

Analyza a optimalizace procesu toku materiálů z pohledu kvality ve výrobním podniku

Bc. Pavlína Ponocná

Sekce - EKONOMIKA,

Ekonomická fakulta, 5. ročník

Navazující studijní program – Podniková ekonomika, Management podnikových procesů

Abstrakt: Předložený příspěvek se zabývá analýzou a optimalizací procesů řízení dodavatelské kvality (SQA) ve společnosti MAHLE Thermal and Fluid Systems Czechia s.r.o. Cílem příspěvku je komplexně zhodnotit současné nastavení systému, identifikovat úzká místa v toku materiálů a informací a navrhnout opatření ke zvýšení stability procesu uvolňování nových dílů. S pomocí kvantifikované SWOT analýzy, modelu excelence EFQM a metodiky Six Sigma byla provedena hloubková procesní a kapacitní analýza oddělení kvality. Výzkum odhalil vysokou administrativní zátěž inženýrů kvality, neefektivní komunikační toky v korporátním systému Jaggaer a zvýšenou míru variability a neshod u specifické komodity polymerních komponentů. Navržená optimalizační opatření se zaměřují na standardizaci a formalizaci posuzování dopadů produktových změn, redefinici komunikačních rozhraní mezi lokální a globální úrovní SQA a striktní integraci nástrojů kvality u dodavatelů. Přínosem práce je prokazatelné uvolnění kapacit pro preventivní management a významné snížení interních nákladů na nekvalitu s rychlou ekonomickou návratností.

Klíčová slova: řízení dodavatelské kvality, vzorkování PPAP, metodika DMAIC, model EFQM, automobilový průmysl.

1 Úvod

Současný automobilový průmysl prochází dynamickými změnami spojenými s elektromobilitou, digitalizací a neustálým tlakem na snižování nákladů a zkracování vývojových cyklů. V tomto vysoce konkurenčním prostředí již nelze kvalitu vnímat pouze jako izolovanou kontrolní činnost na konci výrobní linky [1]. Moderní management kvality musí být integrální součástí celého dodavatelského řetězce. Výrobní podniky typu Tier 1, mezi které patří i společnost MAHLE Thermal and Fluid Systems Czechia s.r.o., jsou kriticky závislé na stabilitě, včasnosti a stoprocentní kvalitě vstupních materiálů a komponentů od svých subdodavatelů. Jakýkoliv výpadek nebo průnik neshodného materiálu do sériové výroby má okamžité fatální následky v podobě zastavení montážních linek, penalizací od OEM zákazníků (automobilek) a enormních vícenákladů na sortace a expresní logistiku.

Z tohoto důvodu nabývá na významu útvar řízení dodavatelské kvality (angl. Supplier Quality Assurance; dále SQA). Úloha SQA inženýrů je duální: na jedné straně musí reaktivně a flexibilně řešit vzniklé sériové neshody (reklamace), na straně druhé musí působit proaktivně a preventivně [2]. Preventivní složka zahrnuje řízení rizik při uvolňování nových nebo modifikovaných materiálů do výroby prostřednictvím standardizovaných procesů jako je APQP (angl. Advanced Product Quality Planning) a PPAP (angl. Production Part Approval Process).

V praxi se však ukazuje, že pracovníci SQA jsou často zahlceni neproduktivní administrativní zátěží, která vyplývá z komplikovaných korporátních procesů a rigidně nastavených schvalovacích toků. Tím dochází k paradoxní situaci, kdy oddělení, jež má primárně řídit prevenci, tráví většinu svého času reaktivním hašením problémů a papírováním. Tento příspěvek reaguje na popsanou problematiku. Zaměřuje se na detailní analýzu materiálového a informačního toku z pohledu kvality v podniku MAHLE s cílem odhalit neefektivitu

a navrhnout ucelený koncept optimalizace, který odstraní zbytečnou administrativní náročnost systém a posílí jeho stabilitu [3].

2 Metodologický rámec

Výzkum a sběr dat byly realizovány přímo v průmyslovém prostředí výrobního závodu společnosti MAHLE Thermal and Fluid Systems Czechia s.r.o. Tento závod je klíčovým článkem globální skupiny MAHLE a specializuje se na vývoj a výrobu pokročilých chladicích modulů, výměníků tepla a komplexních klimatizačních jednotek (HVAC) pro prestižní automobilové značky (např. koncern VW, BMW, Mercedes-Benz). Zaměření na HVAC jednotky s sebou nese vysoké nároky na kombinaci různých typů materiálů – od hliníkových komponentů až po vysoce komplexní polymerní (plastové) výlisky s jemnou vnitřní kinematikou a těsněním.

Aby bylo možné problematiku SQA uchopit celostně a exaktně, byl zvolen metodologický aparát kombinující strategické manažerské nástroje s inženýrskými metodami řízení kvality:

- Model excelence EFQM (European Foundation for Quality Management): Tento mezinárodně uznávaný rámec byl aplikován jako diagnostický nástroj pro hodnocení zralosti procesů. Výzkum se zaměřil na kritéria „Partnerství a zdroje“ a „Procesy, produkty a služby“, což umožnilo identifikovat, jak efektivně podnik využívá své dodavatelské portfolio a stávající softwarové nástroje (konkrétně nákupní a kvalitativní portál Jaggaer) [4].
- Kvantifikovaná SWOT analýza: Na rozdíl od běžné popisné SWOT analýzy byla v této práci použita její pokročilá matematická modifikace. Jednotlivým faktorům (silné stránky, slabé stránky, příležitosti, hrozby) byly expertním týmem složeným z manažerů kvality přiřazeny váhy (podle důležitosti) a body (podle intenzity působení). Následným maticovým vynásobením byl získán výsledný vektor, který exaktně určil strategickou pozici oddělení SQA a jasně definoval, které slabé stránky je nutné prioritně eliminovat.
- Metodika DMAIC (Six Sigma): Tento strukturovaný pětifázový cyklus (Define – Measure – Analyze – Improve – Control) představuje jádro inženýrského přístupu k řešení problémů. V této práci nebyl DMAIC použit pro klasické zvyšování capability strojů ve výrobě, ale byl inovativně aplikován na optimalizaci administrativně-logistického procesu. Konkrétně posloužil k analýze toku reklamací a zmapování celého životního cyklu uvolňování nakupovaného dílu (od požadavku na změnu až po finální schválení v systému).

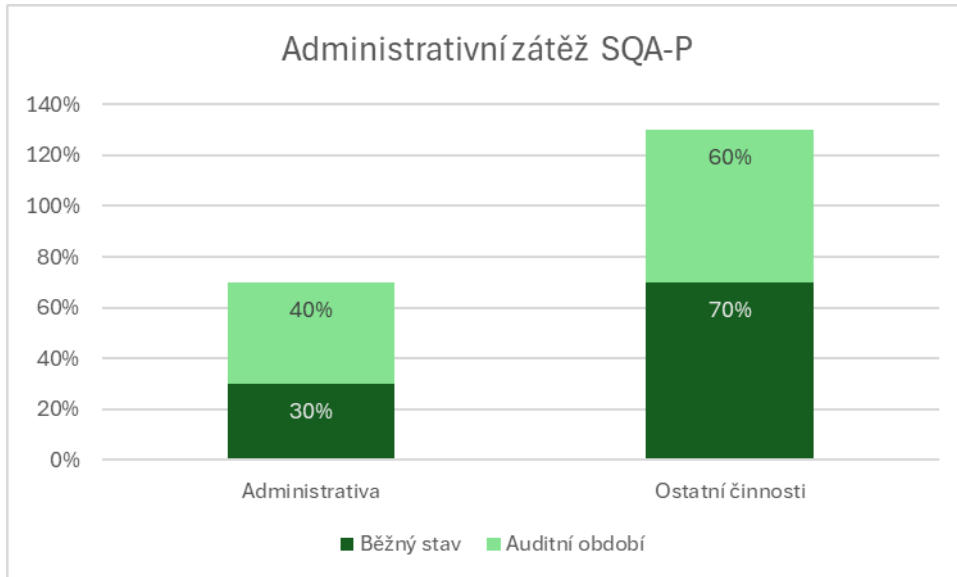
3 Analýza současného stavu a klíčová zjištění

Analytická fáze byla rozdělena do tří vzájemně propojených oblastí: analýza lidských kapacit, technicko-materiálová analýza neshod a procesní analýza informačních toků.

3.1 Kapacitní analýza a zátěž SQA

Prvním krokem bylo exaktní zmapování toho, jakým způsobem inženýři dodavatelské kvality nakládají se svým fondem pracovní doby. Sběr dat probíhal formou snímků pracovního dne a analýzy uzavřených úkolů v průběhu uplynulého roku. SQA inženýři jsou v podniku rozděleni na fázi projektovou (SQA-P), která řeší uvolňování nových dílů, a fázi sériovou (SQA-S), jež se zabývá reklamacemi běžící výroby. Zaměřili jsme se primárně na inženýry kvality v předvýrobní fázi (SQA-P) [5].

Graf 1 : Administrativní zátěž

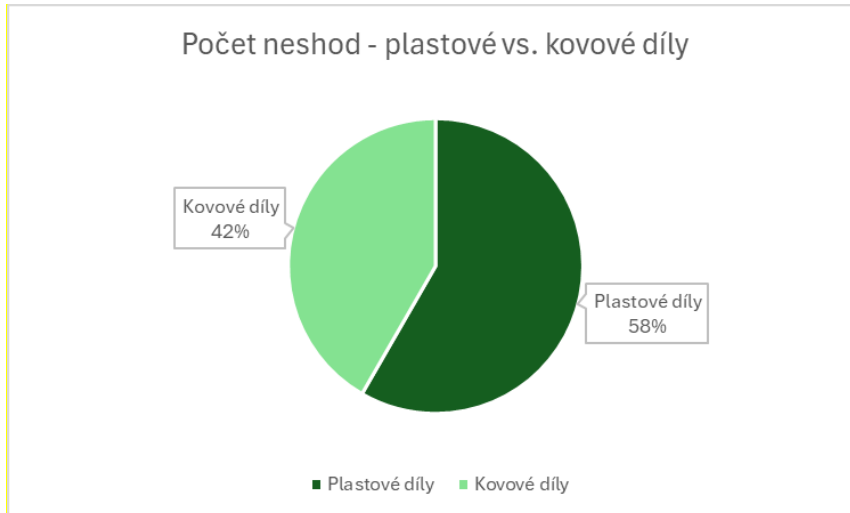


Z naměřených hodnot (viz Graf 1) je patrné kritické disproporční rozdělení činností. Celých 35 % (v krizových měsících náběhů projektů až 40 %) pracovní doby zabírá čistá administrativa, rutinní vyplňování tabulek, manuální urgování dodavatelů a přepisování dat mezi systémy. Dalších 55–60 % času odčerpává operativní podpora sériové výroby a řešení akutních incidentů. Na klíčové preventivní činnosti, jako je plánování rozvoje dodavatelů, provádění hloubkových procesních auditů (dle standardu VDA 6.3) přímo v závodech dodavatelů nebo preventivní revize dokumentace FMEA, zbývá pouhých 5–10 % kapacity. Tento stav je dlouhodobě neudržitelný, neboť absence prevence generuje další budoucí neshody v sérii, čímž vzniká začarovaný kruh [5].

3.2 Technicko-materiálová analýza dodavatelských neshod

Paralelně s kapacitní analýzou bylo nutné identifikovat, které skupiny nakupovaných materiálů představují z hlediska interní kvality největší riziko. Byla analyzována data z podnikového systému SAP za poslední dva roky, přičemž sledovanými parametry byly: počet neshodných jednotek (PPM), počet vystavených 8D reportů a celkové náklady na sortaci neshodného materiálu.

Graf 2 : Počet neshod



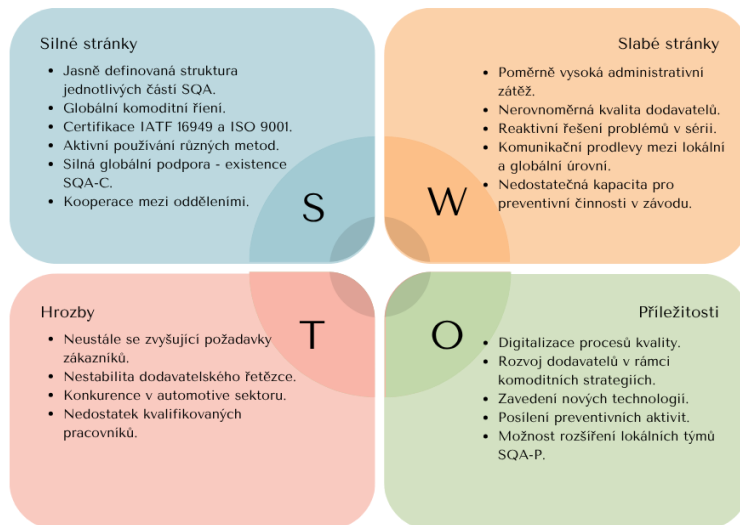
Výsledky (viz Graf 2) jasně ukázaly, že nejkritičtější komoditou jsou polymerní (plastové) komponenty, jako jsou kinematické klapky, táhla, vzduchovody a kryty HVAC jednotek. Tyto díly vykazují o více než 35 % vyšší frekvenci neshod než díly kovové (hliníkové výlisky, spojovací materiál). Hlavní příčinou je technologická náročnost procesu vstřikování plastů u dodavatelů (kolísání parametrů materiálu, vlhkost, opotřebení forem) a komplexní geometrie dílů, u nichž dochází k tvarovým deformacím. Z toho vyplývá, že optimalizační opatření v oblasti kvality musí cílit primárně na tuto skupinu dodavatelů.

3.3 Procesní analýza vzorkování (PPAP) a vyhodnocení SWOT

Hlubková analýza procesu uvolňování modifikovaných dílů (proces PPAP) odhalila významné procesní bariéry. V současné praxi platí, že pokud dojde u sériově vyráběného dílu k jakékoliv konstrukční nebo výkresové změně (např. drobná úprava rádiusu, změna materiálového indexu nebo zavedení druhého identického vstřikovacího nástroje, tzv. změna sufixu), korporátní systém Jagger automaticky vygeneruje požadavek na plné schválení dílu v rozsahu PPAP Level 3.

To znamená, že dodavatel musí předložit kompletní sadu cca 19 dokumentů (včetně způsobilosti procesů, layoutové inspekce, FMEA atd.) a SQA inženýr je povinen všechny tyto dokumenty zkontrolovat a schválit. Proces je rigidní, nereflexuje reálnou míru rizika změny a vede k obrovským komunikačním prodlevám mezi lokálním závodem a globálním nákupním centrem SQA. Pro syntézu všech těchto poznatků byla sestavena kvantifikovaná SWOT analýza.

Obrázek 1: SWOT analýza systému řízení kvality



Silné stránky	Váha	Hodnocení (1-5)	Skóre	Slabé stránky	Váha	Hodnocení (1-5)	Skóre
Jasně definovaná struktura jednotlivých částí SQA	0,25	5	1,25	Poměrně vysoká administrativní zátěž	0,30	4	1,20
Globální komoditní řízení	0,20	4	0,80	Nerovnoměrná kvalita dodavatelů	0,25	4	1,00
Certifikace IATF 16949 a ISO 9001	0,20	5	1,00	Reaktivní řešení problémů v sérii	0,20	5	1,00
Aktivní používání různých metod	0,20	4	0,80	Komunikační prodlevy mezi lokální a globální úrovní	0,15	3	0,45
Silná globální podpora - existence SQA-C	0,10	4	0,40	Nedostatečná kapacita pro preventivní činnosti v závodu	0,10	4	0,40
Kooperace mezi odděleními	0,05	4	0,20				
Hrozby	Váha	Hodnocení (1-5)	Skóre	Příležitosti	Váha	Hodnocení (1-5)	Skóre
Neustále se zvyšující požadavky zákazníků	0,30	5	1,50	Digitalizace procesů kvality	0,25	5	1,25
Nestabilita dodavatelského řetězce	0,30	4	1,20	Rozvoj dodavatelů v rámci komoditních strategií	0,25	4	1,00
Konkurence v automotive sektoru	0,20	4	0,80	Zavedení nových technologií	0,20	4	0,80
Nedostatek kvalifikovaných pracovníků	0,20	4	0,80	Posílení preventivních aktivit	0,20	4	0,80
				Možnost rozšíření lokálních týmů SQA-P	0,10	3	0,30

Výsledná matice (viz Obrázek 1) ukázala, že nejsilnější negativní vliv mají slabé stránky typu „vysoká administrativní náročnost procesů“ a „nedostatečná integrace lokálních požadavků v korporátním SW“. Tyto slabiny se střetávají s externí hrozbou v podobě extrémně přísných eskalačních scénářů ze strany OEM zákazníků. Výsledný strategický vektor jednoznačně indikoval potřebu defenzivně-přestavbové strategie zaměřené na redukci administrativní zátěže a standardizaci rozhraní [5].

4 Návrh optimalizačního opatření

Na základě výsledků byl vypracován komplexní a provázaný návrh optimalizace, který se opírá o tři pilíře: metodickou standardizaci změn, redefinici komunikace a procesní stabilizaci u dodavatelů.

4.1 Zavedení formalizovaného postupu pro posouzení dopadu změn

Základním kamenem snížení administrativní náročnosti procesu vzorkování je odstranění rigidního přístupu k výkresovým změnám (změnám sufixu). Navrhuje se zavedení interního

standardizovaného postupu (matice), který na základě exaktních kritérií posoudí reálný dopad produktové či procesní změny na finální HVAC jednotku.

Kritéria jsou rozdělena do čtyř oblastí: vliv na vnější rozměry/montáž, vliv na mechanickou funkci/kinematiku, vliv na bezpečnost/legislativu a vliv na pohledové vlastnosti (estetiku). Každá změna bude SQA inženýrem ohodnocena v této matici. Pokud bude dopad vyhodnocen jako nízký (např. pouhá administrativní úprava textu na výkrese nebo změna dodavatele balícího materiálu), systém automaticky sníží požadovanou úroveň vzorkování z PPAP Level 3 na Level 1 (pouze průvodka PSA) nebo Level 2. Kompletní Level 3 bude vyžadován pouze u kritických změn tvaru a funkce. Tímto krokem dojde k radikálnímu zrychlení materiálového toku v předvýrobní fázi.

4.2 Standardizace komunikace a rozhraní SQA

Pro eliminaci prodlev v systému Jaggaer byl navržen nový komunikační protokol, který přesně definuje odpovědnosti a komunikační matici (RACI) mezi lokálním závodem MAHLE Czechia a centrálním koncernovým SQA vedením. Návrh zavádí tzv. „Fast-Track“ schvalovací okno pro lokální SQA inženýry u specifických projektů. Součástí opatření je zavedení checklistů neúplnosti podkladů. Pokud dodavatel nahraje do portálu Jaggaer nekompletní PPAP dokumentaci, systém ji automaticky odmítne na základě předdefinovaných validátorů, aniž by s ní musel SQA inženýr ztrácet čas a manuálně ji kontrolovat [5].

4.3 Standardizace reklamačního řízení za využití metodiky DMAIC

Aby bylo možné eliminovat opakované vady u rizikové komodity polymerních dílů, byla navržena procesní modifikace uzavírání dodavatelských reklamací. V rámci fáze *Improve* a *Control* metodiky DMAIC (viz detailní rozbor v kapitole 4.4) se pro dodavatele plastů zavádí striktní povinnost: při každém výskytu rozměrové nebo tvarové neshody (např. deformace klapky) a následném vystavení 8D reportu, musí dodavatel prokazatelně doložit revizi své procesní FMEA (PFMEA) a aktualizovaný kontrolní plán.

V kontrolním plánu musí být nově definována dodatečná kontrolní frekvence nebo zaveden specifický Poka-Yoke přípravek pro kritický parametr (CTQ – Critical to Quality), který vadu způsobil. Reklamace nebude ze strany MAHLE administrativně uzavřena v systému (status Closed), dokud SQA inženýr fyzicky nebo digitálně neověří implementaci těchto nápravných opatření v kontrolním plánu dodavatele [5].

4.4 Detailní aplikace metodiky DMAIC na případovou studii

Pro názornou demonstraci funkčnosti navržených procesních změn byla v práci zpracována případová studie zaměřená na kritickou neshodu u plastové kinematické klapky, která vykazovala vysokou zmetkovitost z důvodu nedodržení geometrické tolerance (zkroucení výlisku), což vedlo k drhnutí klapky v jednotce.

- **Fáze Define (Definice):** Byl sestaven projektový chart. Cílem bylo snížit zmetkovitost u klapky pod hranici 50 PPM a zkrátit dobu vyřešení reklamace ze stávajících 28 dní na standardních 14 dní. Byl definován tým (SQA, inženýr procesu, zástupce dodavatelů) a zmapován proces pomocí diagramu SIPOC.
- **Fáze Measure (Měření):** Byl proveden sběr dat o stabilitě procesu vstřikování u dodavatelů a měření rozměrů na 3D CMM stroji. Pro ověření kvality systému měření byla realizována analýza MSA (Gage R&R), která potvrdila způsobilost měřidel

(variabilita měřicího systému byla pod 10 %). Byla vypočtena výchozí způsobilost procesu, která vykazovala neuspokojivé hodnoty $C_p = 0,82$ a $C_{pk} = 0,51$.

- **Fáze Analýze (Analýza):** K identifikaci kořenových příčin byl expertním týmem sestaven Ishikawa diagram (diagram rybí kosti), který analyzoval vlivy v oblastech: Stroj, Materiál, Člověk, Metoda, Měření a Prostředí. Následně byla aplikována metoda 5x Proč (5 Why). Analýza odhalila, že kořenovou příčinou zkroucení plastu bylo nerovnoměrné chlazení formy u dodavatele způsobené zanesením chladicích kanálů vodním kamenem a absencí teplotního čidla ve formě.

- **Fáze Improve (Zlepšení):** Na základě analýzy dodavatel realizoval chemické vyčištění chladicího okruhu formy a instaloval přídatná teplotní čidla spojená s alarmem vstřikovacího lisu (Poka-Yoke). Současně byl aplikován navržený postup z kapitoly 4.3 – dodavatel aktualizoval PFMEA (zvýšil bodování detekce) a do kontrolního plánu zavedl 100% kontrolu kritického rozměru na kalibru po dobu prvních 3 výrobních šarží.

- **Fáze Control (Řízení):** Po implementaci opatření byla znovu přeměřena způsobilost procesu, která stoupla na excelentní hodnoty $C_p = 1,45$ a $C_{pk} = 1,32$. Výskyt vady klesl na 0 PPM. Výsledný standardizovaný postup (aktualizovaný pracovní návod pro sortaci a kontrolní plán) byl auditován lokálním SQA inženýrem. Tento úspěšný postup byl následně nahrán do interní databáze Lessons Learned pro budoucí projekty [5].

5 Přínosy a ekonomické zhodnocení

Navržený komplexní projekt optimalizace procesů SQA byl podroben přísnému ekonomickému a procesnímu hodnocení z hlediska nákladů a přínosů.

Procesní přínosy (úspora času): Implementace formalizovaného postupu posuzování dopadu změn a automatických validátorů v portálu Jagger povede k radikálnímu snížení administrativní zátěže. Čas potřebný pro zpracování a schválení jedné výkresové změny (změny sufixu s nízkým rizikem) se zkrátí v průměru o 65 %. V celkovém vyjádření to znamená úsporu 3,5 hodiny čistého času týdně na jednoho SQA inženýra. Při velikosti týmu SQA to generuje dodatečnou kapacitu stovek hodin ročně, které budou plně převedeny do preventivní oblasti (audity VDA 6.3 u dodavatelů plastů), což zabrání vzniku budoucích sériových neshod.

Finanční přínosy (snížení nákladů z nekvality): Finanční úspory vycházejí z přímého snížení interních nákladů na nekvalitu (Cost of Poor Quality – COPQ). Tyto náklady v podniku MAHLE zahrnují: přímé náklady na sortaci (mzdové náklady externích agentur provádějících třídění materiálu), náklady na zmetkovitý materiál, administrativní poplatky za vystavení reklamace a vícenáklady na expresní logistiku k zákazníkovi při hrozbě zastavení linky [5].

Tabulka 1: Souhrn ekonomických přínosů navržených opatření

Opatření	Očekávaná úspora času	Snížení neshod	Odhadovaný finanční přínos (v Kč)
Digitalizace procesů	150 h / rok/ pracovník	20-25 % chybovosti	80.000 - 200 000
Posílení auditorů	+12-20 % prevence	10-15 % neshod	180.000 - 1.200.000
Standardizace komunikace	-30-50 % reakční doby	20-25 % dotazů	50.000-150.000
Rozšíření kritérií výběru dodavatelů	---	10-20 % neshod	40.000-160.000

Jak je detailně vyčísleno v Tabulce 1, snížení zmetkovitosti u polymerních komponentů o konzervativně odhadovaných 15 % díky preventivním auditům a novému standardu DMAIC přinese podniku roční úsporu v rozmezí 180 000 až 1 200 000 Kč (v závislosti na závažnosti incidentů a nutnosti zastavování montážních linek). Náklady na implementaci softwarových úprav a zaškolení personálu jsou přitom minimální, neboť využívají stávající IT infrastrukturu. Návratnost investice (ROI) je kalkulována na 4 až 6 měsíců, což potvrzuje vysokou ekonomickou atraktivitu projektu pro management podniku.

6 Limity výzkumu a možnosti dalšího výzkumu

Limity výzkumu: Při interpretaci výsledků a implementaci navržených opatření je nutné vzít v úvahu specifické limity průmyslového prostředí. Hlavním limitem je vysoká míra centralizace koncernu MAHLE. Lokální výrobní závod v České republice nemá plnou autonomii nad architekturou globálního informačního systému Jagger nebo SAP. Jakákoliv hlubší úprava softwarového rozhraní nebo automatických schvalovacích skriptů podléhá schvalovacímu řízení na korporátní centrále v Německu, což může prodloužit reálnou dobu implementace opatření. Druhým limitem je vysoká závislost na ochotě subdodavatelů transparentně sdílet svá interní data (výsledky způsobilosti procesů, záznamy o parametrech vstřikování), což vyžaduje silnou vyjednávací pozici nákupního oddělení [5].

Směr budoucího výzkumu: Logickým pokračováním a rozšířením této práce je integrace pokročilých technologií v rámci konceptu Průmyslu 4.0 (Industry 4.0) do dodavatelského řetězce. Budoucí výzkum by se měl zaměřit na možnosti implementace prediktivní analýzy kvality (Predictive Quality) za využití algoritmů strojového učení (Machine Learning).

Cílem by bylo vytvořit cloudové datové propojení (např. přes platformu Catena-X), které by v reálném čase přenášelo procesní data ze vstřikovacích lisů klíčových dodavatelů plastů přímo do prediktivního modelu v MAHLE. Tento model by na základě odchylek tlaků a teplot ve formě dokázal s vysokou přesností predikovat rozměrovou nestabilitu dílu ještě předtím, než je fyzicky zabalen a odeslán kamionem do závodu. Tím by došlo k úplnému posunu SQA od reaktivního či preventivního řízení k řízení plně prediktivnímu.

7 Závěr

Předložený příspěvek úspěšně splnil všechny stanovené cíle a odpověděl na výzvy spojené s efektivitou řízení dodavatelské kvality v automobilovém průmyslu. Na základě detailního výzkumu realizovaného v podniku MAHLE Thermal and Fluid Systems Czechia s.r.o. bylo prokázáno, že slabá místa v systému kvality často nespočívají v nedostatku odborných kompetencí inženýrů, ale v procesní rigiditě a enormní administrativní zátěži.

Aplikace kvantifikované SWOT analýzy a Modelu EFQM umožnila exaktně lokalizovat neefektivitu v systému Jagger a toku uvolňování změn. Navržená optimalizační opatření – reprezentovaná zavedením strukturovaného posuzování dopadů změn, redefinicí komunikačních rozhraní a striktní standardizací reklamačního cyklu DMAIC – představují ucelený a v praxi ověřený koncept. Případová studie plastové klapky jasně demonstrovala, že systematické odstraňování kořenových příčin variability procesů u dodavatelů vede k trvalé eliminaci zmetkovitosti. Navržené změny mají prokazatelnou ekonomickou opodstatněnost, přinášejí vysoké úspory nákladů z nekvality a prokazatelně posouvají organizaci směrem k procesní excelenci [5].

Literatura

[1] LIM, Jong S., 2019. Quality Management in Engineering. CRC Press. ISBN 978- 0 - 367 23008-1.

[2] LUDVÍK, Filip, 2019. Efektivní řízení kvality. Pointa. ISBN 978-80-907530-5-1.

[3] MAHLE, 2026. Jobs & Career – Global Career Opportunities. Online. © 2026. In: MAHLE. Dostupné z: <https://www.mahle.com/career> [citováno 2026-04-30]
MAŠÍN, Petr, 2020. Procesní management. Praha: VŠEM. ISBN 978-80-88330

[4] JAGGAER, 2026. Hodnocení dodavatelů v interním systému MAHLE. Online. © 2026. In: Jaggaer. Dostupné z: <https://app11.jaggaer.com/main.php> [citováno 2026-04-03]

[5] PONOČNÁ, Pavlína, 2026. Analýza a optimalizace procesu toku materiálů z pohledu kvality ve výrobním podnik. Diplomová práce. Liberec: Technická univerzita v Liberci.