

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: N2301 Strojní inženýrství
Studijní obor: 2301T007 Průmyslové inženýrství a management

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Zavedení systému údržby ve výrobním podniku

Autor: **Bc. Pavel TITĚRA**

Vedoucí práce: **Doc. Ing. Michal ŠIMON, Ph.D.**

Akademický rok 2019/2020

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta strojní

Akademický rok: 2019/2020

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení:	Bc. Pavel TITĚRA
Osobní číslo:	S18N0036K
Studijní program:	N2301 Strojní inženýrství
Studijní obor:	Průmyslové inženýrství a management
Téma práce:	Zavedení systému údržby ve výrobním podniku
Zadávací katedra:	Katedra průmyslového inženýrství a managementu

Zásady pro vypracování

1. Efektivita zařízení a vliv na produkci
2. Údržba a způsoby řízení údržby
3. Analýzy současného stavu
4. Návrh na zavedení systému řízení údržby
5. Závěr a vyhodnocení

Rozsah diplomové práce: **50 – 70 stran**
Rozsah grafických prací: **0 výkresů**
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**

Seznam doporučené literatury:

STUHLÝ, Vladimír, POPROCKÝ, Roman, RAKYTA, Miroslav a Juraj GRENČÍK. *Navrhovanie procesov údržby*. V Žiline: Žilinská univerzita v Žiline, 2017. Vysokoškolské učebnice (Žilinská univerzita). ISBN 978-80-5541-315-0.

MAY, Constantin a Peter SCHIMEK. *TPM, Grundlagen und Einführung von TPM, oder wie Sie Operational Excellence erreichen*. 3. dopl.vyd. Herrieden: CETPM Publishing, 2015. ISBN 9-783940-775-05-4.

LEGÁT, Václav. *Management a inženýrství údržby*. Druhé doplněné vydání. Praha: Kamil Mařík – Professional Publishing, 2016. ISBN 978-80-7431-163-5.

KOŠTURIÁK, Ján, Ľudovít BOLEDOVIČ, Jozef KRIŠŤAK a Róbert DEBNÁR. *TPM – Totálne produkčná údržba*. Žilina: IPA Slovakia, 2010. ISBN 978-80-89667-00-0.

LEGÁT, Václav. *Systémy managementu jakosti a spolehlivosti v údržbě*. Praha: Česká společnost pro jakost, 2007. ISBN 978-80-02-01949-7.

Vedoucí diplomové práce: **Doc. Ing. Michal Šimon, Ph.D.**
Katedra průmyslového inženýrství a managementu

Konzultant diplomové práce: **Ing. Tomáš Musil**
ept connector s.r.o.

Datum zadání diplomové práce: **23. září 2019**
Termín odevzdání diplomové práce: **28. května 2020**



Doc. Ing. Milan Edl, Ph.D.
děkan



Doc. Ing. Michal Šimon, Ph.D.
vedoucí katedry

V Plzni dne 23. září 2019

Prohlášení o autorství

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě diplomovou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě strojní Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených v seznamu, který je součástí této diplomové práce.

V Plzni dne:

.....
podpis autora

Poděkování

Na tomto místě bych rád vyjádřil poděkování vedoucímu práce panu Doc. Ing. Michalovi Šimonovi, Ph.D. za veškeré cenné rady, připomínky, ochotu a čas.

Dále bych touto cestou chtěl poděkovat svému konzultantovi Ing. Tomášovi Musilovi a ostatním kolegům ze společnosti ept connector s.r.o. Habartov za vstřícnost při poskytování požadovaných informací, za veškeré věcné připomínky, ochotu a spolupráci.

V neposlední řadě bych chtěl poděkovat své rodině a těm nejbližším za jejich nedocenitelnou podporu a trpělivost během celého studia.

Děkuji!

ANOTAČNÍ LIST DIPLOMOVÉ PRÁCE

AUTOR	Příjmení Titěra	Jméno Pavel	
STUDIJNÍ OBOR	N2301 „Průmyslové inženýrství a management“		
VEDOUcí PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) Doc. Ing. Šimon, Ph.D.	Jméno Michal	
PRACOVISŤE	ZČU - FST - KPV		
DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ	BAKALÁŘSKÁ	Nehodící se škrtněte
NÁZEV PRÁCE	Zavedení systému údržby ve výrobním podniku		

FAKULTA	strojní	KATEDRA	KPV	ROK ODEVZD.	2020
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	92	TEXTOVÁ ČÁST	61	GRAFICKÁ ČÁST	14
---------------	----	---------------------	----	----------------------	----

STRUČNÝ POPIS	Diplomová práce přináší v teoretické části nejprve pohled na údržbu jako celek a jejími možnostmi řešení v praxi. Na základě těchto poznatků dále popisuje v praktické části návrh na optimalizaci údržby v průmyslovém podniku, tím že analyzuje její systematiku a náklady, navrhuje členění strojů a prací do kategorizací, mění autonomní údržbu a systém sledování spotřeby náhradních dílů a navrhuje podpůrný informační software.
KLÍČOVÁ SLOVA	údržba, náhradní díly, TPM, OEE, informační systém

SUMMARY OF DIPLOMA SHEET

AUTHOR	Surname Titěra	Name Pavel		
FIELD OF STUDY	N2301 “Industrial Engineering and Management“			
SUPERVISOR	Surname (Inclusive of Degrees) Doc. Ing. Šimon, Ph.D.	Name Michal		
INSTITUTION	ZČU - FST - PV			
TYPE OF WORK	DIPLOMA	BACHELOR	Delete when not applicable	
TITLE OF THE WORK	Implementation of the system maintenance in a manufacturing company			

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	KPV	SUBMITTED IN	2020
----------------	------------------------	-------------------	-----	---------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	92	TEXT PART	61	GRAPHICAL PART	14
----------------	----	------------------	----	-----------------------	----

BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS	In the theoretical part, the diploma thesis first brings a view of maintenance as a whole and its possible solutions in practice. Based on these findings, it also describes in the practical part a proposal to optimize maintenance in an industrial enterprise, by analyzing its system and costs, proposing categorization of machines and work, changing autonomous maintenance and spare parts consumption monitoring system and design supporting information software.
KEY WORDS	maintenance, spare parts, TPM, OEE, information system

Obsah

Seznam použitých zkratk	10
Úvod	12
1. Efektivita zařízení a vliv na produkci	13
1.1 Měření efektivity zařízení	13
1.2 Celková efektivita zařízení	13
1.3 Výpočet celkové efektivity zařízení	15
2. Údržba a způsob řízení údržby	17
2.1 Definice údržby	17
2.2 Řízení údržby	18
2.3 Plán, systematika údržby a jeho metriky	18
2.3.1 Kategorizace a kritičnost strojů a zařízení	20
2.3.2 Výkonost údržby	21
2.4 Řízení zásob náhradních dílů	23
2.5 Komplexní produktivní údržba	23
2.6 Shrnutí poznatků a teoretických východisek práce	26
3. Současný stav údržby v podniku	27
3.1 Představení společnosti ept connector s.r.o.	27
3.2 Systém údržby ve společnosti	28
3.2.1 Autonomní údržba	29
3.2.2 Preventivní údržba strojů	31
3.2.3 Preventivní údržba nástrojů	31
3.2.4 Řízení spotřeby náhradních dílů	32
3.3 Ukazatele pro vyhodnocování efektivity údržby	32
3.4 Lidské zdroje v údržbě	33
3.5 Analýza celkového stavu údržby v podniku	34
3.6 Volba pilotních pracovišť určených k analýze	36
3.7 Úrovňové členění strojů a kategorizace činností	39
3.8 Vyhodnocení analytické části	41
3.9 Zhodnocení a závěr analýzy	43
4. Návrh na zavedení systému údržby ve společnosti	44
4.1 Standard pracoviště a jeho údržby	44
4.2 Náklady na údržbu a předpoklady k jejich snížení	47
4.3 Rozbor strojních poruch a zásahů seřizovačů	53
4.4 Softwarové řešení řízení údržby	57

4.4.1	Palstat CAQ – modul Údržba.....	58
4.4.2	Profylax	60
4.4.3	S Maintenance	62
4.4.4	Hydra 8 – modul WRM.....	62
4.4.5	Porovnání jednotlivých SW systémů a návrh pro podnik	63
5.	Zhodnocení výsledků diplomové práce.....	67
5.1	Standard údržby a její systematika	67
5.2	Snížení variabilních nákladů v podniku	68
5.3	Softwarové řešení	70
5.4	Postřehy z projektu a návrh pro další vylepšení v podniku.....	71
	Závěr.	73
	Seznam použitých pramenů a literatury	74
	Seznam obrázků	76
	Seznam tabulek.....	77
	Seznam grafů.....	77
	Seznam příloh.....	78

Seznam použitých zkratk

5S – sada principů pro vytváření a udržení organizovaného, čistého a výkonného pracoviště

3Z – systém zlepšování v podniku ept connector s.r.o. (zlepšit, změnit, zavést)

AEN – Ausser Einsatz nicht Plan

AEP – Ausser Einsatz Plan

BM – Breakdown maintenance

CAQ - Computer Aided Quality

CEZ – Celková Efektivnost Zařízení

CMMS - Computerized Maintenance Management System

ČSN – Česká technická norma

DIN - Deutsches Institut für Normung

EAM - Enterprise Asset Management

epTOP – projekty zlepšování definované managementem ept connector s.r.o.

ERP - Enterprise Resource Planning

Gemba Walk - pochůzky výrobou, při které jsou problémy a příležitosti nejlépe viditelné

HNZ – Hauptnutzung

HR - Human Resources

IATF 16949 – mezinárodní norma pro systém řízení kvality v automobilovém průmyslu

I&C – Industrial & Communications

IEC - International Electrotechnical Commission

ISO - International Organization for Standardization

ISO 9001 – mezinárodní norma systému managementu kvality

ISO 14001 - mezinárodní norma pro systémy environmentálního managementu

JIT – Just in Time

Kaizen - odkazuje na filozofie či postupy při zlepšování procesů ve výrobě

KPI - Key Performance Indicator

KVP - Kontinuierlicher Verbesserungsprozess

MES - Manufacturing Execution Systems

MTBF - Mean Time Between Failures

MTTR - Mean time to Repair

ND – Náhradní díl

NEE - Net Equipment Effectiveness

OEE - Overall Equipment Effectiveness

OGP – Optický měřicí přístroj

PM – Preventive Maintenance

PVD - Physical Vapour Deposition

RCM – Reliability Centered Maintenance

RUE – Rüsten

SAP – software ERP

SAP-BI – SAP - Business Intelligence

SFM – Shop Floor Management

SPC - Statistical Process Control

SU – Störung

SW - Software

TEEP - Total Effective Equipment Productivity

TPM - Total Productive Maintenance

TQM - Total Quality Management

UML – Universelle Montagezelle

VDA – Verband der Automobilindustrie

WRM - Werkzeug- & Ressourcenmanagement

Úvod

Jedním ze znaků současného způsobu výroby je, že pro většinu výrobků je znám nejen zákazník, ale také přesný termín dodání. Zejména v automobilovém průmyslu dominuje systém Just In Time (JIT), kde jsou jednotlivé produkty dodávány v malých dávkách v přesně určeném čase jejich použití. To klade stále vyšší nároky nejen na plánování výroby, ale také na zabezpečení výroby. Údržba výrobních zařízení se tak stala jedním z nejdůležitějších aspektů dobře a spolehlivě fungujícího výrobního systému a tvoří jeden z důležitých podpůrných procesů výroby. Přidaná hodnota údržby spočívá v tom, že zabezpečuje trvalé plnění funkcí výrobního zařízení podniku a umožňuje mu tak vytvářet zisk.

Údržba představuje mezioborový proces, který je kombinací technologických, technických řídicích, ekonomických a administrativních činností, směřujících k zachování nebo obnovení stavu, ve kterém výrobní zařízení splňuje všechny požadované funkce. O výkonosti procesů údržby rozhoduje celá řada činitelů, k nimž patří například: strategie, řízení, personál, normy, finanční zdroje, vybavenost, aj.

Investice podniků do výrobních zařízení jsou jedním ze zdrojů tvorby hodnoty výrobků. Jejich návratnost závisí na celkové vytvořené hodnotě, která je výsledkem účinnosti jeho využívání a doby, po kterou je schopen s požadovaným výkonem a efektivností uspokojovat potřeby zákazníků. Schopnost dosahovat maximální objem produkce po co nejdélejší možnou dobu používání je podmíněna dobrou funkcí údržby daného zařízení. Ta musí na jedné straně zajistit udržení plné způsobilosti zařízení pro další podnikání, na straně druhé nesmí zatížit provoz podniku neúměrnými náklady.

Lze tedy říci, že údržba strojů a zařízení je z hlediska zisku a ztrát významnou oblastí pro zvyšování produktivity zařízení i hledání zdrojů snižování nákladů. Pro dosažení tohoto stavu je nutné přijmout pravidlo produktivní údržby, které říká, že údržba musí stejně jako hlavní výrobní oblast, maximálně přispívat ke zvyšování produktivity a stát se produktivní údržbou. Mohli bychom říci, že taková údržba nepočítá pouze s údržbáři - specialisty, ale využívá schopností a dovedností všech pracovníků s cílem výrazně snížit prostoje zařízení a jednotlivé ztráty v jejich využívání. [3] [6]

Diplomová práce se bude na základě získaných informací zabývat zavedením systému údržby v konkrétním výrobním průmyslovém podniku.

1. Efektivita zařízení a vliv na produkci

S rozvojem vědy a techniky je spojena řada požadavků kladených na výrobní stroje a zařízení. Jedním z hlavních ukazatelů sledovaných při provozu výrobních zařízení je jejich efektivnost. Při sledování efektivnosti výrobních zařízení je pozornost věnována především jakosti produkce, výkonnosti a pohotovosti výrobních strojů a zařízení. Jakost produkce je ovlivňována celou řadou faktorů (základní materiál, výrobní zařízení, obsluha výrobního zařízení, použitá technologie, okolní prostředí, aj.).

Pohotovost a do jisté míry výkonnost výrobního zařízení je ovlivňována prováděnou údržbou. Správně nastavený a zavedený systém údržby pozitivně ovlivňuje spolehlivost výrobního zařízení, čímž přispívá i k požadované výsledné jakosti výrobků z hlediska jejich včasného dodání.

Pro číselné vyjádření efektivity ve výrobním podniku existuje řada ukazatelů. Tyto ukazatele řadíme mezi klíčové ukazatele výkonnosti. Klíčové ukazatele výkonnosti jsou souborem měřítek zaměřených na hlediska, která kriticky ovlivňují současný nebo budoucí úspěch organizace.[11] Relativně obtížné může být stanovení vhodného ukazatele pro zjišťování efektivnosti údržby, o kterém budeme hovořit později.

1.1 Měření efektivity zařízení

Pokud budeme hovořit o efektivitě zařízení, prvotní snahou ve všech podnicích je využití stroje na maximální možné úrovni. K tomu slouží mimo jiné soubor činností různého charakteru, od technických až po administrativní, zacílených na tuto snahu. Na posouzení, se většinou používají různé metody a ukazatele. V oblasti průmyslové výroby je nejvíce rozšířen ukazatel celkové efektivity zařízení (OEE), ale také méně častá čistá efektivita zařízení (NEE), nebo celková efektivní produktivita zařízení (TEEP). [11]

1.2 Celková efektivita zařízení

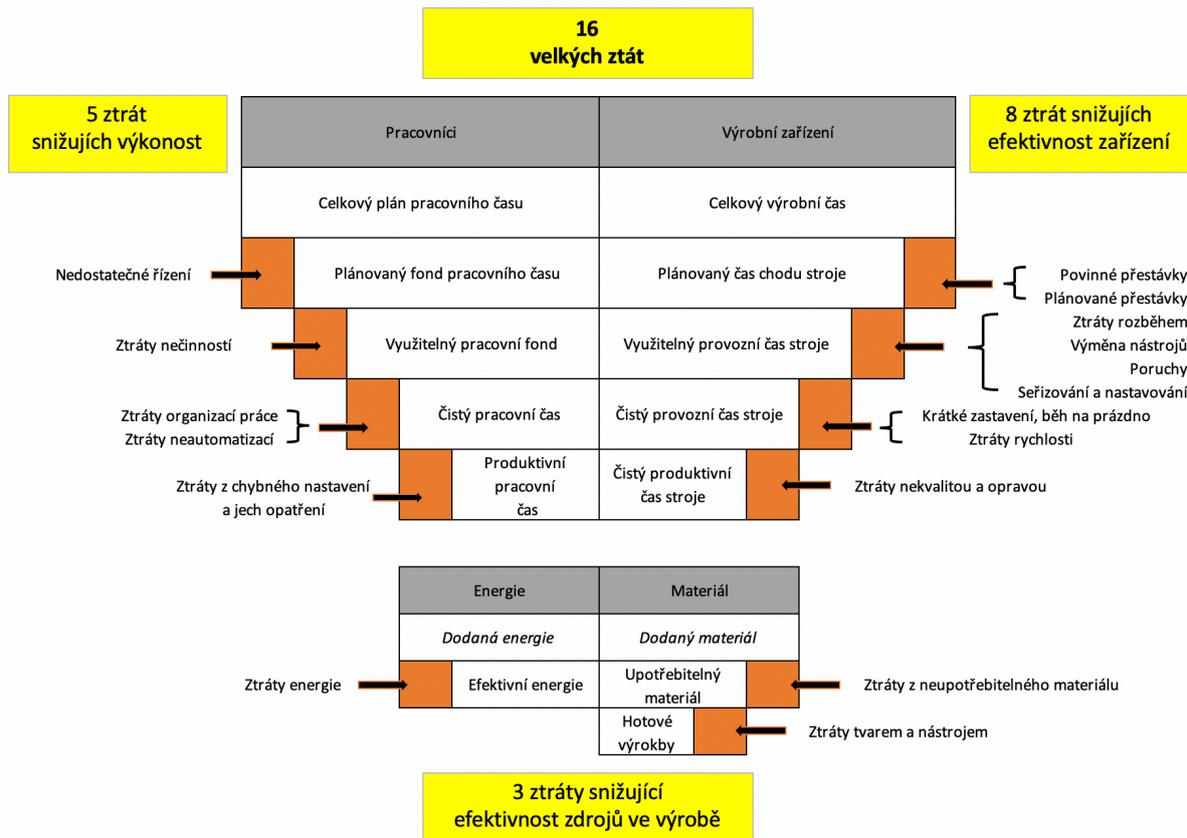
Zjednodušeně lze říci, že ukazatel celkové efektivity zařízení svojí filozofií vychází z fyzikálního pojmu účinnost. Všeobecně se účinnost stroje definuje jako podíl užitečného výkonu na výstupu k příkonu – dodané energii na vstupu. V případě OEE je efektivnost stroje chápána z hlediska, jak účinně se využívá pracovní čas, resp. kolik se vyrobí za jednotku času. V žádném případě však neplatí závislost, čím více se vyrobí, tím se jedná o efektivnější výrobu. Nárůst objemu za jednotku času se dá docílit i změnou technologických parametrů – např. při obrábění zvýšením řezné rychlosti, posuvu apod., ale to může být vykompenzováno rychlejším opotřebením nástrojů, strojů, nárůstem spotřeby času na údržbu, takže nakonec může dojít ke snížení efektivnosti, nejvíce z pohledu finančních ukazatelů.

Pokud je efektivnost výroby chápána z hlediska počtu výrobků, vyrobených za jednotku času, cesta k jejímu zvýšení vede přes minimalizaci veškerých druhů ztrát vyskytujících se ve výrobě. Nejčastěji se jedná o ztráty ve formě přerušování výroby v důsledku poruch strojů, nedostatkem materiálu, či výroby zmetků. Ztráty se primárně vyjadřují v časových jednotkách, sekundárně např. v kusech, bývají vždy započítány do ztrátových časů, umožňující následné porovnávání,

či analýzy. Ukazatel OEE představuje relativně jednoduchý nástroj sloužící na identifikaci a analýzu těchto ztrát. Jeho konstrukce vychází z klasifikací jednotlivých ztrát.[6]

V hrubé podstatě lze identifikovat čtyři hlavní skupiny ztrát:

- **Ztráty na straně pracovníka** – společným rysem těchto ztrát ze strany pracovníka je jejich „netechnická“ povaha, protože jejich primární příčinou jsou nedostatky v plánování a řízení výrobního procesu, problémy v logistice (zejména zásobování) či nedostatečné znalosti a dovednosti/zručnosti pracovníků. Minimalizace těchto ztrát vyžaduje systémový přístup a komplexní řešení celé problematiky. Například záměr zkrátit ztrátové časy v důsledku čekání, resp. nedostatku materiálu může vyžadovat zásah do celého logistického systému – od změny velikosti dopravovaných dávek, přes jiné rozmístění skladů a meziskladů ve výrobním systému, rozdílný tok informací o pohybu dopravních prostředků a materiálu, až po nové dopravní prostředky nebo využití jiných (nových) přepravních tras. Některé literární zdroje naznačují, že až 33 % veškerého výpadku výroby je způsobeno lidským faktorem. Jak je znázorněno na obrázku 1-1 z hlediska efektivity výroby jsou rozděleny do pěti skupin.
- **Ztráty na straně stroje** – na rozdíl od ztrát ze strany pracovníka se jedná o „technické“ ztráty, které se týkají jak provádění technologických operací, tak zajištění provozuschopnosti stroje. Jejich rozdělení do čtyř skupin odpovídá filozofii výpočtu celkové účinnosti zařízení.
- **Materiálové ztráty** – zde v podstatě rozlišujeme dvě hlavní ztráty, a to *Ztráty z neupotřebitelného materiálu* je nejrozšířenější skupina hmotných ztrát. Jedná se o plýtvání ve formě přebytečného materiálu, který tvoří rozdíl mezi opracovanou součástkou a polotovarem a *Ztráty tvarem a nástrojů* zde se jedná o finanční ztráty plynoucí z nové výroby nebo oprav nástrojů, forem, různých přípravků nebo jiných zařízení nezbytných pro provedení výroby. Důvodem vzniku těchto ztrát je poškození způsobené chybami materiálu součásti, poruchou stroje, poruchou stroje nebo selháním výrobního procesu.
- **Energetické ztráty** – největší energetické ztráty jsou obecně spojeny s prací stroje. Tepelné úniky, špatná elektrická vodivost kontaktů, odpor elektrických vodičů atd. provedou transformaci pouze části dodávané energie v užitečnou strojovou práci. Velikost těchto ztrát je dána konstrukcí stroje, použitým pohonem, pracovním režimem. Zahrnujeme zde také úniky stlačeného vzduchu, pracovní kapaliny v důsledku netěsností v okruzích. Měly by být minimalizovány zejména pomocí autonomní údržby.



Obrázek 1-1 šestnáct velkých ztrát [1]

Toto rozdělení reprezentuje hlavní východiska v systematickém přístupu k minimalizaci ztrát. Ve výsledné ztrátě, odrážející efektivnost procesů výroby, jsou různým podílem zastoupené všechny čtyři skupiny. Důležité je mít na zřeteli, že v reálné praxi ztráty nikdy neodstraníme. Často nastává situace, kdy snaha o úplné odstranění jednoho typu ztrát vede k nárůstu jiných. Například snaha dosáhnout nulovou poruchovost je spojená nárůstem času na preventivní prohlídky, což se projevuje poklesem času dostupnosti stroje, tj. dochází k nárůstu plánovaných ztrát na straně stroje.[6]

1.3 Výpočet celkové efektivity zařízení

Výpočet celkové efektivity zařízení (CEZ) – Overall Equipment Effectiveness (OEE) je funkcí ztrát, které jsou způsobeny poruchami, ztrátami výkonu vlivem redukované rychlosti a také nízkou kvalitou vyráběných výrobků. Maximalizaci efektivnosti zařízení a minimalizaci nákladů v průběhu jejich životního cyklu je možné zajistit eliminací hlavních ztrát, popsanych dříve, které podstatně ovlivňují efektivnost zařízení. [9]

$$OEE = A \times E \times Q$$

kde: A – součinitel pohotovosti, E – součinitel výkonnosti, Q – součinitel kvality

$$A = \frac{\text{plánovaný čas provozu} - \text{čas přerušení}}{\text{plánovaný čas provozu}}$$

$$Q = \frac{\text{počet vyrobených kusů} - \text{počet vadných kusů}}{\text{počet vyrobených kusů}}$$

$$E = \frac{\text{normovaný čas na kus} \times \text{počet vyrobených kusů}}{\text{skutečný operační čas}}$$

kde: $\text{skutečný operační čas} = \text{plánovaný čas provozu} - \text{čas přerušení}$
 $\text{čas přerušení} = \text{údržba po poruše} + \text{seřizení}$

Celkový pracovní čas stroje					
Pohotovost	A	Čistý potenciální pracovní čas			Plánované práce
		Aktuální čas práce		Ztráta dostupnosti	
Výkonnost	E	Plánovaný výstup			Ztráta výkonnosti
		Aktuální výstup			
Kvalita	Q	Aktuální výstup		Ztráta efektivity	
		Výstup kvalitních výrobků	Ztráta kvality		

Obrázek 1-2 grafická podoba výpočtu OEE [upraveno dle 9]

2. Údržba a způsob řízení údržby

Z historie vývoje údržby je zřejmé, že údržba byla dlouhé roky považována za nákladově nejvyšší oblast v organizaci. Důvodem vysokých nákladů byly vyšší počty zaměstnanců údržby, velké skladové zásoby náhradních dílů, úzká specializace údržbářů, nižší tlak na výrobu, nižší úroveň přístrojů a zařízení pro diagnostiku. V současné době se situace v oblasti údržby, především výrobních zařízení, podstatně změnila.

Využívají se nové přístupy a trendy v organizaci údržby, které napomáhají naplňovat přesně vytyčené cíle výrobní organizace. Samozřejmě není možné využívat jednotný systém organizace údržby, proto existuje v současnosti variabilita možných způsobů a přístupů k řízení. Nejpoužívanější z nich jsou TPM (totálně produktivní údržba), RCM (údržba orientovaná na spolehlivost), Outsourcing (nakupování komplexních služeb od jiných společností), využívání informačních systémů řízení údržby, měření výkonnosti údržby přes klíčové ukazatele (KPI, Scorecards), benchmarking, plnění požadavků evropských norem (EN, ISO) a další. [1]

To, že údržba se stává důležitou disciplínou ukazuje také relativně nově vydaná norma *ČSN EN 15628:2015 Údržba – Kvalifikace pracovníků údržby*, která rozděluje pracovníky údržby podle různých profesních profilů. Jsou zde specifikovány požadavky jako jsou kompetence, základní znalosti, jakož i základní a cílové kvalifikace. Hrubé členění pracovníků v údržbářské organizaci je následující [8]:

- Technik údržby.
- Mistr údržby a inženýr údržby.
- Manažer údržby (odpovědný za funkci nebo službu údržby).

2.1 Definice údržby

Dle normy *ČSN EN 13306:2011 – Terminologie údržby*, je strategie údržby metoda managementu používaná k dosažení cílů údržby. Základní druhy strategie údržby jsou [15]:

- **Preventive Maintenance** je preventivní údržba v předem stanovených intervalech, anebo v souladu s předepsaným kritériem.
- **Scheduled Maintenance** je plánovaná preventivní údržba vykonávaná v souladu se stanoveným časovým plánem.
- **Predetermined Maintenance** je preventivní předem stanovená údržba, vykonávaná v souladu se stanoveným harmonogramem, bez předcházející kontroly stavu položky.
- **Condition based Maintenance** je preventivní údržba založená na základě stavu zařízení a na monitorování parametrů a aspektů a následujících činností údržby.
- **Predictive Maintenance** je předpokládaná preventivní údržba vykonávaná na základě stavu položky po předcházejícím odhadu vycházející z analýzy a vyhodnocení důležitých parametrů, které charakterizují postupné zhoršování stavu položky.
- **Corrective Maintenance** je korekční údržba, která se vykonává po odhalení chyby a je určena pro uvedení zařízení do stavu, ve kterém může vykonávat požadovanou funkci.

2.2 Řízení údržby

Přístupy k systému řízení údržby stanovují, jakým způsobem se staráme o naše stroje a zařízení a představují kostru celého řízení údržby. Každý přístup musí jasně stanovit charakteristiky, ze kterých se poté skládá systém řízení údržby. Je nutné jednoznačně stanovit hlavní druhy opravárenských prací, jejich frekvence a nutný objem, vhodné metody a nástroje, potřebné zdroje atd.

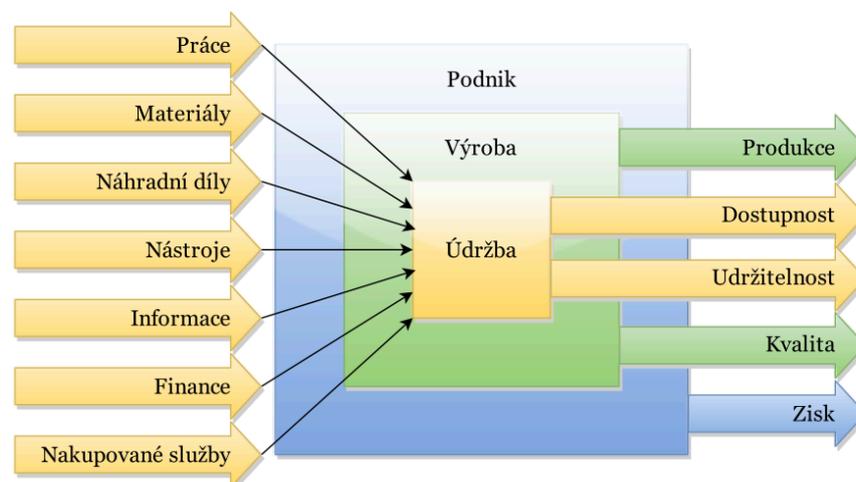
Optimální stav oblasti přístupu k řízení údržby je dán kombinací více způsobů jak udržovat strojní zařízení. Mezi nejčastější požadavky patří [1]:

- Určit druhy opravárenských prací a stanovit jejich frekvence a nutný objem.
- Stanovit způsob jejich zajištění (interní, externí činnosti).
- Používat manažerské metody řízení údržby.
- Účelně kombinovat různé přístupy k řízení údržby (systémy údržby po poruše, systémy preventivní údržby, systémy podle časových intervalů apod.).
- Tvořit stimulační systém, založený na výsledcích oddělení údržby.
- Systém materiálového zabezpečení údržby (oblast náhradní díly a nástroje).
- Zabezpečit dostatečnou kvalitu opravárenských prací.
- Stanovit údržbářské práce za provozu stroje.

Přístupy k řízení údržby musí principiálně postihnout všechny údržbářské úkony, tj. od autonomní údržby až po údržbu zajištěnou externí specializovanou firmou. Proto optimální stav není možné definovat celkově, ale je nutné ji definovat pro jednotlivé části.[14]

2.3 Plán, systematika údržby a jeho metriky

Plán údržby je sestavován pro jednotlivé provozy, jejich udržované objekty, obsahuje plánované údržbářské úkony, jejich pracnosti a u velkých akcí i průběžné doby a finanční objemy. Z dobře sestavených plánů údržby jednotlivých provozů organizace vyplývají i požadavky na capacity – zdroje údržby a jejich sumarizace umožňuje celopodnikové plánování finančních a ostatních zdrojů.[3]



Obrázek 2-1 Vstup a výstup údržby s ohledem na výrobu a celý podnik [6]

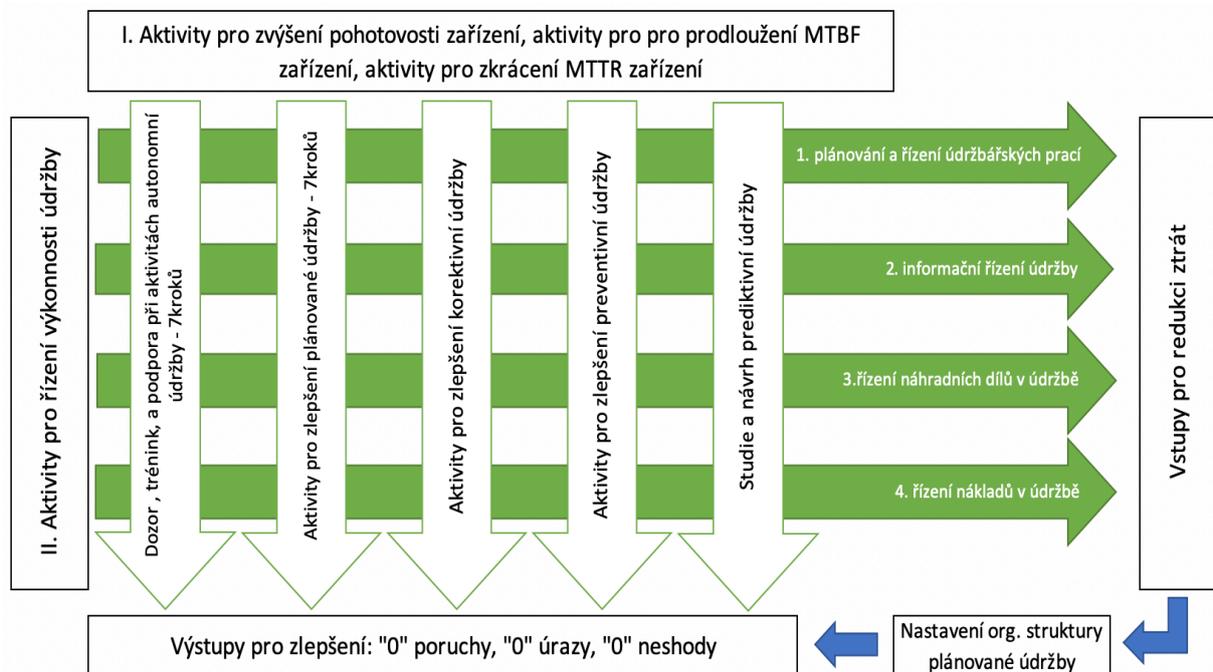
Správně propracovaná metoda plánování a rozvrhování údržby a její aplikace poskytuje jasné odpovědi na otázky [1]:

- Na jakém objektu bude údržba vykonána.
- Co má být v rámci údržby vykonáno.
- Jaká je plánovaná pracnost.
- Jaké jsou požadavky na náhradní díly a materiál.
- Kdy má být údržba vykonána.
- Kdo má údržbu vykonat.
- Jaké jsou náklady na údržbu.

Cílovým stavem plánu údržby je potom:

- Včasné provádění plánovaných údržbářských úkonů.
- Efektivní provádění plánovaných údržbářských úkonů.
- Soulad provádění údržbářských úkonů s výrobními plány.
- Vytvořit stabilní plán údržbářských úkonů.

S těmito požadavky naprosto neoddělitelně souvisí časové využití výrobního zařízení, které sebou nese určitá specifika jak při plánování výrobních zakázek, tak při plánování výrobních úkonů. Z pravidla platí, že čím více máme pracoviště vytížené, tím obtížněji se hledá prostor pro další činnosti na pracovišti (bez ohledu na typ činnosti).



Obrázek 2-2 Systematika a očekávané cíle údržby [upraveno dle 1]

2.3.1 Kategorizace a kritičnost strojů a zařízení

Pro správné plánování preventivní údržby, ale zejména pro řízení údržby po poruše je nezbytná znalost kritičnosti strojů a zařízení. Analýza strojů a zařízení z hlediska dopadu jejich prostojů na výrobní ztráty je základním kritériem pro vytvoření jejich kategorizace. Výstupem této analýzy je rozdělení strojů a zařízení podle jejich kritičnosti do tří skupin, zpravidla označovaných A, B a C.

Stupeň důležitosti strojů a zařízení nebývá konstantní. Mění se a je závislý na měnících se faktorech, proto je třeba toto zohlednit. Metodicky je možné rozdělit do tří úrovní [3]:

- **Princip dynamičnosti** – důležitost strojů a zařízení se může měnit podle: Výrobních požadavků, technických a technologických požadavků, skutečného technického stavu zařízení.
- **Princip adresnosti** – stupeň důležitosti strojů a zařízení se přiděluje konkrétnímu základnímu prostředku, který je jasně identifikovatelný.
- **Princip stupňovitosti. Stupeň důležitosti** – kategorizaci je potřeba provést nejen na úrovni strojů a zařízení, ale také na úrovni jednotlivých konstrukčních skupin zařízení, která jsou konstrukčně složitá nebo náročná a jako nejnižší montážní celek se sdružují.

Kritéria pro stanovení kritičnosti strojů a zařízení mohou být kvalitativní nebo kvantitativní.

Skupina kritičnosti strojů a zařízení	Kvalitativní kritéria výběru
A - úzkoprofilové	technologická nezaměnitelnost a nenahraditelnost vysoká pracovní přesnost vysoká složitost (více než osm montážních skupin) vyšší stupeň automatizace, robotizace vysoké časové vytížení stroje a zařízení v linkách nebo čtyřsměnný provoz stroje ovlivňující bezpečnost práce stroje s vysokými pořizovacími náklady stroje nové, nebo s předpokládaným využitím pět let
B- běžné	stroje technologicky a výrobně zaměnitelné a nahraditelné střední složitost (čtyři až osm montážních skupin) stroje mechanizované a s nižšími stupni automatizace průměrné využití jednu až dvě směny stroje vyskytující se ve větších počtech
C- pomocné	technicky jednoduché stroje stroje využívané průměrně méně než jednu směnu a nepravidelně stroje v pomocných provozech

Tabulka 2-1 Kvalitativní kritéria pro stanovení kritičnosti strojů [3]

Kvantitativně lze kritičnost strojů a zařízení následovně:

- pomocí jednoparametrického kritéria - např. pouze velikosti prostojů, nákladů vyvolaných prostoji apod.
- pomocí víceparametrového kritéria – např. složeného z ročních nákladů na neshodné výrobky N_{nesh} , na preventivní údržbu $N_{Pú}$, ročních nákladů na poruchy a vyvolané prostoje N_{por} , a ročních odpisů N_{odpis} .
Výsledné N_{krit} je po té součtem všech uvedených parametrů.

Celkové náklady na poruchy můžeme vypočítat podle vztahu:

$$N_{por} = \Lambda * (\bar{N}_{opr} + \bar{N}_{env} + \bar{N}_{bezp} + MTTR * S_{prost})$$

Definice jednotlivých proměnných je uvedena v tabulce 2-2.

Stroj/zařízení		1	2	3
Parametr proudu poruch - Λ	[rok ⁻¹]			
Střední doba obnovy - MTTR	[h]			
Hodinová sazba prostoje, výpadky výroby - S_prost	[Eur/rok]			
Střední náklady na opravu jedné poruchy - N_opr	[Eur]			
Střední environmentální náklady na jednu poruchu - N_env	[Eur]			
Střední náklady spojené s bezpečností na jednu poruchu - N_bezp	[Eur]			
Roční náklady na neshodné výrobky - N_nesh	[Eur]			
Roční náklady na preventivní údržbu - N_Pú	[Eur/rok]			
Roční náklady na poruchy - N_por	[Eur/rok]			
Roční odpisy - N_odpis	[Eur/rok]			
Kritičnost - roční náklady celkem - N_krit	[Eur/rok]			

Tabulka 2-2 Výpočet kritičnosti strojů/zařízení a jejich následná kategorizace [3]

Takto vyhodnotíme každý sledovaný objekt v organizaci a využitím Paretovy analýzy rozdělíme majetek opět do tří skupin A, B a C, přičemž nejvyšší kritičnost budou mít položky kategorie A, střední B a nízkou kategorie C. Je potom logické, že nejvyšší pozornost operátorů a údržbářů bude soustředěna na položky kategorie A.

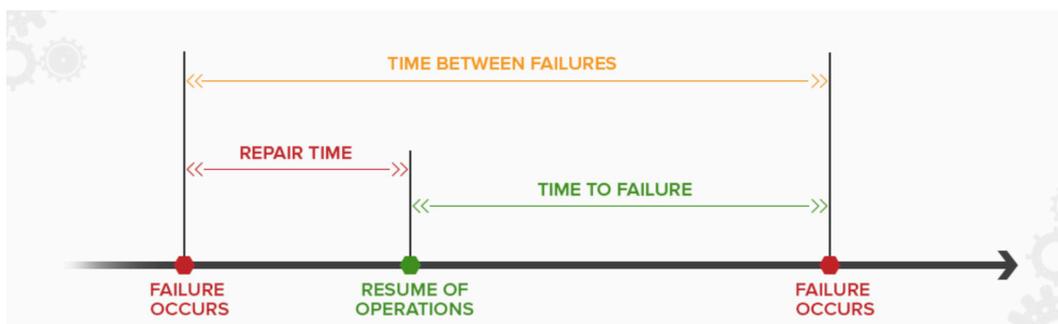
2.3.2 Výkonost údržby

V dnešní době se již jistě nepochybuje, že údržba a spolehlivost zařízení jsou pojmy, a s nimi související procesy, velmi propojené a vzájemně se ovlivňující. Výrobce navrhne a vyrobí stroj nebo zařízení s určitou inherentní spolehlivostí a ta se projevuje v průběhu etap provozu takovými vlastnostmi jako je bezporuchovost, udržovatelnost a zajištěnost údržby. Vyžadují-li zařízení v etapě provozu údržbu, a to je většina složitějších opravitelných zařízení, potom údržba sehrává výraznou roli v zajištění tzv. provozní spolehlivosti. Ta má mnohem vyšší variabilitu než inherentní spolehlivost.[3]

Jedná se o metody vycházející z operační analýzy tedy postupy, které aplikují matematické metody na řešení rozhodovacího problému.

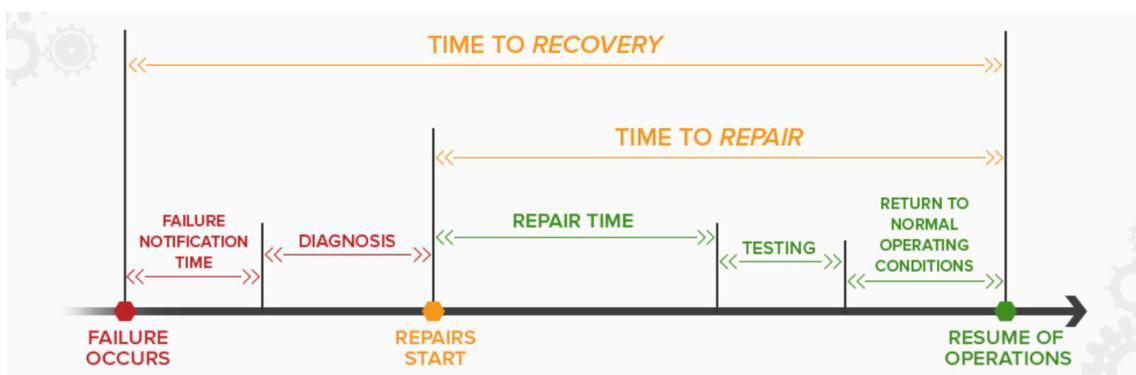
U provozní spolehlivosti určujeme ukazatele, které lze s výhodou využít jako indikátor výkonnosti a účinnosti údržby. Pracujeme s pojmem intenzity poruch a při jejich výpočtu pro opravované objekty se jedná o:

- **Ukazatel MTBF**, tj. střední doba mezi poruchami (Mean Time Between Failures), je statistická veličina. Jednoduše lze říci, že jde o skutečný výrobní čas vydělený počtem poruch. Jde o časovou veličinu, tedy čím vyšší výsledek tím lepší.[5]



Obrázek 2-3 Ukazatel MTBF [10]

- **Ukazatel MTTR**, tj. střední doba do opravy (Mean Time To Repair) je časová hodnota udávaná nejčastěji v hodinách. Čím je hodnota menší tím lepší – dojde rychleji k opravě. MTTR je jeden ze základních ukazatelů udržitelnosti věcí – zařízení, komponent, strojů, systémů a podobně. Jinými slovy je to čas, po který je daná věc odstavená a nemůže být používána. MTTR někdy zahrnuje i čas (Mean Time To Recovery), od kterého nastane porucha, přes dobu, kdy je porucha zjištěna až po okamžik, kdy je porucha odstraněna. Toto je potřeba vždy mít na paměti a ukazatel správně interpretovat.



Obrázek 2-4 Ukazatel MTTR [10]

Literatura [5] definuje přesný výpočet těchto ukazatelů, proto je v diplomové práci nebudeme odvozovat.

2.4 Řízení zásob náhradních dílů

S některými náhradními díly lze s mírnými úpravami pracovat jako s běžným výrobním materiálem. Hlavním rozdílem, který je nutné mít na zřeteli, je spotřeba konkrétního náhradního dílu. Zatímco při výrobě je tato spotřeba pevně daná zákaznickými požadavky a taktem našich výrobních linek, předpověď spotřeby náhradních dílů stanovit tak jednoduše nelze.[14]

Na volbu systému řízení zásob má zásadní vliv charakter poptávky po zásobách. V praxi to znamená, že potřebujeme stanovit, jak zásoba vznikla (závislá či nezávislá) a zda se jedná o stálou či nárazovou poptávku, systém toků materiálu v logistickém řetězci (tj. princip tahu či tlaku, řízení zásob).

Mezi klasické modely řízení zásob patří deterministické a stochastické modely. Deterministické modely pracují s pevným časovým intervalem, za který se objednává předem stanovené množství materiálu. Signálem pro další objednání je pokles hladiny zásob na určitou mez (tzv. objednávací množství). Stochastické modely řízení zásob se používají v situacích, v nichž budoucí potřeba nebo délka pořizovací lhůty mají charakter náhodně proměnných veličin. Mají proto neurčitou poptávku a úkolem těchto modelů je minimalizovat celkové náklady.

Velkou pozornost je nutné věnovat pozici skladování náhradních dílů v údržbě. Skladování náhradních dílů, stejně jako u ostatních oběžných aktiv, představuje pro podnik náklady. Nutnost skladovat je ovlivněna zejména typem údržbářského úkonu.

Pokud se dostaneme k internímu skladování náhradních dílů, existují dvě základní možnosti jejich skladování, a to na skladě spadajícím pod oddělení logistiky (spolu s ostatním materiálem), nebo na speciálně odděleném skladě náhradních dílů spadajícím pod oddělení údržby. O způsobu skladování musí rozhodnout podnik na základě podrobné analýzy a spotřeb náhradních dílů. Oba způsoby sebou nesou klady i zápory.[14]

2.5 Komplexní produktivní údržba

Zásada produktivní údržby říká že, stejně jako stěžejní výrobní oblasti, musí údržba co nejvíce přispívat ke zvyšování produktivity a stát se tak údržbou produktivní. Celosvětový trend ukazuje, že pro zachování nepřetržitého procesu zlepšování, a tím zabezpečení konkurenceschopnosti, bude potřeba údržba na vyšší úrovni. Ukazuje se několik možností, jak poskytnout základ pro uznání údržby ve vztahu k výrobním funkcím. Jednou z nich je v současnosti komplexní produktivní údržba (TPM – Total Produktive Maintenance) – vzájemné propojení údržby a výroby.

Její cílem je maximální efektivita zařízení a týká se všech zaměstnanců všech oddělení a úrovní. U TPM jde o překonání tradičního dělení lidí na pracovníky, kteří pracují na daném stroji a pracovníky, kteří ho opravují. Vychází se z předpokladu, že právě pracovník, který obsluhuje stroj, má možnost nejdříve zachytit abnormality na stroji při výkonu své práce a identifikovat případné zdroje budoucích poruch. Autorem TPM je Seichi Nakajima, který postupně studoval systémy preventivní údržby (PM – Preventive Maintenance) v USA a Evropě. Tyto přístupy dále rozvíjel a analyzoval jejich odlišnosti. [1][4]

- **Charakteristiky PM a TPM**

Budování systému údržby mělo následující vývoj: [1]

BM – Break down Maintenance – odstraňování poruch – údržba po poruše.

PM1 – Preventive Maintenance – preventivní údržba.

PM2 – Productive Maintenance – produktivní údržba.

TPM – Total Productive Maintenance – totálně produktivní údržba.

č.	Systém	Charakteristika
1	TPM	TPM je program posloupnosti kroků pro zvýšení efektivity výrobního systému. Efektivnost výroby je maximalizována metodami zlepšování a udržování zařízení
	PM	PM soustřeďuje specialisty údržby. Zvýšení efektivity strojů, zařízení a výroby chce dosáhnout zlepšením údržby bez metod zlepšování
2	TPM	TPM je budována na principu autonomní údržby tj. údržby prováděnou obsluhou. Běžná údržba jako čištění, mazání, kontrola je povinností operátorů, zatímco inspekce zařízení, diagnostika a opravy jsou zadány specialistům údržby.
	PM	PM, v tomto systému jsou operátoři zasvěceni jen do výroby, zatímco všechny činnosti udržování i údržby vykonávají specialisté údržby.
3	TPM	TPM využívá na zvyšování efektivity zařízení tvorbu malých skupin TPM, na jejichž činnosti se podílejí všichni členové týmu. Mění se formální individuální struktura organizace práce na týmovou.
	PM	PM není implementována prostřednictvím aktivit malých skupin, na kterých se podílejí všichni členové týmu, je budována na specialístech údržby

Tabulka 2-3 Charakteristiky a porovnání PM a TPM [3]

- **Základní pilíře TPM**

Filozofie TPM spočívá nejen v předcházení poruchám, ale také redukci chyb, krátkodobých prostojů, ve zkracování doby změny sortimentů apod. TPM je postavena na 5 pilířích: [1]

Hodnocení celkové efektivity strojů – pomocí ukazatele celkové efektivity zařízení (CEZ/OEE).

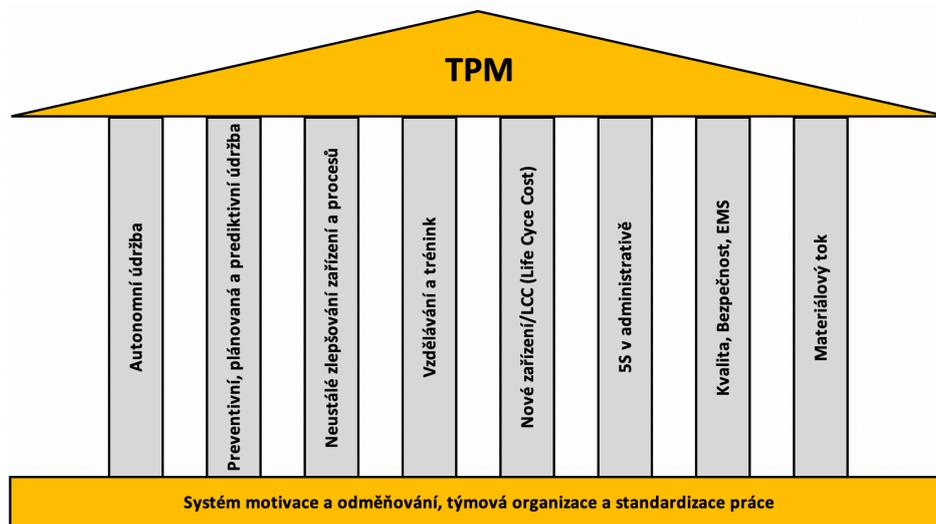
Autonomní údržba – 7 kroků: počáteční čištění, eliminace zdrojů znečištění, standardy čištění a mazání, příprava na prohlídky, autonomní kontrola, organizace a pořádek, rozvoj autonomní údržby.

Plánovaná údržba – 7 kroků: určení údržbářských priorit, odstranění slabých míst, vybudování informačního systému, začátek plánované údržby, zvýšení výkonnosti údržby, zlepšená údržba, plánovaný údržbářský program.

Systém pro návrh preventivní údržby a management zařízení – 7 fází: vývoj produktu, koncept řízení, konstrukce zařízení, výroba zařízení, instalace zařízení, náběh zařízení, provoz.

Trénink pro zlepšení zručnosti pracovníků – 7 elementů: znalosti, základy TPM, nástroje TPM, komunikace v týmu, autonomní údržba, plánovaná údržba, znalost výroby.

Současné požadavky výrobních systémů na efektivnost, výkonost, kvalitu a náklady vyžadovaly rozšíření těchto pěti základních pilířů na osm.



Obrázek 2-5 osm pilířů TPM [1]

- **Vizuální management TPM**

Pracoviště, které je uspořádané, řízené, organizované a procesy jsou jasně popsáné můžeme nazvat vizuálním pracovištěm. Tyto podmínky tvoří předpoklady pro postupnou redukci plýtvání, autonomnost pracoviště a jeho postupné zeštíhlení. Vizuální prvky řízení umožňují pracovníkovi okamžitě odhalit abnormalitu zařízení a přijmout nápravné opatření. Pokud jsou standardy vizualizované a jasné, reakce pracovníka bývá rychlá a tvořivá.[3]

Cíle vizuálního managementu jsou:

Motivovat, Řídit, Porovnávat, Učit, Informovat, Standardizovat

- **Postup případné implementace TPM**

Postup implementace TPM má čtyři základní fáze [1]:

Fáze 1: **Stabilizace** časového intervalu mezi výskyty poruch strojů a zařízení (čistota, autonomní údržba, trénink pracovníků údržby).

Fáze 2: **Prodloužení životnosti** zařízení (odstraňování zdrojů znečištění, normy čištění a mazání, preventivní údržba).

Fáze 3: **Periodická obnova** zhoršeného stavu zařízení (úplná autonomní údržba a plánovaná údržba).

Fáze 4: **Predikce** životnosti zařízení (diagnostická kontrola stavu).

2.6 Shrnutí poznatků a teoretických východisek práce

V prvních dvou kapitolách se projekt zabývá rešerší dostupné literatury a informačních pramenů s důrazem na efektivitu výrobních zařízení a důležitých částí plánování a řízení údržby.

Na tomto základě lze shrnout následující poznatky:

- Celková efektivnost zařízení OEE je nejpoužívanější nástroj na vyhodnocování celkové efektivity zařízení. Matematické modely spolehlivosti se používají zřídka a spíše tam, kde se jedná o přesnou výrobu, či výrobu produktů mající vliv na bezpečnost. [1][3][5]
- Riziko výpadku produkce strojů, nebo výroba nekvalitních výrobků představuje vysoké riziko ztrát disponibilních kapacit. Dobrý systém údržby má velký potenciál na zvýšení produktivity. [2][7]
- Úspěšná implementace systému řízení údržby je dlouhodobá záležitost. Proto účinnost nastavených metod a opatření ve výrobních i údržbářských procesech je závislá zejména na jejich udržitelnosti, a tudíž je ji možné ověřit pouze dlouhodobým sledováním a periodickým vyhodnocováním. [14]
- Systematika v řízení zásob náhradních dílů je velmi důležitá a může podniku přinášet nemalé úspory. [1][3][6]
- Údržba je v některých případech závislá na plánování výroby a vytížení strojového parku a je společně provázaná. Je nutné mít stroje rozřazeny do kategorií. [1][3][14]
- Totálně produktivní údržba je pro mnoho podniků nejpoužívanější a v současnosti nejnámější metodou řízení údržby. [1][3][4][7]

Z uvedených východisek a poznatků bude zpracována následující kapitola – analytická část diplomové práce. V té je nutné poznat současný stav podniku v oblasti řízení údržby, sběru dat, organizační struktury. Prvotním cílem je definování vstupů a cílů, pro další průběh této práce.

3. Současný stav údržby v podniku

V této kapitole, je nutné stanovit systematiku tak, aby bylo docíleno definování dalšího postupu. K tomu je slouží vypracovaná struktura s jednotlivými metodami a výstupy viditelnými v tabulce 3-1:

Oblast	Dílčí činnost	Cíl
Popis stavu	představení společnosti	seznámení se základními atributy
	Systém údržby	objasnění stávajícího stavu
	Ukazatele a řízení údržby	objasnění stávajícího stavu
	Lidské zdroje	objasnění stávajícího stavu
Analýza stavu	Dotazníkové šetření	min. 90% návratnost dotazníků
	Řízená diskuse	osvětlení problematických míst
Rešerše a vyhodnocení	Paprskový graf	definice problematických míst
	Pyramida údržby	definice problematických míst
	Pozorování	definice problematických míst
Zhodnocení a závěr	Sumarizace stavu	porovnání výsledků
	Návržení cílů	3 průrazné cíle projektu

Tabulka 3-1 Struktura analýzy [vlastní]

3.1 Představení společnosti ept connector s.r.o.

Společnost ept connector s.r.o. vznikla v České republice před dvaceti pěti lety jako dceřiná společnost ept GmbH se sídlem v bavorském Peitingu. Jedná se o rodinný podnik založený panem Bernhardem Guglhörem v roce 1973. Jednotlivá písmena v názvu ept znamenají: elektronische **p**recision**t**echnik. Pan Guglhör začal v malé garáži a dnes, po více než čtyřiceti letech, je podnik rozšířen po celém světě – hlavní výrobní závody se nacházejí v Německu, USA, Číně a v České republice. Závod v Habartově se může pochlubit vlastnictvím certifikátů IATF 16949, ISO 9001, ISO 14001.

V české pobočce se vyrobí ročně přes 60 miliónů konektorů, zpracuje 15 tisíc zakázek. Zaměstnáno je 230 pracovníků, čímž se řadí k malým, ale v Karlovarském regionu významným společností. Výrobní hala disponuje výrobním prostorem o výměře 5000 m² a 1000 m² skladovacích ploch.

Základní údaje:

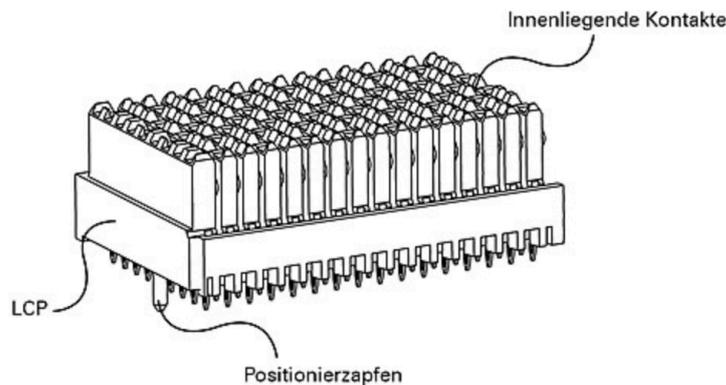
- Název společnosti: ept connector s.r.o.
- Právní forma: Společnost s ručením omezeným
- Datum zápisu: 30. 9. 1993
- Sídlo: Habartov, Úžlabí 868, okres Sokolov, PSČ 35709
- Identifikační číslo: 49192116
- Základní kapitál: 50 000 000 Kč

- **Výrobní program a výrobní technologie**

ept connector s.r.o. se zabývá výrobou diskretních konektorů do desek plošných spojů, které naleznou uplatnění v těchto skupinách: Automotive, I&C (Industrial & Communications), ale také stavbou jednoúčelových strojů a nástrojů (střížných, vstřikovacích). Podíl zakázek v jednotlivých segmentech je momentálně: 42 % Automotive, 52 % I&C a 6 % nástroje a stroje.

Konektory, které firma vyrábí se ze 100 % skládají vždy z plastového izolátoru a kovového kontaktu. Pro představu je rozměr hotových výrobků od 5x2mm, až po 100x10mm (DxŠ). V izolátoru je osazeno 3-440 ks kontaktů. Dle množství a rozmanitosti jde o typ výroby hromadný a sériový.

Technologiemi, které se při výrobě používají, jsou: ražení kontaktů z měděného pásku, lisování plastů, montáž kontaktů do plastových tělísek – dle stupně automatizace: ruční, poloautomatická či plně automatická. Jednotlivé technologie jsou takto ve firmě rozmístěny na výrobní ploše.

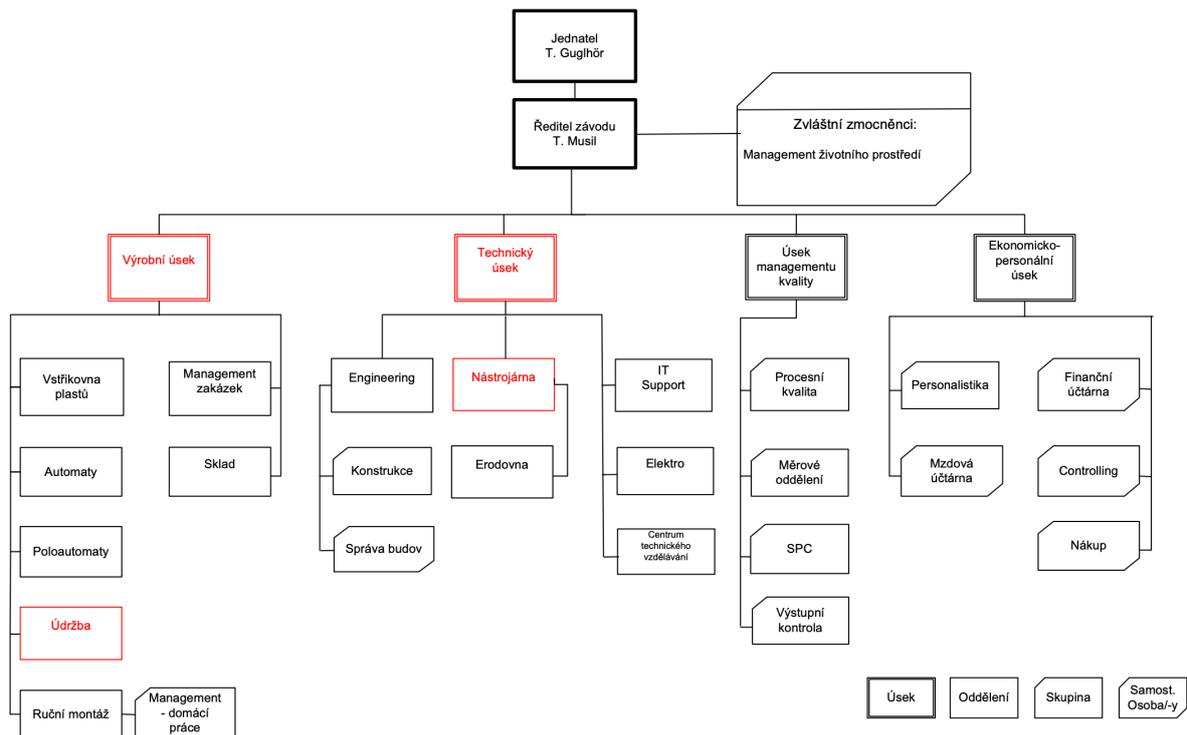


Obrázek 3-1 ept konektor Velox [12]

3.2 Systém údržby ve společnosti

Společnost má v úseku Výroby vlastní oddělení Údržby. Toto oddělení zajišťuje opravy a údržbu pro osazovací stroje. Ostatní údržba, na osazovacích, střížných a vstřikovacích nástrojích, je vykonávána v oddělení Nástrojárny. Ta je pro úsek Výroby interním dodavatelem, pro oddělení Nástrojárny je tím pádem úsek Výroby zákazníkem. Pro každý stroj a nástroje jsou v ERP systému vystaveny celoroční zakázky, jako sběrače nákladů na údržbu.

Dle prvotního seznámení se systémem údržby, má podnik zavedeny některé prvky TPM.



Obrázek 3-2 Organizační struktura ept connector [12]

3.2.1 Autonomní údržba

Autonomní údržba, v ept connector s.r.o. nazývaná jako krátkodobá, je řízena skrze dokumentaci vyhotovenou v tabulkovém procesoru. Tento dokument viz. Příloha A, je předáván v podobě výtisku k jednotlivým strojům prostřednictvím vedoucího úseku Údržby, vždy na období pěti týdnů. Operátoři u jednotlivých strojů tuto údržbu na základě popisu vykonávají a stvrzují její provedení svým personálním číslem do příslušné kolonky v dokumentaci.

Účelem autonomní, neboli samostatné údržby je především spojit pracovníky výroby a údržby k dosahování společného cíle a tím je zvyšovat úroveň efektivního využívání strojů a zabránit jejich zrychlenému zhoršování stavu. Obsluha vykonává běžné denní úkoly z oblasti rutinní údržby tak, aby tyto práce nemuseli vykonávat finančně nákladnější, anebo vytížení údržbáři. Tyto úkoly zahrnují inspekci, čištění, mazání, včetně jednoduchých oprav a výměn. Údržba by měla být navržena takovým způsobem, aby se obsluha naučila více o funkci zařízení, na kterém pracuje, jaké problémy se zde běžně vyskytují a proč, a včasným zjištěním těchto abnormalitám v běhu stroje předejít. Takto navržena údržba přiřazuje obsluhu jako aktivního partnera údržby k procesním inženýrům a technikům kvality pro zajištění zlepšení celkové efektivnosti zařízení. Jde o eliminaci tvrzení, „já stroj obsluhuji, ty jej opravuješ“.

 Použité oleje a mazací prostředky: Univerzální mazadlo Vedení: RSU 68/RSU 220		Záznam údržby pro: Ná Čís Upozornění: Provedení údržbové nepoužívejte křížk				
Rok	1	2	3	4	5	6
2019	Kontrola a čištění ohýbací stanice, promazat.	Kontrola a čištění osazovací stanice, promazat.	Kontrola bloku nástroje.	Kontrola vtahování pásku.	Kontrola a čištění rovnací stanice, promazat.	Kontrola a ma ložisek stanice (vazelína)
	obsluha	obsluha	seřizovač	obsluha	obsluha	obsluha
KW	Den	1x směnu	1x směnu	1x týdně	1x denně	1x denně
	Po.					
	Ut.					

Tabulka 3-2 Ukázka záznamu krátkodobé, autonomní údržby [12]

- **Předpoklady pro správnou funkci autonomní údržby**

Ve společnosti ept connector s.r.o. je využíváno mnoho prvků štíhlé výroby, nástrojů kvality a řízení výroby, což výrazně snižuje náročnost případné nutné změny. Ze základních nástrojů podnik využívá tyto:

5S – není potřeba dlouze představovat, ve výrobě je vše dobře označeno, má své místo a pracoviště jsou provozována s ohledem na co nejvyšší efektivitu, včetně dodržování čistoty a stavu zařízení a přilehlých prostor. Podnik má vypracovanou analýzu technické čistoty dle ISO 16232/VDA 19.

KVP – je důležitým článkem a je managementem velmi podporována – má tři pilíře, přičemž v prvním pilíři, nazvaném 3Z (zlepšit, změnit, zavést) jde o zlepšovací nápady „zdola“ od všech pracovníků. Za tímto účelem jsou ve výrobě na různých místech rozmístěny informační tabule s dokumentem „List s nápady“, kam každý operátor má možnost svůj nápad zaznamenat. Vhodné návrhy jsou ihned schvalovány a uváděny v platnost. *Kaizen* – jako druhý pilíř, jsou zlepšení, která nemají rychlá řešení, je nutno schválení větších finančních prostředků, nebo je potřeba přizvání další expertů. Zlepšování v tomto pilíři funguje na principu projektového řízení. Třetí pilíř *epTOP* – má za úkol radikální zlepšování a generování velkých úspor. Definován je „shora“ od vedení společnosti a trvání projektu je max. dvanáct měsíců.

SFM – neboli Shop Floor Management jsou ranní deseti minutové strukturované schůzky, kde jednotlivé úrovně vyhodnocují klíčové metriky, které jsou navázány na cíle podniku. Pokud jsou jednotlivé ukazatele nesplněné, vždy se definují akce k jejich nápravě. Schůzky slouží také k vzájemné výměně informací a případným eskalacím problémů, jelikož je přítomno nejvyšší vedení podniku. Probíhají vždy ve stoje před informačními tabulemi ve výrobních odděleních. Jednou měsíčně je také organizována Gemba Walk, kde se kontroluje a hodnotí stav nastavených standardů dle připraveného checklistu. Na výsledek je poté navázáno prémiové hodnocení jednotlivých vedoucích úseků.

3.2.2 Preventivní údržba strojů

Preventivní údržba, v ept connector s.r.o. nazývaná jako dlouhodobá, je opět vypracována v tabulkovém procesoru. Tento dokument viz. Příloha B, je jednou týdně vytisknut a vizualizován na společném místě pro seřizovače. Ti tuto údržbu vykonávají dle jejího popisu v dokumentu a stvrzují provedení svým podpisem. Vedoucí údržby potom tento dokument, po posledním provedeném úkonu, odebere a aktualizuje data na síti tak, aby se vygeneroval nový údržbový interval.

ept connector s.r.o.		seznam dlouhodobé údržby Habartov/Svatava			
číslo stroje	Pracoviště	poznámka	umístění	popis úkonu	Příští termín
25	61311	lámačka	H	odstranění rzi, nečistot a promazání	27.10.2019
37	61042	Boardlock děrování	H	odstranění rzi, nečistot a promazání	26.01.2020
56	4910	klepačka 56	H	kompletní rozebrání mechanického ústrojí, odstranění rzi a nečistot, promazání, kontrola mechanických částí z hlediska poškození	27.01.2020
58	4912	klepačka 58	H	kompletní rozebrání mechanického ústrojí, odstranění rzi a nečistot, promazání, kontrola mechanických částí z hlediska poškození	27.01.2020

Tabulka 3-3 Ukázka - Preventivní, dlouhodobá údržba [12]

3.2.3 Preventivní údržba nástrojů

Preventivní údržbou nástrojů se rozumí údržba osazovacích, střížných a vstříkovacích nástrojů na oddělení Nástrojárny. Nástrojárna má samostatný řízený dokument k opravám a údržbě, kde jsou stanovené postupy a intervaly, většinou jde o zdvihy nástroje, neboli cykly na jeden díl. Tato údržba je ve velké části soustředěna na matrice a střížníky u střížných nástrojů, osazovací jehly u osazovacích nástrojů a čištění, přestavby, kontroly u nástrojů vstříkovacích. Výroba si tyto práce u Nástrojárny objednáva pomocí dokumentu „Doprovodná karta formy/nástroje“, ve kterém technik údržby zaškrtně, jaký zásah má být na nástroji proveden. Nástrojař poté práce provede, a rovnou na téže dokumentu zaznamená, zda je nutné po implementaci do procesu výroby díly přeměřit a zároveň určí na výkrese, o které rozměry se jedná. Tato situace může například nastat po výměně náhradního dílu, který může ovlivnit kvalitu výrobku.

		Doprovodná karta formy / nástroje - zkušební protokol		TI 7.5-4-188	
				Strana 1 z 1	
Číslo nástroje:		Číslo artiklu:		Číslo zakázky:	
<input type="checkbox"/> Přestavba:	z	na		Požadovaný termín :	
<input type="checkbox"/> Oprava:	Díl formy / nástroje ovlivňující geometrii výrobků		<input type="checkbox"/> Ano <input type="checkbox"/> Ne	Zpráva o zkoušce:	<input type="checkbox"/> Ano <input type="checkbox"/> Ne
<input type="checkbox"/> Běžná údržba:					
<input type="checkbox"/> Pravidelná údržba:				Příští údržba při:	
<input type="checkbox"/> Ostatní:	Poznámky:				
Příčina opravy:					
Zadavatel / středisko:		Jméno / podpis zadavatele:		Datum vystavení:	
Datum převzetí:		Časová náročnost:		Osobní číslo / Podpis:	

Obrázek 3-3 Doprovodná karta formy/nástroje [12]

Tento dokument dále analyzuje a archivuje opět vedoucí Údržby.

3.2.4 Řízení spotřeby náhradních dílů

Náhradní díly a jejich spotřeba je řízena přes toolbox. Toolbox si lze představit jako skříň s mnoha zásuvkami, ve kterých jsou přepážky na jednotlivé náhradní díly. Po celou dobu jsou zásuvky elektronicky uzavřené, tzn. že výběr dílu nelze uskutečnit bez předchozího přihlášení konkrétního seřizovače, nástrojaře, či jejich nadřízených do softwarového prostředí, kterým je toolbox řízen. V informačním systému SAP je toolbox veden jako sklad, jednotlivé položky mají svou kalkulovanou cenu, min., max. skladované množství. Pokud po výběru náhradního dílu klesne pod/na minimální hladinu, systém vygeneruje automaticky požadavek na objednání, který dorazí příslušnému disponentovi do e-mailové schránky. Jak již bylo zmíněno, výběr je uskutečněn oprávněnou obsluhou, která musí definovat, na jaké nákladové středisko, tedy stroj je díl určen. Po tomto potvrzení se otevře pouze jedna konkrétní zásuvka, s umístěným náhradním dílem.

3.3 Ukazatele pro vyhodnocování efektivity údržby

K tomu, aby se dalo vyhodnotit, jakým způsobem je údržba úspěšná slouží ve firmě tři ukazatele. Celkovou efektivitu firma neměří, zaměřuje se pouze na využití stroje, produktivitu výroby a variabilní náklady, tj. nahlášený výkon seřizovačů a nástrojařů na zakázky a spotřeba náhradních dílů. Jednotlivé ukazatele budou představeny dále.

- **Produktivita výroby**

Produktivita výroby je měřena pomocí SAP – BI (Business Intelligence). Data jsou sbírána ve výrobním procesu pomocí MES systému Hydra, který je po firmě rozšířen pomocí terminálů, do kterých se operátoři přihlašují na jednotlivé výrobní zakázky. Tato data jsou předána do ERP SAP a odtud lze sledovat produktivitu strojového parku. Analyzovány jsou jednotlivé stroje a produktivitu lze zobrazit na denní bázi. Měří se v procentech a sledována je nejen strojní produktivita, ale také, vzhledem k zavedené vícestrojové obsluze, produktivita personálu.

- **Využití stroje**

Stupeň využití stroje je výstupem z MES systému Hydra. Je zde sledováno, jakým způsobem stroj produkoval ve zvoleném období. Ve firmě je definováno několik událostí, které mohou v rámci provozu nastat, viz. Tabulka 3-4. Pro dlouhodobou charakteristiku, tj. týden a více se jedná se o výšečový graf, kde lze jednotlivé, uvedené druhy událostí zobrazit v procentuálním poměru. Pro kratší interval, tedy jedna směna, jeden den, jej lze zobrazit také jako Ganttův diagram, kde je patrné, v jakém časovém okamžiku (hodina, minuta) nastal případný problém a jak dlouho trval.

Ukazatel využití stroje je vždy sledován společně s produktivitou.

Událost	Popis
Výroba	zpouze automaticky spuštěním stroje, nelze zadat manuálně operátorem
Porucha seřizovač	oprava mechanické části
Porucha elektro	oprava elektrické části
Příprava zakázky	příprava dokumentů, měření prvního kusu
Přestavba	změna na jiný artikl, vykonávaná seřizovačem
Jiné prostoje	chybějící materiál apod.

Tabulka 3-4 Tabulka událostí provozu stroje [vlastní]

- **Variabilní náklady**

Variabilní náklady, tj. náklady které se mění v závislosti na spotřebě náhradních dílů a nahlášeného výkonu údržby, nástrojárny se měří v průběhu celého roku a prezentují se jednou měsíčně na setkání s jednotlivými odděleními. Sledovány jsou náklady na jednotlivé stroje a nástroje. Na základě těchto výsledků se stanovují nápravná opatření v podobě projektových řízení. Přehled po jednotlivých měsících je možné shlédnout v Příloze C.

3.4 Lidské zdroje v údržbě

Oddělení Údržby nemá rozdělený personál na údržbáře a seřizovače. Technici údržby vykonávají tyto činnosti bez rozdílu – jde o seřizování, přetypování, preventivní údržby, opravy. K tomuto účelu je vypracována kvalifikační matice viz. Příloha D, a technici jsou vždy zaučováni na kompletní portfolio údržbářských zásahů jednotlivých strojů. Systematika je rozdělena podle tabulky 3-5, následovně:

Požadovaná kvalifikace	4 = nutné základní znalosti s podporou; 3 = nutné základní znalosti 2 = nutné odborné znalosti; 1 = nutné odborné znalosti vč. schopnosti zprostředkování znalostí
Skutečná kvalifikace	4 = základní znalosti s podporou; 3 = základní znalosti; 2 = odborné znalosti; 1 = odborné znalosti vč. schopnosti zprostředkování znalostí

Tabulka 3-5 Hodnocení znalostí [12]

Technici jsou v podniku v počtu 13 pracovníků, na jednotlivé směny jsou rozvrhováni způsobem 5 ranní, 4 odpolední, 3 noční v provozovně Habartov. Jeden technik má stálou ranní směnu na ručním oddělení, které je situováno v 6 km vzdálené Svatavě.

		Kvalifikační matice ept s.r.o.																
		Oddělení:																
Účel formuláře: Formulář slouží pro roční plánování a kontrolu školení; vypracovává, upravuje a zakládá jej vedoucí oddělení HR. Kopie jde do oddělení HR.																		
		Nákladové středisko: 40360003										Zhot						
		Datu																
Školení																		
Pož.	Požadovaná kvalifikace	4 = nutné základní znalosti s podporou; 3 = nutné základní znalosti 2 = nutné odborné znalosti; 1 = nutné odborné znalosti vč. schopnosti																
Skut.	Skutečná kvalifikace	4 = základní znalosti s podporou; 3 = základní znalosti; 2 = odborné znalosti; 1 = odborné znalosti vč. schopnosti zprostředk																
		Znalosti pro kvalifikaci jsou k dispozici																
		Je nutné osvěžení znalostí																
		Požadovaná kvalifikace nebyla dosažena																
jméno os.číslo		xxx	400772	xxx	400642	xxx	400156	xxx	400373	xxx	400322	xxx	400642	xxx	400759	xxx	400860	xxx
pracoviště/stroj	číslo prac.	Pož.	Skut.	Pož.	Skut.	Pož.	Skut.	Pož.	Skut.	Pož.	Skut.	Pož.	Skut.	Pož.	Skut.	Pož.	Skut.	Pož.
BSTA-210 B-FL + C-FL(102,104)	1004702					1	1					1	1					
BSTA-584 C-FL 104- Schalterstecker	1004705					1	1					1	1					

Tabulka 3-6 Ukázka - Kvalifikační matice seřizovači [12]

3.5 Analýza celkového stavu údržby v podniku

Vlastní analytická část proběhne ve dvou primárních fázích. První fáze se zabývá tvorbou podkladů pro dotazníkové šetření, distribucí dotazníku a jeho vyhodnocením. Ve druhé fázi pak dojde ke svolání kmenových zaměstnanců oddělení Údržby a Výroby a proběhne řízená diskuse. Jako podklad bude vyžita pyramida údržby, která rozděluje jednotlivé segmenty údržby do jednotlivých částí pyramidy.

Sekundárně bude probíhat pozorování se záznamem jednotlivých podnětů při řešení diplomové práce.

• **Dotazníkové šetření**

Aby bylo možno zjistit jakým způsobem je údržba v podniku vnímána ostatními pracovníky, kde vidí problémy při plnění svých úkolů, proběhlo mezi nimi dotazníkové šetření. Cílem bylo získat také jiný pohled na celou problematiku a ujistit se, jakým směrem by se aktivity v rámci řešení diplomové práce, měly ubírat.

Dotazník byl sestaven z jedenácti hlavních oblastí a každý měl dvě až tři podotázky upřesňující danou kategorii.

Číslo	Oblast	Otázka	Hodnocení				
			0%	25%	50%	75%	100%
1	Plánování, rozvrhování a pracovní příkazy v údržbě	Jsou stanoveny priority údržeb?					
		Existuje soulad s plánu údržby s plánem výroby?					
2	Realizace údržbářských procesů	Je údržba auditována?					
		Jak často bývají plánované činnosti ve zpoždění?					
3	Počítačová podpora řízení údržby	Jaká je úroveň využívání PC podpory techniky údržby?					
		Na jaké úrovni je uplatnění počítačové podpory?					
		Jaká je kompatibilita s informačním systémem?					
4	Měření účinnosti a efektivitu údržby, její zlepšování a hodnocení spokojenosti	Jak hodnotíte zpětnou vazbu na často vyskytující se problém?					
		Jak jste spokojeni se stávajícím systémem údržby?					
		Jaká je vypovídající schopnost dat o efektivitě z Hydry?					
5	Administrativa údržby	Jak hodnotíte podávání reportu o nákladech údržby?					
		Na jaké úrovni je zpracována dokumentace k údržbě?					
6	Záznamy o historii údržby výrobních zařízení	Na jaké úrovni je sběr informací vztahující se k údržbě?					
		Jak se lze na záznam údržby spolehnout?					
7	Organizace a řízení personálu v údržbě	Jak hodnotíte možnost nalezení provedeného údržbářského úkonu					
		Jsou stanoveny klíčové odpovědnosti ?					
		Způsob hodnocení výkonu personálu je odpovídající?					
8	Strategie a systémy údržby	Existuje plán vzdělávání pracovníků a jak je dodržovaný?					
		Jsou vytvářeny rozpočty údržby a jaká je jejich vypovídající schopnost?					
9	Charakteristika podnikatelských činností a výrobních zařízení	Je zahrnuta údržba ve strategii?					
		Jsou stroje evidovány, jaký je stupeň této evidence?					
10	Preventivní údržba	Stupeň klasifikace strojů?					
		Jsou využívány výsledky inspekčních prohlídek k tvorbě programu PÚ?					
11	Nakupování, skladování a řízení zásob náhradních dílů a materiálu	Je prováděna analýza návratnosti vkladů do PÚ?					
		Jsou ND dobře zajištěny a kdispozici?					
		Je vohodnocována spotřeba ND?					

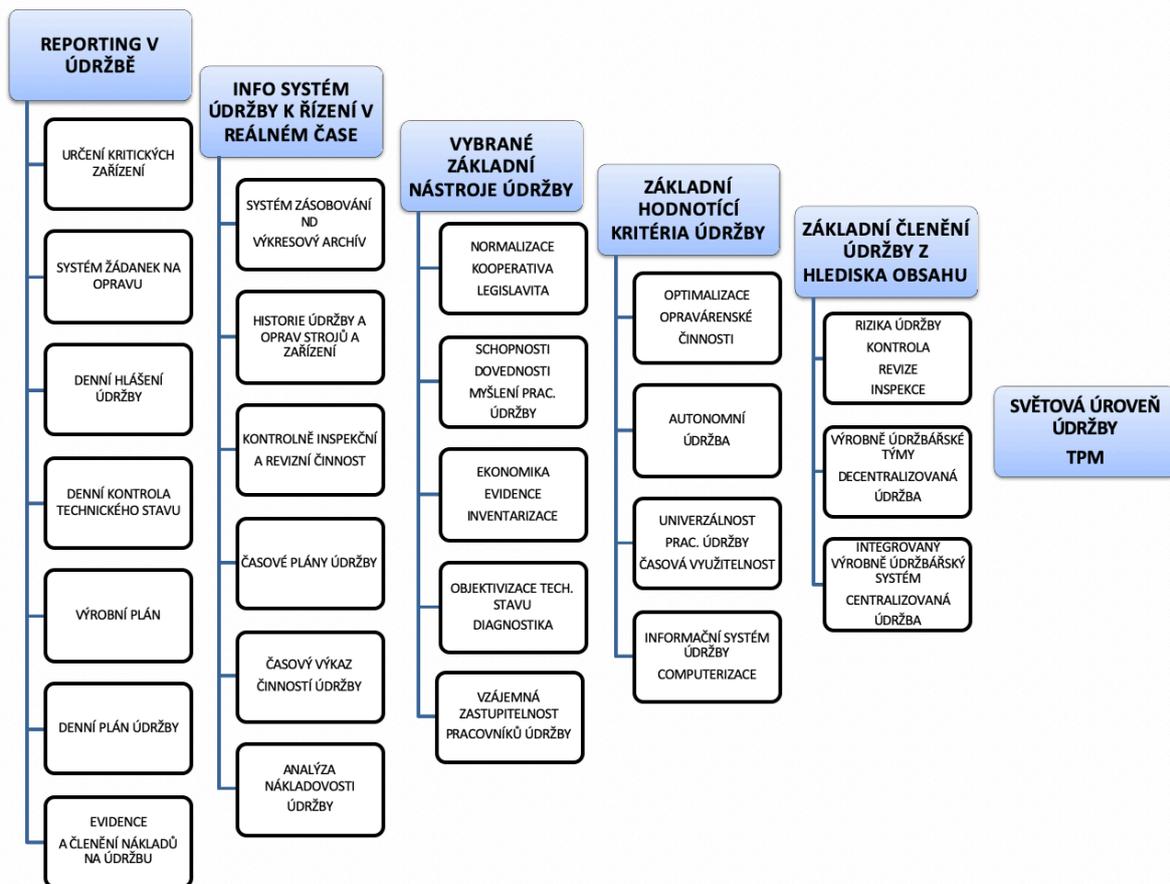
Tabulka 3-7 Dotazník pro zjištění úzkého místa údržby [vlastní]

Hodnocení bylo prováděno následujícím způsobem: 0 % je absolutní neplnění daného kritéria a 100 % je absolutně dokonalé splnění kritéria.

• **Řízená diskuse**

K dalšímu zjištění stavu údržby a případnému potvrzení výsledků z dotazníkového šetření byla použita metoda řízené diskuse, kde se v týmu s účastníky rozebírala současná situace v podniku, pomocí pyramidy údržby. Diskuse byla vedena s těmito požadavky na:

- Věcnost: věnovat se tématu a argumentovat, nikoli napadat nebo překřikovat.
- Otevřenost: nevykloučovat nikoho, kdo může k danému tématu přispět.
- Trpělivost: pochopení argumentů druhého může vyžadovat čas.



Obrázek 3-4 Pyramida údržby, upraveno dle [2]

Zkušenost ukazuje, že takováto diskuse může být pro hlubší poznání složitých jevů velmi užitečná, protože překonává přirozené jednostrannosti účastníků a zvyšuje pravděpodobnost, že se na nic důležitého nezapomene. Způsob hodnocení měl tato kritéria, vždy po shodě jednotlivých zúčastněných:

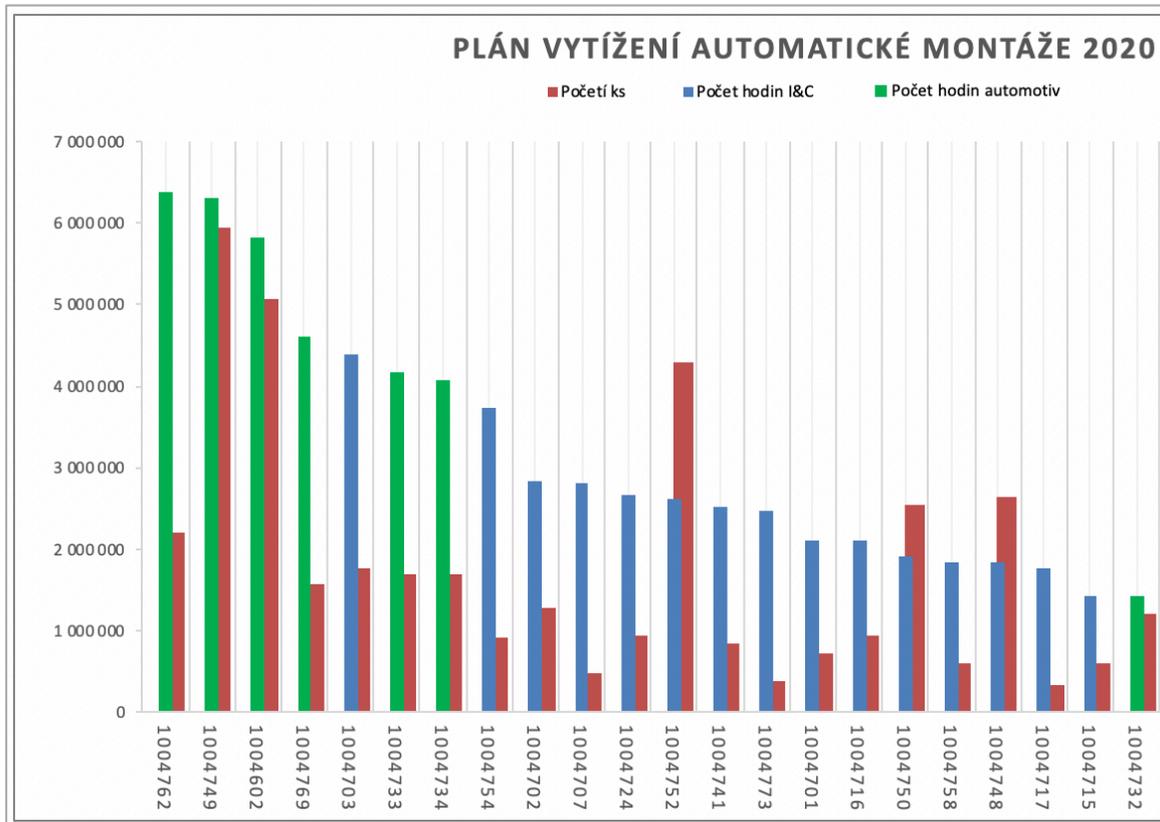
- Systém zcela funkční, není potřeba žádné aktivity.
- Systém částečně funkční, existují některé nedokonalosti.
- Systém zcela nefunkční, nebo není zavedeno.

3.6 Volba pilotních pracovišť určených k analýze

Z důvodu umístění strojů s vysokým podílem automatizace bylo určeno pro prvotní analýzu pilotních pracovišť středisko Automaty. Z rozhovorů s vedoucím tohoto oddělení, pod něhož spadají tyto stroje, a za přítomnosti vedoucího Údržby a autora diplomové práce, bylo rozhodnuto vybrat jednoho zástupce ze segmentu vyrábějící produkty pro I&C (industrial & communications) a jeden pro automotive. V rámci rozhovoru byl také ustanoven hlavní obecný cíl zvýšení technické využitelnosti strojů zkrácením technických prostojů.

- **Vytížení pracovišť**

Pro správný výběr pracoviště byla použita data z plánovaného rozpočtu strojních hodin pro rok 2020, které podnik obdržel z oddělení Prodeje viz. Příloha E.



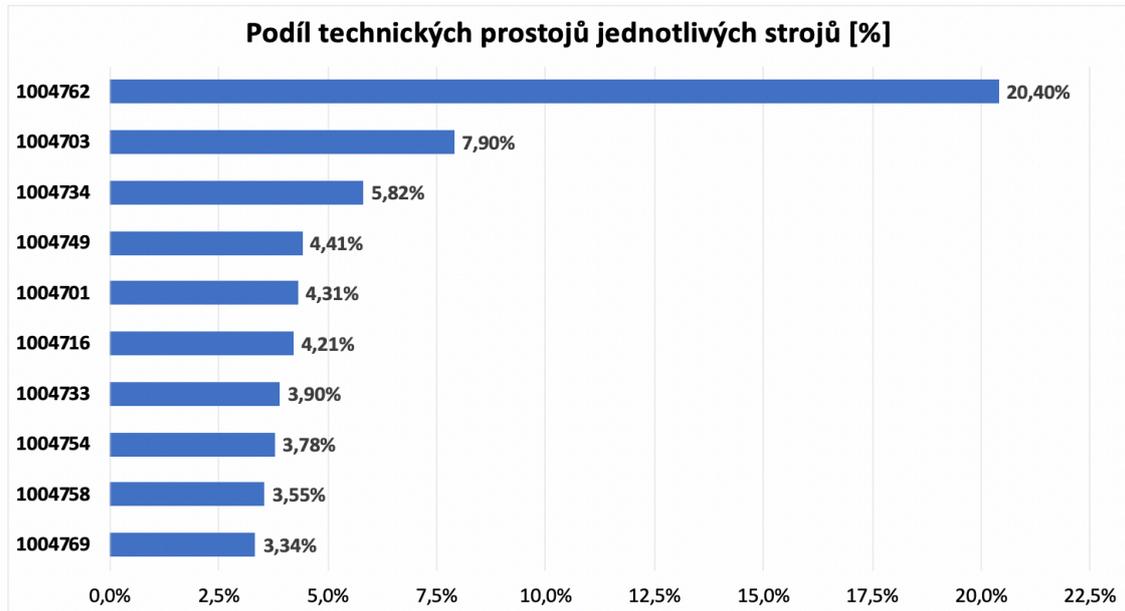
Graf 3-1 Ukázka - Plán vytížení automatické montáže 2020 [vlastní]

Z grafu 3-1 je patrné, že ze segmentu automotive bude vybrán stroj 1004762 – který vyrábí produkty pro firmu Continental. Jde o velkou moderní jednoúčelovou montážní linku UML (z němčiny Universale Montagezelle), která je díky tomu schopná vyrábět několik typů více pólových konektorů, tzn. do standardizovaného tělíska osadit různý počet signálních a silových kontaktů dle přání zákazníka. Lidská ruka se již prakticky dílu nedotýká a vše je provozováno zcela automaticky pomocí robotických rukou.

Ze segmentu I&C jde o stroj 1004703. Tento stroj je velkým univerzálem a produkuje několik desítek typů konektorů (různých délek, šířek, počtu a druhu kontaktů) dle normy DIN 41612/IEC 60603-2. Jde o starší stroj z počátku devadesátých let.

- Četnost technických prostojů

Po potvrzení výběru byla analyzována četnost technických prostojů na těchto pracovištích. Pro základní bázi dat bylo využito MES systému Hydra.

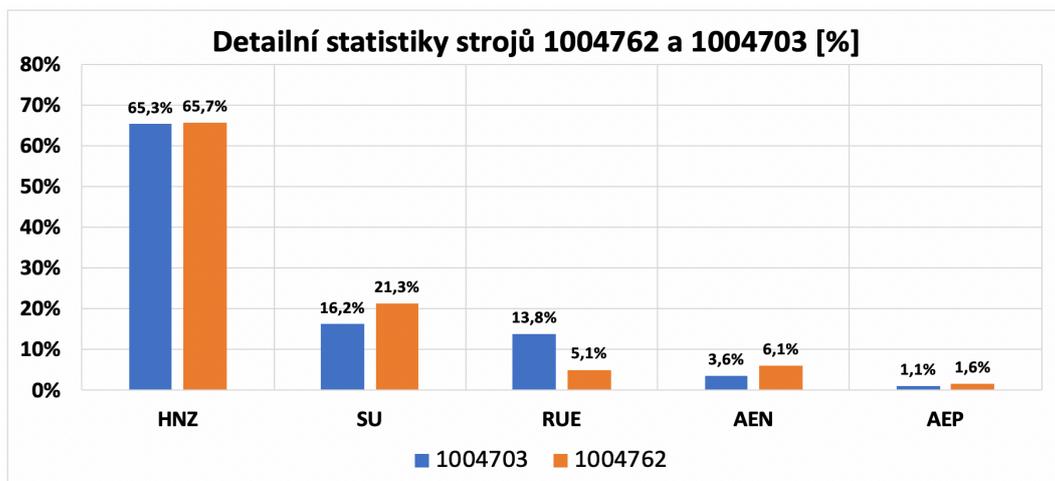


Graf 3-2 Podíl technických prostojů [vlastní]

Data odpovídají časovému úseku od října do prosince 2019. Jde o součet všech časových ztrát a graf 3-2 zobrazuje výběr deseti strojů s jejich největším procentuálním podílem. Zde se také potvrzuje, že největší ztrátovost mají stroje 1004762 s 20,4 % a 1004703 s 7,9 %.

Detailní statistiky pro oba stroje lze vidět v grafu 3-3, kde z celkového času:

HNZ: produkce stroje, **SU:** porucha, **RUE:** seřizování, přetypování, **AEP, AEN:** jiný operativní prostoj – kvalitativní problém, chybějící materiál apod.



Graf 3-3 Časové využití stroje 1004703 a 1004762 [vlastní]

Tato data byla převzata jako báze výchozího stavu.

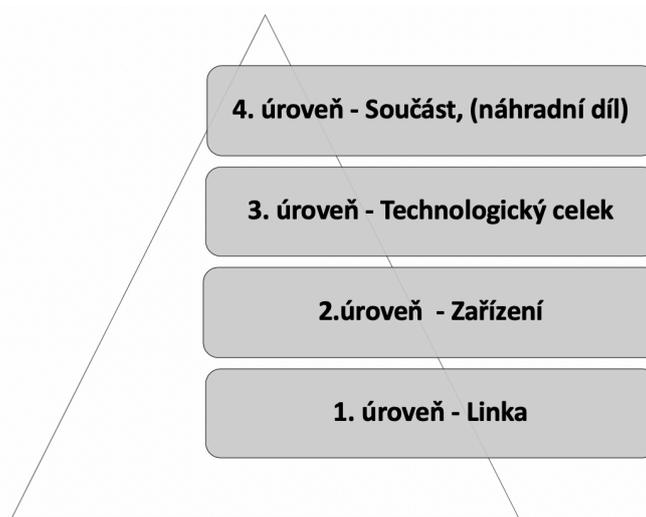
3.7 Úrovňové členění strojů a kategorizace činností

Počátečním problémem v podniku bylo, že se plán údržby vztahoval pouze na stroj jako celek. Nebyly stanoveny rozsahy činností, a tím pádem nebylo možné správně identifikovat problematické místo na stroji, rozeznat tedy tu část zařízení, která tvoří největší problémy při technických poruchách a těžko se hledala nápravná opatření ke zlepšení stavu.

- Členění strojů

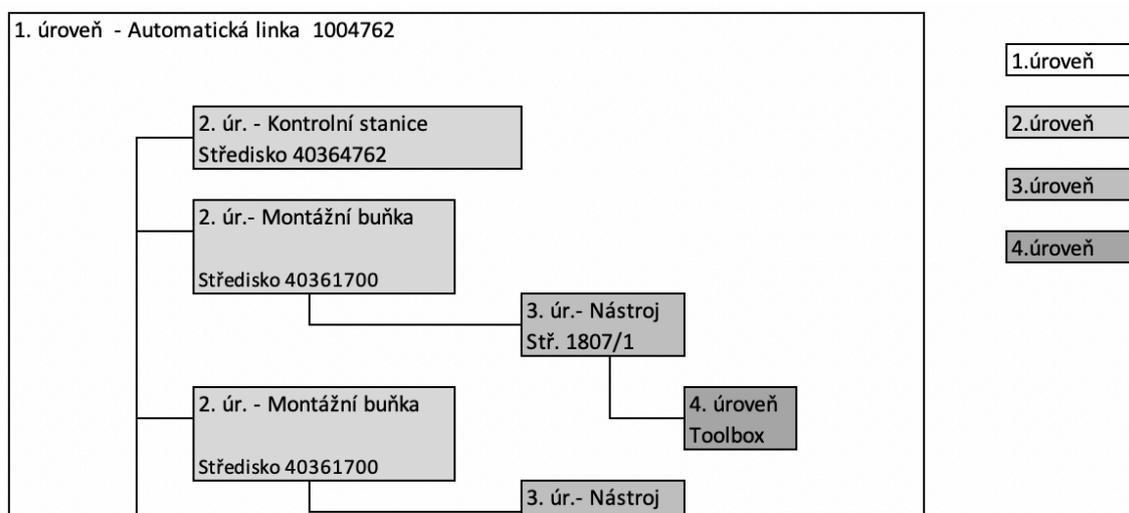
Pro přiřazení jednotlivých údržbářských činností jejich nositelům, bylo nutné přistoupit k rozčlenění strojů do jednotlivých úrovní.

Základní systematiku lze vidět na obrázku 3-5.



Obrázek 3-5 Systematika úrovně strojních celků [vlastní]

Po té bylo přikročeno k rozpadu osazovacích strojů pilotních pracovišť na jednotlivé úrovně viz. Příloha F.

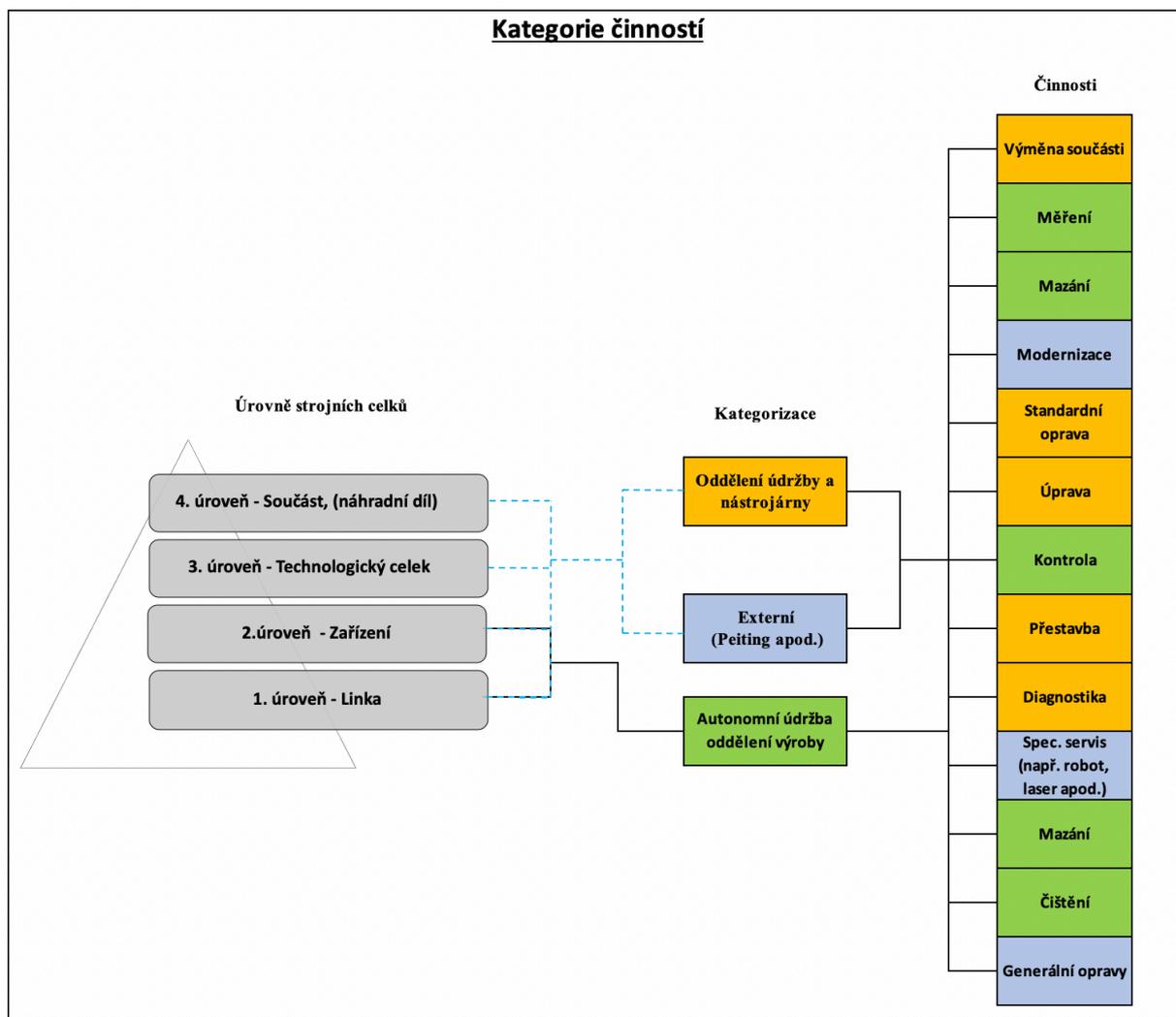


Obrázek 3-6 Ukázka úrovňového rozpadu osazovací linky 1004762 [vlastní]

- **Kategorie činností**

Úkony pro autonomní, ale i preventivní údržbu má již podnik stanovenou. Pro údržbáře, kteří znají dobře ústrojí stroje, není problém preventivní údržbu dle předepsaného harmonogramu vykonávat a při rozhovorech na jednotlivých schůzkách věděli vždy, co se má udržovat, a o které místo na stroji se jedná. Ovšem když byla dotazována obsluha stroje na plnění úkonů předepsaných v listech krátkodobé údržby, tak min. v 50 % případů buď nějaké místo opomenula, nebo vůbec nevěděla, kde jej na stroji nalézt. Dále bylo odhaleno, že nelze provázat činnosti operátora stroje s údržbou stroje; tj. v kvalifikační matici ani autonomní údržba nefiguruje, tudíž se lze domnívat, že je vykonávaná špatně, anebo vůbec. Naplánování této údržby a její provedení by mělo spadat pod řízení výroby tak, aby bylo co nejlépe vybalancováno s plánem výroby.

Pomocí metody řízeného workshopu za přítomnosti vedoucího oddělení automatické montáže, údržby a seřizovačů byly činnosti, vykonávané v rámci údržby, kategorizovány a přiřazeny jednotlivým strojovým úrovním.



Obrázek 3-7 Rozbor kategorie činností [upraveno dle 14]

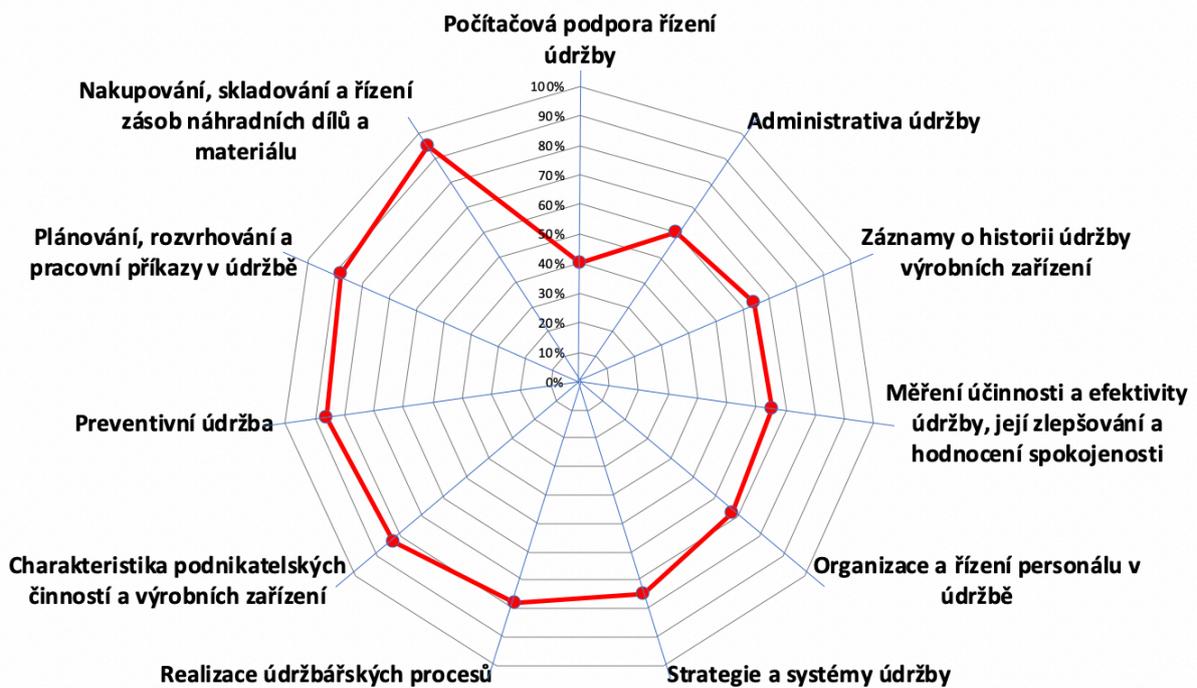
3.8 Vyhodnocení analytické části

K tomu, abychom mohli určit slabá místa, došlo v této fázi k rozboru dvou úvodních částí analýzy v podniku.

- **Hodnocení jednotlivých oblastí údržby**

Hodnocení jednotlivých oblastí, které bylo provedeno s pomocí dotazníkového šetření, kde návratnost dosáhla 100 %. Východiskem pro stanovení úzkých oblastí byly odpovědi na jednotlivé otázky, následná sumarizace a aritmetický průměr. Výstupem je paprskový graf 3-4, kde jsou jednotlivé dotazované oblasti a pro větší přehlednost seřazeny za sebou dle jednotlivých výsledků.

Procentuální hodnocení jednotlivých oblastí



Graf 3-4 Procentuální hodnocení jednotlivých oblastí [vlastní]

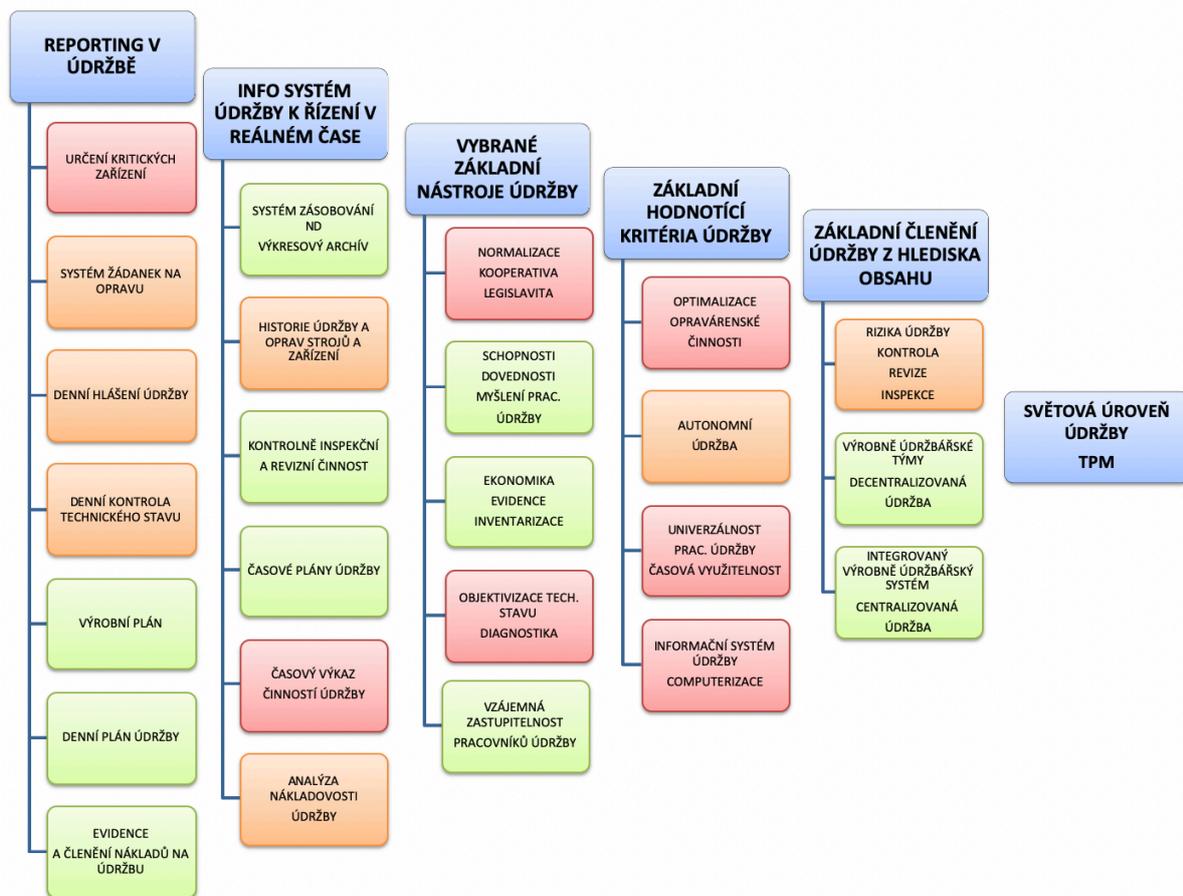
3 nejslabší oblasti, jak je také patrné z grafu, byly definovány v oblastech:

- Počítačová podpora řízení údržby.
- Administrativa údržby.
- Záznamy o historii údržby výrobních zařízení.

• **Pyramida údržby**

Pyramida údržby se používá pro identifikaci oblastí, které je potřeba mít v podniku zvládnuté způsobem, aby bylo dosaženo světové úrovně TPM. Tato pyramida byla zvolena tak, aby ukázala jiný pohled na systém údržby v podniku. Vyhodnocování pro jednotlivá kritéria má následující barevný význam:

- Zelená: Systém zcela funkční, není potřeba žádné aktivity.
- Oranžová: Systém částečně funkční, existují některé nedokonalosti.
- Červená: Systém zcela nefunkční, nebo není zavedeno.



Obrázek 3-8 Pyramida údržby s vyhodnocením [vlastní]

Nejslabší oblast můžeme tedy identifikovat zcela snadno jedním pohledem na pyramidu: druhý sloupec od vrcholu „základní hodnotící kritéria údržby“, kde je identifikováno největší procentuální podíl červených polí:

- Informační systém údržby.
- Univerzálnost a časová využitelnost pracovníků údržby.
- Optimalizace opravárenské činnosti.
- Autonomní údržba.

3.9 Zhodnocení a závěr analýzy

Oba výsledky analýzy je možno s výhodou spojit a navrhnout primární cíle projektu:

- 1. Na strojích, které mají největší vytížení prověřit stav autonomní údržby, případně navrhnout nový standard.**
- 2. Na základě výsledků variabilních nákladů navrhnout opatření způsobem, aby se náklad snížil o min. 5%**
- 3. Navrhnout informační systém pro údržbu, zhodnotit výhody, nevýhody, vybrat nejvhodnější variantu.**

Ty jsou s konzultantem projektu projednány a vedením společnosti schváleny.

Budeme-li hodnotit systematiku údržby, lze konstatovat, že podnik má funkční systém, avšak slabá místa můžeme identifikovat v těchto oblastech:

- Chybějící počítačová podpora údržby.
- Reporting údržby v současné době velmi složitý a časově náročný.
- Data údržby nejsou v ucelené formě a pocházejí z různých zdrojů.
- Nutná administrativa spojená s distribucí podkladů autonomní a preventivní údržby.
- Kritické stroje nejsou určeny a technici údržby nemají, vzhledem k rozmanitosti strojového parku, stanoveny priority zásahů.

Silné stránky jsou spatřovány:

- Systematika spotřeby a sledování nákladů na náhradní díly.
- Relativně dobře distribuovaná, i když velmi časově nákladná, dokumentace k údržbě.
- Dobře vybavená Nástrojárna.

4. Návrh na zavedení systému údržby ve společnosti

Původní plány údržby, které byly doposud na těchto strojích i v celém podniku využívány, nepodchycují aktuální potřeby pro udržování pracovišť a zařízení v optimálním a čistém stavu – nejsou dostatečně konkrétní, a tím poskytují spoustu prostoru pro vlastní úvahu a tvořivost pracovníků. Plány údržby jsou zpracovány jako jeden dokument určený jak pro operátory, tak pro seřizovače a postrádají vhodnou formu vizualizace. Při auditu údržby u vybraných strojů byly vyhodnoceny tyto podklady jako nevhodné pro využití ve výrobní sféře pro pravidelnou údržbu a z tohoto důvodu je nutno navrhnout nový formát i obsah plánu údržby.

V průběhu tohoto auditu byly všechny nálezy na strojích a prováděné akce přehledně zaznamenávány do akčního plánu a byla pořizována fotodokumentace, která následně sloužila pro tvorbu standardů a vizualizace. Dalším, a neméně důležitým podkladem, byly konzultace přímo se seřizovači, kteří měli cenné informace přímo z praxe z provozu zařízení.

Nové plány, denní i týdenní údržby, byly vytvářeny s důrazem pro přehlednost a srozumitelnost pro operátory a pomocí chronometráže byla určena jejich časová náročnost. Byl kladen důraz na vhodnou vizualizaci, při zachování všech klíčových bodů údržby a koncipovány tak, aby operátoři byli schopní, v rámci jejich kompetencí, vykonávat jednoduché úkony bez nutnosti přítomnosti seřizovačů, kteří se tím pádem mohou věnovat složitějším úkolům. Při tvorbě bylo také pamatováno na tu skutečnost, že operátoři u strojů mají primární úkol tento stroj obsluhovat a produkovat díly, nemohou proto vykonávat složité údržbářské úkoly.

Při workshopu byly také odhaleny body, které nejsou pro autonomní údržbu vhodné, avšak pro správný chod stroje důležité, došlo tedy, na základě kategorizace činností, k jejich přesunu z údržby autonomní do preventivní a vykonává je tak seřizovač, nebo pracovník nástrojárny.

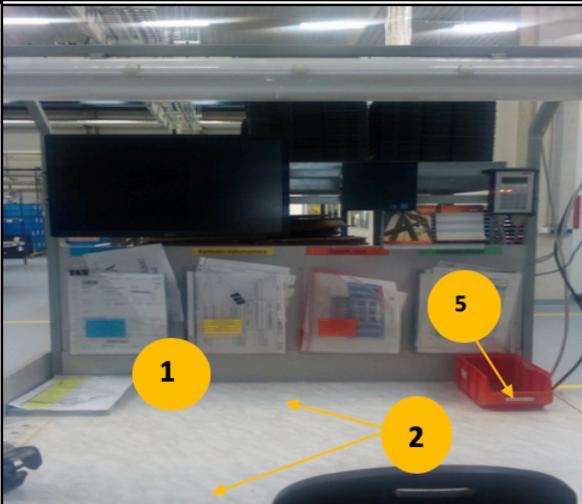
4.1 Standard pracoviště a jeho údržby

Standardy pracoviště a samostatné údržby byly vypracovány dle metodiky jednobodové lekce (z angl. One Point Lesson) takovým způsobem, aby pomáhaly pracovníkům při plnění jejich úkolů, ale také s ohledem na případné zaškolení nových operátorů. Snahou bylo zachovat strukturu těchto plánů v poměru 80 % vizuálních informací pomocí fotografií a 20 % pomocí textu. Dalším kritériem byla jeho srozumitelnost, tedy délka max. dvě strany A4, aby seznámení s ní trvalo mezi pěti a deseti minutami.

Pracovní návody byly založeny jako řízená dokumentace, tím se dosáhne toho, že při změně bude patrné kde a k jakým změnám došlo a na pracovním místě bude vždy aktuální verze dokumentu. Návod pro autonomní údržbu stroje 1004703 lze vidět v Příloze G,H.

	Pracovní návod: Autonomní údržba 1004703	PN 7.5-7-90 Počet stran: 2
---	---	--------------------------------------

	BOZP ! Při údržbě je nutné dodržovat zásady bezpečnosti práce, používat předespané ochranné pomůcky, dle charakteristiky pracoviště a údržbu provádět jen při vypnutém stroji
---	---

Denní údržba	
proved' vždy na konci každé směny – zaznamenej do checklistu	
<p>1</p> <p>Pracovní stůl</p>  <ul style="list-style-type: none">- Uklidit zbylý materiál z pracovní desky- Uklidit osobní nápoje- Založ dokomunetaci na své místo	
<p>2</p> <p>Deska pracovního stolu</p>  <ul style="list-style-type: none">- Setřít z desky pracovního stolu nečistoty a prach <p>Pomůcky: Brilla, modrý papír</p>	

Obrázek 4-1 Ukázka Standard autonomní údržby pracoviště 1004703 [vlastní]

- **Checklist provedení údržby**

Pro checklist byl využit formát, který podnik používal pro záznam krátkodobé držby. Došlo k jeho přepracování, seznámení se změnou u všech operátorů a mistrů na jednotlivých směnách.

Do checklistu viz. Příloha I byl také doplněn sloupec, kam operátor stroje může zaznamenat případnou abnormalitu na stroji, aby došlo následně k jejímu odstranění, nebo úpravě nejen samostatné autonomní, ale případně také preventivní údržby. Další možností je záznam zlepšovacího nápadu na List s nápady vyvěšeným na tabuli Shopfloor Managementu.

		Checklist údržby pro autonomní údržbu:			
Použité oleje a mazací prostředky:					
Speciální místa na mazání	Avilub Gleitbahnöl CG 68			Upozornění: Provedení údržbové oj nepoužívejte kříž	
Osazovací podavač	Avilub Gleitbahnöl CG 68				
Mazání sloupků	RSU 220				
AUTONOMNÍ ÚDRŽBA - ÚDRŽBA PROVÁDĚNÁ OBSLUHOU					
Rok	1	2	3	4	5
2020	Všeobecně	Paletky	Buňka 1700	Všeobecně	Buňka 1700
	Buňku, Rudler, pracovní místo	Očištění, vyfoukání paletek	kontrola oleje na všech	Buňku, Rudler, pracovní místo	vyčistit filtr na buňkách
	standart úklidu - denní P.N 7.5-7-91	PN 7.5-8-103 č.303	1.Nutnost zavřít vzduch při doplnění 2.doplnit olej 3.Otevřít vzduch P.N 7.5-8-103 č. 309	standart úklidu -týdenní P.N 7.5-7-91	PN 7.5-8-103 č.308
	obsluha	obsluha	obsluha	obsluha	obsluha
	10 min	10 min	při provozu	5	5
KW	Den	každá směna	1 x denně, ranní směna	1 x týdně, ranní směna	1 x týdně, ranní směna
9	Po.				
	Ut.				
	St.				
	Čt.				
	Pá.				
	So				

Tabulka 4-1 Ukázka - Checklist provedení autonomní údržby pracoviště 1004762 [vlastní]

- Školící matice

Jak již bylo několikrát zmíněno, cílem autonomní údržby je oddělit jednoduché úkoly od oddělení údržby a dát je na zodpovědnost výrobě. Kvalifikace výrobního operátora je v tomto případě velmi důležitá. Čím je operátor stroje kvalifikovanější, tím na něj lze přenést více složitějších údržbářských činností. Proto je potřeba mít vypracovanou matici, kdo koho a jak v systematické údržby školí, jelikož již do této systematiky vstupuje také výrobní oddělení.

V případě firmy ept connector s.r.o. to zlehčuje fakt, že se jedná většinou o jednoúčelové stroje, kde si operátoři svoje činnosti mohou zautomatizovat. Lze tvrdit, že v některých případech je operátor již lepší než technik údržby, proto nutnost menších servisních zásahů oddělením údržby na stroji může časem klesat.

Z hlediska zajištění školení je možné jeho provedení buď interními pracovníky nebo externě. Dle [14], činnosti samostatné neboli autonomní údržby je vhodné zpravidla školit nadřízeným pracovníkem. Činnosti interní údržby, které provádějí seřizovači, resp. nástrojaři je vhodné školit pracovníkem, který dané zařízení navrhl, externím technikem, popř. přímo výrobcem.

Typ údržby	Způsob školení	Vedoucí oddělení výroby	Vedoucí oddělení údržby	Mistr výroby	Pracovník kvality	Pracovník inženýringu	Seřizovač	Externí technik, kvalitař
Autonomní údržba oddělení výroby	prováděná operátorem	●	●	X	X	–	●	–
	prováděná mistrem	–	X	–	X	X	X	–
Oddělení údržby a nástrojárny	prováděná seřizovačem	–	●	–	–	X	–	X
	prováděná nástrojařem	–	–	–	–	X	–	X
Externí (Peiting apod.)	prováděná externím specialistou	–	–	–	–	–	–	–

X primární
● sekundární
– neaplikováno

Tabulka 4-2 Matice školení [upraveno dle 14]

Záznamy o dosažené kvalifikaci je nutné dále evidovat a pro potřeby řízení zaznamenávat do kvalifikační matice. Z tohoto důvodu došlo také k její aktualizaci. V té je nyní možné rozeznávat stupeň každé znalosti také pro autonomní údržbu.

4.2 Náklady na údržbu a předpoklady k jejich snížení

Dle [1] je možno náklad všeobecně v podniku definovat jako „v penězích vyjádřenou spotřebu hmotných a nehmotných statků, které jsou nutné na uskutečnění určitých výkonů“. Pod pojmem statky rozumíme materiál, energii, zařízení a stejně tak i lidskou práci nebo informace. Lze tedy říci, že pomocí nákladů lze vyčíslit, kolik stojí uskutečňování a realizace určitého výkonu, sloužící jako syntetický ukazatel kvality práce podniku.

Norma EN 15341 (Údržba – Klíčové indikátory údržby) nabízí výčet nákladů, které je potřeba zahrnout do nákladů na údržbu, níže je uveden jejich částečný výčet: [16]

- Náklady na konzultační služby.
- Náklady na činnosti údržby.
- Náklady na dodavatele, na pronajatá zařízení.
- Náklady na náhradní díly a spotřební materiál.
- Náklady na software.

V systematické údržby jde nezanedbatelný článek a z tohoto výčtu bude provedena analýza v podniku.

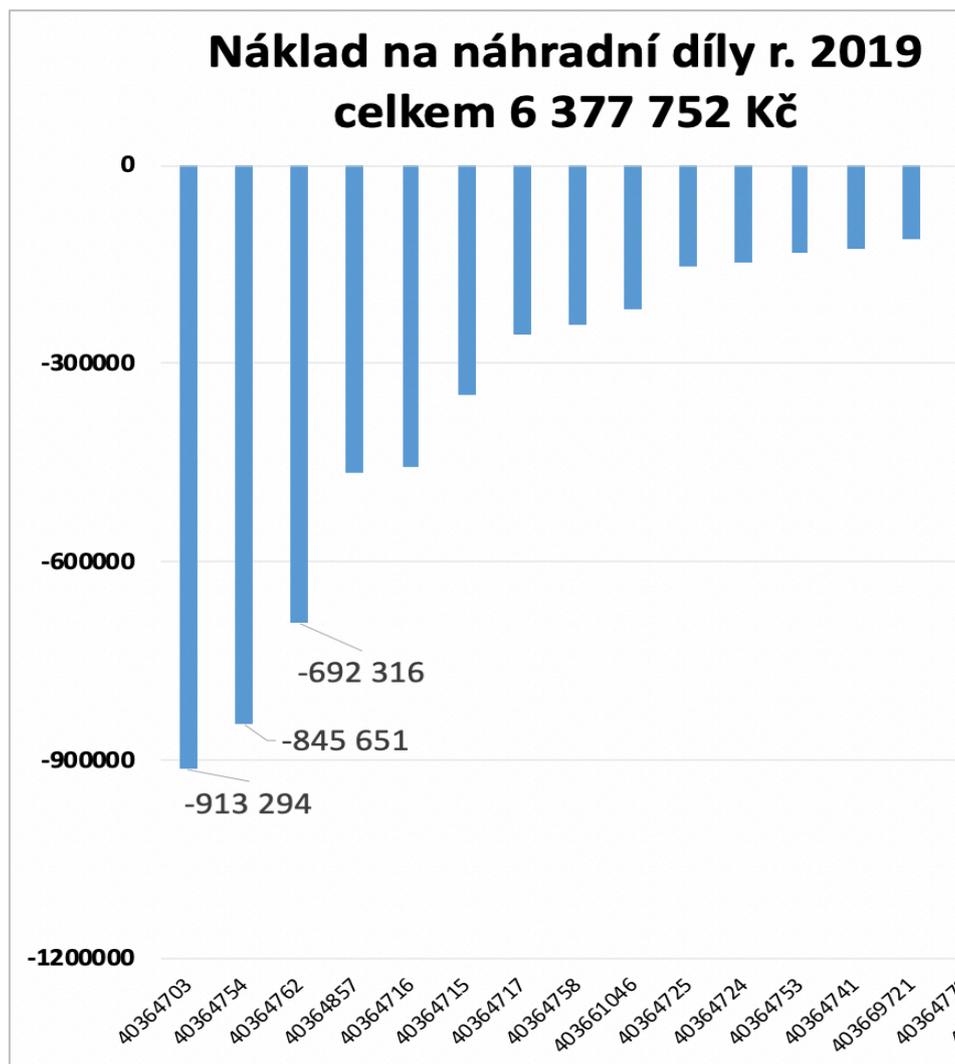
• Určení hlavních nákladů

Cílem je snížení variabilních nákladů min. o 5 %, proto bylo nutné získat data, která jsou v tuto chvíli co nejlépe dostupná, vypovídající, nejsou drahá a na jejich základě určit nápravná opatření. Byla tedy svolána schůzka řešitelského teamu ve složení vedoucího Údržby, vedoucího oddělení Automatů (předpokladem bylo, že řešení této problematiky bude probíhat na tomto oddělení), podnikového controllera (který měl data poskytnout, nebo poradit odkud je lze čerpat) a autora diplomové práce. Na schůzce bylo domluveno prověřit tyto okruhy:

- Spotřeba náhradních dílů na jednotlivých strojích.
- Počet nahlášených hodin (servisních zásahů na poruchách) seřizovačů na strojích.
- Z podnikového MES systému Hydra denní sledování poruch a využití stroje na strojích vždy ráno za 24 h zpětně.

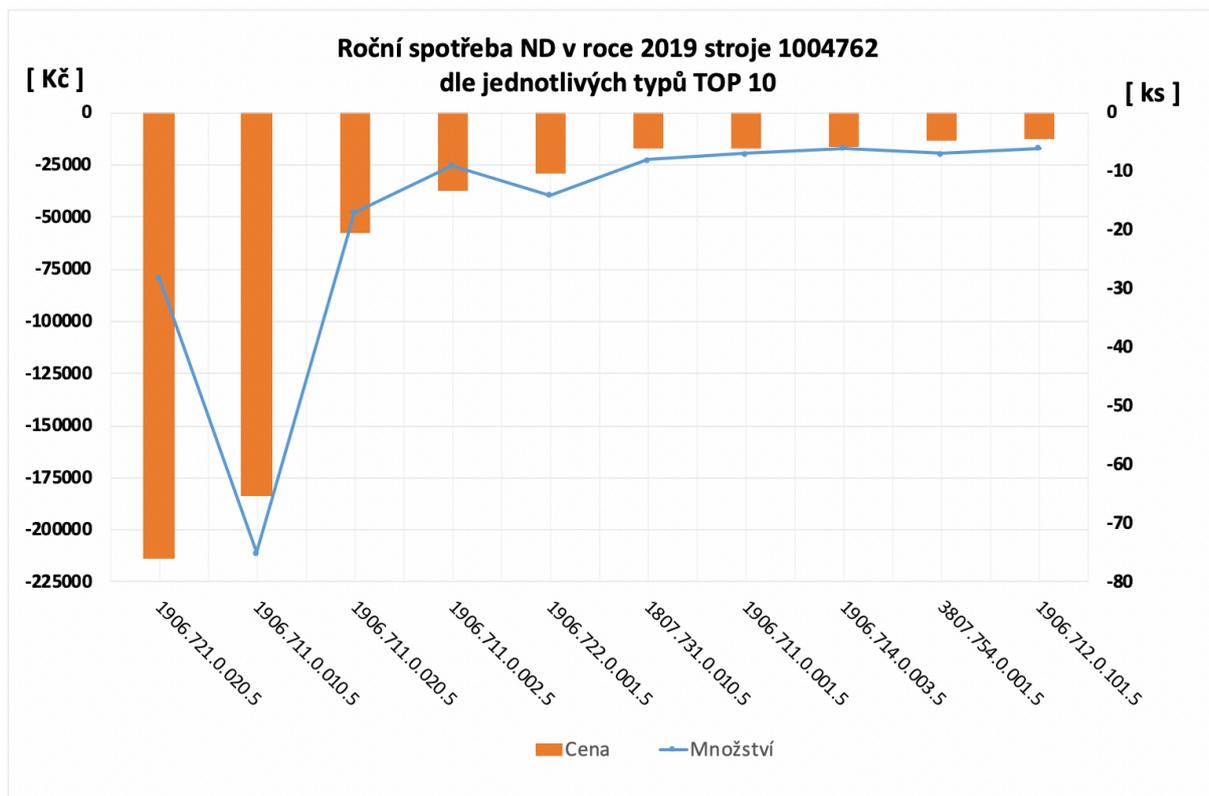
- **Spotřeba náhradních dílů**

S výhodou bylo využito toho, že má firma dobře vedený sklad náhradních dílů, který je zabezpečený proti neřízenému odběru elektronickým zámekem, řízeným softwarem s přihlášením a je spárovaný s ERP systémem. Od controllera byly získána data ze SAP o jejich spotřebě. Ta byla následně analyzována a rozdělena podle největší spotřeby. Jak je patrné z grafu 4-1, jedny z největších (TOP 3) nákladů mají stroje 1004703, 1004754 a 1004762. K další analýze byly s výhodou zvoleny stroje 1004703 a 1004762, na kterých již probíhala pilotní změna autonomní údržby, a bylo tak možné body zpracovávat kontinuálně společně.



Graf 4-1 Spotřeba náhradních dílů na jednotlivých strojích [vlastní]

Na zvolených strojích bylo následně přistoupeno k detailnější analýze spotřeby a typu náhradního dílu dle jeho ceny a počtu výběrů z toolboxu k tomu, aby mohlo být identifikováno slabé místo a přistoupeno k nápravným opatřením.

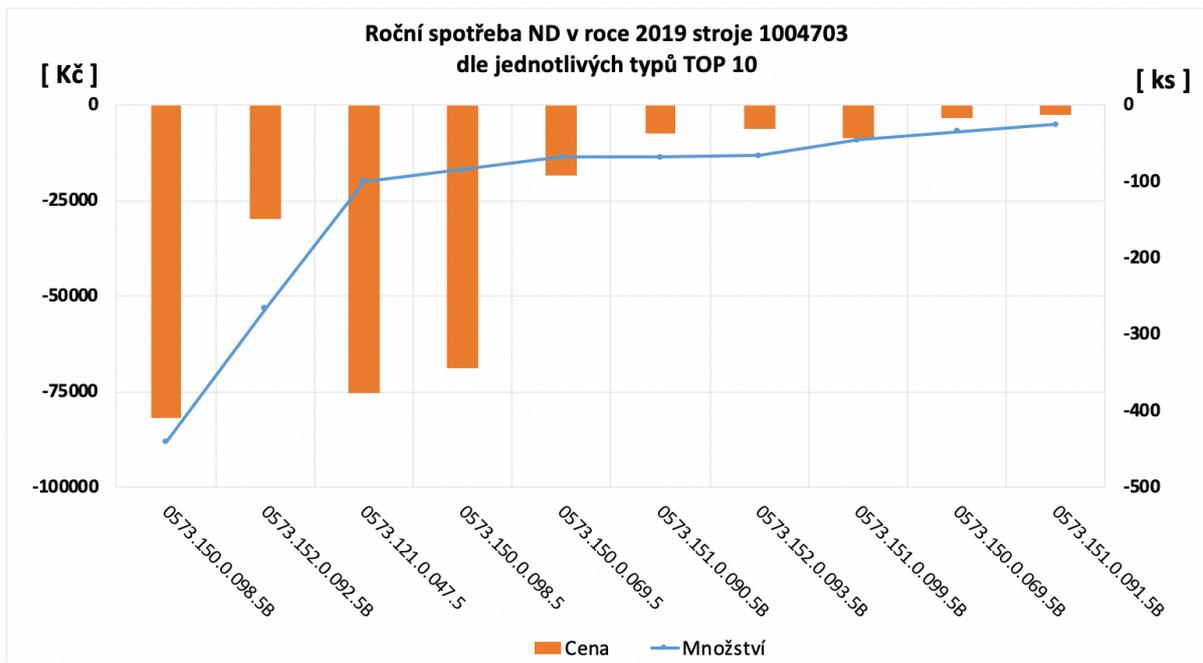


Graf 4-2 Spotřeba ND stroje 1004762 [vlastní]

Z grafu 4-2 je patrné, že největší spotřebu (TOP 3) mají díly 1906.721.0.020.5 (Bestückung / Teilestütze 1), 1906.711.0.010.5 (Bestückkamm) 1906.711.0.020.5 (Bestückung / Teilestütze 2) celková cena těchto dílů je 454 864Kč, což je 62 % z celkových nákladů za náhradní díly.

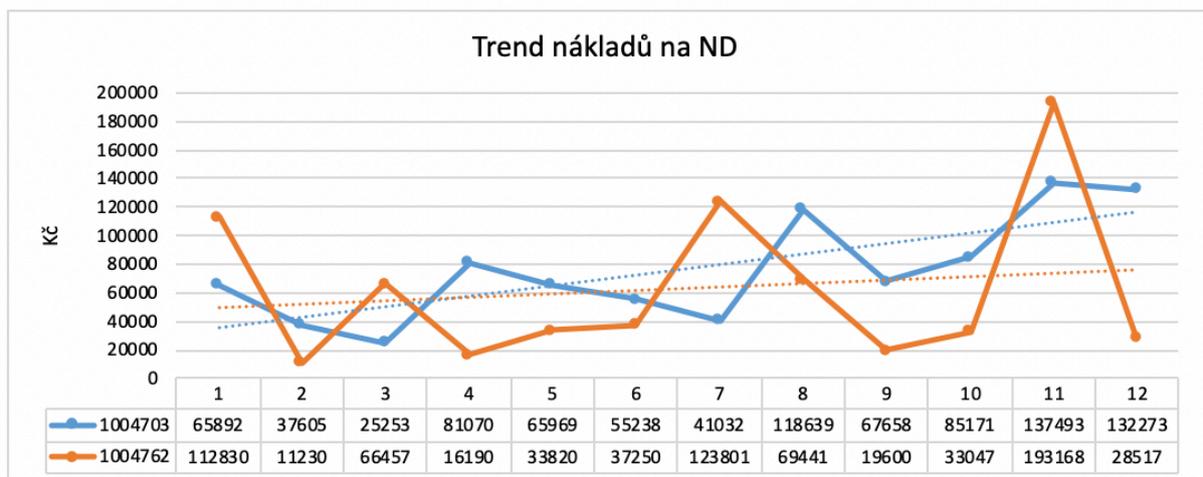
Obdobná analýza proběhla u stroje 1004703, kde je z grafu 4-3 patrný poněkud jiný fenomén ve spotřebě, a tedy výběru položek (TOP 3). Náhradního dílu 0573.150.0.075.5 (Einsatz unten a) bylo spotřebováno pouze 24ks, je však extrémně drahý, dále 0573.150.0.098.5B (Montierstempel abc schleifen) a 0573.121.0.047.5 (Bandeinzugs-Klinke re). Celkově tyto díly tvoří, se svou hodnotou 429 990 Kč, 47 % nákladů na náhradní díly.

Zajímavou se ještě jevila položka 0573.150.0.098.5 (Montierstempel abc neu), která představuje nový díl k přestřehnému, tzn. opravovanému dílu s přívlástkem „B“, zmiňovaným v textu výše. Celková spotřeba tohoto „nového dílu“ byla 68 919Kč.



Graf 4-3 Spotřeba ND stroje 1004703 [vlastní]

Ke zjištění trendu spotřeby na zvolených strojích, byly analyzovány náklady za náhradní díly na měsíční bázi. Výhodou bylo, že stroje jsou prakticky po celý rok vytížené rovnoměrným, třísměnným provozem v 15 směnách, tzn. že nebylo nutno brát v potaz výkyvy ve vytížení strojů a tím i možné nižší, resp. vyšší spotřebě náhradních dílů. Z grafu 4-4 lze vyčíst, že trend nákladů roste.



Graf 4-4 Trend nákladů spotřeby ND [vlastní]

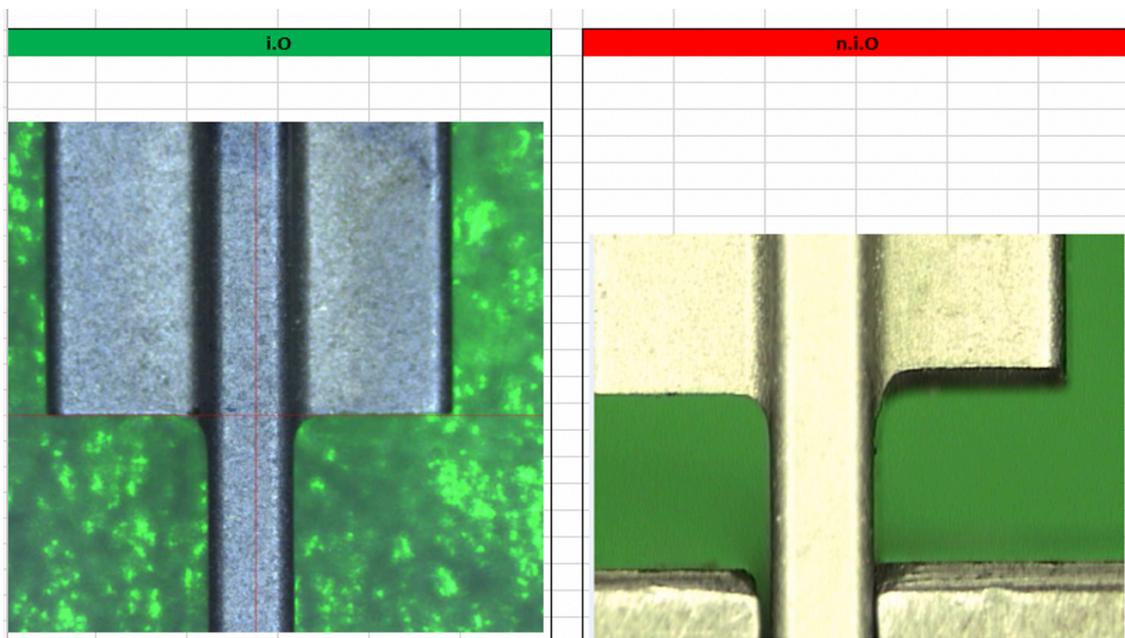
- **Měření dílů**

Shrnutím provedených analýz byly vytipovány náhradní díly, které mají vysokou spotřebu, nebo cenu. Dalším provedeným krokem byl pohled na obrátkovost dílů v toolboxu (skladovém systému) tak, aby bylo možné identifikovat problém s velkou spotřebou tj. „zjistit, jaké okolnosti vedou k tomu, že se tento díl znehodnotí“. Byla zavedena tato opatření:

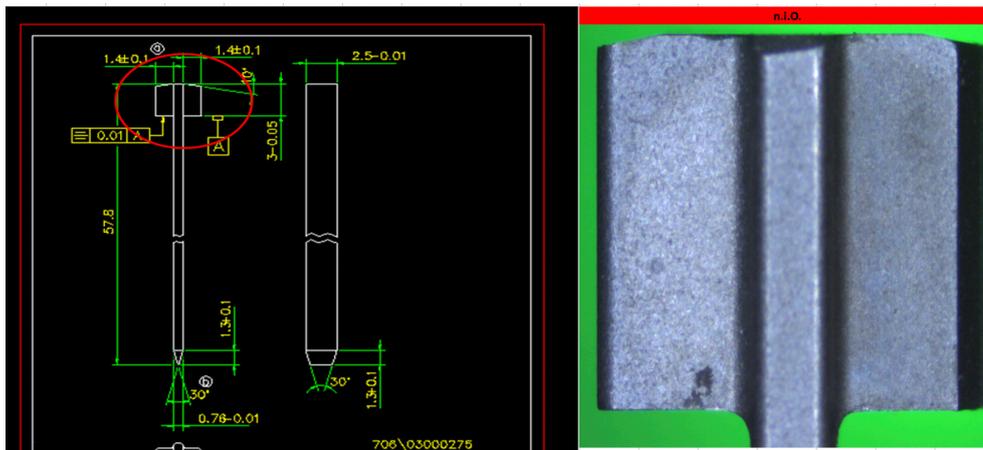
- Při výměně poškozeného náhradního dílu díl ihned nevyhazovat, ale uchovat pro další analýzu, např. pro špatně navrženou konstrukci, špatně zvolený toleranční řetězec apod.
- Vybrané díly, uložené v toolboxu, podrobit kvalitativní prohlídce, jelikož z pohybů v toolboxu příjem/výdej byly zjištěny opakované pohyby dílů „z“ a „do“ toolboxu v rámci jedné hodiny několikrát.

Z rozhovorů se seřizovači, kteří takto s náhradními díly opakovaně manipulovali, bylo zjištěno, že důvodem k tomuto jednání je zkoušení, zda díly dobře zapadnou do protikusu a pokud ne, vrací jej zpět. Tím se ve skladu kumulovaly díly, které byly nějakým způsobem nekvalitní. Druhým extrémem bylo dopracovávání dílu na správný rozměr přímo seřizovačem, to mělo samozřejmě za následek delší odstávku stroje z důvodu čekání na tento díl. Dokonce se stávalo, že některé „špatné“ díly byly vyhozeny a tím samozřejmě rostla jejich spotřeba.

S oddělením měřících techniků byla tedy vypracována metodika kontroly kvality. První výsledky lze pozorovat na obrázku 4-2 a obrázku 4-3, kde se jedná o razník, jehož rozměrové tolerance mají ležet v řádu setin.



Obrázek 4-2 Razník, vlevo dobře, vpravo chybně [vlastní]



Obrázek 4-3 Uložení razníku vlevo – výkres, vpravo realita [vlastní]

- **Nápravné opatření ke snížení spotřeby**

Nápravnými opatřeními jsou:

- Zavedená kontrola těchto dílů, vytvořením kontrolního formuláře pro nástrojárnu. Tento dokument vytvořilo oddělení Inženýringu ve spolupráci s vedoucím Nástrojárny. Jednotliví nástrojářů byli s touto problematikou náležitě seznámeni a proškoleni.
- Nástrojárna zahrnuta do interní systematiky vyhodnocování reklamací – tzn. že pokud se vyskytne špatný náhradní díl, bude vystavena interní reklamáce, tj. výroba reklamuje díl oficiálně skrze pracovníka kvality Nástrojárně. Na pravidelných setkáních se pak vyhodnocují důvody a nápravná opatření k zamezení opakování problému.
- Ve spolupráci s konstruktérem se provádí analýza výkresové dokumentace a opotřebených náhradních dílů pro určení slabého místa na dílu. Návrhem opatření je konstrukční změna, případně změna tolerancí, či rozměrů.

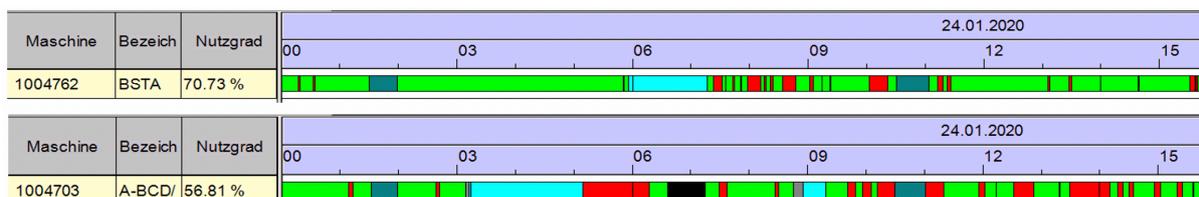
ept connector s.r.o.		MĚŘÍCÍ PROTOKOL - NÁSTROJÁRNA				FO 7-6-0-05	
Číslo výkresu	1906.721.0.020.5	Číslo zakázky:				Počet měřených kusů je závislý na počtu kusů zadané v zakázce s odkazem na tabulku Četnost měření.	
Název součásti	Bestückung/Teilestütze	Počet kusů:					
Index změny	2	Poznámka:					
Pozice na výkrese	Rozměr	Předeps. měřidlo	Měření provádí	Naměřená hodnota	Status OK/NOK	Podpis (Os.číslo)	
C2	69,6	VÝ	Operátor				Předepsané měřidlo
			Kvalita				
B2	69,6	TM	Operátor				Posuvné měřidlo
			Kvalita				PM
C4	0,76	KM	Operátor				Třmenový mikrometr
			Kvalita				TM
C3	0,7 0,05/0	VÝ	Operátor				Koncová měřka
			Kvalita				KM
C4	2,16	TM	Operátor				Válečkový kalibr
			Kvalita				VK
C4	32°	MI Vizuálně	Operátor				Mikroskop
			Kvalita				MI
			Operátor				Výškoměr
			Kvalita				VY
Datum		Revize	Zhotovil	Schválil	Převzal	Strana	
26.02.2020		A				1 z 1	

Obrázek 4-4 Měřicí protokol odd. Nástrojárny [12]

4.3 Rozbor strojních poruch a zásahů seřizovačů

Jak bylo řečeno v úvodu, podnik ept connector s.r.o. využívá jako hlavní ukazatel Stupeň využití stroje, který lze buď sledovat na dlouhodobé bázi jako výšečový graf, nebo na denní bázi jako Ganttův diagram. Z Ganttova diagramu je možné vyčíst průběh jednotlivých směn.

Na obrázku 4-5 lze vidět stupeň využití u stroje 1004762 58,31 % a 1004703 70,73 % (z cílových 80 %), dále pak jsou patrné červené časové intervaly, které znamenají poruchu nebo prostoj a je potřeba se na ně soustředit. Ovšem problémem bylo rozklíčování jednotlivých důvodů těchto přerušení a k nim přijetí nápravných opatření. Zelené intervaly znamenají běh stroje a produkci, modré přestavbu a černé jiný problém, např. chybějící materiál.



Obrázek 4-5 Časový průběh směny z MES systému [vlastní]

- **Status stroje**

V první fázi projektu byla nastavena systematika úrovně jednotlivých strojních celků a kategorizace jednotlivých činností. K tomu bylo nutné upravit statusy hlášení do MES systému, aby je následně bylo možné dobře identifikovat v Ganttově diagramu na denní bázi a případně i na dlouhodobější bázi pomocí výšečového grafu, a přijímat tak nápravná opatření např. v podobě úpravy systému údržby.

Tabulka 4-3 byla rozšířena o další události (žluté) a oprávnění, kdo může jednotlivé statusy zadávat.

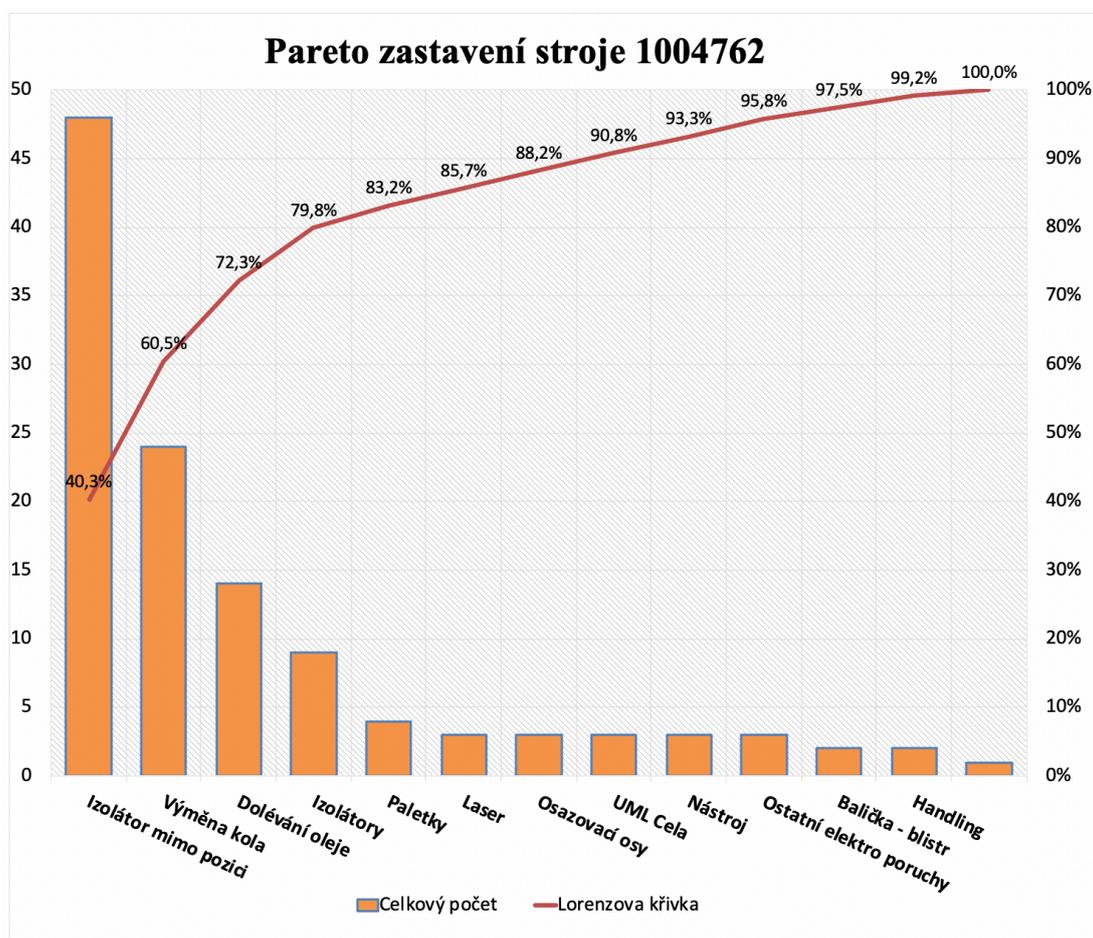
Událost	Popis	Zadává
Výroba	pouze automaticky spuštěním stroje, nelze zadat manuálně operátorem	automaticky
Porucha seřizovač	oprava mechanické části	seřizovač
Porucha elektro	oprava elektrické části	elektrikář
Příprava zakázky	příprava dokumentů, měření prvního kusu	operátor
Přestavba	změna na jiný artikl, vykonávaná seřizovačem, nebo obsluhou	operátor, seřizovač
Jiné prostoje	chybějící materiál apod.	automaticky, pokud není jiný status
Není směna/volno	není plánovaná zakázka	operátor
Problém kvality	Stroj nevyrábí shodné díly	operátor schvaluje mistr
Porucha nástrojař	problém s nástrojem	nástrojař
Plánovaná údržba	Plánovaná autonomní nebo preventivní údržba	seřizovač, nástrojař, operátor
Měření OGP, SPC	Měření dílů na mikroskopu nebo pracovníkem SPC	operátor, seřizovač

Tabulka 4-3 Statusy do MES systému [vlastní]

- **Detailní sledování stroje**

K tomu, aby bylo zjištěno, kde vznikají největší časové ztráty na strojích bylo zavedeno detailní sledování stroje a jeho prostojů přímo na výrobní lince. Sledování prováděli přímo seřizovači a operátoři, kteří byli seznámeni, k jakému účelu budou data sloužit a jak je na papírový flipchart, přistavený u stroje, zapisovat. Na tomto formuláři byly sledovány tyto atributy:

- Číslo výrobku.
- Důvod zastavení (porucha/chyba).
- Odstranění poruchy, chyby (jakým způsobem).
- Počet zastavení.
- Čas prostoje.



Graf 4-5 Četnost poruch na stroji 1004762 [vlastní]

Každý den ráno se odpovědný tým za stroj v tomto složení: vedoucí oddělení Automatů, průmyslový inženýr, pracovník kvality, seřizovač a autor diplomové práce, sešli u tohoto flipchartu. Výstupem schůzky byl vždy zápis, ze kterého byl vytvořen akční plán vedoucí k odstranění nejčastějších problémů a poruch, kontrola správnosti a nastavené četnosti preventivní údržby na stroji. K tomu byla vytvořena Paretova analýza s Lorenzovou křivkou, jak je patrné z grafu 4-5.

Dalším podkladem ke schůzce byl časový záznam produkce stroje v podobě Ganttova diagramu, ve kterém se porovnávaly záznamy flipchart x MES a tím kontrolovala funkčnost nastavení nových statusů.

Z analýz u obou strojů vyplynuly tyto hlavní problémy či poruchy viz. Tabulka 4-4:

Číslo	Stroj	Popis problému	Místo na stroji	průměrná doba prostoje/jeden zásah	průměrná četnost/směna
1	1004762	Izolátor mimo pozici	Kontrolní stanice	15min	3
2	1004762	Výměna kola s kontakty - doplňování materiálu	Montážní buňka	10 min	2,5
3	1004762	Dolévání oleje k mazání osazovacího nástroje	Montážní buňka	5 min	2
4	1004762	Izolátory - výměna izolátoru z různých vstřikovacích nástrojů, seřizování pozice	Kontrolní stanice	30 min	0,2
5	1004703	Prasklá matrice v nástroji	Nástroj	40 min	0,2
6	1004703	zlomená osazovací jehla	Nástroj	15 min	2
7	1004703	zanesená transportní páska	Stroj	5min	1

Tabulka 4-4 Rozbor nejvýznamnějších problémů na stroji [vlastní]

Pro informaci a doplnění:

K odstranění problémů obsažených v tabulce 5-2 byla použita metoda moderovaného workshopu s brainstormingem a bylo dosaženo těchto závěrů:

Stroj 1004762:

Bod 1 Příčina: Špatné načasování robotické ruky Epson a otočného stolu – ruka odkládá izolátor na nosič a někdy jej špatně založí.

Opatření: Programátoři kontaktují kolegy (vývojáře) v mateřském závodě a pokusí se upravit program a časování.

Bod 2 a 3 Příčina: V návodu ke stroji chybí instrukce o tom, že činnosti lze provádět při běhu stroje a nemusí docházet k zastavení stroje.

Opatření: Doplnit instrukci a seznámit operátory u stroje

Bod 4 Příčina: Izolátory jsou produkovány na dvou vstřikovacích nástrojích a liší se nepatrně pro zákazníka v méně důležitých rozměrech, pro chod stroje však zásadních.

Opatření: Oddělení vstřikování plastů bude viditelně označovat hotové výrobky číslem nástroje, zásobování bude zavázet ke stroji vždy izolátory pouze z jednoho nástroje.

Programátoři doladí měřicí programy tak, aby nedocházelo k problémům při výměně izolátorů produkovaných s jiným vstřikovacím nástrojem.

Stroj 1004703:

Bod 1 Příčina: Zjištěna špatná kvalita vstupních dílů, špatné rozměry, poškozené hrany.

Opatření: Založení měřicího protokolu, sledování kvality dílů

Bod 2 Příčina: Nebyla stoprocentní shoda, pravděpodobně křehký a rozměrově náročný díl.

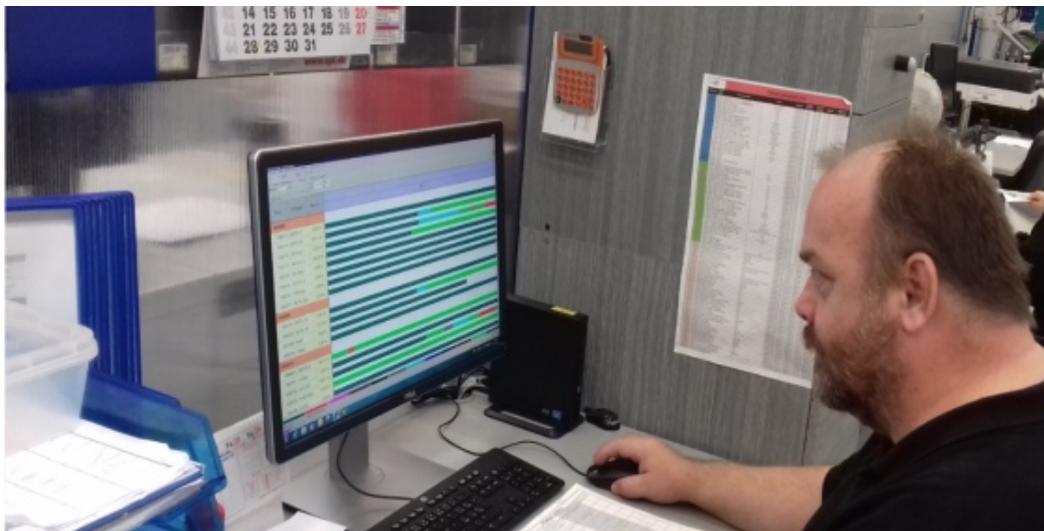
Opatření: Pokus díly povlakovat metodou PVD

Bod 3 Příčina: Transportní páska má vyšší rychlost vůči posunu izolátorů v osazovacích stanicích, proto vzniká nepatrný otěr a tím jemný prach.

Opatření: Zavedení čištění pásku do denní autonomní údržby.

- **Organizační zajištění**

Po zavedení nápravných opatření bylo nutné organizační zajištění celé problematiky. Zodpovědnost za využití stroje byla částečně přenesena na mistry výroby, důvodem je, že jsou ve firmě přítomni na každé směně a jsou hlavním řídicím článkem na odpolední a noční směně plánují autonomní údržbu dle pokrytí stroje zakázkami. Na pracovišti mistra výroby byl zřízen modul MES systému – sledování strojového parku v reálném čase.

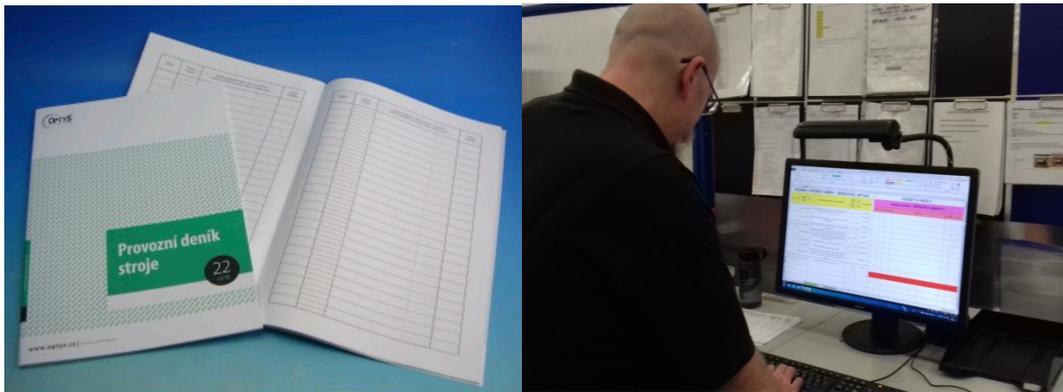


Obrázek 4-6 On-line sledování Ganttových diagramů výkonu strojů [vlastní]

Dalším krokem bylo zrušení papírových Provozních deníků stroje a zavedení elektronické verze v podobě jednoduchého Excel sešitu. Důvodem ke zrušení byla špatná evidence zásahů v tomto deníku, spousta chybějících záznamů, ze kterých se nedala čerpat data o vývoji poruch, zásahů apod.

Podstatnou výhodou se nyní jeví:

- Seřizovači mají při předání směn aktuální přehled o strojovém parku, případně nedořešených provozních problémech, opravách na strojích.
- Ze záznamů lze čerpat další data pro identifikaci úzkých míst na strojích a přijímat nápravná opatření
- Vedoucí údržby přejímá zápisy z deníků na ranní poradu Shop Floor Managementu a informuje tak ostatní nevýrobní oddělení např. oddělení kvality, ingeneeringu a zakázek. Tímto mají všichni stejný informační stupeň a mají možnost nedořešený problém eskalovat.



Obrázek 4-7 Přechod od papírového Provozního deníku k elektronickému [vlastní]

4.4 Softwarové řešení řízení údržby

Dle [1] úspěšné řízení údržby, je založeno na úplné dokumentaci všech souvisejících činností. Dobře fungující efektivní systém údržeb musí být plánovaný a dobře dokumentovaný. Faktorů, které je třeba dokumentovat a následně pak pravidelně analyzovat je ohromné množství, což si ve většině případů vynucuje využití informačního systému údržeb.

Jak tvrdí [3], shromáždit data, byť jen pro triviální analýzy, je z papírové dokumentace velmi pracné, často i nemožné, mnoho údržeb evidováno vůbec není, nebo mají neúplné záznamy. Praxí je dostatečně ověřená skutečnost – pokud údržbář ví, že jeho činnost může být snadno zkontrolována (analýzou z informačního systému), chová se výrazně zodpovědněji než za stavu, kdy si je oprávněně téměř jist, že kontrola prakticky není možná (záznamy na papírech).

Informační systém údržby má tedy za cíl:

- usnadnit a zpřehlednit procesy dokumentace dat z údržby.
- podporovat procesní přístup.
- systémový přístup řízení.
- lépe umožnit neustálé zlepšování systému údržby.

Přínosem informačního systému je pak:

- pořádek v dokumentaci o údržbách a činnostech s údržbou spojených.
- úspora času při přípravě a realizaci údržeb.
- úspora lidských zdrojů.
- rychlá eliminace slabých míst.

- **Podmínky pro pořízení informačního systému**

Před výběrem informačního systému je nutné mít velmi dobře promyšlenou strategii údržby a informační systém zvolit na základě konkrétně navrženého konceptu a zadání podniku. Nelze počítat s tím, že zakoupením softwaru je vše vyřešené. Je nutné mít nastaveny základní báze a mít zodpovězeny tyto základní otázky [3]:

CO: budeme udržovat stroje, nástroje apod., včetně jejich cyklů údržeb, diagnostická měření pro prediktivní údržbu.

KDY: intervaly jednotlivých údržeb, varovných diagnostických signálů.

KDO: báze pracovníků údržby a jejich kvalifikace, firem pro externí zásahy.

JAK: návody, postupy, pomůcky, nářadí.

ČÍM: materiály, náhradní díly, prostředky.

ZA KOLIK: báze nákladů na údržbu, včetně jejich členění.

Jelikož s volbou softwaru souvisí shora uvedené aspekty a nutnost mít připravenou co nejúplnější vizi o funkcích aplikace k tomu, aby bylo sníženo riziko pozdějších finančních vícenákladů, budou představeny základní popisy informačních systémů.

Vývojem softwaru pro údržbu se zabývá mnoho firem po celém světě. Proto je výběr zúžen na české výrobce.

4.4.1 Palstat CAQ – modul Údržba

Společnost Palstat s.r.o. sídlí ve Vrchlabí a na trhu je již od roku 1992.

Software Palstat není informační systém pro řízení údržby, jde o ucelený CAQ systém řízení kvality, který obsahuje modul Údržba. Do výběru byl zařazen pro jeho dlouhodobé působení na trhu a oblíbenost v mnoha významných velkých společnostech nejen u nás, ale i za hranicemi. Za zmínku stojí Škoda a.s., Magna Cartech, Panasonic, Continental, Denso aj. Nelze ovšem říci, že systém používají kvůli modulu pro softwarové řízení údržby.

Údržba má další základní členění do tří samostatných modulů: Stroje, Nástroje, Výdejna. Samozřejmostí je reporting ze všech tří modulů, nebo lze rozšířit o automatické rozesílání informací a přehledů pomocí e-mailu, nebo sms.

Plánování	Monitorování	Neshody	Metrologie	Údržba	Události	Audity	Dokumentace	Procesy	Propojení
FMEA	Vstupní kontrola	Global 8D Report	Měřidla	Stroje	Úkoly	Audity	Řízení dokumentů	Procesy	Hardware
Díly	Výstupní kontrola	Reklamacce	MSA	Nástroje	Kontakty	Audit výrobku	Externí dokumentace	Výcvik	Drivery
Kontrolní a technické postupy	Mezioperační kontrola	Hlášení neshod	Laboratoř	Výdejna	Archiv		Vývojové diagramy		ERP
Pracovní zakázky	SPC	Ishikawa			Reporting Designer		Digitální podpisy		CAQ Server
Vzorkování	Hodnocení dodavatelů								
Projekt									

Obrázek 4-8 Palstat CAQ nabízené moduly [17]

- **Modul Stroje**

V modulu Stroje lze zobrazit strukturu informací o strojích ve stromovém seznamu, okamžitý přehled o propadlých, či blížících se kontrolách, zobrazení odstavků a samozřejmě třídění informací. Dále obsahuje: [17]

Evidenci zařízení: seznamy strojů, nástrojů a zařízení, připojenou dokumentaci, sledování životního cyklu a stavu. Propojení na další informační systémy a vazbu na další informace v CAQ – kontrolní plány, vyráběné díly.

Preventivní údržbu: plánování kroků údržby, nastavení četností, popisy úkonů, přiřazení spotřebního materiálu, odepisování údržby a vyhodnocení, sledování přímých a nepřímých nákladů.

Údržba kontroly: naplánování a provedení preventivní údržby, rychlý přehled výsledků všech provedených kontrol, hodnocení přiřazených kontrolních kroků, přehled nákladů na jednotlivé kontroly preventivní údržby.

Opravy: hlášení závad, záznam průběhu opravy, evidence provedených prací, spotřeba náhradních dílů, sledování přímých a nepřímých nákladů, vyhodnocení MTBF / MTTR.

- **Modul Nástroje**

Modul Nástroje je určen pro evidenci nástrojů, u kterých jsou vyžadovány pravidelné kontroly (revize) a jsou evidovány opravy. V modulu je možno tvořit pro jednotlivé nástroje kontrolní návodky, podle kterých jsou přiřazovány (a vyhodnocovány) preventivní kontroly. Je možno zadávat a vyhodnocovat opravy. Modul obsahuje sklad náhradních dílů, které lze přiřadit k opravě. Může komunikovat s ERP systémem podniku. Mimo jiné obsahuje: [17]

Základní karta nástroje: jedinečné označení nástroje. Základní informace o nástroji, definování parametrů, dle kterých je třeba vyhledávat, třídít ap. Možno definovat nadřazenost nástrojů mezi sebou.

Preventivní kontroly: kde lze nalézt kontrolní návodky, plánování kontrol, vyhodnocení kontrol. Kontroly mohou být plánovány podle spotřeby životnosti nebo spotřeby času.

Životnost: dle počtu zdvihů, nebo na základě odváděné výroby.

- **Modul Výdejna**

Modul Výdejna je určen pro evidenci a evidování pohybu položek /nástroje, přípravky apod./, které se skladují ve výdejních. K náradí je možno tvořit kontrolní návodky a vyhodnocovat preventivní kontroly, vyhodnocovat opravy. Modul obsahuje sklad náhradních dílů, které lze přiřadit k opravě. Může komunikovat s ERP systémem podniku.[17]

Základní karta: Jedinečné označení položky. Definování parametrů, dle kterých je třeba vyhledávat, třídit ap. Informace o počtu kusů na skladě, předepsaném min. množství ap. Je-li evidován u položky jedinečný kus (např. vrtačka), jsou k základní ceně zařízení připočítávány náklady vznikající při vyhodnocení preventivních kontrol a oprav.

Pohyby: Funkce pro sledování pohybu jednotlivých kusů konkrétní jedinečné položky. Nákup, výdej, příjem, na opravu, z opravy, na kontrolu, z kontroly, odpis.

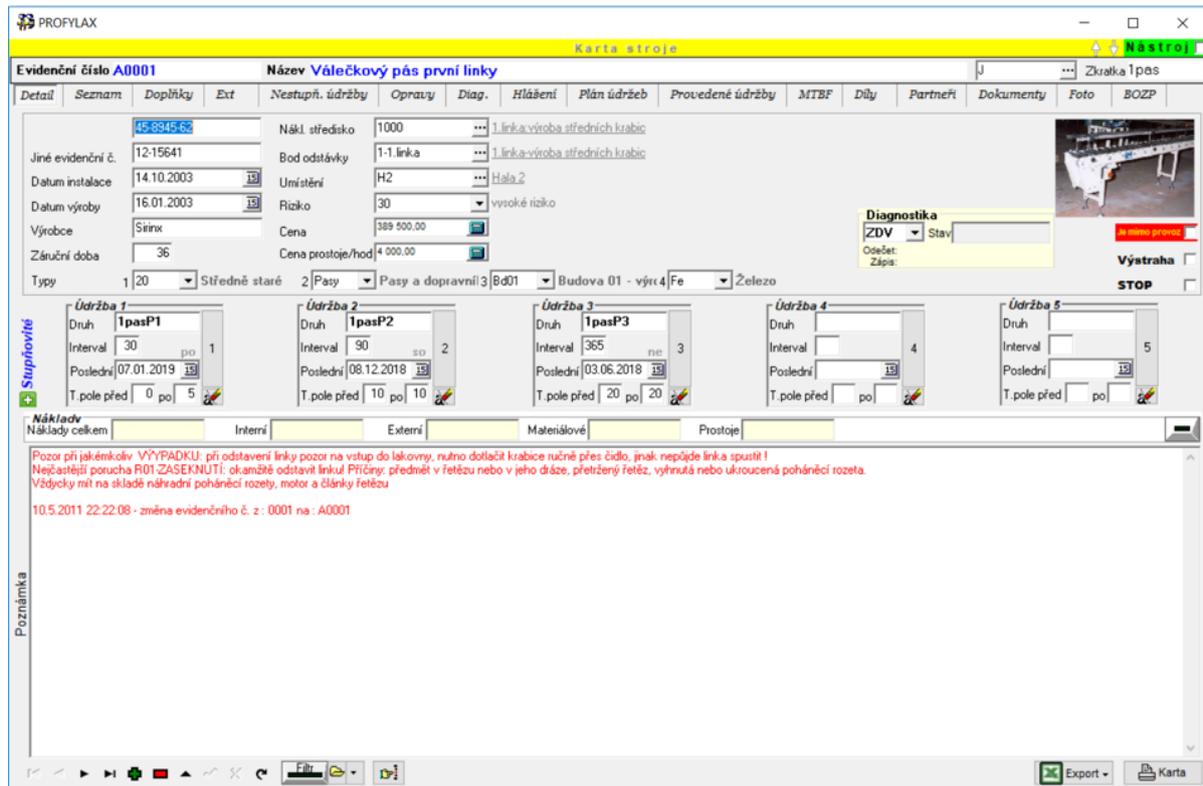
Náhradní díly: Seznam náhradních dílů s informací o ceně, minimálním nutným počtem a reálným počtem na skladě. U dílů je možno sledovat nákup, výdej je realizován výdejem při opravě. Je možno použít fixní cenu náhradního dílu, nebo cenu průměrovanou. Náhradní díly je možno přiřadit k určeným nástrojům.

4.4.2 Profylax

Společnost Profylax s.r.o. sídlí v Lovosicích a vznikla v roce 2017 odtržením od společnosti Ivar a.s. Produktem je software Profylax, který je také ryze český produkt, na trhu od roku 2004. Oproti Palstat CAQ jde čistě systém typu CMMS (computerized maintenance management systems) / EAM (enterprise asset management). Reference lze najít u společností TRW, Automotive Lightning, Magna automotive. Implementovanými moduly jako sklad, zakázky, objednávky, diagnostika. [18]

- **Karta stroje**

Stroj je základní entitou databáze údržby. Do karty stroje lze uvést všechno, co je o něm potřeba znát. Mimo předdefinované údaje lze využít neomezenou poznámku, přiřadit fotografii nebo návod k použití. Z karty se přistupuje k plánu i k historii údržeb a oprav. [18]



Obrázek 4-9 Karta stroje v systému Profylax [18]

- **Plánování**

Podle údajů v kartách strojů sestaví software automaticky plán údržeb a z něj i plán odstávek na zvolené období. Zobrazuje jej jako kalendář nebo podrobně v tabulkové podobě. Plánované akce lze ručně přesouvat na jiná data a přesun zůstane při přeplánování zachován. Plán lze tisknout v různých formách a ke každé akci lze vytisknout také pracovní příkaz. Při startu systému upozorňuje na aktuální údržby pro jejich včasnou přípravu. [18]

- **Provedené údržby**

Kompletní přehled všech provedených údržeb a nákladů na ně. Lze analyzovat, jak byly u stroje dodržovány intervaly preventivních údržeb, jaké byly u stroje opravovány poruchy, kdo prováděl předchozí údržbu apod. Zápis do provedených údržeb je velmi jednoduchý, nejčastěji se jedná o převedení pracovního příkazu do jiné formy jedním kliknutím. [18]

- **Sklad**

Náhradní díly a jiný materiál pro údržbu se přiřazuje k zadaným druhům údržby. Při plánování se kontroluje stav, při zápisu údržeb se potvrzuje spotřeba. Sklad údržby se obvykle vede v centrálním skladovém hospodářství – software lze k němu připojit. Samostatně lze nainstalovat modul Sklad. Umožňuje standardní skladovou práci: evidenci více místních skladů, vystavování příjemek, výdejek a převedek. [18]

4.4.3 S Maintenance

S Maintenance vyvinula softwarová a konzultační společnost Synergit s.r.o. založená v roce 2000, sídlící v Hradci Králové. Jedná se také čistě o systém (CMMS), řídicí systematiku údržby. Reference jsou u firem Magna, Mitsubishi Electric Automotive. Moduly. Které systém nabízí jsou logistika náhradních dílů, řízení dokumentace, plán údržby, počítačový kiosek. [19]

- **Náhradní díly**

Možnost synchronizace s podnikovým informačním systémem, operativní sledování pohybu zásob včetně použitých dílů a repase dílů. Systém poskytuje aktuální informace o dostupnosti náhradních dílů, umožňuje sledovat umístění zásoby, sériová čísla, apod. Systém umožňuje na základě výkazů výměn generovat výdejky přímo do skladové evidence ERP systému se specifikací nákladového střediska a určení přesného místa spotřeby ve stroji. [19]

- **Plán údržby**

Modul automatizovaně generuje periodické preventivní údržby po vypršení nastavené periody od posledního výkazu nebo příkazu dané činnosti. Pro jednu činnost lze kombinovat jednu časovou periodu s libovolným počtem period v jiných jednotkách, (strojové hodiny, cykly, počty výrobků, počty řezů apod.) generování do plánu nastane podle té, která vyprší dříve. [19]

- **Počítačový kiosek**

Rozhraní PC kiosku na vykazování údržby umožní pracovat údržbářům přímo se systémem bez "počítačových znalostí". Zobrazuje zásobník nesplněných činností údržby naplánované pro pracovníka, profesi nebo útvar kam pracovník patří, tyto činnosti lze zahájit a ukončit s automatizovaným měřením času údržby.

Pomocí kiosku lze nahlásit poruchu i ostatní požadavky údržby. V kiosku je také přístupná dokumentace ve formě obrázků, schémat, návodů apod. [19]

4.4.4 Hydra 8 – modul WRM

Produkt Hydra, je zařazen do výběru kvůli integraci v podniku ept connector s.r.o. a dle posledních informací bude stávající zastaralou Hydru 7 upgradovat právě na aktuální verzi Hydra 8, která má v sobě implementovaný modul WRM (Werkzeug und rerssource management). Hydra je produktem firmy MPDV Mikrolab GmbH a založena byla v roce 1977 v Německém Mosbachu. Jako reference lze uvést společnosti Phoenix Contact, WIKA Alexander Wiegand SE & Co. KG, Hansgrohe SE. [20]

Jde o typický příklad výrobního informačního systému (Manufacturing Execution System, MES) - synonymem pro vertikální integraci mezi výrobní a podnikovou úrovní řízení. Jedná se o integrované modulární systémové řešení pro oblast výroby, lidských zdrojů a řízení jakosti a zajišťuje rozhraní mezi běžnými systémy ERP, HR a TQM, mezi stroji, zařízením a měřicími nástroji, jednoduchou konfigurací a přizpůsobení funkcí, on-line pořizování a zpracování dat. Při řízení údržby dokáže těžit právě z propojených modulů MES systému.

Některá data ze systému Hydra byla také použita v rámci diplomové práce.

- **Sběr dat v reálném čase**

Jakmile se přihlásí operátor na zakázku na stroji, začíná sběr dat v reálném čase, pro plánování a řízení údržby, poruchy, seřizování. Dokáže vyhodnocovat, jak dlouho byl seřizovač/údržbář přihlášen na stroji a vyhodnocovat náklady na údržbu. Elektronické knihy strojů. [20]

- **Plánování a monitorování**

Vytváření plánů údržby dle požadovaného cyklu, počtu zdvihů nástroje, odvedených kusů apod. Zobrazování informací o nadcházející údržbě. Paralelní přiřazení údržby dle jednotlivých stupňů – linka, stroj, nástroj. Vizualizace na terminálu ve výrobě. Připojení skladu s náhradními díly. [20]

- **Přehledy, zprávy a hodnocení**

Statistiky údržby a její náklady, OEE, vytížení zdrojů, spotřeba náhradních dílů apod. [20]

4.4.5 Porovnání jednotlivých SW systémů a návrh pro podnik

Na základě rešerše a představení jednotlivých informačních systémů, bylo nutné zvolit informační systém z vybraných dostupných informací. Technikou výběru byla zvolena metoda párového porovnávání, která se používá k vícekritériálnímu hodnocení variant a kritérií.

- **Kritéria a parametry**

Do parametrů byla zvolena tato kritéria:

Obsahová, zabývající se schopností softwaru plnit funkce potřebou pro řízení údržby.
Systémová, hodnotící technické nároky jednotlivých programů.
Obchodní, ovlivňující efektivnost vynaložených finančních prostředků.

Detailní informace lze nalézt v tabulce 4-5.

Kritérium	Parametr	Profylax	S Maintenance	Palstat	Hydra 8
K1	Ceny a konzultace				
	Konzultantů produktu v ČR [počet]	5	3	10	0
	Cena instalce [Kč]	145 000	120 000	160 000	90 000
	Servisní zásahy [Kč/h]	900	1 200	1 600	1 000
K2	Správa objektů údržby/ uživatelská přívětivost dle podkladů				
	Správa technických objektů	+	+	+	+
	Strukturování technických objektů	-	-	+	+
	Propojení technických objektů	-	+	+	+
	Vytváření ID sítí	+	+	+	+
	Tvorba seznamů technických objektů	+	+	+	+
	Přiřazení sériových čísel	-	+	+	-
	Kusovník technických objektů a konstrukčních celků	+	+	+	+
	Body měření	+	+	+	+
	Správa záruk	+	+	-	+
	Připojení dokumentů k technickému objektu	+	+	+	+
Hodnocení + [počet]	7	9	9	9	

K3	Řízení a plánování údržby				
	Řízení a plánování údržby na základě čítačů a počítačů	+	+	+	+
	Doklady o měření	+	+	+	+
	Změnová služba - změnové doklady	-	-	+	-
	Řízení a plánování preventivní údržby	+	+	+	+
	Sledování reakčních časů	+	+	+	+
	Plány a strategie údržby	-	-	+	-
	Plánování kapacit	+	+	+	+
	Automatické generování zakázek údržby z plánu údržby	+	+	+	+
	Vyhodnocení zatížení pracovišť	+	-	-	+
	Automatická diagnostika	-	-	+	+
	Údržba prováděná pro externí zákaznky	+	+	+	+
	Statistika - vyhodnocení příčin poruch	+	+	-	+
	Statistika - vyhodnocení četnosti poruch, příčin, apod.	+	+	+	+
Hodnocení + [počet]	10	9	11	11	
K4	Propojení na externí systémy				
	Propojení EAM systému s CAD	+	+	+	+
	Propojení EAM systému s dohledovými systémy	+	+	+	+
	Komunikace				
	Komunikace s EAM systémem přes internet	+	+	+	+
	Komunikace s EAM systémem přes SMS (WAP)	+	-	-	+
	Mobilní technologie - řízení a plánování údržby "on site"	+	+	+	-
Hodnocení + [počet]	5	4	4	4	
K5	Integrované specializované moduly				
	Řízení jakosti	+	-	+	-
	Správa odpadů a nebezpečných materiálů	-	-	-	-
	Další funkce a vlastnosti systému				
	Flexibilní tvorba statistik bez nutnosti programování	+	+	-	-
	Workflow - elektronický oběh dokumentů	-	+	+	+
Certifikace produktu (ISO 9000 apod.), provedené audity	-	-	+	+	
Hodnocení + [počet]	2	2	3	2	
K6	Odvětví a implementace				
	Distribuce	-	+	+	+
	Veřejný a státní sektor	+	-	-	-
	Utility	+	+	+	+
	Telekomunikace	-	-	-	+
	Výrobní podniky	+	+	+	+
	Počet instalací produktu (počet zákazníků)	250	25	1000	500
	Pro jakou velikost podniku je produkt určen				
	Malé podniky (obrat do 100 mil. Kč)	+	+	+	+
	Středně velké podniky (obrat 100 mil. - 1 mld. Kč)	+	+	+	+
Velké podniky (obrat nad 1 mld. Kč)	+	+	+	+	
Hodnocení + [počet]	6	6	6	7	
K7	Reference				
	Implementace v podniku se stejným/podobným výrobním z ₊ měřením	2-7	3-8	-	+
	Průměrná doba implementace u podniku střední veli	2-7	3-8	3-8	2-6
	Velikost nejmenší a největší instalace [v počtu uživatel	1 a 600	10 a 120	1 a 1000	1 a 1000
	Stabilita firmy [1-5]	2	3	5	5
	Na trhu od [rok]	2017	2002	1992	1977
Přehlednost internetových stránek	-	-	+	+	

Tabulka 4-5 Parametry a kritéria pro dodavatele softwaru [upraveno dle 21]

- **Bodování variant**

Jednotlivá kritéria a parametry byly poté na svolané týmové schůzce představeny. Cílem schůzky bylo obodování jednotlivých kritérií, kde 100 bodů je nejlepší, 0 pak nejhorší, z očekávané funkčnosti systému.

Kritérium	Parametr	Profylax	S Maintenance	Palstat	Hydra 8
K1	Ceny a konzultace	90	50	25	100
K2	Správa objektů údržby/ uživatelská přívětivost dle podkladů	75	100	100	100
K3	Řízení a plánování údržby	80	75	100	80
K4	Propojení na externí systémy	100	75	100	80
K5	Integrované a specializované moduly	80	90	90	75
K6	Odvětví a implementace	50	40	90	100
K7	Reference	60	50	60	90

Tabulka 4-6 Bodování jednotlivých kritérií [vlastní]

- **Stanovení vah kritérií**

Dalším krokem na týmové schůzce bylo stanovení vah pro jednotlivá kritéria, aby se číselně odlišili jejich významnosti. Deskriptory preferencí byly využity dle Saatyho, hodnoty preferencí 2, 4, 6, 8 lze využít k jemnějšímu rozlišení velikosti preferencí dvojic kritérií.

1	Kritéria jsou stejně významná
3	První kritérium je slabě významnější než druhé
5	První kritérium je dosti významnější než druhé
7	První kritérium je prokazatelně významnější než druhé
9	První kritérium je absolutně významnější než druhé

Tabulka 4-7 Deskriptory preferencí [22]

Výsledkem tohoto kroku je získání pravé horní trojúhelníkové části matice velikostí preferencí, někdy se též tato matice označuje jako Saatyho matice, resp. matice relativních důležitostí. [22]

Dále tedy byly určeny postupně velikosti preferencí jednotlivých dvojic kritérií uspořádaných v tabulce, kde v řádcích a sloupcích jsou zapsána kritéria v témže pořadí, přičemž se velikost preference vyjadřuje vždy přiřazením určitého počtu bodů z bodové stupnice opatřené deskriptory.

Kritérium	Parametr	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	Geo. Průměr	Váha
K1	Ceny a konzultace	1	1/3	1/5	5	9	3	3	1,601	0,158
K2	Správa objektů údržby/ uživatelská přívětivost dle podkladů	3	1	1	3	7	5	5	2,863	0,282
K3	Řízení a plánování údržby	5	1	1	3	9	5	5	3,192	0,314
K4	Propojení na externí systémy	1/5	1/3	1/3	1	5	3	9	1,170	0,115
K5	Integrované a specializované moduly	1/9	1/7	1/9	1/5	1	1/5	1/9	0,186	0,018
K6	Odvětví a implementace	1/3	1/5	1/5	1/3	5	1	3	0,679	0,067
K7	Reference	1/3	1/5	1/5	1/9	9	1/3	1	0,461	0,045

Tabulka 4-8 Saatyho matice [vlastní]

- **Vyhodnocení**

Následný sumární součet bodů upravených o váhu kritéria (vynásobení hodnotou váhy) pro každou variantu odhalil, která varianta získala nejvíce bodů a je tedy pravděpodobně nejvýhodnější.

Parametr	Váha	Profylax	S Maintenance	Palstat	Hydra 8
Ceny a konzultace	0,158	14,195	7,886	3,943	15,773
Správa objektů údržby/ uživatelská přívětivost dle podkladů	0,282	21,147	28,195	28,195	28,195
Řízení a plánování údržby	0,314	25,151	23,579	31,439	25,151
Propojení na externí systémy	0,115	11,523	8,643	11,523	9,219
Integrované a specializované moduly	0,018	1,469	1,653	1,653	1,377
Odvětví a implementace	0,067	3,345	2,676	6,021	6,690
Reference	0,045	2,726	2,272	2,726	4,089
Suma	1	80	75	86	90

Tabulka 4-9 Sumární počet bodů [vlastní]

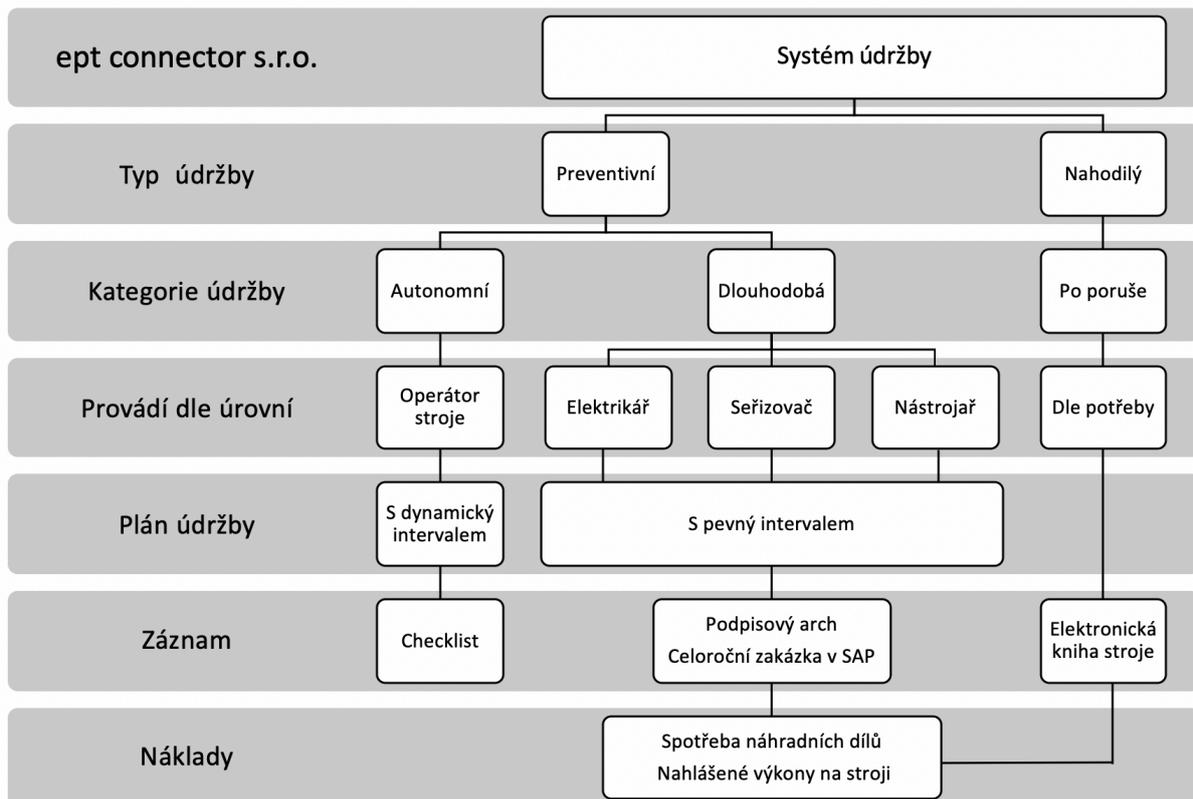
5. Zhodnocení výsledků diplomové práce

V průběhu práce docházelo na vybraných pilotních pracovištích k pravidelnému vyhodnocování aktuálního stavu a bylo rozděleno do několika částí dle jednotlivých cílů.

5.1 Standard údržby a její systematika

Jako přípravu pro druhý cíl bylo nejdříve nutné prověřit stav standardu systému údržby, kde bylo identifikováno jako úzké místo autonomní údržba. Kapitola 3.8 popisuje tvorbu systematiky rozdělení strojů do úrovní a kategorizaci prací, aby všechny zainteresované osoby, v tomto případě hlavně operátoři a mistři, na údržbě věděli, jaké úkoly spadají do jejich kompetencí. Byly vytvořeny nové standardy údržby pracovišť pro operátory, připraveny checklisty a školící matice.

Obrázek 5-1 popisuje zavedený systém údržby (jako hlavní cíl diplomové práce), nově se zde vyskytuje autonomní údržba, elektronická kniha stroje, checklist.



Obrázek 5-1 Systém údržby ept connector s.r.o. [vlastní]

5.2 Snížení variabilních nákladů v podniku

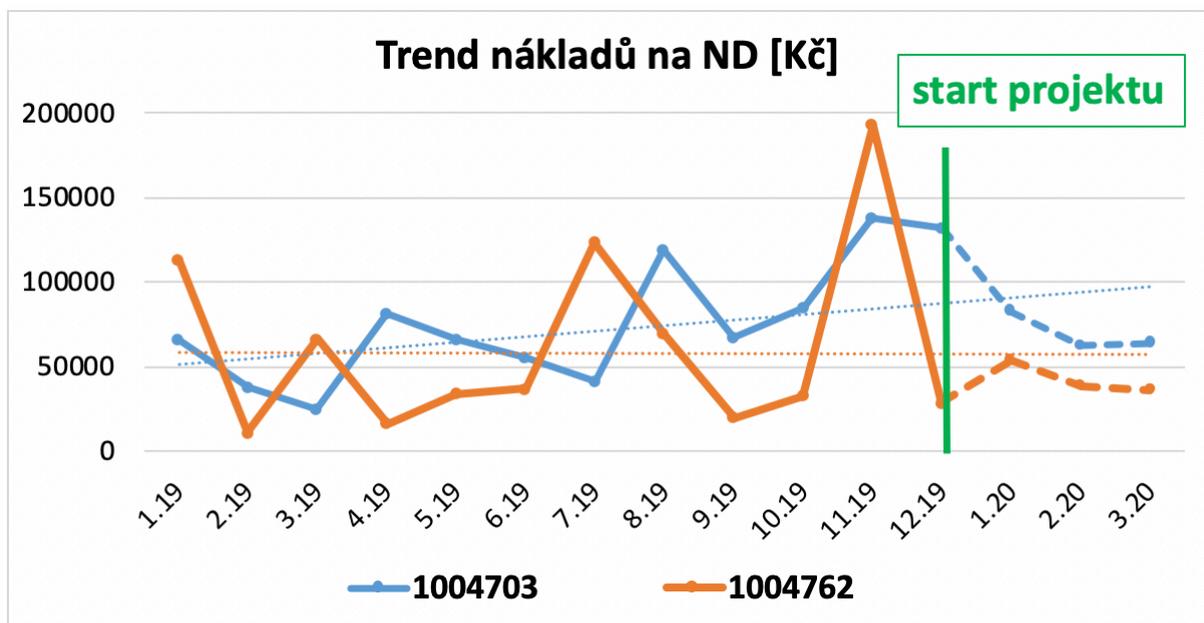
Variabilními náklady jsou v podniku výkony seřizovačů nahlášených na jednotlivá nákladová střediska/stroje a spotřeba náhradních dílů.

- **Trendy spotřeby náhradních dílů**

Po zavedení kontroly kvality dílů a analýzy opotřebených dílů klesla měsíční spotřeba náhradních dílů, jak lze vidět v Grafu 5-1.

U stroje č.:

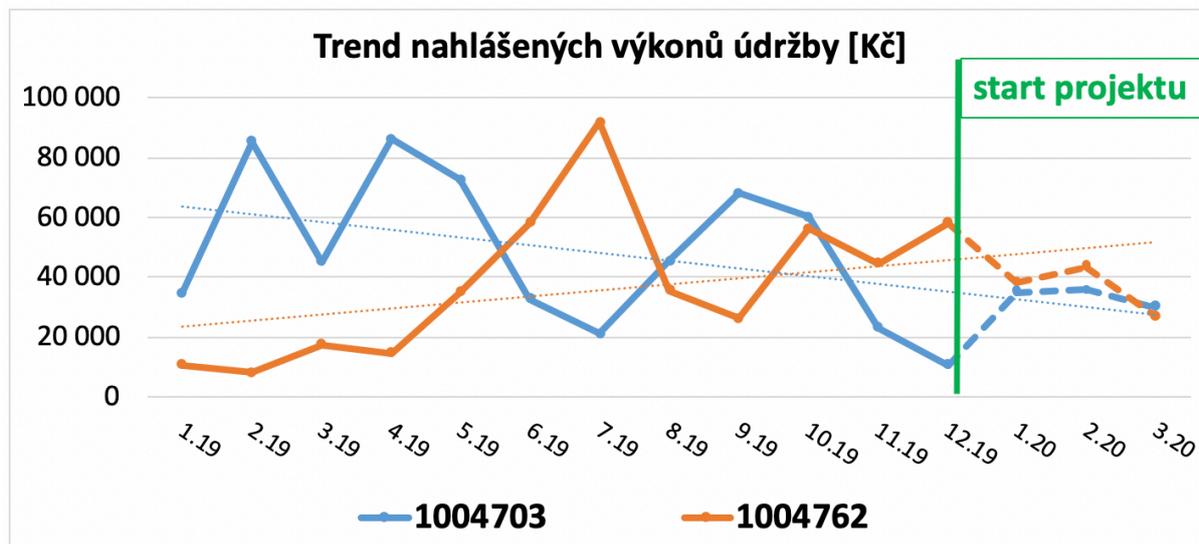
- 1004703 to bylo z průměrných měsíčních nákladů 76 108 Kč na 69 361 Kč tj. o 8,9 %.
- 1004762 to bylo z průměrných měsíčních nákladů 62 113 Kč na 37 229 Kč tj. o 31 %.



Graf 5-1 Trend spotřeby náhradních dílů [vlastní]

- **Trend nahlášených výkonů údržby**

S tím, jak klesal poměr technických zastavení na strojích, klesal také počet nahlášených výkonů na údržbu, trend lze vyčíst z Grafu 5-2:



Graf 5-2 Hlášený výkon seřizovačů na strojích [vlastní]

U stroje č.:

- 1004703 to bylo z průměrných měsíčních nákladů 48 729 Kč na 33 500 Kč tj. o 31,2 %.
- 1004762 to bylo z průměrných měsíčních nákladů 38 029 Kč na 36 232 Kč tj. o 4,72 %.

- **Poruchy a technické prostoje**

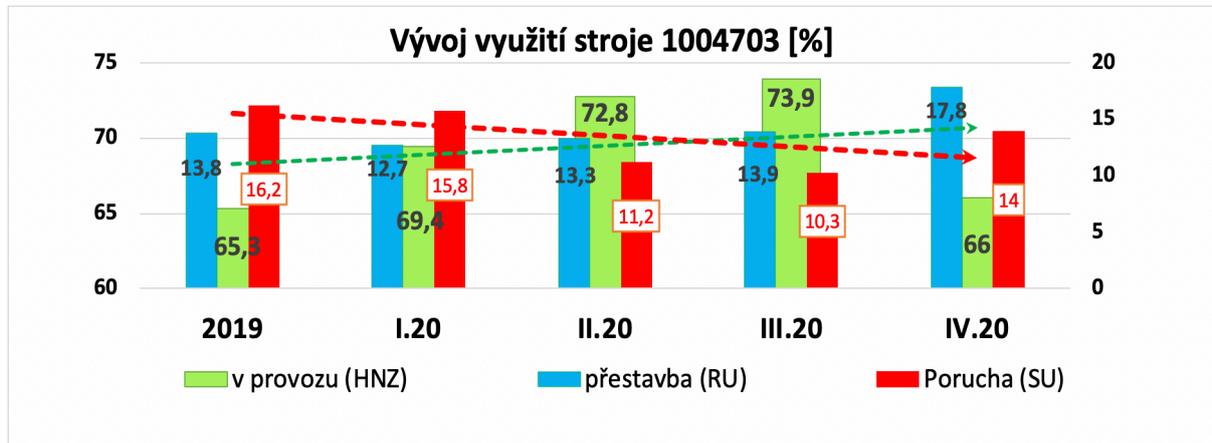
Na pilotních pracovištích se podařilo významným způsobem zvednout využití strojů a poruchy nabraly klesající trend. Shrnutí jednotlivých hodnot lze vyčíst v tabulce 5-1, případně detailní výšečové grafy pro jednotlivá období a potvrzení správnosti dat z MES systému je možné zhlédnout v Příloze I, J, K, L.

Provozní stav stroje Období	1004703			1004762		
	v provozu (HNZ) [%]	přestavba (RU) [%]	Porucha (SU) [%]	v provozu (HNZ) [%]	přestavba (RU) [%]	Porucha (SU) [%]
10.2019 - 12.2019 (báze)	65,3	13,8	16,2	65,7	5,1	21,3
01.01.2020 - 31.1.2020	69,4	12,7	15,8	76,7	4	15,3
01.02.2020 - 29.02.2020	72,8	13,3	11,2	78	1,8	18,5
01.03.2020 - 31.3.2020	73,9	13,9	10,3	80,6	2,4	16,1
01.04.2020 - 09.04.2020	66	17,8	14	81,9	2,1	15

Tabulka 5-1 Trend využití strojů pilotních pracovišť v průběhu projektu [vlastní]

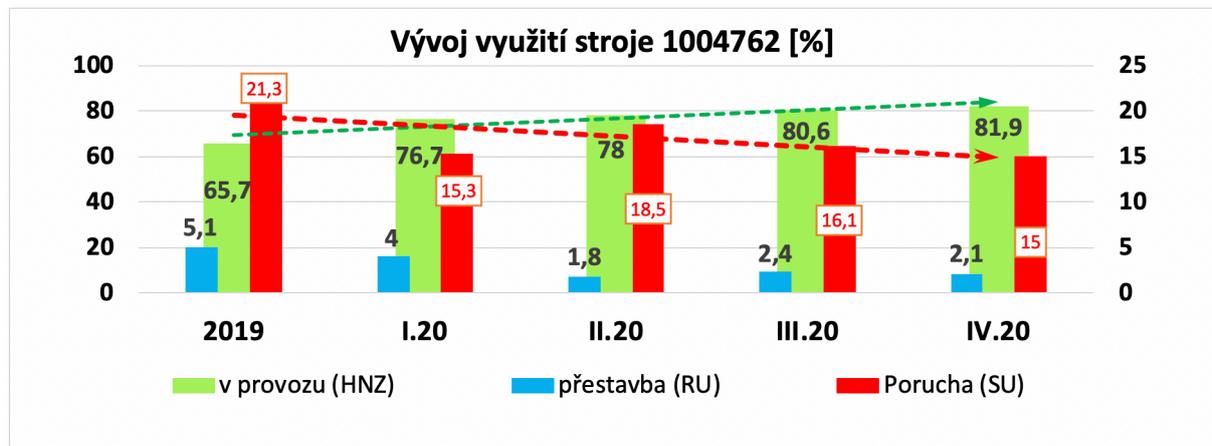
U stroje 1004703 má velký vliv na využití stroje skladba zakázek. Jde o stroj produkující výrobky, které si zákazník může vybrat v katalogu, kde minimální objednávkové množství je 2000ks. Jak je patrné z grafu 5-3 v posledním období, vzhledem k aktuální situaci na trhu,

prudce vzrostl podíl nutného přetypování z důvodu velké rozmanitosti vyráběného sortimentu a zároveň s tím nutnost technických zásahů.



Graf 5-3 Využití stroje 1004703 v průběhu projektu [vlastní]

Stroj 1004762 je jednoúčelová linka, produkující pouze jeden typ výrobku s různým počtem osazených kontaktů. Zde se vývoj ukazatelů viz. graf 5-4 podařilo po celou dobu projektu držet správným směrem: klesajícím u technických prostožů a vzrůstajícím u využití stroje. Dokonce se podařilo dosáhnout interně nastavenou hranici 80 %.



Graf 5-4 Využití stroje 1004762 v průběhu projektu [vlastní]

5.3 Softwarové řešení

Jak již bylo řečeno v kapitole 4.4 pro podnik se jeví jako nejlepší varianta řízení údržby v modulu WRM v softwaru Hydra 8, jak je patrné z tabulky 4-9. Pokud se podnik rozhodne jinak, lze doporučit software PalstatCAQ a jeho moduly k údržbě.

5.4 Postřehy z projektu a návrh pro další vylepšení v podniku

Při zpracovávání diplomové práce byly odhaleny další možné potenciály pro zlepšování systematiky údržby v podniku, a proto bylo navrženo v jednotlivých kategoriích:

- Náhradní díly

Nadále sledovat a analyzovat kvalitu náhradních dílů a zavést tuto systematiku na další pracoviště stejným postupem, jako tomu bylo na pilotních pracovištích tohoto projektu.

ABC XYZ analýza toolboxu s náhradními díly, metodika viz. Příloha N. Z poskytnutých firemních podkladů pro analýzu bylo patrné, že jsou uskladněny náhradní díly v hodnotě 25 000 000 Kč, což výrazně váže kapitál. Navíc tato hodnota meziročně roste. Dle [14] lze tímto způsobem dosáhnout značných úspor. Možné členění, i s pomocnými charakteristikami, lze vidět na obrázku 5-2.

		A	B	C
Podíl na spotřebě ND	X	Velký	Střední	Malý
Spotřeba		Pravidelná	Pravidelná	Pravidelná
Pravděpodobnost poruchy		Vysoká	Střední	Nízká
Vliv poruchy na podnik		Vysoký	Střední	Nízký
Podíl na spotřebě ND	Y	Velký	Střední	Malý
Spotřeba		Výkyvy	Výkyvy	Výkyvy
Pravděpodobnost poruchy		Vysoká	Střední	Nízký
Vliv poruchy na podnik		Vysoký	Střední	Nízký
Podíl na spotřebě ND	Z	Velký	Střední	Malý
Spotřeba		Nepřavidelná	Nepřavidelná	Nepřavidelná
Pravděpodobnost poruchy		Vysoká	Střední	Nízká
Vliv poruchy na podnik		Vysoký	Střední	Nízký

Obrázek 5-2 ABC XYZ analýza skladu s náhradními díly [upraveno dle 14]

- **Sdílení informací**

Na ranních schůzkách Shop Floor Managementu se velmi dobře používá ke všeobecné informovanosti o stavu strojů nově zavedený elektronický deník. Doporučuji implementaci také na odděleních Elektro a Nástrojárny tak, aby vedoucí těchto oddělení, měli vždy na poradu informace z předchozí (odpolední, noční) směny.

- **Plánování zakázek**

Doporučuji zaměřit se, již při hrubém plánování, na skladbu jednotlivých zakázek umísťovaných do výroby. Jak bylo patrné z grafu 5-3 u stroje 1004703, pokud je portfolio výrobků příliš široké, je nutno více přetypovávat s následným seřizováním a vyšším výskytem poruch. Klesá tak využití stroje.

Závěr

V první části diplomové práce jsou zachyceny všechny podstatné teoretické informace – jakým způsobem se měří efektivita zařízení, jaké ztráty mohou snižovat výrobní výkon. Co je vlastně údržba, její členění a řízení, metriky, řízení zásob náhradních dílů. Tyto poznatky byly shrnuty a posloužily jako východisko pro analýzu systematiky údržby v podniku ept connector s.r.o..

V následující části práce byl popsán systém údržby v podniku – jakým způsobem funguje autonomní a preventivní údržba, jak jsou vyhodnocovány náklady, řízení spotřeby náhradních dílů, využití lidských zdrojů. V analytické části byla použita metoda dotazníkového šetření a řízená diskuse. Z analýzy poté byly definovány cíle práce, které byly představeny managementu a určovaly směřování dalších akcí v podniku ke splnění primárního cíle a to zavedení systematiky údržby v podniku.

Dále byla zvolena, vzhledem k časové tísni, pilotní pracoviště, zástupci ze dvou segmentů výrobního portfolia podniku, na kterých probíhala analýza a měření. Z těchto výsledků bylo zpracováno úrovněvé členění strojů, kategorizace činností a jednotlivých prací. Byly vytvořeny nové standardy pracoviště s checklistem. Do údržbářských činností byla zahrnuta také výroba a byla jí předána zodpovědnost za její provedení. V dalším kroku byla podrobena detailnímu rozboru nákladová stránka údržby. Zde se podařilo snížit spotřebu náhradních dílů a četnost údržbářských zásahů na jednotlivých strojích. K udržení tohoto stavu byla také vybudována systematika řízení a kontroly, k případným včasným zásahům a eliminaci případných výkyvů od normálu. V poslední části, byl proveden průzkum trhu se softwarovými řešeními k řízení údržby, ze kterého by se daly automaticky čerpat a vyhodnocovat data bez složitého hledání v excelovských sešitech.

V poslední části došlo k vyhodnocení cílů a zavedení nové systematiky údržby v podniku a navržena další opatření ke zlepšení fungování údržby.

Seznam použitých pramenů a literatury

- [1] STUČHLÝ, Vladimír, Roman POPROCKÝ, Miroslav RAKYTA a Juraj GREŇČÍK. *Navrhovanie procesov údržby*. V Žiline: Žilinská univerzita v Žiline, 2017. Vysokoškolské učebnice (Žilinská univerzita). ISBN 978-80-5541-315-0
- [2] MAY, Constantin a Peter SCHIMEK. *TPM, Grundlagen und Einführung von TPM – oder wie Sie Operational Excellence erreichen*. 3. dopl.vyd. Herrieden: CETPM Publishing, 2015. ISBN 9-783940-775-05-4
- [3] LEGÁT, Václav. *Management a inženýrství údržby*. Druhé doplněné vydání. Praha: Kamil Mařík – Professional Publishing, 2016. ISBN 978-80-7431-163-5
- [4] KOŠTURIÁK, Ján, Ľudovít BOLEDOVIČ, Jozef KRIŠŤAK a Róbert DEBNÁR. *TPM – Totálne produktívna údržba*. Žilina: IPA Slovakia, 2010. ISBN 978-80-89667-00-0.
- [5] LEGÁT, Václav. *Systémy managementu jakosti a spolehlivosti v údržbě*. Praha: Česká společnost pro jakost, 2007. ISBN 978-80-02-01949-7.
- [6] ČERVEŇAN, Andrej. *Systém údržby*. Bratislava: CKV Consult, 2015. ISBN 978-80-971986-0-2.
- [7] SHIROSE, Kunio. *TPM team guide*. Portland, Or.: Productivity Press, c1995. ISBN 1-56327-079-x.
- [8] ČSN EN 15628. *Údržba – Kvalifikace pracovníků údržby*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, 2015.
- [9] Jednotlivé metody a nástroje PI. www.e-api.cz [online]. Slaný: API – Akademie produktivity a inovací, c2015-2018 [cit. 2019-11-19]. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/24887-jednotlive-metody-a-nastroje-i-p#OEE>
- [10] MTTR, MTBF, or MTTF? – A Simple Guide To Failure Metrics. www.limblecmms.com [online]. Utah: LimbleCMMS, c2019 [cit. 2019-11-19]. Dostupné z: <https://limblecmms.com/blog/mttr-mtbf-mttf-guide-to-failure-metrics/>
- [11] ALEŠ, Zdeněk. Měření výkonnosti údržby prostřednictvím ukazatelů efektivnosti. In: *Česká společnost pro jakost* [online]. Praha: ČZU [cit. 2019-11-19]. Dostupné z: https://www.csq.cz/fileadmin/user_upload/Spolkova_cinnost/Odborne_skupiny/Spolehlivost/Sborniky/Ales_indikatory_udrzby.pdf
- [12] interní zdroje ept connector s.r.o.
- [13] Introduction SAP BI. www.guru99.com [online]. c2019 [cit. 2019-11-27]. Dostupné z: <https://www.guru99.com/introduction-sap-bi.html>

- [14] KAMARYT, Tomáš. *Řízení údržby s ohledem na hospodárnost* [online]. Plzeň, 2017 [cit. 2019-12-03]. Dostupné z: https://dspace5.zcu.cz/bitstream/11025/28408/1/tkamaryt_Rizeni%20udrzby%20s%20ohledem%20na%20hospodarnost.pdf. Disertace. Západočeská univerzita, Fakulta strojní. Vedoucí práce Doc. Ing. Jana Kleinová, CSc.
- [15] ČSN EN 13306. *Údržba – Terminologie údržby*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, 2015.
- [16] ČSN EN 15341. *Údržba – Klíčové indikátory výkonnosti údržby*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, 2020.
- [17] Údržba. *PalstatCAQ* [online]. Vrchlabí, c1992-2020 [cit. 2020-04-16]. Dostupné z: <https://www.palstat.cz/kvalita/udrzba/>
- [18] Popis. *Profylax* [online]. Lovosice, c2020 [cit. 2020-04-16]. Dostupné z: <https://www.profylax.cz/popis/>
- [19] S maintenance. *Synergit* [online]. Hradec Králové, c2020 [cit. 2020-04-17]. Dostupné z: <https://www.synergit.cz/software-pro-rizeni-udrzby/>
- [20] Werkzeug & Ressourcen. *MPDV* [online]. Mosbach, c2020 [cit. 2020-04-17]. Dostupné z: <https://www.mpdv.com/de/produkte-loesungen/mes-hydra/werkzeuge-ressourcen/#c1772>
- [21] Přehledy produktů EAM. *Systemonline* [online]. Brno: CCB spol., c2001-2020 [cit. 2020-04-18]. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/prehled-informacnich-systemu/eam-systemy/>
- [22] OLIVKOVÁ, Ivana. *Aplikace metod vícekritériálního rozhodování* [online]. Pardubice, 2011, 6(IV), 10 [cit. 2020-04-17]. Dostupné z: http://pnerscontacts.upce.cz/23_2011/Olivkova.pdf

Seznam obrázků

Obrázek 1-1 šestnáct velkých ztrát [1]	15
Obrázek 1-2 grafická podoba výpočtu OEE [upraveno dle 9]	16
Obrázek 2-1 Vstup a výstup údržby s ohledem na výrobu a celý podnik [6]	18
Obrázek 2-2 Systematika a očekávané cíle údržby [upraveno dle 1].....	19
Obrázek 2-3 Ukazatel MTBF [10]	22
Obrázek 2-4 Ukazatel MTTR [10]	22
Obrázek 2-5 osm pilířů TPM [1].....	25
Obrázek 3-1 ept konektor Velox [12].....	28
Obrázek 3-2 Organizační struktura ept connector [12]	29
Obrázek 3-3 Doprovodná karta formy/nástroje [12]	32
Obrázek 3-4 Pyramida údržby, upraveno dle [2]	36
Obrázek 3-5 Systematika úrovně strojních celků [vlastní]	39
Obrázek 3-6 Ukázka úrovně rozpadu osazovací linky 1004762 [vlastní].....	39
Obrázek 3-7 Rozbor kategorie činností [upraveno dle 14]	40
Obrázek 3-8 Pyramida údržby s vyhodnocením [vlastní]	42
Obrázek 4-1 Ukázka Standard autonomní údržby pracoviště 1004703 [vlastní].....	45
Obrázek 4-2 Razník, vlevo dobře, vpravo chybně [vlastní].....	51
Obrázek 4-3 Uložení razníku vlevo – výkres, vpravo realita [vlastní]	52
Obrázek 4-4 Měřicí protokol odd. Nástrojárny [12]	52
Obrázek 4-5 Časový průběh směny z MES systému [vlastní]	53
Obrázek 4-7 On-line sledování Ganttových diagramů výkonu strojů [vlastní]	56
Obrázek 4-8 Přejít od papírového Provozního deníku k elektronickému [vlastní]	57
Obrázek 4-9 Palstat CAQ nabízené moduly [17].....	59
Obrázek 4-10 Karta stroje v systému Profylax [18].....	61
Obrázek 5-1 Systém údržby ept connector s.r.o. [vlastní]	67
Obrázek 5-2 ABC XYZ analýza skladu s náhradními díly [upraveno dle 14].....	71

Seznam tabulek

Tabulka 2-1 Kvalitativní kritéria pro stanovení kritičnosti strojů [3]	20
Tabulka 2-2 Výpočet kritičnosti strojů/zařízení a jejich následná kategorizace [3]	21
Tabulka 2-3 Charakteristiky a porovnání PM a TPM [3]	24
Tabulka 3-1 Struktura analýzy [vlastní]	27
Tabulka 3-2 Ukázka záznamu krátkodobé, autonomní údržby [12]	30
Tabulka 3-3 Ukázka - Preventivní, dlouhodobá údržba [12]	31
Tabulka 3-4 Tabulka událostí provozu stroje [vlastní]	33
Tabulka 3-5 Hodnocení znalostí [12]	33
Tabulka 3-6 Ukázka - Kvalifikační matice seřizovači [12]	34
Tabulka 3-7 Dotazník pro zjištění úzkého místa údržby [vlastní]	35
Tabulka 4-1 Ukázka - Checklist provedení autonomní údržby pracoviště 1004762 [vlastní].	46
Tabulka 4-2 Matice školení [upraveno dle 14]	47
Tabulka 4-3 Statusy do MES systému [vlastní]	53
Tabulka 4-4 Rozbor nejvýznamnějších problémů na stroji [vlastní]	55
Tabulka 4-5 Parametry a kritéria pro dodavatele softwaru [upraveno dle 21]	64
Tabulka 4-6 Bodování jednotlivých kritérií [vlastní]	65
Tabulka 4-7 Deskriptory preferencí [22]	65
Tabulka 4-8 Saatyho matice [vlastní]	65
Tabulka 4-9 Sumární počet bodů [vlastní]	66
Tabulka 5-1 Trend využití strojů pilotních pracovišť v průběhu projektu [vlastní]	69

Seznam grafů

Graf 3-1 Ukázka - Plán vytížení automatické montáže 2020 [vlastní]	37
Graf 3-2 Podíl technických prostoje [vlastní]	38
Graf 3-3 Časové využití stroje 1004703 a 1004762 [vlastní]	38
Graf 3-4 Procentuální hodnocení jednotlivých oblastí [vlastní]	41
Graf 4-1 Spotřeba náhradních dílů na jednotlivých strojích [vlastní]	48
Graf 4-2 Spotřeba ND stroje 1004762 [vlastní]	49
Graf 4-3 Spotřeba ND stroje 1004703 [vlastní]	50
Graf 4-4 Trend nákladů spotřeby ND [vlastní]	50
Graf 4-5 Četnost poruch na stroji 1004762 [vlastní]	54
Graf 5-1 Trend spotřeby náhradních dílů [vlastní]	68
Graf 5-2 Hlášený výkon seřizovačů na strojích [vlastní]	69
Graf 5-3 Využití stroje 1004703 v průběhu projektu [vlastní]	70
Graf 5-4 Využití stroje 1004762 v průběhu projektu [vlastní]	70

Seznam příloh

Příloha A: Záznam krátkodobé, autonomní údržby [12].....	79
Příloha B: Preventivní, dlouhodobá údržba [12].....	80
Příloha C: Kumulativní variabilní náklady po jednotlivých měsících [12].....	81
Příloha D: Kvalifikační matice seřizovači [12].....	82
Příloha E: Plán vytížení automatické montáže 2020 [vlastní]	83
Příloha F: Rozpad do úrovní osazovací linky 1004762 [vlastní]	84
Příloha G: Standard denní autonomní údržby pracoviště 1004703 [vlastní]	85
Příloha H: Standard týdenní autonomní údržby pracoviště 1004703 [vlastní]	86
Příloha I: Checklist provedení autonomní údržby pracoviště 1004762 [vlastní].....	87
Příloha J: Sledování stroje 1004762 z MES systému pro období 1.1. – 29.2.2020 [vlastní] ...	88
Příloha K: Sledování stroje 1004762 z MES systému pro období 1.3. – 9.4.2020 [vlastní]....	89
Příloha L: Sledování stroje 1004703 z MES systému pro období 1.1. – 29.2.2020 [vlastní] ..	90
Příloha M: Sledování stroje 1004703 z MES systému pro období 1.3. – 9.4.2020 [vlastní]...	91
Příloha N: Metodika ABC XYZ v logistice [14]	92

Příloha A: Záznam krátkodobé, autonomní údržby [12]

Rok		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2019	Kontrola a čištění ohřevací stanice, promazat.	obsluha	obsluha	obsluha	obsluha	obsluha	obsluha	obsluha	obsluha	obsluha	seřizovač	seřizovač
	Kontrola a čištění osazovací stanice, promazat.	obsluha	obsluha	obsluha	obsluha	obsluha	obsluha	obsluha	obsluha	obsluha	seřizovač	seřizovač
	Kontrola a čištění ovládání pásků	obsluha	obsluha	obsluha	obsluha	obsluha	obsluha	obsluha	obsluha	obsluha	seřizovač	seřizovač
	Kontrola a čištění rovnací stanice, promazat.	obsluha	obsluha	obsluha	obsluha	obsluha	obsluha	obsluha	obsluha	obsluha	seřizovač	seřizovač
	Kontrola a mazání ložisek stanice (vazelína)	obsluha	obsluha	obsluha	obsluha	obsluha	obsluha	obsluha	obsluha	obsluha	seřizovač	seřizovač
	Vyčistit vibrátor.	obsluha	obsluha	obsluha	obsluha	obsluha	obsluha	obsluha	obsluha	obsluha	seřizovač	seřizovač
	Kontrola posunovací tm kontaktního pásů, promazat.	obsluha	obsluha	obsluha	obsluha	obsluha	obsluha	obsluha	obsluha	obsluha	seřizovač	seřizovač
	Vyčistit a vyčistit stroje.	obsluha	obsluha	obsluha	obsluha	obsluha	obsluha	obsluha	obsluha	obsluha	seřizovač	seřizovač
	Vyčistit a erodčního hrábem u potisku	obsluha	obsluha	obsluha	obsluha	obsluha	obsluha	obsluha	obsluha	obsluha	seřizovač	seřizovač
	Kontrola bloku nástroje	obsluha	obsluha	obsluha	obsluha	obsluha	obsluha	obsluha	obsluha	obsluha	seřizovač	seřizovač
	Kontrola opotřebení držáků jehly	obsluha	obsluha	obsluha	obsluha	obsluha	obsluha	obsluha	obsluha	obsluha	seřizovač	seřizovač
	KV / Den	1x směnu	1x směnu	1x denně	1x denně	1x týdně	1x týdně	1x týdně	1x týdně	1x týdně	1x týdně	1x týdně
Po.												
Út.												
St.												
Čt.												
Pá.												
Po.												
Út.												
St.												
Čt.												
Pá.												
Vystavil / dne: Zdeněk Daňo: 24.11.2015				Název dokumentu: Plán údržby 4701				Revizní stav: c / 24.11.2015				

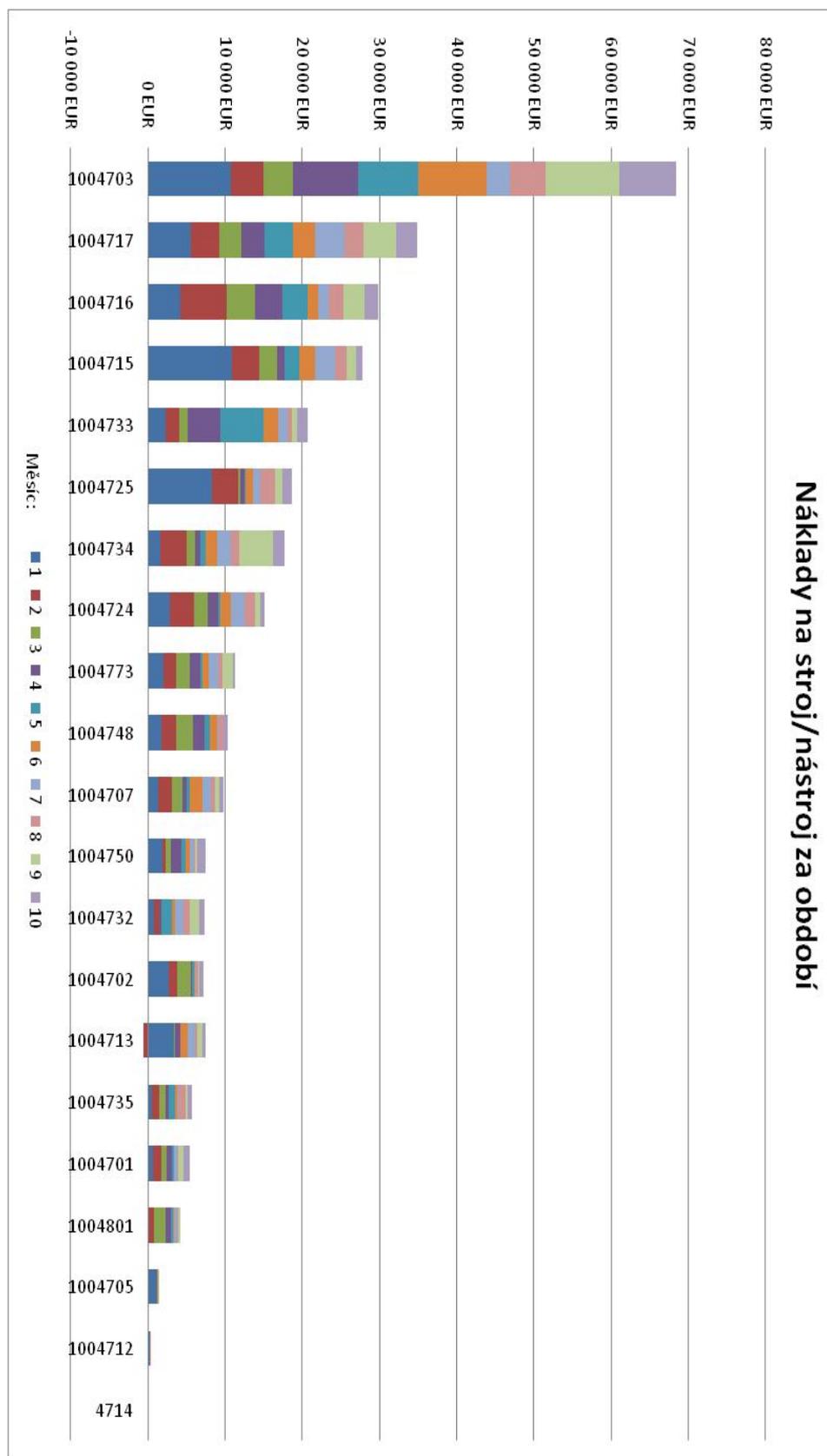
connector s.r.o.
Bouřité oleje a mazací prostředky:
Univerzální mazadlo
RSU 68/RSU 220

Záznam údržby pro: Nástroj číslo: 84
Číslo pracoviště: 4701
Upozornění: Provedení údržbové operace stvrďte zapsáním osobního čísla, nepoužívejte kritičku

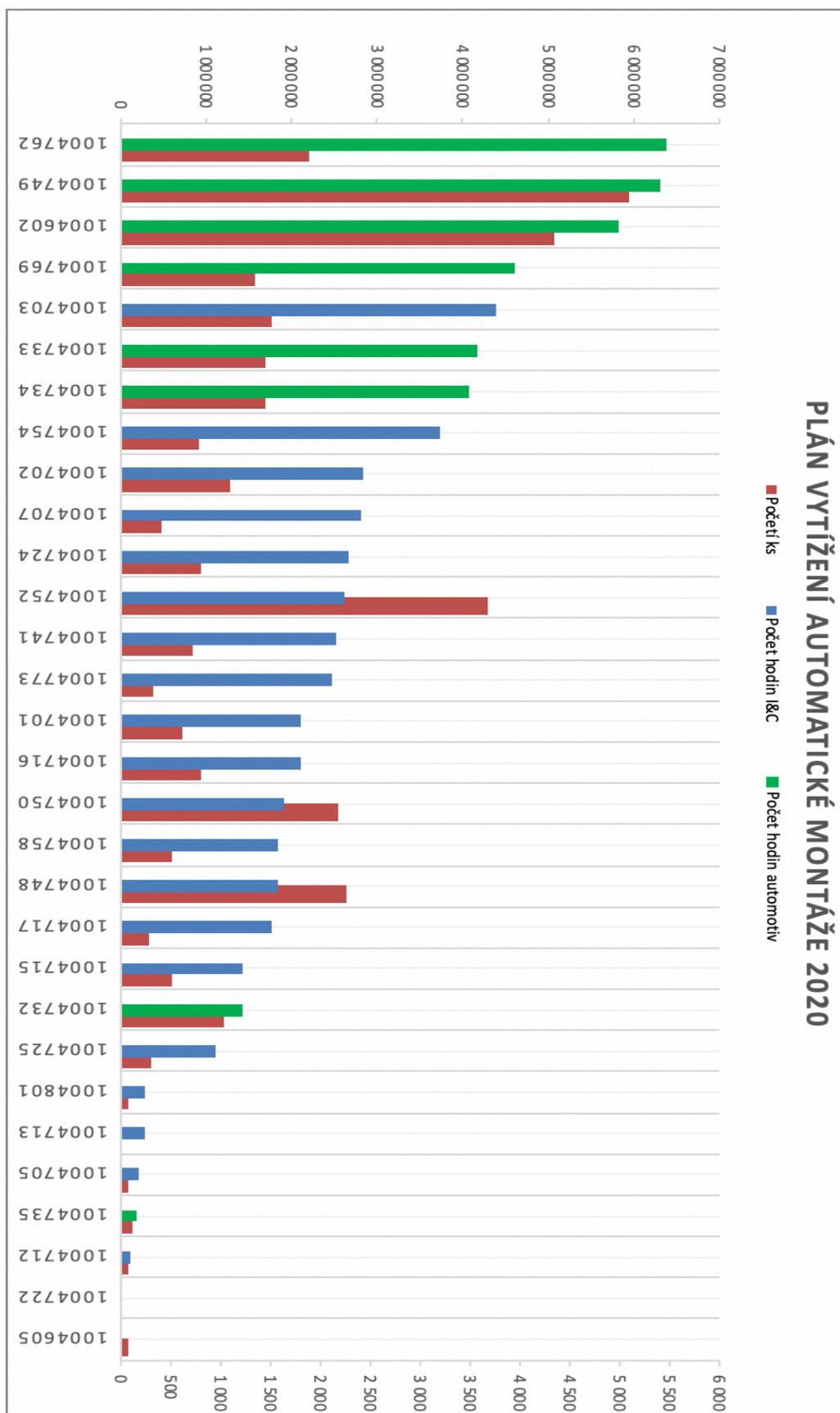
Příloha B: Preventivní, dlouhodobá údržba [12]

 seznam dlouhodobé údržby Habartov/Svatava										
číslo stroje	Pracoviště	poznámka	umístění	popis úkonu	Příští termín	Datum provedení	Provedl	Provedeno (datum)	Intervala (dny)	Zbývá dní
25	61311	lámačka	H	odstranění rzi, nečistot a promazání	27.10.2019			29.07.2019	90	-31
37	61042	Boardlock děrování	H	odstranění rzi, nečistot a promazání	28.01.2020			28.10.2019	90	60
56	4910	klepačka 56	H	kompletní rozebrání mechanického ústrojí, odstranění rzi anečistot, promazání, kontrola mechanických částí z hlediska poškození	27.01.2020			29.10.2019	90	61
58	4912	klepačka 58	H	kompletní rozebrání mechanického ústrojí, odstranění rzi anečistot, promazání, kontrola mechanických částí z hlediska poškození	27.01.2020			29.10.2019	90	61

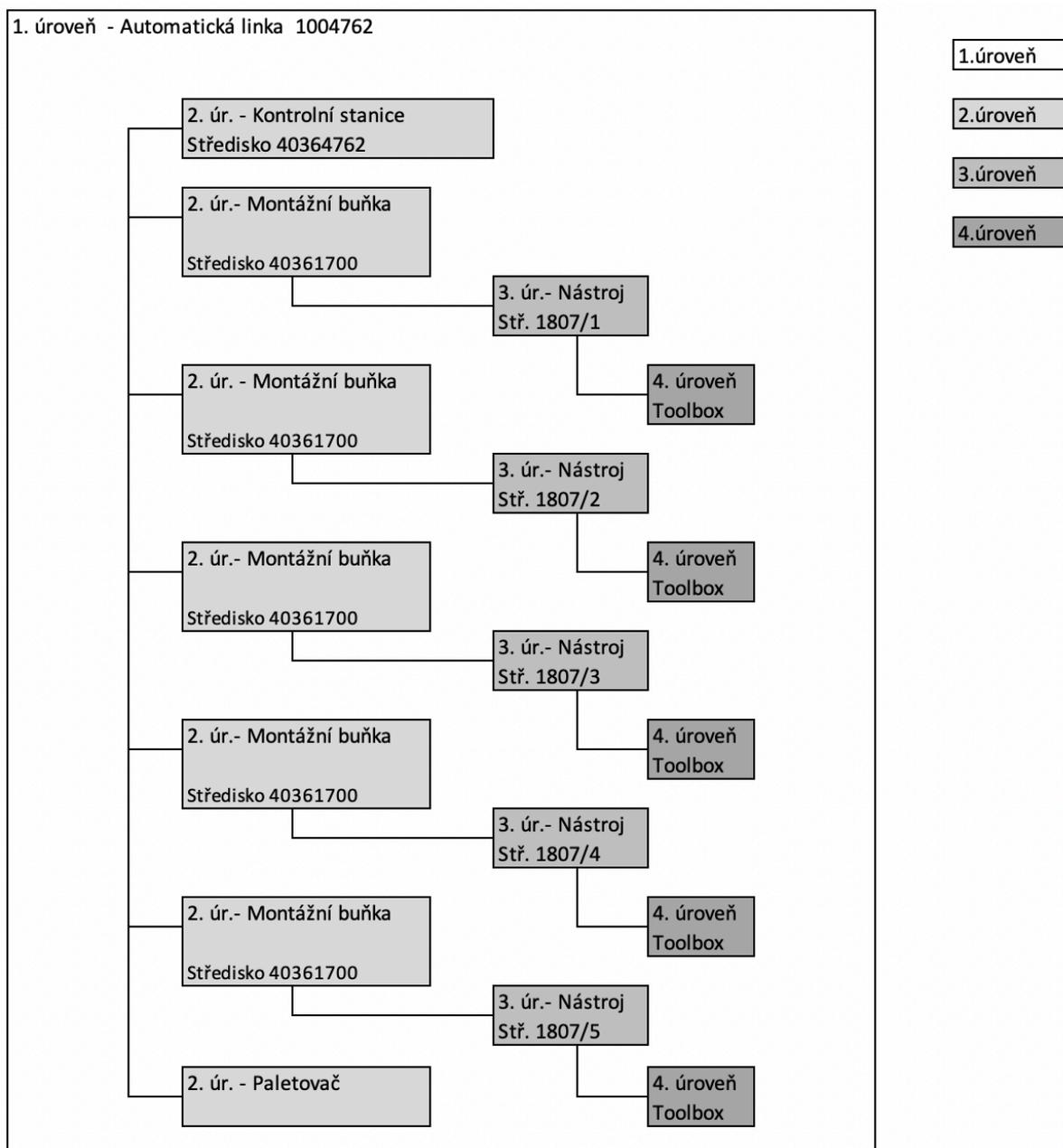
Příloha C: Kumulativní variabilní náklady po jednotlivých měsících [12]



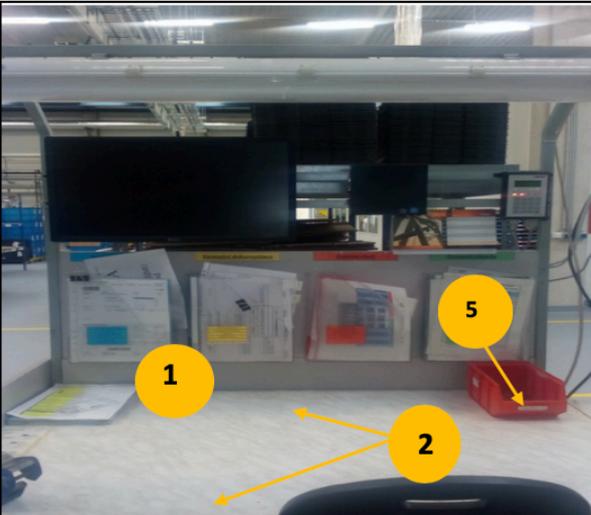
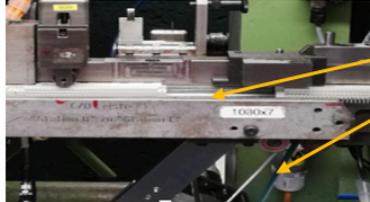
Příloha E: Plán vytížení automatické montáže 2020 [vlastní]



Příloha F: Rozpad do úrovní osazovací linky 1004762 [vlastní]



Příloha G: Standard denní autonomní údržby pracoviště 1004703 [vlastní]

	<p>Pracovní návod: Autonomní údržba 1004703</p>	<p>PN 7.5-7-90 Počet stran: 2</p>
<p>BOZP !</p> <p> Při údržbě je nutné dodržovat zásady bezpečnosti práce, používat předespané ochranné pomůcky, dle charakteristiky pracoviště a údržbu provádět jen při vypnutém stroji</p>		
<p>Denní údržba</p>		
<p>proved' vždy na konci každé směny – zaznamenej do cheklistu</p>		
<p>1</p> <p><u>Pracovní stůl</u></p> <p></p> <ul style="list-style-type: none">- Uklidit zbylý materiál z pracovní desky- Uklidit osobní nápoje- Založ dokomunetaci na své místo		
<p>2</p> <p><u>Deska pracovního stolu</u></p> <p></p> <ul style="list-style-type: none">- Setřít z desky pracovního stolu nečistoty a prach <p>Pomůcky: Brilla, modrý papír</p>		
<p>3</p> <p><u>Transportní pásy stanic a,b,c</u></p> <p></p> <ul style="list-style-type: none">- Vyčistit, kontrola na trhliny a opotřebení <p>Pomůcky: vzduch</p>		
<p>4</p> <p><u>Podlaha</u></p> <p></p> <p>na celém pracovišti zamést</p> <p>Pomůcky: koště + lopatka</p>		
<p>5</p> <p><u>Odpady</u></p> <p></p> <ul style="list-style-type: none">- Vyprázdnit všechny nádoby na odpad a zmetky		

Příloha H: Standard týdenní autonomní údržby pracoviště 1004703 [vlastní]

Týdenní údržba	
provádí se každý pátek na konci ranní směny – zaznamenej do checklistu	
<p>běžná denní údržba + doplněná o kroky:</p> <div style="border-bottom: 1px solid black; padding-bottom: 5px;">  <p>6 <u>Kryty a plochy stroje</u> Otřít kryty a plochy stroje Pomůcky: Brilla, modrý papír</p> </div> <div style="border-bottom: 1px solid black; padding-bottom: 5px;">  <p>7 <u>Monitor a rozvaděč</u> Otřít monitor na rozvaděči Pomůcky: Brilla, modrý papír</p> </div> <div style="border-bottom: 1px solid black; padding-bottom: 5px;">  <p>8 <u>Vybrační zásobník</u> - Zásobník vyfoukat od prachu a nečistot - Otřít vnitřek zásobníku Pomůcky: Brilla, modrý papír, tlakový vzduch</p> </div> <div style="border-bottom: 1px solid black; padding-bottom: 5px;">  <p>9 <u>Senzory stanic a,b,c</u> Demontáž + čištění Pomůcky: imbus č.5, Mewa</p> </div> <div style="border-bottom: 1px solid black; padding-bottom: 5px;">  <p>10 <u>Podlaha</u> - paletová místa pro vstupní a výstupní materiál(hotové výrobky) Pomůcky: Vysavač</p> </div> <div style="padding-bottom: 5px;">  <p>11 <u>Světlo nad pracovním stolem</u> - otřít zářivku nad pracovním stolem Pomůcky: Brilla, modrý papír</p> </div>	

Vyhotovil:/ Datum / jméno: 23.01.2020 / P. Titěra	Schválil:/ Datum / jméno: 24.01.2020 P. Mora	Revizní stav: A	Datum 24.1.2020	Původní dokument:	Vlastník návodu M. Ponc / Odd. automaty
--	---	--------------------	--------------------	-------------------	--

Příloha I: Checklist provedení autonomní údržby pracoviště 1004762 [vlastní]

Rok		1	2	3	4	5	6		
2020		Všeobecně Buňku, Rudler, pracovní	Paletky Očištění, vyfouknutí paletiek	Buňka 1700 kontrola oleje na všech	Všeobecně Buňku, Rudler, pracovní	Buňka 1700 vyčistit filtr na buňkách			
Mazání sloupků		AUTONOMNÍ ÚDRŽBA - ÚDRŽBA PROVÁDĚNÁ OBSLUHOU							
standard úklidu - denní P.N 7.5-7-91		PN 7.5-8-103 č.303	1. Nulnost zavřít vzduch při doplnění 2. doplnit olej 3. Otevřít vzduch P.N 7.5-8-103 č. 309	standard úklidu - týdenní P.N 7.5-7-91	PN 7.5-8-103 č.308	Zjištěné nedostatky, abnormality			
obsluha 10 min		obsluha 10 min	obsluha při provozu	obsluha 5	obsluha 5	obsluha NA#			
kW		každá směna	1 x denně, ranní směna	1 x týdně, ranní směna	1 x týdně, ranní směna	1 x týdně, ranní směna	každý koliv		
9		Po. Ut. St. Čt. Pá. So Ne							
10		Po. Ut. St. Čt. Pá. So Ne							
11		Po. Ut. St. Čt. Pá. So Ne							
12		Po. Ut. St. Čt. Pá. So Ne							



Použitě oleje a mazací prostředky:

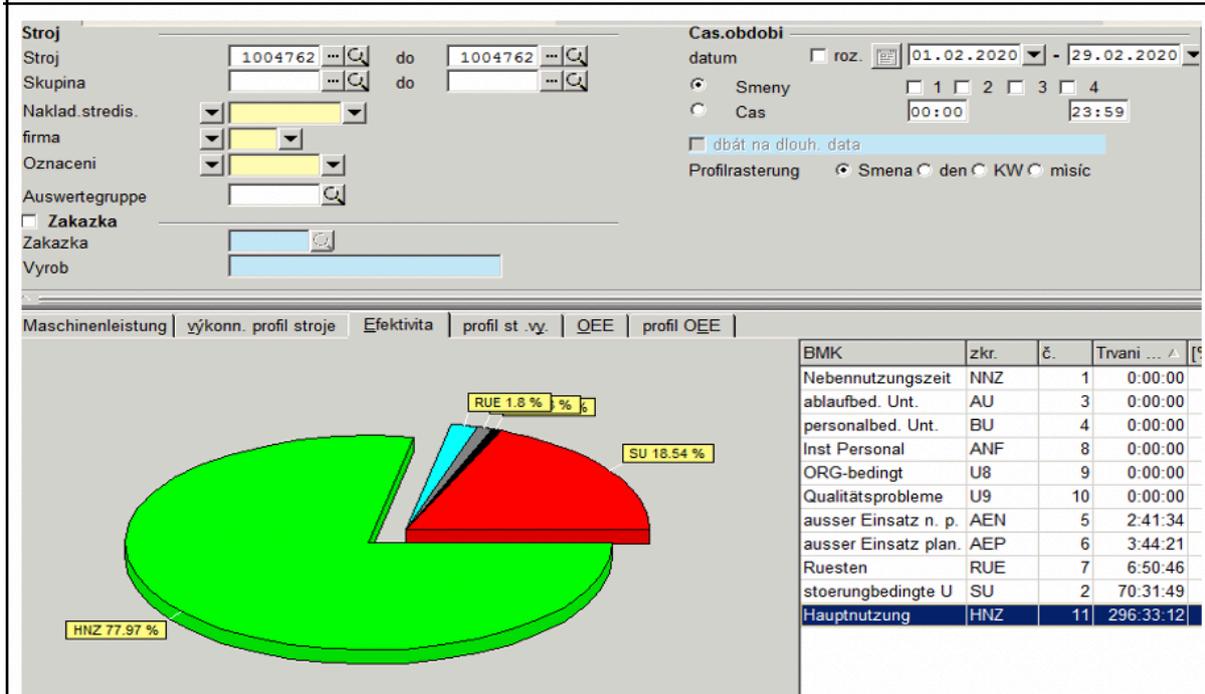
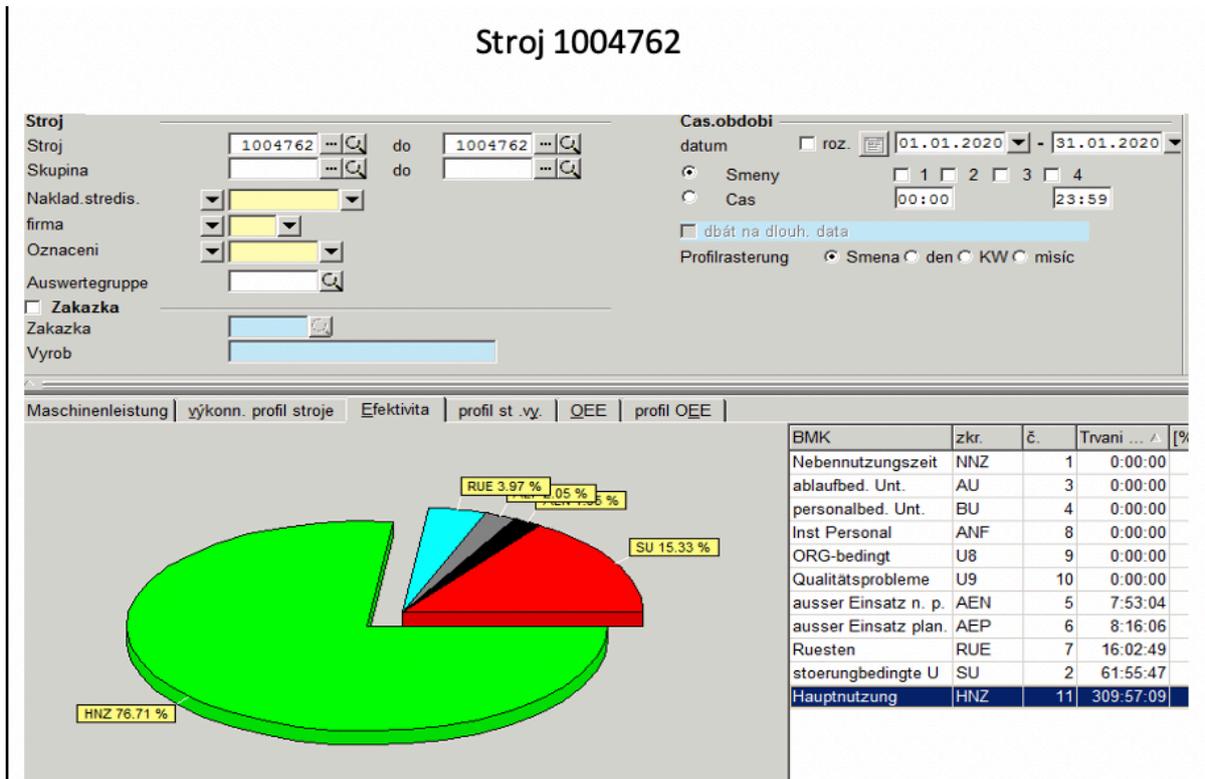
Specialní místa na mazání Avilub Gleitbahnöl CG 68
 Osazovací podavač Avilub Gleitbahnöl CG 68
 Mazání sloupků RSU 220

Checklist údržby pro autonomní údržbu:

Upozornění: Provedení údržbové operace stvrďte zapísáním osobního čísla, nepoužívejte křížků

Nástroj číslo: 1807/1-5
 Číslo pracoviště: UML 2 - 1004762

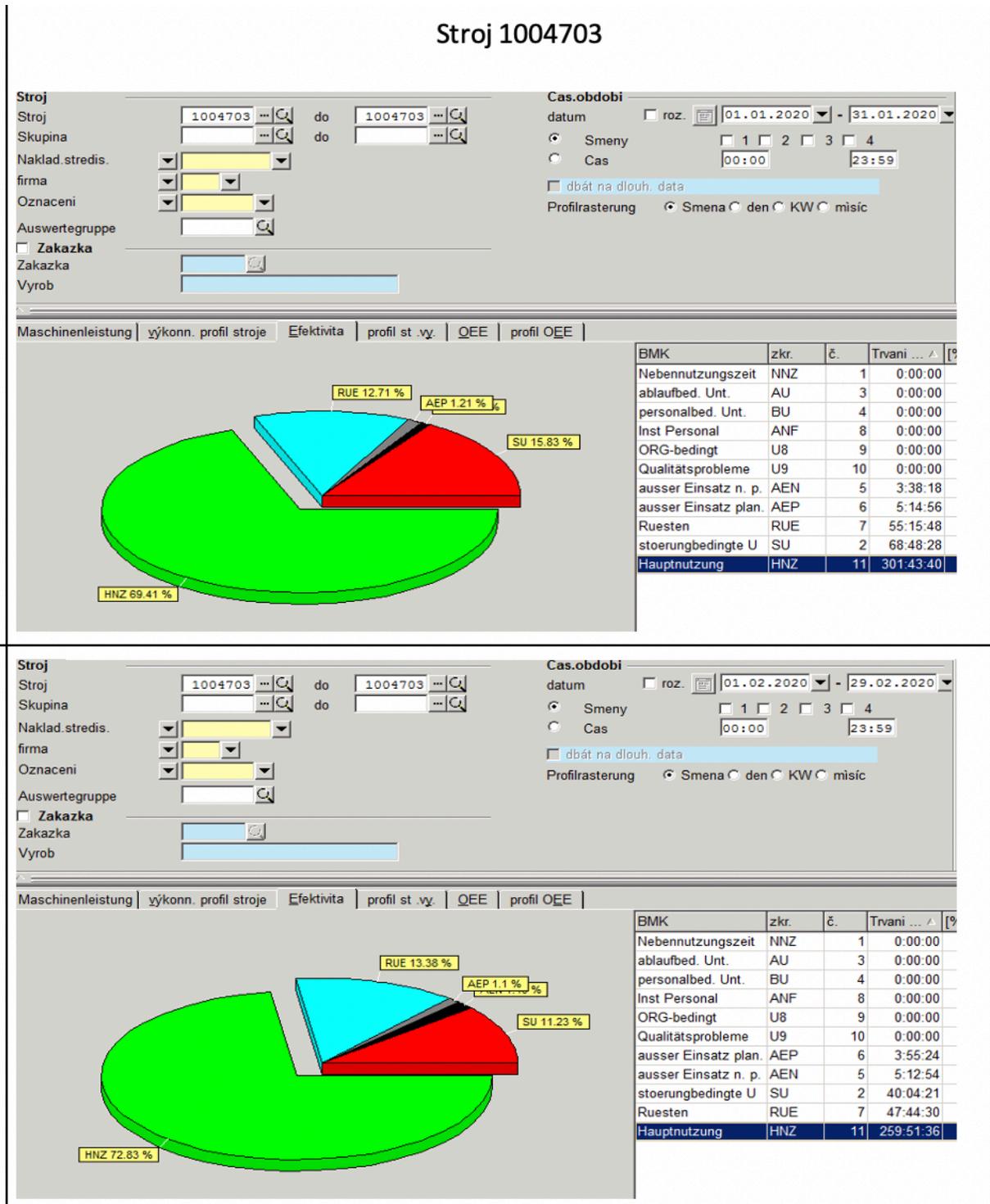
Příloha J: Sledování stroje 1004762 z MES systému pro období 1.1. – 29.2.2020 [vlastní]



Příloha K: Sledování stroje 1004762 z MES systému pro období 1.3. – 9.4.2020 [vlastní]



Příloha L: Sledování stroje 1004703 z MES systému pro období 1.1. – 29.2.2020 [vlastní]



Příloha M: Sledování stroje 1004703 z MES systému pro období 1.3. – 9.4.2020 [vlastní]



Příloha N: Metodika ABC XYZ v logistice [14]

	A	B	C
X	velký podíl na obratu pravidelná spotřeba	střední podíl na obratu pravidelná spotřeba	malý podíl na obratu pravidelná spotřeba
Y	velký podíl na obratu spotřeba s výkyvy	střední podíl na obratu spotřeba s výkyvy	malý podíl na obratu spotřeba s výkyvy
Z	velký podíl na obratu nepravidelná spotřeba	střední podíl na obratu nepravidelná spotřeba	malý podíl na obratu nepravidelná spotřeba