

# **ŠKODA AUTO VYSOKÁ ŠKOLA, O.P.S.**

Studijní program: N6208 Ekonomika a management

Studijní obor: 6208T088 Podniková ekonomika a management provozu

## **Technicko - ekonomická analýza zavedení nástrojové identifikace do oblasti výroby motorů**

**Bc. et Bc. Jakub FLOSS**

Vedoucí práce: Ing. Josef Bradáč, Ph.D.

*Tento list vyjměte a nahrad'te zadáním diplomové práce*

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury pod odborným vedením vedoucího práce.

Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná a v práci jsem neporušil autorská práva (ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

V Mladé Boleslavi dne .....

Děkuji Ing. Josefu Bradáčovi, Ph.D. za odborné vedení diplomové práce, poskytování rad a informačních podkladů. Dále bych chtěl poděkovat své manželce Mgr. Andree Flossové za odbornou korekturu textu a poskytování užitečných rad.

## Obsah

Seznam použitých zkratk a symbolů.....	7
Úvod.....	8
1 Investiční rozhodování.....	9
1.1 Fáze investičního projektu.....	9
1.1.1 Předinvestiční příprava .....	9
1.1.2 Projektování a kontraktace.....	10
1.1.3 Vlastní výstavba.....	10
1.1.4 Provozování investice a likvidace .....	11
1.2 Metody hodnocení efektivnosti investic.....	11
1.3 Statické metody hodnocení efektivnosti investic .....	12
1.4 Dynamické metody hodnocení efektivnosti investic .....	14
1.5 Rizika investičního rozhodování.....	18
1.5.1 Ochrana proti rizikům.....	18
1.5.2 Druhy rizik.....	19
1.5.3 Analýza rizik investičních projektů .....	21
2 Charakteristika výroby hlavy motorů ve ŠKODA AUTO a.s. ....	24
2.1 Hlavní komponenty hlavy motoru .....	26
2.1.1 Miska ventilové pružiny.....	27
2.1.2 Sedlo ventilu .....	27
2.1.3 Vodítko.....	28
2.1.4 Ventilová pružina .....	28
2.1.5 Ventil.....	29
2.1.6 Těsnění dřívku ventilu.....	29
2.1.7 Klínek.....	30
2.2 Výrobní linka hlavy motorů .....	30
2.3 CNC – obráběcí stroje.....	34
2.4 OEE – Celková efektivita zařízení.....	37
2.5 Řízení výrobního procesu .....	38
2.6 Operativní řízení výroby .....	39
3 Technický popis projektu zavedení nástrojové identifikace.....	40

3.1	Technické parametry obráběcí linky hlavy motoru EA 211.....	41
3.2	Popis procesu výměny nástrojů – současný stav.....	42
3.2.1	Opotřebované nástroje.....	44
3.2.2	Měření a broušení nástrojů .....	45
3.2.3	Nové a nabroušené nástroje.....	46
3.2.4	Koloběh nástrojů .....	47
3.3	Zavádění nových technologií na obráběcí linku hlavy motoru .....	48
3.3.1	Výhody zavedením nástrojové identifikace .....	49
3.3.2	Popis procesu výměny nástrojů - budoucí stav.....	51
3.3.3	Nástrojová identifikace v měřicím středisku.....	52
3.3.4	Tok nástrojů po zavedení nástrojové identifikace .....	54
4	Ekonomické zhodnocení projektu .....	55
4.1	Stanovení parametrů pro výpočet roční úspory.....	56
4.1.1	Poškození nástrojů .....	57
4.1.2	Využitelnost nástrojů.....	57
4.1.3	Manipulace s nástroji a zadávání dat.....	58
4.2	Náklady na integraci nástrojové identifikace do linky .....	59
4.3	Celkové náklady včetně integrace a roční úspora.....	60
4.3.1	Návratnost projektu.....	61
4.3.2	Hodnocení efektivnosti investice.....	62
5	Závěrečná analýza a shrnutí.....	63
	Závěr .....	64
	Seznam literatury .....	65
	Seznam obrázků a tabulek.....	67
	Seznam příloh .....	69

## **Seznam použitých zkratk a symbolů**

CNC	Computer Numeric Control
ČSN	Česká soustava norem
EA	Entwicklungsauftrag – vývojový úkol
EPA	Environmental Protection Agency
ISO	International Organization for Standardization
MPI	Multi Point Injection
MRP	Material Requirements Planning
OEE	Overall Equipment Effectiveness
SAP	Systems - Applications - Products in data processing
TDI	Turbocharged Direct Injection
TPM	Total Productive Maintenance
TSI	Turbocharged Stratified Injection
VSŠ	Výrobní systém Škoda
VW	Volkswagen

## Úvod

Diplomová práce pojednává o projektu zavedení nástrojové identifikace do oblasti výroby motorů jak z technického, tak i z ekonomického hlediska. Nástrojovou identifikaci lze zařadit do moderních inovací v oblasti provozu. Je součástí právě probíhající čtvrté průmyslové revoluce, která slouží jako označení pro současný trend digitalizace. Po zavedení robotů a automatizace do výrobních provozů, se čtvrtá průmyslová revoluce zaměřuje na inteligentní propojení robotů, strojů a automatů do sítě. Což má za přínos rychlejší sběr a vyhodnocování dat a snižování nákladů na provoz montážních a obráběcích linek.

Zavedením nástrojové identifikace na obráběcí linku hlavy motorů umožní společnosti Škoda Auto dosáhnout vyšší využitelnosti nástrojů, které se používají v obráběcích strojích pro obrobení obrobku. Zvýšením využitelnosti nástrojů nebude potřeba nakupovat tak velké množství nástrojů za rok a bude možné stanovit přesněji životnost nástrojů. To vše vede ke snížení provozních nákladů obráběcí linky hlavy motorů a ke zvýšení celkové produktivity.

Cílem práce je analýza projektu nástrojové identifikace v oblasti výroby motorů ve společnosti Škoda Auto. Realizace projektu je zhodnocena jak z pohledu ekonomického, tak z hlediska technicko-realizačního, včetně dalších dopadů do dané výrobní oblasti.

Teoretická část práce je zaměřena na zhodnocení projektu z ekonomického i technického hlediska. Popisuje metody využívané k hodnocení efektivnosti investic, možná rizika investičního rozhodování i samotné investiční rozhodování. Charakterizuje také obráběcí linku hlavy motorů, na kterou nástrojová identifikace bude integrována, pojednává o jednotlivých komponentech, které jsou součástí hlavy motoru, i o samotném výrobním procesu.

Praktická část obsahuje technický popis projektu zavedení nástrojové identifikace, realizaci projektu, včetně podrobného popisu integrace do obráběcí linky hlavy motorů. Zaměřuje se také na ekonomické zhodnocení projektu, zahrnuje veškeré parametry, vstupující do výpočtu návratnosti celého projektu. V poslední kapitole jsou na základě analýz navrhována vlastní doporučení na optimální integraci nástrojové identifikace na obráběcí linku hlavy motorů.



# 1 Investiční rozhodování

Investice představují pro podnik rozsáhlejší peněžní výdaje (kapitálové výdaje), u kterých je během delšího časového úseku očekávaná přeměna na budoucí peněžní příjmy.

Z makroekonomického hlediska se investice charakterizují jako „*použití úspor k výrobě kapitálových statků, eventuálně k vývoji technologií a k získání lidského kapitálu. Znamenají obětování dnešní (jisté) hodnoty za účelem získání budoucí (zpravidla méně jisté) hodnoty. Kvantitativně představují rozdíl mezi hrubým domácím produktem a součtem spotřeby, veřejných výdajů a čistých vývozů.*“ (Valach, 2010, str. 17)

Z makroekonomického hlediska se dále investice rozlišují na hrubé a čisté. **Hrubé investice** představují celkovou částku nových investičních statků (tj. budov, výrobního a jiného zařízení, hmotných zásob. Připadá k již existujícím statkům. **Čisté investice** jsou, oproti hrubým investicím, tvořeny čistým přírůstkem zásob investičních statků v dané ekonomice. Jedná se tedy o hrubé investice, které jsou snižené o opotřebovaný majetek.

## 1.1 Fáze investičního projektu

Investiční projekty se připravují a realizují ve čtyřech po sobě následujících fázích od vlastní přípravy a realizace projektů až po ukončení a likvidaci:

1. předinvestiční příprava,
2. projektování a kontraktace,
3. vlastní výstavba (pořízení,
4. provozování investice, případně její likvidace koncem životnosti.

### 1.1.1 Předinvestiční příprava

Fáze předinvestiční přípravy investic je považována za základní předpoklad k úspěšné realizaci projektů a jejich fungování. Je velice náročná a různorodá z hlediska kvalifikace pracovníků, kteří se aktivně podílejí na jejím sestavení (ekonomové, právníci, technici, ekologové). Cílem přípravy je především:

- podrobně identifikovat projekt a jeho různé varianty,
- postupně vylučovat méně vhodné projekty a vybrat nejvhodnější variantu,

- zdůvodnit potřebnost projektu z různých hledisek,
- rozhodnout o lokalizaci projektu,
- navrhnout technické řešení,
- posoudit ekonomickou otázku projektu.

V předinvestiční přípravě dochází k vyjasnění investičních příležitostí, což spočívá v permanentní analýze poptávky po určitých produktech na vnitřním i zahraničním trhu, analýze nových výrobků a nových technologických postupů. K analýze mohou být využity různé mimopodnikové prameny (studie o rozvoji techniky, životní prostředí apod). Tato etapa nesmí být příliš nákladná a detailní. Má za úkol určit základní, podstatné charakteristiky jednotlivých investičních příležitostí a umožnit jejich výběr.

Dále dochází k vypracování předběžné technicko-ekonomické studie, která se zpracovává u rozsáhlých a nákladných projektů. Přípustná míra nepřesnosti pro předběžné technicko-ekonomické studie by měla činit přibližně 30 – 50 %.

Poslední částí předinvestiční přípravy je vypracování tzv. prováděcí studie. Ta by měla zajistit všechny relevantní technické, obchodní, finanční a jiné ekonomické informace, které jsou rozhodující pro vyhodnocení projektu z hlediska jeho realizace či odmítnutí. (Valach, 2010)

### **1.1.2 Projektování a kontraktace**

Projektování a kontraktace představuje druhou fázi přípravy a uskutečnění investičních projektů. Tato fáze dále konkretizuje koncepci investičního záměru z předinvestiční přípravy. Jejím cílem je:

- zpracovat potřebnou technickou dokumentaci stavby,
- získat stavební povolení,
- uzavřít odpovídající smlouvy s různými dodavateli.

Základem pro zahájení této fáze je vytvoření právního, finančního a organizačního rámce pro realizaci projektu. (Valach, 2010)

### **1.1.3 Vlastní výstavba**

Problémy fáze vlastní výstavby projektu je třeba posuzovat jak z krátkodobého, tak i z dlouhodobého hlediska. Uvedení projektu do provozu se týká krátkodobého pohledu. Oproti tomu dlouhodobý pohled zahrnuje celkovou strategii, na které byl

projekt založen, jejíž součástí jsou i výnosy a náklady plynoucí z projektu. Tyto výnosy a náklady se vztahují k předpokladům, ze kterých se zpracovávala technicko-ekonomická studie.

#### 1.1.4 Provozování investice a likvidace

Provozování investice a likvidace představuje závěrečnou fázi životnosti projektu. V této fázi figurují příjmy z likvidovaného majetku, tak i náklady spojené s jeho likvidací. Při hodnocení ekonomické výhodnosti projektu je třeba počítat i s náklady spojenými s ukončením provozu projektu. Do fáze likvidace patří činnosti, jako jsou sanace lokality, demontáž zařízení a jeho likvidace, prodej nepotřebných zásob apod.

### 1.2 Metody hodnocení efektivnosti investic

Aby bylo možné provést hodnocení efektivnosti určité investice, musíme mít kritérium, podle kterého bude možné investici posuzovat. Je-li účel investice snížit výrobní náklady, je možné použít nákladové kritérium. Pokud došlo vynaložení investice za účelem zvýšení zisku, používá se ziskové kritérium. Ovšem skutečnou efektivnost a tok peněz do podniku nezachycuje ani jedno z těchto zmiňovaných kritérií. Z tohoto důvodu je považován za obecný efekt investic právě výkaz cash flow, neboli peněžní tok. (Synek, 2003)

Obecné určení míry výnosnosti (Synek, 2003):

$$\text{míra výnosnosti} = \frac{\text{částka obdržená} - \text{částka investovaná}}{\text{částka investovaná}}$$

Čím budou příjmy z investice vyšší než vynaložené náklady na danou investici, tím bude investice efektivnější.

K hodnocení efektivnosti investice se používají nejčastěji dvě skupiny metod:

- **statické metody:** jsou používány u méně významných záměrů s krátkou dobou životnosti, nepřihlížejí totiž k působení faktoru času,
- **dynamické metody:** základem je aktualizace (neboli diskontování) všech potřebných vstupních dat do výpočtu, jež přihlížejí k působení faktoru času.

### 1.3 Statické metody hodnocení efektivnosti investic

Tyto metody jsou charakteristické tím, že nerespektují faktor času. Statické metody se využívají u projektů s kratší dobou životnosti (1 – 2 roky), tedy v tom případě, kdy na investiční rozhodování nemá faktor času podstatný vliv. Investice s velmi nízkou diskontní sazbou a krátkou dobou životnosti se objevují spíše sporadicky. Z toho důvodu je možnost používání těchto metod k vyhodnocování investičních projektů omezena. V praxi jsou ovšem tyto metody hojně používané a oblíbené a to především pro svou jednoduchost.

#### a) Metoda výnosnosti (rentability, ziskovosti) investic

Tato metoda je typická tím, že se v zisku promítnou jak veškeré změny v nákladech, tak i všechny změny v objemu výroby. Zisk tak přesně charakterizuje přínos dané investice.

ROI (Return of Investment), neboli výnosnost investice se počítá dle vzorce (Synek, 2003):

$$ROI = \frac{Z_r}{KV}, \quad (1)$$

kde parametr  $Z_r$  .... představuje průměrný čistý zisk plynoucí u investice,

$KV$ .... označuje náklady na investici (neboli kapitálové náklady)

Takto vypočtená rentabilita se následně srovnává s požadovanou mírou zúročení stanovenou investorem. Investice je výhodná, pokud je rentabilita vyšší. V úvahu se ovšem neberou všechny peněžní příjmy, ale pouze zisk. (Synek, 2003)

Tento vzorec je vhodný i pro srovnání projektů, které se liší nejen dobou životnosti, ale i výší investičních nákladů a různým objemem výroby. Pro upřesnění se označuje zisk jako zisk po zdanění (čistý zisk), který je považován za výsledek hospodaření podniku. Průměrná zbytková hodnota investice představuje investiční náklady.

#### b) Metoda průměrných nákladů

Metodou průměrných nákladů lze nejjednodušším způsobem provést srovnání několika variant investičních záměrů. Metoda se využívá pro srovnání investičních záměrů, u kterých je objem produkce zhruba stejný, a které využívají rozdílné

technologické a technické postupy. Projekty jsou hodnoceny z pohledu dosažených změn investičních a provozních nákladů. Metoda vychází ze souhrnu ročních nákladů, kdy se vždy vybírá varianta s nejnižšími náklady. Pro objasnění jsou brány roční náklady spojené s využíváním prostředku, který byl získán danou investicí. (Živělová, 2003)

Průměrné roční náklady jednotlivých investičních variant jsou vypočteny dle vzorce (Živělová, 2003):

$$R = O + i * KV + V , \quad (2)$$

kde parametr  $R$  .... celkové průměrné roční náklady (Kč),

$O$  .... průměrné roční odpisy,

$i$  ..... koeficient požadované min. výnosnosti investice,

$KV$ .... jednorázové kapitálové výdaje (Kč),

$V$  ..... průměrné roční provozní náklady (Kč) bez odpisů.

Jednorázové náklady představují veškeré neinvestiční, ale i investiční náklady, které byly vynaložené na výstavbu (montáž) nebo přípravu výstavby v souvislosti s dobou náběhu na konečnou projektovanou kapacitu. Provozní náklady představují roční výrobní náklady (bez odpisů) a bez zůstatkové ceny vyřazeného hmotného majetku.

Metoda poskytuje pouze informaci o ročních průměrných nákladech stanovených pro jednotlivé varianty, přičemž za nejvýhodnější se považuje varianta s nejnižšími ročními průměrnými náklady. (Synek, 2003)

### c) Metoda doby splacení

Doba splacení je takové období (roky, měsíce), za kterou tok příjmů (čisté cash flow) přinese původní hodnotu, která se rovná prvotním nákladům na investici. V případě, že jsou příjmy každý rok životnosti investice stejné, lze dobu splacení vypočítat jako investiční náklady děleno roční částkou čistých peněžních příjmů (Synek, 2003):

$$DS = \frac{\textit{náklady na investici}}{\textit{roční cash flow}} \textit{ (roky)}$$

V případě, že jsou výnosy každý rok odlišné, pak lze dobu splacení zjistit postupným načítáním ročních částek cash flow. To se provádí až do té doby, dokud se kumulované částky cash flow nerovnájí investičním nákladům. Investice je tím výhodnější, čím je kratší doba splacení. Podmínkou ovšem je, že doba splacení musí být kratší, než doba životnosti investice.

Tato metoda však nebere v úvahu výnosy, které vznikly po době splacení a ani časové rozložení výnosů ještě v době splácení. Výhodou této metody je, že dokáže poskytnout informaci o riziku investice (doba splacení 3 roky představuje menší riziko než doba splacení 9 let) a o likviditě investic. Poskytuje informaci, jakou dobu ještě bude původní kapitál vázán v dané investici. (Synek, 2003)

#### **d) Metoda účetní míry výnosnosti (ARR – accounting rate of return)**

Účetní míra investic je obdobou metody výnosnosti investice. Účetní míra investic vyjadřuje průměrný čistý zisk, určený během doby životnosti investice stanovený procentuálně z průměrných výdajů na investici (Jacqueline, 2005):

$$ARR = \frac{\text{průměrné roční příjmy (cash flow)}}{\text{celkové výdaje (outflow)}}$$

Způsob rozhodování pomocí metody ARR se v mnoha firmách liší. U většiny firem dochází ke stanovení minimální požadované míry výnosnosti, na základě které se rozhodne o přijetí nebo nepřijetí investice.

### **1.4 Dynamické metody hodnocení efektivnosti investic**

Dynamické metody jsou metody, které plně respektují faktor času. Převádějí budoucí peněžní příjmy a výdaje na současnou hodnotu. Využívají se tyto metody tam, kde dochází k delší době pořízení investičního majetku a současně i k delší době ekonomické životnosti. Pro vyjádření vlivu času na výnosy a náklady je potřeba určit okamžik, ke kterému dojde k přepočítávání očekávaných příjmů na současné. Tento okamžik je charakteristický tím, že dochází buď k zahájení investiční činnosti, nebo k okamžiku, kdy došlo k dokončení výstavby a následně k zahájení provozu investice. (Synek, 2003)

### a) Metoda indexu ziskovosti

Metoda slouží jako doplněk metodě čisté současné hodnoty. Index současné hodnoty neboli index rentability (Profitability index, IR) získaný podílem současné hodnoty cash flow a nákladů na investici:

$$IR = \frac{SHCF}{KV} \quad (2)$$

Jestliže je vypočtená hodnota vyšší než jedna ( $IR > 1$ ), znamená to pro podnik, že investici může přijmout. V případě srovnání různých variant je vybrána varianta, která disponuje větším indexem výnosnosti. (Synek, 2002)

### b) Metoda čisté současné hodnoty

NPV (Net Present Value), neboli metoda čisté současné hodnoty porovnává aktuální hodnotu všech v budoucnu očekávaných peněžních příjmů z investice s aktuální hodnotou odhadovaných kapitálových výdajů (cash outflows). Čistá současná hodnota představuje aktuální hodnotu cash flow (čistých peněžních toků). (Jacqueline, 2005)

$$NPV = \frac{CF_1}{(1+i)^1} + \frac{CF_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{CF_n}{(1+i)^n} - KV = SHCF - KV, \quad (4)$$

kde  $CF$ .....očekávaná hodnota cash flow na konci období  $n$ ,

$i$ .....diskontní míra,

$n$ .....počet období (životnost investice),

$KV$ .....jednorázové kapitálové výdaje,

$SHCF$ ... současná hodnota cash flow.

Kdyby došlo k uskutečnění kapitálových výdajů postupně v delším časovém období (např. během výstavby), je zapotřebí přepočítat kapitálové výdaje na současnou hodnotu. Takový přepočet bývá prováděn vždy v okamžiku, kdy dochází k uvedení do provozu prostředku, který byl danou investicí získán. Následně dochází k úročení kapitálových výdajů, vynaložených v minulosti. Dle vzorce je možné vypočítat současnou hodnotu investice (Živělová, 2003):

$$NPV = \sum_{n=1}^N \frac{CF_n}{(1+i)^{n+t}} - \sum_{t=1}^T KV_t * (1+i)^t, \quad (5)$$

kde  $T$ .....doba výstavby (počet let),

$t$ .....jednotlivé roky výstavby.

Další parametry mají stejný význam, jako v předchozím vzorci.

Následně pak dochází k porovnání, zda je hodnota kladná nebo záporná. Jestliže je kladná, podnik takovou investici může přijmout. Naopak zápornou čistou současnou hodnotu by měl podnik odmítnout. Investici je možné přijmout, je-li riziková prémie zahrnuta v diskontní míře. Pokud je NPV rovno nule, docílilo se požadované výnosnosti investovaných peněz. Vlastníci jsou spokojeni, protože je splněna požadovaná výnosnost a zároveň jsou splněny požadavky investorů.

### c) Metoda vnitřní výnosové míry

IRR (Internal Rate of Return), neboli vnitřní výnosová míra. U této metody dochází k diskontování peněžních toků z investic v takové míře, aby došlo k rovnosti současných očekávaných peněžních výnosů se současnou hodnotou výdajů na investici. Pokud platí tato rovnost, je rovna nule čistá současná hodnota. (Jacqueline, 2005)

$$SHCF = SHKV$$

$$0 = -SHKV + \frac{CF_1}{(1+i)^1} + \frac{CF_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{CF_n}{(1+i)^n}, \quad (6)$$

Ze vzorce je patrné, že výpočet vnitřní výnosové míry vychází z ČSH = 0. Hledanou veličinou je  $i$ , neboli kalkulovaná úroková míra.

V praxi se využívá pragmatický postup, kde dochází ke hledání alternativní úrokové míry, při které platí rovnost mezi současnou hodnotou předpokládaných příjmů z investic a hodnotou uvažovaného kapitálového vkladu. Z hodnot je pak možné vypočítat hledanou úrokovou míru (Živělová, 2003):

$$IRR = \frac{(i_v - i_n) * NPV_n}{NPV_n - NPV_v} + i_n, \quad (7)$$

kde  $i_n$ ..... nižší úroková míra (zvolená),

$i_v$ ..... vyšší úroková míra (zvolená),

$NPV_n$ ... čistá současná hodnota (při  $i_n$ ),



$NPV_p$ ... čistá současná hodnota (při  $i_p$ ).

Uvedená metoda udává předpokládanou výnosnost investice, která je porovnávaná s požadovanou výnosností. Z tohoto důvodu je v praxi tato metoda velmi oblíbená. Pro podniky jsou přijatelné i projekty, u kterých vychází větší vnitřní výnosová míra než je míra zahrnující riziko. To ovšem neplatí u úvěru. U investice na úvěr by měla být vnitřní výnosová míra vyšší, než je úroková míra. (Synek, 2003)

Metoda IRR se může stát problematickou v případě, že dochází k porovnání dvou a více investic za účelem zjištění, která z nich je nejlepší. Další problém, který hrozí u IRR, v případě, že dojde k proměnlivým peněžním tokům, které nejsou obvyklé. Toto riziko může nastat, jestliže dojde v průběhu životnosti projektu ke kolísání mezi zápornými a kladnými hodnotami. Dojde tak k tomu, že v některém roce převyší výdaje příjmy. (Ross, 1995)

#### **d) Metoda annuity**

Jako jedna z mála metod nehledá celkovou čistou současnou hodnotu investice. Metoda stanovuje průměrný roční přebytek zpětných toků finančních prostředků (c) (Živělová, 2003):

$$c = NPV * k, \quad (8)$$

kde  $k$  .... faktor annuity, který je dán vztahem:

$$k = \frac{(1+i)^n * i}{(1+i)^n - 1}, \quad (9)$$

kde  $n$  .... životnost investice.

Pro podnik je neoptimálnější ten projekt, jehož annuita je rovna nule. Při výběru z více alternativ je vybírán projekt s nejvyšší annuitou.

### e) Metoda doby návratnosti

(Discounted Payback Period), neboli doba návratnosti, slouží ke zjištění časového období, během kterého se kumulované očekávané peněžní příjmy vyrovnají očekávaným kapitálovým výdajům (Živělová, 2003):

$$\sum_{n=1}^x \frac{P_n}{(1+i)^n} - KV = 0, \quad (10)$$

kde  $x$  .... doba návratnosti.

Doba návratnosti je stanovena rokem životnosti projektu, ve kterém dojde k požadované rovnosti. Vybírány jsou projekty, jejichž doba návratnosti není delší než obvyklá doba životnosti daného pořizovaného prostředku. Neoptimálnější je samozřejmě projekt s nejkratší dobou návratnosti.

## 1.5 Rizika investičního rozhodování

Součástí každého podnikání je riziko a nejistota, které souvisí s rozhodováním i investováním kapitálu do různých projektů. Riziko investičního rozhodování spočívá v tom, že nelze nikdy stanovit přesný výsledek, ale investor je vždy pouze v očekávání.

Investiční riziko je odvozeno z budoucího očekávaného výnosu z investice. Pokud je očekávaný výnos záporný (ztráty), je taková investice považována za rizikovou. Investoři následně požadují podle výše rizika i přímo úměrnou výši své odměny (výnos), která v sobě již zahrnuje rizikovou prémii. Investor tak musí brát v úvahu při investičním rozhodování nejen výnosové důsledky projektu, ale i rizika, která jsou přímo spojená s peněžním tokem projektu. (Synek, 2003)

Investování peněžních prostředků má velký vliv na likviditu podniku. Proto je zapotřebí při rozhodování brát v úvahu tato tři kritéria (likvidita, riziko, výnosnost), která tvoří tzv. **investiční trojúhelník**. Pokud je dosaženo maximální výnosnosti za minimálního rizika s maximální likviditou, lze takovou investici považovat za ideální. (Valach, 2006)

### 1.5.1 Ochrana proti rizikům

Každý podnik má rizikovou politiku nastavenou podle vlastních požadavků, ale ve všech případech má za úkol předcházet a zmírňovat rizika a negativní dopady na

činnost podniku. Rizikovou politiku podniku lze definovat jako činnost, která zahrnuje:

- identifikaci rizika (druhy, příčiny),
- měření stupně rizika (nízký, normální, střední stupeň),
- kvalifikaci vlivu rizika na činnost podniku (vliv rizika na finanční situaci, apod.),
- ochranu proti rizikům (rozložení rizika, přesouvání rizika).

V případě, že si podnik teprve začíná vytvářet svou rizikovou politiku, je zapotřebí si zaprvé identifikovat možná rizika. Jedná se o první krok při tvorbě vlastní rizikové politiky a také je to jeden z časově nejnáročnějších kroků, z kterého se odvíjí další na sebe navazující kroky. Dochází zde k odstranění příčin rizik, a tím k jeho eliminaci (např. odstranění konkurenta ekonomickou či politickou silou). Tento způsob ochrany proti riziku je označován jako ofenzivní přístup k riziku. Druhým krokem je určení měrové stupnice rizik. Podnik si stanoví tzv. rizikové meze, které označují horní a dolní hranici, kam až je podnik ochoten jít (např. hranice možného poklesu ceny, hranice zadluženosti, minimální požadovaná efektivnost investic). Kvalifikace vlivu rizik na rozhodování je dalším třetím krokem. Jedná se zejména o vliv různých rizik z vnějšího, ale i vnitřního prostředí firmy na požadovanou míru výnosnosti, finanční situaci nebo zisk apod. Posledním krokem pro kvalitní vytvoření rizikové politiky je stanovení ochrany proti rizikům. Jde o rozložení rizika na co největší základnu, a tím i jeho snížení. Nejčastější formy diverzifikace rizika jsou (Valach, 2010):

- a) rozšiřování výrobních programů,
- b) geografická diverzifikace (využívání různých zemí pro lepší podmínky),
- c) diverzifikace z hlediska dodavatelů (např. dodávky nafty z několika zemí),
- d) diverzifikace z hlediska odběratelů (více odběratelů),
- e) diverzifikace v oblasti finančních investic.

### **1.5.2 Druhy rizik**

*„Podnikatelské riziko můžeme definovat jako nebezpečí, že dosažené výsledky podnikání se budou odchylovat od výsledků předpokládaných.“* (Valach, 2010, s. 173)

- Podle závislosti/nezávislosti na podnikové činnosti (Valach, 2010):
  - *riziko objektivní* – nezávisí na podnikové činnosti, ani na podnikovém managementu, vlastníka nebo zaměstnance (např. přírodní, ekonomické, politické změny),
  - *riziko subjektivní* – závislé na podnikové činnosti managementu, vlastníků a zaměstnanců (např. nedostatečné technické znalosti, nepozornost, nedostatečná adaptace na změny),
  - *riziko kombinované* – příčinou je působení objektivního a subjektivního faktoru dohromady.
  
- Podle jednotlivých činností podniku (Valach, 2010):
  - *riziko provozní* (svátek, porucha strojů, úrazy),
  - *riziko tržní* (riziko cen, kurzů, odbytu),
  - *riziko inovační* (náběh nových výrobků, integrace technologií),
  - *riziko investiční* (alokace peněz do hmotného, nehmotného investičního majetku),
  - *riziko finanční* (riziko platební neschopnosti, používání různých druhů kapitálů),
  - *celkové podnikatelské riziko* (riziko úspěšného/neúspěšného podnikání).
  
- Podle závislosti na celkovém ekonomickém vývoji či vývoji v jednotlivé firmě (Valach, 2010):
  - *riziko systematické* – příčinou jsou změny v celkovém ekonomickém prostředí a postihuje všechny firmy (změna daní, úroků, atd.),
  - *riziko nesystematické* – jedinečné pro jednotlivé firmy, obory nebo projekty. Riziko lze snižovat diverzifikací.
  
- Podle možnosti ovlivňování (Valach, 2010):
  - *rizika ovlivnitelná* – můžou být ovlivněna podnikatelem (např. riziko cenové, riziko loupeže, riziko výzkumné),

- *rizika neovlivnitelná* – nelze je ovlivnit (daňové podmínky, politická situace v dané zemi).

### **1.5.3 Analýza rizik investičních projektů**

Investiční projekty jsou dlouhodobé, proto je třeba věnovat velkou pozornost rizikům, které investování obnáší. Mohlo by následně dojít k dlouhodobým důsledkům, které by mohly mít negativní dopad na činnost podniku. Kromě toho jsou kapitálově náročné.

Dle autorů odborné literatury je doporučován k hodnocení rizikovosti investičních projektů následující postup, který zahrnuje tyto základní fáze (Valach, 2010):

#### **1. Určení kritických faktorů rizika**

Cílem první etapy je výběr rozhodujících faktorů, které přímo působí na efektivnost projektu. Většinou se jedná o ceny vstupů a výstupů, časové využití zařízení, objem tržeb, daňové a úrokové sazby apod. Pomocí analýzy citlivosti se vybírají kritické faktory. Čím více se zvětšuje citlivost projektu na určitý faktor, tím k většímu riziku zde dochází. Následně musí být tomuto faktoru věnována větší pozornost. Analýza citlivosti pomáhá zjistit závislost peněžních toků z investičního projektu na různých faktorech. Výsledkem analýzy je určení faktorů přímo ovlivňující úspěšnost podniku. Poté dochází k seřazení faktorů podle významnosti. Nevýhodou analýzy citlivosti je, že jsou jednotlivé faktory sledovány odděleně, nedochází tak ke sledování jejich vzájemné interakce. (Valach, 2010)

#### **2. Stanovení bodu zvratu**

V této etapě se vymezují kritické výše určité veličiny (ceny, objem produkce apod.), od které se projekt začne stávat nevýhodným, tzn. při které čistá současná hodnota projektu začne nabývat záporných hodnot.

Ke stanovení bodu zvratu investičního projektu dochází tak, že se kvalifikuje čistá současná hodnota pro jednotlivé vybrané veličiny, bodem zvratu je následně taková úroveň, při které se čistá současná hodnota rovná nule. (Valach, 2010)

#### **3. Kvantifikace rizika pomocí různých statistických metod**

Způsobů kvalifikace rizika investičního projektu je hned několik. Častým kvalifikátorem rizika se používá směrodatná odchylka (rozptyl) peněžních příjmů

projektu. Pro vyjádření stupně rizika investičních projektů je nezbytné porovnávat odchylky jednotlivých peněžních příjmů od průměrné očekávané hodnoty. Ten projekt, který vykazuje vyšší odchylky, je považován za riskantnější. Protože každá odchylka má jinou pravděpodobnost, je třeba vyjádřit průměrný stupeň odchylek od průměrné očekávané hodnoty pomocí směrodatné odchylky (Valach, 2010):

$$\sigma = \sqrt{\sum_{j=1}^N (P_j + \bar{P})^2 * p_j}, \quad (11)$$

kde  $\sigma$ ..... směrodatná odchylka peněžních příjmů investičního projektu,  
 $P_j$ ..... jednotlivé očekávané peněžní příjmy u různých variant,  
 $\bar{P}$ ..... průměrná očekávaná hodnota peněžních příjmů z projektu,  
 $p_j$ .....pravděpodobnost vzniku jednotlivých očekávaných příjmů,  
 $j$ .....jednotlivé varianty očekávaných peněžních příjmů,  
 $N$ ....počet variant očekávaných peněžních příjmů.

Čím větší směrodatnou odchylku peněžních příjmů příslušný projekt vykazuje, tím větší je jeho riziko.

#### **4. Realizace různých způsobů snížení rizika**

V této etapě dochází k zohlednění investičního rizika při promítání rizika do konkrétního kritéria, které následně bude použito pro hodnocení efektivnosti projektů. Valach uvádí dva postupy, které mohou být použity:

- *Přímé promítání rizika* – výslovné vyjádření rizika ke každému projektu a vzájemné porovnání stupně rizika určitého projektu a jeho efektivnosti. Každý projekt je tak hodnocen rizikem a efektivnosti (NPV).
- *Nepřímé promítání rizika* – při použití tohoto postupu je nejprve nutné upravit diskontní sazbu o riziko a až poté je možné určit čistou současnou hodnotu. Projekt je tak hodnocen pouze čistou současnou hodnotou, která zohledňuje riziko.

## **5. Příprava plánů korekčních opatření pro budoucnost – pro určité kritické situace**

Při snižování rizika u současných investičních projektů je také potřeba předcházet rizikům, které mohou v budoucnosti nastat u jiných investičních akcí. Aby byla učiněna ochranná opatření proti možným rizikům, je potřeba znát rizikové faktory (rozložení rizika, pojištění, omezení rizika apod.).

## 2 Charakteristika výroby hlavy motorů ve ŠKODA AUTO a.s.

ŠKODA AUTO a.s. je největším exportérem v České republice s více než 26 tisíci zaměstnanci. Mezi automobilovými značkami patří k nejstarším značkám na světě. Jedním z nejdůležitějších mezníků společnosti se stal rok 1991, kdy 16. dubna proběhlo spojení tehdejšího **národního podniku AZNP ŠKODA AUTO a.s. s automobilovým koncernem Volkswagen** sídlícím v Německu. O společnost projevovali zájem také Francouzi, ale vedení společnosti se rozhodlo vložit osud společnosti do rukou Němců. To se časem ukázalo jako úspěšný krok a podnik se stal čtvrtou značkou koncernu. V té době byly v koncernu pouze automobilky VW, Audi a Seat. (Výroční zpráva Škoda Auto 2015, 2016)

V roce 1998 došlo ke změně názvu na současný. Od 18. července 2007 se stala společnost Volkswagen International Finance N. V. jediným akcionářem společnosti se sídlem v Amsterdamu a je nepřímou dceřinou společností firmy VOLKSWAGEN AG ve stoprocentní výši.

Od roku 1991 se počet společností patřících do koncernu VOLKSWAGEN ztrojnásobil. Nově přibýly značky jako Bentley, Bugatti, Porsche, Lamborghini, MAN, Scania, Volkswagen užitkové vozy a Ducati. To dokazuje prosperitu německé skupiny společností, což se samozřejmě projevuje i ve společnosti ŠKODA AUTO a.s., která se stala nejvýznamnějším ekonomickým uskupením České republiky, a jež za více než dvě desetiletí dokázala expandovat na 101 trhů po celém světě. V současné době společnost vyrábí 8 modelových řad a snahou společnosti je snižovat množství oxidu uhličitého v ovzduší.

Společnost od roku 2008 rozšířila svou paletu vozů o dva nové modely a to Citigo a Yeti. V roce 2017 společnost představila dva nové modely Kodiaq a Karoq, které jsou považovány za hlavní produkty SUV strategie. V budoucnu se dá očekávat další rozvoj v elektrifikaci, vývoj hybridních pohonů, rozvoji infotainmentu a dalších novinek, z kterých by společnost v budoucnu měla prosperovat. Rozšířením palety vozů a větší nabídkou hybridních pohonů společnost předpokládá zvýšení prodejů na všech světových trzích. Společnosti se v roce 2014 povedlo překonat hranici 1 milionu prodaných vozů a klade si za své cíle do roku 2018 prodat ještě více vozů, přesněji 1 500 000 vozů. V roce 2016 si však vedení společnosti uvědomilo, že si stanovili nesplnitelný úkol a nedokáží do roku 2018 zvýšit výrobu na



1 500 000 vozů za rok. Podnik se sice stále vyvíjí pozitivním směrem, ale ne v takovém tempu, který management předpokládal. Proto se v roce 2016 společnost rozhodla změnit svoji strategii 2018, na celokoncernovou strategii 2025, která je charakteristická svým heslem „TOGETHER“. Hlavním cílem nejen společnosti ŠKODA AUTO, ale celého koncernu Volkswagen se stala touha stát se světovým lídrem v oblasti trvale udržitelné mobility. V plánu je vyvinout do roku 2025 více než 30 nových elektromobilů a prodávat dva až tři miliony elektromobilů ročně. Zvýšit provozní marži a kapitálový výnos v automobilové divizi o více než 15 % do roku 2025. Zvýšení ziskovosti a efektivity značky Volkswagen. Strategie obsahuje spoustu dalších bodů, které lze splnit jedině společným úsilím všech zaměstnanců v koncernu, zákazníků, akcionářů a obchodních partnerů. Hlavní důvod vzniku strategie 2025 je emisní skandál automobilky Volkswagen, nazývaný jako „Dieselgate“, který vypukl v září 2015. Americká Agentura pro životní prostředí (EPA) zjistila, že Volkswagen vybavil své automobily s dieselovými motory TDI softwarem, který umí rozpoznávat chod motoru v režimu emisního testování, kdy se zjišťuje, jak velké množství výfukových plynů automobil vypouští do ovzduší, aby každý dieselový motor od firmy VW dokázal splnit zákonný limit.

Předmětem podnikatelské činnosti společnosti není jen výroba vozů, ale také vývoj, výroba a prodej agregátů (převodovky a motory), výroba a prodej komponentů do agregátů a převodovek, originálních dílů (tvoří 60% zisku společnosti), příslušenství a poskytování servisních služeb. Hlavní sídlo se nachází v Mladé Boleslavi, kde výrobní závod svou rozlohou zaujímá třetinu plochy města, jelikož se jedná o hlavní výrobní závod, nachází se v areálu výrobní provozy jako např. svařovna, lisovna, dvě montážní linky (finální montáž vozů), lakovna, hutě a výrobní agregátů. Dále se v Mladé Boleslavi nachází, mimo výrobní areál, vývoj (Česana) a vedení společnosti (Pentagon).

Závody společnosti ŠKODA AUTO a.s. vyrábí kompletně smontované vozy připravené k prodeji, ale i montážní sady vyvázející se dále do závodů skupiny Volkswagen nebo také do partnerských závodů, kde dochází k následné kompletaci automobilu. Je to z důvodu nižších poplatků a clo. Když je rozmontovaný vůz převezen do zahraničí, nevztahují se na něj tak vysoké poplatky a clo, jako na zcela zkompletovaný automobil. Zahraniční závody, kam

jsou montážní sady dopravovány, se nacházejí v Indii, na Ukrajině, v Číně, Rusku, Bosně a Hercegovině. (Výroční zpráva Škoda Auto 2015, 2016)

## **2.1 Hlavní komponenty hlavy motoru**

Hlavní funkcí hlavy válců spalovacího motoru je uzavření pracovního prostoru válců nacházející se v bloku motoru a vytvoření tak dokonale utěsněného kooperujícího spalovacího prostoru. Hlava může mít různý tvar podle druhu kompresního prostoru a uspořádání rozvodů. V hlavě motoru se nacházejí části rozvodového mechanismu (ventily, vodítka ventilů, ventilové pružiny), dále se v hlavě nacházejí části jako klínky, sedla, misky, gufera, které tvoří příslušenství každého ventilu. Ventily se nachází buď ve výfukovém, nebo v sacím kanálu. U hlav chlazených kapalinou se dále ještě vyskytují otvory pro průtok oleje, otvory pro chladicí kapalinu, otvory pro zapalovací nebo žhavicí svíčky a otvory pro vstřikovače. U vzduchem chlazených motorů je hlava opatřena žebrováním pro lepší odvod tepla, nenacházejí se v ní tedy žádné kanály určené pro chladicí kapalinu. Hlava může být samostatná pro každý válec nebo společná pro celý motor viz obr.1. (Vlk, 2003)

Na výrobní lince společnosti Škoda Auto se vyrábí dva druhy hlav a to pro tříválcové a čtyřválcové motory, které se liší od sebe počtem ventilů. U tříválcových motorů disponuje hlava válců 12-ti ventily, oproti tomu hlavy určené pro čtyřválcové motory disponují 16-ti ventily. Co mají ovšem oba díly společné je technologie výroby obou dílů. Jedná se o složité odlitky z lehkých slitin, které mají lepší tepelnou vodivost a lépe odolávají korozi v chladícím prostoru. Hlava válců je vyrobena gravitačním litím do ocelové kokily s pískovými jádry, které vytváří prostor pro chladicí kapalinu a sací a výfukové kanály vodního prostoru a sacích a výfukových kanálů. Jednotlivé kanály a průchody jsou ještě před odlitím vytvářeny ve formě pomocí speciálního písku (písková jádra), který se z finálního odlitku po vychladnutí vysype a tím vznikne propletená síť kanálů a otvorů uvnitř výrobku bez složitého vrtání nebo frézování. Hotový odlitek se následně musí obrobit, zejména plochy, které jsou v přímém kontaktu s blokem motoru. Do hotového obrobku se následně za pomoci zchlazení tekutým dusíkem lisují ventilová sedla ze sintrované oceli, které disponují velkou odolností proti teplotě a opotřebením způsobeným neustálým klepáním ventilů na dotykovou plochu sedel. (Gscheidle, 2007)

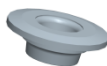


Zdroj: Interní materiály Škoda auto a.s.

**Obr. 1** *Hlavy motorů pro tříválcové a čtyřválcové motory*

### 2.1.1 Miska ventilové pružiny

Miska se nachází na horním závitu ventilové pružiny a tvoří tak horní dosedací plochu pružiny. Zabezpečuje přenos sil mezi ventilem a pružinou. Miska je vyrobena z pevnostní oceli odolné vůči fyzickému namáhání a kmitání. Pro výfukový i sací ventil se používají stejné misky. Můžou se lišit pouze v průměru, protože pro sací ventil může být použita odlišná pružina než u výfukového ventilu. (Vlk, 2001)



Zdroj: Interní materiály Škoda auto a.s.

**Obr. 2** *Ventilová miska*

### 2.1.2 Sedlo ventilu

Slouží k dosednutí talířku ventilu a tím dochází k utěsnění spalovacího prostoru a k následnému odvodu tepla z ventilu do válce motoru. Sedla jsou nejčastěji vyrobeny ze sintrované oceli, která disponuje větší odolností vůči teplotě, lépe odolává prudkým změnám teploty a je obzvláště odolná proti mechanickému poškození. Ventilové sedlo má stejný úhel kužele těsnící plochy jako talířek ventilu (nejčastěji  $45^\circ$ ). Šířku sedla určují tzv. korekční úhly, které mají za úkol snížit nežádoucí odpor proudění v sedle ventilu. Šířka sedla u výfukových ventilů bývá 2 mm a u sacích ventilů bývá kolem 1,5 mm. Pokud je použito užší sedlo, dochází k horšímu odvodu tepla, ale i k lepšímu utěsnění. (Pavelek, 2003)



Zdroj: Interní materiály Škoda auto a.s.

**Obr. 3 Sedlo ventilu**

### 2.1.3 Vodítko

Zabezpečuje vedení ventilu v hlavě válců. Slouží k správnému dosednutí ventilů do sedel. Vodítko pro sací ventil je vyrobeno z mosazi, pro výfukový ventil ze sintrované oceli. Aby byla zajištěna minimální spotřeba oleje a exhalace, jsou vodítka na horních koncích opatřena těsněním. Výhodou použití vodítek je v případech jejich opotřebení jednoduchá oprava. (Ferenc, 2009)



Zdroj: Interní materiály Škoda auto a.s.

**Obr. 4 Vodítko ventilu**

### 2.1.4 Ventilová pružina

Zajišťuje sílu, která je potřebná k uzavření spalovacího prostoru. Dochází díky nim k přitlačování ventilu do sedla, aby byl spalovací prostor dokonale utěsněn. Dalším hlavním úkolem ventilové pružiny je zajistit stálý přitlak ventilu směrem k vačkové hřídeli i při maximálních dovolených otáčkách motoru. Pohyb ventilu díky tomu sleduje tvar vačky. Pružina se navrhuje tak, aby její síla překonala všechny setrvačné a třecí síly v rozvodovém mechanismu. Síla ventilové pružiny musí dostatečně přitlačovat ventil na vačku v celém spektru otáček motoru a to vždy s dostatečnou rezervou. Nejběžnějšími jsou válcové vinuté pružiny. Pružiny mívají 6 až 8 závitů. (Kysela, 2004)



Zdroj: Interní materiály Škoda auto a.s.

**Obr. 5 Pružina**

### 2.1.5 Ventil

Ventil se skládá z kuželové těsnicí plochy, z dříku, stopky ventilu, talířku se sedlem a čela dříku. Jeho funkcí je otevírat a uzavírat spalovací prostor motoru. Probíhá přes něj výměna náplně válce. Do hlavy válců se vkládají sací a výfukové ventily. Sací ventil je větší než výfukový. Je to dáno tím, že pro plnění válce je k dispozici menší tlakový spád než pro výfuk. Při sání je totiž k dispozici pouze atmosférický tlak – 1bar (u motorů MPI). To ovšem neplatí u přeplňovaných motorů TSI. Zdvih ventilu se nejčastěji pohybuje okolo 7,5 mm až 11 mm. V sedle sacího ventilu by neměla nasávaná směs přesáhnout u maximálních otáček motoru rychlost 100 m/s. (Kysela, 2004)



Zdroj: Interní materiály Škoda auto a.s.

**Obr. 6 Ventil**

### 2.1.6 Těsnění dříku ventilu

Těsnění zajišťují propuštění jen nutného množství oleje potřebné k mazání dříku ventilu. Tím je dosaženo řízeného mazání dříku ventilu ve vodítku a zamezí se nadměrnému propouštění oleje do spalovacího prostoru. V případě, že by těsnění na dříku ventilu chybělo, docházelo by k protékání motorového oleje do spalovacího prostoru a následně i k horšímu spalování v motoru a k ubývání olejové náplně v motoru. (Ferenc, 2009)



Zdroj: Interní materiály Škoda auto a.s.

**Obr. 7 Gufero ventilu**

### 2.1.7 Klínek

Klínek se nachází na samotném vrcholu ventilu na tzv. stopce ventilu. Klínek je rozpůlen na dvě samostatné části, z důvodu jednodušší montáže rozvodového mechanismu. Jinak tvoří plnohodnotný celek, který má pomocí svého kuželovitého tvaru zabezpečit spojení mezi miskou ventilové pružiny a samotným ventilem. (Kysela, 2004)



Zdroj: Interní materiály Škoda auto a.s.

**Obr. 8 Klínek**

## 2.2 Výrobní linka hlavy motorů

Na výrobní lince se nacházejí flexibilní obráběcí stanice, které jsou schopny obrábět více druhů hlav motorů, aniž by se jedna ze stanic musela přenastavovat. V současné době se na výrobní lince vyrábí hlavy motorů pro tříválcové motory 1.0 MPI a 1.0 TSI a také pro čtyřválcové motory 1.2 TSI, 1.4 TSI a 1.6 MPI. Každá hlava se liší náročností a pracností na obrobení. Jednoznačně nejnáročnější na pracnost jsou hlavy pro motory 1.2 TSI a 1.4 TSI. Tyto motory jsou vybaveny turbodmychadlem, které se montuje na výfukovou stranu hlavy motorů. To ovšem stále nezvedá pracnost na obrobení těchto dílů. Motory vybavené turbodmychadlem disponují systémem přenastavování vačkových kol. Jedná se o to, že za pomoci řídicího ventilu, který reguluje tlak ústící z olejové galerie do přenastavovacího vačkového kola, dochází ke změně časování rozvodů a tím i ke zvýšení točivého momentu motoru. Z hlediska obrábění je proto nutné vyvrtat pár olejových kanálů navíc do hlavy motoru.

Dále se na výrobní lince nachází prací stanice, které pomocí vysokého tlaku, tryskajícím na obrobek, zbavují obrobek od špon, grotů a dalších nečistot, které vznikají při obrábění. Celkem se na lince nacházejí dvě prací stanice. Každá stanice dokáže čistit právě jeden obrobek.

Výrobní linka je rozdělena na dvě části. Je tomu tak z důvodu nedostatku volných prostor. 90% linky se tak nachází na jedné straně zdi a druhá část linky, kde

dochází k finálnímu balení výrobku, se nachází za zdí. Viz tučná svislá čára na na layoutu výrobní linky viz příloha č.1.

V následujících bodech je popsán výrobní proces hlavy motoru po operacích dle layoutu výrobní linky viz příloha č.1.:

#### **a. Operace 10**

Na každé operaci se nachází různé množství obráběcích nebo výrobních center (stanic). Na této operaci se nachází dvě obráběcí centra, ve kterých dochází k obrobení celé plochy, nacházející se na výfukové straně hlavy motoru. V každém centru se vždy nachází pouze jeden obrobek, který je pomocí posuvného portálu nacházející se nad stanicemi, odebírán z dopravníku a vkládán do stanice a naopak.

#### **b. Operace 15**

Jedná se o malé poloautomatické pracoviště, ovládané obsluhou. Na pracovišti dochází k montáži upínacích trnů, viz obr.9, na hlavu motoru. Na každém obrobku se nacházejí dva upínací trny. Každý obrobek je na každé následující operaci za něco upnut. Aby nedošlo k poškození obrobku při upnutí, uchopuje se za tyto upínací trny, které jsou z finálního výrobku na konci linky demontovány.



Zdroj: Interní materiály Škoda auto a.s.

**Obr. 9 Upínací trn**

#### **c. Operace 20**

Jedná se opět o obráběcí stanici. Na této operaci se vrtá otvor závitu pro zapalovací svíčky (u tříválcových motorů jsou to tři otvory, u čtyřválcových čtyři otvory). Následně dochází k obrobení obou kratších ploch hlavy motoru, tedy ze strany rozvodů a ze strany vodního čerpadla.

#### **d. Operace 30**

Na operaci 30 se nacházejí dvě centra, ale do budoucna je počítáno se třetím. Zde se provádí obrábění plochy, nacházející se na straně sacích kanálů. Dále k obrábění otvorů pro vodítka ventilů a ventilová sedla. Každý z těchto otvorů je obrobek s tisícinovou přesností.

#### **e. Operace 40**

Jedná se o první operaci, kde dochází k tzv. mezioperačnímu praní. Při teplotě 52°C se obrobek čistí od špon, částí jader z licích forem a dalších nečistot, aby byl připraven pro další operaci, kde dochází k lisování.

#### **f. Operace 50**

Po vyčištění obrobku dochází k lisování vodítek ventilů a ventilových sedel. Aby bylo možné tyto dva komponenty zalisovat do obrobku, je potřeba je zchladit zapomocí stlačeného dusíku na teplotu -196°C. I přesto je při zalisování vodítek potřeba lisovací síla dosahující až 28 kN a při zalisování sedel síla až 22,5 kN. Vodítka a sedla se lisují vždy v jeden okamžik a to proti sobě. Vytváří se tím adekvátní síla z obou stran.

#### **g. Operace 60**

Jedná se o obráběcí stanice, které všechny plochy na obrobku, kromě plochy nacházející se u výfukových kanálů, obrábějí načisto. To znamená, že dojde k odstranění různých otlaků, vroubků, rýh nebo jiných poškození, které by mohly mít vliv na funkčnost výrobku. Dále se zde vrtá průměr pro vodítka ventilu.

#### **h. Operace 70**

Zde je obrobek podroben finálnímu praní při tlaku až 320 barů. Ve stanicích se nacházejí trysky a frézy, které mají za úkol obrobek znovu očistit od špon a různých již zmiňovaných nečistot. Dochází zde k praní vždy pouze jednoho dílu ve stanici, které jsou propojeny společným dopravníkem. Pokud dojde k situaci, že je obrobek poslán znovu do prací stanice, stanice to po načtení čipu na obrobku pozná a následně dochází k praní obrobku za nižšího tlaku.



### **i. Operace 80**

Do každé hlavy se lisují zátky, které mají kónický tvar a slouží k utěsnění technologických otvorů, které byly vyvrtány z důvodů zpřístupnění obráběcího nástroje. Aby otvory byly dokonale utěsněny, nanáší se na každou zátku lepidlo. Dále se zde lisují kuličky pro utěsnění olejového a vodního prostoru. Mají stejnou funkci, jako zátky. Poté je obrobek podroben zkoušce těsnosti olejového a vodního prostoru.

### **j. Operace 90**

Pokud je obrobek správně utěsněn, dojde na pracoviště nacházející se jako poslední před zdí, půlící výrobní linku. Na tomto pracovišti dochází k vizuální kontrole pracovníkem. Má za úkol kontrolovat celistvost, porezitu, otřepy, mechanické poškození, správný počet vodítek a jejich orientaci, kontrola sedel a další kontroly.

### **k. Operace 110**

Jedná se o finální montážní pracoviště, kde se nachází jeden robot a pět zaměstnanců. Dochází zde nejprve k lisování gufer do hlavy motoru, následuje kamerová zkouška správného zalisování. Třetím krokem je přimazávání vodítek a otvorů a ruční vložení výfukových a sacích ventilů do hlavy motoru. Následuje ruční vložení ventilových pružin do podavače pro robota. V dalším kroku se automaticky vloží misky na pružiny a následuje zmáčknutí pružiny, která je ihned zaklínkována klínkem nacházejícím se na vrcholu ventilu. Poté kamerová kontrola zkontroluje správné zaklínkování, aby nedošlo k poškození motoru po zabudování hlavy na blok motoru.

Následně je hotová hlava motoru přemístěna opět na dopravník, který ji dopraví do prostoru expedice. Zde jsou z hlavy demontovány upínací trny a hotový výrobek je sejmuto z výrobní linky na odkládací přepravní paletu. Pomocí přepravní palety je možné manipulovat s větším počtem hlav motorů najednou a skladovat je ve skladu.

## 2.3 CNC – obráběcí stroje

CNC obráběcí stroje přinesly revoluci hlavně ve výrobních procesech. CNC stroje dokáží pracovat v automatickém cyklu, jehož součástí je i automatická výměna nástrojů. Podařilo se tím tak zkrátit dobu na přeseřízení a výměnu nástrojů, čímž CNC stroje splňují vysoká očekávání, která jsou kladena především na přesnost obrábění s velmi vysokou produktivitou práce. Stroje dokáží vyrábět takřka nepřetržitě, ale o to víc se budou opotřebovávat jednotlivé spotřební části strojů. Proto nepracují každý den v měsíci, ale vždy alespoň jeden den v měsíci je věnován údržbě strojů, aby byla zajištěna určitá spolehlivost výrobní linky a mohla tak být zajištěna její maximální využitelnost výrobní linky.

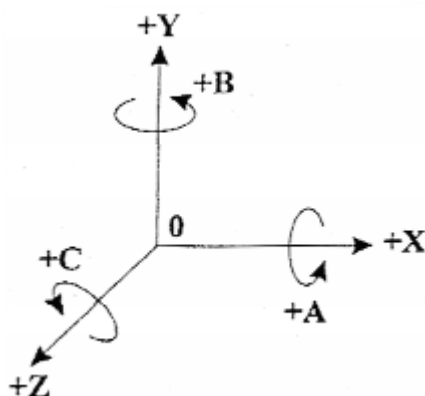
Výrobní program složený z alfanumerických znaků vznikne na základě vstupních informací, představující základní požadavky na funkci stroje, které programátor zpracuje a vytvoří funkční řetězec simulující výrobní program. Veškeré důležité informace jako strojní výkres, popis technologického postupu a tvorba ideálních výrobních podmínek implementuje programátor do programu. Ten je součástí řídicího systému stroje, s kterým následně pracuje obsluha. Uvedený systém umožňuje obsluze přenastavit obráběcí parametry stroje, přeseřízení na jiný výrobek, odstavení stroje v případě poruchy a spoustu další potřebných funkcí nutné pro práci s CNC stroji. Z výše uvedeného stačí pro spuštění stroje, aby obsluha zvolila vhodný program naprogramovaný pro konkrétní výrobek a stroj se uvede do pohybu. Obráběcí proces je řízen programem, vše je tedy řízeno automaticky a jednotlivé obráběcí činnosti na sebe plynule navazují. Obsluha zajišťuje správnou funkci stroje, výměnu součástí (pokud to je v její kompetenci, jinak větší výměnu provádí útvar údržby), výměnu nástrojů a provádí kontrolní funkci, zda se na stroji neděje něco neobvyklého od běžného stavu. Čas potřebný na výrobu finálního výrobku je podstatně kratší než u starších konvenčních strojů. Nové CNC stroje disponují zásobníkem s nástroji. V automatickém cyklu si tedy mohou jednotlivé nástroje libovolně vyměňovat za velmi krátký čas. Nástroje v zásobníku mají předepsané korekce, není tedy třeba jejich seřizování. V průběhu výroby se provádí pravidelné přeměňování vyráběných dílů, které se provádí mimo stroj na speciálním měřicím pracovišti. Zde má obsluha k dispozici

speciální dotykové sondy, sloužící k přesnějšímu změření všech obrobených ploch a otvorů. (Mádl, 2004)

Na základě naměřených hodnot se zhotovuje měřící protokol, obsahující veškeré naměřené hodnoty, podle nich lze určit opotřebení jednotlivých nástrojů na různých strojích. Dále je možná úprava hodnot ve výrobním programu, aby bylo dosaženo předem požadovaných rozměrových tolerancí, které finální výrobek musí splňovat. Každý nástroj disponuje různou dobou životnosti, pokud se nástroj blíží ke konci své životnosti, může dojít k tomu, že některé otvory nebo plochy obrobené tímto nástrojem nemusí splňovat požadovanou toleranční mez a je zapotřebí takový výrobek buď opravit, pokud je to možné, nebo sešrotovat, aby se vadný výrobek nedostal ke koncovému zákazníkovi. (Štulpa, 2006)

### **Souřadnicový systém v pracovním prostoru CNC stroje**

Pracovní prostor je definován na základě souřadnicového systému daného normou ČSN ISO 841, jedná se o nejčastěji používaný kartézský systém.



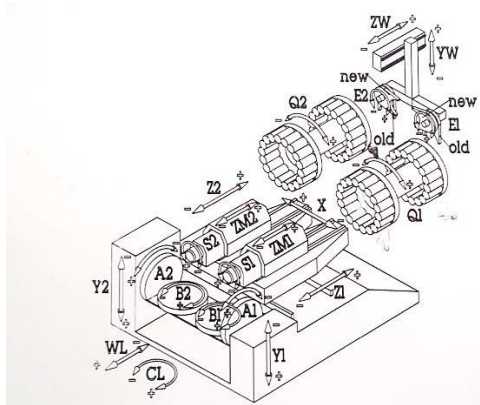
Zdroj: (Karafiátová, 2001)

#### **Obr. 10 Kartézský souřadnicový systém**

Systém znázorněný na obr. 10 se nazývá pravoúhlý pravotočivý s možností pohybu ve třech směrech. V každém směru u všech třech os je možnost provádět otáčení. U osy Z vždy platí, že dochází ke shodě nebo je rovnoběžná s osou vřetena. Od nulového bodu, který si co možná nejvhodněji umístíme na obrobku, provádíme pohyby v jednotlivých osách. Tento nulový bod slouží jako počátek souřadnicového systému.

Stroje využívající k práci pouze jedné roviny (např. soustruhy) pracují pouze se dvěma osami (X, Y). Po směru osy Z pak dochází k pohybu ve směru délky polotovaru. Pohyb kolmo na obrobek nastává v ose X. Díky tomu může docházet ke změnám hodnot průměru. Pokud se však při práci využívají všechny osy (X, Y, Z), rozdělení je následovné. Například u frézky v ose Z dochází ke korigování hloubky frézování. Její kladný směr je považován od obrobku směrem k nástroji. Zbylé dvě osy X a Y se nacházejí ve stejné rovině. V ose X dochází ke kladným pohybům zleva doprava. V ose Y dochází ke kladným pohybům zepředu dozadu. (Řasa, 2005)

Na obrázku níže jsou znázorněny veškeré osy a jejich směr nacházející se v CNC stroji. V pravé horní části obrázku se nachází zakladač nástrojů, který se pohybuje po osách ZW (+/-) a YW (+/-). Ten kooperuje a zakládá nástroje do zásobníků. Na obrázku jsou znázorněny jako kruhové válce, otáčející se po ose Q2. Ze zásobníku je nástroj vlákán a odebírán automaticky do vřeten, osa Z1 a Z2. Které se posunují k obrobkům nebo od obrobků, které jsou vždy ve dvou kusech umístěny na aretačním stole na pozicích B1 a B2. Aretační stůl s obrobky je pohyblivý ve všech osách.



Zdroj: Interní materiály Škoda auto a.s.

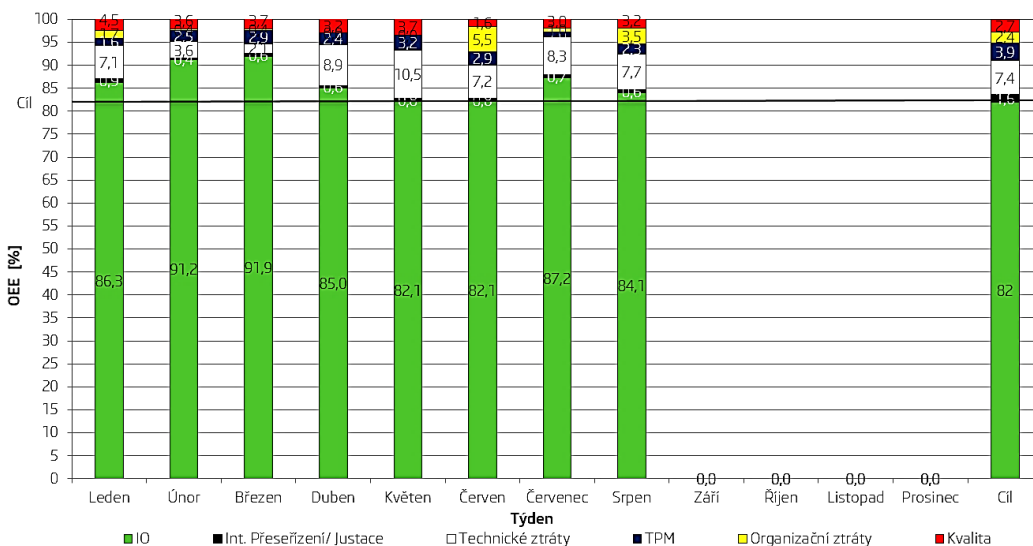
**Obr. 11 Schéma uspořádání os v CNC stroji**

## 2.4 OEE – Celková efektivita zařízení

Koeficient OEE, neboli způsob jak zjistit celkovou efektivitu strojů, stanic, výrobních linek a dalších zařízení, pochází z Japonska. Poprvé tento koeficient popsal Japonec Seiichi Nakajima v roce 1982 ve své knize TPM tenkai. Koncem osmdesátých let 20. století se díky průmyslovým společnostem začínají rozšiřovat ve velkém japonské principy pro zefektivnění produkce a zařízení, což umožňuje dosažení minimálních finančních ztrát i v západní části světa. (Volko, 2009)

Hodnota OEE je ve výrobních průmyslových podnicích velmi sledována. Je zřejmé, že při nedosažení požadované hodnoty tohoto koeficientu se může stát podnik neproduktivním a může se tak lehce dostat do finančních potíží. Naopak neustálým zvyšováním hodnoty OEE je zaručeno dosažení příznivých ekonomických výsledků. Koeficient OEE lze zvýšit například snížením prostojů a ztrát, zvýšením kapacity výrobního zařízení, snížením taktu a zaváděním nových technologií. (Stern, 2011)

Hodnota OEE se uvádí v procentech a je častým ukazatelem využívaným zejména v průmyslových podnicích, kde slouží managementu ke zjištění výrobní produktivity podniku a k procentuálnímu zjištění využitelnosti výrobní kapacity stroje. Na výrobní lince hlavy motoru je stanovena cílová hodnota OEE na 82% (reálná hodnota). Při dosažení této hranice, která je na layoutu viz příloha č.1 vyznačena vodorovnou čarou, dochází k efektivnímu využití výrobní linky. Pro ujasnění interní zkratkou IO jsou označovány dobré výrobky a zkratkou TPM je myšleno časový úsek strávený údržbou jednotlivých strojů (celá výrobní linka je odstavena).



Zdroj: Interní materiály Škoda auto a.s.

**Obr. 12 OEE výrobní linky hlavy motorů od ledna do srpna 2017**

Pomyslná cílová hranice 82 % vyznačuje efektivní využívání výrobní linky. Produktivita výrobní linky je splněna na 100 %. Maximální kapacita linky je 2200 hlav za den. Na výrobní lince je zaveden nepřetržitý dvanáctihodinový směnný provoz. Výroba tedy probíhá i přes víkend. K odstávce dochází pouze při údržbě strojů, která probíhá jednu celou směnu, tedy dvanáct hodin. Další zastavení linky jsou neplánovaná a jsou proto označována za prostoje nebo také za technické ztráty, jak je zmíněno na layoutu výrobní linky viz příloha č.1.

## 2.5 Řízení výrobního procesu

Výrobu ve ŠKODA AUTO a.s. lze charakterizovat jako víceúrovňovou a složitou. Proto je zavedena metoda řízení výrobního procesu směnovým mistrem. V případě, že se mistrů na směně nachází více, podléhají vedoucímu směnových mistrů. Všichni mistři i vedoucí mistrů dále podléhají funkčně koordinátorovi střediska, pod kterého spadají. Ti mají na starosti zajistit plnění měsíčního operativního plánu výroby, který bývá stanoven logistikou. Dále zajišťují maximální využití linky, to znamená zajištění výrobního procesu bez větších prostojů a neúmyslného zastavení výrobní linky s ohledem na racionalizaci využití daných zdrojů. Úkol koordinátorů je také dosažení standardů odpovídajícím normám ISO, personální vedení interních i externích zaměstnanců a v neposlední řadě dbají na zajištění maximální bezpečnosti práce a ochraně zdraví při práci.(Hlavenka, 2005)

## 2.6 Operativní řízení výroby

Firma ŠKODA AUTO a.s. nevyrábí na sklad, ale vyrábí na základě objednávek od zákazníků. Výrobní proces, kde dochází k finální montáži vozu, je tedy řízen logistikou. Pomocí systému SAP jsou přijímány operativní plány zakázek od zákazníků na několik měsíců dopředu. Například v současné době firma přijímá zakázky na model Kodiaq na zhruba 5 měsíců dopředu. U ostatních modelů je doba zhruba o měsíc kratší. Následně dochází pomocí systému MRP v rámci SAP k řízení zásob potřebného materiálu na výrobu objednaných vozů. Dochází k automatickému porovnání stavu materiálu na skladě s kusovníkem produktu zakázky. Pokud se zjistí nízká skladová zásoba nebo příliš dlouhá dodací lhůta některého potřebného materiálu, doobjednává se. Management výroby komponentů a finální montáže vozu má k dispozici v systému aktuální seznam objednaných zakázek od zákazníků a podle doby dodání a denní vývozu hotového vozu z firmy dochází k sestavování operativního denního plánu. Co se týká kapacit výrobních linek, tak systém vychází z normovaných časů, neboli z pracnosti daného výrobku na jednotlivých výrobních operacích. Materiál, který je dodáván ze skladů na výrobní linky, je objednáván přes systém SAP pomocí tzv. disponentů. Seznam potřebného materiálu na výrobní linku je generován systémem.(Bumbálek , 2003)

### 3 Technický popis projektu zavedení nástrojové identifikace

Projekt se zaměřuje na efektivnější získávání údajů a dat o nástrojích, které se na obráběcí lince hlavy motorů EA 211 používají. Tyto údaje a data jsou následně detailně zpracovávány odbornými pracovníky, kteří na základě zpracovaných dat dokáží nastavit ideální podmínky a metody, které zefektivní a zlevní každodenní výměnu několika nástrojů na celé obráběcí lince hlavy motorů. Srdcem projektu zavedení nástrojové identifikace je malý datový nosič dodávaný od firmy Balluff, který disponuje dostatečným úložným prostorem pro data získaná přímo z výrobních stanic, ale i od pracovníků, kteří mají také možnost zapisovat doplňující informace o nástroji. Všechna důležitá data budou tedy zapsána automaticky do datového nosiče umístěného na každém nástroji. Datový nosič tak plní funkci rodného listu a umožňuje pracovníkům na oddělení zabývající se broušením a nastavováním nástrojů, získávat v pravidelném intervalu informace, jako jsou například: životnost dílu, číslo vřetene, z kterého byl nástroj ze stanice vyndán, důvod výměny a mnoho dalších informací.

Na obráběcí lince hlavy motorů se nachází více než 19 obráběcích a výrobních stanic. V každé takové stanici se nachází dva zásobníky o kapacitě až 35 nástrojů, které se od sebe mohou lišit počtem břitů (jednobřité nebo vícebřité - víceúčelové). Další zásobníky naplněné novými nebo opravenými nástroji se nachází mimo stanice. Celkový počet nástrojů ve všech CNC strojích a v zásobnících na celé obráběcí lince hlavy motorů se pohybuje až kolem 1018 nástrojů. Dalších přibližně 150 nástrojů se nacházejí na brusárně, přibližně 1100 na měřicím středisku a kolem 574 nástrojů má obsluha k dispozici ve skříních na obráběcí lince. Celkem se tedy jedná přibližně o 2842 nástrojů, které je potřeba pravidelně měnit, brousit, nastavovat správnou korekci, kontrolovat životnost každého nástroje, kontrolovat přesnost obrábění a další. Uchovávání a získávání důvěryhodných údajů a informací o takovém počtu nástrojů papírovou formou, pro tyto účely slouží deník výměny nástrojů, kam se zapisují veškeré informace, je příliš zdlouhavé, snadno zaměnitelné a v neposlední řadě i byrokraticky náročné. Zrušení deníku výměny nástrojů a použití datového nosiče Balluff, by nejen zvýšilo kvalitu a důvěryhodnost získávaných údajů, ale došlo by i k úspoře času obsluhy a ostatních pracovníků pracujících s nástroji.



### 3.1 Technické parametry obráběcí linky hlavy motoru EA 211

#### Popis obráběcí linky:

Délka linky	cca 230 m
Stupeň automatizace	90,1 %
Kapacita	2200 hlav/den
Počet pracovníků	18/ 2 směny

#### Přehled o obráběcí lince:

Na obráběcí lince hlavy motoru se nachází:

- 4 manuálních pracovišť
- 5 poloautomatických pracovišť s obsluhou
- 19 obráběcích center
- 5 lisovacích stanic

**Produkt:** hlavy motorů pro benzínové motory

EA 211 je označení řady maloobjemových benzinových motorů. EA je z německého „Entwicklungsauftrag“, což znamená vývojový úkol. Na obráběcí lince hlavy motoru se obrábějí hlavy pro tříválcové a čtyřválcové motory MPI a TSI od objemu 1,0 l až po 1,6 l.

Obráběcí stanice na lince mají za úkol obrobit nebo vyvrtat otvory pro svíčky, otvory pro ventily a ventilová vodítka, olejové kanály, sedla, obrobit dosedací a těsnící plochy, které jdou do kontaktu s blokem motoru nebo s ventilovým víkem. Pro obrobení surového obrobku se využívá široké spektrum různých druhů nástrojů a vrtáků, upnuté buď v upínači se šrouby, nebo v tepelném upínači, ve kterém nástroj drží na základě fyzikálních zákonů o roztažnosti a smrštivosti materiálu.

## Přehled používaných nástrojů:



Výstružník pro sedla  
a vodítka

Výstružník ze  
slinutých karbidů –  
vývrt otvoru pro  
aretační pouzdra

Fréza pro úpravu  
dosedacích ploch

Zdroj: Interní materiály Škoda auto a.s.

**Obr. 13 Přehled nástrojů**

### 3.2 Popis procesu výměny nástrojů – současný stav

Jak již bylo řečeno, na obráběcí lince hlavy motoru se nachází stovky nástrojů, které se opotřebovávají, a je zapotřebí, aby docházelo k pravidelné výměně. Z toho důvodu se na obráběcí lince nachází obsluha stanic, která zjistí, že se nástroj blíží ke konci své životnosti rozsvícením bílého upozornění na majáku, který se nachází na každé stanici.



Zdroj: Interní materiály Škoda auto a.s.

**Obr. 14 Maják na obráběcích stanicích**

Po příchodu obsluhy k dané stanici, se pracovník na ovládacím panelu stanice dozví, který z nástrojů je zapotřebí vyměnit. Na obrázku níže, znázorňující ovládací a informací panel, se nachází hned několik nástrojů s různou dobou životnosti. Na úvodním řádku panelu se nachází informace o nástroji jako například, na kterém vřetenu se nástroj nachází, o jaký typ nástroje se jedná (vrut, frézka atd.) a další informace. Obsluha se však zaměřuje až na poslední tři sloupce. „Počet kusů“ představuje, kolik kusů je ještě možné s daným nástrojem vyrobit, „žádaná hodnota“ je hodnota zadávaná obsluhou. Žádaná hodnota určuje předdefinovanou životnost nástroje, která je získávána od výrobce. A poslední sloupec „před-alarm“ je opět hodnota zadávaná obsluhou. Slouží jako hranice, kdy má být zahlášena výměnu nástrojů, tedy kdy se má rozsvítit bílé světlo na majáku.

Zpravidla je na všech stanicích nastaveno, aby stanice upozornila na nízkou životnost nástroje, když hodnota ve sloupci „počet kusů“ (tedy počet kusů, který je možný ještě vyrobit daným nástrojem) klesne na hodnotu deseti kusů. Jedná se o velkou časovou rezervu, přibližně o 40 minut, během kterých je možné výměnu provést. Pokud obsluha výměnu nástroje neprovede a hodnota daného nástroje ve sloupci „před-alarm“ klesne na nulu, stanice přestane pracovat a bude čekat na výměnu nástroje.

Místo	Typ	Název nástroje	ST	D	Δdélka	Δrádius	T	Počet kusů	Žádaná hod.	Před- alarm	B
		T02023	1	1	0.000	0.000	C	13552	20000	10	
		T02023	2	1	0.000	0.000	C	13592	20000	10	
		T02004	1	1	0.000	0.000	C	99451	100000	10	
		T02004	2	1	0.000	0.000	C	61409	100000	10	
1/1		T02001	3	1	0.000	0.000	C	4851	10000	10	
1/2		T02026	1	1	0.000	0.000	C	45510	52000	10	
1/3		T02002	1	1	0.000	0.000	C	9596	14000	10	
1/4		T02003	1	1	0.000	0.000	C	19525	43000	10	
1/5		T02008	1	1	0.000	0.000	C	4426	11000	10	
1/6		T02009	1	1	0.000	0.000	C	12683	26000	10	
1/7		T02014	1	1	0.000	0.000	C	141	100000	10	
1/8		T02005	1	1	0.000	0.000	C	50000	50000	10	
1/9		T02015	1	1	0.000	0.000	C	269	5000	10	



Zdroj: Interní materiály Škoda auto a.s.

**Obr. 15 Ovládací panel CNC stroje**

### 3.2.1 Opatřebované nástroje

Veškeré informace o vyměněném nástroji se zapisují do interního deníku Výměny nástrojů, který obsahuje informace o všech vyměněných nástrojích, jako například datum a čas výměny, na jakém vřetenu byl nástroj vyměněn, nastavená korekce, kontrola rozměrů, jméno pracovníka, důvod výměny a celková životnost nástroje. V případě, že se jedná o složitější nástroj s více břity, vypisuje se kontrolní list nástroje, viz tab. 1, který obsahuje například číslo nástroje, evidenční číslo výstružníku, o jaké centrum (stanici) se jedná, číslo vřetene, počet vyrobených kusů a důvod výměny. Kontrolní lístek není potřeba vypisovat pro jednodušší nástroje, jako je třeba vrták.

**Tab. 1 Kontrolní list**

<b>Nástroj č.</b>	T06017 -6
<b>Ev. číslo výstružníku</b>	1045

Centrum	4	Vřeteno	1
		<b>Počet vyrobených kusů</b>	<b>Důvod výměny</b>
<b>VBD 180 °</b>	1467	průměr	úhel, barva
		kruhovitost	rozměr
		otřep	souosost
		Rz	lom nástroje

Zdroj: Vlastní zpracování

Opotřebované nástroje vyjmuté z CNC stroje se ukládají do stojanu nástrojů, odkud jsou pravidelně denně dopravovány ve větším množství (20 až 30 kusů) do měřicího střediska, kde dochází k nabroušení břitů na nástroji, případně k výměně břitů. Poté se musí nástroj přeměřit na měřícím zařízení Zoller. Přeměřování a vyvažování se provádí z důvodu odstranění házivosti. Některé nástroje totiž mohou být vyjmuty z CNC stroje již po několikáté a jejich životnost se tak pomalu blíží ke konci. Je tedy potřeba zejména takové nástroje důkladně přeměřit před opětovným vložením do obráběcí stanice, aby nedošlo ke špatnému odhadu životnosti nástroje a k následné kolizi nástroje s obrobkem přímo v CNC stroji.



Zdroj: Interní materiály Škoda auto a.s.

**Obr. 16 Nástroje připravené k nabroušení nebo k renovaci**

### **3.2.2 Měření a broušení nástrojů**

Měřicí středisko má za úkol veškeré poškozené, tupé nebo jinak postižené nástroje opravit a poslat je zpět do výrobního procesu. Od běžných výměn břitů na vícebřitých nástrojích, zde také dochází k broušení nástrojů. Broušení je prováděno s přesností na tisícinu. Měření a broušení nástrojů se provádí na speciálním zařízení od firmy Zoller, viz obr.17. Dále jen pod názvem Zoller. Zoller je vybaven jedním upínačem, do kterého se vkládá nástroj. Upnutý nástroj se následně roztočí na předem stanovené otáčky a za pomoci senzorů umístěných na dvou ramenech tvořící jako celek písmeno „U“, dochází k měření házivosti nástroje a k určení potřebné korekce nástroje pro všechny tři osy, které

se následně ručně zadávají na ovládacím panelu CNC stroje při zakládání nabroušeného nástroje.

Každý nástroj je uchycen v jenom ze dvou upínačů. A to buď v upínači přes šrouby, nebo v tepelném upínači. Tepelný upínač se využívá zejména z důvodu větší přesnosti nástroje. Z tohoto důvodu je potřeba na Zolleru kromě kontroly házivosti zkontrolovat a nastavit výšku a šířku nástroje. Po dokončení měření dojde k vytištění lístku s nastavovacími parametry, který putuje s daným nástrojem zpět na obráběcí linku hlavy motoru, kde jsou veškeré nové nebo nabroušené nástroje uloženy do skříní, ze kterých si osluha vyndává nástroje na výměnu.



<b>Ident.-č.</b>	h30/T03005		<b>Zoller</b>
<b>Ozn.</b>	vrták 29714		
<b>T-č.</b>	3005	<b>Č.adp.</b>	4
<b>ZRA</b>	111,054	<b>XDA</b>	<b>Ú1</b>
<b>Ú2</b>	44,62	11,012	1,60
5.10.2017 11:33:18		zoller	

Zdroj: dokumenty společnosti

**Obr. 17 Zoller: přístroj pro nastavení nástrojů + lístek s parametry**

### 3.2.3 Nové a nabroušené nástroje

Jak již bylo řečeno, každý nový nebo nabroušený nástroj, který je připraven na vložení do stroje, disponuje důležitými parametry tištěnými na lístku, viz obr.17. Parametry nástroje jsou pro CNC stroj velmi důležité. Každý parametr slouží stroji jako jeden ze smyslů. Při založení nástroje do vřetene stroje, musí stroj přesně vědět, o kolik se daný nástroj změnil jak v šířce, tak i v délce. A to i přesto, že je použito stejné vřeteno i stejný upínač. Data neboli tzv. korekce, která je potřeba

ručně zadat na ovládacím panelu, přepisuje obsluha z lístku, který se nachází na nástroji. Poté následuje poslední krok, obsluha vloží nový nebo nabroušený nástroj zpět do CNC stroje a potvrdí tlačítkem na ovládacím panelu dokončení výměny nástroje, aby stroj mohl začít pracovat. Pro kontrolu a zamezení kolize nástroje s obrobkem, je každý stroj naprogramován tak, aby si CNC stroj při každé výměně nástroje a následném zadávání korekce provedl kontrolu správnosti zadaných parametrů. Kontrola se provádí tak, že dojde k posunu vřetene s novým nástrojem směrem k obrobku, až dojde ke kontaktu s ním. Tím dochází k překontrolování výšky nástroje. CNC stroj provádí kontroly pouze některých parametrů. V případě špatně zadané korekce obsluhou může dojít ke kolizi nebo v lepším případě k výrobě zmetku. Po založení nástroje do stanice se lístek s nastavovacími parametry dále nevyužívá. Z toho důvodu neexistují žádná přesná data o žádném nástroji na obráběcí lince hlavy motoru, které by mohly uživateli poskytnout zpětné informace o životnosti nástroje, spotřebě apod., které by mohly sloužit ke snížení nákladů na osazení všech obráběcích stanic na obráběcí lince.



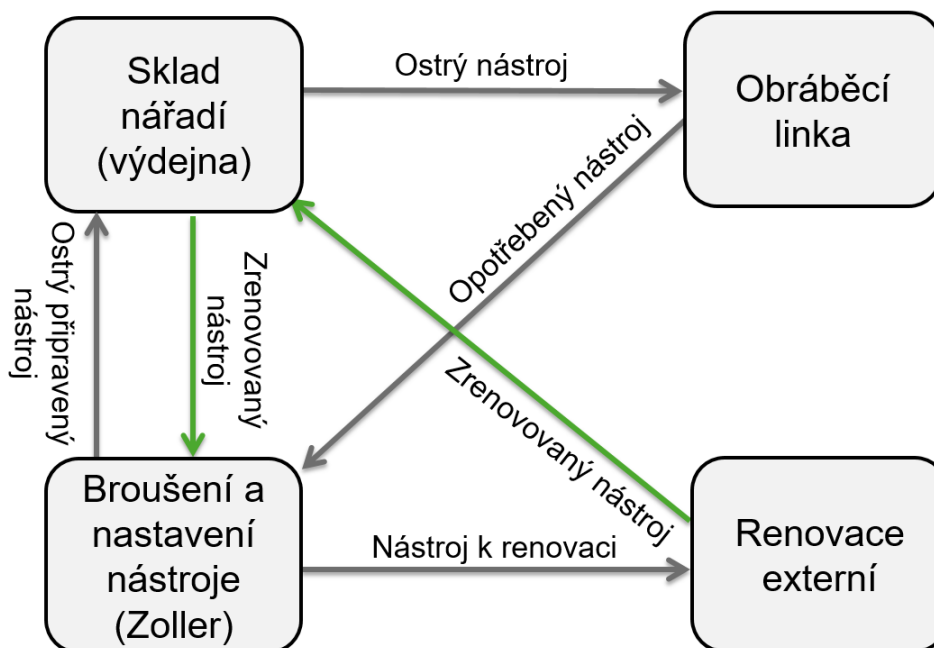
Zdroj: Interní materiály Škoda auto a.s.

**Obr. 18 Nástroj s lístkem z Zolleru**

### **3.2.4 Koloběh nástrojů**

Celý koloběh od nákupu až po výměnu a broušení nástrojů je ve zjednodušené formě znázorněn na obr. 20. Vše začíná od skladu náradí neboli výdejny, kde pracovníci zajišťují stálou dostačující skladovou zásobu nástrojů nákupem nových nástrojů. Z výdejny si obsluha z obráběcí linky hlavy motoru vyzvedne potřebné nástroje, které buď vloží do skříně s ostatními novými nebo nabroušenými nástroji,

nebo jsou nástroje rovnou vloženy do CNC stroje. Záleží, o jaký nástroj se jedná a jak hodně je využíván. Opotřebovaný nástroj následně putuje z obráběcí linky do měřicího střediska na nabroušení, výměnu břitů a následné nastavení na Zolleru. Pokud je nástroj příliš opotřebovaný a technicky ani kapacitně měřící středisko nezvládá takový nástroj opravit, posílá se k renovaci, kterou provádí externí firma. Zrenovovaný nástroj od externí firmy nebo nabroušený nástroj z brusírny je pak znovu vrácen do skladu nářadí a celý koloběh se znovu opakuje.



Zdroj: Interní materiály Škoda auto a.s.

**Obr. 19 Koloběh nástrojů – současný stav**

### 3.3 Zavádění nových technologií na obráběcí linku hlavy motoru

Obráběcí linku je potřeba neustále udržovat, modernizovat, zvyšovat produktivitu, snižovat náklady na vyrobený kus, odstraňovat zbytečné plýtvání a tím linku udržovat stále v konkurenceschopném stavu v porovnání s konkurenčními koncernovými závody v Německu a v Maďarsku. Zavedením nástrojové identifikace se docílí všech výše zmíněných požadavků na obráběcí linku. A přitom se nejedná o žádný velký zásah do technologie ani do celého výrobního procesu. Základní jednotkou celého projektu nástrojové identifikace je plastový datový čip od firmy Balluff. Jedná se o malý datový nosič s vysokou kapacitou paměti, který je schopen uchovat nepřeborné množství dat a informací o daném



nástroji. Hlavní výhodou zapisování veškerých dat a informací do datového nosiče je odstranění veškeré papírové evidence o nástroji a to od kontrolního listu, který obsluha vypisuje při vyjmutí nástroje z CNC stroje, až po deník Výměny nástrojů a lístků z měřicího zařízení Zoller.



Zdroj: Interní materiály Škoda auto a.s.

**Obr. 20 Balluff – data nosič**

### **3.3.1 Výhody zavedením nástrojové identifikace**

Hlavními výhodami zavedením datového nosiče Balluff je hned několik. Cílem celého projektu je snaha odbourat jakýkoliv možný zásah lidského faktoru do procesu sběru dat a informací o nástrojích a získat tak přesnější informace, na základě kterých lze zlepšovat a zefektivňovat proces koloběhu náradí a tím i celý výrobní proces.

Datový nosič přinese výhody jako například:

#### **1) Podrobnější zpětná vazba – přesnější informace**

Pravidelně získávané informace z nástrojů budou vždy stejně strukturované a přehledně uspořádané. U vícebřítých nástrojů datový nosič ponese přesné informace o každém břitu na nástroji. Nově budou získávány pro každý nástroj informace o kruhovitosti a souososti, také o poloze obráběného otvoru a lomu nástroje. Tyto informace mohou pracovníkům v měřícím středisku objasnit některé nejasnosti, vznikající například při změně teploty, kdy dochází ke změně roztažnosti nástroje a obrobku, při použití nekvalitní slitiny hliníku a jiné. V neposlední řadě datový nosič ponese informaci, jaký kalibr byl použit a obsluha bude mít možnost napsat vlastní poznámku nebo připomínku k nástroji.

## **2) Informace o vyjmutí nástroje**

Na datový nosič se automaticky zapíše informace, na kterém vřetenu a na jakém typu hlavy motoru, byl nástroj vyjmut. Před vyjmutím nástroje z CNC stroje musí obsluha na ovládacím panelu označit, z jakého důvodu byla výměna nástroje provedena, pokud životnost nástroje nebyla ještě vyčerpána. Tento údaj se opět automaticky zapíše do datového nosiče. Uvedené informace umožní pracovníkům měřicího střediska určit, jak se jednotlivé nástroje dokáží vyrovnat s různou tvrdostí materiálu obrobku.

## **3) Flexibilní změna parametrů**

Pro načtení datového nosiče na nástroji, lze libovolně změnit životnost nástroje a otáčky obrábění s daným nástrojem. Změnu může provádět pouze odpovědný pracovník.

## **4) Optimalizace počtu nástrojů v oběhu**

Zlepší se sledování počtu oběhů nástroje (kromě interně broušených vrtáků) celým koloběhem výměny nástroje. Na základě této informace lze přesněji stanovit, po kolikáté výměně je nástroj nepřesný a nespolehlivý a je nutné jej vyřadit.

## **5) Efektivnější sledování a podrobnější statistika**

Jednodušší sledování nástrojů stejného druhu, ale od různých dodavatelů. Na základě těchto informací lze zjistit, který nástroj od daného dodavatele disponuje delší životností nebo jinými vlastnostmi v extrémnějších podmínkách. Dále dojde ke zlepšení možnosti diagnostiky a statistiky (benchmarky).

## **6) Zrychlení výměny nástroje**

Zrychlí se výměna nástroje při zakládání do CNC stroje a to z přibližně z 0,7 min na nástroj na 0,3 min na nástroj. Zrychlí se i vyjmutí nástroje z CNC stroje, protože obsluze odpadá písemná evidence ve formě deníku. Veškeré informace jsou obsaženy na datovém nosiči. Zrychlení také přinese optimalizace pozic nástrojů v zásobníku, díky kterému bude jednodušší přenos pozic nástrojů na ostatní CNC stroje v rámci jedné operace.

## 7) Zamezení chyb obsluhy

Hlavní výhodou osazení nástrojů datovými nosiči je zamezení chyby obsluhy špatným založením nástroje do vřetene v CNC stroji a po založení následně i zamezení chyby při zadávání parametrů (korekce) na ovládacím panelu stroje. Veškeré informace se načítají z datového nosiče ještě před založením do CNC stroje. Aby nedošlo k pochybení u méně zkušených pracovníků, bude zaveden systém, který umožní různým uživatelům jiný stupeň oprávnění. Například nastavení maximálních otáček budou moci nastavovat jen zkušení uživatelé, u kterých je minimální riziko chyby, že by došlo k jejich překročení.

## 8) Snížení byrokratické zátěže na obsluhu

Karta, lístek na nástroji a deník, určený ke sledování oběhu nástrojů, bude zrušen. Při vyjmutí nástroje odpadne vypisování informací na kartu a následná evidence o nástroji do deníku.

### 3.3.2 Popis procesu výměny nástrojů - budoucí stav

Nově bude do těla každého nástroje implementován datový nosič od firmy Balluff. Do datového nosiče se budou, jak již bylo řečeno, zaznamenávat veškeré důležité informace jako například, zda se jedná o nový či starý nástroj, jaký je cyklus spotřeby nástroje, životnost, četnost výměn. Velkým přínosem zavedením datového nosiče bude zrychlení reakce na neočekávané vlivy (např.: jiná surovina, kvalita materiálu, teplota materiálu), které by se mohly projevit častými výměnami nástroje v krátkém období. Tím by se neúměrně zvyšovaly náklady na nákup nových nástrojů.



Zdroj: Interní materiály Škoda auto a.s.

**Obr. 21** Datový nosič umístěný v těle nástroje

Samotný koloběh výměny nástrojů bude převážně stejný, až na některé úseky. Po vyjmutí nástroje z CNC stroje, nebude pracovník vypisovat kontrolní list pro daný nástroj, ani nebude provádět evidenci do deníku Výměny nástrojů, ale pouze přiloží vyjmutý nástroj s datovým nosičem k místu, kde by docházelo k načítání veškerých dosud evidovaných dat a informací o daném nástroji. Pracovník pouze zkontroluje úplnost údajů na počítači, případně přepíše svoji poznámku o nástroji. Poté takto připravený nástroj vyjme a vloží do nosiče nástrojů k ostatním.



Zdroj: Interní materiály Škoda auto a.s.

**Obr. 22 Zapisování a načítání dat z nosiče**

### 3.3.3 Nástrojová identifikace v měřícím středisku

Dalším krokem je opět odvoz nástrojů do měřícího střediska. Ovšem u nastavování na měřícím zařízení Zoller je již postup jiný. Na Zoller bude implementovaná speciální načítací a zapisovací hlava v jednom. Nástroj se tedy při upínání do měřícího zařízení musí situovat tak, aby datový nosič v těle nástroje směřoval vždy k načítací a zapisovací hlavě umístěné v Zolleru.

Po načtení dat z nástroje načítací hlava odjede do prostoru mimo měřící prostor Zollera a dojde ke klasickému měření nástroje. V procesu měření nástroje nebude provedena žádná změna. Další změna přijde až po změření nástroje. Poté opět přijede načítací a zapisovací hlava k datovému nosiči v těle nástroje a zapíše do něj veškeré potřebné údaje (parametry korekce, životnost nástroje a další informace), které byly dříve psány na lístku ze zařízení Zoller. Takto připravený nástroj je opět vložen do nosiče nástrojů a následně odvezen na obráběcí linku hlavy motorů. Nástroje jsou vloženy do skříně a jsou k dispozici obsluze strojů.



Zdroj: Interní materiály Škoda auto a.s.

**Obr. 23 Měření, zapisování a načítání dat na Zolleru**

Při výměně nástrojů obsluha pouze vezme nabroušený a změřený nástroj ze skříně a vloží jej do CNC stroje. Obsluze tak odpadá ruční zadávání korekce nástroje na ovládacím panelu. Veškerá data a parametry si CNC stroj načte sám z datového nosiče umístěného v těle nástroje. Tím dojde ke zrychlení a k časové úspoře při výměně nástrojů na celé obráběcí lince hlavy motoru.



Zdroj: Interní materiály Škoda auto a.s.

**Obr. 24 Vložení nástroje do CNC stroje**

### 3.3.4 Tok nástrojů po zavedení nástrojové identifikace

Celý proces začíná opět nákupem nového nástroje. Tím se dostane do oběhu nástrojů na obráběcí lince hlavy motorů, kde dále pokračuje do skladu nářadí (výdejna) a následně na obráběcí linku hlavy motorů. Doposud je celý proces toku nástrojů stejný s předchozím stavem. První změna přichází při výměně nástroje a jeho odeslání do měřicího střediska. Nástroj bude nově procházet přes kontrolu nástrojů, kde se určí, jestli je možné prodloužit takovému nástroji životnost, protože není tak opotřeбенý, jak se předpokládalo, nebo se odešle do měřicího střediska na nabroušení. Z kontroly se nástroj následně může opět poslat zpět na obráběcí linku nebo zůstane připraven ve skladu nářadí.

Nově zavedená kontrola nástrojů sníží zbytečné plýtvání broušením a vyměňováním nástrojů, které zdaleka nejsou u konce své životnosti a s kterými je ještě možné pracovat ve stavu, v jakém jsou. Díky tomu se výrazně sníží náklady na správu nástrojů a zredukuje se tím i počet všech nástrojů v oběhu.



Zdroj: Interní materiály Škoda auto a.s.

**Obr. 25** Oběh nářadí – budoucí stav

## 4 Ekonomické zhodnocení projektu

Celý projekt zavádění nástrojové identifikace do montážní linky hlavy motorů je rozdělen do dvou etap. Společnost se rozhodla rozdělit projekt z důvodu odzkoušení nové technologie nejdříve pouze na některých obráběcích centrech, jestli nová technologie bude mít pro společnost Škoda Auto takový přínos, s jakým se počítalo na začátku projektu.

### 1. etapa:

V první etapě projektu proběhne integrace čtecího zařízení do šesti obráběcích center od firmy Grob, které se nacházejí na začátku montážní linky hlavy motorů. Dále proběhne integrace čtecího zařízení do zařízení Zoller, včetně integrace statistického a ovládacího softwaru. V neposlední řadě je potřeba osadit těla nástrojů datovými nosiči od firmy Balluff. V první etapě je v plánu nakoupit 800 kusů datových nosičů pro 800 nástrojů.

### 2. etapa:

Po osvědčené integraci z první etapy proběhne v druhé etapě integrace čtecího zařízení do zbylých třinácti obráběcích center od firmy Grob. Integrace dalšího softwaru již není potřeba, vše bylo provedeno v první etapě. V celém koloběhu výměny nástrojů, včetně samotné obráběcí linky hlavy motorů, se nachází 2 844 nástrojů. Posledním krokem je tedy nákup zbylých 2044 datových nosičů a osazení těla zbylých nástrojů. Tím se zajistí sběr dat kompletně ze všech nástrojů nacházejících se na brusírně, ve skladu, na Zolleru nebo na samotné obráběcí lince.

Společnost očekává návratnost investice do nástrojové identifikace na obráběcí linku do dvou let. Do uvedené doby návratnosti jsou započítány i několika týdenní odstávky z důvodu přestavby výrobní linky např. na jiný typ motoru, nebo z důvodu modernizace obráběcích center nebo jiné technologie na obráběcí lince. Dále je zde zahrnuta třítydenní celozávodní dovolená, během které jsou stroje na lince zastaveny a nevyrábí se. V neposlední řadě se počítá i s pravidelnými osmihodinovými odstávkami každý měsíc z důvodu provádění pravidelné preventivní údržby na strojích a provádění pravidelného čištění strojů od špon a jiných nečistot.

## 4.1 Stanovení parametrů pro výpočet roční úspory

Zde jsou zahrnuty především veškeré parametry související s nástroji na obráběcí lince, s pořízením a s integrací nástrojové identifikace do obráběcí linky hlavy motorů. Roční úspora je vypočtena jako rozdíl mezi současným stavem a očekávaným budoucím stavem po zabudování a zprovoznění nástrojové identifikace. Veškeré parametry ovlivňující výpočet roční úspory jsou rozděleny do tří skupin.

V první skupině jsou zahrnuty veškeré údaje a informace o nástrojích. Především výpočet množství nástrojů, které se průměrně za měsíc poškodí, a v souvislosti s tím i čas potřebný na výměnu takového nástroje. K poškozeným nástrojům jsou přiřazeny i hodinové sazby obsluhy a samotného stroje.

Druhá skupina parametrů se věnuje využitelnosti nástrojů. Jak jsou procentuálně nástroje v současné době využity a o kolik by se dala využitelnost nástrojů zvýšit. V souvislosti s využitelností je zde stanovena i ztráta z celkové 100% využitelnosti. Pro výpočet roční úspory je zde důležitá i průměrná cena nástrojů, která se od nejnižších po nejdražší nástroje liší až o několik desítek tisíc korun. Poslední potřebný parametr je počet nově nakoupených nástrojů za rok.

Do třetí skupiny jsou zařazeny parametry obsahující informace o manipulaci s nástroji a o zadávání dat. Je zde uvedena průměrná doba manipulace a zadávání dat z lístku z Zolleru (korekce) na ovládací panel obráběcího stroje. Po integraci nástrojové identifikace se sníží časová náročnost na zadávání dat o přibližně dvě třetiny. Opět je do výpočtu zahrnuta hodinová sazba stroje z důvodu co možná nejpřesnějšího výpočtu roční úspory. Dále bylo zapotřebí vysledovat, jak často obsluha mění nástroje v jednotlivých obráběcích strojích, a stanovit průměrný počet výměn nástrojů za den. Počet výrobních dnů, kdy je obráběcí linka plně v provozu, je posledním parametrem ovlivňující poslední mezivýpočet roční úspory.

Po sečtení mezivýpočtů roční úspory ze všech tří skupin vypočteme celkové roční náklady v současné a v budoucí době. Ovšem k budoucím nákladům je ještě potřeba přičíst jednorázové náklady na integraci, které jsou uvedeny níže.



### 4.1.1 Poškození nástrojů

Jak již bylo řečeno, pro mezivýpočet roční úspory bylo zapotřebí zjistit průměrné množství poškozených nástrojů za měsíc na celé obráběcí lince. Dalším důležitým parametrem pro výpočet je, jaký časový prostoj vznikne při poškození nástroje, zastavení stroje a následně jeho výměně. Vyčíslení hodinové sazby stroje a hodinové sazby obsluhy. Samotný výpočet, kterým se stanoví vzniklé ztráty za současný a budoucí stav je:

$$\text{množství poškozených nástrojů} * \text{prostoj při poškození nástroje} * (\text{hodinová sazba stroje} + \text{hodinová sazba obsluhy stroje})/60$$

**Tab. 2 Parametry mezivýpočtu - poškození nástrojů**

	Současný stav		Budoucí stav	
Množství poškozených nástrojů	87	kusů	20	kusů
Prostoj při poškození nástroje	15	minut	15	minut
Hodinová sazba stroje	9 480	Kč	9 480	Kč
Hodinová sazba obsluhy stroje	250	Kč	250	Kč
Vzniklé ztráty	<b>211 628</b>	Kč	<b>48 650</b>	Kč
<b>Mezivýpočet</b>		<b>162 978</b>	<b>Kč</b>	

Zdroj: Vlastní zpracování

Mezivýpočet roční úspory je definován jako rozdíl vzniklých ztrát mezi současným a budoucím stavem. Celková částka ze skupiny poškozených nástrojů tak činí **162 978 Kč**.

### 4.1.2 Využitelnost nástrojů

Ukazatel využitelnosti nástrojů a obecně sledování využitelnosti obráběcí linky je velmi sledovaným parametrem. Stejně jako každá společnost se i Škoda Auto snaží zvyšovat využitelnost svých výrobních technologií a zvýšit tak produktivitu společnosti. Proto je možné tuto skupinu zařadit mezi jednu z nejdůležitějších, kdy je velmi důležité stanovit co nejpřesněji současnou využitelnost nástrojů a jaké maximální využitelnosti by nástroje dokázaly odolat z hlediska životnosti. Zvýšením využitelnosti se sníží i množství nakoupených nových nástrojů za rok. Ovšem ani to radikálně neovlivní průměrnou cenu nástrojů, protože vždy bude

zapotřebí nakoupit nástroje, které stojí až několik desítek tisíc korun. Samotný výpočet, kterým se stanoví vzniklé ztráty za současný a budoucí stav, je:

$$\text{průměrná cena nástrojů} * \text{množství nových nástrojů za rok} * (\text{ztráta využitelnosti} / 100)$$

Ztráta využitelnosti je ukazatel, který se uvádí v procentech, je proto zapotřebí tuto hodnotu při výpočtu dělit 100.

**Tab. 3 Parametry mezivýpočtu - využitelnost nástrojů**

	Současný stav		Budoucí stav	
Průměrná cena nástrojů	20 812	Kč	20 812	Kč
Využití nástrojů	82	%	92	%
Množství nových nástrojů za rok	3 781	kusů	3 478	kusů
Ztráta využitelnosti	18	%	8	%
Vzniklé ztráty	<b>14 164 231</b>	Kč	<b>5 790 731</b>	Kč
<b>Mezivýpočet</b>	<b>8 373 500 Kč</b>			

Zdroj: Vlastní zpracování

Mezivýpočet roční úspory, neboli rozdíl vzniklých ztrát, mezi současným a budoucím stavem ze skupiny využitelnosti nástrojů činí **8 373 500 Kč**.

#### 4.1.3 Manipulace s nástroji a zadávání dat

Poslední třetí skupina zahrnuje manipulaci s nástrojem a zadávání dat při výměně nástroje. Samotná manipulace s nástrojem po integraci nástrojové identifikace zůstane prakticky nezměněna. Změna přijde až poté, co obsluha založí nástroj do obráběcího stroje. Obsluha již nemusí opisovat údaje korekce z lístku, kterým je nástroj osazen z měřicího zařízení Zoller, ale pouze stačí založit nástroj do stroje, kde se nachází čtecí zařízení, které tato data vyčte z datového nosiče usazeného v těle nástroje. Tato úprava přinese velkou časovou úsporu. Dále je zde znovu uvedena hodinová sazba stroje, která se nezmění. Průměrný počet nástrojů, které musí obsluha vyměnit za den. V současném i v budoucím stavu se počet kusů nástrojů nemění. Ale jak bylo řečeno v druhé skupině, pokud dojde ke zvýšení využitelnosti nástrojů o přibližně 10 %, může se očekávat snížení průměrného počtu výměn nástrojů za den. Jako poslední parametr je zde uveden počet

výrobních dnů za rok. Samotný výpočet, kterým se stanoví vzniklé ztráty za současný a budoucí stav, je:

$$\text{manipulace a zadávání dat} * \text{průměrný počet výměn nástrojů za den} * \text{celkový počet obráběcích strojů} * \text{počet výrobních dnů} * (\text{hodinová sazba stroje} / 60)$$

**Tab. 4 Parametry mezivýpočtu – manipulace s nástroji a zadávání dat**

	Současný stav		Budoucí stav	
Manipulace a zadávání dat	0,9	minut	0,3	minut
Hodinová sazba stroje	9 480	Kč	9 480	Kč
Prům. počet výměn nástrojů za den	13	kusů	13	kusů
Počet výrobních dnů	300	dní	300	dní
Vzniklé ztráty	<b>10 537 020</b>	Kč	<b>3 512 340</b>	Kč
<b>Mezivýpočet</b>		<b>7 024 680</b>		<b>Kč</b>

Zdroj: Vlastní zpracování

Rozdíl vzniklých ztrát mezi současným a budoucím stavem, neboli mezivýpočet roční úspory ze skupiny manipulace s nástroji a zadávání dat, činí **7 024 680 Kč**.

## 4.2 Náklady na integraci nástrojové identifikace do linky

Zde jsou uvedeny veškeré parametry vstupující do nákladů při integraci nástrojové identifikace. Na celé obráběcí lince hlavy motorů je celkem 19 obráběcích strojů, kterých se integrace týká. Zbylá pracoviště jsou buď ruční, nebo se jedná o zařízení, ve kterých nefigurují žádné nástroje. Dále je známa částka za integraci čtecího zařízení do jednoho stroje. I když jsou některé obráběcí stroje odlišné, cena za integraci zůstává pro všechny obráběcí stroje stejná. Podobné čtecí zařízení, ale s více funkcemi, je potřeba zaintegrovat i na měřicím středisku do zařízení Zoller. Pro tyto účely je využíváno pouze jedno zařízení, není proto potřeba provádět integraci do všech měřicích zařízení, ale jen do jednoho, které se aktuálně používá. Podstatnou součástí celé integrace je statistický software, který bude sloužit jak pracovníkům na měřicím středisku, tak i mistrům a koordinátorům na obráběcí lince. Software tedy bude zapotřebí integrovat do více zařízení v různých střediscích. Pomocí tohoto softwaru budou pracovníci měřicího

střediska zjišťovat délku životnosti nástrojů, kterou na základě dat a informací budou moci u jednotlivých nástrojů prodloužit. Koordinátoři střediska budou moci průběžně sledovat finanční přínos nástrojové identifikace, i to zda bude dodržena předpokládaná ekonomická návratnost investice. Jak již bylo řečeno, na celou obráběcí linku bude potřeba nakoupit 2844 datových čipů. Cena za jeden datový čip je přesně stanovena. Celková částka za nákup všech datových čipů také vstupuje do nákladů na integraci nástrojové identifikace do obráběcí linky hlavy motorů. Samotný výpočet, kterým se vypočítají celkové náklady na integraci:

$$(celkový\ počet\ obráběcích\ strojů * náklady\ na\ integraci\ za\ jeden\ stroj) + (množství\ nastavovacího\ zařízení\ Zoller * cena\ za\ integraci\ do\ zařízení\ Zoller) + (celkový\ počet\ datových\ nosičů * cena\ za\ jeden\ datový\ nosič) + integrace\ statistického\ softwaru$$

**Tab. 5 Náklady na integraci**

Množství obráběcích strojů	19	kusů
Náklady na integraci za jeden stroj	336 180	Kč
Množství nastavovacího zařízení Zoller	1	kus
Cena za integraci do zařízení Zoller	445 952	Kč
Počet datových nosičů	2 844	kusů
Cena za datový nosič	640	Kč
Integrace statistického softwaru	256 000	Kč
<b>Náklady na integraci</b>	<b>8 909 532</b>	<b>Kč</b>

Zdroj: Vlastní zpracování

Celkové náklady na integraci nástrojové identifikace včetně nákupu datových čipů pro všechny nástroje činí **8 909 532 Kč**.

### 4.3 Celkové náklady včetně integrace a roční úspora

Z výše stanovených dat lze následně jednoduchým součtem mezivýpočtů z jednotlivých skupin od poškozených nástrojů až po manipulaci s dílem a finálním zadáváním dat na OP panelu vypočítat celkové náklady na správu nástrojů před zavedením a celkové náklady po zavedení nástrojové identifikace včetně integrace.

V současné době vynaloží společnost na správu náradí, včetně započítání využitelnosti náradí, opravy, renovací a další viz výše popsané parametry vstupující do výpočtu, téměř 25 000 000 Kč. Zavedením nástrojové identifikace se náklady sníží téměř o třetinu. Jednorázové náklady pouze na integraci činí 8 909 532 Kč. Celkové náklady na správu náradí po zavedení nástrojové identifikace v dalších letech činí jen 9 351 721 Kč. Což oproti původním téměř 25 000 000 Kč vytváří každoroční úsporu v hodnotě 15 561 158 Kč.

**Tab. 6 Celkové náklady**

	Současný stav		Budoucí stav	
Poškození nástrojů	211 628	Kč	48 650	Kč
Využití nástrojů	14 164 231	Kč	5 790 731	Kč
Zadávání dat	10 537 020	Kč	3 512 340	Kč
<b>Roční náklady</b>	<b>24 912 879</b>	<b>Kč</b>	<b>9 351 721</b>	<b>Kč</b>
<hr/>			<hr/>	
Náklady na integraci			8 909 532	Kč
<hr/>			<hr/>	
<b>Celkové náklady</b>	<b>24 912 879</b>	<b>Kč</b>	<b>18 261 253</b>	<b>Kč</b>

Zdroj: Vlastní zpracování

Celkové náklady na integraci nástrojové identifikace včetně nákupu datových čipů pro všechny nástroje činí **8 909 532 Kč**. Po zavedení nástrojové identifikace se celkové náklady sníží na výslednou hodnotu 18 261 253 Kč.

#### 4.3.1 Návratnost projektu

Celková doba návratnosti celkové investice byla plánovaná v horizontu dvou let. Po zpracování předběžné návratnosti investice a po součtu celkových nákladů vynaložených na integraci nástrojové identifikace, se doba amortizace nákladů vynaložených na integraci zkrátila na pouhých 7 měsíců.

Výpočet doby amortizace nákladů:

$$\frac{\text{náklady na integraci} * 12}{\text{celkové náklady současný stav} - \text{celkové náklady budoucí stav}}$$

Celková doba návratnosti projektu se tak zkrátila o rok a 5 měsíců. Po zavedení nástrojové identifikace uspoří společnost Škoda Auto každý rok na správě nástrojů **15 561 157 Kč**, což přinese značné úspory finančních prostředků, které se mohou vynaložit na další nové projekty na obráběcí lince hlavy motorů EA 211.

#### **4.3.2 Hodnocení efektivnosti investice**

Obecně lze říci, že aby byla investice efektivní, musí být příjmy z investice vyšší, než náklady na ni vynaložené.

$$\text{míra výnosnosti investice} = \frac{15\,561\,157 - 8\,909\,532}{8\,909\,532} = 0,75\%$$

Investice přinese 0,75 krát více, než kolik bylo investováno. Tento ukazatel říká, že každá koruna, která byla vložena do projektu, přinese sedmdesát pět haléřů. Investici lze považovat za efektivní.

## 5 Závěrečná analýza a shrnutí

Na obráběcí lince hlavy motorů EA 211 koluje mezi výdejnou, obráběcím a měřícím střediskem více než 2 800 nástrojů. Aby bylo možné toto velké množství nástrojů efektivně sledovat a spravovat, je doporučeno společností Škoda Auto integrovat již osvědčenou nástrojovou identifikaci nástrojů. Tato metoda sledování pohybu nástrojů a napomáhání při sběru dat, je součástí čtvrté průmyslové revoluce, jejíž trend je digitalizace. Čtvrtá průmyslová revoluce se zaměřuje na inteligentní propojení robotů, strojů a automatů do sítě. Což má za přínos rychlejší sběr a vyhodnocování dat a snižování nákladů na provoz montážních a obráběcích linek.

Integrace nástrojové identifikace, jejíž hlavní součástí je malý datový čip, který je umístěn v těle každého nástroje, do kterého se dají zapisovat nebo vyčítat veškeré důležité údaje, není příliš časově náročná. Samotná integrace na celou obráběcí linku hlavy motorů, nezabere více než tři týdny, včetně seřízení.

Byla provedena podrobná analýza ekonomického zhodnocení projektu, zda by se investice do nástrojové identifikace vyplatila. Analýza je rozdělena do několika skupin, jako například „poškození nástrojů“, „využitelnost nástrojů“, „manipulace a zadávání dat“ a samotná „integrace“. Každá skupina zahrnuje vstupní parametry (např.: prostoj při výměně poškozeného nástroje, hodinová sazba stroje, průměrná cena nástroje, celkový počet nakoupených nástrojů za rok, využitelnost nástrojů a další), pro výpočet návratnosti projektu.

V porovnání přínosu projektu pro společnost Škoda Auto s finanční stránkou projektu, je projekt nástrojová identifikace pro firmu velmi výhodný. Samotná návratnost celého projektu včetně integrace, která zahrnuje i nákup nových čtecích zařízení a datových čipů, byla stanovena na pouhých 7 měsících. Po integraci nástrojové identifikace uspoří společnost Škoda Auto každý rok na správě nástrojů 15 561 157 Kč. Tato každoroční úspora může v budoucnu sloužit na integraci nových projektů na obráběcí linku hlavy motorů, které by mohly zvýšit produktivitu a konkurenceschopnost obráběcí linky než je doposud. Projekt nástrojová identifikace je možné integrovat i na ostatní obráběcí nebo montážní linky, kde se dá očekávat podobný nebo stejný přínos.

## Závěr

Diplomová práce je zaměřena na projekt zavedení nástrojové identifikace do oblasti výroby motorů ve společnosti Škoda Auto. Inovativní řešení, takzvaná „nástrojová identifikace“, je součástí právě probíhající čtvrté průmyslové revoluce, která je zaměřena na rozvoj digitalizace. Inovativní řešení, jako je nástrojová identifikace, se využívá k dosažení předem stanovených cílů podniku, jako jsou například snížení prostojů a ztrát výrobní kapacity obráběcí linky, zvýšení produktivity a efektivnější správa náradí. Práce se nezaměřuje pouze na realizaci integrace nástrojové identifikace na obráběcí linku hlavy motorů, ale dále se zaměřuje také na inteligentní propojení CNC strojů a automatů do sítě. Což má za přínos rychlejší sběr a vyhodnocování dat a snižování nákladů na provoz montážních nebo obráběcích linek.

V práci je uveden návrh realizace projektu jak z technického hlediska v podobě podrobné integrace nástrojové identifikace do CNC strojů, úprava měřicího střediska, nákup potřebných čipů a jiných zařízení, tak i z ekonomického hlediska v podobě zmapování nákladů související nejen s nákupem hardwaru a softwaru, ale souvisejících i s integrací do všech zainteresovaných středisek včetně obráběcí linky.

Provedená analýza zavedení nástrojové identifikace do oblasti výroby motorů, konkrétně na obráběcí linku hlavy motorů, prokázala přínos společnosti Škoda Auto. Pomocí nástrojové identifikace by se dosáhlo zvýšení životnosti a následně i využitelnosti jednotlivých nástrojů a tím by došlo ke snížení množství nakupovaných nástrojů za rok. Dalším přínosem je lepší zpětná vazba získávána od obsluhy CNC strojů, která přímo manipuluje s nástrojem. Analýza dále prokázala, že zavedením projektu by došlo k velké finanční úspoře za rok.

Díličními rozbory a analýzami jsem chtěl přispět ke zvýšení využitelnosti nástrojů na obráběcí lince hlavy motorů a ke snížení provozních nákladů za rok. Věřím, že uvedenými analýzami a rozbory se mi toho podařilo dosáhnout a doufám, že práce poslouží společnosti Škoda Auto jako optimální a efektivní koncept pro zvýšení využitelnosti i na dalších obráběcích nebo montážních linkách nejen v České republice, ale i v zahraničí.



## Seznam literatury

BUMBÁLEK, Leoš, Bohumil BUMBÁLEK a Libor KOVÁR. *Deformační chování materiálu při řezání se zaměřením na přesné obrábění*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2003. ISBN 80-7204-325-0.

BUSINESSINFO. *Industrie 4.0 jako významný trend německého průmyslu a výzkumu*. BUSINESSINFO.cz: Oficiální portál pro podnikání [online]. 26. října 2017 [cit. 2. 11. 2017]. Dostupné z URL: <<http://www.businessinfo.cz/cs/clanky/industrie-40-jako-vyznamny-trendnemeckeho-prumyslu-a-vyzkumu-64121.html>>

FERENC, Bohumil. *Spalovací motory: karburátory, vstřikování paliva a optimalizace parametrů motoru*. Vyd. 3. Brno: Computer Press, 2009. Auto-moto-profi (Computer Press). ISBN 978-80-251-2545-8.

GSCHEIDLE, Rolf. *Příručka pro automechanika*. 3., přeprac. vyd. Přeložil Iva MICHŇOVÁ, přeložil Zdeněk MICHŇA, přeložil Jiří HANDLÍŘ. Praha: Europa-Sobotáles, 2007. ISBN 978-80-86706-17-7.

HLAVENKA, Bohumil. *Projektování výrobních systémů: technologické projekty I*. Vyd. 3. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2005. ISBN 80-214-2871-6.

JACQUELINE BIRT. Et al. *Accounting business reporting for decision making*. Milton, Qld: John Wiley & Sons Australia, 2005. 460 s. ISBN 9780470804735.

JAN, Zdeněk a Bronislav Žďánský. *Automobily III Motory*. 4. vyd. Brno: Avid, 2007, 165 s. ISBN 978-80-903671-7-3

KARAFIÁTOVÁ S., 2001: *Technologie 3*. ISŠ COP Olomoucká 61, Brno, 84 s.

KYSELA, L., TOMČALA, J. *Spalovací motory I.*: Ostrava: Skripta VŠB-TU Ostrava, 2004. 146 s. ISBN 80-248-0692-4

KYSELA, L., TOMČALA, J. *Spalovací motory II.*: Ostrava: Skripta VŠB-TU Ostrava, 2004. 185 s. ISBN 80-248-0628-2

MÁDL, Jan. *Terminologie obrábění a montáže*. Ústí nad Labem: Univerzita J.E. Purkyně, ÚTRV, 2004. ISBN 80-7044-616-1

*Modern metal cutting: <>Practical Handbook*. Sandviken: Sandvik Coromant, 1994. ISBN 91-972299-0-3..

OUJESKÝ, T. *Zprovoznění motorových vřeten systémem Plug and Play*. MMSPEKTRUM.com: Průmyslové spektrum [online]. 2017 [cit. 15. 11. 2017]. Dostupný z URL: <<http://www.mmspektrum.com/clanek/zprovozneni-motorovychvreten-systemem-plug-and-play>>

PAVELEK, Milan. *Termomechanika*. Vyd. 3. přeprac., V Akademickém nakladatelství CERM 1. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2003. ISBN 80-214-2409-5.

ŘASA, Jaroslav, Přemysl POKORNÝ a Vladimír GABRIEL. *Strojírenská technologie* 3. 2. vyd. Praha: Scientia, 2005. ISBN 80-718-3336-3.

STERN, U.: *Tři tipy pro zvýšení OEE*. [online], 2011. [cit. 5. 10. 2015]. Dostupné z URL < <http://udrzbapodniku.cz/hlavni-menu/artykuly/artykul/article/tri-tipy-pro-zvyseni-oee/>>.

STEPHEN A. ROSS, RANDOLPH W. WESTERFIELD a BRADFORD D. JORDAN. *Fundamentals of corporate finance*. 3rd ed. Chicago: Irwin, 1995. 779 s. ISBN 0-256-13585-1.

SYNEK, Miloslav. *Manažerská ekonomika*. 3. přeprac. a aktualiz. vyd. Praha: Grada, 2003. 466 s. Expert (Grada). ISBN 80-247-0515-X.

SYNEK, Miloslav. *Podniková ekonomika*. 3. přeprac. a dopl. vyd. Praha: C.H. Beck, 2002. Beckovy ekonomické učebnice. ISBN 80-7179-736-7.

ŠTULPA, Miloslav. *CNC obráběcí stroje a jejich programování*. Praha: BEN - technická literatura, 2006. ISBN 978-80-7300-207-7.

VALACH, Josef. *Investiční rozhodování a dlouhodobé financování*. 3., přeprac. a rozš. vyd. Praha: Ekopress, 2010. ISBN 978-80-86929-71-2.

VALACH, Josef. *Investiční rozhodování a dlouhodobé financování*. 2., přeprac. vyd. Praha: Ekopress, 2006. 465 s. ISBN 80-86929-01-9.

VLK, František. *Vozidlové spalovací motory*. Brno: František Vlk, 2003. ISBN isbn80-238-8756-4.

VLK F., *Zkoušení a diagnostika motorových vozidel*, Vlk nakladatelství, 1. vydání, Brno 2001. 576 s. ISBN 80-238-6573-0.

VOLKO, Vladimír. *Co je to: "OEE"? Ing. Vladimír Volko: lektor & konzultant v oblasti zvyšování výkonnosti podniku* [online], 2009 [cit. 5. 10. 2015]. Dostupné z: <http://www.volko.cz/co-je-to-oee>.

VŠŠ - *Harmonizace s koncernovým výrobním systémem* [interní materiály]. Mladá Boleslav: Škoda Auto, a.s., 2011.

ŽIVĚLOVÁ, Iva. *Finanční řízení podniku II*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2003. 88 s. ISBN 80-7157-369-8.

Interní materiály společnosti ŠKODA AUTO a.s.

## Seznam obrázků a tabulek

### Seznam obrázků

Obr. 1	Hlavy motorů pro tříválcové a čtyřválcové motory .....	27
Obr. 2	Ventilová miska .....	27
Obr. 3	Sedlo ventilu.....	28
Obr. 4	Vodítko ventilu .....	28
Obr. 5	Pružina .....	28
Obr. 6	Ventil .....	29
Obr. 7	Gufero ventilu .....	29
Obr. 8	Klínek .....	30
Obr. 9	Upínací trn.....	31
Obr. 10	Kartézský souřadnicový systém .....	35
Obr. 11	Schéma uspořádání os v CNC stroji.....	36
Obr. 12	OEE výrobní linky hlavy motorů od ledna do srpna 2017 .....	38
Obr. 13	Přehled nástrojů .....	42
Obr. 14	Maják na obráběcích stanicích .....	43
Obr. 15	Ovládací panel CNC stroje .....	44
Obr. 16	Nástroje připravené k nabroušení nebo k renovaci .....	45
Obr. 17	Zoller: přístroj pro nastavení nástrojů + lístek s parametry .....	46
Obr. 18	Nástroj s lístkem z Zollera .....	47
Obr. 19	Koloběh nástrojů – současný stav .....	48
Obr. 20	Balluff – data nosič .....	49
Obr. 21	Datový nosič umístěný v těle nástroje .....	51
Obr. 22	Zapisování a načítání dat z nosiče .....	52
Obr. 23	Měření, zapisování a načítání dat na Zolleru.....	53
Obr. 24	Vložení nástroje do CNC stroje .....	53

Obr. 25 Oběh nářadí – budoucí stav .....	54
--	----

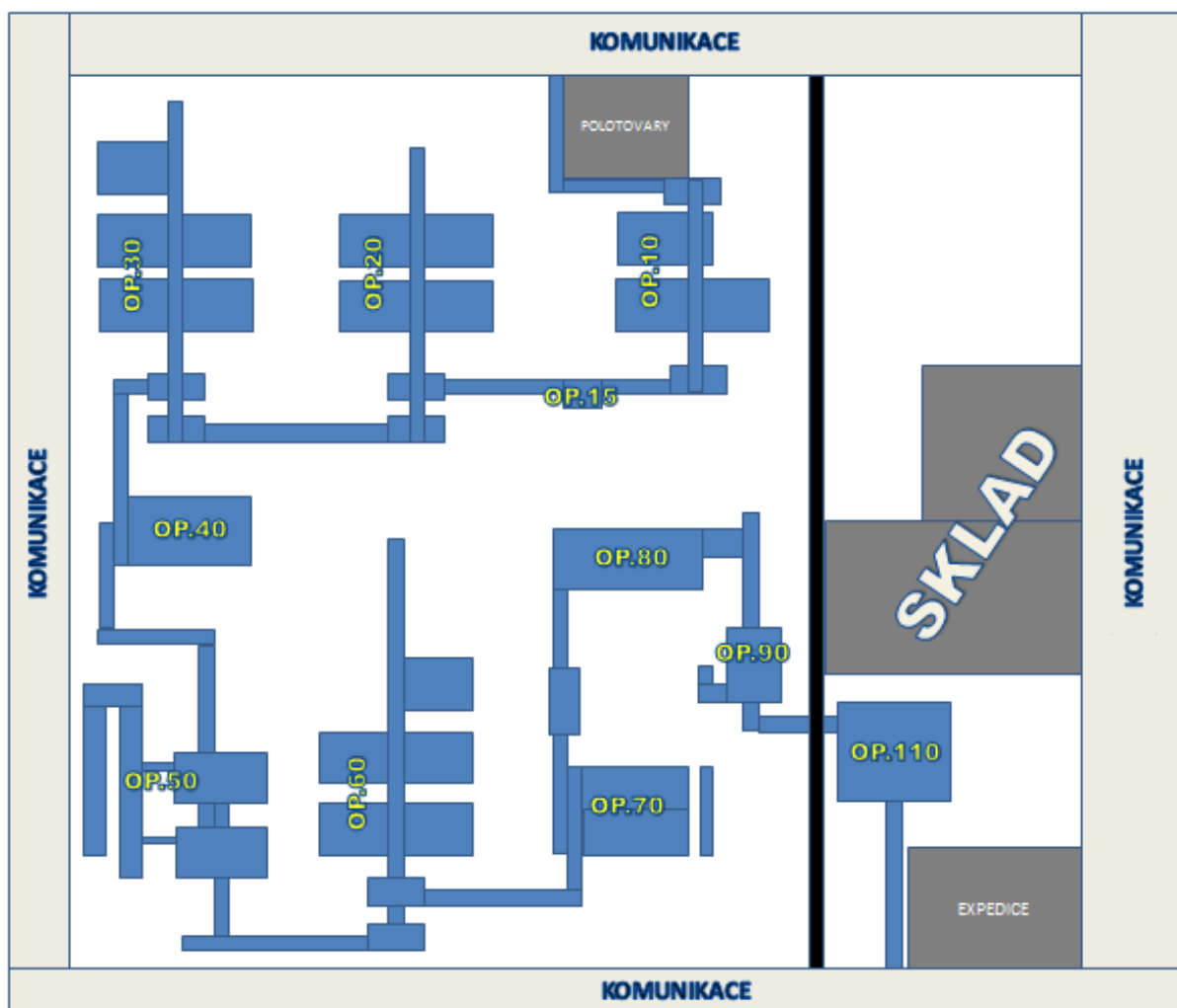
## **Seznam tabulek**

Tab. 1 Kontrolní list .....	44
Tab. 2 Parametry mezivýpočtu - poškození nástrojů.....	57
Tab. 3 Parametry mezivýpočtu - využitelnost nástrojů .....	58
Tab. 4 Parametry mezivýpočtu – manipulace s nástroji a zadávání dat.....	59
Tab. 5 Náklady na integraci.....	60
Tab. 6 Celkové náklady.....	61

## **Seznam příloh**

Příloha č. 1 Layout výrobní linky hlavy motorů .....	70
--	----

## Příloha č. 1 Layout výrobní linky hlavy motorů



## ANOTAČNÍ ZÁZNAM

<b>AUTOR</b>	<b>Bc. et Bc. Jakub Floss</b>		
<b>STUDIJNÍ OBOR</b>	<b>6208T088 Podniková ekonomika a management provozu</b>		
<b>NÁZEV PRÁCE</b>	Technicko - ekonomická analýza zavedení nástrojové identifikace do oblasti výroby motorů		
<b>VEDOUcí PRÁCE</b>	<b>Ing. Josef Bradáč, Ph.D.</b>		
<b>KATEDRA</b>	<b>KAT - Katedra automobilové techniky</b>	<b>ROK ODEVZDÁNÍ</b>	<b>2018</b>
<b>POČET STRAN</b>	<b>72</b>		
<b>POČET OBRÁZKŮ</b>	<b>25</b>		
<b>POČET TABULEK</b>	<b>6</b>		
<b>POČET PŘÍLOH</b>	<b>1</b>		
<b>STRUČNÝ POPIS</b>	<p>Téma diplomové práce je Technicko - ekonomická analýza zavedení nástrojové identifikace do oblasti výroby motorů.</p> <p>Cílem práce je analýza projektu nástrojové identifikace v oblasti výroby motorů ve společnosti Škoda Auto. Realizace projektu je zhodnocena jak z pohledu ekonomického, tak z hlediska technicko-realizačního, včetně dalších dopadů do dané výrobní oblasti.</p> <p>V teoretické části je věnována pozornost zhodnocení projektu z ekonomického i z technického hlediska. Popisuje metody využívané k hodnocení efektivnosti investic. Charakterizuje také obráběcí linku hlavy motorů, na kterou nástrojová identifikace bude integrována.</p> <p>Praktická část obsahuje technický popis projektu zavedení nástrojové identifikace, realizaci projektu. Zaměřuje se také na ekonomické zhodnocení projektu včetně výpočtu návratnosti projektu.</p> <p>Zavedením nástrojové identifikace může společnost ročně ušetřit na správě nástrojů 15 561 157 Kč. Nástrojová identifikace dále napomáhá ke zvýšení produktivity a ke zvýšení celkové využitelnosti obráběcí linky.</p>		
<b>KLÍČOVÁ SLOVA</b>	<b>Datový čip, hlava motoru, Balluff, CNC stroj, Zoller, nástroj, nástrojová identifikace</b>		
<b>PRÁCE OBSAHUJE UTAJENÉ ČÁSTI: Ne</b>			

## ANNOTATION

<b>AUTHOR</b>	<b>Bc. et Bc. Jakub Floss</b>		
<b>FIELD</b>	<b>6208T088 Production Management and Global Business</b>		
<b>THESIS TITLE</b>	The technical and economic analysis of the introduction of tool identification in the field of motor production		
<b>SUPERVISOR</b>	<b>Ing. Josef Bradáč, Ph.D.</b>		
<b>DEPARTMENT</b>	<b>KAT - Department of Automotive Technology</b>	<b>YEAR</b>	<b>2018</b>
<b>NUMBER OF PAGES</b>	<b>72</b>		
<b>NUMBER OF PICTURES</b>	<b>25</b>		
<b>NUMBER OF TABLES</b>	<b>6</b>		
<b>NUMBER OF APPENDICES</b>	<b>1</b>		
<b>SUMMARY</b>	<p>The theme of this diploma thesis is the technical and economic analysis of the introduction of tool identification in the field of motor production.</p> <p>The main aim of the thesis is to analyze the project identification tool in the area of engine production in Škoda Auto. The realization of the project is evaluated both from an economic and also technical point of view, including other impacts in a given production area.</p> <p>In the theoretical part, attention is paid to the evaluation of the project economically, and also technically. Describes the methods which were used to evaluate the effectiveness of investments. It also characterizes the machining head of the motor head, to which tool identification will be integrated.</p> <p>The practical part contains a technical description of the implementation of the tool identification and implementation of the project. It also focuses on the economic evaluation of the project, including the calculation of the return from the project.</p> <p>By introducing tool identification, the company can save 15.561.157 CZK a year in a tool management. Tool identification further helps to increase productivity and improves the overall usability of the machining line.</p>		
<b>KEY WORDS</b>	<b>Data chip, cylinder head, Balluff, CNC machine, Zoller, tool, identification of tool</b>		
<b>THESIS INCLUDES UNDISCLOSED PARTS: No</b>			