)

- Technologické uspořádání – je charakteristické svou orientací na výrobní proces, kdy se operace slučují podle své příbuznosti. Tato metoda uspořádání bývá výhodná v případě drahých zařízení nebo širokého spektra dílců. (Jurová, 2013)
- Předmětné uspořádání – výrobní místa jsou seřazena v souladu s technologickým postupem výroby a využívá se při užším sortimentu výrobků, vyráběných ve větších objemech. (Švecová a Veber, 2021)

- Buňkové uspořádání – tento moderní přístup je schopen vyrábět produkty s podobnými výrobními požadavky. Pracoviště zvané „buňka“ funguje jako menší, samostatná a flexibilní verze předmětné výroby. (Kumar, 2018)

2.2.3 Zapojení lidských zdrojů

Lidský faktor představuje klíčový aspekt ovlivňující úspěšnost nejen implementace modulů a celých softwarových řešení, ale také jejich každodenní používání v rámci společnosti. Z tohoto důvodu je nezbytné pečlivě vybrat vhodné pracovníky a vytvořit z nich odpovědné týmy nejen pro samotnou fázi implementace, ale i pro efektivní začlenění těchto systémů do stávajících procesů. V případě nasazení nového softwaru jsou důležití jak lidé od zadavatele, tak i od dodavatele, a proto by se nemělo zapomínat na rizika, která mohou při této spolupráci, i následně, vzniknout a na způsoby, jak je odstranit.

Nezkušenost a nekompetentnost – pracovníci dodavatele musí umět poradit uživatelům v konkrétních problematických situacích a předejít možnosti vzniku chyb a víceprací při nasazování softwaru.

Střídání a kapacita implementátorů – zde vzniká riziko narušení kontinuity jednotlivých prací, rozporuplnost pokynů pro pracovníky zadavatele a následné nedodržování harmonogramu implementace. Toto riziko však může být i na straně zákazníka, a proto je nutné pro obě strany věnovat mu zvláštní pozornost. (Bafna et al., 2017)

Součinnost – stěžejní hlavní faktor úspěchu nasazení implementace, dalo by se říct, že jde o kvantitativní veličinu, protože míra součinnosti obou zainteresovaných stran je přímou úměrou úspěšnosti implementace. Proto je třeba, aby byly týmy složeny z motivovaných a kompetentních osob.

Propouštění – za nevhodný cíl lze v souvislosti s nasazením nového systému je mít jako hlavní cíl snížení pracovních míst. Tato informace vyvolá silné a systematické tlaky všech zaměstnanců zadavatele proti novému systému a implementace bude zmařena. (Flídr, 2023)

Tato rizika jsou jen malým výčtem všech možných, jež mohou vzniknout při nasazování jakéhokoli nového systému nebo optimalizačního procesu, proto je velmi důležité správně nastavit nejen **stimuly**, ale hlavně i zainteresované osoby správně **namotivovat** ke splnění zadaných úkolů. Díky stimulům ať už finančním oceněním, pochvalou nebo povýšením se mohou lidé motivovat, ale vždy jen na určité období. Nejlépe je vysvětlit samou podstatu záměru, co se od nich očekává a proč, tak aby to nejen chápali,

ale i přijali jako rozumné, uskutečnitelné, zajímavé, a hlavně pro ně samé prospěšné a aby se dokázali pro věc nadchnout. Jedině tím lze dosáhnout té trvalé motivace, která vydrží po celou dobu jejich účasti na výrobních projektech nebo, a to je nejpodstatnější, po celou dobu jejich zaměstnání v organizaci. (Plamínek, 2018)

3 PROJEKTOVÉ ŘÍZENÍ

Počátky projektového managementu sahají až do 60. let minulého století, kdy se začal uplatňovat zejména v obraně a stavebnictví. Zpočátku bylo považován spíše za vedlejší činnost vhodnou zejména pro dodržování harmonogramu a rozpočtu. Rychlé společenské a technologické změny však brzy odhalily limity tradičních byrokratických struktur, které nebyly schopny pružně reagovat na nové požadavky a dynamické změny prostředí. Proto byly postupně nahrazovány flexibilními a organickými přístupy projektového řízení, jež výrazně zlepšily schopnost organizací reagovat na vnější i vnitřní výzvy rychlejším přizpůsobením procesů a efektivnějším řízením zdrojů. (Kerzner, 2017) Přes tyto nesporné výhody je přijímání projektového managementu v mnoha společnostech obtížné, protože vyžaduje odklon od tradičních hierarchických modelů a přijetí nového agilního způsobu řízení. (Doležal, 2023)

3.1 Základy projektového managementu

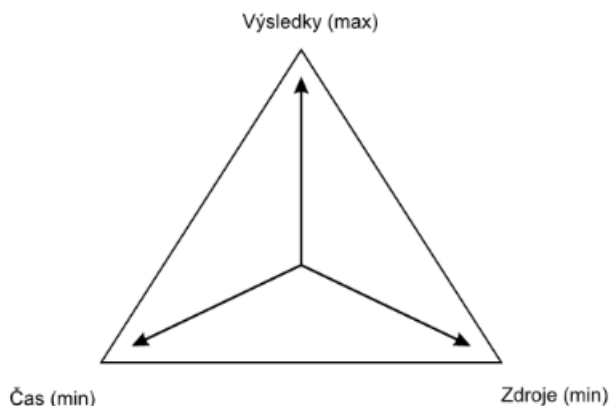
Jedním ze základních pojmů je samotné slovo „projekt“, které jako téměř každý pojem má různé pojetí dle přístupu předních světových teoretiků nebo jejich sdružení. Podle PMI (Project Management Institute – Institut projektového řízení) je projekt definován jako časově ohraničená činnost směřující k vytvoření jedinečného výsledku, ať už jde o produkt, službu nebo jiný výstup. (Doležal, 2023) Metoda PRINCE2 (Projects in Controlled Environment – Projekty v řízeném prostředí) zase definuje projekt jako „dočasné prostředí“, jež bylo vytvořeno pro realizaci jednoho nebo více produktů tak, jak je to určeno v obchodním případě. (Máchal et al., 2015) A na konec přístup IPMA (International Project Management Association – Mezinárodní asociace pro projektové řízení) charakterizuje projekt jako soubor plánovaných a vzájemně na sebe působících procesů, které jsou vymezeny časem, náklady a rozsahem dohodnutých výstupů. (Všetečka, 2015)

Pro příklad se uvádí typické akce (Doležal, 2023):

- zavádění nového procesu výroby nebo produktu,
- inovace procesu nebo produktu,
- stěhování společnosti,
- výzkumná expedice atd.

Přes několik různých výkladů samotného pojetí pojmu projekt, se všechny metody shodují na trojimperativu základních charakteristik (Doležal, 2023):

- Čas je klíčovým faktorem pro plánování jednotlivých kroků.
- Výsledky určují rozsah realizace projektu.
- Zdroje odrážejí finanční a personální nároky spojené s využitím zdrojů v čase.



Obrázek 1: Trojimperativ projektu

(Doležal, 2023)

Každý projekt má svůj cíl (výsledek), který by měl mít následující základní vlastnosti. Těmi jsou S – Specific (specifický), M – Measurable (měřitelný), A – Agreed (akceptovatelný), R – Realistic (reálný) a T – Trackable (časově sledovatelný). (Máchal et al., 2015)

Další vlastností projektů je, že mají jasně definovaný počátek a konec, proto je lze chápat jako životní cyklus sestavený z několika fází. Tyto etapy jsou zahájení, plánování, realizace, monitorování spolu s řízením a ukončením. Tato stádia jsou obvykle spojena tzv. kontrolními bránami, což jsou obvykle komplexní hodnocení, při kterých sponzor projektu a tým přezkoumávají stav projektu a určují, zda by měl pokračovat beze změny, se změnami nebo skončit. (Larson, 2014) Za jednu ze stěžejních stádií bývá považována etapa zahájení, zejména z důvodu zahrnutí **předimplementační studie** (například studie proveditelnosti), která je nezbytná pro sjednocení terminologie v procesech a pro podrobné definování přínosů, ztrát projektu nebo rizik pro všechny dotčené části systému. (Flídr, 2023)

Dalším pojmem je **řízení projektu**, které je chápáno jako organizované řízení podle ověřených a popsanych postupů řešící komplexně provedení a řízení vymezené sady činností. (Máchal et al., 2015) nebo dle definice jako „*plánování, organizování, řízení a kontrola podnikových zdrojů pro relativně krátkodobý cíl, který byl stanoven pro splnění*

specifických cílů a úkolů.“ (Kerzner, 2017, s. 4) Činnosti mohou být řízeny buď zastaralým liniovým způsobem, který kopíruje hierarchii organizace, nebo prostřednictvím dočasného týmu.

V takovém případě zodpovědný vrcholový manažer určí jednoho pracovníka, který zřídí a povede zvláštní tým, a bude mít plnou pravomoc k samostatnému řízení projektu. (Všetečka, 2015) U projektů malých a středních velikostí bývá zřizován jeden projektový tým složený z pracovníků potřebných odborných znalostí, u projektů velkých to bývá několik týmů zaměřených na jednotlivé části. (Doležal, 2022)

Velmi podstatným pojmem je **projektový tým**, což je skupina jedinců, která má společný záměr a v níž dovednosti a pracovní schopnosti každého člena na sebe plynule a účelně navazují pro splnění cíle. Každému jednotlivci je přiřazena jeho určitá role spolu s odpovědností v projektu. (Máchal et al., 2015) Tento tým se řídí pokyny manažera projektu, který je nositelem a zosobněním celého snažení dosáhnout cíle. Ten se zodpovídá vlastníkovvi projektu, což bývá obvykle jeden člen vedení společnosti, jenž se zodpovídá vedení organizace a předává výstupy či výsledky celého snažení hlavnímu uživateli projektu. Posledním v řadě je hlavní dodavatel nebo také majitel zdrojů, kdy se jedná o zástupce dodavatele s oprávněním vyjednávat o smlouvě a v případech interních projektů je to například vedoucí divize, který uvolňuje potřebné pracovníky. (Doležal, 2023)

3.2 Praktické nástroje projektového managementu

V každém projektu by se měly používat nástroje nebo techniky, které napomohou ke splnění cíle ve slíbeném čase, za použití daných zdrojů a s dosažením dohodnutého výsledku. Příkladem těchto metod jsou WBS (Work Breakdown Structure – Struktura rozdělení prací), Ganttův diagram a CPM (Critical Path Method – Metoda kritické cesty).

- WBS – V tomto grafickém dokumentu je popsáno rozčlenění projektu pomocí hierarchického rozpadu na jednotlivé úlohy, podúlohy a pracovní balíky. Každý následný stupeň vykresluje podrobnější rozpracování nadřazeného bodu úrovně vyšší. (Všetečka, 2015)
- Ganttův diagram – tato metoda vychází ze síťového grafu, ve kterém jsou činnosti reprezentovány uzly s přiřazenými hodnotami, zatímco orientované hrany představují závislosti mezi jednotlivými akcemi s doplněním o další informace, jako jsou například počet a typ potřebných zdrojů. (Doležal, 2023)

- CPM – jedná se o klíčovou metodu síťové analýzy, která stanovuje celkovou dobu trvání projektu na základě délky tzv. kritické cesty, což je nejdelší možná sekvence od počátečního bodu grafu až po cílový bod. Těchto tras může být v projektu více, kdy v tomto případě platí pravidlo, čím více kritických cest, tím rizikovější projekt. (Máchal et al., 2015)

3.3 Posuzování rizik a rozhodování v rámci projektového řízení

Management rizik v každém projektu se zaměřuje na eliminaci nebo zmírnění faktorů, které by mohly ohrozit schopnost projektového manažera úspěšně projekt dokončit. (Larson, 2014) Samotný pojem „riziko projektu“ je vysvětlen *„jako nejistá událost nebo podmínka, která – pokud nastane – má negativní vliv na dosažení cíle projektu.“* (Doležal, 2023, s. 265)

3.3.1 Principy a fáze řízení rizik

Řízení rizik podléhá mezinárodnímu standardu, normě ČSN ISO 31000:2018 (Management rizik a principy), který vymezuje obecné principy a rámec pro všechny typy organizací a projektů. (Korecký a Trkovský, 2011) Součástí tohoto standardu jsou také doporučené postupy, které lze uplatnit jak na celkovou organizaci, v mnoha odvětvích a úrovních, v kteroukoliv dobu, tak pro specifické činnosti a projekty. Typicky se rozlišuje několik základních fází:

1. Stanovení rozsahu, kontextu a kritérií – je to definice externích a interních veličin, které mají být zohledněny při řízení rizik a nastavení rozsahu působnosti a rysů pro politiku managementu rizik. (Častorál, 2017)
2. Posouzení rizik – jedná se o proces, který začíná identifikací a analýzou nebezpečí, během níž se zjišťuje pravděpodobná míra ohrožení, závažnost škod nebo poškození, po níž následuje odhad pravděpodobnosti vzniku těchto škod (nebo míra expozice), a v závěru se vyhotovuje formální prohlášení o riziku. (Popov et al., 2022)
3. Ošetření rizik – v této fázi se rozhoduje, jakým způsobem naložit s již identifikovanými a vyhodnocenými riziky. Mezi nejčastější přístupy patří redukce (zmírnění dopadu), přenesení (na jiný subjekt či pojištění), vyhnutí se riziku a jeho podstoupení. Výběr strategie vždy závisí na povaze daného rizika, disponibilních zdrojích a celkových cílech organizace nebo projektu. (Smejkal a Rais, 2013)

4. Záznamy a reportování – poskytují formální evidenci o průběhu a výsledcích řízení rizik a zároveň zajišťují transparentnost při dalším zlepšování.
5. Monitorování a přezkoumání – je to plánovaná součást celého procesu managementu rizik, která zahrnuje pravidelné kontroly a dohled. (Častorál, 2017)
6. Komunikace a konzultace – zajišťují, aby se celý proces nestal izolovanou aktivitou, ale byl propojen s potřebami a názory všech klíčových účastníků. (Popov et al., 2022)

V rámci této metody se posuzuje celé spektrum možných rizik, jež se mohou vyskytovat ve sledované organizaci nebo projektu. Což zahrnuje nejen technická, nákladová nebo časová, ale také rizika rozhodovací, behaviorální nebo nepředvídatelná. Díky tomuto širokému záběru je poskytnut komplexní pohled na ohrožení daného projektu a umožňuje navrhnout vhodná opatření. (Pritchard, 2015)

3.3.2 Metody analýzy rizik

Pro rozbor jsou velmi často použity osvědčené metody pro identifikaci rizik, kterými jsou například **brainstorming**, jenž je založena na spontánním vytváření jednotlivých podnětů k řešení nastíněného problému a zpravidla je organizován formou řízené diskuse bez zábran za účasti šesti až dvanácti členů. Složení skupiny by mělo být různorodé s mírnou přesilou znalců na danou oblast. (Pačaiová et al., 2016) Analogickou formou k výše zmíněné technice bývá **brainwriting**, který se liší způsobem vedení. Zde se nápady neprezentují volně ústně, ale jsou zapisovány každým účastníkem na předem připravený papír a díky tomu se potlačí individuální dominance jednotlivých zúčastněných. (Fotr a Švecová, 2022)

3.3.3 Vícekriteriální rozhodování

Jde o soubor metod, které umožňují posoudit a vybrat nejvhodnější variantu na základě více kritérií současně. Tato metoda hodnocení více variant je velmi využívána vrcholovými manažery pro rychlá rozhodnutí s relativně malým úsilím. Specifikem této metody je vícekriteriální profil rozhodovacích problémů a neaditivnost některých kritérií, což znamená, že výsledný přínos vybrané varianty nelze vždy vyjádřit prostým sčítáním hodnot dílčích rysů. Zároveň dochází ke smíšenosti kritérií, kdy některá mohou být vyjádřena slovně (kvalitativně) a další číselně (kvantitativně). (Fotr a Švecová, 2022)

Pro efektivnost této metody rozhodování je potřeba dodržet tyto kroky:

1. Definování účelu rozhodování a identifikace variant

2. Stanovení kritérií a vah
3. Hodnocení jednotlivých variant
4. Aplikace vícekritériální metody
5. Interpretace výsledků

Mezi konkrétní vícekritériální postupy, které se v praxi hojně využívají, patří i Fullerova metoda (označovaná jako metoda párových srovnání). Její podstatou je párové porovnávání jednotlivých variant pomocí předem zvolené škály, což může zahrnovat jak kvantitativní, tak i kvalitativní kritéria. Porovnávání takto vytváří matici preferencí, z níž následně vychází výsledné preferenční pořadí všech hodnocených variant. Díky relativní jednoduchosti a schopnosti zohledňovat váhy kritérií je tato metoda vhodná i pro rozhodovací týmy s různou mírou expertizy a napomáhá ke komplexnímu a transparentnímu závěru. (Veber, 2016)

Výhodou vícekritériálního rozhodování je možnost komplexního posouzení u všech typů situací, od těch jednoduchých až po složité. V oblasti projektového řízení, rizikového inženýrství či strategického plánování se díky multikritériálním metodám daří eliminovat jednostranný pohled (například jen na ekonomickou výhodnost) a brát v potaz další důležité faktory, jako jsou bezpečnost, stabilita procesů, časová náročnost, uživatelská přívětivost a další strategické cíle organizace. (Fotr a Švecová, 2022)

3.3.4 Metoda RIPRAN

Tato technika je hojně využívána pro analýzu rizik v projektech, a to zejména ve výzkumných a vývojových projektech. Tato metoda **RIPRAN™** (Risk Project Analysis – Analýza rizik projektu) byla vyvinuta primárně pro analýzu projektových rizik. Autor metody Branislav Lacko ji původně vytvořil pro rozbor rizik automatizačních projektů. Zkušenosti však ukázaly, že techniku lze používat pro analýzu rizik širokého spektra různých úkolů a v určitých případech i pro analýzu jiných druhů rizik. **RIPRAN™** je ochranná známka, registrovaná Úřadem průmyslového vlastnictví Praha pod registračním číslem 283536. (Lacko a Doskočil, 2022)

Při vytváření této metody byl použit princip systémového přístupu, kdy tohle pojetí zahrnuje několik klíčových aspektů, mezi které patří: systémové a procesní hledisko, důraz na týmovou práci při analýze rizik, zaměření na zajištění vysoké kvality analytické práce v souladu s principy Total Quality Management, dodržování mezinárodních technicko-

organizačních norem a důraz na jasný a účelný popis všech složek metody a činností, které metoda zahrnuje.

Během výzkumu a vývoje analýzy byly rovněž využity různé přístupy, jako jsou metody TOP DOWN, iterační metody rozšiřování rozsahu a předmětu analýzy projektových rizik, metody strukturování rizik do jednotlivých fází a činností, metody soustavného zjišťování potřeb a požadavků na kvalitní analýzu rizik a techniky průběžného ověřování jednotlivých kroků v praktických projektech. Tato technika byla navržena tak, aby respektovala normu ČSN ISO 31000:2018, respektive doporučení FERMA (Federation of European Risk Management – Federace evropských asociací řízení rizik), proto jsou v této metodě použity kroky (Lacko a Doskočil, 2022):

1. Definice a příprava analýzy – vymezení projektového cíle, účastníků a kontextu.
2. Identifikace rizik – shromáždění a popsání jednotlivých možných hrozeb.
3. Kvantifikace rizik – určení pravděpodobnosti výskytu a dopadu.
4. Návrh opatření – postupy ke zmírnění, eliminaci či diverzifikaci.
5. Kontrola a sledování – průběžné sledování a zpětná kontrola účinnosti navržených opatření.

3.4 Rozhodující faktory podmiňující úspěch projektového řízení

Míra úspěšnosti projektů a zkoumání neúspěšnosti je předmětem mnoha výzkumných prací. V jedné z těchto prací se uvádí, že podíl neúspěšnosti se odhaduje na 66 % až 91 %, přičemž mezi nejvýznamnějšími faktory neúspěšnosti patří především nejasné stanovení cílů, neurčení některých základních parametrů nebo nedostatečné školení dotčených pracovníků. (Fotr a Švecová, 2022)

3.4.1 Ekonomická návratnost

Jedno ze zásadních a nejvíce transparentních kritérií úspěšnosti, která ovlivňují rozhodnutí o schválení, realizaci a dalším růstu každého projektového záměru je ekonomická návratnost vložených prostředků. V kontextu nasazení nového systému je důležité předem stanovit očekávané přínosy a porovnat je s požadovanou investicí a provozními náklady. Tím lze vyhodnotit, zda plánovaná investice opravdu přinese přiměřenou návratnost, nebo zda hrozí překročení nákladů nad stanovenou mez. Mezi nejpoužívanější ekonomické metody patří:

CBA – tato analýza (Cost Benefit Analysis – Analýza nákladů a přínosů) je vhodná pro hodnocení a řízení rizika ještě před začátkem projektu, protože umožňuje porovnávat náklady a přínosy navrhovaných opatření. Je možné ji aplikovat na jakoukoliv činnost, ale je nutno mít na paměti princip ALARP (As Low As Reasonably Practicable - tak nízko, jak je to rozumně možné). Ten znamená, že je třeba pečlivě zvážit navrhovaná opatření, která lze aplikovat s ohledem na jejich finanční nároky a dosažitelnou míru snížení rizika. (Pačaiová et al., 2016)

Pro výpočet poměru BCR (Benefit-Cost Ratio – Poměr přínosů a nákladů) se používá vzorec:

$$\text{BCR} = \frac{\sum_{t=0}^T B_t}{\sum_{t=0}^T C_t} \quad (1)$$

Kde dle :

B_t – jsou přínosy v čase „t“,

C_t – náklady v období „t“,

T – je počet sledovaných období.

NPV – tento ukazatel (Net Present Value – Čistá současná metoda) je klíčovým ukazatelem všech dynamických metod a bývá nejpoužívanější, neboť dává srozumitelný finančně vyjádřený výstup. Vychází ze souhrnu kapitálových výdajů a příjmů z investice, přepočtených na jejich současnou hodnotu, čímž zohledňuje nejen činitel času, ale také rizika a průběžný vývoj celého projektu.

Pro výpočet se používají tyto veličiny:

$$\text{NPV} = -I_0 + \sum_{t=1}^T \frac{C_t}{(1+r)^t} \quad (2)$$

Kde dle (Veber, 2016):

I_0 – je počáteční investice,

C_t – očekávaný peněžní tok v období „t“,

r – diskontní míra,

T – celkový počet období, pro která jsou známy nebo odhadovány peněžní toky.

3.4.2 Knowledge management

Další z podstatných metrik je také převod veškerých možných tacitních znalostí na znalosti explicitní a tím je zpřístupnit pro potřeby využití v celé organizaci. Tento soubor procesů a postupů umožňuje organizaci zachytit, uchovávat, sdílet a účinně využívat získané znalosti. V kontextu zavádění nových přístupů se jedná o klíčový faktor úspěchu, protože kvalita sdílených znalostí a rychlost předávání určují, jak bude organizace schopna čelit konkurenčnímu prostředí na trhu. Rozlišují se tyto typy znalostí (Veber, 2016):

- Explicitní – lze je vyjádřit formálním a systematickým jazykem, tedy mluveným či psaným slovem, popřípadě nákresy. Tyto vědomosti je možno přenášet a skladovat.
- Tacitní – tyto se rodí z provázanosti explicitních informací s individuálními zkušenostmi, dovednostmi, intuicí, mentálními modely jedince a jsou silně vázány s činnostmi, postupy, nápady konkrétního člověka.

3.4.3 Personální management

Lidské zdroje hrají důležitou roli nejen v nových projektech, ale i při každodenní rutině ve výrobních podnicích. Kromě výběru vhodného projektového týmu je zásadní i motivace zaměstnanců, kteří budou s novým systémem denně pracovat. Proto je nutné zajistit dostatečné kompetence a školení jak pro programátory, seřizovače a obsluhy CNC, tak i pro údržbu. Mezi další důležité kroky patří vyčlenění dostatečného času pro všechny zainteresované, aby od počátku pochopili změny a osvojili si správné návyky, čímž se minimalizuje riziko odporu vůči novému systému (Kerzner, 2017)

Empirické výzkumy prokázaly, že na kvalitu rozhodování lidských zdrojů negativně působí některé systematické chyby, jako jsou (Fotr a Švecová, 2022):

- Léčka zakotvení – při této psychologické pasti zaměstnanec nebo manažer dává nepřiměřenou váhu první informaci, která mu byla podána a další úsudky jsou pak touto mnohdy nesprávnou kotvou silně ovlivňovány.
- Léčka statu quo – zde se rozhodující manažeři uchylují k variantám, které zachovávají stávající stav a promarnují se příležitosti k potřebným změnám.
- Léčka vyhledávání potvrzujících informací – v této psychologické chybě se vyhledávají informace potvrzující stávající postoj zaměstnance a zároveň jsou pracovníkem odmítány informace, které jsou s tím rozporu.

Popsané psychologické bariéry jsou jen reprezentativním výčtem léček, které mohou ovlivnit nejen na rozhodující osoby, ale i příjemce nových postupů a technologií. Jak již bylo zmíněno na začátku, neúspěšnost nových projektů je vysoká a dle výzkumů je z velké části způsobená lidským faktorem. Proto je třeba neustále monitorovat a komunikovat se všemi zainteresovanými osobami a pomocí speciálně zaměřených školení odstraňovat nástrahy v rozhodování.

4 DÍLČÍ ZÁVĚR TEORIE

Z teoretické části vyplývá klíčový předpoklad, že skutečným přínosem informačních systémů, jakými jsou např. ERP, WMS nebo MES, je jejich úzké propojení s konkrétními firemními procesy a technikami řízení výroby. Nestací pouze pořídit moderní softwarové řešení, ale je bezpodmínečně nutné, aby se jeho funkce staly nedílnou součástí provozní, takticko-manažerské i strategické úrovně podniku. Každý proces, od plánování výroby a správy skladových zásob nebo nástrojových sestav, přes řízení lidských zdrojů až po projektové řízení, musí mít jednoznačně definované vazby a pravidla. Bez důsledného provázání těchto prvků nedokážou ani jinak velmi sofistikované systémy naplnit svůj potenciál.

Zároveň je zřejmé, že procesní a projektová perspektiva jsou klíčové pro úspěšné nasazení vybraného systému. Projektové řízení pomáhá stanovit jasné cíle a definovat odpovědnosti, zatímco soustavné mapování a optimalizace podnikových procesů přináší detailní přehled o místech, kde může správně zvolený systém přispět ke zvýšení výkonnosti, úsporám nákladů, lepší kontrole výrobních procesů nebo vyšší odolnosti vůči rizikům.

Výsledky teoretické části poskytují rámec pro praktické řešení, které bude vycházet ze znalosti konkrétních firemních postupů a zaměří se na jejich zefektivnění prostřednictvím vhodného návrhu a aplikací vybraného modulu informačního systému.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU ŘÍZENÍ PROCESU VE VYBRANÉ SPOLEČNOSTI

Tato část obsahuje stručné představení sledované společnosti, její historie, aktuální organizační struktury a představení portfolia výrobků. Dále se zde provádí sběr dat a informací k řešenému problému, který bude následně řešen analytickými metodami.

V souvislosti s hlavním cílem práce a požadavky managementu firmy je nutné analyzovat současný přístup k dané problematice nástrojového hospodářství a ve spojitosti s jednou z výzkumných otázek i rizika spojená s aplikací vybraného modulu informačního systému ve sledované společnosti. Tato část práce se zaměřuje na analýzu klíčových činností ovlivňujících výkonnost a efektivitu procesů v souvislosti s návrhem implementace modulu, přičemž důraz je kladen na jejich dopad v oblasti časového a ekonomického progresu výrobních operací. Následně se provede komparace stavu před a po zavedení systému, přičemž pozornost se zaměřuje na kvantitativní i kvalitativní vyhodnocení. Na základě výsledků jsou navržena praktická doporučení pro optimalizaci procesu správy nástrojů a zvýšení celkové výkonnosti výroby.

5.1 Popis vybrané společnosti

Společnost, která je od roku 2000 vlastněná významnou italskou organizací, patří mezi přední výrobce vícevřetenových automatů, CNC obráběcích center a dlouhotočných soustružnických automatů v České republice. Sídlo firmy se nachází v průmyslovém regionu s dlouhou tradicí, sahající až do první poloviny 20. století. Firma je významným hráčem na domácím trhu a klade důraz na modernizaci svých produktů i výrobních procesů. Cílem vrcholového managementu je zvýšit produktivitu a konkurenceschopnost svých výrobků.

Historie společnosti je úzce spjata s rozvojem moderní strojírenské výroby ve Zlínském kraji. Od počátku nového tisíciletí získala společnost díky změně majitele jedinečnou příležitost uspět i na globálních trzích, což jí umožnilo rozšíření obchodních aktivit a přístup k nejmodernějším technologiím.

Dle dostupných statistických údajů společnost v roce 2023 dosáhla obratu přibližně 1,2 miliardy Kč. V témže období zaměstnávala více než 500 osob, přičemž struktura pracovních míst zahrnuje nejen vysoce specializované technické pozice, ale i odborníky z oblasti managementu, výzkumu a vývoje či administrativy. Vzhledem ke své velikosti a rozmanitému produktovému portfoliu firma ročně vyrobí několik stovek strojů, přičemž

přibližně 60–70 % produkce směřuje na export do zemí Evropské unie, Severní Ameriky a vybraných asijských států. Zbývající část odbytu je realizována na tuzemském trhu, kde si podnik udržuje stabilní klientskou základnu.

Vysoká míra exportu je podmíněna nejen konkurenční cenovou politikou, ale především neustálou snahou o technický rozvoj a modernizaci výrobních provozů. Společnost disponuje několika výrobními halami, ve kterých probíhá přesné obrábění komponentů, montáž hotových strojů i důkladné testování před dodáním zákazníkovi. Nezanedbatelnou roli zde hraje systematické investování do výzkumu a vývoje, což se promítá do ročního rozpočtu vyhrazeného na tuto oblast. Podle interních zdrojů dosahuje objem těchto investic částek v řádu desítek milionů korun ročně.

V rámci strategických iniciativ se firma orientuje na implementaci principů Průmyslu 4.0, které zahrnují progresivní robotizaci, digitalizaci výrobních procesů a nasazení pokročilých řídicích systémů. V posledních několika letech podnik rovněž rozšířil své výzkumné kapacity v oblasti senzorických technologií a sběru dat v reálném čase, čímž se zvýšila přesnost a spolehlivost jednotlivých strojů. Propojení těchto inovací s efektivním plánováním výroby a logistiky umožňuje organizaci lépe řídit náklady a současně zvyšovat produktivitu.

5.2 Metodika sběru dat

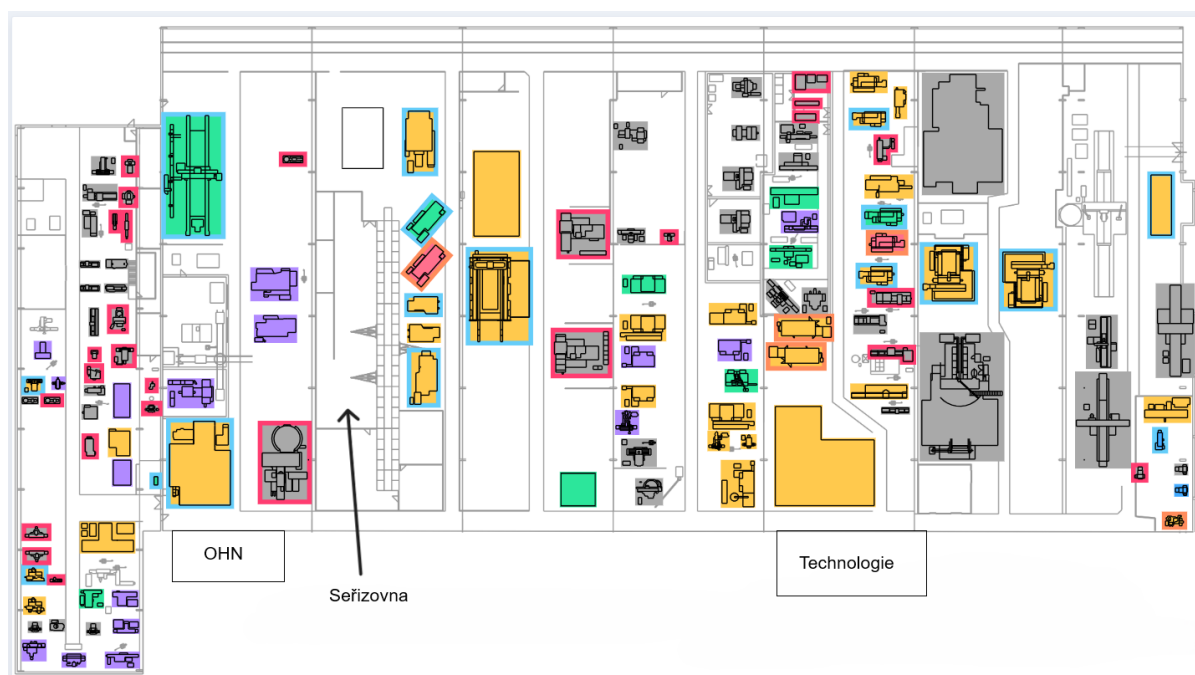
Sběr dat vytvořil podmínky pro získání relevantních a přesných informací o průběhu výrobních procesů, které umožnily objektivně zhodnotit účinnost zavedeného řešení a analyzovat jeho dopad na výkonnost a organizaci výroby. Data byla shromážděna z různorodých zdrojů, včetně časových protokolů o délce jednotlivých operací, jako je identifikace a příprava nástrojových sestav prováděná programátory, či seřizovací činnosti realizované pracovníky odpovědnými za sestavení. Dále byla využita data z logistického systému, která mapovala přerozdělování vyráběných dílců mezi obráběcí pracoviště a poskytovala širší kontext pro hodnocení vynaložených nákladů, alokace zdrojů a efektivity pracovního vytížení.

Kromě kvantitativních dat byly využity také kvalitativní metody, včetně brainstormingu a brainwritingu s odpovědnými pracovníky, a tvorby myšlenkových map, které pomohly identifikovat klíčové prvky současných procesů. Vývojové diagramy

popisující probíhající procesy v organizaci poskytly detailní vizualizaci pracovních toků a umožnily snazší analýzu jejich efektivity i identifikaci oblastí, vhodných k optimalizačnímu zásahu. Tento kombinovaný přístup k datům vytvořil komplexní základ pro následné hodnocení dopadů implementace modulu.

5.3 Analýza současného stavu procesu pro řízení nástrojových sestav

Proces výroby ve společnosti je situován do jedné provozní budovy. Barevné rozložení strojového parku spolu s označením jednotlivých stanovišť jako je pracoviště OHN (Odbor hospodaření s nástroji), Technologie, kde sídlí oddělení programátorů a Seřizovna nástrojů, je znázorněno na Obrázku 2. Mezi oddělením Technologie a jednotlivými pracovišti vede ulička, která prochází napříč celou budovou, dle měření je dlouhá 40 metrů. Tuto vzdálenost musí programátoři překonat, pokud hledají potřebné nástrojové sestavy na některém z výše zmíněných stanovišť.



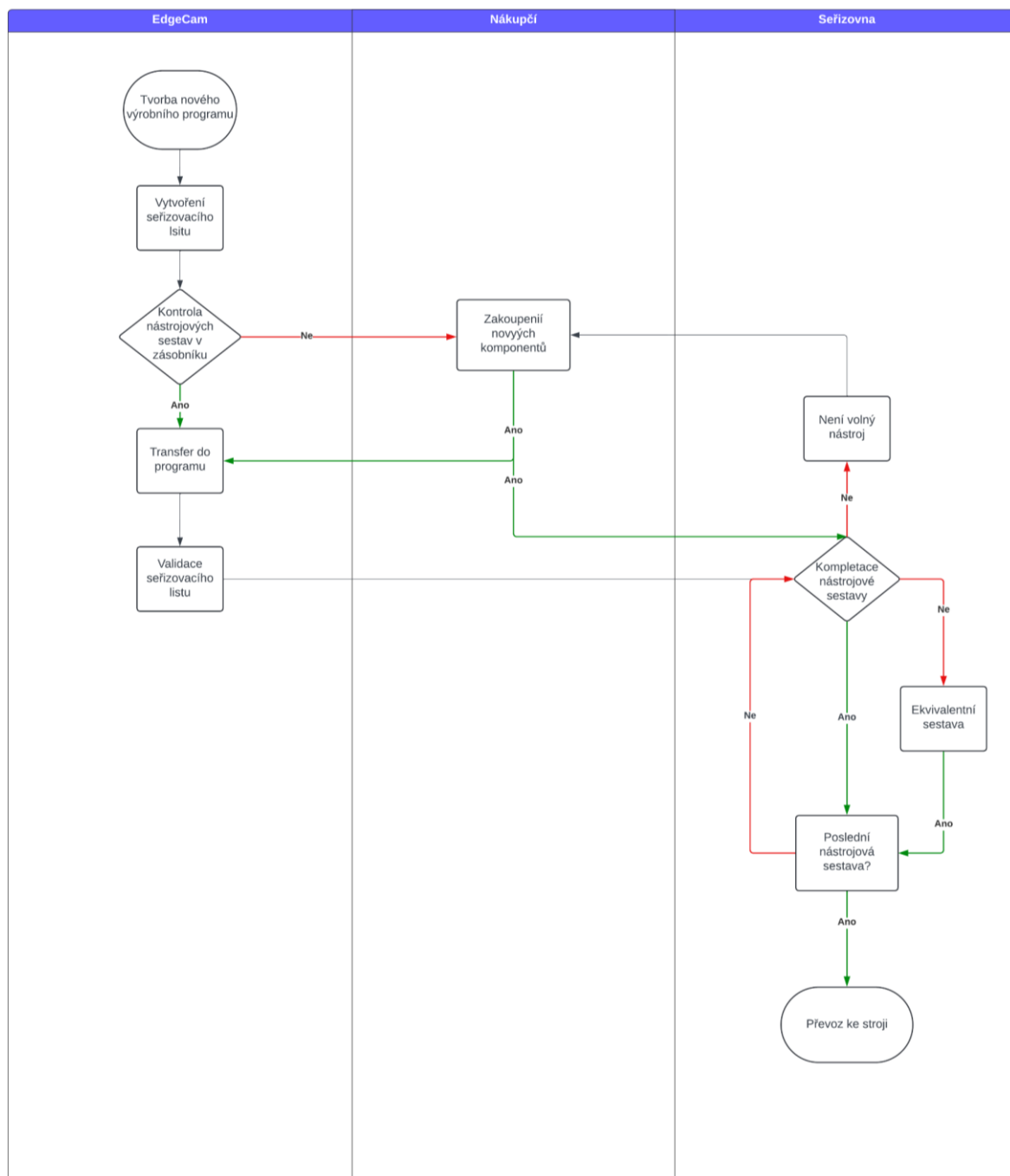
Obrázek 2: Výrobní hala

(Interní zdroj společnosti)

Ve výrobním objektu se nachází 22 frézovacích obráběcích center a 9 CNC soustruhů, spolu se výdejnou nástrojů umístěnou na Obrázku 2 pod seřizovnou. Všechna zařízení jsou zapojena do podnikové sítě a připojeny ke stávajícímu MES systému ReCon, který monitoruje průběh zpracování výrobních zakázek spolu s výkonem stroje v závislosti na poruchách a odstávkách.

5.3.1 Vyjádření původního procesu pomocí vývojového diagramu a statistik

Stávající postup identifikace, sestavování a nasazení nástrojových sestav je znázorněn pomocí vývojového diagramu na následujícím Obrázku 3. Na začátku procesu je zhotoven programátorem v Cad-Cam systému EdgeCam návrh seřizovacího listu pro tvorbu programu s použitím nástrojových sestav, které jsou v zásobníku nástrojů nebo jejichž existence byla fyzicky ověřena na stroji, případně v seřizovně. Pokud se tyto sestavy nikde nevyskytují nebo nejsou fyzicky nalezeny, postupuje se požadavek pro pořízení k nákupčímu. Pracovník nákupu zadá požadavek do systému NAHOS, do něhož má přístup pouze jeho oddělení, a po dodání sestavy nebo komponentu ústně nebo e-mailem potvrdí dodání pracovníkovi, který požadavek vnesl. Na základě tohoto potvrzení dochází k převodu informací o nástrojových sestavách ze seřizovacího listu do systému Cad-Cam, k vytvoření výrobního programu a následnému ověření seřizovacího listu. Jakmile je zakázka postoupena do výroby, začínají pracovníci v seřizovně připravovat nástrojové sestavy, které jsou programátorem využity v seřizovacím listu. V rámci této činnosti často nastává problém, že celé sestavy nebo jejich komponenty již nejsou dostupné například z důvodu využití na jiném stroji, vyřazení nebo nevhodnosti.



Obrázek 3: Stávající proces

(zdroj: vlastní)

Zmíněná nedostupnost některých typů nástrojů způsobuje v průběhu tohoto procesu značné časové ztráty, vyjádřené ve statistice ze sledovaného období. A to jak na straně programátorů, kteří nemají dostatečnou přehled o všech nástrojových sestavách, protože neexistuje zpětná vazba o změnách v nástrojovém hospodářství, tak i na straně pracovníků seřizovny, kteří musejí chybějící nástrojové sestavy vyhledávat nebo znovu sestavovat podle aktuální potřeby.

Z tohoto důvodu se na CNC pracovištích začaly shromažďovat tyto sestavené komponenty, aby se předešlo jejich ztrátě při případném opakování zakázky, i když opětovná realizace již není vždy jistá. Tímto postupem se počet nástrojových sestav významně navyšuje a s tím i finanční zátěž, protože mnohé zakázky, jak dokládá další podkapitola, se buď již neopakovaly nebo bývají z důvodu vysokého kapacitního vytížení přesouvány na jiné stroje.

5.3.2 Nákladovost původního procesu

V daném provozu je instalováno 18 CNC obráběcích center, která se liší kapacitou míst v zásobníku nástrojů (od 16 až po 56 míst v závislosti na velikosti stroje). V letech 2022 až 2024 bylo v těchto upínacích držácích a nástrojích pro CNC frézovací stroje investována částka, jejíž výše je znázorněna v Tabulce 1. Tyto komponenty byly využity při programování nových nebo upravených programů jejichž počet je spolu s celkovým počtem programů za jednotlivé roky znázorněn v Tabulce 2.

Tabulka 1: Cena nových nástrojových sestav za jednotlivé roky

Nákup 2022 (Kč)	Nákup 2023 (Kč)	Nákup 2024 (Kč)	Celkový nákup (Kč)
1 507 435	1 796 924	2 985 129	6 284 487

(zdroj: vlastní)

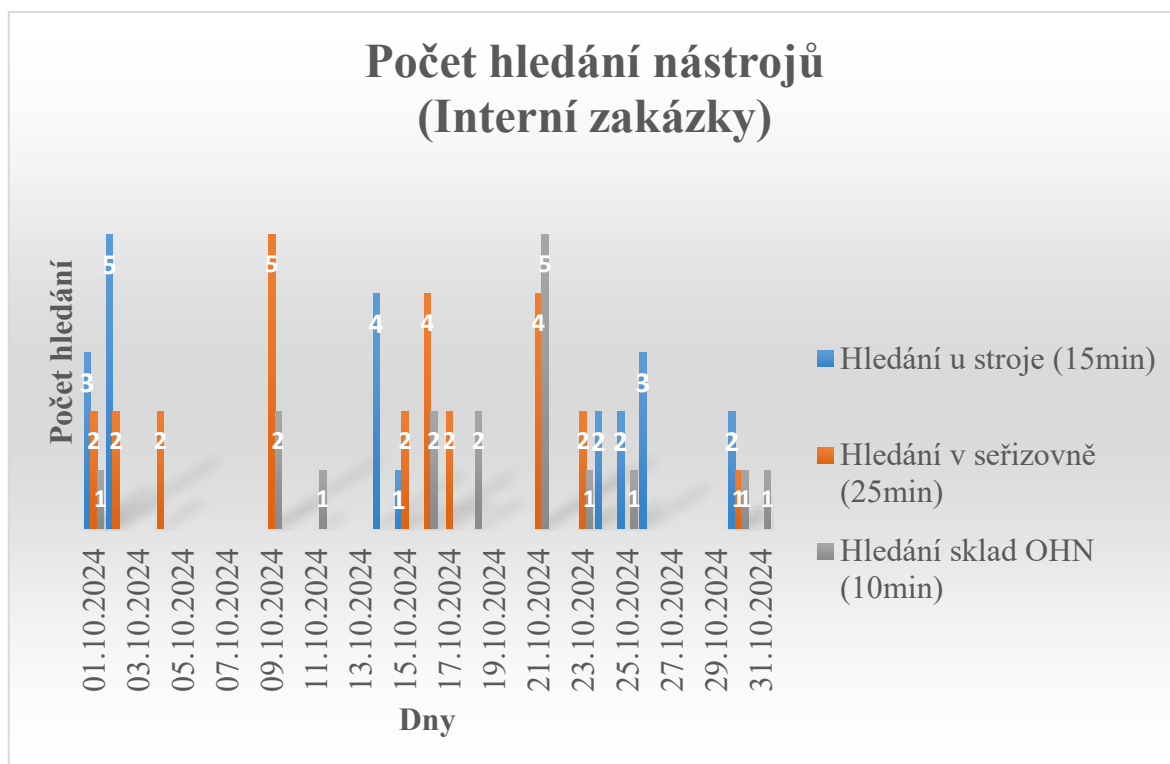
Tabulka 2: Výrobní programy použité na strojích za jednotlivé roky

Počet programů/ rok	Rok 2022 (ks)	Rok 2023 (ks)	Rok 2024 (ks)	Celkový počet (ks)
Nové programy	552	710	795	2 057
Všechny programy	1750	2 158	2 048	5 956

(Interní zdroj společnosti)

5.3.3 Statistika využití času programátorů a seřizovačů v původním procesu

Pro statistiku využití času programátorů, vedenou od měsíce září 2024 do prosince 2024, byla využita data získaná pozorováním konkrétních programátorů jednotlivých zaměření, a to při hledání použitelných nástrojů pro nové externí zakázky, zakázky interní a úpravy již realizovaných zakázek. Po dobu čtyř měsíců zaznamenávali tito pracovníci každý pracovní den jednotlivé jimi použité způsoby hledání nástrojových sestav. Typy hledání byly rozděleny do tří kategorií, a to hledání na CNC stroji, hledání v seřizovně a hledání v oddělení OHN.



Obrázek 4: Měsíční statistika programátora CNC

(zdroj vlastní)

Na základě statistiky počtu vytvořených nebo upravených programů (Tabulka 3) a evidence četnosti hledání nástrojů jednotlivými programátory (Obrázek 4) je možné kvantifikovat dobu strávenou hledáním nástrojových sestav a následně stanovit hodinovou hodnotu tohoto neproduktivního úkonu z hlediska dopadu na efektivitu výrobního procesu.

Tabulka 3: Statistika nových programů za rok 2024

Přehled zhotovených NC programů na jednotlivých strojích																				
stroj	MCF	MC2	MC3	H40	H45	H50	H55	FH6	FRF	HR8	H10	HH2	WHN	WXH	KOL	MCV	W13	MCM	TUR	TU2
měsíc																				
Leden	2		20		28			1		1	1		1	2		2				5
Únor	2		19		12			1		1	1	1	1		1	4	1	1	2	
Březen	3	2	10	2	13	1		2	6	3		2	2	1	1	1			1	
Duben	6	1	13	1	20	2		1	6	8		4	1			1	1		1	
Květen	4	2	10		7	5		2	3	1	2		2		1				1	
Červen	14	4	10	1	10	2		1	3	1	3	6	3	3		3	3	2		3
Červenec	6	10	12		12	5	2		2	1	2	2			1			1	2	6
Srpen	14	7	12		20	10	2		2		2								2	1
Září	10	1	14	4	23	7	6		3	1	1	2	2	2		2	4	2		1
Říjen	5	2	13		24	7	6		1	3			2	4		3		2	2	10
Listopad	2	1	24	1	11	5	10		2		1	5	2	2		11		3	3	
Prosinec	1	1	20	2	8	6	10			2	3	4	1	2		5	2	2		
CELKEM	69	31	177	11	188	50	36	8	28	22	16	26	17	16	4	32	11	13	14	26
																				795

(Interní zdroj společnosti)

Celkový čas, který programátoři věnovali hledání vhodných nástrojů pro jednotlivé typy zakázek je možno z vedené statistiky (příklad měsíc říjen Příloha I) zprůměrovat na celý rok a promítnout do následující Tabulky 4.

Tabulka 4: Statistika hledání nástrojů programátory

Počet programů/Časový fond	Časový fond nových externích programů (min)	Časový fond nových interních programů (min)	Časový fond ověřených programů (min)	Celkový průměrný čas programátorů za rok (min)
září	1 500	860	545	
říjen	1845	1150	490	
listopad	1570	965	540	
prosinec	1 360	1 160	335	
Průměrný čas za měsíc	1 569	1 034	478	73 920

(zdroj: vlastní)

Výsledný průměrný čas 73 920 minut (1 232 hodin) strávených hledáním nástrojových kompletů byl propočítán z reprezentativního vzorku tří programátorů, kteří byli vybráni z rozdílných pracovních skupin programátorů. Celkový počet pracovníků zpracovávajících programy pro CNC stroje je osm.

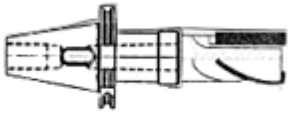
Celkový potřebný čas pracovníků seřizovny, v počtu šesti osob, na sestavení nástrojových sestav pro jednotlivé typy programů lze vypočítat z kombinace výstupů o počtu nových a celkových programů spolu s tabulkou časového fondu potřebného ke kompletaci balíku nástrojových sestav pro výrobu dílce podle programu. Průměrný počet nástrojů potřebných pro výrobu dílce podle programu činí 30 nástrojových sestav z nichž se odečítá 20 pevných sestav, které má každý stroj přímo v zásobníku a o něž se stará obsluha stroje. Na základě sesbíraných dat, které obsahovaly počty programů spolu s informacemi odpovědných pracovníků a vlastním pozorováním skládání jednotlivých typů nástrojových sestav vyšla tabulka s časovými údaji níže.

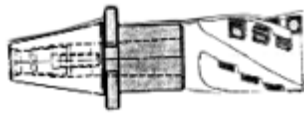
Tabulka 5: Potřebný čas pro sestavení nástrojů za rok 2024

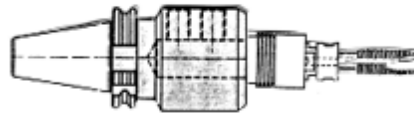
Počet programů/Časový fond	Sestavování nových programů (400 min)	Sestavování starých programů (150 min)	Celkový čas (min)
Počet programů	795	1253	
Celkový počet min.	318 000	187 950	505 950

(zdroj: vlastní)

Důvod těchto rozdílných časů je znázorněn na níže uvedených obrázcích (Obrázek 5, Obrázek 6), kdy na prvním je zobrazen příklad seřizovacího listu nového programu vytvořeného programátory CNC, zatímco na druhém obrázku je vzor seřizovacího listu již odladěného programu, který zůstává vytištěn pro potřeby pracovníků v seřizovně.

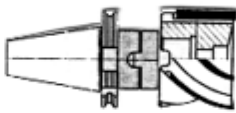
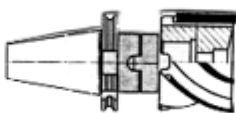
D27	Třít	E08 SK -NC 63mm.K10	FR. SK dia 63	27
	Držák			
				S404
				F380
				L
				R

D28			JEZEK dia 63	28
	Kleštiny			
	Upínací hlava			
	Prodloužení			
	Kuzel			
				S
				F
				L
				R

D29			ZAVITNIK M8	29
	Kleštiny			
	Pouzdro			
	Držák			
				S315
				F315
				L
				R

Obrázek 5: Seřizovací list nového programu

(Interní zdroj společnosti)

SEŘIZOVACÍ LIST PRO STROJ KOLB				
D56	GUHRING	ART. NR. 732 TYP A	VRTÁK SK *6,8	56
	ISCAR	ISO 50 x ER 16x160		
		ER 16 5-4		
		L MIN 210 MM		
				S
				F
				L
				R
D57	WALTER	F1675.B.080.Z08.50.K	FREZA. NASTRCNA SK dia 80,00	57
	trn	AK155M.0.80.030.32		
	prodlouz.	A101M.0.80.100.80		
	držák	A100M.2.50.025.80		
		Lmin 170MM		S
		MIN dia 76mm !!!		F
				L
				R
D58	TIZIT	E09 BN 80 K10	FREZA. NASTRCNA SK dia 80,00	58
	MCT	PN 247227 50x32		
		MIN dia 76mm !!!		S
				F
				L
				R

Obrázek 6: Seřizovací list odladěného programu

(Interní zdroj společnosti)

Jak je patrné z Obrázku 6, i detailně rozepsané seřizovací listy vykazují mezery v dohledatelnosti položek. Poznámky u některých sestav, jako je např. D58, slouží pouze jako podpůrná informace pro určitého pracovníka, a jsou tak závislé na jeho tacitních znalostech, čímž neusnadňují snadnou zastupitelnost.

Na základě metody pozorování byla následně z nasbíraných informací vypočtena průměrná doba, jež je znázorněna v Tabulce 6, která je věnována hledání nástrojů v případě programátorů nebo zbytečně složitějšímu skládání nástrojových sestav v případě pracovníků seřizovny.

Tabulka 6: Porovnání časů seřizovačů a programátorů nové programy

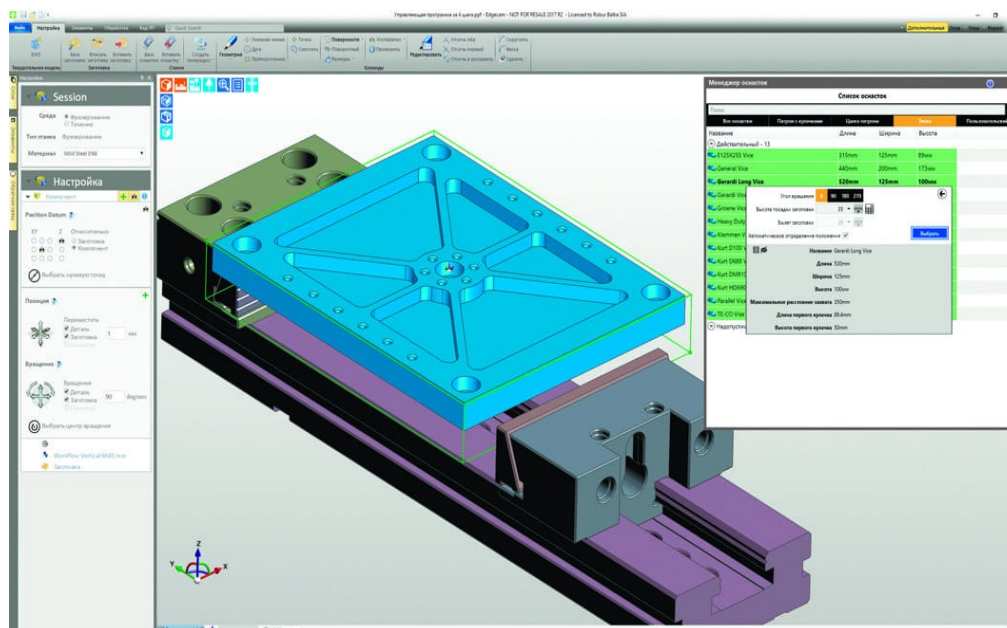
	Sestavování nových programů stávající čas (400 min)	Sestavování nových programů standardní čas (150 min)	Celkový průměrný čas programátorů za rok (min)
Počet programů	795	795	
Celkový počet min.	318 000	119 250	73 920

(zdroj: vlastní)

Z poskytnutých dat a pozorování byly zjištěny následující skutečnosti:

- Pracovníci seřizovny skládají a měří sestavy u nových programů o 198 750 minut (3 312 hodin) déle než při seřizování sestav u již odzkoušených programů. Což činí při počtu šesti pracovníků průměrně 552 hodin na osobu za rok.
- Programátoři CNC věnují hledání vhodných nástrojů 73 920 minut (1 232 hodin) ze své pracovní doby, což představuje průměrně 154 hodin na osobu za rok při celkovém počtu osmi pracovníků.

Rozborem současného stavu určování, sestavování a měření nástrojových sestav bylo zjištěno, že pracovníci zajišťující výrobu na frézovacích CNC strojích vynakládají na tyto činnosti ročně až o 4 544 hodin více. Tyto činnosti by bylo možné optimalizovat navržením nového postupu, který by obsahoval zpětnou vazbu mezi jednotlivými pracovišti a výrazně snížil časovou náročnost stávajícího procesu. Další nevýhodou zjištěnou během identifikace stávajícího procesu je, že po dokončení výrobní zakázky a vyjmutí sestav nástrojů dochází ke ztrátě explicitní informace ze stroje o zbývajícím životnosti použitých nástrojů. Tato informace by přitom mohla být využita při další výrobní zakázce, avšak rozhodnutí o opětovném použití nástroje závisí pouze na osobním posouzení a zkušenostech pracovníků seřizovny. Posledním úskalím celého procesu je vzájemná nekompatibilita mezi používanými softwary a to konkrétně mezi Cad-Cam systémem Edgecam a softwarem pro správu nástrojů NAHOS, které si mezi sebou nedokážou předávat data žádnou formou.



Obrázek 7: EdgeCam

(Interní zdroj společnosti)

ID	Vendor	Name	Material	Quantity
FRI20000072	ISCAR	FREZA	PR D03040S1-04-2	4
FRI20000078	ISCAR	FREZA	ECR-B04T 20-4200 IC 900	54
FRI20000081	ISCAR	FREZA	ES04-D10-C8-18	1
FRI20000083	ISCAR	FREZA	HM01-ES04-D18-2	2
FRI20000084	ISCAR	FREZA	ES04-C20-0PH	1
FRI20000085	ISCAR	FREZA	F80-D100-32	1
FRI20000088	ISCAR	FREZA	CM-D 20-B-C28	1
FRI20000082	ISCAR	FREZA	ES04-D15-A-C20	1
FRI20000088	ISCAR	FREZA	SON-D160-1315-4	1
FRI20000089	ISCAR	FREZA	ALN20000083	1
FRI20000091	ISCAR	FREZA	ES04-D10-C8-18	1
FRI20000089	ISCAR	FREZA	HM01-ES04-D18-2	2
FRI20000090	ISCAR	FREZA	FF-EW-D25-120-C2	2
FRI20000091	ISCAR	FREZA	SPR-FR008-3-C08	54
FRI20000092	ISCAR	FREZA	EC04A009-3W08 IC 900	54
FRI20000094	ISCAR	FREZA	FDN-D080-10-23-L	2
FRI20000098	ISCAR	FREZA	EC-B4-14-21C130R IC 900	54
FRI20000100	ISCAR	FREZA	EC4-B-3-20-38W20 IC 08	54
FRI20000102	ISCAR	FREZA	BCW-D20-A-C20	2
FRI20000109	ISCAR	FREZA	SON-04-160-000-PL	2
FRI20000110	ISCAR	FREZA	SON-04-160-000-PL	2
FRI20000111	ISCAR	FREZA	SON-04-160-000-PL	2

Obrázek 8: NAHOS

(Interní zdroj společnosti)

Tato skutečnost je dána zejména zastaralostí programu NAHOS, jehož vývoj a podpora byla ukončena v roce 2010 a pro jehož vlastní spuštění je potřeba prostředí Windows 2000. Zjištěnou nevýhodu by mohl vyřešit nový software pro všechny zúčastněné pracovníky, pomocí kterého by se informace o nástrojích tvořily, uchovávaly a sdílely. Zároveň by také mohl napomoci při změně stávajícího postupu, který zcela postrádá zpětnou vazbu mezi jednotlivými pracovními skupinami.

6 NÁVRH A VÝBĚR SOFTWARE PRO NÁSTROJOVÉ HOSPODÁŘSTVÍ

Ve výrobních podnicích se používají různé komplexní podnikové informační systémy pro podporu celé řady potřebných úkonů. V kontextu této práce je zásadní vyhodnotit, který z dostupných systémů nejlépe odpovídá specifickým požadavkům na správu a hospodaření s nástrojovými sestavami. Proto je tato kapitola zaměřena na systematické srovnání vybraných podnikových softwarů, přičemž se opírá o poznatky získané studiem odborné literatury v teoretické části i specifické potřeby podniku.

K dosažení objektivního porovnání byla zvolena metoda vícekriteriálního rozhodovacího modelu, která umožňuje kvantifikovat celkovou vhodnost jednotlivých systémů v jediném hodnotícím ukazateli. Tento přístup nejenže zajišťuje transparentní rozhodovací proces, ale zároveň umožňuje porovnání teoretických poznatků s reálnými preferencemi podniku, což je klíčové pro naplnění cíle práce, a to identifikaci nejvhodnějšího softwarového řešení pro účinnou správu nástrojových sestav.

6.1 Určení kritérií pro hodnocení

V průběhu analýzy současného stavu hospodaření s nástrojovými sestavami proběhlo několik schůzek se zainteresovanými vedoucími pracovníky, během nichž se průběžně prezentovaly zjištěné skutečnosti ve sledovaném procesu. Na základě schůzky uskutečněné v měsíci listopadu 2024 vznikl konkrétní požadavek na doporučení nového softwarového řešení spolu s vytvořením nového organizačního postupu pro správu nástrojových sestav. Cílem je zajištění sledování jejich životnosti a převod dosud neformálních (tacitních) znalostí jednotlivých pracovníků do digitální podoby (explicitních informací) využitelné všemi zainteresovanými zaměstnanci. Mezi vybrané možnosti dostupných softwarových řešení byly doporučeny, vzhledem k požadavkům organizace, již používané systémy ERP, MES a WMS.

V rámci dalšího setkání byly pomocí techniky Brainstorming za účasti technického ředitele, vedoucího výroby, vedoucího technologie, manažera IT, aplikačního inženýra a mé osoby jako zapisovatele, určeny hodnotící kritéria (Tabulka 7) pro vybrané informační systémy, které obsahují modul splňující výše uvedené požadavky. Tato kritéria pro vybrané softwarové platformy byla určena, jak z hlediska potřeb podniku, tak na základě doporučení odborné literatury, jako vhodná pro danou problematiku.

Tabulka 7: Vybraná kritéria

K₁ – Cena (kč)
K₂ – Doba implementace (měsíc)
K₃ – Náročnost zadávání dat (počet normohodin)
K₄ – Uživatelská přívětivost (stup. 1-10 nejlepší)
K₅ – Náročnost na IT komponenty (Kč)
K₆ – Technická podpora (stup. 1-10 nejlepší)
K₇ – Komplexnost systému (stup. 1-10 nejlepší)

(zdroj: vlastní)

Každé kritérium má svůj význam:

- **K₁** – zde se počítá s cenou systému, která je nutná pro obsáhnutí modulu pro správu nástrojových sestav (částka je součtem ceny systému za 3 roky + 2 roky maintenance),
- **K₂** – doba implementace, jež je nutná pro spuštění systému včetně modulu,
- **K₃** – způsob zadávání dat do systému,
- **K₄** – ovládání systému, výstupy pro správu nástrojových sestav (seřizovací listy), zpětná vazba při chybějící položce nebo nedostatečné životnosti nástroje,
- **K₅** – cena potřebných IT komponentů nutných pro funkčnost softwaru nebo pro sběr dat,
- **K₆** – dostupnost technické podpory,
- **K₇** – celkové možnosti systému nad nyní požadovaný rámec, podpora moderních metod řízení.

Na schůzce konané v měsíci lednu 2025 byla váha každého kritéria určena týmem složeným z vedoucího technologie, programátora, manažera IT, technického ředitele, vedoucího výroby, dodavatele nástrojů, seřizovače a mne jako moderátora (Obrázek 9, Obrázek 10) pomocí metody Brainwriting, doplněné o Fullerovu metodu k určení jednotlivých vah.

Vzhledem k náročnosti metodiky bylo důležité, aby všichni hodnotitelé plně pochopili princip vážení kritérií, což bylo zásadní pro objektivitu celého procesu. Proto byla úvodní

část schůzky věnována podrobnému vysvětlení metodiky a jednotlivým hodnotícím kritériím. Metoda Brainwriting byla zvolena záměrně, aby umožnila účastníkům si nejprve samostatně zformulovat svá hodnocení předtím, než došlo k vzájemné diskusi a konfrontaci. Na rozdíl od metody Delphi, která je postavena na anonymním hodnocení a zpětné validaci odpovědí, byl zde kladen důraz na přímou komunikaci mezi hodnotiteli, která vedla ke konsensuálnímu pochopení obsahu schůzky a zároveň umožnila vzájemné učení se v rámci diskuze.

Výsledky hlasování účastníků schůzky byly pro každé kritérium kumulativně sečteny a váhy následně rozděleny. Individuální hlasování jsou zdokumentována v Příloze 2, přičemž konkrétní příklad hlasování je znázorněn v Tabulce 8.

Tabulka 8: Hodnocení vah kritérií účastníkem

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7		
K1	x	1	1	0	1	1	0	4	0,19
K2	0	x	1	0	1	1	0	3	0,15
K3	0	0	x	1	0	1	0	2	0,09
K4	1	1	0	x	1	1	0	4	0,19
K5	0	0	1	0	x	0	0	1	0,05
K6	0	0	0	0	1	x	1	2	0,09
K7	1	1	1	1	1	0	x	5	0,24
								21	1

(zdroj:vlastní)



Obrázek 9: Hodnocení kritérií

(zdroj: vlastní)



Obrázek 10: Hodnocení navrhovaných systémů

(zdroj: vlastní)

Po sečtení a zprůměrování hodnocení každého člena hodnotícího týmu je výsledek určení jednotlivých vah pro daná kritéria znázorněn v Tabulce 9.

Tabulka 9: Výsledná váha jednotlivých kritérií

Kritéria	Kumulovaný součet	Váha
K₁	23	0,16
K₂	14	0,09
K₃	23	0,16
K₄	25	0,17
K₅	14	0,10
K₆	26	0,17
K₇	22	0,15

(zdroj: vlastní)

Nejvyšší výsledné váhy po týmovém hlasování získala kritéria **K₄** uživatelská přívětivost a **K₆** dostupnost technické podpory. Jako nejméně podstatné hledisko pro porovnávání vyhodnotili hodnotící členové parametr **K₂** dobu implementace systému.

6.2 Porovnání systémů vícekritériálním hodnocením

V této fázi byli osloveni dodavatelé tří podnikových systémů, jejichž řešení odpovídala stanoveným požadavkům. Tito dodavatelé byli pozváni k osobním jednáním s cílem doplnit informace o funkcionalitě a cenové struktuře nabízených modulů, které byly nezbytné pro objektivní posouzení vhodnosti jejich systémů pro potřeby podniku. Vyplněné údaje byly posléze zaneseny do přehledné tabulky (Tabulka 10) a upraveny do srovnatelné podoby, zde se v konkrétním případě jednalo o převod měn. Pod symbolem V_1 je uveden systém **ERP**, zkratka V_2 označuje systém **MES** a symbolem V_3 je reprezentován systém **WMS**.

Tabulka 10: Porovnání systémů vícekritériálním hodnocením

Varianta Kritérium	typ	V_1	V_2	V_3	x_i^0 nejhorší hodnota	x_i^I nejlepší hodnota	v_i váha kritéria
K₁ – Cena (kč)	MIN	1 800 000	1 200 000	800 000	1 800 000	800 000	0,16
K₂ – Doba implementace (měsíc)	MIN	18	12	12	18	12	0,09
K₃ – Náročnost zadávání dat (počet normohodin)	MIN	380	350	350	380	350	0,16
K₄ – Uživatelská přívětivost (stup. 1-10 nejlepší)	MAX	9	7	5	5	9	0,17
K₅ – Náročnost na IT komponenty (kč)	MIN	600 000	400 000	250 000	600 000	250 000	0,1
K₆ – Technická podpora (stup. 1-10 nejlepší)	MAX	10	8	5	5	10	0,17
K₇ – Komplexnost systému (stup. 1-10 nejlepší)	MAX	10	6	2	2	10	0,15

(zdroj: vlastní)

Využitím bazické metody (Tabulka 11), která byla zvolena kvůli své přehlednosti a snadnému výpočtu, byly normalizovány hodnoty každého parametru na společnou stupnici (0,1), přičemž nižší hodnota kritéria se převede na lepší hodnocení, pokud je to typ MIN, a naopak pokud je parametr MAX, kdy se lepší hodnotou stává ta nejvyšší.

Tabulka 11: Převod bazickou metodou

Varianta Kritérium	typ	V_1	V_2	V_3	v_i váha kritéria
K₁ – Cena (kč)	MIN	0	0,6	1	0,16

K₂ – Doba implementace (měsíc)	MIN	0	1	1	0,09
K₃ – Náročnost zadávání dat (počet normohodin)	MIN	0	1	1	0,16
K₄ – Uživatelská přívětivost (stup. 1-10 nejlepší)	MAX	1	0,5	0	0,17
K₅ – Náročnost na IT komponenty (kč)	MIN	0	0,57	1	0,1
K₆ – Technická podpora (stup. 1-10 nejlepší)	MAX	1	0,6	0	0,17
K₇ – Komplexnost systému (stup. 1-10 nejlepší)	MAX	1	0,5	0	0,15

(zdroj: vlastní)

Následně byly tyto hodnoty vynásobeny příslušnými váhami a po sečtení jednotlivých dat bylo provedeno vyhodnocení. Výsledky jsou uvedeny v Tabulce 12 formou číselného pořadí hodnocených systémů, přičemž nejvyšší hodnota označuje nejlepší poměr parametrů.

Tabulka 12: Vyhodnocení pořadí systémů

Varianta	typ	V₁	V₂	V₃
K₁ – Cena (kč)	MIN	0,00	0,10	0,16
K₂ – Doba implementace (měsíc)	MIN	0,00	0,09	0,09
K₃ – Náročnost zadávání dat (počet normohodin)	MIN	0,00	0,16	0,16
K₄ – Uživatelská přívětivost (stup. 1-10 nejlepší)	MAX	0,17	0,09	0,00
K₅ – Náročnost na IT komponenty (kč)	MIN	0,00	0,06	0,10
K₆ – Technická podpora (stup. 1-10 nejlepší)	MAX	0,17	0,10	0,00
K₇ – Komplexnost systému (stup. 1-10 nejlepší)	MAX	0,15	0,08	0,00
Součet hodnocení		0,49	0,67	0,51
Pořadí		3	1	2

(zdroj: vlastní)

Nejvhodnějším systémem se podle výsledků ukázal systém MES, který skončil s bodovým ohodnocením 0,67 na první příčce. Další dva softwarové programy skončily se skoro stejným ohodnocením, rozdíl činil pouhých 0,02 bodu. Druhé místo obsadil systém WMS a ERP skončil na příčce třetí. Tento malý rozdíl mohl být způsoben použitou bazickou metodou pro určení vah, jež však k určení pořadí vhodnosti jednotlivých softwarů plně postačuje.

V rámci provedené analýzy je však zapotřebí si uvědomit i několik omezení, která mohla ovlivnit výsledné pořadí posuzovaných informačních systémů. Přestože zvolená metoda poskytuje ucelený rámec pro proces rozhodování, v praxi se mohou projevit následující činitele:

- Možná změna potřeb a priorit v čase – stanovené parametry odrážejí především aktuální potřeby dané organizace. Pokud se strategie organizace v budoucnu změní (například změnou produktů nebo organizační struktury) může dojít k přehodnocení vah či dokonce k potřebě přehodnotit samotná kritéria.
- Subjektivní charakter stanovení vah – ačkoliv byly váhy parametrů určeny metodou Brainwriting a Fullerovou metodou, jejich výsledná forma vždy reflektuje osobní názory hodnotitelů. V jiném týmovém složení nebo při odlišných strategických záměrech by mohly tyto váhy vycházet odlišně.
- Opomenutí měkkých nebo hůře kvantifikovatelných hledisek – hodnocení bylo zaměřeno především na technicko-ekonomické parametry. Aspekty jako je například ergonomie práce nebo chování systému v nestandardních provozních situacích nebyly dostatečně zohledněny.
- Jednorázovost provedeného hodnocení – metodika byla aplikována v jednom konkrétním časovém úseku, aniž by se zohledňovala možná budoucí aktualizace verzí softwaru, změna legislativních požadavků nebo další externí nebo interní vlivy.
- Rozšiřitelnost a škálování systému – hodnocení nezohledňuje, nakolik je možné vybraný informační systém adaptovat při dalším rozšíření výroby nebo při použití v dalších provozech. Software, jenž se nyní jeví jako optimální, se po rozšíření výrobních kapacit může ukázat jako obtížně integrovatelný nebo nevhodný.

Navzdory uvedeným omezením poskytuje zvolená vícekritériální metoda dostatečně spolehlivý pohled na aktuální přednosti a nedostatky jednotlivých řešení. Závěrečné výsledky je tak vhodné považovat za rozhodující podklad pro další postup.

6.3 Ekonomické zhodnocení navrhované varianty

Následující kapitola je zaměřena na ekonomické zhodnocení nově navrhovaného řešení, a to prostřednictvím dvou metod – Analýzy nákladů a ztrát (CBA) a Čisté současné hodnoty (NPV). Pomocí první metody je vyčíslen okamžitý čistý efekt pro organizaci, druhá metoda umožňuje posoudit dlouhodobou ekonomickou návratnost a lépe reflektuje případné investiční riziko.

Náklady:

- Cena systému – 1 200 000 Kč
- IT komponenty – 400 000 Kč
- Počet normohodin – 350 hod. x cena 500 Kč/hod.

Benefity:

- Ušetřený čas programátorů – 1232 hod. x 350 Kč/hod.
- Ušetřený čas seřizovačů – 3 312 hod. x 300 Kč/hod.
- Předpokládané ušetření nákladů na nástroje – 25 % za 3 roky z 6 284 487 Kč

Výpočet BCR:

$$BCR = \frac{1\,232 \cdot 350 + 3\,312 \cdot 300 + 0,25 \cdot 6\,284\,487}{1\,200\,000 + 400\,000 + 350 \cdot 500} = 1,69$$

Dle první metody je hodnota benefitů vyšší než hodnota nákladů a zavedení systému je tedy ziskové.

Pro ověření se provede výpočet druhou metodou NPV, zde se ověří ziskovost zavedení systému rozloženou do 3 let, kdy po tuto dobu jsou rozloženy platby celého informačního softwaru.

Zde se použijí stejné hodnoty, ovšem rozložené do 3 let.

Náklady:

- Cena systému – 1 200 000 Kč (rozloženo rovnoměrně do 3 let)
- IT komponenty – 400 000 Kč (jednorázový náklad)
- Počet normohodin – 350 h. x cena 500 Kč/hod. (jednorázový náklad)

Benefity:

- Ušetřený čas programátorů – 1 232 hod. x 350 Kč/hod.
- Ušetřený čas seřizovačů – 3 312 hod. x 300 Kč/hod.
- Předpokládané ušetření nákladů na nástroje – 25 % za 3 roky z 6 284 487 Kč, rozloženo do 3 let dle expertního odhadu:
 - 1. rok: 12 % = 754 138 Kč
 - 2. rok: 8 % = 502 759 Kč
 - 3. rok: 5 % = 314 224 Kč

Diskontní míra:

- Je složena z hodnot požadované ziskovosti 12 % a 3,5% inflace predikce Mezinárodního měnového fondu pro rok 2026.

Tato data se vloží do níže popsaného vzorce a vypočte se čistá současná hodnota.

Výpočet NPV:

$$NPV = CF_0 + \frac{CF_1}{(1+r)^1} + \frac{CF_2}{(1+r)^2} + \frac{CF_3}{(1+r)^3}$$

$$NPV = -575\,000 + \frac{1\,778\,938}{(1+0,155)^1} + \frac{1\,527\,559}{(1+0,155)^2} + \frac{1\,339\,024}{(1+0,155)^3}$$

$$NPV = 2\,979\,326 \text{ Kč}$$

Druhá metoda výpočtu taktéž potvrdila kladnou ekonomickou hodnotu investice do systému, a to i po zohlednění časové hodnoty peněz.

Výsledky obou metod jednoznačně potvrzují ekonomickou výhodnost zavedení vybraného modulu. Kromě ekonomického přínosu, zavedení vybraného MES systému

přispěje ke zvýšení efektivity řízení nástrojových sestav, významným úsporám v oblasti času programátorů a seřizovačů, ke snížení administrativní zátěže a eliminaci chyb. Na základě zevrubně provedené analýzy celé oblasti nástrojového hospodářství lze doporučit realizaci projektu implementace vybraného modulu systému MES, přičemž klíčovým krokem bude průběžné vyhodnocování skutečně dosažených úspor oproti předpokládaným hodnotám.

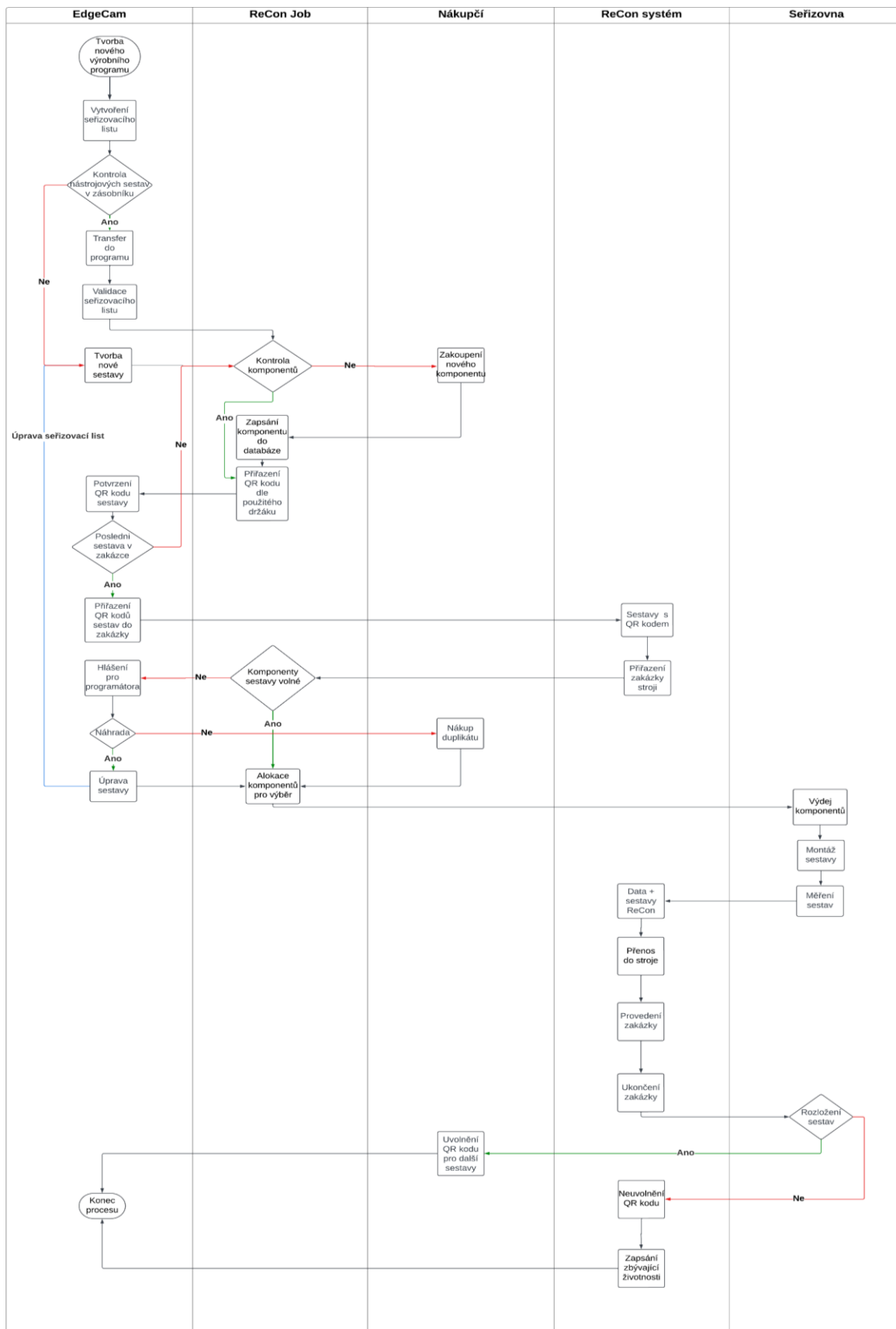
7 STUDIE PROVEDITELNOSTI IMPLEMENTACE VYBRANÉHO MODULU SYSTÉMU MES

Zavedení celého nebo i části (modulu) informačního systému do výrobního prostředí představuje náročný proces, který vyžaduje důkladné posouzení nejen technických, ale i ekonomických a organizačních aspektů. V kontextu moderních výrobních podniků se modulové systémy pro správu výroby ukazují jako klíčový nástroj pro řízení výroby, optimalizaci procesů a efektivní správu zdrojů. Jejich zavedení však v sobě nese velkou řadu náročných výzev, a to zejména z pohledu integrace s používanými podnikovými systémy, změn v organizačních postupech a nutnosti adaptace zaměstnanců.

Cílem této kapitoly je posoudit proveditelnost implementace vybraného modulu systému MES ve sledovaném podniku. Hodnocení je zaměřeno zejména na identifikaci a kvantifikaci rizik, která mohou ovlivnit úspěšnost zavedení modulu. Součástí analýzy je také návrh na zmírnění identifikovaných rizik a jejich ekonomických dopadů s cílem maximalizovat efektivitu implementace. Ekonomické aspekty rizik a navržených opatření budou vyhodnoceny prostřednictvím metod CBA a NPV, přičemž získané výsledky budou následně porovnány s dosavadními analytickými závěry. Výstupy studie poskytnou podklad pro rozhodování o dalším postupu zavádění modulu systému MES z technického, ekonomického a organizačního hlediska připravenosti podniku.

7.1 Vývojový diagram vybraného modulu nástrojových sestav

Níže zobrazený schématický náčrtek (Obrázek 11) zahrnuje veškeré složky, které se podílejí na vytváření, správě a využívání nástrojových sestav. Oproti původnímu diagramu přibýly dva sloupce, a to samotný MES systém ReCon, v němž budou ukládány seřizovací listy, a modul ReCon JOB, který bude využit jako správce položek, které jsou využívány v sestavách a samotných nástrojových sestav. Tímto se nám celý postup rozšířil a díky novému pojetí organizace celého procesu získáváme zpětnou vazbu v používání nástrojových sestav i životnosti samotných nástrojů v jednotlivých zakázkách. Dalším významným benefitem je celkový monitoring a dohledatelnost všech komponentů a sestav.



Obrázek 11: Vývojový diagram nového procesu

(zdroj vlastní)

Vývojový diagram začíná podobně jako stávající, vytvořením seřizovacího listu zakázky a kontrolou nástrojových sestav. Změny v postupu nastávají v kroku „Validace nástrojových sestav v zakázce“, zde se již kontroluje pomocí nahraného seřizovacího listu přítomnost všech komponentů v on-line systému ReCon Job. Po potvrzení nebo dokoupení potřebných částí sestavy je přiřazen celé sestavě QR kód, který tuto sestavu provází po celou dobu její potřeby a je vyznačen na základním upínacím držáku.

Dalším ověřovacím bodem je moment „Přiřazení zakázky k výrobnímu stroji“, kdy probíhá další ověření, zda jsou opravdu dostupné všechny komponenty nebo celé nástrojové sestavy pro nasazení na obráběcím stroji. V tomto kroku je možno ještě změnit nebo dokoupit potřebné prvky sestav bez ohrožení samotné výroby. Poté probíhá sestavení potřebných nástrojů a přemístění na příslušný CNC stroj.

Další rozdíl oproti původní verzi diagramu spočívá v momentu dokončení zakázky. V kroku „Rozložení sestavy“ se na základě informací ze systému ReCon pracovník seřizovny rozhodne dle svého uvážení, zda sestavu rozloží nebo ji ponechá na určeném místě pro další použití a zapíše zbytkovou životnost nástroje. Pokud se rozhodne rozložit, uvolňuje tím QR kód pro další sestavy a nástrojová sestava tak zůstává zapsána v seřizovacím listu pro potřeby opakované zakázky. Pokud se rozhodne nerozložit, nástrojová sestava zůstává vedena v systému ReCon Job pod daným kódem a je dohledatelná v prostoru Seřizovny.

Touto posloupností kroků by měl být zajištěn ucelený a systematický přehled o všech použitých nástrojových sestavách pro jednotlivé zakázky, včetně sledování jejich životnosti a četnosti použití. Zároveň by mělo dojít k výraznému omezení vytváření duplicitních nebo obdobných nástrojových sestav, což by mělo přispět k vyšší transparentnosti a lepšímu plánování spotřeby nástrojů.

7.2 Popis potřebného technického a personálního zajištění

Popsaný proces potřebuje ke svému provozu nejen znát svou náplň, ale především vyžaduje zajištění potřebné technické a personální infrastruktury, která zajistí provoz a integraci do stávajícího výrobního prostředí.

7.2.1 Technické zajištění

Pro korektní plnění funkce modulu systému MES jsou nezbytné následující technické komponenty:

- Server pro běh modulu Recon Job
- Pracovní stanice pro seřizovače
- Čtečky QR kódů pro identifikaci nástrojových sestav
- Stabilní síťová infrastruktura
- Napojení do Cad-Cam programu pro správu seřizovacích listů

7.2.2 Personální zajištění

Úspěšná implementace a provoz modulu vyžaduje zapojení různých profesních skupin s přesně definovanou odpovědností:

- Seřizovači a Operátoři CNC strojů – obsluha modulu ReCon Job, identifikace QR kódů, kontrola nástrojových sestav.
- Technologové a Programátoři CNC – tvorba seřizovacích listů, validace, správa a optimalizace nástrojových sestav.
- IT specialisté – správa hardwarového a softwarového vybavení, integrace systému do podnikové infrastruktury, podpora uživatelů.
- Procesní inženýr – monitoring procesu, vyhodnocování zpětné vazby, školení zaměstnanců.

Zajištění kvalitního technického a personálního zabezpečení je klíčovým aspektem pro úspěšné nasazení a využití informačního systému a jeho modulů ve výrobní organizaci.

7.3 Analýza rizik implementace modulu pomocí metody RIPRAN

Zavedení nového organizačního, technického postupu nebo informačního systému s sebou nese velký počet úskalí a rizik. K jejich určení byla použita česká technika hojně využívaná v rámci projektového řízení, metoda RIPRAN. K identifikaci hrozeb byla vybraným týmem využita technika Brainwriting doplněná metodou Brainstorming. Ustanovený nový tým, složený z technického ředitele, vedoucího technologie, specialisty HR, IT manažera a dodavatele nástrojů (má osoba), byl určen vyšším managementem s cílem zajistit širší mezioborový záběr a využít zkušenosti s identifikací rizik. V Tabulce 13 jsou vypsány hrozby a jejich možné scénáře, na nichž se tým v diskusi shodnul.

Tabulka 13: Identifikace hrozeb a scénářů

P.č.	Hrozba / Rizikový faktor	Scénář
Technické		
1.	Nedostatečná kapacita HW	Zpomalení nebo zkolabování systému
2.	Nedostatečný výkon IT sítě	Výpadky nebo zpomalení komunikace mezi MES a CNC stroji způsobí zpoždění ve výrobě
3.	Bezpečnostní hrozby	Únik citlivých informací Zablokování výroby
4.	Zastaralý řídicí systém CNC strojů	Nekompatibilita s MES systémem, nemožnost integrace
5.	Opatřované nebo špatně značené QR kódy	Nesprávné přiřazení k výrobním zakázkám Ztráta sledovatelnosti životnosti nástrojů
Organizační		
6.	Odmítání změn ze strany zaměstnanců	Obcházení nového procesu, zvýšený počet chyb Zpomalení nebo zastavení projektu
7.	Nedostatečná komunikace mezi odděleními	Špatné podklady pro rozhodování a plánování výroby Nepoužívání modulu
8.	Nedostatečné školení zaměstnanců	Nevyužívání informačního systému Chyby v datech Špatné plánování výroby
9.	Nekvalifikované lidské zdroje	Nesprávné používání prostředků MES Neschopnost diagnostikovat běžné chyby Nepoužívání systému MES
10.	Málo pracovníků na identifikaci	Neúplné nebo chybné záznamy povedou ke zpomalení výroby
11.	Nepochopení managementu	Zpomalení nebo zrušení implementace systému
Provozní		
12.	Selhání modulu během výroby	Nesprávné přiřazení sestav ke strojům povede ke zpomalení nebo zastavení výroby

13.	Chybovost v datech	Nesprávná alokace nástrojových sestav
		Chybné plánování výroby
14.	Závislost na dodavateli systému	Možné omezení podpory nebo aktualizace systému, které by vedlo k nepoužívání systému
15.	Nedostatek nástrojových komponentů	Zpoždění nebo výpadky výroby
Ekonomická		
16.	Neefektivní využití modulu MES	Snížení přínosů modulu
		Zvýšení nákladů
17.	Možné sankce za zpoždění výroby při implementaci	Ztráta důvěry zákazníků
		Zhoršení obchodních vztahů
		Pokuty za nedodržení smluv
18.	Vyšší náklady na školení zaměstnanců	Zvýšení nákladů
		Prodloužení doby adaptace systému

(zdroj: vlastní)

7.4 Ohodnocení rizik zavádění modulu

Týmové hodnocení identifikovaných hrozeb proběhne dle doporučení tvůrců metody, a to škálou 1 až 3 pro projekty s nedostatečnými statistickými podklady. Škála s verbálním popisem jednotlivých stupňů pravděpodobnosti je vysvětlena v Tabulce 14 a popis tříd dopadu je znázorněn v Tabulce 15, parametry jednotlivých stupňů byly určeny dle interního doporučení společnosti.

Tabulka 14: Škála hodnocení pravděpodobnosti

Třída pravděpodobnosti (P)	Popis pravděpodobnosti (P)
Nízká pravděpodobnost – NP	pravděpodobnost hrozby do 15 % včetně
Střední pravděpodobnost – SP	pravděpodobnost hrozby nad 15–35 % včetně
Vysoká pravděpodobnost – VP	pravděpodobnost hrozby nad 35 %

(zdroj: vlastní zpracování dle (Lacko, 2005))

Tabulka 15: Škála hodnocení dopadu

Třída dopadu (D)	Popis dopadu (D)
Malý dopad – MD	dopady vyžadující intervence do plánu projektu nebo škody do 5 % včetně z celkového rozpočtu
Střední dopad – SD	dopady vyžadující mimořádně akční intervence do plánu projektu nebo škody nad 5,1 do 19,9 % z celkového rozpočtu
Velký dopad – VD	dopady ohrožující cíle, celkový rozpočet nebo termín projektu nebo škody nad 20 % z celkového rozpočtu

(zdroj: vlastní zpracování dle (Lacko, 2005))

Pro stanovení hodnot pravděpodobnosti a dopadu slouží další Tabulka 16, kde se stanoví celkové hodnoty rizika (R). Zde se jednotlivé třídy rozdělují dle závažnosti:

Tabulka 16: Třídy hodnoty rizika (R)

	Velký nepříznivý dopad na projekt	Střední nepříznivý dopad na projekt	Malý nepříznivý dopad na projekt
Vysoká pravděpodobnost	Vysoká hodnota rizika VHR	Vysoká hodnota rizika VHR	Střední hodnota rizika SHR
Střední pravděpodobnost	Vysoká hodnota rizika VHR	Střední hodnota rizika SHR	Nízká hodnota rizika NHR
Nízká pravděpodobnost	Střední hodnota rizika SHR	Nízká hodnota rizika NHR	Nízká hodnota rizika NHR

(zdroj: vlastní zpracování dle (Lacko, 2005))

V rámci techniky Brainstorming byly jednotlivé hrozby a jejich možné scénáře ohodnoceny dle daných parametrů v jednotlivých tabulkách a byl přiřazen stupeň závažnosti dle Tabulky 16. Dle daných zásad metody pouze rizika se zkratkou NHR nemusí být mitigována, avšak monitorována být musí stejně jako ostatní. Hodnocení všech hrozeb a jejich výsledných rizik je umístěno v Příloze III, v Tabulce 17 je část kvantifikace hrozeb.

Tabulka 17: Kvantifikace rizik

P.č.	Hrozba / Rizikový faktor	Pravděpodobnost	Scénář	Dopad na projekt	Hodnota rizika
Technické					

3.	Bezpečnostní hrozby	SP	Únik citlivých informací	VD	VHR
			Zablokování výroby	VD	VHR
4.	Zastaralý řídicí systém CNC strojů	NP	Nekompatibilita s MES systémem, nemožnost integrace	MD	NHR
5.	Opotřebované nebo špatně značené QR kódy	SP	Nesprávné přiřazení k výrobním zakázkám	SD	SHR
Organizační					
6.	Odmítání změn ze strany zaměstnanců	VP	Obcházení nového procesu, zvýšený počet chyb,	SD	VHR
			Nepoužívání modulu	SD	VHR
8.	Nedostatečné školení zaměstnanců	SP	Nevyužívání informačního systému	MD	NHR
			Chyby v datech	MD	NHR
			Špatné plánování výroby	SD	NHR
10.	Málo pracovníků na identifikaci	SP	Neúplné nebo chybné záznamy povedou ke zpomalení výroby	SD	SHR
11.	Nepochopení managementu	NP	Zpomalení nebo zrušení implementace systému	SD	NHR
Provozní					
12.	Selhání modulu během výroby	NP	Nesprávné přiřazení sestav ke strojům povede ke zpomalení nebo zastavení výroby	SD	NHR
15.	Nedostatek nástrojových komponentů	SP	Zpoždění nebo výpadky výroby	SD	SHR
Ekonomická					
17.	Možné sankce za zpoždění výroby při implementaci	SP	Ztráta důvěry zákazníků	VD	VHR
			Zhoršení obchodních vztahů	VD	VHR
			Pokuty za nedodržení smluv	VD	VHR
18.	Vyšší náklady na školení zaměstnanců	SP	Zvýšení nákladů	ND	NHR
			Prodloužení doby adaptace systému	ND	NHR

(zdroj: vlastní)

Hodnotící tým vyspecifikoval celkem 9 scénářů s vysokou hodnotou rizika a 6 scénářů se střední hodnotou rizika z celkového počtu 31 možností ohrožení projektu, které by se měly ošetřit na patřičnou úroveň za dodržení pravidla ALARP.

7.5 Návrh opatření ke snížení rizik

Tato kapitola je zaměřena na realizaci opatření ke snížení rizik identifikovaných v předchozí kapitole jako středně a vysoce riziková. Rizikové faktory hodnocené jako nízké nemohou nasazení modulu ohrozit, a proto nemusí být v tomto kroku ošetřeny. Na základě předchozí analýzy a vyhodnocení budou navrženy kroky, které přispějí k minimalizaci pravděpodobnosti výskytu jednotlivých hrozeb či alespoň ke zmírnění jejich dopadu. Výstupy z Tabulky 18 budou dále sloužit jako registr rizik pro finální řízení rizik v rámci celkové implementace.

Tabulka 18: Ošetření rizik

P.č.	Scénář	Hodnota rizika	Návrh opatření	Nová hodnota rizika	Náklady na opatření
Technické					
3.	Únik citlivých informací	VHR	Implementace firewall + školení IT týmu v reakci na incidenty	NHR	70 000 Kč
	Zablokování výroby	VHR	Zálohování výrobních dat	NHR	20 000 Kč
5.	Nesprávné přiřazení k výrobním zakázkám	SHR	Měsíční audit QR kódů	NHR	35 000 Kč/rok
	Ztráta sledovatelnosti životnosti nástrojů	SHR	Zkombinovat leptání a laserové značení	NHR	50 000 Kč
Organizační					
6.	Obcházení nového procesu, zvýšený počet chyb,	VHR	Motivační bonus pro testující zaměstnance	NHR	200 000 Kč
	Zpomalení nebo zastavení projektu	VHR	Motivační program pro zaměstnance	NHR	Upgrade stávajícího programu
7.	Špatné podklady pro rozhodování a plánování výroby	VHR	Workshopy pro klíčové pracovníky	NHR	Řešeno interně
	Nepoužívání modulu	VHR	Dashboardy na Intranetu	NHR	Řešeno interně
10.	Neúplné nebo chybné záznamy povedou ke zpomalení výroby	SHR	Motivační bonus pro zaměstnance za výpomoc při identifikaci	NHR	72 000 Kč

Provozní					
13.	Chybné plánování výroby	SHR	Zavedení varování v systému MES	NHR	45 000 Kč/ Nutnost zakoupení maintenance
14.	Možné omezení podpory nebo aktualizace systému, které by vedlo k nepoužívání systému	SHR	Zaplacení maintenance na 3 roky	NHR	44 000 Kč/rok
15.	Zpoždění nebo výpadky výroby	SHR	Definice minimálních skladových zásob, zavedení konsignačních skladů dodavatelů	NHR	0 Kč
Ekonomická					
17.	Ztráta důvěry zákazníků	VHR	Předběžné schvalování změn se zákazníky	NHR	Řešeno interně
	Zhoršení obchodních vztahů	VHR	Pravidelný kontakt se stakeholdery	NHR	Řešeno interně
	Pokuty za nedodržení smluv	VHR	Pojištění na zpoždění zakázek	NHR	50 000 Kč/rok

(zdroj: vlastní)

Pomocí metody RIPRAN a řízeného Brainstormingu jsou navržena opatření na všechna klíčová rizika. Uvedená cenová hladina jednotlivých ošetření je zkontrolována s členy odborného týmu, kde každý má přístup k potřebným informacím, jak rázu technického, tak povahy finanční.

Mezi nejzávažnější rizika patří zejména technické problémy, organizační výzvy a ekonomické sankce. Navržená opatření, jako je nasazení firewallu, motivační programy pro pracovníky, pravidelná školení a zavedení konsignačních skladů, by měla tato rizika zmírnit na přijatelnou úroveň. Finanční náklady spjaté s opatřeními budou podrobeny bližšímu ekonomickému zkoumání, avšak jejich nasazení přispěje k vyšší stabilitě a efektivitě provozu.

Klíčovým faktorem ovšem zůstává aktivní zapojení všech zainteresovaných stran (stakeholderů), průběžné monitorování rizik spolu s flexibilitou zúčastněných při řešení neočekávaných situací. S ohledem na výše uvedené je možné konstatovat, že všechna rizika spojená s implementací modulu jsou říditelná a jejich mitigace podporuje úspěšné dosažení cílů projektu.

7.6 Ekonomické vyhodnocení implementace modulu po ošetření rizik

V této kapitole bude znovu posouzena ekonomická rentabilita zavedení modulu pro správu nástrojových sestav pomocí metod CBA a NPV, přičemž do výpočtu budou započítány ceny navržených opatření uvedené v předchozí kapitole. Na základě aktualizovaných vstupů bude získán přesnější pohled o celkové návratnosti projektu implementace a zároveň posouzen reálný ekonomický dopad navržených opatření.

Náklady:

- Cena systému – 1 200 000 Kč
- IT komponenty – 400 000 Kč
- Počet normohodin – 350 hod. x cena 500 Kč/hod.
- Implementace firewall + školení – 70 000 Kč
- Zálohování výrobních dat – 20 000 Kč
- Měsíční audit QR kódů – 105 000 Kč
- Kombinace leptání a laserového značení – 50 000 Kč
- Motivační bonus – 200 000 Kč
- Proškolení zaměstnanců – 72 000 Kč
- Zavedení varování v systému MES – 45 000 Kč
- Zaplacení maintenance – 132 000 Kč
- Pojištění – 150 000 Kč

Benefity:

- Ušetřený čas programátorů – 1232 hod. x 350 Kč/hod.
- Ušetřený čas seřizovačů – 3 312 hod. x 300 Kč/hod.
- Předpokládané ušetření nákladů na nástroje – 25 % za 3 roky z 6 284 487 Kč

Výpočet BCR:

$$\text{BCR} = \frac{1\,232 \cdot 350 + 3\,312 \cdot 300 + 0,25 \cdot 6\,284\,487}{1\,200\,000 + 400\,000 + 350 \cdot 500 + 844\,000} = 1,14$$

Při započítání nákladů na ošetření rizik se ziskovost projektu rapidně snížila z hodnoty 1,69 na hodnotu 1,14, což znamená snížení profitu o celých 55 %. Avšak poměr přínosů a nákladů zůstává stále kladný po ošetření rizik a setrvává v potenciálně rentabilním stavu.

Druhou použitou ověřovací metodou NPV bude ověřena ziskovost zavedení systému rozložená do 3 let, spolu s částí nákladů na ošetření rizik.

Náklady:

- Cena systému – 1 200 000 Kč
- IT komponenty – 400 000 Kč
- Počet normohodin – 350 hod. x cena 500 Kč/hod.
- Implementace firewall + školení – 70 000 Kč
- Zálohování výrobních dat – 20 000 Kč
- Měsíční audit QR kódů – 105 000 Kč (rozloženo rovnoměrně do 3 let)
- Kombinace leptání a laserového značení – 50 000 Kč
- Motivační bonus – 200 000 Kč (rozloženo rovnoměrně do 3 let)
- Proškolení zaměstnanců – 72 000 Kč
- Zavedení varování v systému MES – 45 000 Kč
- Zaplacení maintenance – 132 000 Kč (rozloženo rovnoměrně do 3 let)
- Pojištění – 150 000 Kč (rozloženo rovnoměrně do 3 let)

Benefity:

- Ušetřený čas programátorů – 1 232 hod. x 350 Kč/hod.
- Ušetřený čas seřizovačů – 3 312 hod. x 300 Kč/hod.

- Předpokládané ušetření nákladů na nástroje – 25 % za 3 roky z 6 284 487 Kč, rozloženo do 3 let dle expertního odhadu:
 - 1. rok: 12 % = 754 138 Kč
 - 2. rok: 8 % = 502 759 Kč
 - 3. rok: 5 % = 314 224 Kč

Diskontní míra:

- Je složena z hodnot požadované ziskovosti 12 % a 3,5% predikce inflace Mezinárodního měnového fondu pro rok 2026.

Výpočet NPV:

$$\text{NPV} = \text{CF}_0 + \frac{\text{CF}_1}{(1+r)^1} + \frac{\text{CF}_2}{(1+r)^2} + \frac{\text{CF}_3}{(1+r)^3}$$
$$\text{NPV} = -2\,032\,000 + \frac{1\,983\,271}{(1+0,155)^1} + \frac{1\,731\,892}{(1+0,155)^2} + \frac{1\,543\,357}{(1+0,155)^3}$$
$$\text{NPV} = 1\,985\,906 \text{ Kč}$$

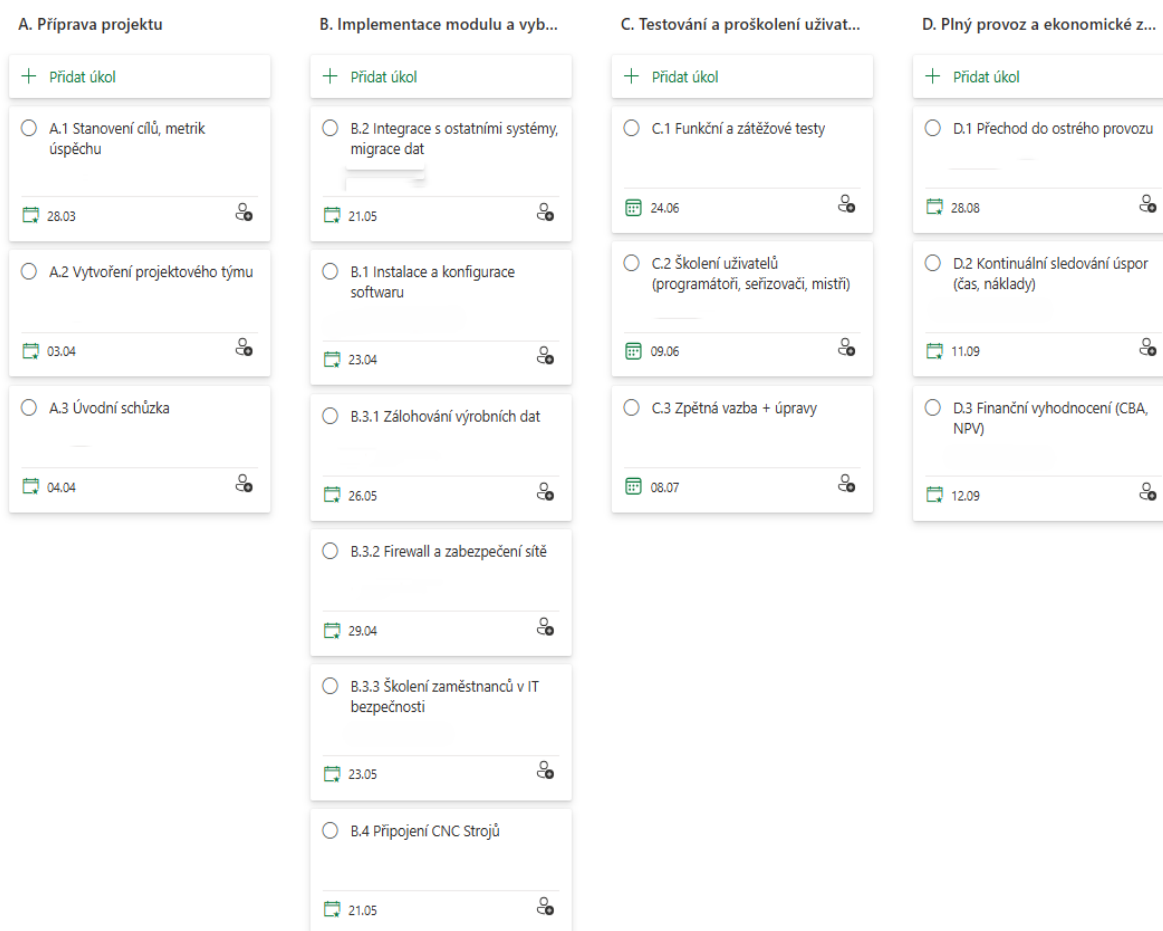
Druhá ověřovací metoda rovněž potvrdila rentabilitu implementace navrhovaného řešení spolu s ošetřením všech identifikovaných rizik. Finanční zhodnocení se snížilo z původní částky **2 979 326 Kč** na cenu **1 985 906 Kč**, ale i při této hodnotě zůstává projekt vysoce rentabilním.

Závěry obou metod znovu jednoznačně potvrzují ekonomický přínos zavedení vybraného modulu. Na základě provedených analýz v oblasti nástrojového hospodářství a projektových rizik dle metodiky RIPRAN lze doporučit implementaci vybraného modulu systému MES. Klíčovými faktory úspěchu zůstává průběžné vyhodnocování reálných úspor oproti plánovaným hodnotám a důsledné uplatňování navržených opatření ke snížení výskytu stanovených rizik včetně jejich průběžného monitorování.

7.7 WBS a harmonogram zavedení modulu MES systému

V rámci správného a včasného zajištění ošetření rizik je nezbytné provádět jejich neustálý monitoring, a to včetně jejich pravidelného vyhodnocování z hlediska ekonomického dopadu. Z tohoto důvodu je vhodné do studie proveditelnosti zařadit přehledný časový plán, který umožní sledovat a řídit nejen vlastní průběh projektu, ale i pomocí něj mít kontrolu nad vlastním projektem, jeho náklady a případnými odchylkami.

Pro lepší orientaci v celém projektu se doporučuje využít jeho hierarchický rozpad na jednotlivé úkoly Work Breakdown Structure – WBS, který je znázorněn na Obrázku 12.

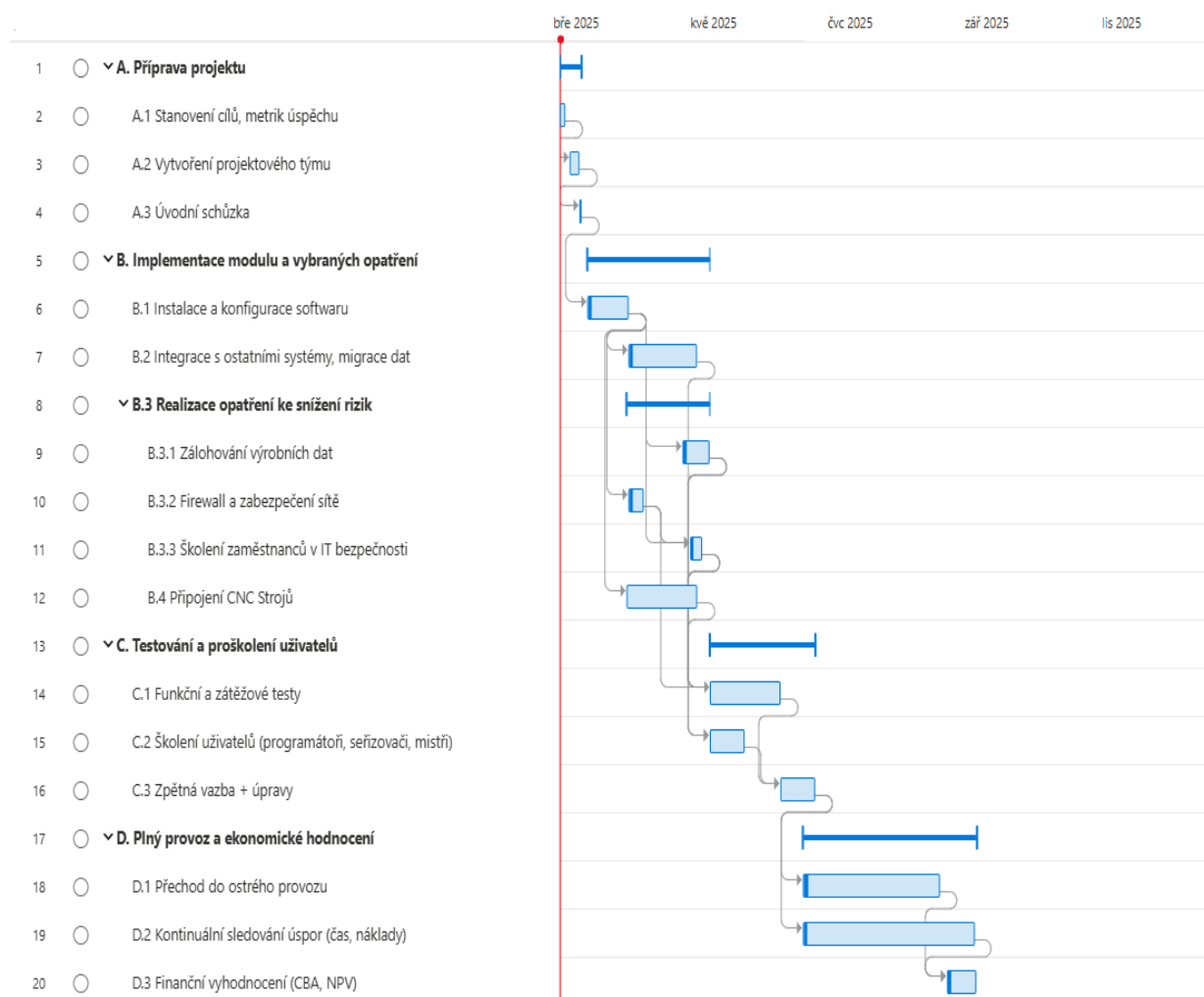


Obrázek 12: WBS projektu

(zdroj: vlastní)

Prostřednictvím rozpadu je projekt rozčleněn na ucelené bloky a dále dělen na jednotlivé úlohy a podúlohy. Takto definované podúrovně slouží nejen k lepšímu orientaci,

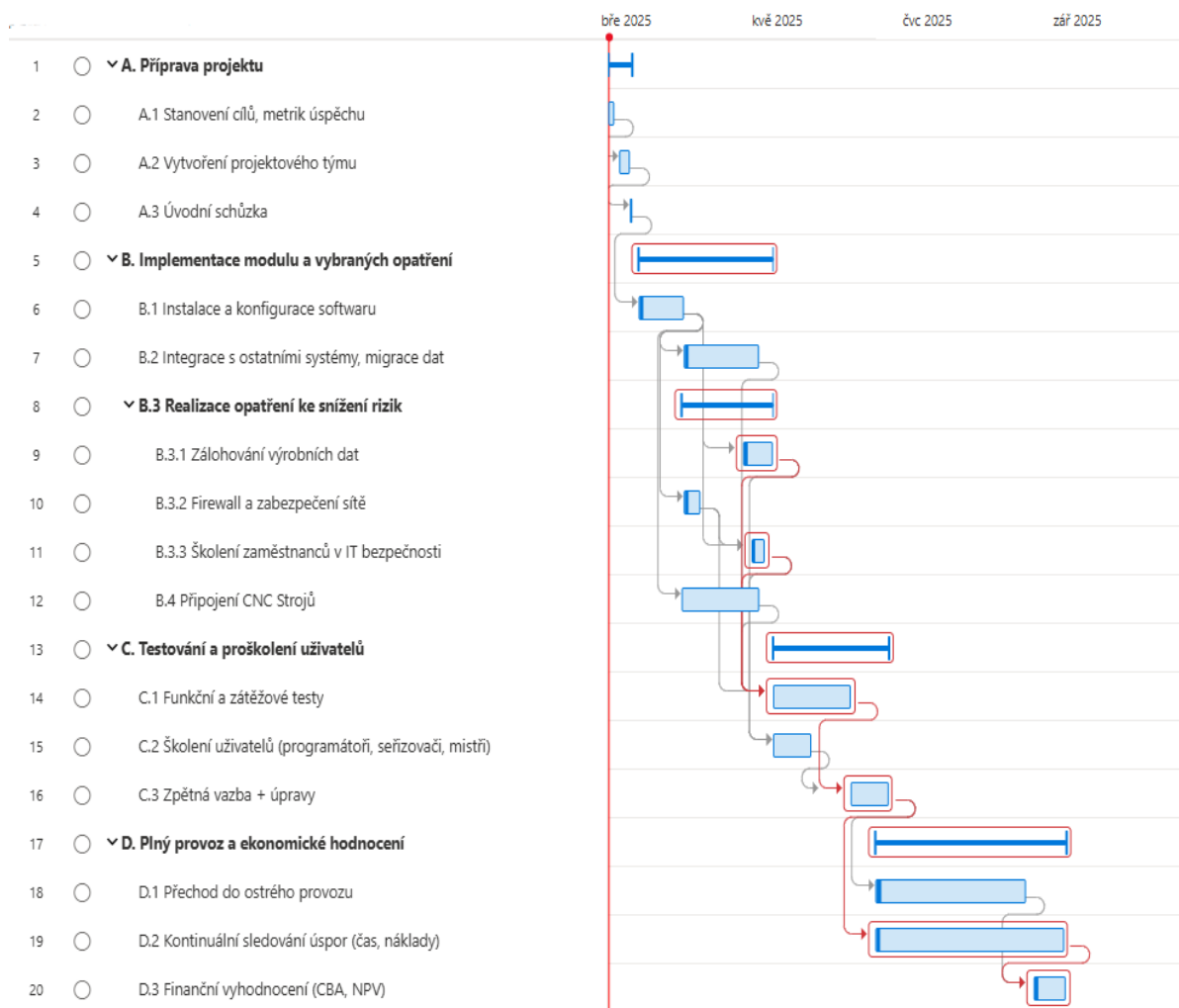
ale také k zařazení jednotlivých úkonů mitigace rizik, jež jsou následně zařazeny do časového plánování projektu v Ganttově harmonogramu, jenž je zobrazen na Obrázku 13.



Obrázek 13: Ganttův diagram

(zdroj: vlastní)

V harmonogramu jsou pomocí CPM metody určena místa, kde se nacházejí naplánované kontrolní milníky. V těchto je pak provedena kontrola, jak formálního plnění projektu, tak stavu identifikovaných rizik odhalených metodou RIPRAN, což je znázorněno na Obrázku 14.



Obrázek 14: Kritická cesta projektu

(zdroj: vlastní)

Zde je schematicky znázorněna tzv. kritická cesta projektu, která představuje nejdelší sled na sebe navazujících činností. Dále jsou definovány první kontrolní milníky v místech po ukončení fází „Zálohování výrobních dat“ a „Školení zaměstnanců v IT bezpečnosti“. Druhý kontrolní uzel je vytýčen po realizaci „Funkčních a zátěžových testů“, následovaný třetím bodem po kroku „Zpětná vazba“. Poslední kontrolní milník představuje „Finanční zhodnocení celého projektu“, jehož cílem je posoudit skutečné přínosy projektu pomocí již dříve použitých metod CBA a NPV.

Díky takto vypracovanému harmonogramu, podpořenému WBS a kontrolními milníky, lze sledovat postupné plnění naplánovaných úkolů, vyhodnocovat aktuální stav rizik a včas uplatňovat navrhovaná opatření.

8 VYHODNOCENÍ STUDIE PROVEDITELNOSTI A PŘÍNOSŮ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Na základě komplexního posouzení možností, rizik a přínosů vyplývajících z implementace vybraného modulu MES systému lze konstatovat, že navrhované řešení je ve sledované výrobní organizaci realizovatelné a má potenciál výrazně zvýšit výkonnost ve správě nástrojového hospodářství. Současně byla ověřena i ekonomická návratnost projektu, a to při zohlednění všech relevantních parametrů, jako jsou očekávané pořizovací náklady, míra úspory na nástrojích i zefektivnění přípravných technologických a seřizovacích časů.

Díky podrobnému vývojovému diagramu byly odstraněny slabé články a nevýhody dosavadního řešení, jež způsobovaly časové a ekonomické ztráty a nedostatečný přehled o stavu rezných nástrojů a celých sestav. Analýza technického a personálního zabezpečení ukázala nutnost vyčlenění kvalifikovaných programátorů a dalších technických specialistů pro koordinaci mezi výrobou, IT oddělením, HR a managementem. Tyto klíčové rozborů ukázaly, jak optimalizovat personální kapacity spolu s externí podporou ze strany dodavatele.

Metoda RIPRAN upozornila na hlavní rizika, která se týkají především nedostatečné nebo nejednotné spolupráce různých útvarů, chybné komunikace mezi týmy a technologických komplikací. Tato byla ve fázi identifikace a kvantifikace ohodnocena dle pravděpodobnosti výskytu a míry dopadu na chod projektu, díky čemuž lze předvídat možné problémy. Za zcela klíčové je možné označit návrhy protirizikových opatření, jejichž realizací se minimalizuje pravděpodobnost vzniku i možný negativní dopad rizik, zejména v oblasti personálních kapacit, technického zajištění a koordinace s ostatními informačními systémy.

Ekonomické vyhodnocení po zapracování doporučených opatření dokládá, že navrhovaný modul představuje investici s reálnou návratností. Především snížení provozních nákladů a administrativy vytvářejí pozitivní efekty, které přispějí k celkovému zvýšení konkurenceschopnosti podniku. Výsledná hodnota ekonomických ukazatelů podporuje realizaci projektu v plném rozsahu.

Detailní rozpracování WBS a harmonogramu prací poskytl jasný plán postupu v jednotlivých fázích a rozdělení prací spolu s určením kontrolních míst usnadnilo kontrolu nad průběhem projektu a jeho řízením.

Celkově se ukázalo, že zamýšlené řešení nabízí zřetelnou úsporu času, snížení nákladů a lepší přehled o výrobních zdrojích. Pro hladký průběh projektu je však třeba dbát na konzistentní komunikaci, dostatečné zaškolení zaměstnanců a nepřetržitou kontrolu nad výskytem identifikovaných i případně nově vzniklých rizik. Tato studie potvrzuje, že zavedení modulu je nejenom rentabilní, ale také strategicky přínosné pro budoucí rozvoj a vyšší míru digitalizace výrobních procesů v daném podniku.

ZÁVĚR

Závěrem lze konstatovat, že hlavním cílem diplomové práce bylo navrhnout a posoudit implementaci vybraného modulu informačního systému zaměřeného na správu nástrojových sestav v konkrétním výrobním podniku. Na základě podrobné analýzy současného stavu a vícekritériálního hodnocení možných softwarových řešení byla navržena optimální varianta modulu systému MES odpovídající specifickým požadavkům organizace. V rámci této varianty byla provedena ekonomická analýza návratnosti investice, analýza rizik podle metody RIPRAN a vytvořen harmonogram nasazení.

V teoretické části byla zodpovězena výzkumná otázka VO1, která směřovala k určení vhodných platform pro zadaný úkol. Analýza dostupných řešení ukázala, že na trhu existují specializované systémy schopné pokrýt náročné potřeby pokročilé evidence, sledování životnosti a opotřebení, integrace s ostatními podnikovými systémy i automatizovaných výdejů. Tato řešení odpovídají současným trendům digitalizace a jsou v souladu s požadavky koncepce Průmyslu 4.0 a moderními směry v oblasti technik řízení výroby.

Praktická část se soustředila na výběr konkrétní softwarové platformy odpovídající potřebám zkoumaného podniku, čímž byla zodpovězena výzkumná otázka VO2. Pomocí vícekritériálního hodnocení byly jednotlivé varianty porovnány z hlediska funkčnosti, nákladů, integrace do jiných systémů a návratnosti investice. Nejlépe hodnocená varianta byla dále podrobena ekonomické analýze s využitím ekonomických ukazatelů CBA a NPV, které potvrdily její finanční smysluplnost.

Důležitou částí byla analýza rizik, v rámci níž byla zodpovězena výzkumná otázka VO3. Rizika byla identifikována na základě použitých technik brainstorming a brainwriting a podrobena rozboru metodou RIPRAN, která umožnila jejich kvantifikaci, prioritizaci a návrh opatření pro jejich minimalizaci. Nejvýznamnějšími riziky se ukázala být nízká součinnost mezi jednotlivými zainteresovanými stranami, nedostatečné proškolení uživatelů nebo odmítání přechodu na nový systém zaměstnanci podniku. Byla proto doporučena opatření zaměřená důsledně na motivaci zainteresovaných pracovníků, zajištění komunikace, průběžné školení či zavedení zpětné vazby do implementačního procesu.

Z provedené studie vyplynulo, že zavedení vybraného modulu MES systému pro správu nástrojových sestav má značný potenciál přispět ke zvýšení efektivity výrobního procesu. Mezi hlavní očekávané přínosy patří snížení přípravných technologických časů, zlepšení kontroly nad spotřebou a životností nástrojů, eliminace chyb v evidenci a vyšší

transparentnost nákladů spojených s nástrojovým hospodářstvím. Z ekonomického pohledu je zavedení modulu opodstatněné, protože při správně nastavené implementaci lze očekávat návratnost v krátkém až střednědobém horizontu.

Diplomová práce tedy prokázala, že kombinací zevrubné analytické činnosti, důsledně zpracované studie proveditelnosti a aktivního zapojení hodnotících týmů je možné navrhnout úspěšnou realizaci procesu digitalizace nástrojového hospodářství. Zároveň se ukazuje, že navržený modul může tvořit základ pro další rozšiřování digitalizace ve výrobních podnicích, a to například propojením s WMS a ERP platformami, čímž lze dosáhnout plné integrace dat napříč podnikovými procesy. Díky své modulárnosti a škálovatelnosti je navržené řešení uplatnitelné nejen ve velkých podnicích, ale i v menších společnostech, které usilují o efektivnější správu nástrojových sestav a digitalizaci provozních činností. Práce tak nabízí konkrétní a přenositelný přístup, který lze využít v rámci současného trendu průmyslové automatizace a digitalizace výroby.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

BAFNA, Prafulla; DANG, Shikhar; SETHI, Raghav; CHAUDHARY, Raunak a SHUKLA, Saatvik, 2017. Factors responsible for successful ERP implementation in small and medium-sized enterprises (SME). *International Journal of Engineering, Business and Enterprise Applications*. Roč. 19, č. 1, s. 6-10. ISSN 2279-0039.

BIADACZ, Renata, 2024. Application of Kaizen and Kaizen Costing in SMEs. Online. *Production Engineering Archives*. 2024-03-01, roč. 30, č. 1, s. 17-35. ISSN 2353-7779. Dostupné z: <https://doi.org/10.30657/pea.2024.30.2>. [cit. 2024-12-22].

ČASTORÁL, Zdeněk, 2017. *Management rizik v současných podmínkách*. Vydání I. Praha: Univerzita Jana Amose Komenského. ISBN 9788074521324.

DEMI, Sonny a HADDARA, Moutaz, 2018. Do Cloud ERP Systems Retire? An ERP Lifecycle Perspective. *Procedia Computer Science*. Roč. 2018, č. 138, s. 587-594. ISSN 187-0509.

DOLEŽAL, Jan, 2022. *Agilní přístupy vývoje produktů a řízení projektu: komplexně, prakticky a dle světové praxe*. Praha: Grada. ISBN 978-80-271-3705-3.

DOLEŽAL, Jan, 2023. *Projektový management: Komplexně, prakticky a podle světových standardů, 2. vydání*. Grada. ISBN 978-80-271-6724-1. Dostupné také z: <https://www.bookport.cz/kniha/projektovy-management-11286/>.

DUPAL, Andrej, 2019. *Manažment výroby*. Edícia Economics. Bratislava: Sprint 2. ISBN 978-80-89710-50-8.

FAVETO, Alberto; TRAINI, Emiliano; BRUNO, Giulia a LOMBARDI, Franco, 2021. Development of a key performance indicator framework for automated warehouse systems. *IFAC PapersOnLine*. Roč. 54, č. 1, s. 116-121.

FLÍDR, Jiří, 2023. *Propojení výroby a informačních systémů v praxi*. Grada. ISBN 978-80-247-2430-0. Dostupné také z: <https://www.bookport.cz/kniha/propojeni-vyroby-a-informacnich-systemu-v-praxi-12056/>.

FOTR, Jiří a ŠVECOVÁ, Lenka, 2022. *Manažerské rozhodování: postupy, metody a nástroje rozhodování v dynamickém a nejistém prostředí*. Čtvrté vydání. Jesenice: Ekopress. ISBN 978-80-87865-76-7.

GÁLA, Libor; POUR, Jan a ŠEDIVÁ, Zuzana, 2015. *Podniková informatika: počítačové aplikace v podnikové a mezipodnikové praxi*. 3., aktual. vyd. Management v informační společnosti. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-247-5457-4.

GOVINDARAJU, Rajesri a PUTRA, Krisna, 2016. A methodology for Manufacturing Execution Systems (MES) implementation. Online. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2016-02-01, roč. 114. ISSN 1757-8981. Dostupné z: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/114/1/012094>. [cit. 2024-10-24].

GUBÁN, Ákon; SÁNDOR, Ágnes; UDVAROS, József a GUBAN, Miklos, 2023. Necessity of Enterprise Resource Planning Systems for Small and Medium-sized Enterprises.

International Journal of Advanced Natural Sciences and Engineering Researches. Roč. 7, č. 4, s. 235-240. ISSN 2980-0811.

HELMOD, Marc, 2020. *Lean Management and Kaizen: Fundamentals from Cases and Examples in Operations and Supply Chain Management*. Springer Cham. ISBN 978-3-030-46980-1.

CHROMJAKOVÁ, Felicitá; TUČEK, David a BOBÁK, Roman, 2017. *Projektování výrobních procesů pro Průmysl 4.0*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. ISBN 9788074546808.

IMAI, Masaaki, 2021. *Strategic KAIZEN: using flow, synchronization, and leveling [FSL] assessment to measure and strengthen operational performance*. New York: McGraw-Hill Education. ISBN 978-1-260-14383-6.

JANUŠKA, Martin, 2018. *Úvod do operativního řízení podniku*. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni. ISBN 978-80-261-0800-9.

JUROVÁ, Marie, 2013. *Výrobní procesy řízené logistikou*. Brno: BizBooks. ISBN 978-80-265-0059-9.

JUROVÁ, Marie, 2016. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. Expert (Grada). Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-247-5717-9.

KERZNER, Harold, 2017. *Project management: a systems approach to planning, scheduling, and controlling*. Twelfth edition. Hoboken: Wiley. ISBN 978-1-119-16535-4.

KIEF, Hans B.; ROSCHI WAL, Helmut A. a SCHWARZ, Karsten, 2022. *The CNC handbook*. South Norwalk, Connecticut: Industrial Press. ISBN 978-0-8311-3636-9.

KORECKÝ, Michal a TRKOVSKÝ, Václav, 2011. *Management rizik projektů: se zaměřením na projekty v průmyslových podnicích*. Expert (Grada). Praha: Grada. ISBN 978-80-247-3221-3.

KUMAR, Akhil, 2018. *Business process management*. New York: Routledge, Taylor & Francis Group. ISBN 978-1-138-18185-4.

LACKO, Branislav a DOSKOČIL, Radek, 2022. Dvacet let metody RIPRAN (RIsk PRoject ANalysis). *Soudní inženýrství*. Roč. 33, č. 3-4, s. 32-37. ISSN 1211-443X.

LACKO, Branislav, 2005. *RIPRAN Metoda pro analýzu projektových rizik*. Online. 2005. Dostupné z: <https://ripran.cz>. [cit. 2024-12-08].

LARSON, Jean Ann (ed.), 2014. *Management engineering: a guide to best practices for industrial engineering in health care*. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group. ISBN 978-1-4665-7990-3.

MÁCHAL, Pavel; KOPEČKOVÁ, Martina a PRESOVÁ, Radmila, 2015. *Světové standardy projektového řízení: pro malé a střední firmy : IPMA, PMI, PRINCE2*. Manažer. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-5321-8.

MANTRAVADI, Soujanya a MØLLER, Charles, 219. An Overview of Next-generation Manufacturing Execution Systems: How important is MES for Industry 4.0? *Procedia Manufacturing*. Roč. 2019, č. 30, s. 588-595. ISSN 2351-9789.

MAŘÍK, Vladimír a KEIL, Robert, 2024. *Průmysl 4.0: základ ekonomické transformace ČR*. V Praze: Management Press. ISBN 9788072616046.

MAŘÍK, Vladimír, 2016. *Průmysl 4.0: výzva pro Českou republiku*. Praha: Management Press. ISBN 9788072614400.

MAYNARD, Harold B., BINANDA, Bopaya (ed.), 2023. *Maynard's industrial and systems engineering handbook*. Sixth edition. New York: McGraw Hill. ISBN 978-1-260-46156-5.

NENADÁL, Jaroslav, 2018. *Management kvality pro 21. století*. Praha: Management Press. ISBN 978-80-7261-1561-2.

OBORSKI, Przemyslaw, 2018. Integration of Machine Operators with Shop Floor Control System for Industry 4.0. Online. *Management and Production Engineering Review*. Roč. 2018, č. 4, article 9, s. 48-55. Dostupné z: <https://www.researchgate.net/publication/331148071>. [cit. 2024-12-07].

PAČAIOVÁ, Hana; MARKULIK, Štefan a NAGYOVÁ, Anna, 2016. *Význam rizika v manažérských systémech*. Košice: BEKI Design. ISBN 978-80-553-2618-4.

PLAMÍNEK, Jiří, 2018. *Vedení lidí, týmů a firem: Praktický atlas managementu – 5., aktualizované a rozšířené vydání*. Grada. ISBN 978-80-247-4401-8. Dostupné také z: <https://www.bookport.cz/kniha/vedeni-lidi-tymu-a-firem-4525/>.

POPOV, Georgi; LYON, Bruce K. a HOLLCROFT, Bruce, 2022. *Risk Assessment: A Practical Guide to Assessing Operational Risks*. 2nd ed. John Wiley & Sons, Inc., 111 River Street, Hoboken, NJ 07030, USA: Wiley. ISBN 9781119755920.

PRITCHARD, Carl L., 2015. *Risk management: concepts and guidance*. Fifth edition. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group. ISBN 9781482258455.

QUINGFEI, Tong; XINGUO, Ming a XIANYU, Zhang, 2023. Construction of Sustainable Digital Factory for Automated Warehouse Based on Integration of ERP and WMS. *Sustainability*. Roč. 15, č. 2.

ŞİMŞİT, Zeynep Tuğçe; GÜNAY, Noyan Sebla a VAYVAY, Özalp, 2014. Theory of Constraints: A Literature Review. In: *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. S. 930-936. ISSN 18770428. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.09.104>.

SMEJKAL, Vladimír a RAIS, Karel, 2013. *Řízení rizik ve firmách a jiných organizacích*. 4., aktualiz. a rozš. vyd. Expert (Grada). Praha: Grada. ISBN 978-802-4746-449.

SRPOVÁ, Jitka, 2020. *Začínáme podnikat: s případovými studiemi začínajících podnikatelů*. Expert. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-271-2253-0.

ŠTULPA, Miloslav, 2015. *CNC: Programování obráběcích strojů*. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-247-5269-3.

ŠVECOVÁ, Lenka a VEBER, Jaromír, 2021. *Produkční a provozní management*. Expert (Grada). Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-271-1385-9.

TOMELERO, Roberto L.; FERREIRA, Joao C. E.; KUMAR, Vikas a GARZA-REYES, Jose A., 2017. A lean environmental benchmarking (LEB) method for the management of cutting tools. *International Journal of Production Research*. Roč. 2017, č. 13, s. 3788-3807. ISSN 0020-7543.

TVRDONĚ, Leo a BAZALA, Jaroslav, 2021. Informační technologie pro skladování (Warehouse Management Systems). Online. *LOGISTIKA v PRAXI*. S. 6. Dostupné z: <https://www.dlprof.cz/log/33/informacni-technologie-pro-skladovani-warehouse-management-systems-uniqueidmRRWSbk196FNf8-jVUh4EoSf6RcLfOnliWg1SjfvX08/?query=wms&serp=1>. [cit. 2024-12-31].

URBAN, Wiesław a ROGOWSKA, Patrycja, 2019. Systematic Literature Review of Theory of Constraints. In: *Advances in Manufacturing II*. Lecture Notes in Mechanical Engineering. Cham: Springer International Publishing, 2019-04-28, s. 129-138. ISBN 978-3-030-18788-0. Dostupné z: https://doi.org/10.1007/978-3-030-18789-7_12.

USTUNDAG, Alp a CEVIKCAN, Emre, 2018. *Industry 4.0: managing the digital transformation*. Springer series in advanced manufacturing. Cham, Switzerland: Springer. ISBN 978-3-319-57869-9.

VEBER, Jaromír, 2016. *Management inovací*. Praha: Managemet press. ISBN 9788072614233.

VŠETEČKA, Petr, 2015. *A guide to the project thinking: body of knowledge (PTBOK Guide) = Projektové myslenie : sprievodca súborom znalostí (anglicko-slovenské vydanie)*. Liptovský Mikuláš: Petr Všetěčka. ISBN 978-80-971982-1-3.

YOO, Min-Jung a GLARDON, Rémy, 2018. *Manufacturing operations management*. Second Edition. New Jersey: World Scientific. ISBN 978-1-78634-533-2.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Trojimperativ projektu	28
Obrázek 2: Výrobní hala.....	41
Obrázek 3: Stávající proces	43
Obrázek 4: Měsíční statistika programátora CNC	45
Obrázek 5: Seřizovací list nového programu.....	47
Obrázek 6: Seřizovací list odladěného programu	48
Obrázek 7: EdgeCam	50
Obrázek 8: NAHOS	50
Obrázek 9: Hodnocení kritérií	53
Obrázek 10: Hodnocení navrhovaných systémů	54
Obrázek 11: Vývojový diagram nového procesu	62
Obrázek 12: WBS projektu.....	74
Obrázek 13: Ganttův diagram.....	75
Obrázek 14: Kritická cesta projektu	76

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Cena nových nástrojových sestav za jednotlivé roky	44
Tabulka 2: Výrobní programy použité na strojích za jednotlivé roky	44
Tabulka 3: Statistika nových programů za rok 2024	45
Tabulka 4: Statistika hledání nástrojů programátory	46
Tabulka 5: Potřebný čas pro sestavení nástrojů za rok 2024	46
Tabulka 6: Porovnání časů seřizovačů a programátorů nové programy	48
Tabulka 7: Vybraná kritéria	52
Tabulka 8: Hodnocení vah kritérií účastníkem	53
Tabulka 9: Výsledná váha jednotlivých kritérií	54
Tabulka 10: Porovnání systémů vícekritériálním hodnocením	55
Tabulka 11: Převod bazickou metodou	55
Tabulka 12: Vyhodnocení pořadí systémů	56
Tabulka 13: Identifikace hrozeb a scénářů	65
Tabulka 14: Škála hodnocení pravděpodobnosti	66
Tabulka 15: Škála hodnocení dopadu	67
Tabulka 16: Třídy hodnoty rizika (R)	67
Tabulka 17: Kvantifikace rizik	67
Tabulka 18: Ošetření rizik	69

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

ALARP	Tak nízko, jak je to rozumně možné
BCR	Poměr přínosů a nákladů
CAD	Počítačem podporované projektování
CAM	Počítačem podporovaná výroba
CBA	Analýza přínosů a nákladů
CNC	Počítačem řízené numerické ovládání
CPM	Metoda kritické cesty
ČSN	České státní normy
ERP	Plánování podnikových zdrojů
FERMA	Federace evropských asociací řízení rizik
HR	Lidské zdroje
HW	Technické vybavení počítače
IPMA	Mezinárodní asociace pro projektové řízení
ISA/IEC	Mezinárodní asociace normalizačních organizací
ISO	Mezinárodní organizace pro standardizaci
IT	Informační technologie
MD	Malý dopad
MES	Systém pro řízení výroby
MRP	Plánování požadavků materiálu
NHR	Nízká hodnota rizika
NC	Číslicově řízené
NCP	Programy pro CNC
NP	Nízká pravděpodobnost
NPV	Čistá současná hodnota
OHN	Oddělení pro hospodaření s nástroji

OPT	Optimalizovaná výrobní technologie
PDCA	Plánuj – proved’ – ověř – dělej
PMI	Institut projektového řízení
PRINCE2	Projekty v řízeném prostředí
QR	Rychlá reakce
RFID	Radiofrekvenční identifikace
RIPRAN	Analýza rizik projektu
SD	Střední dopad
SHR	Střední hodnota rizika
SMART	Specifický – měřitelný – akceptovatelný – reálný – časově sledovatelný
SP	Střední pravděpodobnost
TZV	Takzvaný
VHR	Vysoká hodnota rizika
VO	Výzkumné otázky
VD	Vysoký dopad
VP	Vysoká pravděpodobnost
WBS	Struktura rozdělení prací
WMS	Systém řízení skladu

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Statistika hledání nástrojů programátory CNC v měsíci říjnu

Příloha P II: Hlasování účastníků schůzky o vahách kritérií pomocí Fullerovy metody

Příloha P III: Tabulka kvantifikace rizik

**PŘÍLOHA P I: STATISTIKA HLEDÁNÍ NÁSTROJŮ
PROGRAMÁTORY CNC V MĚSÍCI ŘÍJNU**

Datum	Hledání u stroje (15min)	Hledání v seřizovně (25min)	Hledání sklad OHN (10min)
01.10.2024	3	2	1
02.10.2024	5	2	
03.10.2024			
04.10.2024		2	
05.10.2024			
06.10.2024			
07.10.2024			
08.10.2024			
09.10.2024		5	2
10.10.2024			
11.10.2024			1
12.10.2024			
13.10.2024			
14.10.2024	4		
15.10.2024	1	2	
16.10.2024		4	2
17.10.2024		2	
18.10.2024			2
19.10.2024			
20.10.2024			
21.10.2024		4	5
22.10.2024			
23.10.2024		2	1
24.10.2024	2		
25.10.2024	2		1
26.10.2024	3		
27.10.2024			
28.10.2024			
29.10.2024			
30.10.2024	2	1	1
31.10.2024			1

**P I: STATISTIKA HLEDÁNÍ NÁSTROJŮ PROGRAMÁTORŮ CNC
V MĚSÍCI ŘÍJNU (2. STRANA)**

Datum	Hledání u stroje (15min)	Hledání v seřizovně (25min)	Hledání sklad OHN (10min)
01.10.2024	0	0	0
02.10.2024	0	0	0
03.10.2024	0	0	0
04.10.2024	0	0	0
05.10.2024	0	0	0
06.10.2024	0	0	0
07.10.2024	0	0	0
08.10.2024	0	4	0
09.10.2024	0	0	0
10.10.2024	0	0	0
11.10.2024	0	2	0
12.10.2024	0	1	0
13.10.2024	0	0	0
14.10.2024	0	0	0
15.10.2024	0	0	0
16.10.2024	0	0	0
17.10.2024	0	0	0
18.10.2024	0	0	0
19.10.2024	0	0	0
20.10.2024	0	0	0
21.10.2024	0	0	0
22.10.2024	0	0	0
23.10.2024	0	0	0
24.10.2024	0	0	0
25.10.2024	0	0	0
26.10.2024	0	0	0
27.10.2024	0	0	0
28.10.2024	0	0	0
29.10.2024	0	0	0
30.10.2024	0	0	0
31.10.2024	0	0	0

**P I: STATISTIKA HLEDÁNÍ NÁSTROJŮ PROGRAMÁTORŮ CNC
V MĚSÍCI ŘÍJNU (3. STRANA)**

Datum	Hledání u stroje (15min)	Hledání v seřizovně (25min)	Hledání sklad OHN (10min)
01.10.2024	3	2	1
02.10.2024	1	2	0
03.10.2024	0	1	3
04.10.2024	1	2	1
05.10.2024	0	0	0
06.10.2024	0	0	0
07.10.2024	2	0	4
08.10.2024	1	0	1
09.10.2024	2	2	2
10.10.2024	3	2	3
11.10.2024	1	3	0
12.10.2024	0	0	0
13.10.2024	0	0	0
14.10.2024	0	1	3
15.10.2024	2	4	1
16.10.2024	3	3	2
17.10.2024	0	1	2
18.10.2024	1	1	0
19.10.2024	0	0	0
20.10.2024	0	0	0
21.10.2024	2	2	2
22.10.2024	0	1	0
23.10.2024	1	1	5
24.10.2024	1	0	2
25.10.2024	3	2	3
26.10.2024	0	0	0
27.10.2024	0	0	0
28.10.2024	2	3	1
29.10.2024	0	1	3
30.10.2024	1	3	2
31.10.2024	0	2	1

PŘÍLOHA P II: HLASOVÁNÍ ÚČASTNÍKŮ SCHŮZKY O VAHÁCH KRITÉRIÍ POMOCÍ FULLEROVY METODY

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7		
K1	x	1	0	0	1	0	0		
K2	1	x	0	0	1	0	0		
K3	1	1	x	1	0	1	0		
K4	1	1	0	x	1	1	1		
K5	0	0	1	0	x	0	1		
K6	1	1	0	0	1	x	1		
K7	1	1	1	0	0	0	x		

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7		
K1	x	1	0	0	0	0	0		
K2	0	x	0	0	0	0	0		
K3	1	1	x	0	1	0	1		
K4	1	1	1	x	1	0	1		
K5	1	1	0	0	x	0	0		
K6	1	1	1	1	1	x	1		
K7	1	1	0	0	1	0	x		

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7		
K1	x	1	1	1	1	1	1		
K2	0	x	0	0	1	1	0		
K3	0	1	x	1	1	1	1		
K4	0	1	0	x	1	0	0		
K5	0	0	0	0	x	0	1		
K6	0	0	0	1	1	x	1		
K7	0	1	0	1	0	0	x		

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7		
K1	x	1	0	0	1	0	1		
K2	0	x	1	0	1	0	0		
K3	1	0	x	1	0	1	1		
K4	1	1	0	x	0	0	1		
K5	0	0	1	1	x	1	0		
K6	1	1	0	1	0	x	1		
K7	0	1	0	0	1	0	x		

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7		
K1	x	1	0	1	0	1	0		
K2	0	x	1	1	0	0	1		
K3	1	0	x	0	1	0	1		
K4	0	0	1	x	1	1	1		
K5	1	1	0	0	x	0	1		
K6	0	1	1	0	1	x	0		
K7	1	0	0	0	0	1	x		

**P II: HLASOVÁNÍ ÚČASTNÍKŮ SCHŮZKY O VAHÁCH KRITÉRIÍ
POMOCÍ FULLEROVY METODY (2. STRANA)**

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7		
K1	x	1	1	0	1	1	0		
K2	0	x	1	0	1	1	0		
K3	0	0	x	1	0	1	0		
K4	1	1	0	x	1	1	0		
K5	0	0	1	0	x	0	0		
K6	0	0	0	0	1	x	1		
K7	1	1	1	1	1	0	x		

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7		
K1	x	1	0	0	1	0	1		
K2	0	x	1	0	1	0	0		
K3	1	0	x	1	0	1	1		
K4	1	1	0	x	0	0	1		
K5	0	0	1	1	x	1	0		
K6	1	1	0	1	0	x	1		
K7	0	1	0	0	1	0	x		

PŘÍLOHA P III: TABULKA KVANTIFIKACE RIZIK

P.č.	Hrozba / Rizikový faktor	Pravděpodobnost	Scénář	dopad na projekt	hodnota rizika
Technické					
1.	Nedostatečná kapacita HW	SP	Zpomalení nebo zkolabování systému	MD	NHR
2.	Nedostatečný výkon IT sítě	NP	Výpadky nebo zpomalení komunikace mezi MES a CNC stroji způsobí zpoždění ve výrobě	MD	NHR
3.	Bezpečnostní hrozby	SP	Únik citlivých informací	VD	VHR
			Zablokování výroby	VD	VHR
4.	Zastaralý řídicí systém CNC strojů	NP	Nekompatibilita s MES systémem, nemožnost integrace	MD	NHR
5.	Opotřebované nebo špatně značené QR kódy	SP	Nesprávné přiřazení k výrobním zakázkám	SD	SHR
			Ztráta sledovatelnosti životnosti nástrojů	SD	SHR
Organizační					
6.	Odmítání změn ze strany zaměstnanců	VP	Obcházení nového procesu, zvýšený počet chyb	SD	VHR
			Zpomalení nebo zastavení projektu	VD	VHR
7.	Nedostatečná komunikace mezi odděleními	VP	Špatné podklady pro rozhodování a plánování výroby	SD	VHR
			Nepoužívání modulu	SD	VHR
8.	Nedostatečné školení zaměstnanců	SP	Nevyužívání informačního systému	MD	NHR
			Chyby v datech	MD	NHR
			Špatné plánování výroby	SD	NHR
9.	Nekvalifikované lidské zdroje	NP	Nesprávné používání prostředků MES	SD	NHR
			Neschopnost diagnostikovat běžné chyby	MD	NHR
			Nepoužívání systému MES	SD	NHR
10.	Málo pracovníků na identifikaci	SP	Neúplné nebo chybné záznamy povedou ke zpomalení výroby	SD	SHR

11.	Nepochopení managementu	NP	Zpomalení nebo zrušení implementace systému	SD	NHR
Provozní					
12.	Selhání modulu během výroby	NP	Nesprávné přiřazení sestav ke strojům povede ke zpomalení nebo zastavení výroby	SD	NHR
13.	Chybovost v datech	NP	Nesprávná alokace nástrojových sestav	SD	NHR
			Chybné plánování výroby	VD	SHR
14.	Závislost na dodavateli systému	NP	Možné omezení podpory nebo aktualizace systému, které by vedlo k nepoužívání systému	VD	SHR
15.	Nedostatek nástrojových komponentů	SP	Zpoždění nebo výpadky výroby	SD	SHR
Ekonomická					
16.	Neefektivní využití modulu MES	NP	Snížení přínosů modulu	SD	NHR
			Zvýšení nákladů	SD	NHR
17.	Možné sankce za zpoždění výroby při implementaci	SP	Ztráta důvěry zákazníků	VD	VHR
			Zhoršení obchodních vztahů	VD	VHR
			Pokuty za nedodržení smluv	VD	VHR
18.	Vyšší náklady na školení zaměstnanců	SP	Zvýšení nákladů	ND	NHR
			Prodloužení doby adaptace systému	ND	NHR